Wissen zu Nachhaltigkeit und Verständnis für komplexe Zusammenhänge

eine Concept-Mapping-Studie

Björn Rohles & Susanne Backes

1. Einleitung und Zielsetzung

Komplexe Themen der Nachhaltigkeit stellen Lernende und Lehrkräfte an Schulen und Universitäten vor große Herausforderungen: Wie können komplexe Zusammenhänge in einer sinnvollen, angemessenen, gut lesbaren Form dargestellt, erlernt und bewertet werden? *Concept Maps* sind ein Verfahren, genau dies zu veranschaulichen (Novak & Gowin, 1984). Es handelt sich um Netze aus Begriffen und Verbindungen. Begriffe werden „Konzepte" genannt und meist in Formen dargestellt. Bei Verbindungen spricht man typischerweise von „Links" und stellt sie als Pfeile (oft mit Beschriftungen) dar. Sinneinheiten aus Konzepten und Links werden „Propositionen" genannt und sind mit Sätzen in Texten vergleichbar (Ruiz-Primo & Shavelson, 1996). Auf diese Weise stellen Concept Maps die Zusammenhänge in einem Thema in visueller und strukturierter Form dar.

Dieser Artikel zeigt, wie Concept Maps für ein Thema aus dem Bereich Nachhaltigkeit zur Analyse von Wissen eingesetzt werden können und welche Rolle digitale Tools dabei spielen. Dazu haben wir eine Studie mit 55 Jugendlichen in vier Sekundarschulklassen in Luxemburg (*Enseignement secondaire classique* und *général*) sowie einer Gruppe von 16 Studierenden an der Universität Luxemburg durchgeführt.

1.1. Forschungsfragen

Die Forschungsfragen waren: 1) Wie wichtig ist das Thema Nachhaltigkeit den Luxemburger SchülerInnen

Infokasten:

Concept Maps wurden in den 1970er Jahren von einem Team um Joseph D. Novak in den USA entwickelt. Sie verfolgten das Ziel, durch ihre strukturierte Vorgehensweise das „Lernen zu lernen" und Zusammenhänge explizit darstellen zu können.

Concept Maps werden heute weltweit über alle Fächer hinweg und für verschiedene Zwecke eingesetzt – sowohl für Lehre und Lernen, als auch für das Prüfen komplexer Wissensstrukturen (Shavelson et al., 2005). Zum Erlernen wichtiger Kompetenzen des 21. Jahrhundert, wie kritisches Denken, Problemlösekompetenzen und systemisches Denken, werden Concept Maps daher als ein vielversprechendes Instrument angesehen (Cox et al., 2019). Aus diesem Grund widmet sich die Forschung auch der Entwicklung von digitalen Concept-Mapping-Tools, die ein größtmögliches positives Nutzererlebnis ermöglichen sollen (Rohles et al., 2019).

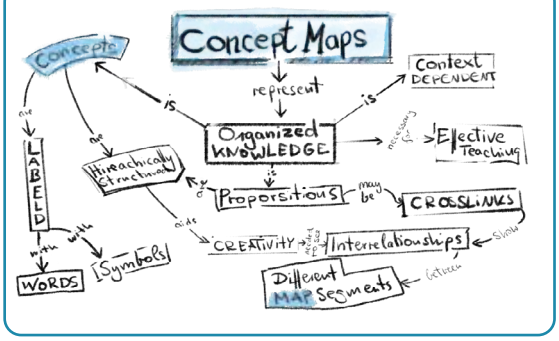
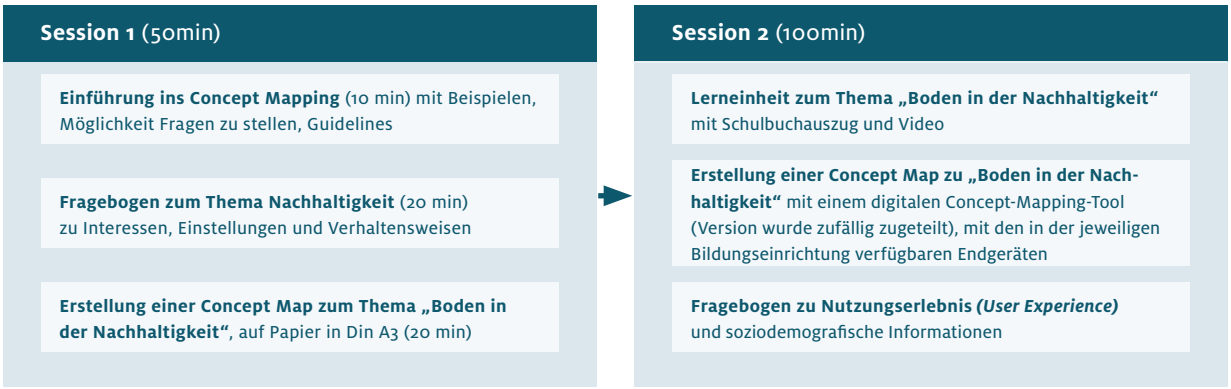


Abb. 1: **Studienablauf**



Teilnehmende:
55 Jugendliche in Schulen
(28 weiblich, 26 männlich; Durchschnittsalter: 17 Jahre)
16 Universitätsstudierende
(8 weiblich, 8 männlich; Durchschnittsalter: 23 Jahre)

sowie den Studierenden? 2) Wie lassen sich Zusammenhänge zwischen verschiedenen (z. B. sozialen und wirtschaftlichen) Aspekten in diesem komplexen Themengebiet mit Hilfe von Concept Maps analysieren? Und 3) welche Rolle kann ein digitales Tool bei diesen Aufgaben spielen, wenn es in einen schulischen oder universitären Lernalltag eingeführt wird?

1.2. Methode

Die Studie fand von Dezember 2019 bis Mai 2020 unter möglichst realen Bedingungen statt: Die Probanden nahmen im Rahmen ihres Unterrichts freiwillig mit den vor Ort gegebenen digitalen Geräten teil. Der Studienablauf ist Abbildung 1 zu entnehmen. Die Teilnehmenden erhielten in Sitzung 1 zunächst eine generelle Einführung in die Methode Concept Maps und beantworteten Fragen zu ihren Interessen und Verhaltensweisen in Bezug auf Nachhaltigkeit.[1] Hiernach erstellten sie ihre erste eigene Concept Map zu dem Thema Boden und Nachhaltigkeit auf Papier. In Sitzung 2 erhielten sie dann einen Schulbuch-Auszug und ein Video zum Thema „Boden in der Nachhaltigkeit – ist Boden eine existenzielle Ressource?“[2]. Anschließend erschufen sie eine Concept Map zu diesem Thema mithilfe eines digitalen Tools, das momentan an der Universität Luxemburg entwickelt wird als Basis für die Entwicklung eines neuen Tools für OASYS (weitere Informationen zur luxemburgischen Testplattform OASYS in Fischbach, Greiff et al. in diesem Band). Zum Schluss der Sitzung haben die Teilnehmenden einen Fragebogen zu ihrem Nutzungserlebnis ausgefüllt. Im Folgenden werden die Ergebnisse der Befragung aus Sitzung 1 (zur Beantwortung von Forschungsfrage 1), die digital erstellten Concept Maps (Forschungsfrage 2) sowie der Fragebogen zum Nutzungserlebnis (Forschungsfrage 3) dargestellt.

2. Resultate

2.1. Nachhaltigkeit aus Sicht der Jugendlichen (Forschungsfrage 1)

Im folgenden Infokasten werden zunächst ausgewählte Ergebnisse aus der Befragung zur Bedeutung von Nachhaltigkeit illustriert, die allen Befragten in gleicher Weise gestellt wurden.[3]

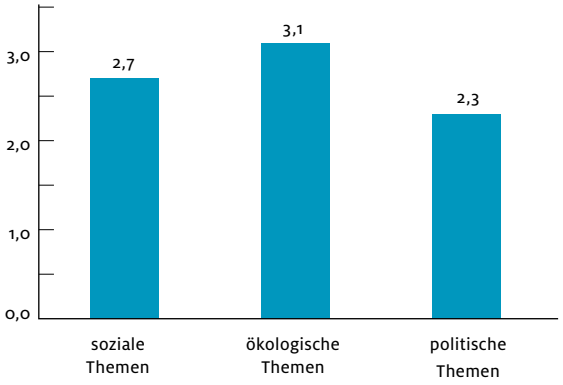
2.2. Concept-Map-Analyse (Forschungsfrage 2)

Die Analyse der Concept Maps, die die Jugendlichen innerhalb der Studie erstellt haben, soll nun Rückschlüsse darüber zulassen, über welchen Wissensstand die Befragten nach der Arbeit mit dem oben beschriebenen Material (Lehrbuchseite und Video zum Thema Boden) verfügen und inwiefern die Befragten dieses Wissen vernetzt darstellen. Wir konzentrieren uns aus Umfangsgründen auf die Ergebnisse auf Basis der 71 digital erstellten Maps (siehe Studiendesign in Abb. 1). Diese wurden mit Hilfe von zwei Entwicklungsversionen (sogenannten „Prototypen“) eines Concept-Mapping-Tools erstellt. Die beiden Prototypen unterschieden sich in den

1: Alle Instruktionen, Fragebögen und Lernmaterialien wurden von einem unabhängigen Experten für Concept Mapping und Geographiedidaktik validiert. Die Instruktionen zur Concept Map folgten gängigen Prinzipien (Strautmane, 2012).

2: Das Thema wurde gewählt, weil es selten medial in Bezug auf Nachhaltigkeit diskutiert wird und überwiegend ab Klassenstufe 12 im Lehrplan verankert und somit weniger thematisches Vorwissen anzunehmen ist.

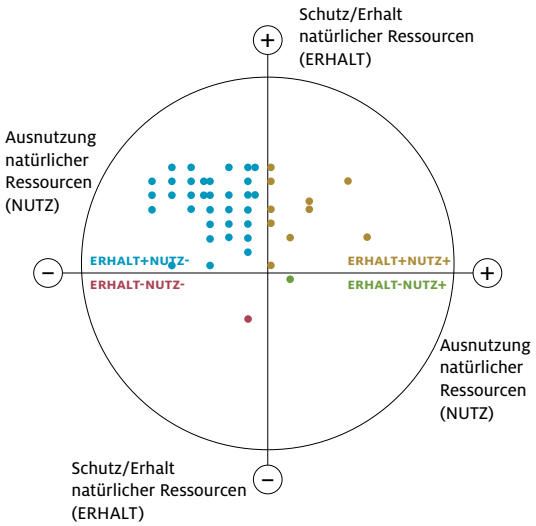
3: Der Fragebogen zu Interessen (angelehnt an Faber & Boll, 2010) enthielt Statements wie „Ich interessiere mich für Umweltprobleme und Umweltschutz“ (Skala von 1, überhaupt nicht, bis 4, sehr viel). Der Fragebogen für Verhaltensweisen enthielt Statements wie „In den letzten vier Wochen habe ich mir regionale Produkte ausgesucht“ (von 1, nie, bis 4, immer). Die Einstellung zur Umwelt wurde mit der 2-MEV-Skala gemessen, die vielfach wissenschaftlich bestätigt wurde (Bogner et al., 2015). Sie arbeitet mit Zustimmungsfragen (von 1, stimmt nicht, bis 4, stimmt). Die Analyse erfolgte mithilfe einer Faktorenanalyse.



Interesse an unterschiedlichen Themengebieten (Mittelwerte)

(z. B. Sport, Musik, digitale Medien, Natur; insgesamt 17 Einzelfragen; Antwortoptionen: 1, überhaupt kein Interesse, bis 4, sehr viel Interesse)

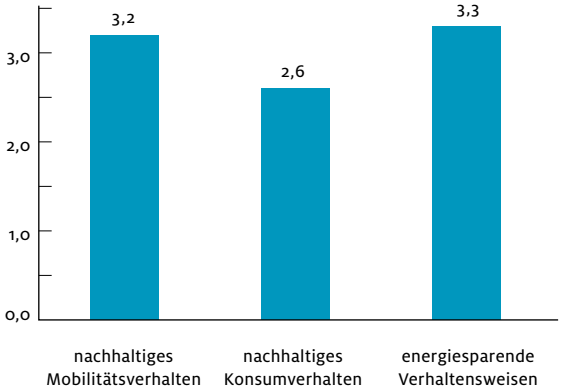
Das Interesse an ökologischen Themen ist relativ hoch. Es folgen soziale Themen und politische Themen. Zum Vergleich: Bei den sonstigen Interessen liegen Naturwissenschaften und Technik (ø 3,0), Sport (ø 3,1) und Musik (ø 3,1) im oberen und Theater & Bücher (ø 2,4) eher im unteren Bereich.



Einstellungen zur Umwelt

(2 MEV-Skala nach Bogner et al., 2015; von 1, stimmt nicht, bis 4, stimmt; insgesamt 9 Fragen in der Analyse)

Das 2 MEV-Modell *(2 main environmental values model)* zur Analyse der Einstellungen zur Natur basiert auf zwei Dimensionen: „Erhalt der Natur“ (z. B. “Der Mensch muss mit der Natur in Einklang leben, um zu überleben”) und „(Aus)Nutzung der Natur“ (z. B. „Um uns alle ernähren zu können, muss Wald in Felder umgewandelt werden”). Aus der Kombination der möglichen Einstellungen werden hier vier Typen erstellt: 81 % der Befragten befinden sich im Quadranten „hoher Erhalt, niedrige Ausnutzung“ (siehe blaue Punkte), was auf eine insgesamt positive Umwelteinstellung hinweist: Diese Befragten geben mittlere bis hohe Umweltschutz-Tendenzen (Mittelwerte zwischen 2,6 und 4) sowie eine eher niedrige Tendenz zur (Aus-)Nutzung der Umwelt an (Mittelwerte zwischen 1 und 2,33). 16 % geben an (siehe gelbe Punkte), dass ihnen der Erhalt der Umwelt wichtig ist, die Umwelt aber auch dem Menschen zu dienen hat. Die im Vergleich zu jüngeren Befragten in anderen Studien generell relativ hohen Werte haben vermutlich mit der Altersgruppe zu tun sowie auch mit der Tatsache, dass die Befragten sich bei der Erstellung mit den Concept Maps mit dem Thema Nachhaltigkeit beschäftigt haben (Halo-Effekt).



Selbst berichtete Verhaltensweisen der Befragten

(von 1, nie, bis 4, immer; insgesamt 11 Fragen)

Insgesamt wurden 11 Fragen zu (nicht) nachhaltigen Verhaltensweisen gruppiert und gemittelt. Energiesparende Verhaltensweisen werden häufig angegeben. Ein nachhaltiges Mobilitätsverhalten wird ähnlich häufig gewählt, während nachhaltiges Konsumverhalten weniger häufig angegeben wird. Die Muster zu Verhaltensweisen und Interessen entsprechen den Mustern, die sich auch schon aus einer Befragung aus dem Jahr 2010 ergaben (Faber & Boll, 2010).*

Quellen für Informationen zum Thema Nachhaltigkeit

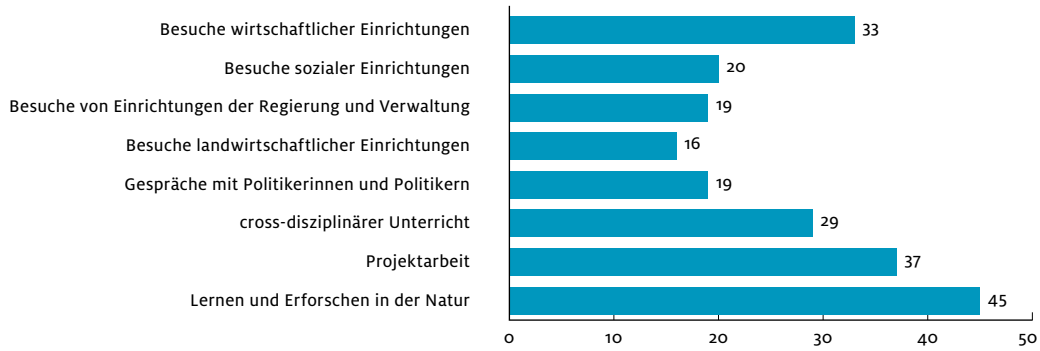
(keine Antwortvorgaben, Mehrfachnennungen möglich)

Die mit Abstand wichtigste Quelle für Informationen zum Thema Nachhaltigkeit ist die Schule (70 %). Es folgen Eltern und Familie mit 32 %, Fernsehen mit 28 %, Freunde mit 24 %, Internet mit 18 %, Dokumentationen mit 10 %, Bücher mit 8 %, Social Media und Nachrichten mit je 7 %, Zeitungen mit 6 %, Serien mit 3 % sowie Demonstrationen und politische Veranstaltungen mit ebenfalls 3 %.

* Da Wissen, Werte und selbst berichtete Verhaltensweisen zu Nachhaltigkeitsthemen nicht automatisch in tatsächlich nachhaltigen Verhaltensweisen resultieren (vgl. z. B. das sog. *attitude-behaviour-gap)*, sollte dem Aspekt der Emotionen zu Nachhaltigkeit in zukünftigen Studien – auch in Luxemburg – größere Aufmerksamkeit geschenkt werden (siehe z. B. das Netzwerk *Environmental and Sustainability Education Research* innerhalb der *European Educational Research Association)*.

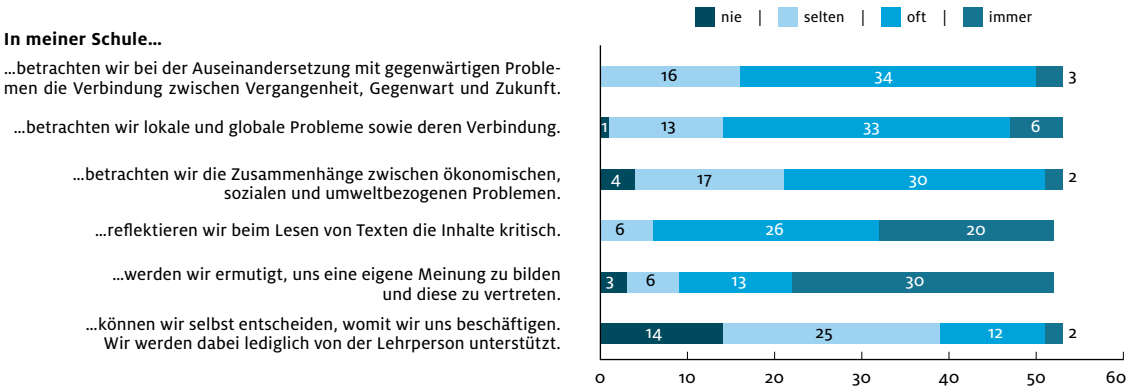
Häufigkeiten von genannten Schulaktivitäten an außerschulischen Lernorten in Prozent

(nur Antworten der Schülerinnen und Schüler, Mehrfachauswahl möglich)



Der größte Anteil der Befragten berichtet von Lerngängen in die Natur, während Besuche von landwirtschaftlichen Betrieben oder sozialen Einrichtungen seltener vorkommen.

Früherer Unterricht in den Schulen der Befragten *(nur Antworten der Schülerinnen und Schüler)*



Es wird vielfach von einem früheren Unterricht berichtet, der zur Reflexion und Meinungsbildung anregte, weniger aber dazu, ökonomische, soziale und umweltbezogene Probleme als zusammenhängende, vernetzte Aspekte wahrzunehmen.

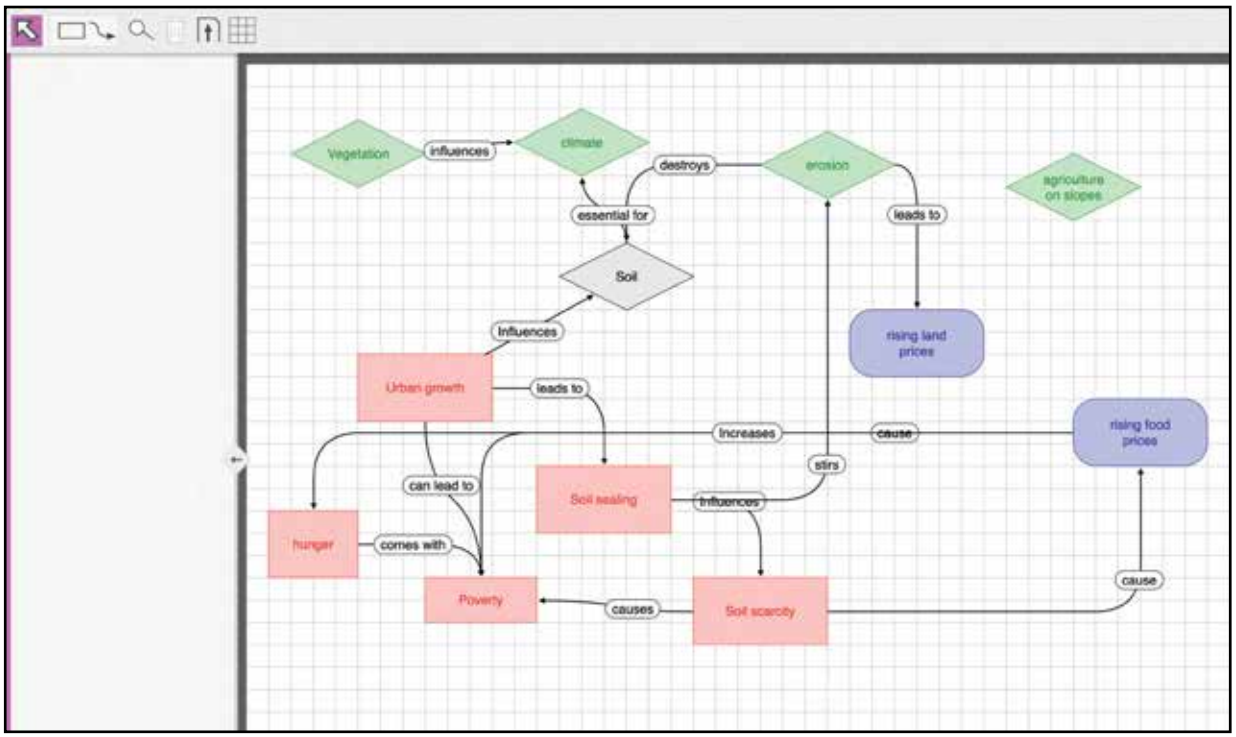
kreativen Ausdrucksmöglichkeiten (z. B. Freihand-Objekte, freie Farb- und Schriftgestaltung) und in einigen weiteren Detailverbesserungen.

Bei der Auswertung orientierten wir uns an einem Bewertungsschema, das Concept Maps auf drei Dimensionen bewertet (Besterfield-Sacre et al., 2004): Umfang (wie komplett die Map das Thema erläutert), Organisation (wie vernetzt die Map das Thema darstellt) und Richtigkeit (inwieweit die Map richtige Aussagen trifft). Für die Studie haben wir die Beschreibungen des Bewertungsschemas an das Thema angepasst und in Form einer Skala mit Punkten von 0 bis 3 vergeben. Zu allen Bewertungsstufen wurden konkrete Kriterien definiert, die erfüllt sein sollten.[4] Alle Concept Maps wurden unabhängig von den beiden AutorInnen bewertet. Anschließend wurden alle Bewertungen diskutiert und ein gemeinsames Urteil getroffen. Abbildung 2 gibt ein Beispiel für eine Concept Map, die nach Durcharbeiten des Materials digital von einem Befragten erstellt wurde. Diese Concept Map wurde wie folgt bewertet: Zwar ist das zentrale Konzept *„Soil“*

weitere Informationen online

4 : Das Bewertungsschema findet sich zur freien Verwendung auf bildungsbericht.lu.

Abb. 2: **Beispiel einer digitalen Concept Map eines Befragten (Tool-Version 1)**



sehr allgemein und die Problematik könnte ausdifferenziert werden, aber es wird durch Farben sinnvoll zwischen ökologischen, wirtschaftlichen und sozialen Faktoren unterschieden und das dargestellte Wissen deckt zahlreiche relevante Aspekte ab, beispielsweise „*soil sealing*", „*agriculture on slopes*" oder „*soil scarcity*" (Umfang: 2,5). Die Map ist sehr vernetzt mit zahlreichen sinnvollen Querverbindungen (Organisation: 3). Schließlich sind die meisten Propositionen sachlich richtig und stellen die Zusammenhänge adäquat dar (Richtigkeit: 2,5).[5]

Die stärkste Dimension bei der Auswertung aller digital erstellten Concept Maps war der Umfang (ø 1,65), gefolgt von Richtigkeit (ø 1,56) und Organisation (ø 1,5). Im Durchschnitt erreichten die Teilnehmenden also ein Niveau, das zwischen grundlegendem und weiterführendem Wissen zum Thema Boden eingeordnet werden kann. Zwischen diesen Ergebnissen und den weiter oben angegebenen nachhaltigkeitsbezogenen Interessen, Einstellungen und Verhaltensweisen der Befragten sind keine Zusammenhänge erkennbar. Allerdings zeigt sich beispielsweise, dass diejenigen Jugendlichen, die von einem fächerübergreifenden Unterricht an ihrer (ehemaligen) Schule berichteten, tendenziell höhere Punktzahlen in der Vernetzung und Organisation ihrer Maps aufweisen. Überraschenderweise geht ein Unterricht, der auf kritische Reflexionen abzielte, mit leicht geringeren Punkten in der Richtigkeit der Maps einher. Hier gilt zu beachten, dass es sich bei dem Thema Boden um ein weniger stark mediales Thema wie z. B. den Klimawandel handelt, sodass die Differenzen in der Beschaffenheit der Maps auch auf nicht untersuchte Faktoren verweisen könnten. Wie erläutert kamen in dieser Studie zwei verschiedene Prototypen eines digitalen Concept-Mapping-Tools zum Einsatz, das derzeit an der Universität Luxemburg entwickelt wird. Auf diese Weise wollten wir messen, wie sich das subjektive Empfinden bei der Arbeit mit digitalen Werkzeugen zur Qualität der Concept Maps verhält. Systematische Unterschiede wurden allerdings nicht zwischen den Prototypen, sondern zwischen den verwendeten Geräten (Computer oder Tablet) gefunden. Aus diesen Ergebnissen leiten sich einige Überle-

5 : Eine Ausnahme ist der obere Bereich, in dem die ökologischen Propositionen ungenau sind, z. B. „*vegetation → influences → climate*", „*soil → essential for → climate*".

gungen in Bezug auf digitale Tools ab, die im folgenden Abschnitt behandelt werden.

2.3. Digitale Tools für Concept Mapping (Forschungsfrage 3)

Prinzipiell können Concept Maps auf Papier, am Whiteboard oder mit Zeichentools erstellt werden. Allerdings haben spezielle digitale Concept-Mapping-Tools große Vorteile. Sie können die Erstellung und Analyse von Concept Maps vereinfachen, weil sie auf die für Concept Maps benötigten Funktionen spezialisiert sind. Außerdem werden Propositionen hier nicht nur visuell, sondern auch logisch miteinander verknüpft – damit lassen sich Bereiche jederzeit neu arrangieren, ohne die Verbindungen zu verlieren, und die Auswertung von Concept Maps kann erleichtert werden. Schließlich haben digitale Tools eine größere Flexibilität: Mithilfe eines digitalen Concept-Mapping-Tools können SchülerInnen ihre Maps zwischenspeichern und neu gewonnenes Wissen ergänzen.

Allerdings können digitale Tools auch die Komplexität des Lernprozesses erhöhen: Sie treten als Medium oder als Schnittstelle *(„Interface")* zwischen die Lernenden und die Darstellung ihrer Wissensbestände. Das bedeutet, dass sie a) die Funktionen und Möglichkeiten bieten müssen, die Lernende für ihre Aufgaben benötigen, und b) den Zugang zu diesen Möglichkeiten so einfach und angenehm wie möglich gestalten müssen, um nicht ihrerseits zu einer Barriere zu werden. Insofern sind digitale Concept Maps keine reinen Abbildungen von Wissensbeständen, sondern werden dadurch beeinflusst, wie vertraut die Lernenden mit einem digitalen Werkzeug sind. Das Ziel einer nutzerzentrierten Gestaltung *(„user-centered design")* ist es daher, digitale Tools mit einem guten Nutzungserlebnis *(„user experience")* zu gestalten. Hierzu wurden zwei unterschiedliche Prototypen entwickelt, innerhalb der Gesamtstudie getestet (vgl. Abb. 1) und als Teil eines nutzerzentrierten Gestaltungsprozesses, in den SchülerInnen und Lehrkräfte immer wieder eingebunden werden, weiterentwickelt.

User Experience wurde in der Studie mit Hilfe eines standardisierten Fragebogens gemessen, dem *„User Experience Questionnaire"* (Laugwitz et al., 2008). Die Analyse der 71 Befragten zeigt ein insgesamt positives Bild der Prototypen; allerdings treten auch große individuelle Unterschiede zutage, insbesondere auf Tablets. SchülerInnen benötigen daher ein digitales Tool, das auf ihre individuellen Bedürfnisse ausgerichtet ist und das sie ausgiebig kennenlernen können. Die Studie deutet außerdem auf Zusammenhänge zwischen *User Experience* und der Qualität der digital erstellten Concept Maps hin, die es näher zu beleuchten gilt. So wurden z. B. Concept Maps identifiziert, bei denen sich Verständnisschwierigkeiten in Bezug auf das Tool erkennbar in geringeren Bewertungen niedergeschlagen haben, während andere Concept Maps durch ein explorativ Ausprobieren der digitalen Möglichkeiten eine höhere Punktzahl erreichten. Zudem zeigen unsere Daten, dass *User Experience* motivierend wirkt: Je besser ein Tool in den Augen der SchülerInnen abschnitt, desto höher war die Wahrscheinlichkeit, es auch nutzen zu wollen.

Aus diesen Erkenntnissen lässt sich ableiten, dass LehrerInnen ein gutes, flexibles Concept-Mapping-Tool auswählen und ihren SchülerInnen detailliert erläutern sollten. Außerdem zeigt sich die Wichtigkeit, die Gestaltung digitaler Werkzeuge systematisch zu erforschen, um ein bestmögliches Nutzungserlebnis schaffen zu können. Der SCRIPT und die Universität Luxemburg arbeiten derzeit gemeinsam daran, ein solches digitales Concept-Mapping-Tool zu entwickeln, die Erkenntnisse in die Entwicklung des Concept Mapping Tools in OASYS einfließen zu lassen und den Luxemburger Schulen zur Verfügung zu stellen.

3. Fazit

Moderne Gesellschaften werden mehr und mehr durch komplexe Themen geprägt. Das stellt das Bildungswesen vor große Herausforderungen: Es wird eine Methode benötigt, um komplexe Wirkungszusammenhänge und vernetztes, systemisches Denken übersichtlich darzustellen und zu hinterfragen. Die vorliegende Studie untersuchte eine derartige Methode zur Analyse von Wissen: das Concept Mapping. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass das Thema Nachhaltigkeit neben Sport und anderen Interessen für die Teilnehmenden durch-

aus bedeutsam ist (Forschungsfrage 1). Concept Maps stellten sich als ein geeignetes Verfahren heraus, um Zusammenhänge zwischen verschiedenen Aspekten in diesem komplexen Themengebiet zu analysieren (Forschungsfrage 2). Schließlich zeigte sich, dass ein digitales Concept-Mapping-Tool bei diesen Aufgaben eine wichtige Rolle spielen kann, weil es die Erstellung und Analyse von Concept Maps vereinfachen kann. Allerdings wurde auch deutlich, dass bei der Gestaltung und Entwicklung von Concept-Mapping-Tools auf ein gutes Nutzungserlebnis *(User Experience)* geachtet werden sollte, da dies den Lernerfolg beeinflussen kann (Forschungsfrage 3).

Literatur

Besterfield-Sacre, M., Gerchak, J., Lyons, M., Shuman, L. J. & Wolfe, H. (2004). Scoring Concept Maps: An Integrated Rubric for Assessing Engineering Education. *Journal of Engineering Education*, *93*(2), 105–115.

Bogner, F. X., Johnson, B., Buxner, S. & Felix, L. (2015). The 2-MEV model: Constancy of adolescent environmental values within an 8-year time frame. *International Journal of Science Education, 37*(12), 1938–1952.

Cox, M., Elen, J., & Steegen, A. (2019). Systems thinking in geography: can high school students do it? *International Research in Geographical and Environmental Education*, 28(1), 37-52.

Faber, T. & Boll, T. (2010). *Nachhaltige Entwicklung aus der Sicht von Jugendlichen. Ergebnisse einer Studie in den Abschlussklassen der Luxemburger Sekundarschulen*. Luxemburg: University of Luxembourg.

Laugwitz, B., Held, T. & Schrepp, M. (2008). Construction and Evaluation of a User Experience Questionnaire. In A. Holzinger (Hrsg.), *HCI and Usability for Education and Work* (S. 63–76). Berlin & Heidelberg: Springer-Verlag.

Novak, J. D. & Gowin, D. B. (1984). *Learning how to learn.* Cambridge: Cambridge University Press.

Rohles, B., Koenig, V., Fischbach, A., & Amadieu, F. (2019). Experience matters: Bridging the gap between experience- and functionality-driven design in technology-enhanced learning. *Interaction Design and Architecture(s) Journal - IxD&A*, *42*, 11–28.

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.

Shavelson, R. J., Ruiz-Primo, M. A., & Wiley, E. W. (2005). Windows into the mind. *Higher Education*, *49*(4), 413–430.

Strautmane, M. (2012). *Concept Map-Based Knowledge Assessment Tasks and their Scoring Criteria: An Overview.* [conference paper] Fifth Int. Conference on Concept Mapping. Concept Maps: Theory, Methodology, Technology, Valletta, Malta.