



Eigenständiges Concept Mapping und die Nutzung von Expertenmaps. Eine Vergleichsstudie zu Lerneffektivität und individuellen Lernpräferenzen

Using Concept Maps Effectively. A Comparative Study about the Role of Self-Constructing Concept Maps and Using Expert Concept Maps in Conjunction with the Impact of Individual Learning Styles on Learning Outcomes

Alexander Tillmann ✉

Zitieren dieses Artikels:

Tillmann, A. (2014). Eigenständiges Concept Mapping und die Nutzung von Expertenmaps. Eine Vergleichsstudie zu Lerneffektivität und individuellen Lernpräferenzen. *Zeitschrift für Geographiedidaktik | Journal of Geography Education*, 42(2), S. 75–96. doi 10.18452/23983

Quote this article:

Tillmann, A. (2014). Eigenständiges Concept Mapping und die Nutzung von Expertenmaps. Eine Vergleichsstudie zu Lerneffektivität und individuellen Lernpräferenzen. *Zeitschrift für Geographiedidaktik | Journal of Geography Education*, 42(2), pp. 75–96. doi 10.18452/23983

Eigenständiges Concept Mapping und die Nutzung von Expertenmaps. Eine Vergleichsstudie zu Lerneffektivität und individuellen Lernpräferenzen

Alexander Tillmann

Zusammenfassung:

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurden Lerneffekte durch das Selbstkonstruieren von Concept Maps im Vergleich zur Nutzung von Experten-Concept Maps auf das Verständnis und Behalten geographischer Inhalte untersucht. 130 Studierende wurden dazu zufällig in zwei gleichgroße Gruppen aufgeteilt. Die eine Versuchsgruppe konstruierte eigenständig eine Concept Map aus einem Text und die andere Gruppe verfasste aus einer Experten-Concept Map einen Text. Wir nahmen an, dass beim Schreiben eines Textes aus einer Experten-Map zwangsläufig die für das Verständnis komplexer Zusammenhänge so entscheidenden inhaltlichen Relationen hohe Aufmerksamkeit erhalten und gleichzeitig eine zu hohe kognitive Last (cognitive load) vermieden wird. Darüber hinaus vermuteten wir, dass die Anforderungssituation beim Schreiben eines Textes aus einer Expertenmap kognitiv stark genug fordert, um intensive Lernprozesse zu unterstützen. Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass die Strukturierungshilfe durch eine Expertenmap in Verbindung mit der Aufgabe einen Text zu schreiben, das Verständnis und die Reproduktion von Inhalten stärker förderte, als die Selbstkonstruktion einer Concept-Map. Da wir von einem Einfluss unterschiedlicher Lernstile auf die Lernleistung ausgingen, untersuchten wir zusätzlich Präferenzen der Lernenden bei der kognitiven Informationsverarbeitung anhand zweier Lernstilentware. Die Bedeutung vorliegender Befunde für die Gestaltung von Lernszenarien wird anschließend diskutiert.

Schlüsselwörter: Concept Maps, Expertenmaps, Lernstile, Selbstkonstruktion, Textverständnis, Begriffsbildung

Summary: Using concept maps effectively: A comparative study about the role of self-constructing concept maps and using expert concept maps in conjunction with the impact of individual learning styles on learning outcomes

In this study we investigated effects of self-constructing and using concept maps for students' comprehension of geography learning content. 130 young adults were randomly allocated to two equal-sized groups of which one self-constructed concept maps and the other constructed a self-written text on the basis of an expert concept map. We assumed that writing a text from an expert map would direct learners' attention to content relations and prevent ineffectively high cognitive load. Furthermore we supposed that the cognitive effort required for the task is efficiently high to support an intensive learning process. As hypothesized, the structural support of expert maps in conjunction with the task to write a text furthered content reproduction and understanding more than the self-construction of a concept map. As we assumed an impact of different learning styles on learning outcomes we investigated preferences of learners' cognitive processing by two different learning style inventories. Consequences for the development of learning environments are conclusively discussed.

Keywords: concept maps, expert maps, learning styles, self-construction, text comprehension, conceptualization

1 Einleitung

In unterschiedlichen Kontexten wie Politik, Wirtschaft, Bildung und Forschung wird Concept Mapping als Lern- und Strukturierungshilfe sowie zur Diagnose von Lernprozessen und Wissensstrukturen eingesetzt (CAÑAS, 2003; FISCHLER & PEUCKERT, 2000). Ursprünglich von Novak Ende der 1960er Jahre als Wissensdiagnoseinstrument entwickelt, wurde Concept Mapping bald auch als Lehr-/Lernstrategie zur Unterstützung von Lernenden beim Wissensaufbau genutzt (NOVAK, 1990). Die Methode des Concept Mapping findet in Schule und Hochschule zunehmend Verbreitung und wird zur Strukturierung, Visualisierung und Diagnose komplexen Wissens in der Geographiedidaktik in jüngster Zeit vermehrt vorgeschlagen (z.B. OHL, 2013, 7; TILLMANN, 2011, 156; RENDEL, 2010, 29; UHLENWINKEL, 2008, 5; REINFRIED, 2006, 144; SCHUBERT, 2006, 14). Bei Concept Maps handelt es sich um graphische Darstellungen von Wissensstrukturen als Begriffsnetze, bei denen Begriffe die Knoten im Netz bilden und die Relationen zwischen den Begriffen die Verbindungen dieser Knoten beschreiben (Abb. 1).

Die Methode wird beispielsweise zur Festigung und Sicherung zentraler Arbeitsergebnisse eingesetzt. Dabei können Zusammenhänge und Kernaussagen im

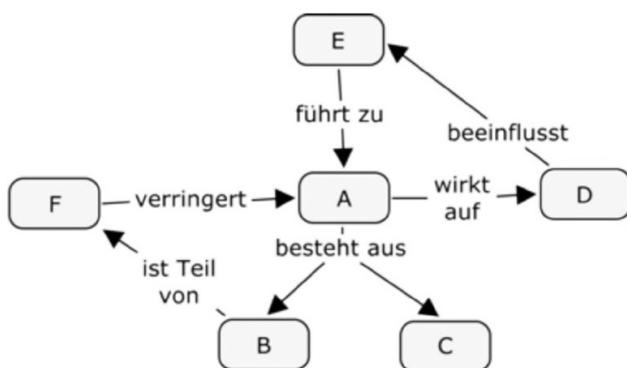


Abb. 1: Concept Map-Prinzip (auch Begriffsstrukturdarstellung oder Begriffsnetz genannt)

Begriffsnetz visualisiert und strukturiert festgehalten werden. Gewinnbringend kann die Methode auch zur eigenständigen Erschließung neuer Inhalte führen. Diese Erschließung neuer Inhalte erfolgt zum Beispiel auch durch die schrittweise Erweiterung eines Begriffsnetzes anhand mehrerer Quellen (Texte, Interviews, Videos, etc.) (TILLMANN, 2011, 157). Beim Concept Mapping findet auf diese Weise eine Umwandlung der Darstellungsform (z.B. Text, Video) in ein Begriffsnetz statt. Dabei fordert die Methode intensive kognitive Verarbeitungsprozesse und inhaltliche Auseinandersetzungen mit dem Lerngegenstand. Nach lernpsychologischen Erkenntnissen stellt die aktive Auseinandersetzung mit einem Gegenstandsbereich eine grundlegende Voraussetzung für bedeutungsvolles Lernen dar (z.B. KONRAD, 2008, 34; TERGAN, 2004, 150). Bei der Umwandlung eines Textes in eine Concept Map werden durch die Anordnung wesentlicher Begriffe, Aussagen und Informationen in einem Begriffsnetz inhaltliche Strukturen visuell sichtbar gemacht. Es gilt also, nicht nur die Kernaussagen herauszufiltern. Vielmehr sollen die Bezüge innerhalb des zu erwerbenden Wissens nicht verloren gehen, sondern gerade transparent werden. Man spricht daher beim Concept Mapping auch von reduktiv-organisierenden Strategien (FRIEDRICH, 1995).

Mensch-Umwelt-Systeme als zentrale Betrachtungsgegenstände in der Geographie sind äußerst komplexe und dynamische Systeme mit multikausalen Zusammenhängen, Rückkopplungen und mehrschichtigen Verflechtungen. Ein Leitziel der Geographie in Schule und Hochschule ist es, Strukturen, Zusammenhänge und raum-zeitliche Prozessabläufe im Mensch-Umwelt-System zu erfassen. Nach den Bildungsstandards im Fach Geographie für den mittleren Schulabschluss bildet das Systemkonzept die Grundlagen eines syste-

matischen Wissensaufbaus (DGFG, 2010). Eine Möglichkeit zur Darstellung, Strukturierung und Erschließung komplexer und miteinander vernetzter Systeme und Subsysteme bieten die Begriffsstrukturdarstellungen in Form von Concept Maps. Anders als bei den so genannten Mind Maps (nach einer Baumstruktur hierarchisch geordnete Begriffe) werden die Beziehungen zwischen den Systemelementen durch explizite Benennung betont und visualisiert. Auf diese Weise könnte eine systemische und vernetzende Denkweise gefördert und durch wiederholte Anwendung eingeübt werden.

Der Einsatz von Mapping-Techniken, Begriffsnetzen und Wissensstrukturdarstellungen zur Förderung von Lernprozessen und zur Wissensdiagnose wurde durch die in den 1970er und 80er Jahren entwickelten Gedächtnismodellvorstellungen inspiriert und gefördert. Netzwerkansätze beschreiben kognitive Strukturen zusammengesetzt aus Elementen/Knoten und verknüpfenden Relationen (COLLINS & LOFTUS, 1975). Gedächtnismodelle gehen davon aus, dass deklaratives Wissen um Sachverhalte und Zusammenhänge kognitiv in der Form vernetzter Begriffe propositional kodiert ist. Als Proposition wird dabei die Element-Relation-Element-Verbindung bezeichnet und bildet die kleinste denkbare Einheit. Die Annahme, dass graphische Verfahren, die ebenfalls den Prinzipien der Element-Relation-Element-Beziehung folgen, lerneffektiv sein können, wird durch weiterentwickelte Modelle wie das des integrierten Text-Bildverstehens zusätzlich gestützt (SCHNOTZ & BANNERT, 2003).

Die Methode des Concept Mapping wurde unter verschiedenen Bedingungen untersucht. Die Forschungsergebnisse zeigen, dass das Lernen mit Begriffsstrukturdarstellungen in Form von Concept Maps effektiver für das Behalten begrifflichen Wissens ist als das Lernen mit Zusammenfassungstexten (JÜNGST, 1995). Die eigenständige

Entwicklung einer Map aus einem Text zeigt sich als lerneffektiver als das Durcharbeiten bzw. Durchwandern von vorgefertigten Concept Maps (BERND & JÜNGST, 1999). Die Lerneffektivität beim Concept Mapping entwickelt sich nach HATTIE (2008, 168) durch das Herausarbeiten und Einordnen der Kernaussagen dessen, was gelernt werden soll. Es hilft bei der Identifikation und Synthese der wesentlichen Aussagen, Ideen, Aspekte und Zusammenhänge. Gerade auch Lernende mit geringeren Fähigkeiten beim Strukturieren und Synthetisieren werden durch das Concept Mapping unterstützt und können durch dieses kognitive Werkzeug ihre Behaltensleistungen verbessern (KIM, VAUGHN, WANZEK & WEI, 2004). Die strukturierte und übersichtliche Darstellung von Concept Maps wirkt sich nach HAUGWITZ und SANDMANN (2009) positiv auf langfristiges Behalten aus. In einem Follow Up-Test nach sechs Monaten konnten sie zeigen, dass die Concept Map-Methode im Vergleich zum Schreiben von Zusammenfassungen zu besseren Behaltensleistungen geführt hat (HAUGWITZ & SANDMANN, 2009, 103).

In mehreren Studien haben sich auch von Experten angefertigte Concept Maps (so genannte Expertenmaps) zur Unterstützung des Lernens mit Texten bewährt. Expertenmaps verdeutlichen die Hauptgedankengänge und zentralen Konzepte eines Gegenstandsbereiches (FISCHER & MANDL, 2000). Einzelfallbefunde in Studien zur Wirksamkeit von Expertenmaps weisen jedoch auch darauf hin, dass sich einige Lernende vor allem an den Begriffen/Konzepten (Knoten des Begriffsnetzes) und weniger an den Relationen orientieren und so die Integration der Begriffe in ein mentales Modell nicht genügend unterstützt werden könnte (HARDY & STADELHOFFER, 2006, 177). Anders als bei der selbständigen Erstellung von Concept Maps könnte Wissen zu Zusammenhängen des Inhaltsbereiches bei

der alleinigen Arbeit mit Expertenmaps verloren gehen.

FISCHER und MANDL (2000) weisen vor dem Hintergrund des *Cognitive Apprenticeship Ansatzes* (kognitive Handwerkslehre nach COLLINS, BROWN & NEWMAN, 1989) auf den möglichen Wert von Expertenmaps als Visualisierungstechnik hin, kognitive Strategien von Experten zum Umgang mit Komplexität für Lernende in Form von Experten-Maps sichtbar zu machen. Demnach sollten Lernende eigene Maps mit Expertenmaps vergleichen, um die Strategien der Experten in einem Inhaltsbereich mit Hilfe der Strukturierungstechnik zu erschließen und im Sinne der kognitiven Handwerkslehre abschauen zu können (FISCHER & MANDL, 2000).

Bei der Meta-Studie von HATTIE (2008, 168) wurden im Rahmen der Auswertung von insgesamt 24 quantitativen Einzelstudien zur Nutzung der Methode Concept Mapping mit einer Effektstärke von $d = .57$ mittlere bis hohe Lerneffekte festgestellt (vgl. Effektstärkenklassifikation nach COHEN in BORTZ & DÖRING 2006, 606). Die Effektstärke gilt dabei als ein Maß für die praktische Bedeutsamkeit eines Ergebnisses. Eine pädagogische Maßnahme kann beispielsweise in einem Bereich von $40 \leq d < .60$ als sehr erfolgreich gelten (vgl. KÖLLER, 2012).

Der Erfolg der Concept Map-Methode wird nach NESBIT und ADESOPE (2006) vor allem der starken mentalen Involviertheit beim Mapping zugeschrieben. Darüber hinaus könnte gleichzeitig die Vereinfachung eines Lerngegenstandes durch die Anordnung von Begriffsknoten im zweidimensionalen Raum, um Zusammenhänge zu verdeutlichen, Konzepte in einem Begriff zu konsolidieren und explizit Verbindungen zwischen den Konzepten zu benennen, zu einer geringeren kognitiven Last (*cognitive load*) und damit besseren Lernleistungen führen (NESBIT & ADESOPE 2006, 434). Ein

weiterer Aspekt, der die Lernwirksamkeit von Begriffsstrukturdarstellungen erklären könnte, wird von PEA (2004) diskutiert, der die Aufmerksamkeitslenkung (*channeling*) als wesentliche Funktion von Strukturierungshilfen beschreibt. Diese kann im Sinne der situierten Kognition als Hilfe bei der Wahrnehmung essenzieller Strukturen eines Gegenstandsbereiches interpretiert werden.

2 Vergleichende Concept Map Studie

2.1 Entwicklung der Fragestellung

Ausgehend von den oben beschriebenen Studien, die zeigen konnten, dass das eigenständige Erstellen einer Concept Map eine bewährte Strategie im Umgang mit einem Text darstellt, wurde demgegenüber die Fragestellung entwickelt, ob sich das Schreiben eines Textes aus einer vorhandenen Experten-Concept Map im Vergleich zu jener Strategie als unterlegen oder überlegen erweist. Gerade die kognitive Last könnte sich für den Lerner beim Schreiben eines Textes aus einer vorhandenen Expertenmap stark verringern. Anders als beim selbstständigen Entwickeln eines eigenen Begriffsnetzes wären wesentliche Zusammenhänge bereits herausgearbeitet. Vor allem bei komplexeren Texten/Inhalten könnte das Verstehen und Erkennen von Zusammenhängen auf diese Weise erleichtert werden. Gleichzeitig sind die Lerner durch das Formulieren eines Textes auf der Grundlage einer Expertenmap mental ausreichend stark gefordert (anders als beim rein gedanklichen Durcharbeiten und Durchwandern bei BERND und JÜNGST, 1999). Ein Szenario, bei dem ein Text aus einer Expertenmap formuliert wird, könnte sich daher gerade bei komplexeren Gegenstandsbereichen positiv auf den Lern-

prozess auswirken. Ein derartiges Szenario wurde bisher jedoch nicht systematisch untersucht.

Um diese Fragestellung zu untersuchen, wurden die Lernenden in zwei Versuchsgruppen aufgeteilt, nachdem sie sich das Prinzip der Begriffsstrukturdarstellung an Beispielen (Geomorphodynamisches Hauptsystem, Entstehung von Hochwasser) mit Hilfe einer internetbasierten Lerneinheit zu einer computerbasierten Variante der Methode (Abrufbar unter: <http://idg.geographie.uni-frankfurt.de/CMap/einleitung.htm>) angeeignet hatten.

In der einen Gruppe (1) sollten die Lernenden einen Text zum Begriff Bodenerosion (nach BORK, 2002, leicht gekürzt) selbstständig in eine Concept Map umsetzen. In der anderen Gruppe (2) sollten die Lernenden eine vorgelegte Expertenmap zum Begriff Bodenerosion, die aus demselben (ihnen unbekanntem) Text entwickelt worden war, in einen Zusammenfassungstext umwandeln. Daraus ergab sich die folgende Fragestellung: Ist beim Lernen mit Begriffsstrukturdarstellungen – ausgehend von einem Text – das Selbstkonstruieren einer Concept Map durch Lernende effektiver oder weniger lerneffektiv als das Schreiben eines Zusammenfassungstextes aus einer vorgelegten Expertenmap?

Vor dem Hintergrund aktueller Diskussionen um eine stärkere und systematische Berücksichtigung von Lernvoraussetzungen, Diversität und Heterogenität von Lerngruppen in Schule und Hochschule (z.B. BOHL, BÖNSCH, TRAUTMANN, & WISCHER, 2012; BÖNSCH & MÖGLING, 2012; SCHULMEISTER 2004) sollte bei der vorliegenden Untersuchung zusätzlich der Frage nachgegangen werden, ob der Umgang mit Concept Maps für alle Lernenden oder nur für eine Teilgruppe von Lernenden geeignet ist bzw. ob Präferenzen für bestimmte Lernsituationen oder Lernstrategien Lernergebnisse beim Arbeiten mit Concept Maps beeinflussen.

Die Diversität von Lerngruppen hinsichtlich unterschiedlicher Präferenzen für Lernsituationen sowie der Nutzung von Lernstrategien lässt sich mit Hilfe von Lernstileninventaren verdeutlichen (SCHULMEISTER, 2004). Als Lernstil wird nach HASSELHORN und GOLD (2006, 101) die Weiterführung einer Lernstrategie hinsichtlich der Präferenz für unterschiedliche Lernsituationen im Rahmen von kognitiven Verarbeitungsprozessen verstanden. Lernstrategien werden dabei als abrufbare Handlungspläne zur Informationsverarbeitung beschrieben, die im Gedächtnis gespeichert sind (LOOSS 2001, 189). Lernstile können dazu führen, dass Lernende unterschiedliche Lernstrategien präferieren und daher eine bestimmte Methode zur gedanklichen Verarbeitung von Informationen nicht für alle Lernenden gleichermaßen geeignet sein könnte. Um dieser Frage nachzugehen, nutzten wir zum einen eine von HALLER, NOWACK übersetzte Version (HALLER, 2004) des Lernstileninventars von KOLB (1985) und zum anderen einen Lernstilttest, der von POINTEN bei der Annual Conference der Geographical Association 2006 vorgestellt wurde. Der Test nach POINTEN basiert auf einer Klassifikation gedanklicher Informationsverarbeitung von GARDNER (2006). Eine deutsche Version des Tests wurde von UHLENWINKEL (2008, 4) im Rahmen eines Konzeptes zur Binnendifferenzierung veröffentlicht.

2.2 Beschreibung der Untersuchungsgruppe, des Untersuchungsdesigns und der Erhebungsinstrumente

Die Untersuchung wurde in einer Einführungsveranstaltung des Bachelor-Studiengangs Geographie durchgeführt. Der Versuchsablauf erstreckte sich über zwei aufeinanderfolgende Wochen. Aufgrund unterschiedlicher Anwesenheit konnten

Bodenerosion wird durch Eingriffe des Menschen ermöglicht. Bodenerosion umfasst die Prozesse der Ablösung, des Transportes und der Ablagerung von Bodenbestandteilen. Unmittelbar ausgelöst wird Bodenerosion durch Regentropfen, die auf vegetationsfreie Oberflächen aufprallen (Regentropfenerosion), durch den nachfolgenden Abfluss auf der Bodenoberfläche (Wassererosion), durch starken Wind (Winderosion) oder durch den Abfluss auf der Bodenoberfläche beim raschen Tauen von wasserreichen Schneedecken (Schneeschnelzerosion). Bodenerosion durch Wasser wirkt flächenhaft (Flächenerosion) oder linienhaft (Rillenerosion). Während seltener, starker Niederschläge kann über wenige Minuten nahezu flächendeckend auf einem vegetationsfreien Hang Abfluss entstehen, Bodenpartikel können sich ablösen und mit dem Abfluss auf der Bodenoberfläche abfließen. Mäßig starke Niederschläge verursachen schwachen Abfluss auf der Bodenoberfläche in zahlreichen, cm bis dm breiten Abflussbahnen. Hier wird der Boden manchmal nur um Bruchteile von mm tiefer gelegt. Die nächste Bodenbearbeitung beseitigt die lokalen Abfluss- und Abtragsspuren, sie nivelliert die Bodenoberfläche. Flächenhafte Bodenerosion führt so zu einer allmählichen, ungleichmäßigen Tieferlegung ganzer Ober- und Mittelhänge. Viele schwache bis mäßig starke Abflussereignisse legen die Bodenoberfläche über Jahre, Jahrzehnte und Jahrhunderte flächenhaft mm für mm tiefer. Die Langsamkeit der flächenhaften Bodenerosion, die auch als schleichende Bodenerosion bezeichnet wird und die Bodenfruchtbarkeit allmählich verringert, führt dazu, dass ihre Bedeutung oft unterschätzt wird. Bei extrem starken Niederschlägen führt der auf ackerbaulich genutzten Hängen in Bahnen zusammenströmende Abfluss auf der Bodenoberfläche zur Einschneidung von tiefen Kerben und damit zu verheerender, linienhafter Bodenerosion. Die Lage der Abflussbahnen wird von der Hangform, der Lage und Form der Nutzungspartellen und der Richtung der Bodenbearbeitung bestimmt. Bodenbearbeitung in Gefällsrichtung führt den Abfluss rasch dem Gefälle folgend ab, kleine Rinnen tiefen sich ein, die sich nur selten treffen und so über die verstärkte Abflusskonzentration starke linienhafte Eintiefungen verursachen. Wird annähernd quer zum Gefälle, also entlang der Höhenlinien gearbeitet, sammelt sich der Abfluss in den Furchen und versickert (infiltriert) zunächst. Sind die Furchen schließlich wassergefüllt, läuft der Abfluss über die tiefste Stelle des Dammes und zerreißt den Damm. Die Furche entleert sich in wenigen Minuten, große Wassermassen strömen in kurzer Zeit konzentriert hangabwärts und reißen tiefe Kerben ein. Strömt in Hangdellen viel Abfluss zusammen, können ebenfalls tiefe Kerben einreißen.

Während natürliche Abtragungsprozesse (Erosion) nur auf den Flächen vorherrschen, die ohne Einfluss des Menschen vegetationsarm sind, tritt Bodenerosion nur nach Eingriffen des Menschen in die Landschaft auf. Natürliche Abtragung war in Mitteleuropa außerhalb der Alpen letztmalig im Spätglazial bedeutend. Heute tritt sie in Mitteleuropa hauptsächlich oberhalb der Waldgrenze in den Alpen auf. In den gemäßigten Breiten schtzten die Wälder die Bodenoberfläche nahezu vollständig vor natürlicher Abtragung. Die Rodung der Wälder, die in Mitteleuropa vielerorts im Neolithikum, der Bronzezeit oder im frühen und hohen Mittelalter stattfand, ermöglichte erstmalig Bodenerosion in Mitteleuropa. In den auf die Rodungen folgenden Phasen, insbesondere der ackerbaulichen Nutzung, konnten in Zeiten mit sehr geringer oder fehlender Bodenbedeckung durch Pflanzen Bodenbestandteile verlagert werden. Seit dem frühen Mittelalter wurden in Deutschland ackerbaulich genutzte Hänge durchschnittlich um 50 cm tiefer gelegt. Da die einzelnen Standorte in Abhängigkeit vom Niederschlag, Relief, den Bodeneigenschaften sowie der Nutzung sehr verschieden stark von Bodenerosion betroffen sind, variiert das Ausma der Tieferlegung am Ober- und Mittelhang und der Ablagerung am konkaven Unterhang und in den Talauen von wenigen cm bis zu vielen m.

Schäden bewirkt Bodenerosion nicht nur dort, wo Bodenbestandteile abgetragen werden. Nährstoff- und manchmal schadstoffhaltige Bodenbestandteile werden teilweise bis in Gewässer transportiert. Sie verändern dort die Gewässerqualität negativ.

Abb. 2: Text zum Thema Bodenerosion (nach Bork, 2002) als Vorlage für die Konstruktion einer Concept Map

insgesamt 130 vollständige Datensätze von den Studierenden gewonnen werden, die bei allen drei Veranstaltungen anwesend waren. Die Daten wurden mit der Statistiksoftware SPSS und AMOS (Version 21) ausgewertet.

Die Probanden (männlich=65/weiblich=65) waren durchschnittlich 21 Jahre alt. Eine Einschränkung bezüglich der Generalisierbarkeit der Ergebnisse rührt von der zeitlichen Begrenztheit des Versuchs und von der Zusammensetzung der Untersuchungsgruppe her. Es konnte kein Wissens-Vortest durchgeführt werden, so dass die Untersuchung mit nur einer Leistungsmessung als quasiexperimentell anzusehen ist. Allerdings wurde in den Fragebögen eine Selbsteinschätzung der Vorkenntnisse zum Thema Bodenerosion integriert. Beide Versuchsgruppen unterschieden sich hinsichtlich ihrer selbst eingeschätzten Vorkenntnisse nicht ($t(128)=-0.5$, $p=0.6$ bei zweiseitiger Testung), so dass sich ein Vortest für die Fragestellung vermutlich kaum gelohnt hätte. Darüber hinaus kann durch die randomisierte Gruppeneinteilung und die vergleichsweise große Stichprobe vermutet werden, dass die Gruppen bezüglich ihrer Vorkenntnisse gleichmäßig verteilt waren. Darüber hinaus wurde ein Jahrgang an Studierenden am Anfang ihres Geographiestudiums als Sample herangezogen, so dass keine Repräsentativität des Samples für die Gesamtheit an Studierenden gegeben ist. Vermutlich lassen sich die

Ergebnisse dieser Gruppe jedoch auch auf andere Zielgruppen (Oberstufenschüler, Studierende höherer Semester) übertragen, da bei dem Methodenvergleich keine inhaltlichen Vorkenntnisse notwendig sind und methodisch für ähnliche Ausgangsbedingungen gesorgt wird (Lerneinheit zum Concept Mapping, s.o.).

2.2.1 Text zum Thema Bodenerosion und Umsetzung des Textes in eine Expertenmap

Der Text zum Thema Bodenerosion (nach BORK, 2002) wurde leicht gekürzt und umfasst eine DIN A4-Seite (547 Wörter, siehe Abbildung 2). Er beschreibt den Prozess der Bodenerosion, dessen Teilprozesse, Wirkzusammenhänge prozesssteuernder Faktoren und unterschiedliche Formen der Bodenerosion. Der Text wurde in eine Expertenmap mit einer graphischen Struktur umgesetzt. Die sprachlichen Formulierungen und fachlichen Termini sind eng an den Text angelehnt (siehe Abbildung 3).

2.2.2 Versuchsplan und Versuchsbedingungen

Die Studierenden füllten im Rahmen einer Veranstaltung den Lernstiltest nach KOLB (HALLER, 2004) und den Lernstiltest nach Pointen (vgl. UHLENWINKEL, 2008) aus

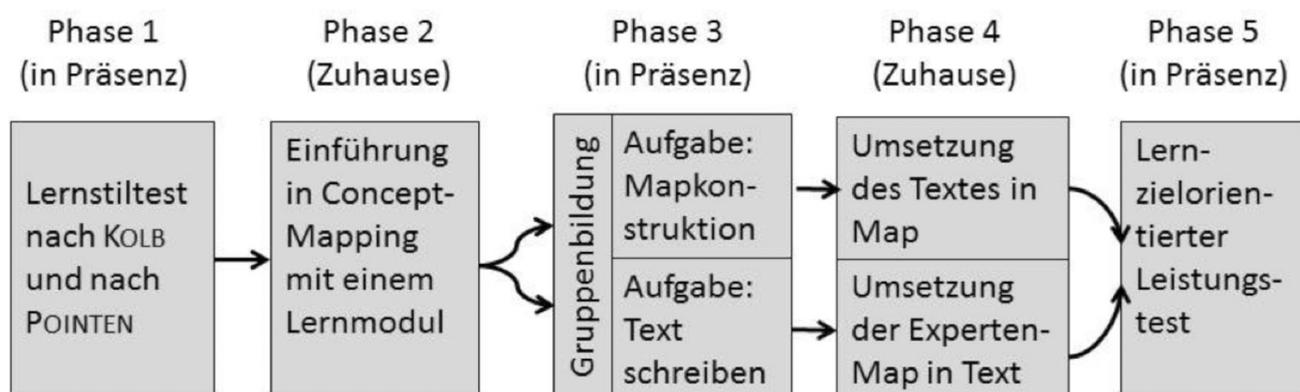


Abb. 4: Versuchsplan

(Phase 1) und erhielten die Aufgabe, innerhalb der folgenden Woche das online-Lernmodul zur Methode des Concept Mapping zu bearbeiten (Phase 2). Alle Studierenden, sowohl diejenigen mit der unabhängigen Variable ‚Text schreiben‘ als auch diejenigen mit der unabhängigen Variable ‚Mapkonstruktion‘, erarbeiteten sich die Methode des Concept Mapping, vervollständigten als Hausaufgabe eine Beispiel-Map zum geodynamischen Hauptsystem und reichten diese per E-Mail ein. In der anschließenden Präsenzsitzung wurden die Studierenden nach dem Zufallsprinzip in zwei gleich große Gruppen aufgeteilt und erhielten je nach Gruppe die Aufgabenstellung Mapkonstruktion oder Text schreiben (Phase 3), die im Laufe der sich anschließenden Woche bearbeitet und per E-Mail eingereicht werden sollte (Phase 4). In der darauf folgenden Präsenzsitzung (Phase 5) wurde unter Aufsicht ein unangekündigter Test (25 min) über die in der vorherigen Phase durch Map- und Textkonstruktion erschlossenen Inhalte geschrieben.

Um die Versuchsbedingungen noch besser kontrollieren zu können, hätte die Konstruktionsaufgabe (Phase 4) im Idealfall unter Aufsicht stattgefunden. Da der anschließende lernzielorientierte Leistungstest (Phase 5) jedoch unangekündigt durchgeführt und die Aufgabenstellung mit dem Hinweis auf experimentelle Untersuchung angekündigt wurde, kann davon ausgegangen werden, dass die Bearbeitung der Aufgabe zu Hause das Ergebnis des Leistungstests nur in geringem Maße beeinflusst hat.

2.2.3 Lernstilttest nach David Kolb und die Theorie des erfahrungsbasierten Lernens

Die Theorie des erfahrungsbasierten Lernens entwickelte Kolb auf Grundlage der

Lerntheorien von PIAGET, DEWEY und LEWIN (KOLB, 1984). Erfahrungslernen wird dabei als kognitiver Prozess beschrieben, bei dem Wissen durch das Ungleichgewicht zwischen der eigenen Erfahrungswelt und der Umwelt aufgebaut wird. In dem Modell läuft der Wissensaufbau in einem zyklischen Lernprozess ab, der in vier Phasen gegliedert ist.

Zu Beginn der ersten Lernphase steht die konkrete Erfahrung, die den Lernprozess auslöst. In der zweiten Phase erfolgt die reflektierte Beobachtung dieser Erfahrung aus verschiedenen Perspektiven und führt zur dritten Phase: der abstrakten Begriffsbildung. Zu der Erfahrung bzw. dem Lernergebnis der ersten Phase werden Erklärungs- und Theorieansätze aufgebaut. Diese werden in der Phase vier des aktiven Experimentierens auf ihre Gültigkeit hin überprüft. Aus den Ergebnissen des Experimentierens und Prüfens entstehen neue konkrete Erfahrungen und der Zyklus beginnt damit von neuem (KOLB, 1981; KOLB, BOYATZIS & MAINEMELIS, 2001). Den unterschiedlichen Zugang zu Erfahrungen und deren Transformation im Lernprozess konzeptualisiert Kolb in seinem Lernstilinventar, indem er der konkreten Erfahrung die abstrakte Begriffsbildung gegenüberstellt und der reflektierten Beobachtung das aktive Experimentieren (Abb. 4).

Das Lernstilinventar soll entsprechend anzeigen, ob ein Mensch eher über das Abstrakte oder eher über Konkretes Zugang zum effektiven Lernen findet oder ob Selber-Aktivwerden und Erproben gegenüber einem sich distanzierenden Beobachten und Reflektieren den Vorrang haben. Das von KOLB entwickelte Lernstilinventar (LSI) basiert auf diesen Gegensatzpaaren, indem Lernende je nach ihren Präferenzen auf diesen beiden Achsen und damit in einem Lernstil-Quadranten verortet werden können (KOLB et al., 2001).

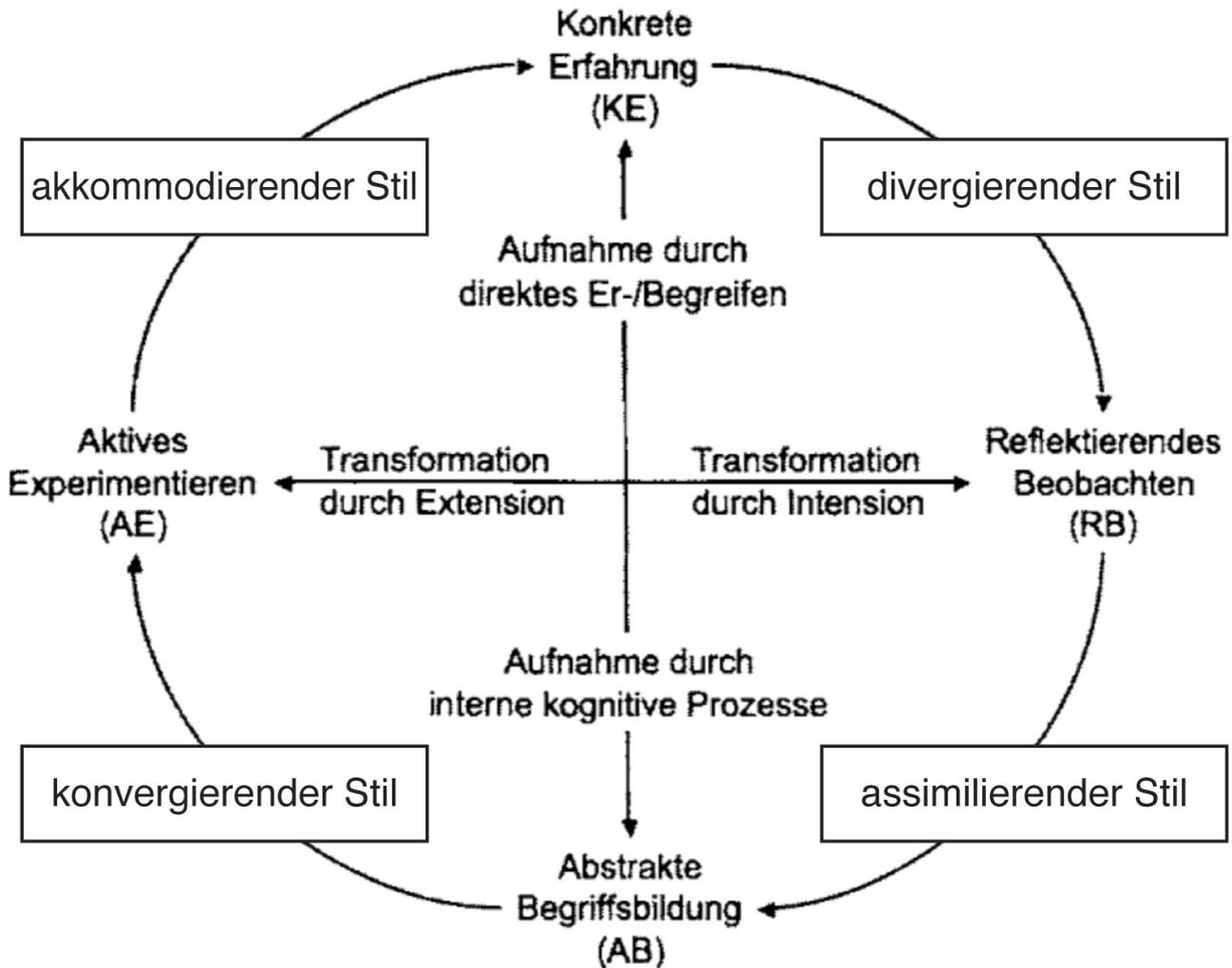


Abb. 5: Lernzyklus des Erfahrungslernens nach Kolb (verändert nach Staemmler, 2006, 49)

- Der divergierende Stil bevorzugt die Phasen der Konkreten Erfahrung und Reflektierten Beobachtung. Seine Stärken liegen in der Fähigkeit, konkrete Situationen von verschiedenen Seiten zu betrachten, anstatt handelnd tätig zu werden.
 - Der assimilierende Stil bevorzugt die Phasen des Reflektierten Beobachtens und der Abstrakten Begriffsbildung. Die Stärken liegen in der Erzeugung theoretischer Modelle und induktiver Schlussfolgerungen.
 - Der konvergierende Stil bevorzugt beim Lernen Abstrakte Begriffs- und Theoriebildung und Aktives Experimentieren. Seine Stärken liegen in der Ausführung von Ideen und im Problemlösen. Personen dieses Lernstils neigen zu hypothetisch-deduktiven Schlussfolgerungen.
 - Der akkommodierende Stil bevorzugt schließlich Aktives Experimentieren und Konkrete Erfahrung. Seine Stärken liegen in der Realisierung von Aufgaben und dem Treffen von Entscheidungen. Dabei gehen Menschen mit diesen Lernvorlieben eher intuitiv vor und verlassen sich mehr auf einzelne Fakten als auf Theorien.
- Um der Frage nachzugehen, ob Lernende je nach präferiertem Zugang unterschiedlich stark von der Arbeit mit Concept-Maps profitieren, sollte untersucht werden, ob ein Zusammenhang zwischen den Ergebnissen der Leistungsmessung und dem Lernstiltest besteht. Sollen die Ergebnisse dieser Untersuchung Grundlage für weitere Überlegungen im Rahmen der Gestaltung von Lehr-/Lernprozessen sein, so sollten die genutzten

Instrumentarien – wie das Lernstilinventar – ein gewisses Mindestmaß an Validität und Reliabilität aufweisen. In einer Studie von FERRELL (1983), die verschiedene Lernstilinventare faktorenanalytisch testete, konnte ausschließlich für das LSI von KOLB (in der englischsprachigen Version) eine gute Konstruktvalidität festgestellt werden: „The only instrument for which a match between factors and learning styles existed was the Kolb LSI“ (FERRELL 1983, 36). Auch die von STAEMMLER (2006, 151) genutzte deutschsprachige Version des LSI nach Kolb weist gute psychometrische Testeigenschaften (Reliabilität und Validität) auf und ist eine sehr ähnliche Variante der hier genutzten deutschsprachigen Version des Tests in der Übersetzung von HALLER (2004).

2.2.4 Lernstilttest nach Pointen

Der Ansatz des Lernstilttests nach Pointen geht von verschiedenen Arten der gedanklichen Verarbeitung von Informationen aus. Bei dem Modell wird mit Hilfe eines Fragebogens der persönliche Lernstil ermittelt. Er basiert auf den vier Kategorien verbalsprachlicher Lernstil, logisch-mathematischer Lernstil, visuell-räumlicher Lernstil und physisch-kinästhetischer Lernstil (UHLENWINKEL 2008, 5). In Abhängigkeit von der Ausprägung individueller Präferenzen beim Lernen sollen nach diesem Lernstil-Modell unterschiedlich gute Lernleistungen je nach Art der präsentierten Informationen und deren Verarbeitung erzielt werden. Der verbalsprachliche Lerner solle am besten lernen, wenn er die Chance habe zu lesen oder zu schreiben. Dagegen könne er wenig mit Bildern und Diagrammen anfangen. Der logisch-mathematische Lerner sei gut im Umgang mit Zahlen und im Argumentieren. Um Inhalte aus Texten zu erschließen, biete es sich für ihn an, sie mit Hilfe von Concept Maps oder Mind

Maps zu organisieren oder zu klassifizieren. Auch der visuell-räumliche Lerner könne mit Strukturdarstellungen gut lernen, habe aber mit Texten Probleme. Dem physisch-kinästhetischen Lerner helfe es, wenn er Inhalte im Modell oder im Rollenspiel darstellen kann. Auch Strukturlegetechniken sollen seinem Bewegungsdrang entgegenkommen.

3 Güte der Messinstrumente

3.1 Lernzielorientierter Leistungstest

Die Prüfung der Lerneffektivität der unterschiedlichen Versuchsbedingungen erfolgte über einen Vergleich des lernzielorientierten Leistungstests. Der Test beinhaltete insgesamt sechs Aufgaben in offenem Antwortformat. Die Aufgaben 1, 2, 4 und 6 erforderten Reproduktionsleistungen (Anforderungsbereich I nach DFGG, 2012). Die im Ausgangsmaterial (Text oder Expertenmap) beschriebenen Sachverhalte zum Thema Bodenerosion sollten stichwortartig wiedergegeben bzw. kurz beschrieben werden. Die Aufgaben 3 und 5 erforderten das selbständige Erläutern und Anwenden fachspezifischer Inhalte (Reorganisation, Anforderungsbereich II nach DFGG, 2012). Bei der Aufgabe 3 war es den Probanden freigestellt, als Antwort einen kurzen Text zu schreiben oder eine beschriftete Skizze/Concept Map anzufertigen. Bei Aufgabe 5 sollten die langfristigen Veränderungen (Tieferlegung im oberen und mittleren Hangbereich, Akkumulation am Hangfuß) an einem landwirtschaftlich intensiv genutzten Hang in ein Querprofil eines Hanges eingezeichnet werden. Die Bewertungen der Aufgaben wurden von zwei unabhängigen Beurteilern nach einem zuvor festgelegten Bewertungsschema vorgenommen. Die Interrater-Reliabilität

Tab. 1: Testaufgaben (Max.=maximale Punktzahl, MW = Mittelwert in %-Punkten, SD = Standardabweichung)

Aufgaben Nr.	Aufgabentext	Max.	MW	SD
1	Welche Faktoren (Ursachen) beeinflussen das Ausmaß der Bodenerosion an einem bestimmten Ort? Bitte beschreiben Sie stichpunktartig.	4	.77	.22
2	Welche Rolle kommt dabei dem Menschen zu? Bitte beschreiben Sie stichpunktartig.	2	.75	.25
3	Erläutern Sie die Bedingungen und Prozesse, unter denen flächenhafter Bodenabtrag entsteht! (Sie können auch eine beschriftete Skizze oder Concept Map anfertigen.)	7	.41	.23
4	Welche negativen Auswirkungen können von Bodenerosion ausgehen?	2	.72	.28
5	Skizzieren Sie grob die Veränderung im Hangprofil.	2	.79	.27
6	Beschreiben Sie stichpunktartig den Ablauf der Kerbenbildung auf einem landwirtschaftlich genutzten Hang, der quer zum Gefälle bearbeitet (gepflügt usw.) wird. Extrem starker Niederschlag setzt ein ...	5	.48	.38
Gesamtergebnis		22	.59	.15

wurde nach Cohens Kappa mit .89 als (fast) vollkommen übereinstimmend berechnet (BORTZ & DÖRING 2006, 276). Tabelle 1 zeigt die Aufgabenformulierungen, Mittelwerte der Aufgabenbearbeitung (Itemschwierigkeit) und Streuung (Standardabweichungen) des Leistungstests.

Zur Überprüfung der Reliabilität des Leistungstests wurde die interne Konsistenz mit Hilfe von Cronbach's Alpha berechnet. Die interne Konsistenz einer Skala gibt Auskunft über die Homogenität und Messgenauigkeit einer Skala. Die Analyse ergab ein Cronbach's α von .70. Dieses Ergebnis stellt nach CORTINA (1993) einen guten Wert bezüglich der Reliabilität von Leistungstests dar. Generell gelten Reliabilitätskoeffizienten von $\geq .70$ nach LIENERT und RAATZ (1994, 269) als eine gerade noch ausreichende Norm. Nach BORTZ und DÖRING (2006) liegt ein gutes Testergebnis erst bei Werten $\geq .80$ vor.

Zusätzlich zur Leistungsmessung wurden einige Variablen mit erfasst, die sich als

Biasvariablen (Verzerrungs- oder Kovariable) auf das Ergebnis des Tests auswirken können, jedoch nicht mit den eigentlich zu beobachtenden Leistungsunterschieden aufgrund des Treatments (Zugehörigkeit zu einer Versuchsgruppe) zusammenhängen und in der Konsequenz das Ergebnis verzerren könnten. Um mögliche Abhängigkeiten der Testergebnisse von derart potentiell verzerrenden Variablen auf statistischem Wege zu identifizieren, wurden die Beziehungen zwischen der Leistungsmessung und den entsprechenden Drittvariablen untersucht. Dazu wurden Produkt-Moment-Korrelationen berechnet (Tabelle 2).

Weder die biographischen Angaben (Geschlecht, Alter) noch das Interesse am Thema Bodenerosion oder die bisherige Nutzung der Concept-Map-Methode zeigen einen substanziellen Zusammenhang mit dem Ergebnis des Leistungstests. Auch die Einschätzung der Vorkenntnisse zum Thema Bodenerosion korreliert nur sehr schwach mit dem Testergebnis ($r=-.17$) und

Tab. 2: Korrelationen zwischen möglichen Biasvariablen und der Leistungsmessung

Biasvariable	Leistungstest (r)
Geschlecht (1=männlich, 2=weiblich)	-.01
Alter	.00
Vorkenntnisse zum Thema Bodenerosion (5-stufig, 1=sehr gut bis 5=sehr schlecht)	-.17
Interesse am Thema Bodenerosion (6-stufig, 1=stimme überhaupt nicht zu bis 6=stimme voll und ganz zu)	.06
Bisherige Nutzung Concept Map (3-stufig, 1=noch nie, 2=ein bis 5-mal, 3=mehr als 5-mal)	.06

ist aufgrund ihres geringen Beitrags zur Varianzaufklärung zu vernachlässigen.

3.2 Konstruktvalidität und Reliabilität des Lernstilinventars (LSI) nach Kolb

Zur Prüfung der Reliabilität der im Rahmen dieser Untersuchung genutzten deutschsprachigen Version des LSI nach Kolb (HALLER 2004) wurde die interne Konsistenz berechnet. Die Konstruktvalidität des LSI wurde anhand einer konfirmatorischen Faktorenanalyse geprüft. Die 40 Aussagen des Fragebogens werden auf einer 4-stufigen Skala (1=stimme nicht zu bis 4=stimme voll zu) beantwortet. Zur Bestimmung des LSI werden anschließend jeweils 10 Aussagen einer der vier Lernstil-Präferenzen (Konkrete Erfahrung, Reflektierte Beobachtung, Abstrakte Begriffsbildung und Aktives Experimentieren) zugeordnet.

Die berechneten internen Konsistenzen für die vier Skalen (jeweils 10 Items) des Lernstiltests nach Kolb ergeben mit α -Werten zwischen .71 und .79 ausreichend gute Ergebnisse hinsichtlich der Reliabilitäten (vgl. Tab 3).

Die konfirmatorische Faktorenanalyse (CFA) dient dazu, das Modell des LSI auf seine Güte (Konstruktvalidität) zu prüfen.

Zu diesem Zweck werden bei der CFA Fit-Indizes berechnet, die Informationen über den Modell-Fit liefern, d.h. darüber, wie gut das Modell mit den empirisch beobachteten Daten übereinstimmt. Dazu wurde ein näherungsweise Modell-Fit mit Hilfe des RMSEA-Index (*Root-Mean-Square-Error-of-Approximation*) berechnet. Der RMSEA setzt das Modell ins Verhältnis zu einem perfekten (saturierten) Modell. Nach FAN, THOMPSON und WANG (1999) reicht dieser Fit-Index zur Bestimmung der Modellgüte aus, sofern man davon ausgeht, dass empirische Modelle immer Vereinfachungen der Realität darstellen (CHEUNG & RENSVOLD, 2002). Für Stichproben unter 250 Vpn wird in der Literatur ein Cut-off Wert von $< .08$ für einen ausreichend guten Modellfit angegeben (FAN et al., 1999). Bei dem vorliegenden Sample wurde ein RMSEA von .067 erreicht.

Tab. 3: Interne Konsistenz der LSI-Skalen (jeweils 10 Items) nach Kolb

Skala	Cronbachs Alpha
konkrete Erfahrung (KE)	$\alpha = .71$
reflektierendes Beobachten (RB)	$\alpha = .76$
abstrakte Begriffsbildung (AB)	$\alpha = .73$
aktives Experimentieren (AE)	$\alpha = .79$

Damit liegt ein ausreichender Modell-Fit vor. Bestätigt wird das Ergebnis durch den SRMR, einen ebenfalls bei AMOS ausgegebenen Fit-Index. Ebenso wie der RMSEA signalisiert ein kleiner SRMR-Wert einen guten approximativen Modell-Fit. Im Unterschied zum RMSEA ist der SRMR wenig sensitiv gegenüber größeren Stichproben und berücksichtigt anders als RMSEA nicht den Chi-Quadrat-Wert. Der Index kann daher gut zusätzlich als Kontroll-Index genutzt werden. Der SRMR liegt für das LSI nach Kolb mit einem Wert von .092 unter der geforderten cut-off Grenze von $\text{SRMR} \leq .11$. Allerdings zeigt der ebenfalls bei der CFA berechnete Chi-Quadrat-Test ($\chi^2 = 1303$, $df = 734$, $p < .001$), dass kein exakter Modell-Fit vorliegt. Die Fit-Indizes zeigen jedoch, dass das Modell nicht gravierend von den empirischen Daten abweicht.

3.3 Konstruktvalidität und Reliabilität des Lernstiltests nach Pointen

Um individuelle Stärken beim Lernen zu identifizieren, sieht das Modell vor, 48 Aussagen des Fragebogens als Selbsteinschätzung auf einer Skala von 0=Das passt überhaupt nicht zu mir bis 5=Das klingt ganz nach mir zu bewerten. Jeweils 12 Fragen sind dabei einer Lernstil-Kategorie zugeordnet. Zur Prüfung der Reliabilität des Fragebogens wurde die interne Konsistenz berechnet. Die Werte der vier Subskalen (jeweils 12 Items pro Skala) ergeben mit Cronbach's α -Werten zwischen .40 und .69 ein nur mäßiges Ergebnis hinsichtlich der Reliabilität (vgl. Tab 4). Die Reliabilitätskoeffizienten liegen damit unter den in der Literatur geforderten gerade noch ausreichenden Normwerten von $\geq .70$ (LIENERT & RAATZ, 1994). Daher muss von vergleichsweise geringer Homogenität und Messgenauigkeit der Skalen ausgegangen werden.

Tab. 4: Interne Konsistenz der Lernstiltest-Skalen (jeweils 12 Items) nach Pointen

Lernstrategie Subskalen	Cronbachs Alpha
verbal, sprachlich	$\alpha = .40$
logisch, mathematisch	$\alpha = .69$
visuell, räumlich	$\alpha = .67$
physisch, kinästhetisch	$\alpha = .54$

Zur Überprüfung der Konstruktvalidität wurde wieder eine konfirmatorische Faktorenanalyse (CFA) berechnet. Allerdings konnte das Modell anhand des vorliegenden Samples nicht validiert werden. Die Werte der Fit-Indizes (RMSEA= .089 und SRMR= .114) übersteigen die aus der Literatur geforderten (FAN et al., 1999; HU & BENTLER, 1999) Cut-off Werte ($\text{RMSEA} \leq .08$ und $\text{SRMR} \leq .11$). Auch der Chi-Quadrat-Test zeigt ein signifikantes Ergebnis ($\chi^2 = 2925$, $df = 1080$, $p < .001$; d.h. kein exakter Modell-Fit). Das Modell des Lernstrategie-tests nach Pointen stimmt daher nicht gut mit den empirisch beobachteten Daten überein. Die Konstruktvalidität des Fragebogens ist auf der vorliegenden Datenbasis als nicht akzeptabel anzusehen. Eine valide Basis für eine empirisch begründete Zuordnung von Lernstrategien auf Grundlage des Fragebogens nach Pointen kann in der Untersuchung nicht bestätigt werden.

4 Ergebnisse und Diskussion

4.1 Ergebnisse des Leistungstest unter den verschiedenen Versuchsbedingungen

Tabelle 5 zeigt Mittelwerte, Standardabweichungen und Testergebnisse des Mittelwertvergleichs (T-Test für unabhängige Stichproben) der beiden Untersuchungsgruppen

- mit der Versuchsbedingung Mapkonstruktion, das heißt die Versuchspersonen konstruieren eigenständig eine Concept Map aus einem Text zum Thema Bodenerosion, und
- mit der Versuchsbedingung Text schreiben, das heißt aus einer Expertenmap zum Thema Bodenerosion einen Text zu verfassen.

Im Anschluss schreiben beide Gruppen den gleichen lernzielorientierten Leistungstest (Tab. 5). An dieser Stelle sei noch einmal explizit darauf hingewiesen, dass die Versuchsbedingungen Mapkonstruktion und Text schreiben dabei als Basis (unabhängige Variable, d.h. bewirkende, erklärende Variable) für die darauf aufbauende Leistungsmessung (abhängige Variable, Tab. 5) dienen. Der durch den Leistungstest überprüfte Sachverhalt (Bodenerosion) wurde also zuvor je nach Versuchsbedingung durch Map- bzw. Textkonstruktion erschlossen.

Bei dem Vergleich schneidet die Gruppe, die aus einer Experten-Concept Map einen Text verfasst hat, mit 65%punkten signifikant ($p < .01$) besser ab. Die Vergleichsgruppe erzielte durchschnittlich nur 53% der erreichbaren Punkte. Die Leistungen der Gruppe Text schreiben sind im Mittel um 12 Prozentpunkte besser. Nach den Konventionen von Cohen zur Interpretation von Effektstärken liegt mit $d = .87$ ein großer Effekt vor. Das Schreiben eines Textes aus einer vorhandenen Concept Map hat sich damit gegenüber der Selbstkonstruktion als überlegen erwiesen.

Die Anforderungssituation, aus einer bestehenden Expertenmap einen Text zu schreiben, bringt einerseits die Dimension der aktiven Bedeutungskonstruktion mit sich, indem ein zusammenhängender Text formuliert werden muss. Andererseits findet durch die vorgegebene Zielstruktur der Map eine Aufmerksamkeitslenkung im Sinne des *channeling* (PEA, 2004) statt, die kognitiv entlastend wirkt. Die besseren Leistungen dieser Versuchsgruppe im lernzielorientierten Test fügen sich damit in ein von REISER (2004) beschriebenes Prinzip, nach dem Strukturierungshilfen dann wirksam sind, wenn sie dem Lernenden einerseits die Wahrnehmung relevanter Aspekte erlauben, ihn andererseits jedoch stark genug kognitiv fordern, um aktiv neue Erkenntnisse zu gewinnen. Bei der Untersuchung von BERND und JÜNGST (1999), bei der sich die Selbstkonstruktion lernwirksamer zeigte als das rein gedankliche Durcharbeiten von Expertenmaps, könnte die Anforderungssituation des Durcharbeitens kognitiv zu wenig gefordert haben. Auch dem Problem, dass sich Lernende, die zur Unterstützung bei der Textarbeit Expertenmaps nutzen, vor allem an den Konzepten (Knoten), nicht aber an den Relationen orientieren (FISCHER & MANDL, 2000), kann durch das Schreiben eines Textes entgegengewirkt werden. Bei der Ausformulierung eines Textes müssen die Relationen zwischen den Begriffen, d.h. auch die inhaltlichen Zusammenhänge verstanden und in eine kohärente Textstruktur zurückgewandelt werden. So erhalten zwangsläufig auch

Tab. 5: Statistische Kennwerte des Leistungstests

Versuchsbedingung	MW	SD	T (df)	Signifikanz (2-seitig)	Effektstärke „Cohens d“
Eigenständige Mapkonstruktion (n=70)	.53	.13	-4.71 (128)	.000	.87
Text schreiben aus Expertenmap (n=60)	.65	.15			

die für das Verständnis komplexer Zusammenhänge so entscheidenden Relationen hohe Aufmerksamkeit.

4.2 Welche Bedeutung haben die vorliegenden Befunde für die praktische Anwendung des Concept Mapping und die Nutzung von Expertenmaps in Lehr-/Lernsituationen?

Mehrere Studien konnten zeigen, dass die Nutzung von Concept Map-Techniken zu verbessertem Lernerfolg führen kann (HAUGWITZ & SANDMANN, 2009; HATTIE, 2008; HARDY & STADELHOFER, 2006; FISCHER, MANDL, 2000; JONASSEN, BEISSNER & YACCI, 1993). Das Ergebnis der vorliegenden Studie zeigt, dass die Nutzung einer Expertenmap, aus der ein Zusammenfassungstext geschrieben wird, bei einem anschließenden Leistungstest mit Aufgabenstellungen im Anforderungsbereich Reproduktion (Wiedergeben) und Reorganisation (Erläutern) zu besseren Lernleistungen führt als die Selbstkonstruktion einer Concept Map aus einem Text zum gleichen Lehrinhalt. Der unterrichtliche Einsatz von Expertenmaps wäre vor dem Hintergrund der Ergebnisse dann gerechtfertigt, wenn die Bedeutungskonstruktion in einem neuen Inhaltsbereich gefordert wird und die Sicherung von Ergebnissen eine zentrale Rolle einnimmt. In diesem Zusammenhang stellt das folgende Vorgehen ein sinnvolles Szenario dar: Zunächst konstruieren die Lernenden selbst eine Concept Map (aus Beobachtungen, Auswertung von Texten, Bildern, Filmen etc.); anschließend vergleichen sie diese mit einer Expertenmap und korrigieren/erweitern gegebenenfalls die eigene Map. Schließlich schreiben sie daraus einen Zusammenfassungstext.

Das Vorgehen soll noch einmal knapp an einem Beispiel verdeutlicht werden: Im

Rahmen einer Unterrichtseinheit zu nachhaltiger Bodennutzung werden bei einem Unterrichtsgang/einer Exkursion Beobachtungen zu Bodenerosionsprozessen und verschiedenen Standortbedingungen (Relief, Boden, Bearbeitung etc.) vor Ort aufgenommen. Anschließend werden Zusammenhänge zwischen Bodenerosionsprozessen und der landwirtschaftlichen Nutzung sowie weiteren prozesssteuernden Faktoren (Niederschlag, Fruchtfolge etc.) anhand von Texten, Tabellen und Bildmaterial vertieft und mit einem Bodenerosionsmodell (online nutzbar unter <http://idg.geographie.uni-frankfurt.de/arbeit/agrokit/bodenerosion.html>) der Einfluss unterschiedlicher Standortbedingungen auf den Bodenabtrag vor Ort bestimmt sowie unterschiedliche Landnutzungsszenarien simuliert. Die erarbeiteten Kenntnisse zu Prozessen und Zusammenhängen des Bodenerosionskomplexes werden dann in einer eigenen Concept Map von den Lernenden festgehalten. Abschließend erhalten diese eine Expertenmap zum Vergleich und schreiben daraus einen Zusammenfassungstext.

4.3 Leistungsmessung und Lernstilttest nach Pointen

Wie bereits in Kap. 3.3 beschrieben, konnte mit Hilfe des vorliegenden Samples eine Konstruktvalidität des Lernstil-Modells nach Pointen empirisch nicht bestätigt werden. Auch die Analyse möglicher Zusammenhänge zwischen den selbst eingeschätzten Stärken beim Lernen im Lernstrategietest und der Leistungsmessung nach der Arbeit mit den Concept Maps zeigt kein signifikantes Ergebnis (Tab. 6).

Alle Korrelationen liegen um den Wert Null. Es zeigte sich somit kein systematischer Zusammenhang zwischen der Leistungsmessung und den Ausprägungen

Tab. 6: Korrelationen zwischen Lernpräferenzen nach Pointen und Leistungsmessung

Variable Lernstrategie	Leistungstest (r)
verbal, sprachlich	.07
logisch, mathematisch	.11
visuell, räumlich	-.01
physisch, kinästhetisch	-.03

gen des Lernstrategietests. Didaktisch-methodische Folgerungen zur Gestaltung von Lernszenarien auf der Grundlage des Lernstrategietests können anhand der vorliegenden Untersuchung nicht bestätigt werden. Auch die besondere Empfehlung zur Nutzung von Concept Maps, wie sie in dem Konzept zur Erschließung von Texten explizit für logisch-mathematische und visuell-räumliche Lerner vorgeschlagen wird (GRAVES-RESENDES & SOARES 2002, 15 zitiert nach UHLENWINKEL 2008, 5), kann anhand der empirischen Beobachtungen nicht reproduziert werden.

Das Ergebnis reiht sich ein in andere Forschungsergebnisse zu dem sehr ähnlichen Lernstilkonzept von Verbalisierern und Visualisierern (WEIDENMANN 2001, 437). Wie bei dem Konzept nach Pointen sollen Verbalisierer leichter mit Texten und Visualisierer besser mit Bildern umgehen können. Grundlage für die Annahme sind Aspekte von Gedächtnismodellen aus der Theorie der dualen Kodierung nach PAVIO (1971). WEIDENMANN (2001, 438) betont

aber, dass die empirische Befundlage eine Unterteilung in Verbalisierer und Visualisierer insgesamt nicht rechtfertigt. Es sei eher davon auszugehen, dass man innerhalb einer Person eine Vielfalt an Verarbeitungsweisen findet und Reize flexibel, je nach Aufgabe, Anforderungssituation und aktueller Wahrnehmung, einmal stärker bildhaft, ein anderes Mal mehr verbal kodiert werden (WEIDENMANN 2001, 438). In derselben Weise berichtet auch der Psychologe und Gedächtnisforscher Richard Mayer, der mit seiner Arbeitsgruppe Studien durchführte, bei denen zwar individuelle Unterschiede nach Verbalisierer-Visualisierer-Lernstilen nachgewiesen werden konnten, die jedoch keine Evidenz für das Konzept fanden, dass Verbalisierer auf der Basis verbaler Informationen und Visualisierer auf der Basis bildhafter Materialien besser lernen (VERONIKAS & SHAUGHNESSY, 2005, 187).

4.4 Leistungsmessung und Lernstilttest nach Kolb

Das Ergebnis zeigt deutliche Unterschiede in der Verteilung der individuellen Lernpräferenzen und im Ergebnis der Leistungsmessung (Tab. 7).

Lernende mit konvergierendem Lernstil konnten mit 66 Prozent der Gesamtpunktzahl die besten Ergebnisse beim Leistungstest erzielen (Tab. 7). Um einen Zusammenhang zwischen dem Lernstil und der Leistungsmessung herzustellen, bietet es

Tab. 7: Lernstile nach Kolb und durchschnittliche Leistungen im Test

	n	MW		n	MW
Akkommodierender Stil	27	.56	Divergierender Stil	7	.54
Konvergierender Stil	37	.66	Assimilierender Stil	44	.57

Erläuterung: Von den 130 Versuchspersonen sind nur diejenigen 115 aufgeführt, die einem Lernstilquadranten zugeordnet werden konnten. Bei 15 Vpn liegen die Werte genau zwischen zwei Quadranten.

sich an, nicht nur die Gruppenzugehörigkeit zu betrachten. Die Gruppenzugehörigkeit allein lässt noch keine Rückschlüsse hinsichtlich der Ausprägungsstärke eines Lernstils zu. Die Übergänge zwischen den Lernstilen sind fließend, so dass Präferenzen unterschiedlich stark ausgeprägt sein können. Um systematische Zusammenhänge zwischen Lernpräferenz und Testergebnis erkennen zu können, wurden Korrelationen mit den Ergebnissen des Leistungstests gebildet (Tab. 8).

Tab. 8: Korrelationen zwischen Lernpräferenz nach Kolb und Leistungsmessung

Variable	Leistungstest (r)
Konkrete Erfahrung (KE)	-.03
Reflektierte Beobachtung (RB)	-.02
Abstrakte Begriffsbildung (AB)	.21*
Aktives Experimentieren (AE)	.02

Erläuterung: * Die Korrelation ist auf dem Niveau von $p < .05$ (2-seitig) signifikant.

Zwischen der Ausprägung Abstrakte Begriffsbildung (AB) und der Leistungsmessung kann eine signifikante Korrelation gemessen werden ($r = .21$ nach Pearson). Der Effekt liegt nach der Klassifikation nach BORTZ & DÖRING (2006, 606) im kleinen bis mittleren Bereich. Alle übrigen Korrelationen zwischen den Lernstilausprägungen und den Testergebnissen liegen nahe bei Null und sind daher zu vernachlässigen.

Das Ergebnis zeigt, dass Lernende, die in Bezug auf ihren Lernstil Präferenzen im Bereich der abstrakten Begriffsbildung (AB) aufweisen, von der Arbeit mit Concept Maps eher profitieren als Lernende, die ihre Lernstilvorlieben in anderen Bereichen haben.

Vor dem Hintergrund der Theorie des erfahrungsbasierten Lernens nach Kolb

könnten Lerner, die Präferenzen im Bereich der abstrakten Begriffsbildung aufweisen, tatsächlich Vorteile beim Lernen mit Concept Maps haben. Nach Kolbs Theorie werden in dieser Phase des Lernprozesses Konzepte gebildet, Modelle entworfen und die Dinge auf den Begriff gebracht (HALLER, 2004). Gerade diese Prozesse werden durch die Methode des Concept Mapping unterstützt. Wenn Lernende einen Lernstil favorisieren, der durch diese Methode besonders gut zum Tragen kommt, ist es plausibel, dass bessere Lernergebnisse erzielt werden können.

Welche Konsequenzen sollten aus dem Ergebnis, dass Lernende je nach Präferenzen des Lernstils unterschiedlich stark von der Methode Concept Mapping profitieren, für die Planung von Lehr-/Lernsituationen abgeleitet werden? Für Lernende kann es gewinnbringend sein, darüber nachzudenken, welche Vorlieben und Abneigungen sie haben, welches für sie passende Strategien und Techniken sind, um diese weiterzuentwickeln und auch in Zukunft erfolgreich einzusetzen. In verschiedenen Studien in Schulen und Hochschulen hat sich gezeigt, dass es vorteilhafter ist, bewusst Lernstrategien anzuwenden anstatt keine klare Lernstrategie zu verfolgen (KONRAD, 2008, 50; SOUVIGNIER & GOLD, 2006; BUI, 2001). Es erscheint daher lohnend, die Reflexion von Lernstrategien und Lernpräferenzen zu fördern. Dies untermauert die Bedeutung des individualisierten Feedbacks durch Lehrende. Lernende werden auf ihre Herangehensweise beim Lernen aufmerksam gemacht, so dass sie diese reflektieren und etwaige Adaptionen vornehmen können. Die Anerkennung unterschiedlicher Vorlieben und Voraussetzungen könnte darüber hinaus zu einer Forderung führen, im Unterricht/Studium je nach Lernpräferenzen der Zielgruppe stets unterschiedliche Methoden und Herangehensweisen zur Bearbeitung

eines Lerngegenstandes anzubieten. Diese Forderung wäre nur mit sehr hohem Aufwand zu realisieren. Beispielsweise müsste ein Gegenstandsbereich für Lernende mit Präferenzen für einen assimilierenden Stil induktiv-schlussfolgerndes Vorgehen und für den konvergierenden Stil hypothetisch-deduktives Schlussfolgern – idealerweise unterstützt durch aktives Experimentieren – ermöglichen. Gerade unter der Prämisse, vielfältige Lernerfahrungen anzubieten, erscheint diese Forderung den Lernpräferenzen möglichst immer zu entsprechen wenig zielführend. Vielmehr sollten Lehrende sich der Diversität der Lernstile bewusst sein und bei der Gestaltung des Unterrichts verschiedenen Lernstilen Raum geben. Auch in der Interaktion zwischen Lernern und Lehrern sollten unterschiedliche Methoden genutzt werden, so dass Lernende einerseits Unterrichtsphasen erleben, die ihren Präferenzen entgegenkommen, und andererseits die Chance erhalten, ihr Methodenrepertoire im Sinne eines *scaffolding* (COLLINS et al., 1989) zu erweitern. Bei Gruppenarbeiten und/oder Teambildung können Kolbs Theorie und das Lernstilinventar das Verständnis für unterschiedliche Herangehensweisen ermöglichen und zu einer effektiven Zusammenarbeit beitragen. Es hat sich gezeigt, dass zwischen Personen, deren Herangehensweise beim Lernen sich im Kolb'schen Modell diametral entgegenstehen (konvergierender zu divergierendem Stil und assimilierender zu akkommodierendem Stil) kognitive Konflikte auftreten können, die sich bei Gruppenarbeit und auch bei Lehrenden-Lernenden-Interaktionen als Störungen bemerkbar machen können (HALLER, 2004, 10).

Studien zu Lernstilen weisen des Weiteren darauf hin, dass sich Lernstrategien durch Lernen und Erfahrung ändern und die Selbsteinschätzung des individuellen Lernstils nicht immer mit dem tatsächlich

genutzten Lernstil, wie er in Beobachtungen ermittelt wird, übereinstimmt (NISTOR & SCHÄFER, 2004). Aufgrund der bisher noch wenig gesicherten Erkenntnisse aus der Forschung zur Passung von Lehrmethoden zu Lernstilen könnten anstatt eines Versuchs der Adaption an Lernpräferenzen offene Lernarrangements eine Alternative darstellen. Individuelle Unterschiede würden berücksichtigt, indem Lernende ihre Lernstrategien am Gegenstand erproben können, ohne zu einem bestimmten methodischen Stil gezwungen zu sein. Derartige Lernsituationen können im Rahmen von Konzepten des handlungsorientierten Unterrichts, des fallbasierten, entdeckenden und problemorientierten Lernens realisiert werden, bei denen die Lernenden eigene Lernstrategien wählen und unterschiedliche Lösungen und Lösungswege der Aufgabenbearbeitung möglich sind (SCHULMEISTER, 2004). Lernende erhalten dabei die Chance, mit dem Lerngegenstand nach eigenen Gesichtspunkten umzugehen und je nach individuellem Bedarf oder Lerngegenstand die Methode selbst zu variieren. Dies erfordert wiederum die Kenntnis und Reflexion entsprechender Methoden, kognitiver Werkzeuge, Arbeits- und Herangehensweisen und damit je nach Zielgruppe entsprechende Unterstützung beim Kennenlernen und Einüben unterschiedlicher Strategien.

Danksagung

Herrn Prof. Dr. Volker Albrecht (Institut für Humangeographie der Universität Frankfurt) und Herrn Prof. Dr. Jürgen Wunderlich (Institut für Physische Geographie der Universität Frankfurt) danke ich für die Unterstützung bei der Durchführung der Studie ganz herzlich. Das Projekt, aus dem diese Publikation hervorgeht, wurde vom eLearning Förderfonds der Universität Frankfurt gefördert. Auch dafür herzlichen Dank.

Literatur:

- BERND, H. & JÜNGST, K.L. (1999). Lernen mit Concept Maps: Lerneffektivität von Selbstkonstruktion und Durcharbeiten. In W.K. SCHULTZ (Hg.), *Aspekte und Probleme der didaktischen Wissensstrukturierung*. (S. 113-129). Frankfurt am Main: P. Lang.
- BOHL, T., BÖNSCH, M., TRAUTMANN, M. & WISCHER, B. (Hg.) (2012). *Binnendifferenzierung. Teil 1: Didaktische Grundlagen und Forschungsergebnisse zur Binnendifferenzierung im Unterricht*. Kassel: Prolog.
- BÖNSCH, M. & MOEGLING, K. (Hg.) (2012). *Binnendifferenzierung. Teil 2: Unterrichtsbeispiele für den binnendifferenzierten Unterricht*. Kassel: Prolog.
- BORK, H.R. (2002). Bodenerosion. In C. MARTIN (Hg.), *Lexikon der Geowissenschaften*. (digitale Ausgabe). Heidelberg: Spektrum.
- BORTZ, J. & DÖRING, N. (2006). *Forschungsmethoden und Evaluation*. Berlin: Springer.
- BUI, T. (2001). Impact of Learning Strategies and Motivation on Performance: A Study in Web-Based Instruction. *Journal of Instructional Psychology*, 28(3), 191-198.
- CAÑAS, A.J. (2003). *A summary of literature pertaining to the use of concept mapping techniques and technologies for education and performance support*. Pensacola (FL): The Institute for Human and Machine Cognition.
- CHEUNG, G.W. & RENSVDL, R.B. (2002). Evaluating Goodness-of-fit Indexes for Testing Measurement Invariance. *Structural Equation Modeling*, 9(2), 233-255. DOI 10.1207/S15328007SEM0902_5
- COLLINS, A. & LOFTUS, E.F. (1975). A Spreading Activation Theory of Semantic Processing. *Psychological Review*, 82(6), 407-428.
- COLLINS, A., BROWN, J.S. & NEWMAN, S.E. (1989). Cognitive Apprenticeship: Teaching the Crafts of Reading, Writing, and Mathematics. In L.B. RESNIK (Hg.), *Knowing, Learning and Instruction. Essays in the Honour of Robert Glaser* (S. 453-494). Hillsdale (MI): L. Erlbaum Associates.
- CORTINA, J.M. (1993). What is Coefficient Alpha? *Journal of Applied Psychology*, 78(1), 98-104.
- DGfG (DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR GEOGRAPHIE) (Hg.) (2012). *Bildungsstandards im Fach Geographie für den mittleren Schulabschluss - mit Aufgabenbeispielen*. Berlin: Selbstverlag der DGfG.
- FAN, X., THOMPSON, B. & WANG, L. (1999). Effects of Sample Size, Estimation Methods, and Model Specification on Structural Equation Modeling Fit Indexes. *Structural Equation Modeling*, 6(1), 56-83. DOI 10.1080/10705519909540119.
- FERRELL, B. (1983). A Factor Analytic Comparison of Four Learning-Styles Instruments. *Journal of Educational Psychology*, 75(1), 33-39. DOI 10.1037/0022-0663.75.1.33
- FISCHER, F. & MANDL, H. (2000). Strategie-modellierung mit Expertenmaps. In H. MANDL & F. FISCHER (Hg.), *Wissen sichtbar machen. Wissensmanagement mit Mapping-Techniken* (S. 37-53). Göttingen: Hogrefe.
- FISCHLER, H. & PEUCKERT, J. (2000). Concept Mapping in Forschungszusammenhängen. In H. NIEDDERER & H. FISCHLER (Hg.), *Studien zum Physiklernen: Concept Mapping in fachdidaktischen Forschungsprojekten der Physik und Chemie* (Band. 1) (S. 1-23). Berlin: Logos.
- FRIEDRICH, H.F. (1995). *Training und Transfer reduktiv-organisierender Strategien*

- für das Lernen mit Texten. Münster: Aschendorff.
- GARDNER, H. (2006). *Multiple Intelligences: New Horizons*. New York: Basic Books.
- HALLER, H.D. (2004). *Einführung in die Allgemeine Didaktik*. Pädagogisches Seminar. Göttingen. <http://www.user.gwdg.de/~hhaller/matALLDI.htm> (aufgerufen am 13.03.2013).
- HARDY, I. & STADELHOFFER, B. (2006). Concept Maps wirkungsvoll als Strukturierungshilfen einsetzen. Welche Rolle spielt die Selbstkonstruktion? In *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 20(3), 175-187. DOI 10.1024/1010-0652.20.3.175
- HASSELHORN, M. & GOLD, A. (2006). *Pädagogische Psychologie. Erfolgreiches Lernen und Lehren*. Stuttgart: Kohlhammer.
- HATTIE, J. (2008). *Visible Learning. A Synthesis of Over 800 Meta-Analyses Relating to Achievement*. London: Routledge.
- HAUGWITZ, M. & SANDMANN, A. (2009). Kooperatives Concept Mapping in Biologie: Effekte auf den Wissenserwerb und die Behaltensleistung. In *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 15, 89-107.
- HU, L. & BENTLER, P.M. (1999). Cutoff Criteria for Fit Indexes in Covariance Structure Analysis: Conventional Criteria Versus New Alternatives. In *Structural Equation Modeling*, 6(1), 1-55. DOI 10.1080/10705519909540118
- JONASSEN, D.H., BEISSNER, K. & YACCI, M. (1993). *Structural Knowledge. Techniques for Representing, Conveying and Acquiring Structural Knowledge*. Hillsdale (MI): Routledge.
- JÜNGST, K.L. (1995). Studien zur didaktischen Nutzung von Concept Maps. In *Unterrichtswissenschaft* 23(3), 229-250.
- KIM, A.H., VAUGHN, S., WANZEK, J. & WEI, S. (2004). Graphic Organizers and Their Effects on the Reading Comprehension of Students With LD: A Synthesis of Research. In *Journal of Learning Disabilities* 37(2), 105-118. DOI 10.1177/00222194040370020201
- KOLB, D. A. (1981). Learning Styles and Disciplinary Differences. In A.W. CHICKERING (Hg.), *The Modern American College* (S. 232-255). San Francisco: Jossey-Bass.
- KOLB, D.A. (1984) *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development*. Englewood Cliffs (NJ): Prentice Hall.
- KOLB, D.A., BOYATZIS, R.E. & MAINEMELIS, C. (2001). Experiential Learning Theory: Previous Research and New Directions. In R.J. STERNBERG & L.F. ZHANG (Hg.), *Perspectives on Thinking, Learning, and Cognitives Styles* (S- 227-247). London: L. Erlbaum Associates.
- KÖLLER, O. (2012). What Works Best in School? Hatties Befunde zu Effekten von Schul- und Unterrichtsvariablen auf Schulleistungen. In *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 59(1), 72-78.
- KONRAD, K. (2008). *Erfolgreich selbstgesteuert lernen. Theoretische Grundlagen, Forschungsergebnisse, Impulse für die Praxis*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- LIENERT, G.A. & RAATZ, U. (1994). *Testaufbau und Testanalyse*. Weinheim: Beltz.
- LOOSS, M. (2001). Lerntypen? Ein pädagogisches Konstrukt auf dem Prüfstand. In *Die Deutsche Schule* 93(2), 186-198.
- NESBIT, J.C. & ANDESOPPE, O.O. (2006). Learning With Concept and Knowledge Maps: A Metaanalysis. In *Review of Educational Research*, 76(3), 413-448. DOI 10.3102/00346543076003413
- NISTOR, N. & SCHÄFER, M. (2004): Lernen mit Stil: Empirische Befunde und offene Fragestellungen zur Bedeutung der Lernstile in virtuellen Seminaren. In D. CARSTENSEN & B. BARRIOS (Hg.), *Campus 2004. Medien in der Wissenschaft* 29. Münster: Waxmann.

- NOVAK, J.D. (1990). Concept Maps and Vee Diagrams: Two Metacognitive Tools to Facilitate Meaningful Learning. In *Instructional Science* 19(1), 29-52.
- OHL, U. (2013). Komplexität und Kontroversität. Herausforderungen des Geographieunterrichts mit hohem Bildungswert. In *Praxis Geographie*, 43(3), 4-8.
- PAVIO, A. (1971). *Imagery and Verbal Processes*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- PEA, R. (2004). The Social and Technological Dimensions of Scaffolding and Related Theoretical Concepts for Learning, Education and Human Activity. In *The Journal of the Learning Sciences*, 13(3), 423-451. DOI 10.1207/s15327809jls1303_6
- REINFRIED, S. (2006). Mapping-Verfahren. In H. HAUBRICH (Hg.): *Geographie unterrichten lernen. Die neue Didaktik der Geographie konkret* (S. 144-145). München, Oldenbourg.
- REISER, B. (2004). Scaffolding Complex Learning: The Mechanisms of Structuring and Problematizing Student Work. In *The Journal of the Learning Sciences*, 13(3), 273-304. DOI 10.1207/s15327809jls1303_2
- RENDEL, A. (2010). Effektiv lernen mit Struktur. Mit einem individuellen Wissensnetz Grundlagen atmosphärischer Prozesse sichern. In *geographie heute* 31(285), 29-33.
- SCHNOTZ, W. & BANNERT, M. (2003). Construction and Interference in Learning From Multiple Representations. In *Learning and Instruction*, 13(2), 141-156. DOI 10.1016/S0959-4752(02)00017-8
- SCHUBERT, J.C. (2006). Verstehen durch Verwandeln. Reduktionsstrategien. In *Praxis Geographie* 36(7-8), 14-17.
- SCHULMEISTER, R. (2004). Diversität von Studierenden und die Konsequenzen für eLearning. In D. CARSTENSEN, & B. BARRIOS (Hg.), *Campus 2004. Kommen die digitalen Medien in die Jahre? Medien in der Wissenschaft* 29 (S. 133-144). Münster: Waxmann.
- SOUVIGNIER, E. & GOLD, A. (2006). Wirksamkeit von Lehrmethoden. In K. SCHWEIZER (Hg.): *Leistung und Leistungsdiagnostik* (S. 146-166). Heidelberg: Springer.
- STAEMMLER, D. (2006). *Lernstile und interaktive Lernprogramme. Kognitive Komponenten des Lernerfolges in virtuellen Lernumgebungen*. Berlin: DUV.
- TERGAN, S.O. (2004). Realistische Qualitätsevaluation von E-Learning. In D.M. MEISTER, S.O. TERGAN & P. ZENTEL (Hg.), *Evaluation von E-Learning. Zielrichtungen, methodologische Aspekte, Zukunftsperspektiven*. Medien in der Wissenschaft 25 (S. 131-154). Münster: Waxmann.
- TILLMANN, A. (2011). Gestaltung kompetenzorientierten Geographieunterrichts-Integration pädagogischer Diagnoseverfahren zur individuellen Förderung von Schülern. In C. MEYER, R. HENRY & G. STÖBER (Hg.), *Geographische Bildung. Kompetenzen in didaktischer Forschung und Schulpraxis* (S. 147-160). Braunschweig: Westermann.
- UHLENWINKEL, A. (2008). Binnendifferenzierung im Geographieunterricht. In *Praxis Geographie*, 38(3), 4-8.
- VERONIKAS, S. & SHAUGHNESSY, M.F. (2005). An Interview with Richard Mayer. In *Educational Psychology Review*, 17(2), 179-189. DOI 10.1007/s10648-005-3952-z
- WEIDENMANN, B. (2001). Lernen mit Medien. In A. KRAPP & B. WEIDENMANN (Hg.), *Pädagogische Psychologie* (S. 415-465). Weinheim: Beltz.