

Abwechslung im Naturwissenschaftsunterricht mit Concept Mapping

Helga Behrendt und Priit Reiska

Was ist Concept Mapping?

Die Übersetzung von Concept Mapping trifft das Wesentliche recht gut: Concept Maps sind "Begriffs-Landkarten", die aus Begriffen eines Themenbereichs bestehen und Verbindungen zwischen den Begriffen aufzeigen. Eine Landkarte kann uns einen groben Überblick der Verkehrswege zwischen Städten geben, und je feiner die Karte ausgearbeitet ist, desto mehr Informationen liefert sie uns bis hin zu Nebenstraßen und Wanderwegen. Concept Mapping ist der Prozess, der zu solchen "Landkarten" führt, etwa die Erstellung eines Netzes mit Papier und Bleistift. Die Definition von Concept Mapping ist insofern unscharf, als weder das genaue Vorgehen noch die spezielle Form des Endprodukts festgelegt ist.

Begriffnetze sind ein Mittel, etwas darüber herauszufinden, welche Beziehungen ein Lernender zwischen Dingen, Ideen und Personen sieht. Mit Begriffnetzen kann erfasst werden, inwieweit Schülerinnen und Schüler in der Lage sind, Zusammenhänge in einem bestimmten Sachgebiet differenziert wiederzugeben.

Die Methode des Concept Mapping ist vor allem im englischsprachigen Ausland entwickelt und weitergeführt worden. In den 70er Jahren entwickelte Novak in den USA das Concept Mapping zunächst als Instrument zur Diagnose von Lernschwierigkeiten und zur Analyse der Begriffsentwicklung bei Kindern. Novak erkannte bald, dass Concept Mapping außerdem sehr gut geeignet ist, sinnvolles Lernen in den Naturwissenschaften zu unterstützen. Es stellte sich heraus, dass diese Methode auch in vielen anderen Fächern mit Erfolg einsetzbar ist.

Die grundlegenden Ideen des Forschungsprogramms von Novak basieren auf der Assimilationstheorie von Ausubel. Wissen wird als ein vernetztes System eng miteinander zusammenhängender Begriffe gesehen. Sinnvolles Lernen führt zu einer größeren Differenzierung der bestehenden kognitiven Struktur des Lernenden. Auswendiggelerntes kann jedoch niemals in ein Wissensnetz eingebaut werden.

In kognitionspsychologischen Ansätzen wird davon ausgegangen, dass deklaratives Wissen - also Wissen von Fakten, Daten, Sachverhalten und Ereignissen - in Form von Propositionen gespeichert ist. Eine Proposition ist eine Aussage, die eindeutig als wahr oder falsch bestimmt werden kann. Sie wird auch als Prädikat bezeichnet, d. h. sie stellt eine Relation zwischen Begriffen dar. Hiervon ausgehend, wird auch im Concept Mapping von Propositionen und Relationen gesprochen.

Die Bedeutung eines Begriffs gerade in der Physik und Chemie - denken wir etwa an Begriffe wie "Masse", "Kraft" oder

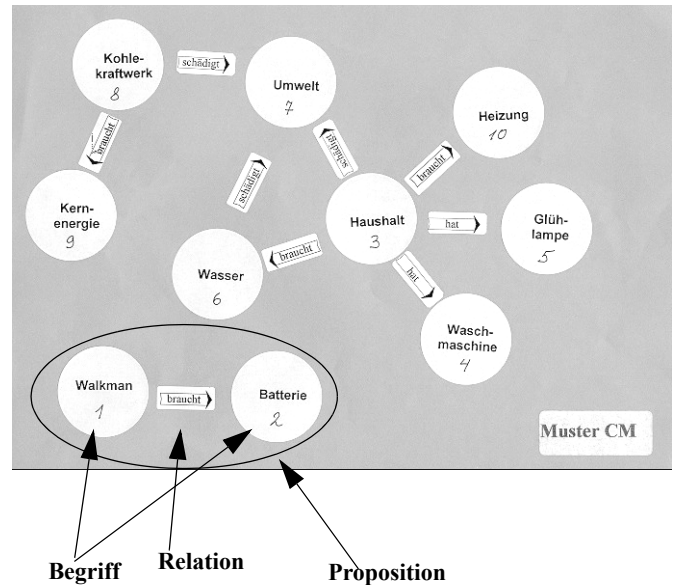


Abb. 1: Eine Proposition ist die kleinste Einheit in einem Begriffnetz

"Atom" - lässt sich in einer Definition oder Umschreibung meist nur unzureichend erfassen. Die Bedeutung eines Begriffs ist vielmehr durch seine Einbettung in das Beziehungsgeflecht innerhalb einer Theorie oder eines Inhaltsbereiches zu erkennen. So kann der schwierige Kraftbegriff nicht isoliert, sondern nur im Rahmen der anderen Begriffe der Newtonschen Theorie verstanden werden. Die Begriffnetze geben also Einblicke in die Bedeutung, die etwa dem Begriff "Kraft" zugeordnet wird. Sie zeigen die Beziehungen zu anderen Begriffen und ergänzen die Definition oder Umschreibung der Schülerinnen und Schüler.

Einsatzmöglichkeiten des Concept Mapping im Unterricht

Concept Mapping hat im Vergleich mit Tests den Vorteil, dass die Schülerinnen und Schüler sich nicht mit der Formulierung und grammatikalischen Richtigkeit von Sätzen abmühen müssen. Sie verknüpfen Begriffe einfach mit Wörtern zu einer Aussage, also fertigen gewissermaßen eine Landkarte ihres Begriffsverständnisses an. Daraus ist zu erkennen, welche Begriffe ein Schüler überhaupt verknüpfen kann, welche Lücken das Netz noch hat und wo es bereits zufrieden stellend entwickelt ist. Es lässt sich schnell erkennen, ob alle Begriffe eines Sachgebiets miteinander verknüpft sind oder ob einzelne Inseln entstanden sind. Aufschlussreich ist auch, welchem Begriff der Lernende eine zentrale Rolle zugewiesen hat oder ob er Fachbegriffe oder eher Alltagsbegriffe verwendet hat.

Helga Behrendt und Priit Reiska, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Erziehungswissenschaftliche Fakultät, Abt. Physik und ihre Didaktik
email: behrendt@uni-kiel.de

Über die Art der Verknüpfungen kann man Verabredungen treffen. Zur quantitativen Erfassung in der Forschung gibt man die Verknüpfungen vor, für den Einsatz in der Schule ist es einfacher, den Schülerinnen und Schülern zu überlassen, wie sie die Verbindungen kennzeichnen.

- Begriffsnetze können an jeder Stelle des Unterrichts eingesetzt werden.

Zu Beginn eines neuen Themas ist es sinnvoll, zunächst das Vorwissen oder die Alltagsvorstellung der Lernenden zu erfahren; das kann im Gespräch, mit einem Test, aber auch mit Concept Mapping geschehen. Die Maps lassen sich zur Kontrolle des erreichten Wissensstandes während der Unterrichtseinheit einsetzen. Schließlich erlauben sie am Ende einer Unterrichtseinheit einen Einblick in die mit Hilfe des Unterrichts geknüpften Wissensnetze.

- Begriffsnetze regen zum Nachdenken über das eigene Wissen an.

Jede Unterrichtsbewertung stellt auch eine Lernsituation dar. Dies scheint im besonderen Maße für die Begriffsnetze zu gelten. Sie regen die Lernenden an, über ihr erreichtes Wissen nachzudenken.

- Begriffsnetze motivieren, über das eigene Wissen zu sprechen.

Besonders effektiv erweist sich Gruppenarbeit, aber auch die Erarbeitung eines Netzes mit der gesamten Klasse, da hierbei die Diskussion über richtige oder falsche Verknüpfungen angeregt wird. In Gruppen können die Jugendlichen ihre Begriffsnetze vorstellen und mit denen ihrer Mitschülerinnen und -schüler vergleichen.

- Begriffsnetze geben der Lehrkraft Hinweise zum Wissensstand.

Wie die Ergebnisse anderer Methoden auch, geben Begriffsnetze der Lehrkraft Hinweise, welches Wissensniveau die Lernenden erreicht haben, wo noch Lücken zu schließen und welche Anregungen für den weiteren Lernprozess nötig sind.

- Begriffsnetze helfen bei der Planung des Unterrichts.

Zur Planung einer Unterrichtseinheit zeichnen sich viele Lehrer die Sachstruktur des neuen Themenbereichs in Form eines Ablaufdiagramms auf, was nichts anderes als eine Art von Begriffsnetz darstellt. Die für den Unterricht wesentlichen Begriffe schreibt man entweder auf Kärtchen oder direkt auf ein Blatt Papier. Die Kärtchen haben den Vorteil, dass sie einfacher zu verschieben sind. Ein solches Verfahren lässt Unstimmigkeiten und Lücken leicht erkennen. So entsteht gewissermaßen ein Begriffsnetz, das als Referenznetz für die von Schülerinnen und Schülern nach dem Unterricht konstruierten Begriffsnetze dienen kann.

- Begriffsnetze lassen sich in allen Klassenstufen einsetzen. Schon Novak geht davon aus, dass auch sechs- und siebenjährige Kinder durch sorgfältigen Unterricht ein angemessenes Verständnis von naturwissenschaftlichen Konzepten erreichen können. Er betont, dass dieses in allen Bereichen der Naturwissenschaft möglich sei. Novak vergleicht die Ergebnisse seiner Untersuchungen mit den Erkenntnissen Piagets und gelangt zu der Meinung, dass jüngere Kinder nicht durch die Entwicklungsstufen - wie Piaget sie aufgestellt hat - in ihren Lernfähigkeiten begrenzt seien, sondern dass die Quantität und Qualität des durch Erfahrung und Instruktion gewonnenen re-

levanten Wissens ausschlaggebend sei. Die Untersuchungen Novaks zeigen, dass auch schon Kinder der Primarstufe in der Lage sind, gut durchdachte Concept Maps zu erstellen und diese anderen zu erklären.

In unseren Erprobungen hat es sich als sinnvoll erwiesen, die geschriebenen Wörter zusätzlich mit Bildchen zu versehen.

Praxis des Concept Mapping

Mittlerweile hat sich eine Vielfalt an Methoden zur Erstellung von Begriffsnetzen entwickelt. Die Lehrkraft kann hier selbst Kreativität entwickeln, um das für ihre Lerngruppe geeignete Verfahren einzusetzen. Es bleibt auch dem Lehrer bzw. der Lehrerin überlassen, ob nur vorgegebene Begriffe verwendet werden sollen oder ob die Schülerinnen und Schüler selbst zum Thema passende Begriffe ergänzen können. Man kann auch nur einen zentralen Begriff, wie beispielsweise "Atom", "Fahrrad" oder "Wasser" in die Mitte stellen und die Schülerinnen und Schüler auffordern, dazu geeignete Begriffe zu ergänzen. Die Relationen zwischen den Begriffen werden in Forschungsprojekten häufig vorgegeben, in der Schule ist es jedoch angebracht, die Relationen selbst zu bestimmen.

Möchte man ein Concept Map mit der gesamten Klasse erarbeiten, so empfiehlt sich die Erstellung mit Kreide an der Wandtafel, mit Kärtchen an einer Pin-Wand oder mit Karten, die auf einem großen Tisch ausgelegt werden. Begriffskarten lassen sich auch mit einem doppelseitig klebenden Band versehen, das gut an der Wandtafel klebt und auch leicht wieder abnehmbar ist. Dies Verfahren bietet sich insbesondere zur Einführung der Handhabung von Begriffsnetzen an.



Abb. 2: Concept Mapping: Schüler legen ein Map mit Kärtchen auf einem Tisch

Die einfachste Konstruktion von Concept Maps in Einzel- oder Gruppenarbeit fängt mit Papier und Bleistift an. Dieses Verfahren erfordert wenig Vorbereitung und ist am preiswertesten. Die Schülerinnen und Schüler erhalten eine Liste mit den Begriffen eines Sachgebietes, schreiben sie auf ein Blatt Papier und überlegen selbst Verknüpfungen.

Aufwendiger für die Lehrkraft ist die Vorbereitung von Kärtchen, die mit Begriffen beschriftet sind. Im Unterricht werden diese auf ein ausreichend großes Blatt Papier gelegt, so lange verschoben, bis sie ein sinnvolles Netz ergeben, und am Schluss festgeklebt. Anstelle von Kärtchen kann man auch kleine gelbe "Merkzettel", wie sie im Handel zu kaufen sind,

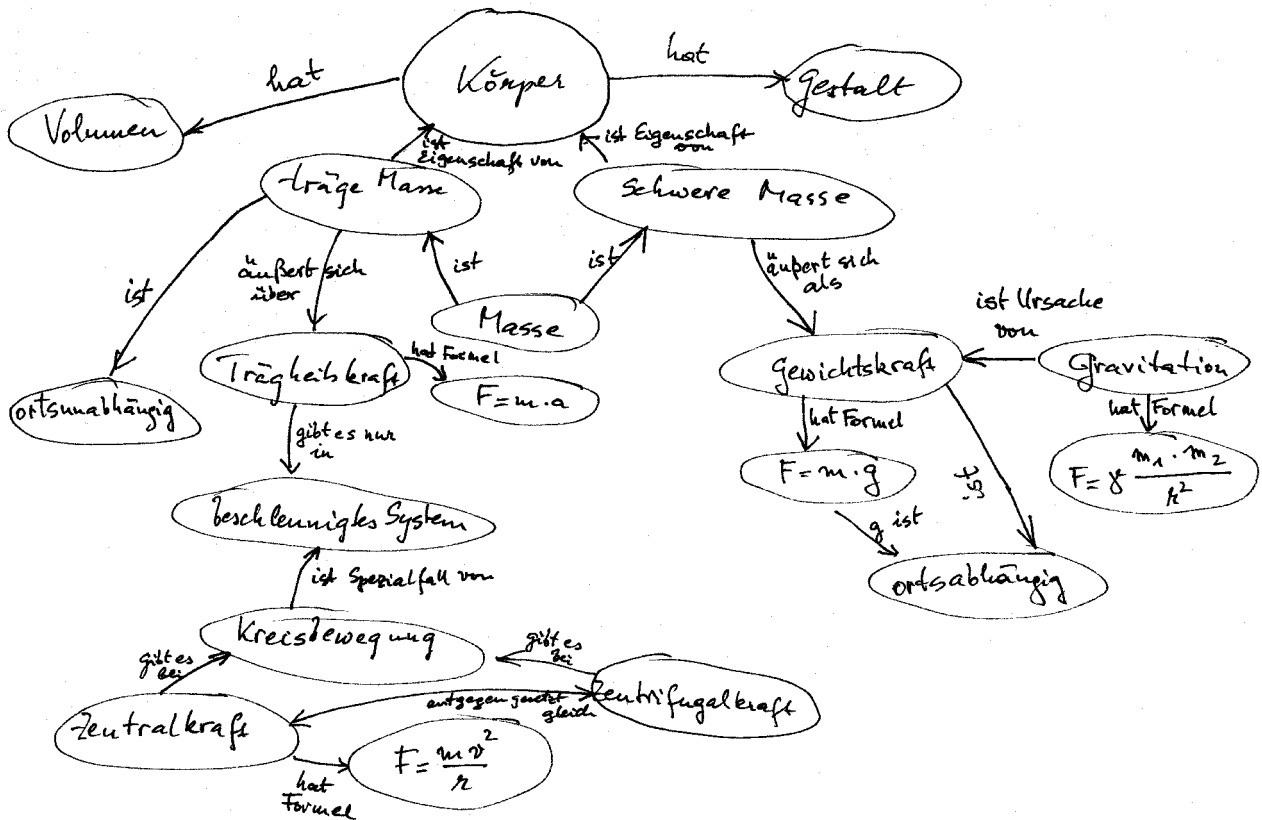


Abb. 3: Concept Mapping mit Papier und Bleistift

verwenden. Sie sind kostengünstig, verrutschen wegen der Klebeschicht nicht so leicht und haben den Vorteil, wieder leicht an einen anderen Platz versetzt werden zu können.

Ein sehr schönes, aber nicht ganz preiswertes Verfahren ist die Verwendung von Etiketten. Etiketten auf DIN A4 Papier gibt es in vielen verschiedenen Größen im Papierwarenhandel. In Computerprogrammen braucht man zum Beschriften nur die Bestellnummer der Etiketten einzugeben, dann werden die Begriffe gleich richtig auf den Etiketten ausgerichtet; es lassen sich danach auf recht einfache Weise beliebig viele Seiten ausdrucken. Zum Aufkleben hat sich am besten farbiges Tonpapier bewährt. Wenn die Etiketten zu Beginn nur leicht auf dem

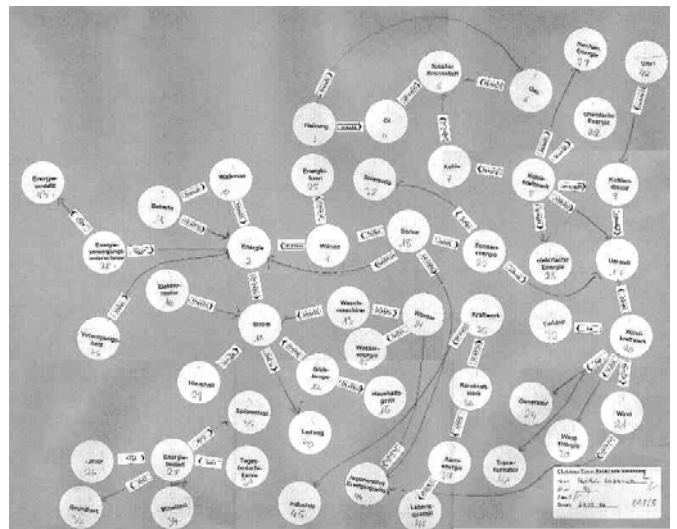


Abb. 5: Concept Mapping mit Etiketten auf Tonpapier

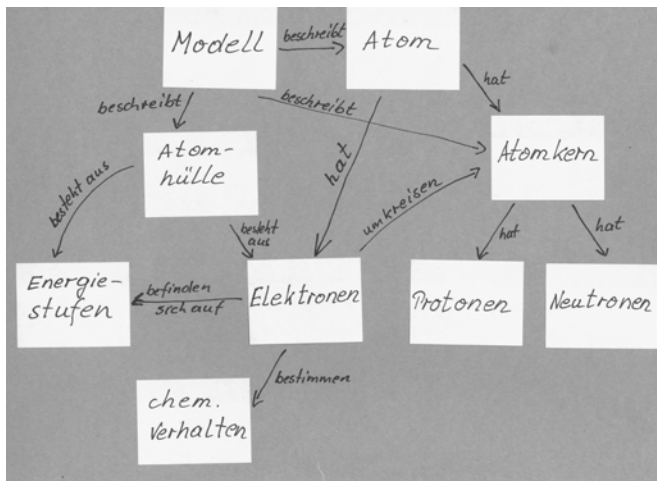


Abb. 4: Concept Map mit "Merkzetteln"

rauen Tonpapier befestigt werden, lassen sie sich wieder abziehen und versetzen.

Die eleganteste und materialsparendste Konstruktion von Netzen geschieht auf dem Computer. Im Rahmen unseres Forschungsprojektes haben wir ein Computerprogramm (Concept Mapping 2000 genannt) entwickelt, mit dem jetzt die Begriffsnetze auf dem Bildschirm konstruiert werden. Zur Zeit erproben wir in Schulen die erste Version dieser neuen Methode. Wir geben 48 Begriffe und 10 Relationen vor, aus denen die Schülerinnen und Schüler Netze zum Themenbereich "elektrische Energie im Haushalt" legen. Die Vorteile dieser Netzer-

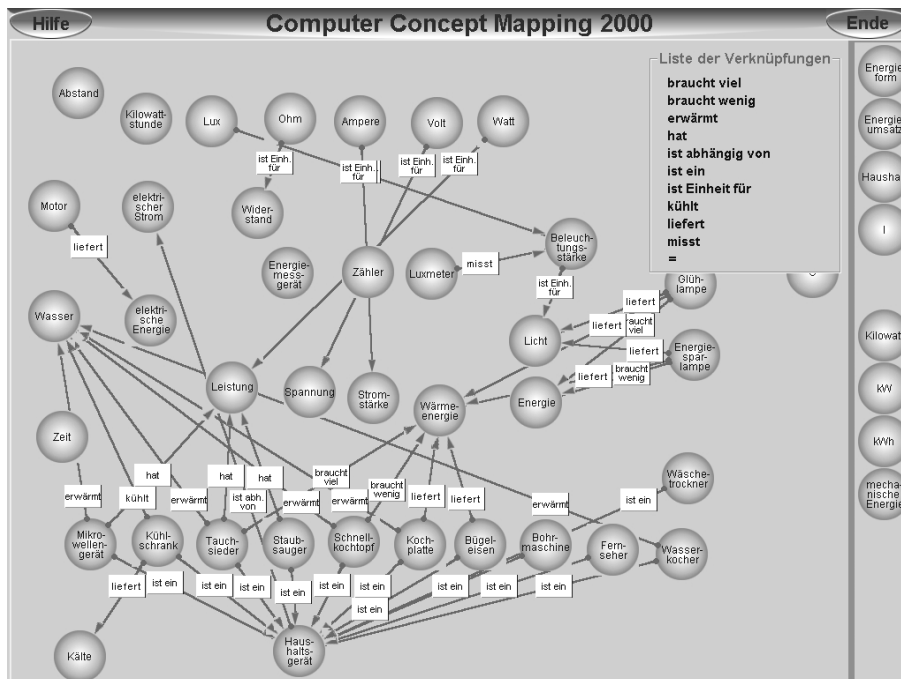


Abb. 6: Konstruktion von Concept Maps auf dem Computerbildschirm

stellung liegen auf der Hand: Es wird kein zusätzliches Material benötigt. Den Schülerinnen und Schülern macht es Spaß, mit dem Computer zu arbeiten. Die Handhabung ist so bedienerfreundlich, dass sie in wenigen Minuten erlernbar ist. Und was für den Lehrer von großem Vorteil ist, das ist die sofortige Auswertung jedes Netzes per "Knopfdruck". Alle Daten eines Netzes werden gespeichert und sind jederzeit wieder abrufbar; das bedeutet auch, dass ein Schüler an einem angefangenen Netz zu einem späteren Zeitpunkt weiter arbeiten kann.

Nach Abschluss der Erprobung beabsichtigen wir, dieses computergestützte Verfahren auch für beliebige andere Themenbereiche zu erweitern.

Bewertung von Begriffsnetzen

Die Auswertung der Begriffsnetze mag zunächst schwierig erscheinen, aber so vielfältig wie die verschiedenen Verfahren sind auch die Bewertungsmöglichkeiten; es kommt ganz darauf an, wozu das Concept Map dienen soll.

Begriffsnetze, die zur Erfassung des Vorwissens oder zum Nachdenken über ein Wissensgebiet dienen, sollten gar nicht bewertet werden. Sie geben dem Schüler oder der Lehrkraft lediglich Hinweise über den Wissensstand. Dies trifft auch für die in Gruppen oder mit der gesamten Klasse erarbeiteten Maps zu. Besonders aufschlussreich gestaltet sich die Diskussion über falsche oder nicht eindeutig verständliche Propositionen; sie motivieren, über das Thema zu sprechen, ohne dass sich der Schüler gleich bloßgestellt fühlt.

Möchte man das Concept Mapping zur Kontrolle des erreichten Wissensstandes etwa gleichbedeutend mit einem Test einsetzen, so ist es erforderlich, Kriterien zur Notenfindung selbst vorzugeben. So kann man beispielsweise für neu gefundene Begriffe einen Punkt geben oder einfach alle gelegten Begriffe zählen. Die Relationen zwischen den Begriffen lassen sich je nach Schwierigkeitsgrad mit einem oder mehreren Punkten belegen. Für falsche Verknüpfungen kann wieder ein Punkt

abgezogen werden. Um den Zeitaufwand für die Auswertung in einem angemessenen Rahmen zu belassen, sollte die Anzahl von zehn vorgegebenen Begriffen nicht überschritten werden. Bei größeren Netzen kann die Auswertung nur noch mit Computerprogrammen bewältigt werden, wie wir sie in unseren Forschungsprojekten entwickelt haben.

In dem oben beschriebenen "Concept Mapping 2000" ist die Auswertung eines Begriffnetzes von uns bereits programmiert. In die Bewertung geht die Anzahl aller Begriffe und aller Propositionen, die Vernetzung und die fachliche Richtigkeit der Propositionen ein. Die Richtigkeit wird nach einer sechsstufigen Skala bewertet. Beispielsweise wird eine Proposition aus der Alltagswelt, wie "Kühlschrank ist ein Haushaltsgerät", geringer bewertet als etwa "Lux ist die Einheit für Beleuchtungsstärke". Mit Hilfe dieses Programms kann nicht nur ein einzelnes

Netz, sondern können gleichzeitig die Netze der gesamten Klasse in einer Punkteskala ausgewiesen werden. Diese Skala wird wie bei jedem Test nach Belieben in die Notenskala umgewandelt.

Mit diesem Bericht möchten wir einige Anregungen für den Einsatz von Concept Mapping anbieten. Der Phantasie der Lehrerinnen und Lehrer bei der Gestaltung von Begriffsnetzen sind keine Grenzen gesetzt. Wir möchten Sie, liebe Leserinnen und Leser ermutigen, diese noch ungewohnte Methode im Unterricht einmal zu erproben und damit vielleicht auch etwas Abwechslung in Ihren Unterrichtsalltag zu bringen.

Literatur

- Behrendt, H., Dahncke, H., Reiska, P.: *Einsatz und computergestützte Auswertung von Concept Maps mit modalen Netzen und Bereichsdiagrammen*. In: Fischler, H., Peuckert, J. (Hrsg.): *Concept Mapping in fachdidaktischen Forschungsprojekten der Physik und Chemie*. Berlin: Logos Verlag 2000
- Behrendt, H., Häussler, P., Reger, H.: *Concept Mapping. Schülerinnen und Schüler legen ihre eigenen Begriffsnetze*. NiU/Physik, Heft 38, 1997
- Novak, J., D.: *Concept Mapping: A Useful Tool for Science Education*. In: *Journal of Research in Science Teaching*
- Peuckert, J.: *Concept Mapping - Lernen wir unsere Schüler kennen! Teil 1 Grundlagen des Concept Mapping*. In: *Praxis in der Schule* 36 (1999) 1
- Peuckert, J., Rothenhagen, A., Sylvester, U.: *Concept Mapping - Lernen wir unsere Schüler kennen! Teil 2 Diagnose von Wissensentwicklungen mittels Concept Mapping; ein Bericht aus der Praxis*. In: *Praxis in der Schule* 37 (1999) 2