

Grossschedl, Jörg; Harms, Ute
Effekte metakognitiver Prompts auf den Wissenserwerb beim Concept Mapping und Notizen Erstellen

Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften : ZfDN 19 (2013), S. 375-395



Quellenangabe/ Reference:

Grossschedl, Jörg; Harms, Ute: Effekte metakognitiver Prompts auf den Wissenserwerb beim Concept Mapping und Notizen Erstellen - In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften : ZfDN 19 (2013), S. 375-395 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-317061 - DOI: 10.25656/01:31706

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-317061>

<https://doi.org/10.25656/01:31706>

in Kooperation mit / in cooperation with:



IPN

Leibniz-Institut für die Pädagogik der
Naturwissenschaften und Mathematik

<https://www.leibniz-ipn.de>

Nutzungsbedingungen

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document.

This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

Kontakt / Contact:

peDOCS

DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation

Informationszentrum (IZ) Bildung

E-Mail: pedocs@dipf.de

Internet: www.pedocs.de

Mitglied der


Leibniz-Gemeinschaft

JÖRG GROSSCHEDL UND UTE HARMS

Effekte metakognitiver Prompts auf den Wissenserwerb beim Concept Mapping und Notizen Erstellen

Effects of metacognitive prompts on knowledge acquisition in concept mapping and note taking

ZUSAMMENFASSUNG

Auf der einen Seite fertigen Studierende in den meisten universitären Lehrveranstaltungen Mitschriften (Notizen) an, die ihnen das Lernen erleichtern. Auf der anderen Seite legen zahlreiche Fachaufsätze den Schluss nahe, dass Concept Maps lernwirksamer sind als Notizen. Diese Schlussfolgerung kann durch empirische Studien jedoch nur bedingt bestätigt werden, da strenge Vergleiche mit der für das universitäre Lernen typischen Lernstrategie des Notizen Erstellens noch nicht vorliegen. Unabhängig davon gibt es Hinweise, dass Lernende mit geringer Mapping-Erfahrung Probleme haben, ihren Mapping-Prozess zu kontrollieren. 129 Biologiestudierende nahmen an einer experimentellen Interventionsstudie teil. In einem 2 x 2-faktoriellen Design wurde untersucht, ob sich die Verfügbarkeit metakognitiver Prompts (Prompting vs. kein Prompting) auf den konzeptuellen Wissenserwerb beim Concept Mapping vs. Notizen Erstellen auswirkt. Die Ergebnisse zeigen, dass die Erstellung von Notizen den konzeptuellen Wissenserwerb stärker verbesserte als Concept Mapping. Metakognitive Prompts wirkten sich insbesondere beim Concept Mapping lernförderlich aus, während sie den Wissenserwerb beim Notizen Erstellen kaum beeinflussten. Abschließend werden Empfehlungen für die Vermittlung des Concept Mapping gegeben.

Schlagwörter:

Concept Mapping, Lernen, Prompts, Wissensstruktur

ABSTRACT

On the one hand, students take notes in most courses of university studies to foster their learning. On the other hand, many scientific papers suggest that concept maps facilitate learning more effectively than notes. However, this conclusion has not been confirmed by empirical studies yet, as a strict comparison between concept mapping and note taking – as a typical learning strategy in university studies – has not been carried out so far. Moreover, research shows that students have problems controlling their learning process during concept mapping. 129 biology students participated in an experimental intervention study. Using a 2 x 2-factorial design, we investigate whether the availability of metacognitive prompts (prompting vs. no prompting) has an effect on students' conceptual knowledge structures when learning by concept mapping vs. by taking notes. Our results show that taking notes improved students' conceptual knowledge structures

more efficiently than concept mapping. Metacognitive prompts influenced learning in particular when concept mapping was used, whereas they influenced learning only marginally when taking notes. Finally, we derive recommendations for concept mapping training from our results.

Keywords: Concept Mapping, Knowledge structure, Learning, Prompts

1 Einleitung

Notizen sind stichpunktartige Aufzeichnungen, die Informationen in möglichst eigenen Worten festhalten (Hartley & Davies, 1978). Einige Autoren verstehen darunter eine listenweise Aneinanderreihung von Fakten (Notizen mit linearer Struktur; z. B. Huxham, 2010; Kiewra, 1985), andere subsumieren auch diagrammartige Aufzeichnungen unter den Notizenbegriff (Hartley & Davies, 1978). Auch wenn verschiedene Formen von Notizen unterschieden werden, werden sie alle mit dem Ziel erstellt, dem Verlust neuer Informationen vorzubeugen und die Informationsverarbeitung zu unterstützen (Kiewra, 1989). Wird in unserem Beitrag von Notizen gesprochen, so bezieht sich der Notizenbegriff ausschließlich auf Notizen mit linearer Struktur.

Die Erstellung von Notizen ist eine weit verbreitete Lernstrategie im Studium (z. B. Hartley & Davies, 1978; Weiss, 2001), mit der sich Lernende Informationen aus verschiedenen Informationsquellen (z. B. Bücher, Lehrveranstaltungen) erschließen. Aus Fachaufsätzen (z. B. Hilbert, Nückles & Matzel, 2008) kann nun der Schluss gezogen werden, dass die Lernstrategie des

Concept Mapping stärker in universitäres Lernen eingebunden werden sollte. Concept Maps sind Diagramme, in denen Sachverhalte durch vernetzte Begriffe dargestellt werden. Die Vernetzung erfolgt über beschriftete Pfeile, wobei die Pfeilbeschriftung die semantische Beziehung eines Begriffspaars kennzeichnet, während die Pfeilrichtung die Leserichtung anzeigt. Zahlreiche Untersuchungen konnten belegen, dass die Konstruktion von Concept Maps bedeutungsvolles Lernen unterstützt (z. B. Heinze-Fry & Novak, 1990). Hattie (2009) analysierte die aggregierten Daten aus sechs Metaanalysen und konnte dabei einen starken positiven Einfluss des Concept Mapping auf die Performanz von Lernenden feststellen. Dennoch kann der Schluss nach einer stärkeren Einbindung des Concept Mapping in universitäres Lernen nur bedingt gezogen werden, da die verfügbaren Studien das Concept Mapping i. d. R. mit solchen Lernstrategien (z. B. Klassendiskussionen) vergleichen, die für universitäres Lernen wenig typisch sind (z. B. Chularut & DeBacker, 2004). Ein Vergleich mit der Lernstrategie des Notizen Erstellens liegt zum gegenwärtigen Zeitpunkt nur in Ansätzen vor (z. B. Reader & Hammond, 1994). Dem-

zufolge zielt unsere Studie darauf ab zu untersuchen, ob sich der Wissenserwerb beim Notizen Erstellen und Concept Mapping unterscheidet.

Die Planung, Überwachung und Evaluation des Lernverhaltens kommt im Begriff des metakognitiven Lernstrategiegebrauchs zum Ausdruck. Empirische Studien zeigen, dass metakognitive Lernstrategien bei der Erstellung von Notizen oder Concept Maps häufig nur unzureichend oder ineffektiv genutzt werden (z. B. Bonner & Holliday, 2006; Konrad, 2006). Zusätzliche instruktionale Unterstützung kann in diesen Fällen Abhilfe leisten (z. B. Nückles, Hübner, Dümer & Renkl, 2010). Eine Möglichkeit sind hierbei Hinweise oder Fragen, sogenannte *Prompts*, die solche Lernaktivitäten anregen, die Lernende zwar beherrschen, aber spontan nicht in ausreichendem Maße zeigen (sogenanntes Produktionsdefizit; Hilbert, Nückles, Renkl et al., 2008). Besondere Relevanz wird ihnen bei der Nutzung neuer Lernstrategien zugeschrieben (z. B. Nückles et al., 2010). Ein weiteres Ziel unserer Studie ist es daher zu untersuchen, inwieweit der Wissenserwerb beim Notizen Erstellen und Concept Mapping gesteigert werden kann, wenn metakognitive Prompts genutzt werden.

Bezüglich des Wissenserwerbs interessieren wir uns für die Struktur des Wissens. Der Strukturbegriff bezieht sich auf die hypothetische Organisation des Wissens im Gedächtnis. Empirische Befunde deuten darauf hin, dass die Struktur des Wissens einen entscheidenden Einfluss auf das Verständnis einer Domäne hat und die Problemlösefähigkeit der Lernenden

substanziell beeinflusst (z. B. Anderson, 1984; Ruiz-Primo, Schultz, Li & Shavelson, 2001). Nichtsdestotrotz existiert zum gegenwärtigen Zeitpunkt kaum empirische Evidenz darüber, ob die Lernstrategien des Concept Mapping und Notizen Erstellens sowie die Verfügbarkeit metakognitiver Prompts die Struktur des Wissens beeinflussen. Unsere Studie nimmt die Struktur des konzeptuellen Wissens in den Blick. Dieses wird als vernetztes Wissen beschrieben, das sich aus den Schlüsselbegriffen einer Domäne und den wechselseitigen Beziehungen zwischen diesen Begriffen zusammensetzt (z. B. Byrnes & Wasik, 1991). Unsere Studie widmet sich der inhaltlichen Domäne der Zellbiologie, weil es Schülern und Studierenden in dieser Domäne besonders schwer fällt elaboriertes Fachwissen aufzubauen (Dreyfus & Jungwirth, 1989; Flores & Tavor, 2003; Hesse, 2002).

Im Folgenden werden die Lernstrategien des Concept Mapping und Notizen Erstellens gegenübergestellt. Anschließend werden Prompts als instruktionale Maßnahme zur Verbesserung des metakognitiven Lernverhaltens vorgestellt.

2 Theoretischer Hintergrund

2.1 Concept Mapping als Lernstrategie

Üblicherweise werden mindestens zwei Argumente aufgeführt, die eine Verbesserung des konzeptuellen Wissenserwerbs durch Concept Mapping nahelegen: Das erste Argument bezieht sich auf die An-

regung des kognitiven Lernstrategiegebrauchs. Es wird erwartet, dass die Verknüpfung von Begriffen durch beschriftete Pfeile die Integration neuer Informationen in das Vorwissen unterstützt (Elaboration) und neue Informationen so aufbereitet werden, dass sie auf das Wesentliche reduziert und in einer Weise dargestellt werden, die besonders verarbeitungsfreundlich ist (Organisation; z. B. Nesbit & Adesope, 2006; Hilbert, Nückles, Matzel, 2008). Wir folgen dieser Argumentation. Allerdings kann sie nicht einseitig für die Lernstrategie des Concept Mapping aufgeführt werden, da auch die Erstellung von Notizen Elaborations- und Organisationsprozesse unterstützt (z. B. Bonner & Holliday, 2006; Kiewra, 1989); eine Überlegenheit des Concept Mapping kann durch eine entsprechende Argumentation folglich nicht festgestellt werden. Das zweite Argument bezieht sich auf die Verarbeitung neuer Informationen im Gedächtnis. In enger Anlehnung an Paivios Doppelkodierungstheorie (vgl. Paivio, 1986) wird erwartet, dass die Informationsverarbeitung beim Lernen verbessert wird, wenn Informationen zugleich in verbalen (z. B. Wörter) und piktorialen Symbolsystemen (z. B. Abbildungen) kodiert werden (z. B. Nesbit & Adesope, 2006). Für beide Symbolsysteme postuliert Paivio separate Gedächtnissysteme, ein verbales und ein nonverbales. Beide greifen auf unterschiedliche Ressourcen des kognitiven Apparats zurück und können bei gleichzeitiger Bereitstellung verbaler und piktorialer Symbolsysteme simultan genutzt werden, ohne die Kapazitäten des jeweils anderen Gedächtnissystems einzuschrän-

ken (vgl. Paivio, 1986). Für das Lernen aus Concept Maps wird nun beansprucht, dass beide Gedächtnissysteme in die Informationsverarbeitung einbezogen werden, weil Concept Maps sowohl verbale (z. B. Begriffe, Relationen) als auch piktoriale Symbolsysteme bereitstellen (z. B. Distanzen zwischen Begriffen, die semantische Verwandtschaften anzeigen). Im Gegensatz dazu wird erwartet, dass das Lernen aus Texten (z. B. Notizen) ausschließlich das weniger effiziente verbale Gedächtnissystem beansprucht (z. B. Nesbit & Adesope, 2006). Wir folgen dieser Argumentation nur bedingt, da sie unterstellt, dass eine Eins-zu-Eins-Entsprechung zwischen der Informationsverarbeitung und der externen Darstellung von Informationen besteht und damit das verbale Gedächtnissystem nur durch piktoriale Symbolsysteme aktiviert werden kann. Dabei bleibt unberücksichtigt, dass die verbale Benennung eines Objekts neben einer verbalen Repräsentation auch eine bildhafte auslösen kann und die Abbildung eines Objekts neben der bildhaften Repräsentation eine verbale (Denis & Cocude, 1992; Weidenmann, 2002). Auch diese Argumentation kann folglich eine Überlegenheit des Concept Mapping nur in begrenzter Weise untermauern.

Empirische Evidenz für die Überlegenheit der einen oder anderen Lernstrategie fehlt zum jetzigen Zeitpunkt weitgehend. Eine Studie von Reader und Hammond (1994) verglich die Lernwirksamkeit beider Lernstrategien (Konstruktion von Concept Maps vs. Erstellung von Notizen) beim Lernen mit Hypertext ($N=16$ Studierende), allerdings wurde ein Con-

cept Mapping-Format gewählt, das die begleitende Erstellung von Notizen vorsah, so dass der Lernvorteil des Concept Mapping nur eingeschränkt zugunsten dieser Lernstrategie ausgelegt werden kann. Eine andere Studie, durchgeführt von Markow und Lonning (1998), verglich Concept Mapping mit der Anfertigung von Essays ($N=32$ College-Studenten). Unterschiede in der Lernwirksamkeit zwischen beiden Lernstrategien konnten nicht beobachtet werden. Auch dieses Ergebnis kann jedoch nur eingeschränkt auf den Vergleich zwischen Concept Mapping und Notizen Erstellen angewendet werden. Essays repräsentieren schriftliche Abhandlungen, die (wissenschaftliche) Fragen in knapper, anspruchsvoller und zusammenhängender Weise behandeln. Sie sind in erster Linie nicht für die persönliche Nutzung bestimmt, sondern richten sich an ein externes Publikum. Im Gegensatz dazu sind Notizen für die persönliche Nutzung bestimmt; für ein externes Publikum sind diese häufig schwer nachvollziehbar (Huxham, 2010; Kiewra, 1985). Weder eine Suchanfrage in den Online-Datenbanken PsycINFO / ERIC liefert Ergebnisse für einen Vergleich der beiden Lernstrategien, noch finden sich entsprechende Studien in der Metaanalyse von Nesbit und Adesope (2006). Es zeigt sich jedoch, dass Concept Mapping immer dann besonders lernwirksam ist, wenn es mit wenig produktorientierten Lernstrategien verglichen wird (z. B. Klassendiskussionen). Wird es hingegen mit produktorientierten Lernstrategien verglichen (z. B. Erstellung von Zusammenfassungen), sinkt sein Vorsprung auf ein Niveau, für das die pädagogische Relevanz angezweifelt werden kann.

gogische Relevanz angezweifelt werden kann. Vor diesem Hintergrund bezieht sich unsere erste Forschungsfrage darauf, ob die Lernstrategien des Concept Mapping und Notizen Erstellens die Struktur des konzeptuellen Wissens unterschiedlich stark verändern.

2.2 Metakognitives Prompting

Hilbert und Renkl (2008) erfassten die metakognitiven Lernaktivitäten von Studierenden während des Concept Mapping über die Technik des Lauten Denkens. Die Ergebnisse zeigen, dass Lernende, die mit dem Concept Mapping wenig vertraut sind, Probleme in der spontanen Ausführung metakognitiver Lernaktivitäten beim Concept Mapping haben. Hilbert, Nückles, Renkl et al. (2008) untersuchten, ob diesen Problemen durch Prompts begegnet werden kann. Dazu kontrastierten sie eine metakognitiv gepromptete Gruppe mit einer nicht geprompteten Kontrollgruppe. Die Schüler, die metakognitive Prompts beim Concept Mapping nutzten, erzielten einen deutlich höheren Lernerfolg als die Schüler der Kontrollgruppe. Unsere zweite Forschungsfrage zielt auf eine Replikation dieses Ergebnisses für die Struktur des konzeptuellen Wissens ab. Die Studie von Hilbert und Renkl (2008) zeigt, dass die mit dem Concept Mapping wenig vertrauten Lernenden Probleme bei der Kontrolle ihres Mapping-Prozesses haben. Gleichzeitig legt die Studie nahe, dass der Bedarf an metakognitiver Unterstützung mit dem Vertrautheitsgrad der Lernenden im Concept Mapping sinkt.

Allerdings findet sich hierzu noch keine empirische Evidenz. Analog konnten Nückles et al. (2010) für die Lernstrategie des Lerntagebuch-Führens aber zeigen, dass eine Abnahme der Lernwirksamkeit metakognitiver Prompts mit steigender Vertrautheit im Lerntagebuch-Führen auftritt. Nückles et al. (2010) erklärten dieses Ergebnis in der Weise, dass die beteiligten Seminarteilnehmer über die Dauer von 12 Seminartagen zunehmend kompetenter wurden, ihre metakognitiven Lernaktivitäten selbstständig und ohne externe Unterstützung auf den Einsatz der Lernstrategie des Lerntagebuch-Führens abzustimmen. Doch wie lässt sich die anfänglich positive Wirkung der Prompting-Maßnahme bei Nückles et al. (2010) mit der Studie von Konrad (2006) in Einklang bringen, die zeigt, dass sich metakognitiv gepromptete Gruppen in ihren metakognitiven Lernaktivitäten von Gruppen, die frei kooperierten, nicht unterschieden? Bedingt möglicherweise nicht die Abstimmung der metakognitiven Lernaktivitäten auf die neue Lernstrategie die Lernwirksamkeit der Prompting-Maßnahme, sondern ein anfänglicher Neugierigkeitseffekt der Prompting-Maßnahme, der vielleicht eine intensivere Auseinandersetzung mit dem Lerninhalt in Gang setzt? Träfe diese alternative Erklärung zu, wäre die Lernwirksamkeit der Prompting-Maßnahme entgegen der Erklärung von Nückles et al. (2010) vom Vertrautheitsgrad der Lernenden mit der jeweiligen Lernstrategie unabhängig; d. h., die Prompting-Maßnahme würde sich anfänglich in jedem Fall positiv auf den Lernerfolg auswirken, und zwar unabhängig davon, ob die ver-

wendete Lernstrategie den Lernenden wenig oder gut vertraut ist. Bezogen auf die Studie von Nückles et al. (2010) zur Lernwirksamkeit der Prompting-Maßnahme beim Lerntagebuch-Führen hieße das, dass durch das gewählte Untersuchungsdesign nicht entschieden werden kann, ob die Abnahme der Lernwirksamkeit der Prompting-Maßnahme auf einem sinkenden Neugierigkeitseffekt der Prompting-Maßnahme beruht oder auf der zunehmenden Fähigkeit der Lernenden das Lerntagebuch-Führen zu kontrollieren. Unsere Studie versucht, diese Lücke zu schließen, indem sie die Lernwirksamkeit der Prompting-Maßnahme in Kombination mit einer wenig und einer gut vertrauten Lernstrategie vergleicht. Trifft die Erklärung zu, dass der Bedarf an metakognitiver Unterstützung vom Vertrautheitsgrad der verwendeten Lernstrategie abhängt, müsste sich die Prompting-Maßnahme nur bei der wenig vertrauten Lernstrategie positiv auf den Lernerfolg auswirken, nicht aber bei der gut vertrauten Lernstrategie. Daher bezieht sich unsere dritte Forschungsfrage darauf, ob sich metakognitive Prompts beim Concept Mapping (neue Lernstrategie) stärker auf den Lernerfolg auswirken als bei der Erstellung von Notizen (vertraute Lernstrategie).

Die diesbezüglich vorgenommene Annahme über die Vertrautheit von Schülern und Studierenden im Concept Mapping und Notizen Erstellen kann mit einer Vielzahl empirischer Befunde belegt werden. Befragungen unter Schülern und Studierenden zeigten, dass die Mehrheit der Befragten mit dem Concept Mapping nicht bis wenig vertraut waren (u. a. Hilbert

& Renkl, 2008; McClure, Sonak & Suen, 1999). Die Vertrautheit Studierender mit dem Concept Mapping kam z. B. bei McClure et al. (1999) in einem Summenscore (Wertebereich von 0 [*nicht vertraut*] bis 7 [*gut vertraut*]) zum Ausdruck, in dessen Berechnung sieben Items einfließen (Beispielitem „Ich erstelle niemals Concept Maps.“, S. 481). Im Mittel erreichten die Studierenden in dieser Studie einen Wert von 1.59 ($SD = 1.65$), was einer sehr geringen Vertrautheit des Concept Mapping gleichkommt. Die Erstellung handschriftlicher Notizen zählt dagegen zum täglichen Handwerkszeug von Studierenden und wird mit einer späteren Verortung in der Bildungslaufbahn immer wichtiger (Williams, 2002). Notizen erfreuen sich hoher Akzeptanz unter Studierenden. In einer Befragung bekundeten 99 % der Studierenden, Notizen während des Vorlesungsbesuchs anzufertigen. Wiederum 71 % gaben an, auf diese Weise neue Informationen während des Lesens studienrelevanter Literatur festzuhalten (Palmatier & Bennett, 1974). Auch neuere Studien weisen auf ein unverändertes Bild hin (Weiss, 2001) und es besteht kein Grund zu der Annahme, dass die Situation bei deutschen Studierenden anders aussieht.

3 Hypothesen

Ein Ziel unserer Studie ist es zu untersuchen, ob sich der konzeptuelle Wissenserwerb beim Concept Mapping und Notizen Erstellen unterscheidet. Weiterhin wollen wir herausfinden, inwieweit der durch die beiden Lernstrategien erzielte Wissenser-

werb gesteigert werden kann, wenn metakognitive Prompts genutzt werden. Dabei gehen wir von der Annahme aus, dass die Konstruktion von Concept Maps für die Probanden eine neue Lernstrategie darstellt, während die Erstellung von Notizen den Probanden gut vertraut ist. Folgende Hypothesen werden der Studie zugrunde gelegt:

1. Concept Mapping und Notizen Erstellen wirken sich unterschiedlich stark auf die Struktur des konzeptuellen Wissens aus.
2. Durch metakognitive Prompts unterstütztes Concept Mapping verbessert die Struktur des konzeptuellen Wissens stärker als Concept Mapping ohne Prompting.
3. Metakognitives Prompting verbessert die Struktur des konzeptuellen Wissens beim Concept Mapping (neue Lernstrategie) wirkungsvoller als bei der Erstellung von Notizen (vertraute Lernstrategie).

4 Methode

4.1 Stichprobe und Design

Die Studie wurde in zwei Lehrveranstaltungen an der Universität Kiel durchgeführt ($N = 129$), die für das Biologiestudium verpflichtend sind. Um den Studierenden die Möglichkeit zu geben, sich während der ersten Mapping-Versuche gegenseitig zu unterstützen, sah unsere Studie in allen experimentellen Bedingungen eine Zusammenarbeit in Paa-

ren vor (*Peer-tutoring-Methode*). Dies hatte zur Folge, dass ein Teilnehmer aus der Datenanalyse ausgeschlossen werden musste, weil ihm aufgrund der ungeraden Stichprobengröße kein Lernpartner zugeteilt werden konnte. Drei weitere Teilnehmer mussten ausgeschlossen werden, weil unvollständige Posttestergebnisse vorlagen. Die Teilnehmer der endgültigen Stichprobe waren im Mittel 23 Jahre alt ($SD = 3.14$) und in der Mehrheit weiblich ($n = 81$). 82 Teilnehmer befanden sich im dritten Studiensemester, 30 Teilnehmer im fünften Studiensemester. Die übrigen 13 Teilnehmer verteilten sich auf höhere Studiensemester.

Der Studie lag ein 2×2 -faktorielles Design mit vier experimentellen Bedingungen und zwei Messzeitpunkten (Prätest, Posttest) zugrunde. Als unabhängige Variablen wurden die Verfügbarkeit metakognitiver Prompts (Prompting vs. kein Prompting) und die verwendete Lernstrategie (Concept Mapping vs. Notizen Erstellen) variiert. Die Operationalisierung der Prompts orientierte sich an den metakognitiven Lernaktivitäten der Planung, Überwachung und

Evaluation (s. Tabelle 1). Die Positionierung der Prompts stand in unmittelbarem Zusammenhang mit der erwarteten metakognitiven Lernaktivität. Beispielsweise befanden sich Prompts, die der Überwachung der Text- und Bild-Verknüpfung dienten, direkt neben den Abbildungsverweisen im Lernmaterial. Auch die verwendete Lernstrategie trat in zwei Ausprägungsformen in Erscheinung. In der einen Ausprägungsform wurden die Studierenden zur Konstruktion von Concept Maps aufgefordert. Diese erfolgte auf Laptops mit dem Programm CmapTools in der Version 5.03 als Experimentalsoftware (Download: <http://cmap.ihmc.us>). In der anderen Ausprägungsform wurden die Studierenden zur Erstellung von Notizen im Papier und Bleistift Format aufgefordert.

Die Studierenden wurden den experimentellen Bedingungen randomisiert zugewiesen und verteilten sich wie folgt: Concept Mapping mit metakognitiven Prompts ($n = 29$), Notizen mit metakognitiven Prompts ($n = 39$), Concept Mapping ohne metakognitive Prompts ($n = 28$), Notizen ohne metakognitive Prompts ($n = 29$).

Tab. 1: Beispiele der metakognitiven Prompts und ihre Anzahl im Lernmaterial; gegliedert nach den metakognitiven Lernaktivitäten der Planung, Überwachung und Evaluation

METAKOGNITIVE LERNAKTIVITÄT (ANZAHL)	BEISPIEL
Planung (2)	Besprechen Sie mit Ihrem Arbeitspartner das gemeinsame Vorgehen! <i>Was ist unsere Aufgabe?</i>
Überwachung (3)	Kontrollieren Sie Ihren Lernweg! <i>Haben wir alle Text- und Bildinformationen genutzt?</i>
Evaluation (4)	Prüfen Sie Ihren Lernerfolg! <i>Welche neuen Zusammenhänge haben wir erkannt?</i>

4.2 Variablen

Abhängige Variable – Struktur des konzeptuellen Wissens (Wissensstrukturindex). Die Struktur des konzeptuellen Wissens wurde zu beiden Messzeitpunkten über einen *Similarity Judgments Test* erhoben (vgl. Großschedl & Harms, 2013; Großschedl, Langeheine & Harms, 2011). Dieser Test setzte die Beurteilung der semantischen Verwandtschaften aller möglichen Paarcombinationen eines Begriffspools (u. a. Plasmamembran, raues ER, sekretorisches Protein) voraus. Die Beurteilung der Verwandtschaften erfolgte über eine 9-stufige unipolare Ratingskala ($1 = \text{gering verwandt}$, $9 = \text{stark verwandt}$), die auch über numerische Marker verfügte. Insgesamt wurden fünf verschiedene Testhefte erstellt, die die gleichen Paarvergleiche in unterschiedlicher Reihenfolge enthielten. Für jede Paarvergleichsanordnung ergaben sich gemäß $n(n-1)/2$ für $n=11$ Begriffe 55 Paarvergleiche. Um unerwünschten Kontexteffekten entgegenzuwirken, wurden die Paarvergleichsanordnungen mit der Software PCGEN (Allen & Baldwin, 1980) nach dem Algorithmus von Ross (1934) generiert. Dabei erschien jeder Begriff in jeder Position gleich oft und die Anzahl der Paarvergleiche bis zur folgenden Darbietung desselben Begriffs blieb konstant. Die semantischen Verwandtschaftsurteile jedes einzelnen Probanden wurden über nichtmetrische multidimensionale Skalierungen (MDS; Guttman, 1968) in eine grafische Repräsentation der hypothetischen Gedächtnisstruktur (*Cognitive Map*) überführt (vgl. Großschedl & Harms, 2013). In jeder Cognitive Map wird die semantische

Verwandtschaft zweier Begriffe durch die euklidische Distanz zwischen diesen Begriffen repräsentiert. Da die Cognitive Map allein noch keine Aussage über die fachliche Angemessenheit der Testbearbeitung erlaubt, wurde jede Cognitive Map mit einem Referenzsystem verglichen (s. Abbildung 1). Das Referenzsystem ging aus den semantischen Verwandtschaftsurteilen von sechs Experten hervor (Zellbiologen und Biologiedidaktiker). Um eine Aussage über die Interraterreliabilität der Experten zu machen, wurde der adjustierte Intraklassenkorrelationskoeffizient R_a berechnet (vgl. Asendorpf & Wallbott, 1979). Für den unwahrscheinlichen Fall, dass alle Experten in ihren Verwandtschaftsurteilen perfekt übereinstimmen, weist R_a einen Maximalwert von 1 auf. Unsere Berechnungen zeigen, dass die sechs Experten zwar nicht perfekt übereinstimmen, aber ihre Verwandtschaftsurteile sehr ähnlich fielen, $R_a = .91$. Folglich betrachteten die Experten den verwendeten Begriffspool als logisch zusammenhängend. Die Skalierung und Auswertung des *Similarity Judgments Tests* erfolgte in drei Schritten. Im ersten Schritt wurden die semantischen Verwandtschaftsurteile mit dem IBM-7090 Programm für die *Guttman-Lingoes smallest space analysis* zweidimensional skaliert (Lingoes, 1965). Die Entscheidung für die zweidimensionale Lösung basierte auf den individuellen Stresswerten der Experten. Deren semantischen Verwandtschaftsurteile ließen sich in zweidimensionalen Cognitive Maps gut abbilden (vgl. Großschedl & Harms, 2013). Im zweiten Schritt wurde die Cognitive Map mit dem fixierten Referenzsystem

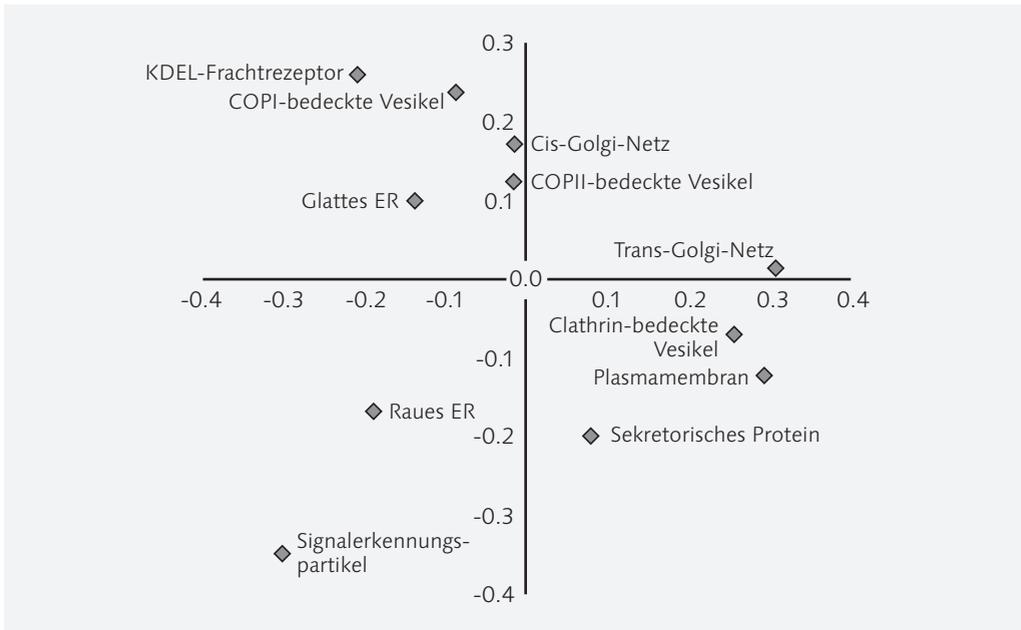


Abb. 1: Mittleres MDS-generiertes Referenzsystem zum Thema „Intrazelluläre Kompartimente und der Transport von Proteinen“ (verändert nach Großschedl & Harms, 2013).

über zulässige Procrustes-Transformationen (PINDIS; Akronym für *Procrustean Individual Differences Scaling*) in maximale Deckung gebracht (Lingoes & Borg, 1978). Dabei bezieht sich der Terminus der zulässigen Procrustes-Transformation nur auf solche Transformationen, bei denen die relativen Distanzen zwischen den Begriffen erhalten bleiben. Auch bei der Erstellung des Referenzsystems waren zulässige Procrustes-Transformationen von Bedeutung. Durch sie wurden die sechs Experten-Cognitive Maps in maximale Deckung gebracht und somit optimal aneinander angepasst. Im dritten Schritt wurde die Übereinstimmung der Studierenden-Cognitive Map und des fixierten Referenzsystems quantifiziert. Dazu wurden die Begriffskoordinaten der trans-

formierten Studierenden-Cognitive Map und die Begriffskoordinaten des Referenzsystems korreliert und der quadrierte Korrelationskoeffizient R^2 (sogenannter *Wissensstrukturindex*) berechnet (Wertebereich 0 bis 1). Je höher dieser Wert liegt, desto besser stimmt die Cognitive Map mit dem Referenzsystem überein.

Kontrollvariable – situationsübergreifendes metakognitives Lernverhalten. Im Prätest wurde das situationsübergreifende metakognitive Lernverhalten der Studierenden durch den Einsatz von 8 Items (z. B. Skala *Regulation* „Wenn ich während des Lesens eines Textes nicht alles verstehe, versuche ich, die Lücken festzuhalten und den Text daraufhin noch einmal durchzugehen“) aus der Skala *metakognitive Lernstrategien* des LIST kontrolliert (Wild & Schie-

fele, 1994, 192). Die Beantwortung der Items erfolgte über eine 5-stufige unipolare Ratingskala. Die Ratingskala verfügte über verbale Häufigkeits-Marker (*nie*, *selten*, *gelegentlich*, *oft*, *immer*) und numerische Marker (1–5). Für die Skala des LIST konnte eine interne Konsistenz von Cronbach's $\alpha = .69$ bestimmt werden.

4.3 Voralysen

In den Voralysen wurde getestet, ob sich die experimentellen Bedingungen in der Qualität der Struktur des konzeptuellen Wissens und ihrem situationsübergreifenden metakognitiven Lernverhalten zum Zeitpunkt des Prätests unterschieden. Die randomisierte Zuteilung der Teilnehmer zu den experimentellen Bedingungen ließ dies nicht erwarten. Eine multivariate einfaktorische Varianzanalyse mit dem Zwischensubjektfaktor der Experimentalgruppe und den abhängigen Variablen Wissensstrukturindex und LIST bekräftigt diese Erwartung, $F(6, 234) = .85$; ns; *partielles* $\eta^2 = .01$.

4.4 Versuchsdurchführung und Material

In den beiden Lehrveranstaltungen wurden die Studierenden von einem Versuchsleiter um ihre Teilnahme an einem Lernversuch gebeten. Dabei betonte der Versuchsleiter, dass im Rahmen des Lernversuchs studienrelevante Inhalte vermittelt werden. Nach der Begrüßung durch den Versuchsleiter wurden die Studie-

renden einander paarweise zugeordnet. Auf jedem Arbeitsplatz befand sich ein verschlossener Umschlag, der den Prätest, eine Anleitung zur softwarebasierten Konstruktion von Concept Maps und das Lernmaterial in jeweils doppelter Ausführung enthielt. Nachdem die Studierendenpaare Platz gefunden hatten, startete der Versuchsleiter die 30-minütige Einführungsphase, indem er die Studierenden zur Entnahme der Anleitungen für die softwarebasierte Konstruktion von Concept Maps aus den Umschlägen aufforderte. Die Einführungsphase bestand aus einem 15-minütigen theoretischen und einem ebenso langen praktischen Teil, in dem die Teilnehmer eine einfache Concept Map zum Thema Fotosynthese konstruierten. An der Einführungsphase nahmen alle Studierenden teil.

Unmittelbar nach der Einführungsphase leitete der Versuchsleiter die erste Testphase mit der Erklärung der Testbearbeitung ein. Den Begriff der semantischen Verwandtschaft definierte er dabei wie folgt: „Zwei Begriffe können miteinander verwandt sein, weil sie gemeinsame Merkmale teilen oder häufig miteinander in Verbindung gebracht werden. Dabei ist die semantische Verwandtschaft eines Begriffspaars maßgeblich von dem jeweiligen Begriffspool abhängig.“ Nach diesen Ausführungen forderte der Versuchsleiter die Studierenden zur Entnahme der Prätests aus den Umschlägen auf. Die erste Testphase erstreckte sich über 20 Minuten und erfolgte individuell. Nach Abschluss der ersten Testphase wurden die Studierenden aufgefordert, das Lernmaterial aus den Umschlägen zu entnehmen. Das Lern-

material setzte sich aus einem biologischen Teil und einem Anleitungsteil zusammen. Ersterer war in allen Versionen identisch und widmete sich dem Thema „Intrazelluläre Kompartimente und der Transport von Proteinen“ (Umfang ca. 1000 Wörter). Er umfasste neben dem Informationstext auch Abbildungen und Tabellen und kann als typischer biologischer Lehrbuchtext charakterisiert werden, der weder das Lernen mit Concept Maps noch das Lernen mit Notizen begünstigt. Der Anleitungstext wurde in vier Versionen eingesetzt und führte die Studierenden durch die Lernphase. In zwei Versionen wurden die Studierenden zur handschriftlichen Erstellung stichpunktartiger Notizen mit linearer Struktur aufgefordert, in den beiden anderen Versionen wurden die Studierenden zur softwarebasierten Konstruktion von Concept Maps aufgefordert (s. Anhang A). Die beiden Versionen, die sich jeweils einer Lernstrategie widmeten, unterschieden sich darin, dass jeweils eine Version metakognitive Prompts und Hinweise zur Nutzung dieser Prompts bereitstellte, während die jeweils andere Version keine Prompts und Nutzungshinweise enthielt. Unmittelbar nach der 60-minütigen Lernphase wurde die Zusammenarbeit in Paaren aufgelöst und die zweite individuelle Testphase eingeleitet (Dauer 20 Minuten).

5 Ergebnisse

Für alle statistischen Tests wurde ein Alpha-Niveau von .05 festgelegt. Obwohl sich in keiner Prätest-Variable ein signifikanter Unterschied zwischen den experimentel-

len Bedingungen zeigte, wurden die Daten kovarianzanalytisch ausgewertet. Die Kovarianzanalyse (ANCOVA) kontrolliert die individuellen Ausprägungen der Prätest-Variable, reduziert die Fehlervarianz und erhöht die Testpower (Maxwell & Delaney, 2004). Als Zwischensubjektfaktoren dienten die Verfügbarkeit metakognitiver Prompts (ja vs. nein) und die verwendete Lernstrategie (Concept Mapping vs. Notizen Erstellen). Als abhängige Variable wurde die Struktur des konzeptuellen Wissens in die Analyse aufgenommen, die Struktur des konzeptuellen Wissens im Prätest fungierte als Kovariate. Die (ANCOVA-) Voraussetzungen der Homogenität der Steigungen der Regressionsgeraden und der Homogenität der Fehlervarianzen waren erfüllt.

Unsere erste Hypothese bezog sich auf den Einfluss der Lernstrategien auf die Struktur des konzeptuellen Wissens der Studierenden. Es wurde erwartet, dass die Cognitive Maps der Studierenden nach Lernsituationen, in denen Concept Maps konstruiert wurden, stärker oder schwächer mit dem Referenzsystem übereinstimmen als nach Lernsituationen, in denen Notizen erstellt wurden. Tabelle 2 zeigt, dass unsere Studie diese Erwartung bestätigt. Studierende, die Notizen erstellt hatten, erreichten höhere Übereinstimmungswerte (Übereinstimmung zwischen Cognitive Map und Referenzsystem; s. Spalte 6) als Studierende, die Concept Maps konstruiert hatten, $F(1, 120) = 7.48, p < .01$ (2-seitig), *partielles* $\eta^2 = .06$ (s. Tabelle 3, Zeile 5). Post-hoc Analysen zeigten, dass dieser Haupteffekt vornehmlich auf den Leistungsunterschieden der experimentellen Bedingungen

Tab. 2: Mittelwerte und Standardabweichungen für Prä- und Posttestwerte als Funktion der experimentellen Bedingung ($N = 125$)

Bedingung	PRÄTEST		POSTTEST		M (adjustiert)
	M	SD	M	SD	
Concept Mapping					
Prompting	.18	.09	.50	.25	.51
kein Prompting	.17	.10	.27	.22	.28
Notizen	–	–	–	–	–
Prompting	.21	.17	.54	.26	.53
kein Prompting	.17	.15	.48	.21	.49

Anmerkung. Die Stichprobengrößen betragen $n = 29$ für Concept Mapping mit metakognitiven Prompts, $n = 39$ für Notizen mit metakognitiven Prompts, $n = 28$ für Concept Mapping ohne metakognitive Prompts und $n = 29$ für Notizen ohne metakognitive Prompts.

Adjustierte Mittelwerte wurden mit den Prätest-Werten als Kovariaten berechnet.

Tab. 3: Zweifaktorielle Kovarianzanalyse mit den Zwischensubjektfaktoren Verfügbarkeit metakognitiver Prompts und verwendete Lernstrategie, der abhängigen Variable Posttest und der Kovariate Prätest ($N = 125$)

EFFEKTE	df	F	partielles η^2
Zwischensubjektfaktoren			
Vortest (Kovariate)	1	12.41***	.09
Prompting (P)	1	10.69***	.08
Lernstrategie (L)	1	7.48**	.06
$P \times L$	1	5.03*	.04
Fehler innerhalb der Gruppen	120	(.05)	

Anmerkung. Werte innerhalb der Klammern repräsentieren die mittleren Quadratfehler. * $p \leq .05$. ** $p \leq .01$. *** $p \leq .001$.

ohne Prompts beruhte. Studierende, die Notizen erstellten, konnten deutlich höhere Übereinstimmungswerte ($M_{\text{adj}} = .49$, $SE = .04$) erzielen als Studierende, die Concept Maps konstruierten ($M_{\text{adj}} = .28$, $SE = .04$), sofern die Bedingungen nicht durch Prompts unterstützt wurden. Bei Verwendung des Tukey HSD Tests war

der entsprechende Post-hoc Kontrast signifikant, $p < .01$ (2-seitig). Wurden die Studierenden hingegen einer Prompting-Maßnahme unterzogen, so erreichten Studierende, die Concept Maps konstruiert hatten, im Mittel beinahe ebenso hohe Übereinstimmungswerte ($M_{\text{adj}} = .51$, $SE = .04$) wie Studierende, die Notizen er-

stellt hatten ($M_{\text{adj}} = .53$, $SE = .04$). Der entsprechende Post-hoc Kontrast war nicht überzufällig, $p = .90$ (2-seitig). Der signifikante Haupteffekt des Notizen Erstellens beruhte demnach vornehmlich auf den Leistungsunterschieden der experimentellen Bedingungen ohne Prompts. Die Hypothese, dass sich die Lernstrategien des Concept Mapping und Notizen Erstellens in unterschiedlicher Weise auf die Struktur des konzeptuellen Wissens auswirken, wurde so bestätigt.

Unsere Post-hoc Analysen zeigten, dass kein Unterschied zwischen der Lernwirksamkeit des Concept Mapping und des Notizen Erstellens vorlag, wenn die Studierenden durch Prompts unterstützt wurden. Unsere zweite Hypothese erwartete eine Verbesserung der Struktur des konzeptuellen Wissens beim Concept Mapping durch Prompts. Unsere Ergebnisse zeigen, dass dies auch tatsächlich der Fall war. Lernende, die beim Concept Mapping durch Prompts unterstützt wurden, erreichten höhere Übereinstimmungswerte ($M_{\text{adj}} = .51$, $SE = .04$) als Lernende ohne Unterstützung ($M_{\text{adj}} = .28$, $SE = .04$). A priori Kontrastanalysen über die Unterschiede der adjustierten Mittelwerte der Concept Mapping-Bedingung mit und ohne metakognitive Prompts ergaben für den Wissensstrukturindex einen signifikanten Unterschied zugunsten der Concept Mapping-Bedingung mit Prompting-Maßnahme, $F(1, 120) = 14.18$, $p < .001$ (1-seitig), $\text{partielles } \eta^2 = .11$. Die Hypothese, dass die Lernwirksamkeit des Concept Mapping durch begleitende Prompts gesteigert werden kann, hat sich bewährt.

Die bisherigen Ergebnisse haben gezeigt, dass die Lernwirksamkeit der verwendeten Lernstrategie durch die Verfügbarkeit metakognitiver Prompts beeinflusst wird. Nach wie vor offen ist, ob gemäß unserer dritten Hypothese eine besondere Relevanz metakognitiver Prompts bei der Konstruktion von Concept Maps besteht, wenn diese mit der Relevanz metakognitiver Prompts beim Notizen Erstellen verglichen wird. Die Relevanz metakognitiver Prompts wird an der Verbesserung der Struktur des konzeptuellen Wissens bemessen. Es wurde erwartet, dass metakognitive Prompts bei der Konstruktion von Concept Maps zu einer stärkeren Übereinstimmung der Studierenden-Cognitive Maps mit dem Referenzsystem führen als bei der Erstellung von Notizen. Dabei wurde von der Annahme ausgegangen, dass die Konstruktion von Concept Maps für die Probanden eine neue Lernstrategie darstellt, während die Erstellung von Notizen allen Probanden vertraut ist. Die Rückmeldungen der Studierenden durch Handzeichen erlauben den Schluss, dass die Lernstrategie des Concept Mapping für die überwiegende Mehrheit der Studierenden vor der Durchführung der Studie unbekannt war. Lediglich vier Studierende signalisierten durch Handzeichen, dass Ihnen das Concept Mapping bereits bekannt war. Auf Nachfragen gaben sie jedoch an, dass sie kaum Erfahrungen im Gebrauch dieser Strategie hatten. Abbildung 2 zeigt, dass der erwartete Effekt tatsächlich beobachtet werden konnte. Prompts führten bei der Konstruktion von Concept Maps zu signifikant höheren Übereinstimmungswerten als bei der Erstellung von

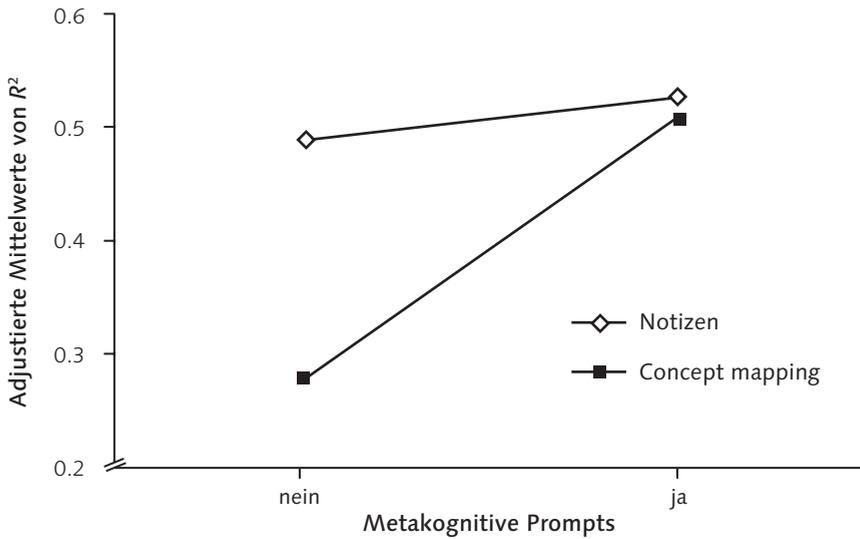


Abb. 2: Interaktionsdiagramm für die beiden Faktorstufen der unabhängigen Variablen Verfügbarkeit metakognitiver Prompts und verwendete Lernstrategie und der abhängigen Variable Wissensstrukturindex R^2 .

Notizen, $F(1, 120) = 5.03$, $p < .05$ (2-seitig), *partiell*es $\eta^2 = .04$ (s. Tabelle 3, Zeile 6). Dementsprechend hat sich die Hypothese, dass metakognitive Prompts die Studierenden-Cognitive Maps beim Concept Mapping stärker verbessern als bei der Erstellung von Notizen, bewährt.

6 Diskussion

Ein Ziel unserer Studie war es zu untersuchen, ob durch Concept Mapping ein höherer Wissenserwerb erreicht wird als durch das Erstellen von Notizen. In unserer Studie war dies nicht der Fall. Vielmehr verbesserten Studierende, die Notizen erstellten, die Struktur des konzeptuellen Wissens wesentlich stärker als Studierende, die Concept Maps konstru-

ierten. Damit stellt unsere Studie eine stärkere Einbindung des Concept Mapping in den Studienalltag in Frage. Ein weiteres Ziel unserer Studie war es herauszufinden, inwieweit der durch Concept Mapping bzw. Notizen Erstellen erzielte Lernerfolg gesteigert werden kann, wenn parallel metakognitive Prompts genutzt werden. Dabei zeigte sich wie erwartet, dass die Lernwirksamkeit metakognitiver Prompts von der verwendeten Lernstrategie beeinflusst wird. Metakognitive Prompts hatten bei der Erstellung von Notizen nahezu keinen Einfluss auf die Struktur des konzeptuellen Wissens. Bei der Konstruktion von Concept Maps erwiesen sie sich hingegen als überaus lernwirksam. Wir interpretieren dieses Ergebnis so, dass die Lernwirksamkeit metakognitiver Prompts vom Vertrautheitsgrad der verwendeten Lern-

strategie abhängt (vgl. Nückles et al., 2010) und nicht von einem Neuigkeitseffekt der Prompting-Maßnahme. Diese Abhängigkeit führen wir darauf zurück, dass Studierende, die eine Lernstrategie über viele Jahre nutzen, ihre metakognitiven Lernaktivitäten auf diese Lernstrategie bereits gut abgestimmt haben und ihren Lernstrategieeinsatz selbstständig kontrollieren können. Metakognitive Prompts stellen in diesen Fällen redundante Informationen bereit, die Ressourcen des Arbeitsgedächtnisses binden (extrinsische kognitive Belastung), ohne dass die Studierenden ihrem Lernziel näher kommen (z. B. Kalyuga & Renkl, 2010). Metakognitive Prompts erweisen sich daher beim vertrauten Notizen Erstellen als nicht lernförderlich. Im Gegensatz dazu bedürfen Lernende, die eine wenig vertraute Lernstrategie nutzen, externer Unterstützung. Trägt die Nutzung von Prompts dazu bei ineffektive Kontrollprozesse zu verringern, nimmt die extrinsische Belastung der Studierenden ab und diese können mehr Ressourcen des Arbeitsgedächtnisses in die Ausführung (meta-) kognitiver Lernstrategien investieren (lernbezogene kognitive Belastung). Metakognitive Prompts erweisen sich folglich bei dem wenig vertrauten Concept Mapping als lernförderlich. In Übereinstimmung mit der Studie von Nückles et al. (2010) können unsere Daten folglich so interpretiert werden, dass der Bedarf an metakognitiver Unterstützung in dem Maße sinkt, in dem die Studierenden Erfahrungen im Umgang mit einer Lernstrategie sammeln. Wie lange Lernende auf die Nutzung metakognitiver Prompts beim Concept Mapping angewie-

sen sind, ist allerdings noch nicht geklärt. Eine Studie von Hilbert, Nückles, Renkl et al. (2008) zeigt immerhin, dass sich die einmalige Unterstützung durch Prompts nicht substantiell auf den Lernerfolg in einer zweiten Lerngelegenheit auswirkt. Unsere Ergebnisse legen den Schluss nahe, dass lernförderliches Concept Mapping mehr ist, als nur Begriffe über beschriftete Pfeile in Beziehung zu setzen. Neben der Ausführung des eigentlichen Konstruktionsprozesses müssen die Lernenden in die Lage versetzt werden, über ihren simultan ablaufenden Lernprozess zu reflektieren. Daher kann aus einer anwendungsorientierten Perspektive der Schluss gezogen werden, dass ungeübte „Mapper“ in ihrem metakognitiven Lernstrategiegebrauch unterstützt werden müssen und dass eine metakognitive Komponente, z. B. metakognitive Prompts, in Förderprogramme im Concept Mapping integriert werden sollte. Gleiches ist in den einschlägig bekannten Förderprogrammen nicht der Fall (z. B. Novak & Cañas, 2008; Ruiz-Primo et al., 2001). Interpretiert man die geringe Lernwirksamkeit der Prompting-Maßnahme beim Notizen Erstellen in dem Sinne, dass die Bedeutung metakognitiver Prompts mit dem Vertrautheitsgrad der genutzten Lernstrategie abnimmt, so kann ein weiterer Hinweis für die Gestaltung von Förderprogrammen gewonnen werden, nämlich das schrittweise Ausklingen (*gradual fading*) der Prompting-Maßnahme im Verlauf des Förderprogramms (s. a. Nückles, Hübner & Renkl, 2008). Dafür sprechen auch empirische Befunde, die belegen, dass im Concept Mapping geübte Lerner von sich aus verstärkte Aufmerk-

samkeit auf die Ausführung metakognitiver Lernaktivitäten richten (Hilbert, Nückles & Matzel, 2008).

Bezogen auf die Frage, ob sich Concept Mapping und Notizen Erstellen unterschiedlich stark auf die Struktur des konzeptuellen Wissens auswirken, kann unsere Studie keine verlässliche Aussage treffen. Die mangelnde Überlegenheit des Concept Mapping gegenüber dem Notizen Erstellen steht zwar im Einklang mit anderen Studien (z. B. Nesbit & Adesope, 2006), die das Concept Mapping mit produktorientierten Lernstrategien vergleichen, kann aufgrund der Tatsache, dass neben der Lernstrategie auch die Vertrautheit der Studierenden mit dieser variiert wurde, nicht generalisiert werden. Verantwortlich hierfür ist eine zeitlich sehr überschaubare Einführungsphase ins Concept Mapping, die dem zeitlichen Umfang anderer Studien entspricht, die die Lernwirksamkeit des Concept Mapping mit konkurrierenden Lernstrategien (z. B. dem Schreiben von Zusammenfassungen; Haugwitz & Sandmann, 2009) vergleichen. Intern valide Aussagen über die Lernwirksamkeit der beiden Lernstrategien setzen jedoch voraus, dass die Studierenden mit dem Concept Mapping ebenso vertraut sind wie mit dem Notizen Erstellen, was im Rahmen überschaubarer experimenteller Studien kaum zu realisieren sein dürfte. Es sei daher nochmals explizit darauf hingewiesen, dass die interne Validität hinsichtlich der Beantwortung der ersten Forschungsfrage in der vorliegenden Studie gefährdet ist und die Ergebnisse daher nur mit Vorsicht generalisiert werden dürfen. Folglich bleibt

unklar, ob die geringe Lernwirksamkeit des Concept Mapping auch bei längerer Übung im Concept Mapping stabil bliebe. Sie könnte auch eine Folge lernhemmender (mathemathantischer) Effekte sein, die bei der Nutzung wenig vertrauter Lernstrategien auftreten (vgl. Friedrich, 1992). Als weitere Einschränkung unserer Studie kann aufgeführt werden, dass nur die Lernwirksamkeit der metakognitiven Prompting-Maßnahme untersucht wurde, nicht aber das tatsächliche metakognitive Lernverhalten. Über die tatsächliche Aktivierung des metakognitiven Lernverhaltens durch metakognitive Prompts besteht gegenwärtig noch Unklarheit. Die von Konrad (2006) videografierten Diskussionen von Studentenpaaren zeigten, dass sich die metakognitiven Lernaktivitäten von Studentenpaaren, die von (meta-) kognitiven Prompts angeleitet wurden oder frei kooperierten, nicht unterschieden. Veenman, van Hout-Wolters und Afflerbach (2006) appellieren deshalb, dass auch der Einfluss metakognitiver Instruktionen auf das metakognitive Lernverhalten im Prätest-Posttest Design in den Fokus genommen werden sollte. Dazu wiederum sind Fragebogenerhebungen wenig geeignet. Zahlreiche Studien zeigen, dass Daten aus Fragebögen dem tatsächlich beobachteten Lernverhalten während der Aufgabenbearbeitung wenig entsprechen (z. B. Prins, Veenman & Elshout, 2006). Daher muss im nächsten Schritt eine Prozessbegleitende Datenerhebung stattfinden (z. B. Glogger, Holzäpfel, Schwonke, Nückles & Renkl, 2009).

Unsere Studie erlaubt den Schluss, dass die Lernstrategie des Concept Mapping keine

überlegene Alternative für die Erstellung von Notizen darstellt. Vermutlich erlangt das Concept Mapping eine vergleichbare Lernwirksamkeit erst dann, wenn die Studierenden ihren Mapping-Prozess adäquat kontrollieren können.

7 Literatur

- Allen, G. A. & Baldwin, L. M. (1980). PCGEN: A FORTRAN IV program to generate paired-comparison stimuli. *Behavior Research Methods and Instrumentation*, 12, 383–384.
- Anderson, R. C. (1984). Some reflections on the acquisition of knowledge. *Educational Researcher*, 13(9), 5–10.
- Asendorpf, J. & Wallbott, H. G. (1979). Maße der Beobachterübereinstimmung: Ein systematischer Vergleich. *Zeitschrift für Sozialpsychologie*, 10, 243–252.
- Bonner, J. M. & Holliday, W. G. (2006). How college science students engage in note-taking strategies. *Journal of Research in Science Teaching*, 43, 786–818.
- Byrnes, J. P. & Wasik, B. A. (1991). Role of conceptual knowledge in mathematical procedural learning. *Developmental Psychology*, 27, 777–786.
- Chularut, P. & DeBacker, T. K. (2004). The influence of Concept Mapping on achievement, self-regulation, and self-efficacy in students of English as a second language. *Contemporary Educational Psychology*, 29, 248–263.
- Denis, M. & Cocude, M. (1992). Structural properties of images constructed from poorly or well-structured verbal descriptions. *Memory & Cognition*, 20, 497–506.
- Flores, F., & Tavor, M. E. (2003). Representation of the cell and its processes in high school students: An integrated view. *International Journal for Science Education*, 25, 269–286.
- Friedrich, H. F. (1992). Vermittlung von reduktiven Textverarbeitungsstrategien durch Selbstinstruktion. In H. Mandl & H. F. Friedrich (Hrsg.), *Lern- und Denkstrategien: Analyse und Intervention* (S. 193–212). Göttingen: Hogrefe.
- Glogger, I., Holzäpfel, L., Schwonke, R., Nückles, M. & Renkl, A. (2009). Activation of learning strategies in writing learning journals [Themenheft]. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 23, 95–104.
- Großschedl, J., Langeheine, R. & Harms, U. (2011). Erfassung konzeptueller Wissensunterschiede durch Verwandtschaftsurteile. *Empirische Pädagogik (EP)*, 25, 123–144.
- Großschedl, J. & Harms, U. (2013). Assessing conceptual knowledge using similarity judgments. *Studies in Educational Evaluation*, 39, 71–81.
- Guttman, L. (1968). A general nonmetric technique for finding the smallest coordinate space for a configuration of points. *Psychometrika*, 33, 469–506.
- Hartley, J. & Davies, I. K. (1978). Note-taking: A critical review. *Innovations in Education & Training International*, 15, 207–224.
- Hattie, J. (2006). *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. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 15, 89–107.
- Heinze-Fry, J. A. & Novak, J. D. (1990). Concept mapping brings long-term movement toward meaningful learning. *Science Education*, 74, 461–472.
- Hesse, M. (2002). Nur geringes Wissen über Zellbiologie. *IDB Münster – Ber. Inst. Didaktik Biologie*, 11, 21–33.
- Hilbert, T. S., Nückles, M. & Matzel, S. (2008). Concept Mapping for learning from text: Evidence for a worked-out-map-effect. In P. A. Kirschner, F. J. Prins, V. Jonker G. & Kanselaar (Hrsg.), *International perspectives in the learning sciences: Creating a learning world. Proceedings of the Eighth International Conference for the Learning Sciences – ICLS 2008* (Band 1, S. 358–365). Utrecht, NL: International Society of the Learning Sciences.

- Hilbert, T. S., Nückles, M., Renkl, A., Ninarik, C., Reich, A. & Ruhe, K. (2008). Concept Mapping zum Lernen aus Texten: Können Prompts den Wissens- und Strategieerwerb fördern? *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 22, 119–125.
- Hilbert, T. S. & Renkl, A. (2008). Concept Mapping as a follow-up strategy to learning from texts: What characterizes good and poor mappers? *Instructional Science*, 36, 53–73.
- Huxham, M. (2010). The medium makes the message: Effects of cues on students' lecture notes. *Active Learning in Higher Education*, 11, 179–188.
- Kalyuga, S. & Renkl, A. (2010). Expertise reversal effect and its instructional implications: Introduction to the special issue. *Instructional Science*, 38, 209–215.
- Kiewra, K. A. (1985). Investigating note taking and review: A depth of processing alternative. *Educational Psychologist*, 20, 25–32.
- Kiewra, K. A. (1989). A review of note-taking: The encoding-storage paradigm and beyond. *Educational Psychology Review*, 1, 147–172.
- Konrad, K. (2006). Reflexion in interaktiven Lernumgebungen: Können (meta-) kognitive Prompts und Concept Maps reflexive Aktivitäten optimieren? *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 53, 188–200.
- Lingoes, J. C. (1965). An IBM-7090 program for Guttman-Lingoes smallest space analysis-I. *Behavioral science*, 10, 183–184.
- Lingoes, J. C. & Borg, I. (1978). A direct approach to individual differences scaling using increasingly complex transformations. *Psychometrika*, 43, 491–519.
- Markow, P. G. & Lonning, R. A. (1998). Usefulness of Concept Maps in college chemistry laboratories: Students' perceptions and effects on achievement. *Journal of Research in Science Teaching*, 35, 1015–1029.
- Maxwell, S. E. & Delaney, H. D. (2004). *Designing Experiments and Analyzing Data* (2. Aufl.). Mawah: Lawrence Erlbaum.
- McClure, J. R., Sonak, B. & Suen, H. K. (1999). Concept Map assessment of classroom learning: Reliability, validity, and logistical practicality. *Journal of Research in Science Teaching*, 36, 475–492.
- Nesbit, J. C. & Adesope, O. O. (2006). Learning with concept and knowledge maps: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 76, 413–448.
- Novak, J. D. & Cañas, A. J. (2008). *The theory underlying concept maps and how to construct them* (Forschungsbericht IHMC CmapTools 2006-01 Rev 01-2008). Florida: Institute for Human and Machine Cognition.
- Nückles, M., Hübner, S., Dümer, S. & Renkl, A. (2010). Expertise reversal effects in writing-to-learn. *Instructional Science*, 10, 237–258.
- Nückles, M., Hübner, S. & Renkl, A. (2008). Short-term versus long-term effects of cognitive and metacognitive Prompts in writing-to-learn. In P. A. Kirschner, F. J. Prins, V. Jonker G. & Kanselaar (Hrsg.), *International perspectives in the learning sciences: Creating a learning world. Proceedings of the Eighth International Conference for the Learning Sciences – ICLS 2008* (Band 2, S. 124–131). Utrecht, NL: International Society of the Learning Sciences.
- Paivio, A. (1986). *Mental representations: A dual coding approach*. Oxford: University Press.
- Palmatier, R. A. & Bennet, J. M. (1974). Notetaking habits of college students. *Journal of Reading*, 18, 215–218.
- Prins, F. J., Veenman, M. V. J. & Elshout, J. J. (2006). The impact of intellectual ability and metacognition on learning: New support for the threshold of problematicity theory. *Learning and Instruction*, 16, 374–387.
- Reader, W. & Hammond, N. (1994). Computer-based tools to support learning from hypertext: Concept Mapping tools and beyond. *Computers & Education*, 22, 99–106.
- Ross, R. T. (1934). Optimum orders for the presentation of pairs in the method of paired comparison. *Journal of Educational Psychology*, 25, 375–382.

- Ruiz-Primo, M. A., Schultz, S. E., Li, M. & Shavelson, R. J. (2001). Comparison of the reliability and validity of scores from two concept-mapping techniques. *Journal of Research in Science Teaching*, 38, 260–278.
- Veenman, M. V. J., Van Hout-Wolters, B. H. A. M. & Afflerbach, P. (2006). Metacognition and learning: Conceptual and methodological considerations. *Metacognition and Learning*, 1, 3–14.
- Weidenmann, B. (2002). Multicodierung und Multimodalität im Lernprozess. In L. J. Issing & P. Klimsa (Hrsg.), *Information und Lernen mit Multimedia und Internet* (S. 45–62). Weinheim: Beltz PVU.
- Weiss, I. R. (2001). *Report of the 2000 national survey of science and mathematics education*. Chapel Hill, NC: Horizon Research.
- Wild, K.-P. & Schiefele, U. (1994). Lernstrategien im Studium: Ergebnisse zur Faktorenstruktur und Reliabilität eines neuen Fragebogens. *Zeitschrift für Differentielle und Diagnostische Psychologie*, 15, 185–200.
- Williams, R. L. (2002). Notetaking in college classes: Student patterns and instructional strategies. *The Journal of General Education*, 51, 173–199.

KONTAKT

Dr. Jörg Großschedl
Abteilung Didaktik der Biologie
Leibniz-Institut für die Pädagogik der
Naturwissenschaften und Mathematik (IPN)
grossschedl@ipn.uni-kiel.de

AUTORENINFORMATION

Dr. Jörg Großschedl ist wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung Didaktik der Biologie am Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel. Seine Forschungsschwerpunkte liegen in den Bereichen Lehr- und Lernstrategien, Testentwicklung und Forschung zur Lehrerbildung.

Prof. Dr. Ute Harms ist Direktorin der Abteilung Didaktik der Biologie am Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik und Professorin für die Didaktik der Biologie an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel. Ihre Forschungsschwerpunkte liegen in den Bereichen Lehr- und Lernstrategien, Forschung zur Lehrerbildung und Lernen an außerschulischen Lernorten.

Anhang A: Beispiel einer Concept Map aus der Bedingung ‚Concept Mapping ohne metakognitive Prompts‘ (gemeinsames Arbeitsprodukt einer 21-jährigen Studentin und eines 23-jährigen Studenten).

