

Astrid BRINKMANN, Iserlohn

Können Concept Maps eine Hilfe beim Problemlösen sein?

Concept Maps veranschaulichen konzeptuelles Wissen rund um ein Thema in einer graphischen Darstellungsweise. Im Beitrag wird eine Studie vorgestellt, die der Frage nachgegangen ist, ob und inwieweit Concept Maps bei mathematischen Problemlösungsprozessen hilfreich sein können.

1. Concept Maps

Concept Maps [1, 5] sind spezielle Graphen zur Visualisierung der Begriffe (concepts) rund um ein Thema mit ihren Beziehungen untereinander. Entsprechend der Annahme, dass gedächtnismäßig repräsentiertes Wissen hierarchisch strukturiert ist, haben auch Concept Maps eine hierarchische Struktur: Das Thema wird ganz oben aufgeschrieben, darunter werden auf verschiedenen Ebenen Begriffe angeordnet, die in Beziehung zu diesem Thema stehen. Allgemeinere, abstrakte Begriffe werden dabei weiter oben platziert und spezielle, konkrete Begriffe weiter unten angeordnet. Unter die letzte Begriffszeile können zu den hier aufgeführten einzelnen Begriffen jeweils Beispiele angegeben werden. Begriffe verschiedener Ebenen, aber auch derselben Ebene werden mit Linien verbunden, sofern sie in direkter Beziehung zueinander stehen. Auf den Verbindungslinien wird durch verbindende Wörter (linking words) die semantische Interpretation der Relation zwischen den Begriffen verdeutlicht.

Durch ihre Graphenstruktur werden Concept Maps in besonderer Weise dem Netzwerkcharakter mathematischen Wissens gerecht [2; 3, Kapitel 3, 7.2]. Sie können somit zur Visualisierung solchen Wissens dienen, wobei dann die Ecken des Graphen mathematische Objekte repräsentieren und die Kanten Relationen zwischen diesen mathematischen Objekten aufzeigen.

Mathematische Problemlösungsprozesse, die ein verständiges Bewegen in Wissensnetzen erfordern, können nur dann erfolgreich sein, wenn das entsprechende konzeptuelle Wissen vorhanden ist. Ausgehend von dieser unstrittigen Annahme stellt sich die Frage, ob und ggf. inwieweit eine graphische Repräsentation der für einen Problemlösungsprozess benötigten konzeptuellen Wissensbasis, z.B. in Form einer Concept Map, bei diesem Problemlösungsprozess hilfreich sein kann.

2. Untersuchungsdesign

Dieser Frage wurde in einer Untersuchung in 3 Oberstufenkursen (ein Kurs des Jahrgangs 11, ein Grund- und ein Leistungskurs der Jahrgangsstufen 12 bzw. 13) eines Gymnasiums in Nordrhein-Westfalen nachgegangen. Die Kurse wurden jeweils in 2 Gruppen mit vergleichbarer Verteilung mathe-

matischer Leistungsfähigkeit aufgeteilt. Die Aufgaben aus Abb. 1 sollten in Einzelarbeit gelöst werden. Alle Schüler/innen erhielten als Hilfsmaterial Kopien des Erklärungsteils des Kapitels zu Linearen Gleichungssystemen aus den von ihnen in der Mittelstufe hierfür verwendeten Schulbüchern. Die Schüler/innen jeweils einer Gruppe eines jeden Kurses erhielten zusätzlich noch eine Concept Map¹, in der wesentliche konzeptuelle Zusammenhänge aus den Schulbuchdarstellungen graphisch repräsentiert waren.

Die Schüler/innen hatten vorher noch keine Concept Maps oder andere graphische Darstellungen von Wissensnetzen kennen gelernt.² Somit mussten sie die vorgelegten Maps selber erst „lesen“ lernen, bevor sie diese gebrauchen konnten.³ Die Bearbeitungszeit für alle Schüler/innen betrug eine Schulstunde; sie war reichlich bemessen, damit die Schüler/innen ihre Hilfsmaterialien auch nutzen konnten.

Abbildung 1

- 1) Durch die Gleichung $3x + 2y = 7$ wird eine Gerade g beschrieben. Geben Sie die Gleichung einer weiteren Geraden h an, die
 - a) parallel zu g ist,
 - b) g im Punkt $P(1 ; 2)$ schneidet,
 - c) mehr als einen Schnittpunkt mit g hat.
- 2) Die Geraden g und g_2 sind parallel zueinander. Die Gerade h schneidet g im Punkt $P(2 ; 1)$ und die Gerade g_2 im Punkt $Q(0 ; 3)$. Geben Sie Gleichungen an, durch die die drei Geraden beschrieben werden können.

Im Anschluss an die Bearbeitung der gestellten Aufgaben, sollten die Schüler/innen, denen eine Concept Map vorgelegen hatte, folgende Fragen schriftlich beantworten:

War die Concept Map für deine Bearbeitung hilfreich?

Wenn ja, in welcher Hinsicht? Wenn nein, warum?

3. Ergebnisse

In allen 3 beteiligten Kursen waren die Schüler/innen, denen eine Concept Map zur Verfügung gestanden hatte, erfolgreicher bei der Lösung der gestellten Aufgaben als die Schüler/innen der Vergleichsgruppe. Die Unterschiede waren dabei im Leistungskurs am größten, im Grundkurs am geringsten. Am deutlichsten haben sich die Unterschiede bei den Lösungen zur Aufgabe 2 gezeigt; hingegen waren in den Bearbeitungen zur Aufgabe 1a kaum Unterschiede feststellbar.

¹ Die verwendete Concept Map ist hier aus Platzgründen nicht abgebildet; sie ist unter http://www.math-edu.de/Concept_Mapping/CM-LGS.pdf hinterlegt.

² Bislang wurden Concept Maps im Mathematikunterricht äußerst selten eingesetzt.

³ Es bestand leider nicht die Möglichkeit, die Schüler/innen im Vorfeld der Untersuchung mit der Methode des Concept Mapping vertraut zu machen.

Die Antworten auf die Fragen zur Nützlichkeit der Concept Map fielen bei den Schüler/innen des 11. Jahrgangs sowie des Grundkurses einerseits, und denen des Leistungskurses andererseits, unterschiedlich aus. Fast alle Schüler/innen des Jahrgangs 11 sowie des Grundkurses gaben an, die Concept Map als (etwas) verwirrend/unübersichtlich empfunden zu haben. Aus ihrer Sicht wäre es nötig gewesen, sich mit dieser Darstellungsweise vorher eingehend vertraut zu machen. Mehr als die Hälfte der Schüler/innen äußerten dennoch, dass die Concept Map hilfreich für sie gewesen sei. Einige Schüler/innen gaben an, dass mit der vorgelegten Concept Map zu viele Informationen auf einmal gegeben wurden. Eine Schülerin schrieb hierzu: „Vielleicht wäre es hilfreich, wenn man die Informationen in zwei Concept Maps aufspalten würde, so dass man schrittweise vorgehen kann.“

Die Schüler/innen des Leistungskurses hatten keine größeren Schwierigkeiten im „Lesen“ der Concept Map, aber auch hier hätte sich die Hälfte der Schüler/innen eine vorherige Einführung in die Darstellungsweise von Concept Maps gewünscht. Die meisten haben die Concept Map als „gut strukturiert“ empfunden und Vorteile durch die Verwendung der Concept Map gesehen. Lediglich 2 Schüler/innen gaben an, die Concept Map nicht benutzt zu haben, da sie dies „nicht nötig“ hatten.

In jedem der 3 Kurse ist von mehreren Schüler/innen insbesondere die letzte Zeile der Concept Map, in der Zusammenhänge zwischen algebraischen und geometrischen Repräsentationen aufgezeigt waren, als hilfreich herausgestellt worden.

In allen Kursen äußerten jeweils mehrere Schüler/innen, dass Concept Maps „gut als Überblick“ über ein Thema zu verwenden seien, dass sie für eine zusammenfassende Wiederholung und Strukturierung/Ordnung von Lerninhalten sicherlich sehr hilfreich sein könnten, und dass sie sich ein entsprechendes methodisches Vorgehen im Unterricht wünschen würden.

4. Diskussion

Nachteilig für die Untersuchung war erwartungsgemäß, dass die Schüler/innen mit dem Umgang mit Concept Maps noch nicht vertraut waren. Dennoch zeigen die Ergebnisse, dass eine Verwendung von Concept Maps bei Problemlösungsprozessen hilfreich sein kann. Die Schüler/innen des Leistungskurses, denen das „Lesen“ der Concept Map weniger Schwierigkeiten bereitete, hatten größere Vorteile durch die Verwendung der Concept Map (hier zeigten sich die Unterschiede zur Vergleichsgruppe, die keine Concept Map zur Verfügung hatten, am deutlichsten).

Der Komplexitätsgrad der verwendeten Concept Map spielt offenbar eine entscheidende Rolle dafür, wie hilfreich die Concept Map sein kann: Für schwächere Schüler/innen sollten Concept Maps eher weniger Informationen, zu Gunsten einer besseren Übersichtlichkeit, enthalten, um hilfreich zu sein.

Insbesondere eine übersichtliche Darstellung von Modellvernetzungen⁴ zwischen algebraischen und geometrischen Repräsentationen mathematischer Objekte ist von Vorteil, sofern diese, wie im vorliegenden Fall, in den Problemlösungsprozessen benötigt werden.

5. Ausblick, offene Fragen

Concept Maps können in verschiedener Hinsicht als effizientes Unterrichtsmittel eingesetzt werden [4], die vorgestellte Untersuchung zeigt eine weitere mögliche Anwendung auf. Im Hinblick auf eine Verwendung von Concept Maps als Hilfe bei Problemlösungsprozessen benötigt man Concept Maps zu verschiedenen mathematischen Themen mit einem Komplexitätsgrad, der den mathematischen Fähigkeiten der jeweils anwendenden Schüler/innen angepasst ist. In dieser Hinsicht fehlt noch viel Detailarbeit.

Ferner muss noch geklärt werden, ob von den Schüler/innen selbst erstellte Concept Maps als bessere Hilfsmittel dienen könnten. Auch ist fraglich, ob andere graphische Darstellungen von Wissensnetzen nicht vielleicht besser geeignet sind als Concept Maps.

Literatur

- [1] Brinkmann, Astrid. 1999. „Graphische Darstellungen mathematischer Wissensnetze.“ In: Michael Neubrand (Hrsg.). *Beiträge zum Mathematikunterricht 1999*. Hildesheim: Franzbecker, 109-112.
- [2] Brinkmann, Astrid. 2001b. „Mathematical Networks – Conceptual Foundation and Graphical Representation.“ In: Riitta Soro (ed.). *Current State of Research on Mathematical Beliefs X. Proceedings of the MAVI-10 European Workshop in Kristianstad, Sweden, June 2-5, 2001. University of Turku, Department of Teacher Education, Pre-Print nr. 1, 2001*, 7-16.
- [3] Brinkmann, Astrid. 2002. *Über Vernetzungen im Mathematikunterricht - eine Untersuchung zu linearen Gleichungssystemen in der Sekundarstufe I*. Dissertation Universität Duisburg, Institut für Mathematik. September 2002. Duisburger elektronische Texte. URN: duett-09112002-195540. <http://www.ub.uni-duisburg.de/ETD-db/theses/available/duett-09112002-195540/>
- [4] Brinkmann, Astrid. 2003. *Graphical Knowledge Display – Mind Mapping and Concept Mapping as Efficient Tools in Mathematics Education*. In: Pat Perks & Stephanie Prestage (eds.). *Mathematics Education Review. The Journal of Association of Mathematics Education Teachers*. Number 16, April 2003, 39-48.
- [5] Novak; Govin. 1984. *Learning how to learn*. Cambridge University Press.

⁴ Zur Definition von „Modellvernetzungen“ siehe [3, Kapitel 3].