

## **Concept Maps als Methode zur Erfassung des Wissenschaftsverständnisses im Sachunterricht?**

*Christina Haberfellner*

Der folgende Beitrag widmet sich der Erfassung des Wissenschaftsverständnisses im Sachunterricht in der Altersgruppe der Zehnjährigen. Im Zentrum steht die Frage, inwieweit es möglich ist, das Wissenschaftsverständnis von Grundschulkindern mithilfe von Concept Maps zu erheben. Das erkenntnisleitende Interesse liegt in der Suche nach alternativen Erhebungsmethoden in Ergänzung zu etablierten Verfahren wie dem Nature of Science Interview (Carey et al. 1989) oder der Flugzeugaufgabe (Bullock/ Ziegler 1999). Im Beitrag werden Ergebnisse einer ersten Pilotierung von Concept Maps auf struktureller Ebene dargestellt. Darüber hinaus erfolgen Einblicke in die Entwicklung eines Kategorienschemas, um auch Aussagen hinsichtlich des inhaltlichen Gehaltes der Concept Maps zu ermöglichen. Die Analysen zeigen, dass die Kinder nahezu immer Eins-zu-Eins Zuordnungen verwenden, Fachbegriffe sehr selten nutzen aber zentrale Begriffe des Erkenntniszirkels von mehr als der Hälfte der Kinder eingesetzt werden. Die inhaltliche Analyse der Relationsbeschriftungen verdeutlicht eine geringe Differenziertheit.

### **1. Wissenschaftsverständnis im Sachunterricht**

Wissenschaftsverständnis als Teil naturwissenschaftlicher Grundbildung (*scientific literacy*; Prenzel/ Geiser/ Langeheine/ Lobemeier 2003) bezeichnet nach Grygier (2008, S. 57) „das Verständnis von Aspekten der Wissenschaftsphilosophie und entspricht im Wesentlichen der Redewendung ‚learning about the nature of science‘“. Es erschöpft sich also weder im Kennen naturwissenschaftlicher Inhalte noch im Wissen über die naturwissenschaftlichen Methoden oder Prozesse, sondern vielmehr ist ein Verständnis über den Zusammenhang zwischen den Inhalten und den Prozessen, die diese Inhalte generieren, gefordert. Wie Neumann/ Kremer (2013, S. 210) zusammenfassen, hat sich Wissenschaftsverständnis (*nature of science*) in den letzten Jahrzehnten „zu einem zentralen Thema der internationalen naturwissenschaftsdidaktischen Forschung mit vorwiegend anglo-amerikanischer Tradition entwickelt“, da es um die Frage geht, was Naturwissenschaft als wissenschaftliche Disziplin ausmacht. Im Detail

kennzeichnen erkenntnistheoretische, wissenschaftstheoretische sowie wissenschaftsethische Aspekte den Begriff des Wissenschaftsverständnisses. Erkenntnistheorie und Wissenschaftstheorie sind eng miteinander verbunden und versuchen zu klären, „wie Menschen zu ihrem Wissen über die Welt kommen“ (Grygier a.a.O., S. 57). Im Zentrum der Wissenschaftstheorie steht der Erkenntniszirkel, der den Weg wissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung auf einfache Weise beschreibt. Er besteht aus fünf zyklisch angeordneten Elementen, welche beginnend beim Stellen von Fragen über das Aufstellen von wissenschaftlichen Vermutungen (Hypothesen) hin zum wissenschaftlichen Versuch (Experiment) und zum Ergebnis bzw. der daraus abzuleitenden Schlussfolgerung führen (Grygier a.a.O.).

Die Komplexität des Themenbereichs wirft die Frage auf, ob Wissenschaftsverständnis schon in der Grundschule behandelt werden kann und welche Anknüpfungspunkte an den Sachunterricht gegeben sind.

Im Allgemeinen bestehen einige Argumente, warum Wissenschaftsverständnis im Schulkontext (resp. Sachunterricht) eine Rolle spielt. So wird beispielsweise argumentiert, dass ein Verständnis über die Natur der Naturwissenschaften erforderlich ist, um technische Prozesse und Objekte im täglichen Leben handhaben (pragmatisches Argument), gesellschaftlich-naturwissenschaftliche Probleme verstehen (demokratisches Argument), die Naturwissenschaften als ein wesentliches Element der gegenwärtigen Kultur schätzen (kulturelles Argument) und erfolgreiches Lernen naturwissenschaftlicher Inhalte unterstützen zu können (kognitionspsychologisches Argument) (vgl. Driver 1996, Grygier a.a.O., Osborne et al. 2003, Sodian et al. 2006). Das Lernen über die Natur der Naturwissenschaften kann außerdem dabei helfen, ein Bewusstsein für die in der Wissenschaftsethik angesprochenen moralischen, allgemeingültigen Verpflichtungen der naturwissenschaftlichen Gemeinschaft zu erhalten. Das für den Sachunterricht besonders relevante kognitionspsychologische Argument und somit das Lernen naturwissenschaftlicher Inhalte beginnt schon im frühen Kindesalter, da die Kinder hier bereits Erfahrungen mit naturwissenschaftlichen Phänomenen sammeln, entsprechende Erklärungen erhalten und dadurch Alltagsvorstellungen entwickeln. Bereits in der Grundschule sollten diese Alltagsvorstellungen aufgegriffen oder, wenn nötig, korrigiert werden. Auch ist das Interesse an naturwissenschaftlichen Zusammenhängen schon im Vorschulalter vorhanden und ein großes Interesse an Experimenten in dieser Altersgruppe wahrnehmbar (Lück 2004).

Dennoch sind nicht alle von Osborne et al. (a.a.O.) angeführten Aspekte zum Wissenschaftsverständnis als grundschulrelevant einzuschätzen. So wurde in einer Studie zum Wissenschaftsverständnis von Grundschüler/innen im Sachunterricht Grygier (a.a.O., S. 62-64) beispielsweise folgende Auswahl an Aspekten berücksichtigt:

- naturwissenschaftliches Wissen hat, obwohl es beständig ist, einen vorläufigen Charakter;
- naturwissenschaftliches Wissen beruht stark (jedoch nicht ausschließlich) auf Beobachtung, experimentellen Belegen, rationalen Argumenten und Skepsis;
- Naturwissenschaft ist ein Versuch, natürliche Phänomene zu erklären;
- über neues Wissen muss klar und offen berichtet werden;
- Wissenschaftler/innen benötigen sorgfältige Aufzeichnungen, gegenseitige Begutachtung und Reproduzierbarkeit der Ergebnisse.

In Österreich wird die Idee einer naturwissenschaftlichen Grundbildung im Volksschullehrplan (BMBF 2011) nicht explizit erwähnt, einzelne Aspekte einer *scientific literacy* sind im Lehrplanteil zum Sachunterricht zu finden. Der österreichische Volksschullehrplan steht also nicht direkt im Widerspruch zur Idee der *scientific literacy*; auch die Bedeutung selbständigen Experimentierens, Forschens und Entdeckens wird betont. Dennoch werden wichtige Eigenschaften des wissenschaftlichen Arbeitens nicht erwähnt. Unter fachspezifischen Arbeitsweisen nennt der Lehrplan ausschließlich naturwissenschaftliche Arbeitstechniken wie Messen, Beobachten, Experimentieren. Entscheidende Merkmale der wissenschaftlichen Arbeitsweise wie Fragestellungen formulieren, Hypothesen erstellen, Beweise für eine vertretbare Schlussfolgerung sammeln usw. werden jedoch nicht genannt. Dem Prozess des naturwissenschaftlichen Wissenserwerbs (hypothetisch-deduktiv) wird im Lehrplan keine Bedeutung zugemessen.

## 2. Fragestellung

In bisherigen Studien (Grygier a.a.O.) wird das Wissenschaftsverständnis oft mit dem Nature of Science Interview (Carey et al. a.a.O., Thoermer/ Sodian 2002) oder der sogenannten Flugzeugaufgabe (Bullock/ Ziegler a.a.O.) erfasst. Das leitfadengestützte Nature of Science Interview besteht aus Fragen zu den Bereichen (1) Wissenschaft allgemein, (2) Fragen stellen, (3) Experimente, (4) Hypothese, (5) Theorie, (6) Evidenz und (7) Ziele. Es ist als Einzelinterview konzipiert und verlangt demnach einen entsprechenden Zeit- und Personalaufwand in

der Durchführung und Auswertung. Auch die Flugzeugaufgabe zur Prüfung der Fähigkeit zur Variablenkontrolle wird im Grundschulkontext (Grygier a.a.O.) meist als Einzeltestsituation durchgeführt. Vor diesem Hintergrund liegt das erkenntnisleitende Interesse dieser Studie in der Suche nach einer alternativen, als Gruppentestung durchführbaren Erhebungsmethode, wie beispielsweise Concept Maps, in Ergänzung zu etablierten Verfahren, wie dem Nature-of-Science Interview. Als erster Schritt soll der Blick jedoch nur auf die Auswertung der Concept Maps gelenkt werden. Im Zentrum steht demnach die Frage, inwieweit es möglich ist das Wissenschaftsverständnis von Grundschulkindern mithilfe von Concept Maps zu erheben. Folgende Fragestellungen wurden formuliert:

- Sind Concept Maps ein geeignetes Verfahren, das Wissenschaftsverständnis zu erheben?
- Eignen sich Concept Maps, um Hinweise auf die Ausprägung des Wissenschaftsverständnisses bei den Kindern zu geben?

Die beiden Fragestellungen werden durch eine strukturelle und inhaltliche Analyse der Concept Maps (siehe Kapitel 3.1 und 3.2) beantwortet. Daraus ableitend werden erste Problemfelder in Bezug auf die Methode Concept Mapping aufgezeigt und diskutiert, um in Kapitel 4 zu einer ersten Beurteilung hinsichtlich der Eignung dieses Verfahrens zu kommen.

### **3. Methodisches Vorgehen**

Die für die Analyse verwendeten Concept Maps stammen aus der Studie „NOSKids“ (Haberfellner 2016). Im Rahmen der ersten Pilotierung wurde das Wissenschaftsverständnis der Schüler/innen einer vierten Grundschulklasse mit zwei unterschiedlichen Zugängen erhoben. Alle Schüler/innen (n=22; 10 Jungen, 12 Mädchen) erstellten ein Concept Map (Novak/ Gowin 1984) und standen für das Nature of Science Interview (Carey et al. a.a.O.) zur Verfügung. Bevor jedoch in weiterer Folge die konvergente Validierung dieser beiden Verfahren, als Hauptziel der Studie „NOSKids“, betrachtet wird, erfolgt zunächst im Rahmen dieses Beitrages eine generelle Einschätzung im Hinblick auf die Methode Concept Mapping zur Erfassung des Wissenschaftsverständnisses von Zehnjährigen.

Concept Maps im Allgemeinen bieten eine Möglichkeit, die Wissensstrukturen der Schüler/innen sichtbar zu machen, d.h. ihre Vorstellungen und Konzepte zu erfassen (Haugwitz/ Sandmann 2009, Stracke 2004). Ausubel (1968) geht hier-

bei davon aus, dass „Wissen“ in unserem Gedächtnis in Form semantischer Netzwerke gespeichert ist. Diese Netzwerke bestehen aus Begriffen (Konzepten), die durch sinnstiftende Verknüpfungen (Relationen) verbunden sind. Wenn neues Wissen erworben wird, werden bestehende Strukturen aufgebrochen und neue Relationen gebildet (*conceptual change*; Duit 2003). Man versucht durch Concept Maps einen Zugang zu Wissen einer Person über einen Gegenstandsbereich zu erhalten, indem diese alle ihr wichtig scheinenden Begriffe und Relationen in einer netzartigen Struktur darstellt und die Relationen entsprechend ihrer semantischen Bedeutung beschriftet. Die individuelle Auswahl der Begriffe hängt allerdings von deren Wichtigkeit und Salienz ab, was dazu führt, dass ein Concept Map niemals die vollständige Beschreibung einer kognitiven Struktur liefern kann. Dennoch bietet diese Art der Erfassung eine Alternative zur aufwändigen Erfassung mittels halbstrukturierter Interviews, kann diese allerdings nicht in allen Aspekten ersetzen. So deuten einige Studien darauf hin, dass die Methode des Concept Mapping teilweise andere Aspekte von komplexen kognitiven Strukturen zu Tage bringt, als dies im halbstrukturierten Interview (Schecker/ Klieme 2000) der Fall ist.

Im Rahmen der vorliegenden Studie erstellten die Kinder ein kontextfreies Map mit vorgegebenen Begrifflichkeiten. Hierzu wurden im Vorfeld die Lehrpersonen der Klasse befragt, welche Begrifflichkeiten im Zusammenhang mit dem Forschen bzw. Experimentieren im Unterricht in der Klasse verwendet werden. Diese Begriffe und die zentralen Begriffe aus dem Nature of Science Interview (Carey et al. a.a.O.) bilden die Grundlage für die Concept Maps. Das gewählte Vorgehen schränkt zwar die Freiheiten in der Gestaltung der Maps ein, aber ermöglicht vergleichbarere Ergebnisse (Günther 2006, S. 120) als dies bei völlig freier Gestaltung zu erwarten wäre. Außerdem sollten die Kinder darin unterstützt werden, die Komplexität des Themenbereichs abbildbar zu machen.

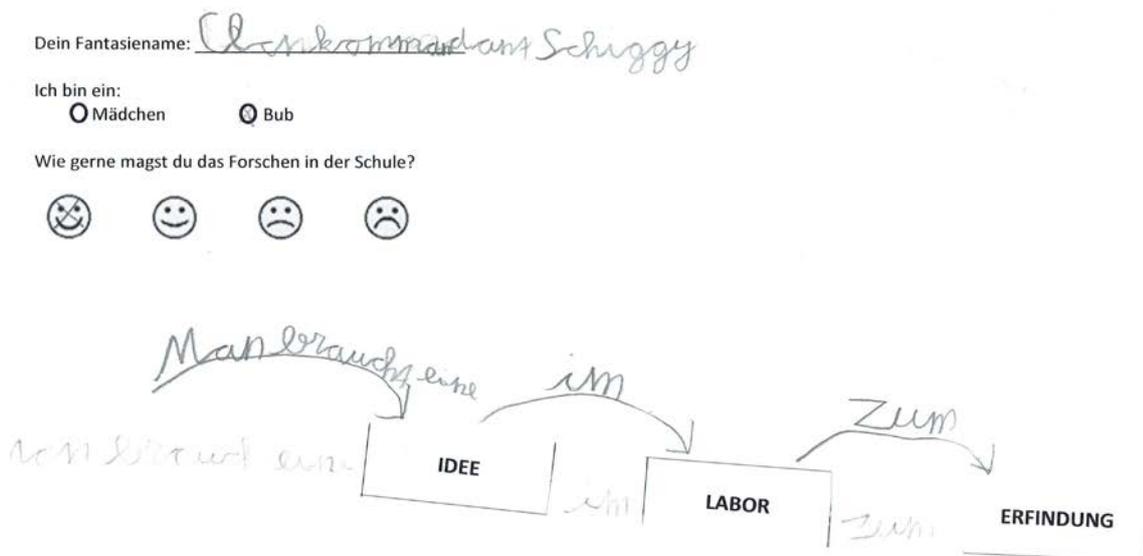
Die Concept Maps werden hinsichtlich einzelner Strukturkomponenten (strukturelle Analyse) und hinsichtlich einer allgemeinen Einschätzung der Qualität (inhaltliche Analyse) betrachtet (Günther a.a.O.). In einem ersten Schritt wird die strukturelle Analyse dargestellt und anschließend erfolgt ein Blick auf die inhaltliche Analyse und die Entwicklung des Kodierschemas für die Concept Maps.

### 3.1 Strukturelle Analyse der Concept Maps

Wie einleitend erwähnt, wurden den Kindern insgesamt 28 Begriffe vorgegeben, aus denen sie ihr Concept Map erstellen sollten. Die handlungsleitenden Fragen waren:

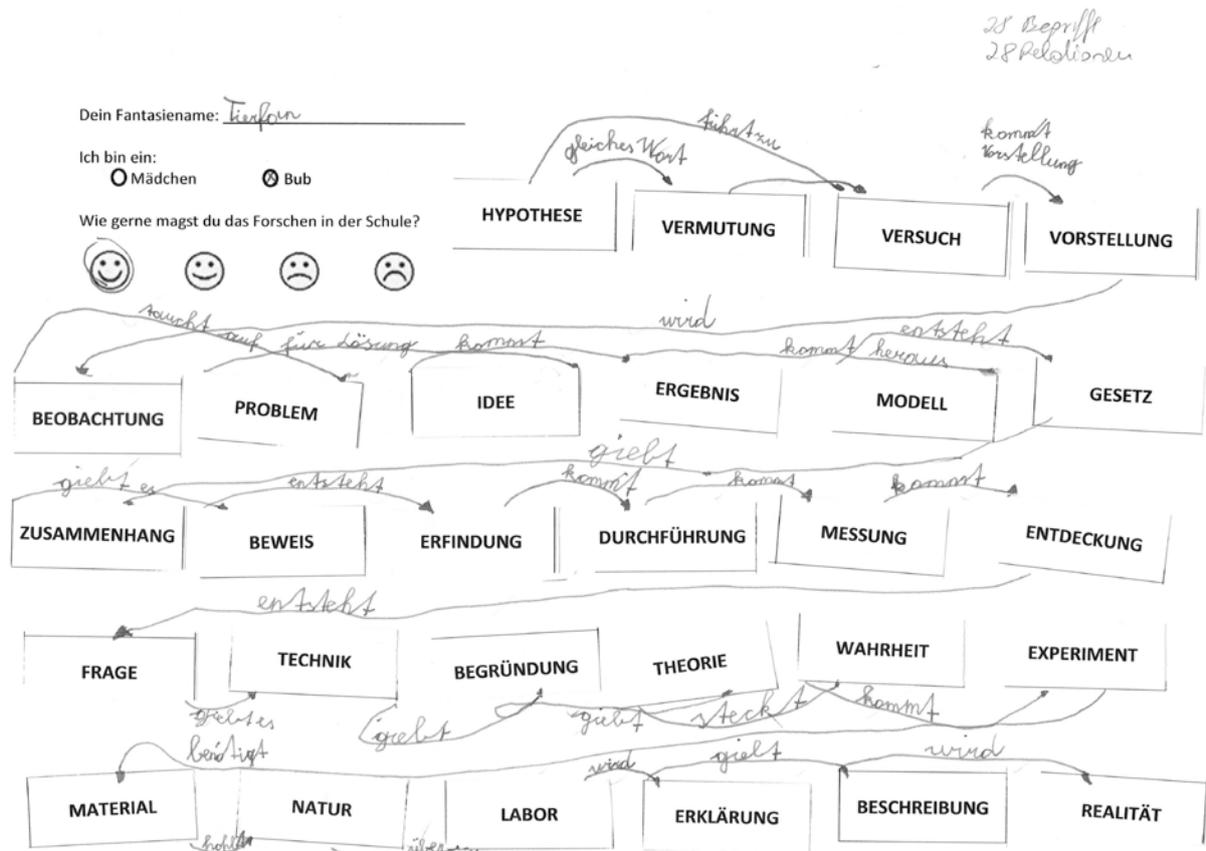
- Wie funktioniert Forschung?
- Wie arbeiten Wissenschaftler?

Den Kindern wurde explizit gesagt, dass es keine richtige und keine falsche Lösung gibt und sie einfach das abbilden sollten, was ihre Meinung am besten widerspiegelt. Auch die Anzahl der verwendeten Begriffe spielte keine Rolle, sie sollten die für sie wichtigen Begriffe auswählen. Insgesamt waren alle Kinder nach rund 30 Minuten fertig. Rückblickend war die Auswahl der Begriffe unproblematisch, jedoch bereitete die Beschriftung der Pfeile Schwierigkeiten. In den Abbildungen 1 und 2 sind beispielhaft zwei sehr unterschiedliche Concept Maps der Kinder dargestellt.



**Abb. 1: Concept Map Cloncommander Schiggy**

Wie aus Abbildung 1 abzulesen, besteht das Concept Map von „Cloncommander Schiggy“ aus drei Begriffen und zwei Relationen. Der erste Pfeil kann nicht als gerichtete Relation im Sinne des Concept Maps bezeichnet werden, da der Ausgangspunkt fehlt.



**Abb. 2: Concept Map Tierfan**

In Abbildung 2 ist das Concept Map von „Tierfan“ dargestellt. Er verwendet als Einziger alle 28 Begriffe und verbindet diese mit 28 Relationen. Somit sind die Anzahl der Begriffe und Relationen in beiden Concept Maps sehr unterschiedlich. Die Komplexität der Verknüpfung unterscheidet sich jedoch kaum, da es nahezu immer eine Eins-zu-Eins-Zuordnung gibt. In diesen beiden Maps kommen keine komplexeren Verknüpfungen vor.

Analysiert man alle 22 Maps, werden im Durchschnitt sieben Begriffe und sieben Relationen verwendet. Die Anzahl der verwendeten Begriffe variiert zwischen drei und 28, die Anzahl der verwendeten Relationen zwischen 2 und 28. Die acht Begriffe, die in den Individualmaps am häufigsten verknüpft wurden sind:

- Labor
- Versuch
- Idee
- Ergebnis
- Experiment
- Entdeckung

- Beobachtung
- Erfindung

Die ersten vier Begriffe (Labor, Versuch, Idee, Ergebnis) werden hierbei von mehr als 50% der Kinder verwendet.

Betrachtet man klassische Fachbegriffe aus der Wissenschaft zeigt sich folgendes Bild. Der Begriff „Theorie“ wird von vier Kindern verwendet, einmal gehört die Theorie zur Entdeckung (allgemein, nicht erkennbar an welcher Stelle des Prozesses), zweimal wurde das Kärtchen am Beginn des Prozesses (jedenfalls vor Begriffen wie Labor oder Messung) verwendet und einmal zwischen zwei Experimenten eingebettet. Den Begriff „Hypothese“ verwendet ein Kind. Der Begriff „Vermutung“ wird von fünf Kindern eingesetzt, der Begriff „Idee“ schon von 11 Kindern. Es zeigt sich daher, dass die Verwendung korrekter Fachbegriffe für die Kinder dieser Altersgruppe keine Selbstverständlichkeit ist. Umgangssprachliche Begrifflichkeiten wie „Vermutung“ oder „Idee“ werden deutlich öfter verwendet. Der Begriff „Beweis“ wurde von 6 Kindern (27%) genannt. Diese Kinder sehen den Beweis als Resultat von Beobachtung an, er folgt nach dem Ergebnis, ein Versuch wird zum Beweis oder die Vorstellung hat durch eine Messung den Beweis bekommen.

Bezüglich der Komplexität der Concept Maps zeigt sich, dass es bei allen Schüler/innen meist Eins-zu-Eins-Zuordnungen gibt, was sich im durchschnittlichen Linkage-Wert von 0,93 widerspiegelt. Zwei Kinder haben entgegen der Instruktion je einen eigenen Begriff (Forschen bzw. Lupe) in ihr Map integriert. Bei ihnen steigt der Linkage-Wert auf 1,57 (Tinkabell) bzw. 1,60 (Mal) was auch die beiden höchsten Werte in dieser Kategorie repräsentiert.

### 3.2 Inhaltliche Analyse der Concept Maps

Die rein strukturelle Analyse quantitativer Kennwerte in Bezug auf die Concept Maps ist nicht ausreichend, um einen umfassenden Eindruck im Hinblick auf die Qualität zu erhalten (Ley 2014). Um auch die inhaltliche Güte quantifizieren zu können und Hinweise zu erhalten, ob sich Ausprägungen des Wissenschaftsverständnisses der Kinder abbilden lassen (Fragestellung b), wurde für diese Analyse zunächst ein Kodierschema entwickelt, welches auf die Concept Maps dieser Altersgruppe anwendbar ist. Im folgenden Abschnitt werden das Kodierschema vorgestellt und die Kodierung der beiden Concept Maps aus Abschnitt 3.1 beispielhaft angeführt.

### *3.1.1 Entwicklung des Kodierschemas*

Basierend auf der Analyse eines bestehenden Kodierschemas für Erwachsene (Günther a.a.O.), wurden aus der Literatur bzw. aus der Sichtung der Concept Maps einige Kategorien identifiziert, welche die Basis für das Kodierschema der Grundschüler/innen bilden. Im Rahmen der Entwicklung wurde eine Erstversion zunächst auf einige Concept Maps angewandt und dann verfeinert, um zu einer endgültigen Version für diese Erhebung zu kommen.

Die nachfolgend angegebene Tabelle 1 fasst die fünf verbleibenden Kategorien, deren Ausprägungen und die dazugehörigen Literaturquellen zusammen. Die erste Kategorie bezieht sich auf die Verwendung von Fachbegriffen. Es wird erfasst, ob wissenschaftliche Kernbegriffe wie Theorie, Hypothese, Modell oder Gesetz von den Kindern verwendet werden. Da neben den Fachbegriffen auch die entsprechenden Alltagsbegriffe vorkommen, wird zusätzlich erfasst, ob ein Kind im Concept Map Begriffspaare bzw. Analogien erkennt und diese kenntlich macht.

Die zweite Kategorie bezieht sich auf den tentativen Charakter von Forschung (Grygier a.a.O., S. 62-63). Hier stehen der Begriff „Beweis“ und seine (Nicht-) Verwendung im Zentrum der Analyse. Die dritte Kategorie bezieht sich auf den Erkenntniszirkel als Kernelement der Wissenschaftstheorie. Er spannt den Bogen beginnend mit dem Stellen einer Frage, über das Aufstellen einer Hypothese bzw. Vermutung und dem Durchführen eines wissenschaftlichen Versuchs bzw. Experiments hin zum Ergebnis bzw. zur Schlussfolgerung und zurück zum Ausgangspunkt der Frage. Wie Grygier (a.a.O.) darstellt, kann dieser schon in der Grundschule gut thematisiert werden. Dies betrifft den zyklischen Charakter von Forschung (Günther a.a.O.). Es wird erfasst, ob es eine explizite Schleife zum Beginn des Prozesses gibt oder ob der zyklische Charakter zumindest implizit erkennbar ist. Der vierte Bereich thematisiert die Rolle von Beobachtung, experimentellen Belegen, Argumenten und Skepsis im Forschungsprozess (Grygier a.a.O., S. 63-64). Es soll herausgefunden werden, ob die Kinder die Begriffe Entdeckung, Erfindung, Beobachtung oder Beschreibung verwenden und ob sie zusätzlich die Begriffe Erklärung oder Begründung einsetzen. Die letzte Kategorie widmet sich den beschrifteten Relationen. Hier wird eine Gesamteinschätzung vorgenommen, ob die Relationen inhaltlich sinnvoll und differenziert beschrieben worden sind.

Tabelle 1: Kodierschema der Concept Maps

Kategorie	nicht vorhanden	teilweise bzw. in Ansätzen vorhanden	vollständig abgedeckt
<b>Verwendung von Fachbegriffen</b>	Es werden keine Fachbegriffe verwendet.	Ein oder zwei Fachbegriffe („Theorie“, „Hypothese“, „Modell“ oder „Gesetz“) werden verwendet.	Drei bzw. vier der Fachbegriffe („Theorie“, „Hypothese“, „Modell“ oder „Gesetz“) werden verwendet ODER/UND Begriffspaare/Analogien werden erkannt und kenntlich gemacht.
<b>Gedanke des tentativen Charakters von Forschung ist inkludiert (Grygier a.a.O., S. 62-63)</b>	Das Ergebnis führt direkt zum Beweis oder zur Wahrheit.	Das Ergebnis führt NICHT direkt zum Beweis oder zur Wahrheit.	Es erfolgt ein explizites Ansprechen des vorläufigen Charakters von Forschung in den Beschriftungen der Relationen.
<b>Zyklischer Charakter von Forschung ist erkennbar (Günther a.a.O.; Grygier a.a.O., S. 58-61)</b>	Der Erkenntniszirkel bzw. ein Forschungsablauf ist nicht erkennbar.	Einzelne Schritte des Erkenntniszirkels sind erkennbar.	Der Erkenntniszirkel ist vollständig abgebildet, d.h. eine explizite Schleife zurück zum Beginn des Prozesses ist vorhanden ODER/UND es ist zumindest implizit erkennbar, dass es mehrere Versuche/ Experimente geben kann.
<b>Rolle von Beobachtung, experimentellen Belegen, Argumenten und Skepsis wird angesprochen (Grygier a.a.O., S. 63-64)</b>	Der Prozess endet mit dem Experiment/ Labor, d.h. es findet sich kein Hinweis auf weiteren Erklärungen, Begründungen.	Im Prozess kommen (vermutlich nach dem Experiment wenn vorhanden) die Begriffe „Entdeckung/ Erfindung“ bzw. „Beobachtung oder Beschreibung“ vor.	Im Prozess kommen die Begriffe „Entdeckung/ Erfindung“ bzw. „Beobachtung oder Beschreibung“ vor, zusätzlich der Begriff „Erklärung“ UND/ ODER der Begriff „Begründung“.
<b>Inhaltliche Beschreibung der Relationen</b>	Die Relationen sind unbeschriftet ODER beginnen bzw. enden nicht bei einem Begriff.	Die vorhandenen Relationen sind mit einfachen Begriffen beschrieben. Diese werden wenig variiert.	Die vorhandenen Relationen sind mit inhaltlich sinnvollen und differenzierten Begrifflichkeiten versehen.

### 3.1.2 Erste Einblicke in die inhaltliche Kodierung

Im folgenden Abschnitt wird die Einordnung im Rahmen der inhaltlichen Kodierung für die zwei in Abbildung 1 und 2 dargestellten Concept Maps exemplarisch erläutert.

Dem Concept Map von *Cloncommander Schiggy* kann nur in den Kategorien 2 (Gedanke des tentativen Charakters von Forschung ist inkludiert) und 5 (inhaltliche Beschreibung der Relationen) eine teilweise bzw. in Ansätzen vorhandene Berücksichtigung zugesprochen werden. Das Ergebnis bzw. Resultat des Labors (hier: „Erfindung“) führt nicht direkt zu einem Beweis und die vorhandenen Relationen sind mit einfachen Begriffen beschrieben. Alle anderen Kategorien werden als nicht vorhanden klassifiziert. Das Concept Map von *Tierfan* konnte in allen Kategorien als zumindest teilweise bzw. in Ansätzen vorhanden eingeschätzt werden. So werden die angegebenen Fachbegriffe alle verwendet und am Beginn des Maps findet sich ein Hinweis auf das Begriffspaar Hypothese und Vermutung. *Tierfan* gibt konkret an, dass diese Begriffe „das gleiche Wort“ sind (Kategorie 1, vollständig vorhanden). Das Ergebnis des Experiments ist nicht direkt als Beweis oder Wahrheit gekennzeichnet. Der Aspekt, dass in der Theorie Wahrheit steckt, wird angesprochen (Kategorie 2; teilweise vorhanden). Auch der Erkenntniszirkel ist vollständig erkennbar, da alle hierfür erforderlichen Begriffe in der richtigen Reihenfolge vorkommen. Es bestehen zwar einige Zwischenschritte, allerdings lässt sich der Erkenntniszirkel gut wiedererkennen. Auch wenn es keinen expliziten Pfeil zurück zum Beginn des Prozesses gibt, scheint *Tierfan* davon auszugehen, dass es nach dem am Beginn integrierten Versuch später im Prozess zu einer weiteren Messung bzw. einem Experiment kommt. Dies wird als implizit zyklisches Vorgehen interpretiert (Kategorie 3, vollständig vorhanden). Auch die vierte Kategorie wurde als vollständig vorhanden klassifiziert, da alle geforderten Begriffe im Map vorkommen. Die vorhandenen Relationen sind inhaltlich sinnvoll und differenziert beschrieben, was, insbesondere im Vergleich mit anderen Concept Maps, zur vollständigen Abdeckung von Kategorie fünf führt.

## 4. Zusammenfassung und Resümee

Die bisherigen Ausführungen dienen der Identifikation von Problemfeldern und Herausforderungen im Zusammenhang mit dem Einsatz von Concept Maps zur Erfassung des Wissenschaftsverständnisses. Es wurden die Fragen gestellt, ob

Concept Maps ein geeignetes Verfahren sind, das Wissenschaftsverständnis von Grundschüler/innen zu erheben und ob sich diese eignen, um Hinweise auf die Ausprägung des Wissenschaftsverständnisses bei den Kindern zu geben.

Zusätzlich zur strukturellen Analyse der Concept Maps wurde ein Kodierschema entwickelt, welches zur inhaltlichen Beurteilung der Maps der Kinder herangezogen werden kann. Es umfasst neben der Einbettung von Fachbegriffen und der Beschriftung der Relationen weitere Aspekte, wie den tentativen und zyklischen Charakter von Forschung sowie die Rolle der Beschreibung und Begründung von Forschungsergebnissen. Die erste inhaltliche Analyse der beiden sehr unterschiedlichen Concept Maps dieses Beitrages deutet darauf hin, dass das entwickelte Kodierschema geeignet scheint, diese Unterschiedlichkeit in den Begriffsnetzen auch abzubilden (Fragestellung b), was jedoch noch nicht bedeutet, dass zu diesem Zeitpunkt valide Aussagen hinsichtlich der Differenziertheit des Wissenschaftsverständnisses der Kinder getroffen werden können. Die Ergebnisse der strukturellen Analyse zeigen, dass die Kinder im Durchschnitt sieben Begriffe und Relationen verwenden und dass die für den Forschungsprozess zentralen Schritte Idee, Labor, Versuch und Ergebnis von mehr als der Hälfte der Kinder verwendet werden. Fachbegriffe wie „Theorie“ und „Hypothese“ werden nur von sehr wenigen Kindern verwendet. Alltagssprachliche Formulierungen, wie beispielsweise „Vermutung“ oder „Idee“ werden hingegen von deutlich mehr Kindern eingesetzt.

Die Analyse dieser ersten Pilotierung verdeutlicht jedoch auch mögliche Problemfelder im Zusammenhang mit dem Einsatz von Concept Maps (Fragestellung a) auf, die sich insbesondere auf (1) die Verwendung vorgegebener Begriffe und (2) die Beschriftung der Relationen zurückführen lassen. Die Einschränkung auf vorgegebene Begriffe zur Reduktion der Komplexität könnte u.U. dazu geführt haben, dass die Kinder viele Eins-zu-Eins-Beziehungen verwendet haben. Wie in Abschnitt 3.1 dargelegt, führte die Verwendung eines eigenen Begriffes zu einem vergleichsweise leicht höheren Komplexitätswert in zwei Maps. Hier ist zu überlegen, ob man zukünftig trotz der Komplexität des Themenbereichs auch in dieser Altersgruppe ein Concept Map mit freier Begriffswahl versucht, um die Ergebnisse zu vergleichen. Im Rahmen der inhaltlichen Analyse und in informellen Gesprächen während der Erstellung der Concept Maps wurde deutlich, dass die Auswahl der Begriffe für die Kinder kein Problem darstellte. Die Beschriftung der Relationen war jedoch eine große Hürde, was die inhaltliche Interpretierbarkeit der Maps etwas einschränkt. Mögliche Ansatzpunkte diesbe-

züglich könnten in der expliziten Berücksichtigung der Rolle der Sprache bei der Erstellung von Concept Maps, der Integration von Strukturierungshilfen im Hinblick auf die generelle Fähigkeit zur Modellbildung in dieser Altersgruppe oder im Anbieten von intensiveren Trainingsprogrammen in Vorfeld liegen.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Concept Maps zum Wissenschaftsverständnis für die Kinder gut zu erstellen waren. Diese konnten die Aufgabenstellung ohne Hilfe selbstständig ausführen, was für eine grundsätzliche Eignung der Methode Concept Mapping zur Erfassung des Wissenschaftsverständnisses spricht (Fragestellung a). Da jedoch auch erste Problemfelder im Zusammenhang mit der Methode sichtbar wurden, sollte zur weiteren Beurteilung vertiefende Forschung erfolgen. Beispielsweise könnten zur Weiterentwicklung des dargestellten Kodierschemas in einer Folgestudie möglicherweise Erläuterungen der Kinder zu ihren Concept Maps hilfreich sein, um detailliertere Kodierrichtlinien und Ankerbeispiele zu ergänzen und so die unterschiedlichen Ausprägungen des Wissenschaftsverständnisses noch besser erfassen zu können. Ob die Concept Maps auch dazu geeignet sind, ein Einzelinterview, wie das Nature of Science Interview zu ersetzen, werden jedoch erst die weiteren Auswertungen in Bezug auf die konvergente Validität zeigen.

## Literatur

- Ausubel, D.P. (1968): *Educational Psychology: A Cognitive View*. New York.
- BMBF (2011): *Lehrplan der Volksschule, Siebenter Teil, Bildungs- und Lehraufgaben sowie Lehrstoff und didaktische Grundsätze der Pflichtgegenstände der Grundschule und der Volksschuloberstufe, Grundschule – Sachunterricht*. URL: [https://www.bmbf.gv.at/schulen/unterricht/lp/lp\\_vs\\_7\\_su\\_14051.pdf?4dzgm2](https://www.bmbf.gv.at/schulen/unterricht/lp/lp_vs_7_su_14051.pdf?4dzgm2) [12.04.2016].
- Bullock, M.; Ziegler, A. (1999): *Scientific Reasoning: Developmental and Individual Differences*. In: Weinert, F.E.; Schneider, W. (Eds.): *Individual Development from 3 to 12. Findings from the Munich Longitudinal Study*. Cambridge, pp. 38-54.
- Carey, S.; Evans, R.; Honda, M.; Jay, E.; Unger, C. (1989): "An experiment is when you try it and see if it works": a Study of Grade 7 Students' Understanding of the Construction of Scientific Knowledge. *International Journal of Science Education*, 11, pp. 514-529.
- Driver, R. (1996): *Young People's Images of Science*. Buckingham.
- Duit, R. (2003): *Alltagsvorstellungen und Physik lernen*. In: Kircher, E.; Schneider, W. (Hrsg.): *Physikdidaktik in der Praxis*. Berlin, Heidelberg, New York, S. 1-26.
- Grygier, P. (2008): *Wissenschaftsverständnis von Grundschulern im Sachunterricht*. Bad Heilbrunn.

- Günther, J. (2006): Lehrerfortbildung über die Natur der Naturwissenschaften. Studien über das Wissenschaftsverständnis von Grundschullehrkräften. (Studien zum Physik- und Chemielernen, Bd. 52). Berlin.
- Haberfellner, C. (2016): Das Projekt NOSKids: Erfassung des Wissenschaftsverständnisses von Grundschulkindern im Sachunterricht. In: Juen-Kretschmer, C.; Mayr-Keiler, K.; Örley, G.; Plattner, I. (Hrsg.): Transfer Forschung-Schule, Heft 2: Visible Didactics – Fachdidaktische Forschung trifft Praxis. Bad Heilbrunn, S. 305-306).
- Haugwitz, M.; Sandmann, A. (2009): Kooperatives Concept Mapping in Biologie: Effekte auf den Wissenserwerb und die Behaltensleistung. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 15, S. 89-107.
- Ley, S. (2014): Concept Maps als Diagnoseinstrument im Physikunterricht und deren Auswirkung auf die Diagnosegenauigkeit von Physiklehrkräften. Dissertation. Universität Duisburg-Essen.
- Lück, G. (2004): Naturwissenschaften im Kindesalter. In: Faust, G.; Götz, M.; Hacker, H. (Hrsg.): Anschlussfähige Bildungsprozesse im Elementar- und Primarbereich. Bad Heilbrunn, S. 78-89.
- Neumann, I.; Kremer, K. (2013): Nature of Science und epistemologische Überzeugungen – Ähnlichkeiten und Unterschiede. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 19, S. 209-232.
- Novak, J.D.; Gowin, D.B. (1984): Learning How to Learn. Cambridge.
- Osborne, J.; Collins, S.; Ratcliffe, M.; Millar, R.; Duschl, R. (2003): What? Ideas-about-science? Should be Taught in School Science? A Delphi Study of the Expert Community. Journal of Research in Science Teaching, 40, 7, pp. 692-720.
- Prenzel, M.; Geiser, H.; Langeheine, R.; Lobemeier, K. (2003): Das naturwissenschaftliche Verständnis am Ende der Grundschule. In: Bos, W. (Hrsg.): Erste Ergebnisse aus IGLU. Schülerleistungen am Ende der vierten Jahrgangsstufe im internationalen Vergleich. Münster, S. 143-187.
- Schecker, H.; Klieme, E. (2000): Erfassung physikalischer Kompetenz durch Concept-Mapping-Verfahren. In: Fischler, H.; Peuckert, J. (Hrsg.): Concept mapping in fachdidaktischen Forschungsprojekten der Physik und Chemie (Studien zum Physiklernen, Bd. 1). Berlin, S. 23-56.
- Sodian, B.; Jonen, A.; Thoermer, C.; Kircher, E. (2006): Die Natur der Naturwissenschaften verstehen – Implementierung wissenschaftstheoretischen Unterrichts in der Grundschule. In: Prenzel, M.; Allolio-Näcke, L. (Hrsg.): Untersuchungen zur Bildungsqualität von Schule. Abschlussbericht des DFG-Schwerpunktprogramms. Münster, S. 147-160.
- Stracke, I. (2004): Einsatz computerbasierter concept maps zur Wissensdiagnose in der Chemie. Empirische Untersuchungen am Beispiel des chemischen Gleichgewichts. (Internationale Hochschulschriften, Bd. 428). Münster.
- Thoermer, C.; Sodian, B. (2002): Science Undergraduates' and Graduates' Epistemologies of Science. The Notion of Interpretive Frameworks. New Ideas in Psychology, 20, 2-3, pp. 263-283.