

Ritter, Rosi

Concept Mapping als Methode zur Messung vernetzten Wissens?

Wehner, Antje [Hrsg.]; Masanek, Nicole [Hrsg.]; Hellmann, Katharina [Hrsg.]; Heinz, Tobias [Hrsg.]; Grospietsch, Finja [Hrsg.]; Glowinski, Ingrid [Hrsg.]: Vernetzung von Wissen bei Lehramtsstudierenden. Eine Black-Box für die Professionalisierungsforschung? Bad Heilbrunn : Verlag Julius Klinkhardt 2024, S. 167-183



Quellenangabe/ Reference:

Ritter, Rosi: Concept Mapping als Methode zur Messung vernetzten Wissens? - In: Wehner, Antje [Hrsg.]; Masanek, Nicole [Hrsg.]; Hellmann, Katharina [Hrsg.]; Heinz, Tobias [Hrsg.]; Grospietsch, Finja [Hrsg.]; Glowinski, Ingrid [Hrsg.]: Vernetzung von Wissen bei Lehramtsstudierenden. Eine Black-Box für die Professionalisierungsforschung? Bad Heilbrunn : Verlag Julius Klinkhardt 2024, S. 167-183 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-317671 - DOI: 10.25656/01:31767; 10.35468/6118-08

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-317671>

<https://doi.org/10.25656/01:31767>

in Kooperation mit / in cooperation with:



<http://www.klinkhardt.de>

Nutzungsbedingungen

Dieses Dokument steht unter folgender Creative Commons-Lizenz: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.de> - Sie dürfen das Werk bzw. den Inhalt unter folgenden Bedingungen vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen: Sie müssen den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen. Dieses Werk bzw. dieser Inhalt darf nicht für kommerzielle Zwecke verwendet werden und es darf nicht bearbeitet, abgewandelt oder in anderer Weise verändert werden.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

This document is published under following Creative Commons-License: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.en> - You may copy, distribute and transmit, adapt or exhibit the work in the public as long as you attribute the work in the manner specified by the author or licensor. You are not allowed to make commercial use of the work or its contents. You are not allowed to alter, transform, or change this work in any other way.

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

Rosi Ritter

Concept Mapping als Methode zur Messung vernetzten Wissens?

Zusammenfassung

Die Forschung zur Professionalisierung von (angehenden) Lehrkräften befasst sich verstärkt mit dem Thema der Vernetzung professionellen Wissens aus den Bereichen des *Fachwissens* (FW), des *fachdidaktischen Wissens* (FDW) sowie des *pädagogisch-psychologischen Wissens* (PPW) (Baumert & Kunter, 2006). Vernetzte Wissensstrukturen werden dabei im Kontext eines intelligenten Wissens situiert, das in der späteren Praxis benötigt werde.

Um den Aufbau vernetzter Wissensstrukturen bei Lehramtsstudierenden anzuregen, werden unter anderem in der Lehrkräftebildung verzahnte Lehrkonzepte angeboten. Ob und inwieweit diese auch zu Wissensvernetzung bei den Studierenden führen, muss noch empirisch belegt werden. Eine Möglichkeit, dies zu untersuchen, liegt in der Nutzung von Concept Maps, die als Re-Repräsentationen der mentalen Modelle und Schemata einer Person gesehen werden können. Die von den Personen visualisierten mentalen Modelle lassen sich mit unterschiedlichen, etablierten Analysemethoden untersuchen, um Rückschlüsse auf die Vernetztheit des Wissens aus den unterschiedlichen Bereichen ziehen zu können.

In diesem Beitrag soll die Methode des *Concept Mapping* vorgestellt werden und beleuchtet werden, inwieweit Concept Maps als Datengrundlage für die Forschung zum Vernetzungsgrad von Wissen bei angehenden Lehrkräften geeignet sind.

Keywords: Concept Maps, Wissensvernetzung, Struktur von Wissen, mentale Modelle

Abstract

Research on the professionalization of (prospective) teachers is increasingly concerned with the topic of interlinking professional knowledge from the areas of *Content Knowledge* (CK), *Pedagogical Content Knowledge* (PCK), and *Pedagogical-Psychological Knowledge* (PPK) (Baumert & Kunter, 2006). Interlinked knowledge structures are thereby situated in the context of intelligent knowledge that is supposed to be needed in later practice. Among other things, intertwined teaching concepts are offered in teacher education in order to stimulate the development of interlinked knowledge structures in student teachers. Whether and to what extent these also lead to interlinked knowledge in students has yet to be empirically proven. One way to investigate this lies in the use of concept maps, which can be seen as re-representations of a person's mental models and schemas. The mental models visualized by the individuals can be examined using different established methods of analysis to draw conclusions about the interconnectedness of knowledge from different domains.

The purpose of this paper is to introduce the method of *concept mapping* and to shed light on the extent to which they are suitable as a data basis for research on the degree of interconnectedness of knowledge among prospective teachers.

Keywords: concept maps, knowledge interlinking, structure of knowledge, mental models

1 Einleitung

Die erfolgreiche Bewältigung von Herausforderungen in der unterrichtlichen Praxis setzt, so wird gegenwärtig argumentiert, eine Wissensbasis voraus, die Professionswissen aus den Bereichen *Fachwissen* (FW), *fachdidaktisches Wissen* (FDW) und *pädagogisch-psychologisches Wissen* (PPW) in vernetzter Weise erfordert (Harr et al., 2019). Da eine vernetzte Wissensbasis die Voraussetzung für flexibles und adaptives Handeln im Lehr-Lern-Kontext sei (Bromme, 2014), soll diese Vernetzung bereits im Lehramtsstudium angeregt werden. Folglich gibt es in der universitären Phase der Lehrkräftebildung vermehrt Bestrebungen, diese anzubahnen. So werden beispielsweise verzahnte Lernangebote mit Inhalten aus unterschiedlichen Studienelementen (Fachwissenschaft, Fachdidaktik, Bildungswissenschaft) angeboten, um bei den Studierenden eine Vernetzung anzuregen. Verzahnte Lernangebote können zum Beispiel Tandem-Seminare mit Dozierenden aus unterschiedlichen Disziplinen (z. B. Schellenbach-Zell & Neuhaus, 2022: Fachwissenschaft und Bildungswissenschaft) sein. Auch die Dekomponierung bestimmter Kernpraktiken des Lehrkräftehandelns und die anschließende Ausdifferenzierung der unterschiedlichen, für die Praktiken notwendigen Wissensbestände, stellt eine Möglichkeit dar, Wissensvernetzung anzuregen (Schilling et al., in diesem Band).

Ausgehend von dem Angebots-Nutzungs-Modell hochschulischer Kohärenzbildung (Hellmann et al., 2021), das einzelne Komponenten der Kohärenzbildung sowie Prozesse, die zwischen diesen Komponenten ablaufen, ausdifferenziert, wird deutlich, „dass die schlussendliche Wirkung eines verzahnten Lehr-Lern-Angebotes von zahlreichen Faktoren abhängt“ (Hellmann et al., 2021, S.318), z. B. von den Dispositionen der Lernenden oder auch der individuellen Nutzung der Angebote. Ob verzahnte Lernangebote tatsächlich so von den Studierenden angenommen und verarbeitet werden, dass daraus vernetztes Wissen resultiert, bleibt bislang eine offene, aber wichtige Frage für die Professionsforschung. Von einer Verlässlichkeit der theoretisch angenommenen Wirkkette des Angebots-Nutzungs-Modells hochschulischer Kohärenzbildung kann erst ausgegangen werden, wenn der Grad der Wissensvernetzung empirisch messbar gemacht wird. Im Rahmen dieses Beitrags wird der Frage nachgegangen, inwieweit sich Concept Maps in der Lehrkräftebildung dafür eignen, a) Wissen abzubilden und b) den Grad der Vernetzung von Wissen aus unterschiedlichen Bereichen zu bestimmen. Dazu werden zunächst die Methode des *Concept Mappings*, Concept Maps als Datengrundlage sowie Möglichkeiten

der Analyse dargestellt. Im Anschluss werden zur Illustration der Analyse-Möglichkeiten und Interpretation der Ergebnisse Beispiele aus einer Studie herangezogen, in der das Wissen und die Überzeugungen von Lehramtsstudierenden vor und nach einer verzahnt angebotenen Lehr-Lern-Gelegenheit analysiert wurden (Ritter et al., 2019a). Die Beispiele und Ergebnisse aus dieser Studie liefern Hinweise auf die Frage, ob die Methode des *Concept Mappings* adäquat ist zu messen, inwieweit verzahnte Lehr-Lern-Gelegenheiten tatsächlich zu vernetztem Wissen bei angehenden Lehrer*innen führt. Der Beitrag schließt mit einer Einschätzung zur Bedeutung der Methode des *Concept Mappings* als Möglichkeit zur Messung vernetzten Professionswissens – insbesondere im Hinblick auf das o. g. Desiderat.

2 Theoretischer Hintergrund und Forschungsstand

2.1 Schwierigkeiten bei der und Ansätze für die Messung von Wissensvernetzung

Der Prozess der Externalisierung von Wissen ist grundsätzlich mit Unsicherheiten behaftet. Diese resultieren zum einen aus Kommunikationsproblemen, d. h. aus möglichen Schwierigkeiten, internes Wissen so zu verbalisieren, dass es für den Sender und den Empfänger die gleiche Bedeutung trägt. Zum anderen können auch Persönlichkeitseigenschaften wie Introversion und die damit einhergehende Schwierigkeit, internes Wissen umfanglich und elaboriert zu externalisieren, dazu führen, dass externalisiertes Wissen nicht das interne Wissen widerspiegelt (Cooke, 1994; Hoffmann et al., 1995). Das bedeutet, dass sämtliche Externalisierungsmethoden zur Darstellung von Wissensstrukturen einer Person mit Unsicherheiten behaftet sind, die je nach Methode und Kontext unterschiedliche Ursachen haben können. Mit der Methode des *Concept Mappings* können diese Schwierigkeiten minimiert werden, da es sich hierbei um eine grafische Darstellung des Wissens handelt und keine elaborierte Verbalisierung notwendig ist.

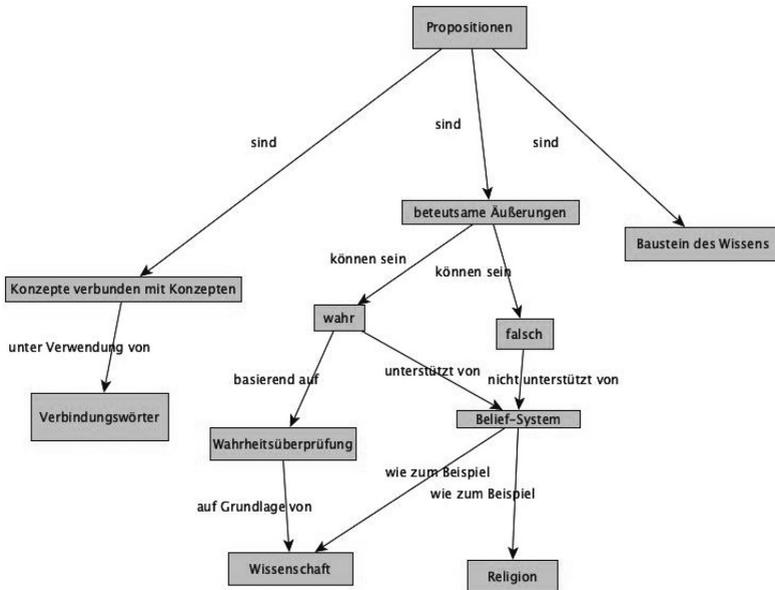
Im Forschungsdiskurs sind erste Ansätze und unterschiedliche Methoden zur Messung vernetzten Wissens zu finden, um sich dem o. g. Desiderat zu nähern. So beispielsweise der Einsatz von Vignetten, mithilfe derer untersucht wurde, inwieweit unterschiedliche literaturwissenschaftliche Wissensdomänen bzw. Inhaltsbereiche untereinander vernetzt vorliegen (Masanek & Doll, 2020). Ebenfalls wurden Lernumgebungen mit einzelnen Wissenstests beforcht und daraus berechnet, ob sich die Korrelationen zwischen FW, FDW und PPW in Prä- und Post-Tests unterscheiden (Grospietsch & Mayer, 2018). Diese Erhebungsmethoden fokussieren die o. g. Wissensbereiche FW, FDW und PPW. Dabei gibt der Grad der gemessenen Vernetzung Hinweise auf die Nutzung von Wissen aus diesen Bereichen für das Lösen von Aufgaben, nicht aber auf die Komposition des Wissens, d. h. die Beschaffenheit bzw. Struktur eines Konzeptes einer Person in einem bestimmten Inhaltsfeld. Diese Einschränkung könnte mit dem Einsatz von Concept Maps

als Datengrundlage für die Analyse von Wissensstrukturen umgangen werden. Im Folgenden wird die Methode des *Concept Mappings* vor- und Möglichkeiten der Analyse von Concept Maps als Datengrundlage dargestellt.

2.2 Concept Maps: Begriffsklärung und Forschungsstand

Eine Concept Map – auch Konzeptdiagramm genannt – ist eine grafische Darstellung, mithilfe derer Beziehungen zwischen Konzepten (Begriffen) visualisiert werden. Concept Maps bestehen aus Rechtecken, die die Konzepte beinhalten, Pfeilen, die die Konzepte miteinander in Beziehung setzen, und Pfeilbeschriftungen, die die Art der Beziehung spezifizieren.

Die Struktur von Concept Maps ähnelt der von Mind Maps mit dem Unterschied, dass die Verbindungen zwischen zwei Konzepten (meist nominale Begriffe) gerichtet und beschriftet sind. D.h. die Verbindungslinien tragen eine Pfeilspitze in die Richtung, in der die prädikative Beschriftung wirkt. Die Konzepte werden Knoten, die Pfeile werden Kanten genannt. Aus zwei Knoten und den beschrifteten Kanten entstehen jeweils Propositionen, also Aussagen, deren Inhalt analysiert werden kann. Nach Novak und Cañas (2010) stellen diese Propositionen grundlegende Bedeutungseinheiten dar, die in der kognitiven Struktur gespeichert sind. Abbildung 1 zeigt ein Beispiel einer Concept Map.



Anmerkung. Als graue Kästchen dargestellt sind die Knoten (Konzepte); die Pfeile zwischen den Knoten werden als Kanten bezeichnet.

Abb. 1: Beispiel einer Concept Map (eigene Darstellung in Anlehnung an Mühlung, 2017).

Die Methode des *Concept Mappings* basiert grundsätzlich auf der Idee des Konstruktivismus und des sinnstiftenden Lernens (Novak & Musonda, 1991). Das zeichnet sich dadurch aus, dass nicht einfach Fakten erworben werden, sondern auch ein Verständnis der Zusammenhänge zwischen diesen Fakten besteht (Trumppower et al., 2010) bzw. die neu gelernten Fakten sich einbinden in eine bereits bestehende Wissensstruktur (Piaget, 1952).

In der Wissenstaxonomie nach de Jong und Ferguson-Hessler (1996) wird die Qualität des Wissens in fünf Bereichen beschrieben: Struktur, Niveau, Automation, Modalität und Allgemeinheitsgrad. Für die Nutzung von Concept Maps als Grundlage für die Forschung zur Wissensvernetzung ist die Struktur grundlegend für die Bewertung des Wissens: je vernetzter und integrierter die Struktur erscheint, desto qualitativvoller und elaborierter ist das Wissen (Renkl, 2015).

Concept Maps sollen sichtbare Re-Repräsentationen von mentalen Modellen und Schemata darstellen (Ifenthaler, 2010), da man davon ausgeht, dass die Struktur der Concept Maps die Struktur und Komposition des Wissens einer Person repräsentiert und sichtbar macht (Ruiz-Primo & Shavelson, 1996). Sie dienen also als Mittel zur grafischen Darstellung von Wissen.

Nach Neuweg (2014) kann im Konstrukt des Lehrerwissens (sic.) zwischen drei grundsätzlichen Arten von Wissen unterschieden werden: 1) Ausbildungswissen (Wissen I), das Wissen im objektiven Sinne, das als Lehrinhalt angeboten wird. 2) Das subjektive Wissen (Wissen II) stellt „die kognitiven Strukturen angehender Lehrer“ (ebd., S. 585) dar, in denen Ausbildungswissen mehr oder weniger integriert ist. 3) Das „Können“ (Wissen III) schließlich bezieht sich auf konkrete Handlungsepisoden der Lehrpersonen; hier sei das Wissen eine von außen rekonstruierte Logik des Handelns.

Wie oben beschrieben, repräsentieren Concept Maps mentale Strukturen von Personen (Ruiz-Primo & Shavelson, 1996), in der Unterscheidung nach Neuweg (2014) also Wissen II, das subjektive Wissen, das die kognitiven Strukturen widerspiegelt. Für die Lehrkräftebildung ergibt sich durch die Methode des *Concept Mappings* die Möglichkeit zu evaluieren, inwieweit neue Elemente aus unterschiedlichen Wissensbereichen in eine bestehende Wissensstruktur eingebunden wurden, bzw. welche Elemente aus Wissen I integriert und mit den kognitiven Strukturen vernetzt wurden (Wissen II; Neuweg, 2014). Somit kann Wissensvernetzung empirisch erfasst werden.

In der Vergangenheit wurden Concept Maps zunächst vor allem genutzt, um Kinderantworten in klinischen Interviews zu visualisieren (Novak & Cañas, 2008). Im weiteren Verlauf avancierte das *Concept Mapping* zu einer generellen Methode für das Lehren und Lernen und die Bewertung von strukturellem Wissen (Novak & Cañas, 2010). Erst in der letzten Dekade gelangte die Methode des *Concept Mapping* und vor allem die Artefakte, die Concept Maps, verstärkt in den Fokus der Forschung. Concept Maps sind mithin als Forschungsgegenstand etabliert.

Es gibt vielfältige Analysemöglichkeiten, mithilfe derer nicht nur subjektive Wissensstrukturen, sondern auch Einstellungen, Überzeugungen oder Erfahrungen analysiert werden können (Mühling, 2017).

Concept Maps lassen Analysen bezüglich der Wissensorganisation einer Person zu. So konnte gezeigt werden, dass damit Wissensstrukturen von Lernenden in vielen unterschiedlichen Bereichen evaluiert werden können (Novak & Cañas, 2010). Beispielweise konnte aufgrund der Auswertung von Concept Maps Experten- und Novizenwissen ebenso wie Wissen, das aus sinnstiftendem Lernen entstanden ist und Wissen, das auf Auswendiglernen basiert, unterschieden werden (Derbentseva et al., 2007). Die Validität und Reliabilität der Analysen waren dabei durchweg gut (Novak, 2010). Auch in der qualitativen Forschung und in dem Bestreben zu verstehen, wie Wissen erworben und im Gehirn verarbeitet wird, wurden Concept Maps als Forschungsgegenstand genutzt (Michel & Fuchs, 2021).

Die bislang vorliegenden Daten zur Nutzung von Concept Maps als Forschungsgegenstand beziehen sich allerdings hauptsächlich auf Lernprozesse von Schülerinnen und Schülern, deren Nutzung in der Forschung zur Lehrkräftebildung und zur Messung vernetzten Wissens stellt ein Novum dar.

2.3 Etablierte Analysen zur Beurteilung von Concept Maps

Ruiz-Primo (2004) konstatiert, dass die Nutzung von Concept Maps zur Bewertung von (subjektivem) Wissen grundlegende und reliabilitätsbestimmende Komponenten erfordert: 1) eine Aufgabe, die eine Person dazu auffordert, seine/ihre Wissensstruktur in einer bestimmten Domäne zu externalisieren und ein mehr oder weniger vorgegebenes Format, in dem die Aufgabe bearbeitet werden soll und 2) ein Bewertungssystem bzw. etablierte Analysemethoden, die die Concept Maps der Personen genau und konsistent bewerten (Ruiz-Primo, 2004). Ohne eines dieser Komponenten könne eine Concept Map nicht als valide Datengrundlage für Analysen betrachtet werden (ebd., S. 556). Die Bewertung der Concept Maps bezieht sich dabei auf die Beurteilung von Wissen bzw. Wissenszuwachsen als Ergebnis von Lernprozessen und damit auf die Beurteilung der Lernendenleistung. Inwieweit die Bedeutung dieser Komponenten für die Validität und Reliabilität der Messung des Vernetztheitsgrads von Wissen ebenfalls zutreffen, wird im Weiteren eruiert.

Aufgabe und Antwortformat

Vor allem die Formulierung der Aufgabe (beim Einsatz des *Concept Mappings* als Forschungsmethode spricht man hier von Fokusfrage) und der damit verbundene Grad der Anweisung bzw. der Vorgaben hat einen großen Einfluss auf die Externalisierung des genuinen subjektiven Wissens. Ruiz-Primo (2004) spricht in diesem Zusammenhang von einem Kontinuum von hoher bis geringer Direktivität

in Bezug auf die den Personen zur Verfügung gestellten Informationen. So stellt eine bereits vorerstellte Concept Map-Struktur mit der Aufforderung, entweder die Knoten oder die Kanten zu beschriften, eine Aufgabe mit sehr hoher Direktivität dar, während eine Aufgabe, eine Concept Map zu erstellen ohne Vorgabe der Struktur bzw. der Konzepte oder Verbindungswörter eine mit sehr niedriger Direktivität darstellt. Bei zu strukturierten und zu engen Aufgabenstellungen lässt die erstellte Concept Map nicht unbedingt auf die mentalen Modelle und Schemata der befragten Personen schließen, da die Struktur vorbestimmt ist und eine gewisse Wahrscheinlichkeit des Ratens besteht. Je offener die Aufgabenstellung also ist, desto näher liegt die resultierende Concept Map an den mentalen Modellen der befragten Personen (Ruiz-Primo, 2004).

Beim Einsatz des *Concept Mappings* als Forschungsmethode ist es daher grundlegend, möglichst wenig direktiv vorzugehen und weder die Struktur noch Konzepte oder Verbindungswörter vorzugeben. Auch die Fokusfrage ist von immenser Bedeutung, da diese den Kontext beschreibt, in welchem das Wissen angewendet bzw. betrachtet werden soll (Novak & Cañas, 2008). Die Qualität der Fokusfrage bestimmt demnach die Reliabilität der Concept Maps als Datengrundlage.

Der Prozess des Erstellens einer Concept Map erfordert „high levels of cognitive performance“ (Bloom, 1956). Daher ist das Antwortformat von großer Bedeutung für die Validität und die Reliabilität der Concept Maps. Sind die Antwortformate in analoger Paper-and-Pencil-Form, wird zwar weniger kognitive Kapazität benötigt als bei computergestützten Antwortformaten (Concept Map Programme, z. B. yEd), jedoch werden die Erstellenden durch die frühzeitige feste und im weiteren Arbeitsprozess kaum noch zu verändernde Positionierung der Konzepte in ihrer gedanklichen Flexibilität eingeschränkt. Bei der computergestützten Variante können selbst zu einem sehr weit fortgeschrittenen Zeitpunkt im Prozess noch grundlegende Änderungen vorgenommen werden (Stracke, 2004). Daher gilt auch hier, den Kontext und die Methode der Externalisierung zu berücksichtigen und in die Bewertung mit einzubeziehen. Für beide Varianten gilt jedoch, dass die Erstellenden vertraut sein sollten mit der Methode, sodass nicht zu viel kognitive Kapazität gebunden wird.

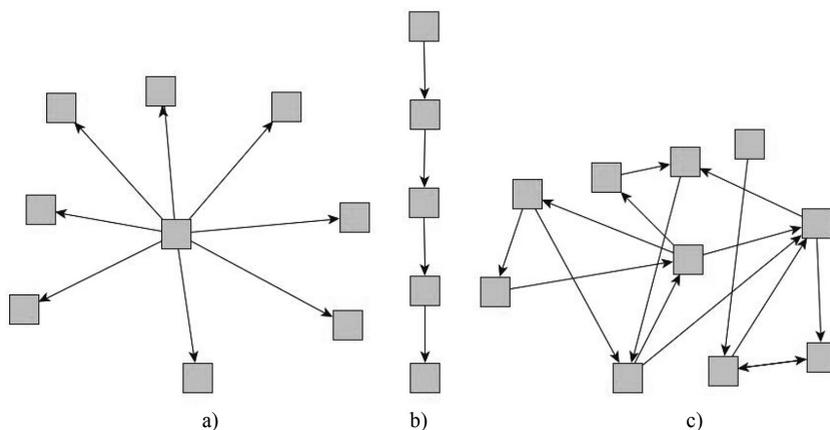
Analysemethoden für die Concept Maps

Zur Analyse von Concept Maps stehen unterschiedliche, in der Literatur dokumentierte Methoden zur Verfügung (z. B. Großschedl, 2013; Kinchin et al., 2000; Mühling, 2017). Im Folgenden werden drei Analysemethoden vorgestellt: 1. die Analyse der Struktur von Concept Maps, 2. die Betrachtung von Concept Maps als mathematische Graphen und daraus resultierende mathematische Berechnungen sowie 3. die qualitative Analyse der in den Concept Maps enthaltenen Propositionen.

Für alle drei Analysemethoden können jedoch nicht nur einzelne Concept Maps einzelner Personen herangezogen werden, sondern auch zusammengefasste bzw. amalgamierte Concept Maps, sogenannte *Concept Landscapes* (Mühling, 2017). Dies sind Concept Maps von ganzen Personengruppen, die Aussagen über die Struktur des Wissens dieser Gruppe, z. B. Lehramtsstudierende, die eine bestimmte Lehr-Lern-Gelegenheit genutzt haben, erlauben. Sie geben auch Aufschluss darüber, wie ausgeprägt die Varianz innerhalb dieser Gruppe ist. Die Analysemöglichkeiten dieser *Concept Landscapes* sind gleich derer für einzelne Concept Maps.

Zur Analyse der Struktur (1.)

Zunächst gibt die Struktur einer Concept Map Aufschluss über die Organisation des Wissens. Kinchin et al. (2000) unterscheiden drei Hauptstrukturen von Concept Maps: a) die Speichenstruktur, eine radiale Struktur, in der ein zentrales Konzept mit allen weiteren Konzepten verbunden ist, diese aber untereinander keine Verbindung haben, b) eine Kettenstruktur, eine lineare Sequenz, in der die Konzepte nur mit den jeweils vorherigen bzw. nachfolgenden verbunden sind und c) eine Netzstruktur, die ein hoch integriertes und hierarchisches Netzwerk darstellt. Abbildung 2 zeigt die drei Strukturen.



Anmerkung. a) Speichenstruktur, b) Kettenstruktur, c) Netzstruktur.

Abb. 2: Hauptstrukturen von Concept Maps (eigene Darstellung)

Laut den Autor*innen stellt die Speichenstruktur das am wenigsten integrierte Wissen dar: Wenn eine Person bestimmtes Wissen als Speichenstruktur verfügbar habe, sei sinnstiftendes Lernen erschwert. Komme eine neue Facette dieses Wissens hinzu, so resultiere diese Facette lediglich in einer weiteren Verbindung zum

Kern-Konzept, das heißt, diese Komponente könne nur in Referenz zum Kernkonzept abgerufen werden und nicht in Referenz zu einem der anderen Konzepte. Die Vernetzung bestehe lediglich zwischen dem Kernkonzept und je einem der peripheralen Konzepte.

Bei Kettenstrukturen bestehe eine logische Sequenz zwischen den Konzepten, obgleich die hierarchische Abfolge vieler der Verbindungen nicht gültig sei. Für weitere Wissensfacetten sei die Einbindung in eine bestehende und für die Person tragfähige Kette schwierig, lediglich am Beginn oder Ende ließen sich neue Verbindungen erstellen. Dies könne aber so irritierend sein, dass die Integration neuen Wissens abgelehnt werde bzw. diese Facetten nur abrufbar seien, wenn die Kette von Anfang an durchdacht wird.

Personen, deren Concept Maps eine Netzstruktur aufweisen, können auf ein bestimmtes Konzept innerhalb des Netzes auf unterschiedlichen Wegen zugreifen, was das Wissen flexibler mache. Dies bedeute, dass diese Person die assoziierten Konzepte über deren Link zum Kernkonzept hinaus verstehen müsse, also ein größeres Verständnis der Wissensdomäne habe (ebd., S. 47). Die Analyse der Struktur einer Concept Map scheint daher geeignet, die Vernetzung unterschiedlicher Konzepte untereinander innerhalb einer bestimmten Wissensdomäne zu analysieren.

Zur graph-theoretischen Analyse (2.)

Grundsätzlich stellen Concept Maps mathematische Graphen dar, die aus Knoten und Kanten bestehen (siehe Abbildung 1), sodass auch graph-theoretische Techniken zur Analyse herangezogen werden können (Mühling, 2017). Zunächst gibt die Anzahl der Knoten, der sogenannte *Umfang*, Auskunft darüber, wie elaboriert und umfänglich das Wissen ist. Auch können aufgrund des Umfangs Rückschlüsse auf die Vernetztheit des Wissens gezogen werden: je mehr Konzepte angeführt werden, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass Verbindungen zu anderen mentalen Modellen vorliegen. Weiterhin kann für jedes Konzept in der Concept Map ein *Degree*, also die Anzahl der eingehenden und ausgehenden Kanten zu anderen Knoten, errechnet werden. Dieser Wert gibt Auskunft über die Zentralität dieses Konzeptes innerhalb des mentalen Modells.

Der *Durchmesser* einer Concept Map ist der ‚längste kürzeste Weg‘ (ein graph-theoretischer Parameter) zwischen zwei beliebigen Knoten. Dieses Maß gibt den Grad der Vernetzung an: je kleiner der Durchmesser in Bezug auf die Anzahl der Knoten, desto höher ist die Vernetzung der Konzepte untereinander (Mühling, 2014). Die *Verknüpfungsdichte*, das Verhältnis also der Anzahl aus den vorkommenden Kanten und der Anzahl maximal möglicher Kanten, gibt Auskunft über die Qualität der Struktur des Wissens. Die *Zerklüftetheit* beschreibt schließlich, aus wie vielen unverbundenen Teilnetzen eine Concept Map besteht: je geringer, desto besser und vernetzter ist die Struktur des Wissens (Großschedl, 2013).

Zur qualitativen Inhaltsanalyse (3.)

Um das mentale Modell einer Person in einem bestimmten Inhaltsbereich zu erkunden, ist es auch möglich, Concept Maps mit den Methoden einer qualitativen Inhaltsanalyse zu evaluieren. Propositionen, also Kombinationen aus zwei Konzepten und deren beschriftete Verbindung, gelten als grundlegende Bedeutungseinheit einer Concept Map. Diese Propositionen können im Falle einer Lernergebnis-Diagnostik auf ihren Wahrheitsgehalt bzw. die Richtigkeit überprüft werden (z. B. Großschedl, 2013). Für die Analyse der Beschaffenheit und der Struktur des Wissens einer Person können die Propositionen auch inhaltlich analysiert werden (z. B. durch eine zusammenfassende Inhaltsanalyse). Durch Zuordnung der Propositionen in die aus der zusammenfassenden Inhaltsanalyse entstandenen Kategorien ergibt sich ein Hinweis auf die Beschaffenheit des mentalen Modells einer Person und die Integration der unterschiedlichen Konzepte in dieses. Die Analyse ermöglicht somit auch Rückschlüsse auf die subjektiven Einstellungen und Überzeugungen.

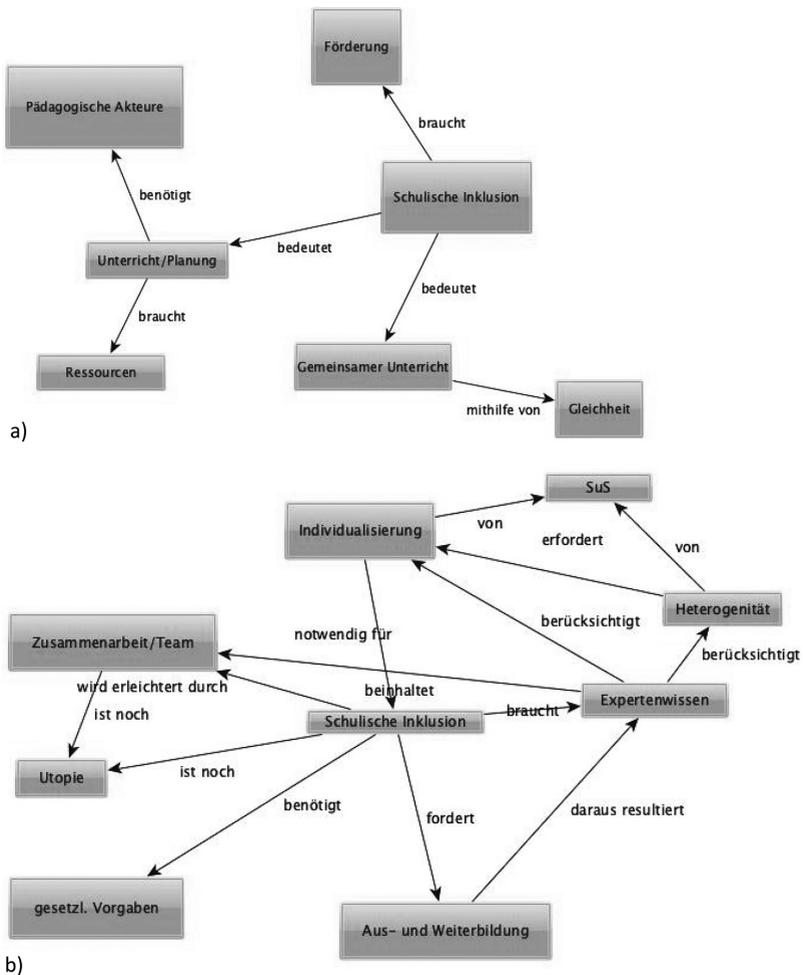
3 Die Analyse von Concept Maps im Projekt *Botanik inklusiv* – Beispiele und Ergebnisse

Bisherige Verwendungen der Methode des *Concept Mappings* beziehen sich hauptsächlich auf die Evaluation von Wissen bei Lernenden im Kontext der Integration neuen Wissens in bestehende Strukturen, also der Messung des Lernzuwachses bei Schülerinnen und Schülern. Ob also die Methode auch geeignet ist, um zu evaluieren, inwieweit vernetztes Wissen bei Lehramtsstudierenden aus verzahnten Lehr-Lern-Angeboten resultiert, muss empirisch noch nachgewiesen werden.

Dieser Versuch wurde in einer Studie, in der der Grad der Wissensintegration und -vernetzung bei Studierenden des Lehramts für die Regelschule und solchen für die Sonderpädagogik vor und nach einer verzahnten Lehr-Lern-Gelegenheit gemessen wurde, unternommen. Die Studie schloss Studierende, die die verzahnte Lehr-Lern-Gelegenheiten besucht haben (Interventionsgruppe), und solche, die sie nicht besucht haben (Kontrollgruppe), mit ein (Details zum Studienkonzept siehe Ritter et al., 2019a). Im Folgenden werden sowohl die Methode des Concept Mapping in dieser Studie als auch ausgewählte Ergebnisse beispielhaft dargestellt.

Die Studierenden in der Studie erhielten eine völlig undirektive Aufgabenstellung, d. h. es waren weder Konzepte noch Verbindungen oder Strukturen vorgegeben. Mit der Fokusfrage „*Was ist schulische Inklusion?*“ sollten die Studierenden ihr subjektives Wissen aus den ihnen relevant erscheinenden Domänen externalisieren. Die Methode des *Concept Mappings* wurde zu Beginn des Seminars erläutert und mit den Studierenden exemplarisch durchgeführt, um die Methodik zu üben. Als Antwortformat wurde aus pragmatischen Gründen die analoge Paper-and-Pencil-Variante gewählt.

Die so entstandenen Concept Maps der Studierenden vor und nach der verzahnten Lehr-Lern-Gelegenheit wurden zunächst strukturell (Analysemethode 1) beurteilt, um explorativ den Effekt des Seminars zu untersuchen. Beispielhaft sind in Abbildung 3 die Concept Maps eines/r Studierenden vor und nach dem Seminar dargestellt. Bei der Beurteilung der Struktur wird deutlich, dass die Konzepte in Map a) weniger sind und zudem unverbunden vorliegen, denn die Struktur besteht aus zwei Kettenformen, die lediglich eine Verbindung zueinander tragen. Map b) weist eine deutliche Netzstruktur auf.



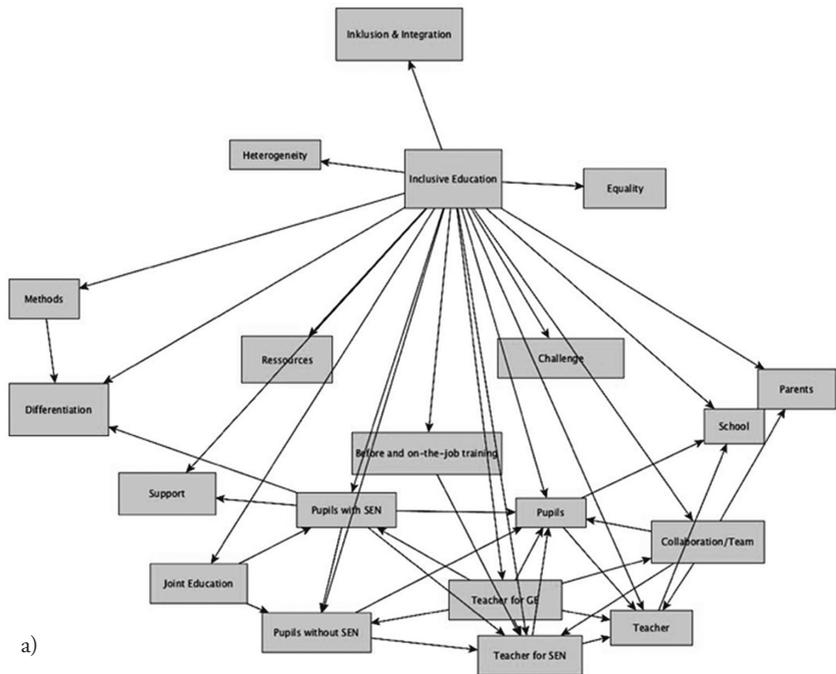
Anmerkung. a) im Prätest und b) im Posttest; (Studierende/r nahm an der verzahnten Lehr-Lern-Gelegenheit teil).

Abb. 3: Concept Map einer/s Studierenden (eigene Darstellung)

Zusätzlich wurden die Concept Maps aus dieser Studie zusammengefasst zu *Concept Landscapes*, sodass je eine gemeinsame *Concept Landscape* für die Interventionsgruppe und die Kontrollgruppe vorlag. Diese *Landscapes* wurden sowohl strukturell als auch graph-theoretisch (Analysemethode 2) ausgewertet. Abbildung 4 zeigt die *Landscapes* der Interventions- und Kontrollgruppe nach der (verzahnten) Lehr-Lern-Gelegenheit.

Landscape a) (Interventionsgruppe) zeigt insgesamt eine höhere Anzahl an Knoten und auch Kanten und damit einen höheren Durchmesser.

Landscape b) (Kontrollgruppe) ist weniger umfangreich und beinhaltet damit weniger Kanten. Insgesamt sind die angegebenen Konzepte aber dichter verknüpft, was durch den Wert der Verknüpfungsdichte deutlich wird.



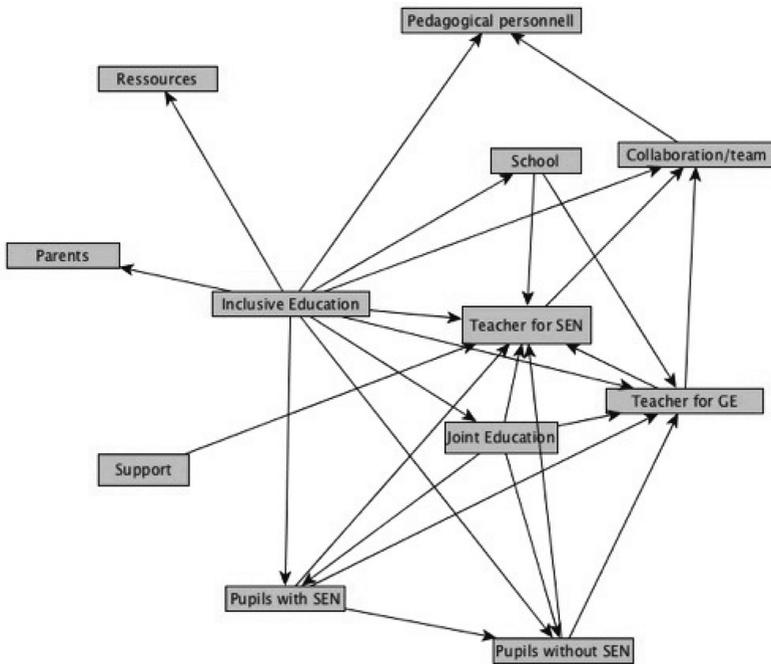


Abbildung. a) Interventionsgruppe (N = 63); b) Kontrollgruppe (N = 34)

Abb. 4: Landscape der Interventionsgruppe und Kontrollgruppe nach der Lehr-Lern-Gelegenheit (nach Ritter et al., 2019c)

Ebenso wurde in der Studie für eine qualitative Bewertung des Wissens und der Überzeugungen eine zusammenfassende, induktive Inhaltsanalyse aus allen Propositionen aller Concept Maps durchgeführt (Analysemethode 3). Diese führte zu einem Kategoriensystem mit sieben Dimensionen und insgesamt 35 Kategorien, das das kollektive Wissen und die kollektiven Überzeugungen der teilnehmenden Studierenden von schulischer Inklusion widerspiegelt. Durch Codierung der Propositionen einzelner Concept Maps in das Kategoriensystem konnten Rückschlüsse über die Beschaffenheit und die Vernetzung von Wissen einzelner bzw. Gruppen von Studierenden gezogen werden (detaillierte Beschreibung siehe Ritter et al., 2019b).

4 Zusammenfassung und Fazit

Die Methode des *Concept Mappings* ist in den letzten Dekaden mehr und mehr in den Fokus der Forschung geraten, gerade weil damit die Struktur von Wissen analysiert werden kann. Obgleich in der Vergangenheit hauptsächlich genutzt als Diagnoseinstrumente von Lernprozessen bei Schülerinnen und Schülern, birgt die Methode auch Potenzial zur Messung von Vernetztheit und Integration neuer Wissens Elemente in bereits bestehende Strukturen. Dies kann beispielsweise in der Lehrkräftebildung genutzt werden, um den Grad der Vernetzung von Wissen aus unterschiedlichen Domänen zu bestimmen.

Als Analysemethoden bieten sich unterschiedliche Möglichkeiten:

- die Analyse der Struktur, die Hinweise auf den Grad der Vernetzung der dargestellten Konzepte untereinander gibt,
- die graph-theoretische Betrachtungen und Berechnung von Parametern, die Auskunft über die Beschaffenheit und die Vernetzungsgrade der Concept Maps geben,
- die inhaltliche Analyse der Propositionen, die ebenfalls Hinweise auf die Zusammensetzung der mentalen Modelle, den inhaltlichen Umfang und die Relationen einzelner Komponenten zueinander geben.

Durch die o.g. Studie konnte empirisch nachgewiesen werden, dass sich Concept Maps dazu eignen, Wissensstrukturen bei Lehramtsstudierenden abzubilden. Es ließ sich zeigen, dass die Studierenden nicht nur neue Wissens Elemente in bestehende Systeme integriert haben, sondern auch die Elemente untereinander in Beziehung setzen konnten und so eine breitere und vernetztere Wissensbasis vorweisen. Durch die Erstellung von *Concept Landscapes* aus den Concept Maps der Studierenden in den beiden Gruppen (Kontrollgruppe und Interventionsgruppe) kann hier davon ausgegangen werden, dass individuelle Faktoren, wie im Angebots-Nutzungs-Modell angesprochen (Hellmann et al., 2021), weitgehend geglättet werden konnten und tatsächlich die Wirkung der verzahnten Lehr-Lern-Gelegenheit gemessen wurde. So erweist sich diese Methode als geeignet, den Grad der Vernetzung zu messen und darzustellen. Gerade die durch die Methode erreichte strukturelle Re-Repräsentation von mentalen Modellen und die daraus resultierende Möglichkeit, die Struktur von Wissen zu analysieren, kann Vorteile gegenüber anderen Methoden zur Messung von vernetztem Wissen beinhalten.

Die Frage, inwieweit die erstellten Concept Maps tatsächlich die internalen mentalen Modelle abbilden, bleibt offen, da sie den benannten Schwierigkeiten des Externalisierungsprozesses unterliegen. Cañas's und Novaks (2012) Wahrnehmung folgend, können Concept Maps mehr die Reflexion des Prozesses und der Bedingungen, unter denen sie entstanden sind, repräsentieren als das tatsächliche mentale Modell. Weitere empirische Untersuchungen sind notwendig, um dies

zu evaluieren sowie weitere verlässliche Methoden zur Darstellung der Wissensstruktur und letztlich zur Messung der Wirksamkeit von Lehrkräftebildung zu entwickeln.

Literatur

- Baumert, J.; Kunter, M. (2006). Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaften* 9(4), 469–520
- Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of educational objectives; the classification of educational goals* (1. Aufl.). Longmans Green.
- Bromme, R. (2014). *Der Lehrer als Experte: Zur Psychologie des professionellen Wissens* (2. Aufl.). Waxmann.
- Cooke, N. J. (1994). Varieties of Knowledge elicitation techniques. *International Journal of Human-Computer Studies*, 41 (6), 801–849. <https://doi.org/10.1006/ijhc.1994.1083>
- Cañas, A. J. & Novak, J. D. (2012). Freedom vs. restriction of content and structure during concept mapping – possibilities and limitations for construction and assessment. In A. J. Cañas, J. D. Novak & J. Vanhear (Eds.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology* (2. Aufl., pp. 247–257).
- de Jong, T. & Ferguson-Hessler, M. G. M. (1996). Types and qualities of knowledge. *Educational Psychologist*, 12(1), 105–113.
- Derbentseva, N., Safayeni, F. & Cañas, A. J. (2007). Concept maps: Experiments on dynamic thinking. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(3), 448–465. <https://doi.org/10.1002/tea.20153>
- Grospietsch, F. & Mayer, J. (2018). Professionalizing Pre-service Biology Teachers' Misconceptions about Learning and the Brain through Conceptual Change. *Education Sciences*, 8(120). <https://doi.org/10.3390/educsci8030120>
- Großschedl, J. (2013). Wissensdiagnose mit Concept Maps in Theorie und Praxis. In M. Wilde, M. Basten, S. Fries, B. Gröben, I. Meyer-Ahrends & C. Kleindienst-Cachay (Hrsg.), *Forschen für den Unterricht – Junge Experten zeigen wie's geht* (1. Aufl., S. 121–142). Schneider.
- Harr, N., Eichler, A. & Renkl, A. (2019). Lehrexpertise – Integration und Förderung von pädagogischem und psychologischem Wissen. In T. Leuders, M. Nückles, S. Mikelskis-Seifert & K. Philipp (Hrsg.), *Pädagogische Professionalität in Mathematik und Naturwissenschaften* (S. 207–235). Springer Fachmedien.
- Hellmann, K., Ziepprecht, K., Baum, M., Glowinski, I., Grospietsch, F., Masanek, N. & Wehner, A. (2021). Kohärenz, Verzahnung und Vernetzung – Ein Angebots-Nutzungs-Modell für die hochschulische Lehrkräftebildung. *Lehrerbildung auf dem Prüfstand*, 14(2), 311–332. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.31237.42725>
- Hoffmann, R. R., Shadbolt, N. R., Burton, A. M. & Andklein, G. (1995). Eliciting knowledge from experts: A methodological analysis. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 62(2), 129–158. <https://doi.org/10.1006/obhd.1995.1039>
- Ifenthaler, D. (2010). Relational, Structural, and Semantic Analysis of Graphical Representations and Concept Maps. *Education Teach Research*, 58, 81–87. <https://doi.org/10.1007/s11423-008-9087-4>
- Kinchin, I. M., Hay, D. B. & Adams, A. (2000). How a qualitative approach to concept map analysis can be used to aid learning by illustrating patterns of conceptual development. *Educational Research*, 42(1), 43–57. <https://doi.org/10.1080/001318800363908>
- Masanek, N. & Doll, J. (2020). Vernetzung Ja, aber ohne Fachwissenschaft? Zur Nutzung fachlichen, fachdidaktischen und pädagogischen Wissens durch Lehramtsstudierende im Bachelorstudium. *Didaktik Deutsch: Halbjahresschrift für die Didaktik der deutschen Sprache und Literatur*, 48, 36–54. <https://doi.org/10.25656/01:21675>
- Michel, A. & Fuchs, I. (2021). Concept Maps als Werkzeug für die Lehrer*innenbildung im Bereich Sprachbildung. *Potsdamer Zentrum für empirische Inklusionsforschung (ZEIF)*, 01. <https://www.uni-potsdam.de/de/inklusion/zeif/fachportal>

- Mühling, A. (2014). *Investigating Knowledge Structures in Computer Science Education*. (Publikations Nr. 1190967) [Dissertation, Technische Universität München]. Link zum Archiv: <https://mediatum.ub.tum.de/?id=1190967>
- Mühling, A. (2017). Concept Landscapes: Aggregating Concept Maps for Analysis. *Journal of Educational Data Mining*, 9(2). <https://doi.org/10.5281/zenodo.3554717>
- Neuweg, G.H. (2014). Das Wissen der Wissensvermittler: Problemstellungen, Befunde und Perspektiven der Forschung zum Lehrerwissen. In E. Terhart, H. Bennewitz & M. Rothland (Hrsg.), *Handbuch zur Forschung zum Lehrerberuf* (S. 583–614). Waxmann.
- Novak, J.D. (2010). *Learning, Creating, and Using Knowledge: Concept Maps as Facilitative Tools in Schools and Corporations* (2. Aufl.). Routledge.
- Novak, J.D. & Cañas, A.J. (2008). The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use them. Technical Report IHMC CmapTools 2006-0, Rev. 01-2008. Florida Institute for Human and Machine Cognition, 2008.
- Novak, J.D. & Cañas, A.J. (2010). The Universality and Ubiquitousness of Concept Maps. In J. Sánchez, A.J. Cañas & J.D. Novak, (Eds.), *Concept Maps: Making Learning Meaningful*. Proc. of the fourth Int. Conference on Concept Mapping. Universidad de Chile. pp. 1–13
- Novak, J.D. & Musonda, D. (1991). A twelve-year longitudinal study of science concept learning. *American Educational Research Journal*, 28(1), 117–153. <https://doi.org/10.3102/00028312028001117>
- Piaget, J. (1952). *The Origins of Intelligence in Children*. New York, W. W. Norton & Co.
- Renkl, A. (2015). Wissenserwerb. In E. Wild & J. Möller (Eds.), *Pädagogische Psychologie* (2. Aufl., pp. 3–24). Springer.
- Ritter, R., Wehner, A., Lohaus, G. & Krämer, P. (2019a). Inklusionsorientierte Lehrer/innenbildung. Disziplinübergreifendes Seminarkonzept für Studierende der Regelschulpädagogik und der sonderpädagogischen Förderung. *heiEDUCATION Journal*, 4|2019, 9–23
- Ritter, R., Wehner, A., Lohaus, G. & Krämer, P. (2019b). Konzepte von schulischer Inklusion bei Lehramtsstudierenden. In M. Esefeld, K. Müller, P. Hackstein & E. K.B. von Stechow (Hrsg.), *Inklusion im Spannungsfeld von Normalität und Diversität* (S. 83–94). Klinkhardt.
- Ritter, R., Wehner, A., Lohaus, G. & Krämer, P. (2019c). Pre-service Teachers' Beliefs about Inclusive Education before and after Multi- Compared to Mono-professional Co-teaching: An Exploratory Study. *Frontiers in Education* 4|2019, <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/educ.2019.00101/full>
- Ruiz-Primo, M.A. (2004). Examining Concept Maps as an Assessment Tool. In A.J. Cañas, D. Novak & F.M. Gonzales (Eds.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology*, Proceedings of the First International Conference on Concept Mapping, Pamplona, Spain, Sept 14–17, 2004. (1. Aufl., pp. 555–562)
- Ruiz-Primo, M.A. & Shavelson, R.J. (1996). Problems and issues in the use of concept maps in science assessment. *Journal of Research in science Teaching*, 33(6), 569–600. [https://doi.org/10.1002/\(sici\)1098-2736\(199608\)33:6%3c569::aid-tea1%3e3.0.co;2-m](https://doi.org/10.1002/(sici)1098-2736(199608)33:6%3c569::aid-tea1%3e3.0.co;2-m)
- Schellenbach-Zell, J. & Neuhaus, D. (2022). Ein Lehrertandem für das Praxissemester – Chancen, Risiken, Limitationen. *Die Materialwerkstatt* 4(1), 98–115. <https://doi.org/10.11576/dimawe-5885>
- Schilling, Y., Molitor, A.-L., Ritter, R., Schellenbach-Zell, J. Anregung von Wissensvernetzung bei Lehramtsstudierenden mithilfe von Core Practices. In A. Wehner, N. Masanek, K. Hellmann, T. Heinz, F. Grospietsch & I. Glowinski, (Hrsg.): *Vernetzung von Wissen bei Lehramtsstudierenden – Eine Black-Box für die Professionalisierungsforschung*. (S. 104–116) Klinkhardt.
- Stracke, I. (2004). *Einsatz computerbasierter Concept Maps zur Wissensdiagnose in der Chemie*. Waxmann.
- Trumpower, D.L., Sharara, H. & Goldsmith, T.E. (2010). Specificity of Structural Assessment of Knowledge. *The Journal of Technology, Learning, and Assessment*, 8(5). <https://ejournals.bc.edu/index.php/jtla/issue/view/163>

Autorin

Ritter, Rosi, Dr.

Bergische Universität Wuppertal

Arbeits- und Forschungsschwerpunkte: Professionalisierung von angehenden Lehrkräften durch schulpraktische Studien, Professionelle Kooperation und Communities of Practice im schulischen Kontext

rritter@uni-wuppertal.de

ORCID: 0000-0002-6026-2470

Das diesem Artikel zugrundeliegende Vorhaben „Kohärenz in der Lehrerbildung (KoL-Bi)“ wurde im Rahmen der gemeinsamen „Qualitätsoffensive Lehrerbildung“ von Bund und Ländern mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01JA1507 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei der Autorin.