

Robin Stark

Conceptual Change: kognitivistisch oder kontextualistisch?

Februar 2002



Stark, R. (2002). *Conceptual Change: kognitivistisch oder kontextualistisch?*
(Forschungsbericht Nr. 149). München: Ludwig-Maximilians-Universität, Lehrstuhl für
Empirische Pädagogik und Pädagogische Psychologie.

Forschungsbericht Nr. 149, Februar 2002

Ludwig-Maximilians-Universität München
Institut für Pädagogische Psychologie und Empirische Pädagogik
Lehrstuhl Prof. Dr. Heinz Mandl
Leopoldstraße 13, 80802 München
Telefon: (089) 2180-5146 – Fax: (089) 2180-5002
email: mandl@edupsy.uni-muenchen.de
<http://lsmndl.emp.paed.uni-muenchen.de/>

Redaktion: PD Dr. Michael Henninger
email: henninge@edupsy.uni-muenchen.de

Conceptual Change: kognitivistisch oder kontextualistisch?

Robin Stark

Forschungsbericht Nr. 149

Februar 2002

Ludwig-Maximilians-Universität München
Institut für Pädagogische Psychologie
und Empirische Pädagogik
Lehrstuhl Prof. Dr. Heinz Mandl

Zusammenfassung

Es werden zwei kognitivistische Ansätze zu Conceptual Change ausführlich dargestellt: der "Rahmentheorieansatz" von Vosniadou (Vosniadou & Brewer, 1992) und der "Kategorisierungsansatz" von Chi (1992). Vosniadou beschreibt Conceptual Change als graduelle Revision mentaler Modelle, bei Chi wird Conceptual Change als Überwindung von ontologischen Kategorisierungsfehlern konzipiert. Beide "Defizit orientierten" Ansätze werden aus einer situationistischen Perspektive kritisiert. Hierbei werden das Verdinglichungsproblem sowie Probleme des vernachlässigten Kontexts, der Wissensdiagnostik, der Fokussierung auf initiales Lernen in wohl strukturierten Domänen und schließlich das Problem des kognitiven Bias diskutiert.

Als Beispiel für einen situationistischen Ansatz wird ein Kontextmodell von Caravita und Halldén (1994) vorgestellt. Dieses Modell wird auf eine Studie unserer Forschergruppe zum Lernen mit einem computerbasierten Planspiel in der Ökonomie angewandt und kritisch diskutiert. Im Rahmen dieses Modells wird zwischen Alltags- und wissenschaftlichem Kontext unterschieden; die darüber hinaus getroffene Unterscheidung zwischen situationalem und kognitivem Kontext wird ergänzt durch den kulturellen Kontext, der in der "radikalen" Position von Säljö (1999) eine maßgebliche Rolle spielt. Abschließend werden die konzeptuelle Pluralität, die die aktuelle Forschungslandschaft bestimmt, sowie Möglichkeiten einer Integration konkurrierender Perspektiven diskutiert.

Schlüsselwörter: Conceptual Change, kognitivistisches Paradigma, Ressourcenorientierung, situationistisches Paradigma, Wissensdiagnostik

Abstract

Two cognitivist conceptual-change-approaches are presented in a detailed manner: the "framework theory"-approach of Vosniadou (Vosniadou & Brewer, 1992) and the "categorization approach" of Chi (1992). Vosniadou describes conceptual change as a gradual revision of mental models, and Chi conceptualizes it as an overcoming of ontological categorization errors. Both deficit-oriented approaches are criticized from a contextualistic perspective. The problem of reification, the neglected context-problem, the problem of knowledge diagnosis, the problem of focusing on initial learning in well-structured domains and finally the cognitive bias-problem are discussed.

A context model of Caravita und Halldén (1994) is provided as an example of a situated approach. This model will be employed and critically discussed in the context of a study of our research group on learning with a computer-based scenario in the domain of economics; it differentiates between everyday and scientific context. The additional differentiation between situational and cognitive context is supplemented by the cultural context which plays an eminent role in the "radical" position of Säljö (1999). Finally the conceptual pluralism by which the current research landscape is dominated as well as possibilities of integrating competing perspectives are discussed.

Keywords: cognitivist paradigm, conceptual change, knowledge diagnosis, focusing on resources of people, situated paradigm

CONCEPTUAL CHANGE: KOGNITIVISTISCH ODER SITUATIONISTISCH?¹

Einleitung

Kinder in der ersten Grundschulklasse stellen sich die Erde zum Teil als Scheibe, zum Teil als abgeflachte oder hohle Kugel vor, am häufigsten kommen diese Vorstellungen in Mischformen vor (Vosniadou & Brewer, 1992). Drei Jahre später haben die meisten Grundschüler die in ihrer Kultur allgemein akzeptierte Vorstellung von der Erde verinnerlicht. Spätestens seit den frühen achtziger Jahren werden diese Art von quantitativen und qualitativen Veränderungen in der Wissensstruktur von Lernenden, bei denen anfängliche "Fehlkonzepte" von wissenschaftlich akzeptierten Konzepten abgelöst werden, als "Conceptual Change" bezeichnet. Hierbei wird gern eine Analogie hergestellt zu der Entwicklung von Konzepten in naturwissenschaftlichen Disziplinen, die von Kuhn (1976) als eine Folge von einander ablösenden "Paradigmen"² beschrieben wurde. Diese Analogie, nach der gewissermaßen in der Ontogenese Ausschnitte aus der Wissenschaftsgeschichte rekapituliert werden, kommt besonders anschaulich in der "Child-the-scientist"-Metapher zum Ausdruck (Carey, 1985).

So plausibel dieser Vergleich auf den ersten Blick sein mag: er hinkt insofern als "revolutionäre" Conceptual Changes (vgl. Thagard, 1992) bzw. "Paradigmenwechsel" in der Geschichte der Naturwissenschaften höchstens an der Oberfläche Gemeinsamkeiten zu den Wissensveränderungen (Schnotz, 2001) bei Lernenden aufweisen (vgl. Caravita & Halldén, 1994): Zudem dürfte die Genese von Konzepten in der Wissenschaft von anderen Variablen beeinflusst werden als die Genese von Konzepten beim individuellen Lernenden.

Die Beschreibung und Erklärung von Conceptual-Change-Prozessen bei Lernenden kann auf unterschiedliche Weise erfolgen (vgl. Schnotz, 2001;

¹ Ich bin Herrn Prof. Dr. Mandl dankbar für zahlreiche Hinweise und Anregungen, die er mir im Zusammenhang mit der kritischen Diskussion von Conceptual-Change-Ansätzen gegeben hat.

² Wahrscheinlich gibt es nicht viele Fachtermini, die selbst von ihrem Urheber so mehrdeutig verwendet werden wie der Begriff "Paradigma" von Thomas Kuhn (1976). Trotz der immer wieder vorgetragenen Kritik an der Mehrdeutigkeit dieses Begriffs (vgl. Horwich, 1993) hat er sich "eingebürgert" und wird zumindest metaphorisch auch auf Disziplinen angewendet, für die er ursprünglich gar nicht vorgesehen war, z.B. auf die Pädagogik oder die Psychologie (vgl. Kron, 1999). Dem Paradigmenbegriff, der sich etymologisch schlicht von "Beispiel" ableitet, scheint jedoch im Kontext des wissenschaftlichen Diskurses um Konzepte, Theorien und Methoden einer Disziplin auch in den Sozialwissenschaften eine gewisse Funktionalität zuzukommen.

Vosniadou & Schnotz, 1997). Anfängen von der "Ersetzungsperspektive" der frühen didaktisch orientierten Conceptual-Change-Forschung (z.B. Strike & Posner, 1982) über verschiedene, häufig entwicklungspsychologische "Anreicherungs- und Umstrukturierungsperspektiven" (vgl. Vosniadou, 1999) bis hin zu mehr oder weniger an Vorstellungen von Wygotski (1964) orientierten "Enkulturationsperspektiven" (z.B. Säljö, 1999), gibt es mittlerweile eine beeindruckende, aber auch verwirrende Vielfalt von Ansätzen, in denen zum Teil sehr unterschiedliche Auffassungen vertreten werden.

In der vorliegenden Arbeit wird nicht der Anspruch erhoben, dieser Vielfalt von Positionen gerecht zu werden. Vielmehr soll versucht werden, auf der Grundlage einer stark vereinfachenden Dichotomisierung, nämlich der Unterscheidung in *kognitivistische* und *situationistische* Ansätze, Merkmale herauszuarbeiten, die für die jeweiligen Positionen typisch sind. Zu diesem Zweck werden prominente Ansätze *beider* "Parteien" verhandelt.

Das kognitivistische "Plädoyer" beginnt mit dem Ansatz von Vosniadou, der in diesem Feld die meist zitierte und vielleicht auch elaborierteste Position darstellen dürfte. Im Folgenden wird dieser Ansatz als "Rahmentheorieansatz" bezeichnet (Vosniadou, 1994a, 1994b; Vosniadou & Brewer, 1992). Im Anschluss kommt der Ansatz von Chi (1992) "zu Wort", der im Folgenden "Kategorisierungsansatz" genannt wird. Dieser Ansatz spitzt die kognitivistische Argumentation noch weiter zu und bereitet den Boden für die anschließende situationistische "Anklage", die sich auf methodologische, methodische und theoretische "Indizien" stützt. Hauptvertreter der situationistischen "Partei" ist ein von Caravita und Halldén (1994) vorgeschlagenes Kontextmodell, unterstützt durch eine "radikale" situationistische Position, die von Säljö (1999) vertreten wird und die in der vorliegenden "Verhandlung" sozusagen in der Rolle eines "Nebenklägers" auftritt. Am Ende des "Verfahrens" werden Möglichkeiten einer konstruktiven "Einigung" beider "Parteien" erörtert.

Conceptual Change kognitivistisch

Conceptual Change als Modifikation mentaler Modelle: der Rahmentheorieansatz von Vosniadou

Man stelle sich folgende Versuchsanordnung vor: Kinder (Erst-, Dritt- und Fünftklässler) werden im Laufe eines ca. 45-minütigen Interviews 48 Fragen aus dem Bereich der Astronomie gestellt, genauer: Fragen über Eigenschaften und Form der Erde. Neben Faktenfragen (z.B. "Welche Form hat die Erde?") werden auch sog. generative Fragen gestellt, welche auf Phänomene abzielen, die weder direkt beobachtet werden können, noch bisher im Unterricht behandelt

wurden (z.B. "Wenn du sehr lange geradeaus läufst, wo kommst du dann raus?"). Zudem werden die Kinder gebeten, die Erde zu zeichnen und ihre Zeichnung zu erklären (z.B. "Zeig mir, wo die Menschen leben").

Auf der Basis dieser Daten und Erkenntnissen aus anderen Studien sowie intensiver theoretischer Überlegungen haben Vosniadou und Brewer (1992) versucht, mentale Modelle der Erde zu rekonstruieren. Es wurden fünf Modelle unterschieden: das Scheibenmodell (runde oder eckige Scheibe), das Zwei-Erden-Modell (eine Scheibe, auf der wir leben und eine zweite Erde als Körper im Raum), das Hohlkugel-Modell, nach dem wir auf einer Ebene in einer hohlen Kugel leben, das abgeflachte Kugelmodell (wir leben auf der flachen Ebene einer abgeflachten Kugel) und schließlich das wissenschaftlich akzeptierte Kugelmodell.

Inwiefern können auf der Grundlage rekonstruierter mentaler Modelle Aussagen über qualitative Veränderungen von Wissensstrukturen getroffen werden? Die Verbindung zwischen empirischen Daten und theoretischem Konstrukt wird im Rahmentheorieansatz durch ein elaboriertes theoretisches Modell hergestellt. Vosniadou (1994a, 1994b) geht davon aus, dass Konzepte in umfassende theoretische Strukturen eingebettet sind, die die *constraints* für die Konzeptbildung beinhalten. Hierbei wird unterschieden zwischen *domänenspezifischen Rahmentheorien* und *spezifischen Theorien*. Die Rahmentheorie bildet sozusagen den "metaphysischen Überbau": sie umfasst zum einen ontologische Überzeugungen (z.B. Überzeugungen bezüglich der Struktur des Raumes oder bestimmter Eigenschaften physikalischer Objekte); zum anderen beinhaltet sie epistemologische Überzeugungen (z.B. die Überzeugung, dass Dinge so sind, wie sie uns erscheinen).

Vor dem Hintergrund dieser Rahmentheorien werden Beobachtungen und kulturell vermittelte Informationen interpretiert. Es resultiert ein Muster von Annahmen, z.B. dass die Erde flach, fest und unbeweglich ist. Diese Annahmen bilden die spezifische Theorie, die die innere Struktur des konzeptuellen Bereichs beschreibt, in den Konzepte eingebettet sind.

Die Annahmen einer Rahmentheorie stellen relativ kohärente Erklärungssysteme dar, die auf Alltagserfahrungen beruhen, sich bereits in der Kindheit entwickeln, hochgradig vernetzt sind und sich oft über Jahre bewährt haben. Da ontologische und epistemologische Überzeugungen die Grundlage unserer Wissensbasis bilden, hat die Revision dieser Annahmen dramatische Konsequenzen für eine Vielzahl anderer, darauf aufbauender Annahmen. Deshalb sind sie auch in hohem Maße resistent gegenüber Veränderungen.

Oft stimmen Rahmentheorien nicht oder nur zum Teil mit den akzeptierten wissenschaftlichen Theorien überein. Bei der Interpretation wissenschaftlicher Informationen kann es deshalb, wie Vosniadou und Brewer (1992) zeigten, zu kognitiven Konflikten kommen, die von den Lernenden aufgelöst werden müssen. Wenn lediglich eine Assimilation "neuer" wissenschaftlicher Informationen stattfindet (vgl. Piaget, 1970), entstehen schnell Inkonsistenzen. Beim Versuch, diese Inkonsistenzen aufzulösen, kann es zur Generierung *synthetischer mentaler Modelle* kommen, aus denen Fehlkonzepte resultieren.

Das oben bereits angeführte Scheiben-Modell der Erde, das Vosniadou und Brewer (1992) zufolge bei jüngeren Kindern identifiziert werden kann, wird von den Autoren als *initiales Modell* bezeichnet, da es der Alltagserfahrung "entspringt" und vom wissenschaftlichen Modell einer kugelförmigen Erde (noch) nicht beeinflusst ist. Ältere Kinder bilden dagegen *synthetische Modelle*, d.h. Modelle, die eine Kombination des initialen und des wissenschaftlich akzeptierten Kugel-Modells darstellen. Das bereits genannte Zwei-Erden-Modell (eine Scheibe, auf der wir leben und eine zweite Erde als Körper im Raum), das Hohlkugel-Modell, nach dem wir auf einer Ebene in einer hohlen Kugel leben, und das abgeflachte Kugel-Modell bilden verschiedene Arten von synthetischen Modellen.

Das *synthetische Modell* der dualen Erde bietet die Möglichkeit, den kognitiven Konflikt zwischen den flachen und kugelförmigen Modellen aufzulösen, ohne die Annahmen der Rahmentheorie aufgeben zu müssen. Bei diesem "Lösungsversuch" wird wissenschaftliche Information einfach additiv bereits existierenden konzeptuellen Strukturen hinzugefügt.

Demgegenüber müssen beim hohlen und beim abgeflachten Kugelmodell Rahmentheorie-Annahmen zumindest *partiell* verändert werden. So muss beim Hohlkugel-Modell beispielsweise die Annahme aufgegeben werden, dass die Erde abgestützt werden muss. Kinder mit dem Hohlkugel-Modell akzeptieren zwar, dass die Erde eine von Raum umgebene Kugel ist – eine naive Schwerkraftsannahme tritt aber noch in Funktion, wenn es um Objekte auf der Erde geht. Deshalb können Kinder, die ein solches Modell konstruieren, auch nicht verstehen, wie Menschen oder Objekte auf der Außenseite der Kugel stehen können, ohne herunterzufallen. Beim abgeflachten Kugel-Modell wird zwar die naive Schwerkraftsannahme revidiert, die Vermutung jedoch beibehalten, dass der Untergrund, auf dem Menschen stehen können, flach sein muss. Gegen Ende der Grundschule scheinen die meisten Kinder das Konzept einer kugelförmigen Erde als einem astronomischen Objekt generiert zu haben. Analoge Entwicklungen beschreiben Vosniadou und Kollegen für die Konzepte "Tag-Nacht-Zyklus", "Kraft" und "Wärme" (Vosniadou & Brewer, 1992).

Vosniadou konzipiert Conceptual Change somit als *graduelle Modifikation mentaler Modelle*; diese Modifikation kann zum einen stattfinden in Form einer *Anreicherung*, d.h. durch Hinzufügen von Information zu bereits existierenden kognitiven Strukturen. Wenn neue Fakten und das bereits vorhandene Vorwissen konsistent sind, fällt es selbst Kindern nicht schwer, diese Fakten einer bestehenden konzeptuellen Struktur hinzuzufügen. So konnten etwa die meisten Grundschul Kinder nach der Lektüre eines Texts über den Mond lernen, dass dieser Krater hat (Vosniadou & Matthews, 1992). Sind neue Informationen und vorhandene Annahmen jedoch inkonsistent, ist eine *Revision* der Annahmen erforderlich. Die Revision einer spezifischen Theorie ist nach Vosniadou (1994a, 1994b) einfacher als die Revision einer Rahmentheorie, sie ist eher oberflächlicher Natur und stellt – vereinfacht ausgedrückt – nicht gleich das ganze Weltbild auf den Kopf. Wird die spezifische Theorie jedoch durch eine Rahmentheorie determiniert, sind Wissensveränderungen sehr schwierig. So ist es für Kinder z.B. sehr schwierig, sich vorzustellen, dass die Erde rund ist, da diese Vorstellung grundlegenden ontologischen Annahmen widerspricht, die Teil einer naiven physikalischen Rahmentheorie sind (Vosniadou & Brewer, 1992).

Das Wirksamwerden bestimmter ontologischer Überzeugungen, die Vosniadou der Rahmentheorie zuordnet, könnte man auch als Resultat von (v.a. ontologischen) Kategorisierungen verstehen, die weitere Annahmen nach sich ziehen. Kinder kategorisieren die Erde anfangs als physikalisches und nicht als astronomisches Objekt und gehen dementsprechend in ihrer Konzeptbildung von Annahmen aus, die auf physikalische Objekte im Allgemeinen zutreffen. Die (ontologische) Kategorisierungsperspektive steht im Zentrum des im Folgenden dargestellten Ansatzes von Chi.

*Conceptual Change als Überwindung von Kategorisierungsfehlern:
der Kategorisierungsansatz von Chi*

Für den Conceptual-Change-Ansatz von Chi (1992) ist die Unterscheidung dreier ontologischer Kategorien konstitutiv: *Dinge*, *Prozesse* und *mentale Zustände*. Zu den Entitäten der Dingkategorie, denen Eigenschaften wie "ist rot", "nimmt Raum ein" usw. zugeordnet werden, zählen z.B. Felsen und Gebäude. Entitäten der Prozesskategorie, die beispielsweise Eigenschaften wie "dauert eine Stunde" oder "geschah gestern" aufweisen, werden z.B. Pausen und Unwetter zugerechnet. Entitäten der Kategorie mentaler Zustände schließlich, denen Eigenschaften wie "ist wahr" oder "handelt von x" zugeschrieben werden, sind z.B. Träume und Bilder.

Diese übergeordneten Kategorien werden in weitere Subkategorien auf verschiedenen Hierarchiestufen ausdifferenziert. So wird die Ding-Kategorie weiter unterteilt in die Subkategorien *Artefakte* (z.B. Lampe) und *Naturdinge*. Letztere werden weiter aufgeteilt in lebendige und nichtlebendige "Dinge". Die lebendigen "Dinge" werden weiter aufgespalten in Pflanzen und Tiere, die nichtlebendigen "Dinge" in feste Körper und Flüssigkeiten. Die Prozesskategorie wird weiter aufgegliedert in *Prozeduren* (z.B. Schuhebinden), *Ereignisse* und die sog. *Constraint-based-Interaction*-Subkategorie. Ereignisse werden weiter untergliedert in intentionale (z.B. ein Kuss) und zufällige Ereignisse (z.B. der Wurf einer Münze).

Die im Zusammenhang mit der Entstehung von Fehlkonzepten besonders wichtige *Constraint-based-Interaction*-Subkategorie wird weiter unterteilt in natürliche Prozesse (z.B. Blitz) und künstliche Prozesse (z.B. elektrischer Strom). Unter der dritten übergeordneten Kategorie schließlich, den mentalen Zuständen, werden die Subkategorien *emotionale* und *intentionale Zustände* subsumiert. Zu den emotionalen Zuständen wird z.B. Angst, zu den intentionalen Zuständen werden Wünsche gerechnet.

Die unter verschiedenen ontologischen Kategorien subsumierten Subkategorien haben keine gemeinsamen Eigenschaften, sind also ontologisch verschieden. Parallele Subkategorien derselben ontologischen Kategorie sind ebenfalls ontologisch verschieden, obwohl ontologische Eigenschaften höherer Ordnung gefunden werden können, die sie verbinden. So können etwa ein Hund und ein Messer braun sein. Dagegen gibt es keine ontologisch übergeordneten Eigenschaften für Entitäten unterschiedlicher ontologischer Kategorien. Es liegt also eine *Exklusivität* von Eigenschaften der Entitäten unterschiedlicher ontologischer Kategorien vor. Nach Chi, Slotta und DeLeeuw (1994) sind zumindest die drei übergeordneten Kategorien empirisch untermauert.

Von Conceptual Change sprechen Chi et al. (1994), wenn ein Konzept, das ursprünglich einer bestimmten ontologischen Kategorie zugeordnet wurde, unter einer anderen ontologischen Kategorie subsumiert wird.

Viele wissenschaftlichen Konzepte, insbesondere im Bereich der Physik, sind der Subkategorie "Constraint-based-Interaction" der ontologischen Prozesskategorie zuzuordnen. Ein Beispiel für diese Subkategorie ist elektrischer Strom; dieser setzt die Bewegung elektrisch geladener Teilchen in einem elektrischen Feld voraus. Strom gehört wie auch Wärme, Kraft und Licht nicht der Dinge-Kategorie an und ist auch keine Eigenschaft von Dingen. Im Gegensatz zu einem Ereignis, z.B. einen Baseballspiel, hat ein Prozess der *Constraint-based-Interaction*-Subkategorie weder einen eindeutigen Anfang noch ein klares Ende. Es gibt hier keine Veränderung in Zeit oder Raum, weil der Prozess uniform und gleichzeitig überall ist. Ein solcher Prozess lässt sich auch nicht

wie ein Ereignis in einzelne Komponenten aufteilen, er ist nicht kausal determiniert und hat auch kein Ziel.

Zwar sind Komponenten der Dinge-Kategorie, z.B. Drähte und Batterien, in diesen Prozess involviert, was zu Missverständnissen führen kann; Strom ist jedoch keine *Eigenschaft* dieser Dinge. Auch sind Ereignisse mit dem Zustandekommen von Strom assoziiert, etwa das Schließen eines Stromkreises; dennoch kann Strom nicht als Ereignis in diesem Sinne aufgefasst werden. Strom bleibt ein Prozess, der lediglich beeinflusst wird von einem Ereignis oder der eine Komponente eines Ereignisses ausmacht. Auch biologische Konzepte wie *Mutation*, *Reproduktionsverhalten* und *genetisches Gleichgewicht* fallen in die Constraint-based-Interaction-Kategorie (vgl. Ferrari & Chi, 1998).

Fehlkonzepte werden somit von Chi et al. (1994) als ontologische *Kategorisierungsfehler* interpretiert. In der Physik etwa werden Konzepte wie Wärme, Licht, elektrischer Strom und Kraft von Lernenden oft fälschlicherweise der Dinge-Kategorie zugeordnet oder mit Eigenschaften der Dinge-Kategorie ausgestattet. So wird Kraft oft als eine Art Impuls verstanden, der auf einen Körper einwirkt, oder als eine Eigenschaft, die ein Körper besitzt. Solche Fehlkonzepte machen sich dann beim Verständnis Newtonscher Gesetze bemerkbar, etwa wenn angenommen wird, dass es zu keiner Bewegung kommt, wenn keine Kraft wirkt (weil kein Impuls vorhanden ist). Auch wird Schwerkraft oft als etwas verstanden, was "in der Erde" ist, und nicht als ein Prozess, der zwischen der Erde und anderen Objekten stattfindet.

Wenn alltägliche Phänomene in der physikalischen Welt erklärt werden, kommt es häufig zu solchen *substanzbasierten Fehlkonzepten* (Reiner, Slotta, Chi & Resnick, 1988). Diese Art von Fehlkonzepten ist jedoch nicht an eine bestimmte Domäne gebunden. Analog zu der Annahme von Studierenden der Physik, dass keine Bewegung stattfindet, wenn keine Kraft wirkt, findet man bei Studierenden der Medizin die Annahme, dass Blut nicht fließt, wenn kein Druck vorhanden ist. Besonders im Bereich der Biologie zeigen sich Fehlkonzepte, die auf der Zuordnung zur Kategorie der mentalen Zustände basieren, wobei hier vor allem die Subkategorie der *Intentionalität* relevant wird. Kinder z.B. nehmen beim Erklären des Wachstums von Tieren auf Wünsche und Bedürfnisse und nicht auf physiologische Erfordernisse Bezug. Den Erklärungen der Kinder zufolge wachsen Tiere, weil sie es wollen (Carey, 1985). Zudem lassen sich in der Biologie Fehlkonzepte diagnostizieren, die man als ereignisbasierte Fehlkonzepte bezeichnen könnte, d.h. Fehlkonzepte, die aus der Zuordnung zur falschen Prozess-Subkategorie resultieren. So werden z.B. Konzepte der Darwinschen Evolutionstheorie häufig als Ereignisse kategorisiert, obwohl sie Merkmale der Constraint-based-Interaction-Subkategorie aufweisen (Ferrari & Chi, 1998). Slotta, Chi und Joram (1992) konnten mit Paaren von oberflächlich

analogen Aufgaben, die jedoch in der Tiefenstruktur verschiedenen ontologischen Kategorien angehörten, zeigen, dass Novizen für beide Aufgabenpaare fälschlicherweise Dingprädikate benutzten, während Experten diese nur bei Substanzproblemen verwandten und für die anderen Aufgaben Merkmale aus der Constraint-based-Interaction-Subkategorie heranzogen. Diese Subkategorie war nach Slotta et al. (1992) bei Novizen gar nicht vorhanden. Diese behandelten alle physikalischen Problemstellungen als ontologisch ähnlich, während Experten zwischen verschiedenen ontologischen Kategorien differenzierten.

Chi et al. (1994) gehen davon aus, dass die kategoriale Repräsentation, die Lernende mitbringen, und die ontologische Kategorie, der wissenschaftliche Konzepte angehören, oft *inkompatibel* sind und dass die Schwierigkeit des Erwerbs wissenschaftlicher Konzepte in erster Linie durch diese Inkompatibilität bedingt ist. Liegt eine solche Inkompatibilität vor, ist Conceptual Change notwendig – im Kategorisierungsansatz entspricht dies der Zuweisung eines Konzepts zu einer anderen ontologischen Kategorie. Nur dann können neue Information an die entsprechende wissenschaftliche Kategorie assimiliert werden.

Da viele wissenschaftlichen Konzepte Ding- und Prozess-Entitäten beinhalten, müssen Lernende zwischen zwei ontologischen Kategorien wechseln, um sie zu verstehen. Aus pädagogischer Perspektive problematisch ist auch, dass Prozesse der Constraint-based-Interaction-Subkategorie bei oberflächlicher Betrachtung Ereignissen nicht unähnlich sind. Erst eine vorwissensintensive, an strukturellen Merkmalen der Problemstellung orientierte Analyse macht die Unterschiede zwischen beiden Prozess-Subkategorien deutlich, was Chi (1997) am Beispiel der Diffusion zeigen konnte. Nicht zuletzt aus diesem Grund ist die Constraint-based-Interaction-Subkategorie schwierig zu definieren, zu erklären und damit auch zu lehren. Sie wird zudem in Physiklehrbüchern so gut wie nie expliziert (Chi et al., 1994).

Demgegenüber ist Lernenden die Ding-Kategorie aufgrund einer natürlichen Präferenz für dingliche Konzeptualisierungen sehr vertraut, weshalb sie auch vergleichsweise gut entwickelt ist. Dies dürfte auch für die recht anschauliche Ereignis-Subkategorie gelten. Sicherlich stehen dem Erwerb wissenschaftlicher Konzepte auch deren Abstraktheit, häufig vorkommende mathematische Formalisierungen und Überschneidungen von technischem Jargon und Alltagssprache entgegen. Vor allem scheinen es aber die Inkompatibilität ontologischer Konzept-Kategorien und damit assoziierte Probleme zu sein, die die Schwierigkeit des Erwerbs wissenschaftlicher Konzepte ausmachen. Ontologisch inkompatible Konzepte, d.h. Konzepte, die einer kategorialen Neuordnung bedürfen, da die von den Lernenden getroffene initiale Kategorisierung eine Fehlzuordnung darstellt, werden oft erst nach dem College-Unterricht erworben (McCloskey, Caramazza & Green, 1980). Ontologisch kompatible Kon-

zepte wie z.B. das Konzept "Tier" dagegen werden bereits von 10jährigen Kindern recht gut verstanden (Massey, Freyd & Roth, 1992). Eine Analyse der Fehlkonzept-Literatur (Chi, 1992) und Befunde eigener Studien der Autorin ergaben in Abhängigkeit davon, ob initiale und wissenschaftliche Konzepte ontologisch kompatibel waren oder nicht, ein umgekehrtes Befundmuster. Bei ontologischer Inkompatibilität waren die naiven Konzepte eher robust, konsistent, andauernd, homogen und systematisch bzw. nicht fragmentiert; zudem tauchten sie in verschiedenen geschichtlichen Perioden immer wieder auf. Im Falle ontologischer Kompatibilität von initialen und wissenschaftlichen Konzepten traf dagegen in der Regel das Gegenteil zu (Chi et al., 1994).

Probleme kognitivistischer Conceptual-Change-Ansätze aus situationistischer Perspektive

Mit dem Kategorisierungsansatz von Chi (1992) wird das kognitivistische "Plädoyer" beendet. Es ließe sich leicht durch weitere Positionen erweitern, z.B. durch den Ansatz von Schnotz und Preuß (1999). Da es hier nicht um Vollständigkeit in der Dokumentation verschiedener Ansätze geht (vgl. z.B. den Sammelband von Schnotz et al., 1999), sondern um die Extraktion von Argumentationsmustern, sollen die beiden vorgestellten Ansätze genügen.

Im Gegensatz zu dem eher induktiv entwickelten und von Vosniadou (z.B. 1994b) anschaulich beschriebenen Rahmentheorieansatz ist der stärker deduktiv entwickelte Kategorisierungsansatz von Chi (z.B. Chi et al., 1994) sehr abstrakt; Befunde spielen in diesem Ansatz eine eher untergeordnete Rolle, im Zentrum stehen die Unterscheidung ontologischer Kategorien und damit zusammenhängende Annahmen. Dennoch haben beide Ansätze eine größere "Familienähnlichkeit", als es auf den ersten Blick den Anschein hat. Wenn man nämlich ontologische Kategorisierungen als das (implizite) Wirksamwerden von Rahmentheorien interpretiert, kommt die Veränderung von Rahmentheorien einer neuen ontologischen Kategorisierung gleich. Insofern als die Veränderung von Rahmentheorien auch mit weniger gravierenden ontologischen Konsequenzen einhergehen kann, stellt der Kategorisierungsansatz einen Spezialfall des Rahmentheorieansatzes dar.

Die entscheidende Gemeinsamkeit beider Ansätze ist jedoch deren explizite *Defizitorientierung*. Sowohl im Rahmentheorieansatz als auch im Kategorisierungsansatz richtet sich der Fokus eindeutig auf das, was Probanden *nicht* können bzw. falsch machen. Zwar muten neuere Arbeiten von Vosniadou (Vosniadou, 1999; Vosniadou, Ioannides, Dimitrakopoulou & Papademetriou, 2001) und von Chi (Chi & Roscoe, 2001) deutlich "konstruktivistischer" an; dies

kann jedoch nicht darüber hinwegtäuschen, dass beiden Positionen eine stark *normative* Komponente innewohnt. Als Kriterium, das herangezogen wird, um den Wissensstand der Probanden zu bewerten, und als Soll-Zustand, den es instruktional zu erreichen gilt, dient jeweils die aktuell akzeptierte wissenschaftliche Lehrmeinung.

Eine derartige normative Position ist aus einer situationistischen Perspektive, die immer mit einer expliziten *Ressourcenorientierung* einhergeht, in mehrerer Hinsicht problematisch. Das ist jedoch nicht das einzige Problem, das sich aus dieser Perspektive stellt. Aus den situationistischen Grundannahmen, dass Kognition situiert und distribuiert ist (z.B. Pea, 1993; Salomon, 1993), ergeben sich theoretische, methodologische und methodische Implikationen, die mit den beiden dargestellten Ansätzen konfliktieren. Als zentrale situationistische "Anklagepunkte" werden im Folgenden behandelt: das Verdinglichungsproblem, das Problem des vernachlässigten Kontexts, das Problem der Wissensdiagnostik, das Problem der Fokussierung auf initiales Lernen in wohl strukturierten Domänen und schließlich das Problem des kognitiven Bias³.

Das Verdinglichungsproblem

Aus situationistischer Perspektive wird kognitivistischen Ansätzen zum Lehren und Lernen häufig *Verdinglichung* von Konstrukten vorgeworfen, mit denen die Repräsentation von Wissen beschrieben wird (vgl. Clancey, 1992; Greeno, 1997; Lave, 1988). Wissen als Entität zu beschreiben, der Attribute zugeschrieben werden können, die ontologisch zur *Dinge*-Kategorie gehören, ist aus dieser Sicht ein Beispiel für unangebrachte Verdinglichung. Clancey (1993) interpretiert diesen verdinglichten Wissensbegriff, dem eine Art "mind-in-the-container"-Metapher zu Grunde liegt (Clancey, 1997), als Resultat eines Sinngebungs-Prozesses bei der Beschreibung eines intelligenten Agenten durch einen Beobachter. Es liegt hier also eine Art "Projektion" durch den Beobachter vor, die, wenn sie nicht als solche interpretiert wird, einem Kategorienfehler gleichkommt.

Bezogen auf kognitivistische Ansätze zu Conceptual Change wird dieser Vorwurf von Säljö (1999) wiederholt und sogar noch radikalisiert. Aber auch aus einer gemäßigeren Position, die die Nützlichkeit von Repräsentationsannahmen nicht wie Säljö (1999) generell negiert, sondern nur eine unkritische Verdinglichung von hypothetischen Konstrukten ablehnt, besteht Kritikbedarf.

³ Meines Erachtens können kognitivistische Ansätze von situationistischer Kritik durchaus profitieren, auch wenn dabei notwendigerweise Akzente gesetzt werden, die eben gerade nicht konstitutiv für das kognitivistische Paradigma sind. Dasselbe gilt natürlich umgekehrt auch für kognitivistische Kritik an situationistischen Ansätzen (vgl. Gerstenmaier & Mandl, 2001), die jedoch in dieser Arbeit nicht thematisiert wird.

Um keine Missverständnisse zu provozieren: es soll hier nicht eine metaphorische Ausdrucksweise kritisiert werden, die nicht zuletzt auch dadurch provoziert wird, dass unsere Sprache in ontologischer Hinsicht keinesfalls neutral ist. Eine gewisse Tendenz zur verdinglichenden Begriffsverwendung ist unserer Sprache kaum abzusprechen. Der Versuch, dieser Tendenz konsequent entgegenzuwirken, führt zu einem umständlichen und auch schwer verständlichen Jargon. Dies wird z.B. deutlich, wenn man Greenos bekannten "Erwiderungsaufsatz" (Greeno, 1997) liest, mit dem er der von kognitivistischer Seite vortragenen Kritik (Anderson, Reeder & Simon, 1996) begegnet.

Bezogen auf den Rahmentheorieansatz von Vosniadou (1994a, 1994b) ist es z.B. schwierig, von "mental Modellen" zu sprechen, ohne den Eindruck zu erzeugen, es handle sich um reale Entitäten im Kopf von Probanden. Diese Art von metaphorischer "Verdinglichung", die im Rahmentheorieansatz von Vosniadou immer wieder auftaucht, dient m. E. der Lesbarkeit der Texte und kann nur durch Einführung eines sehr umständlichen, "gestelzten" Stils vermieden werden. Im Kontext des Rahmentheorieansatzes stellt sich eher die Frage, inwieweit eine repräsentationstheoretische Fokussierung auf episodische mentale Modelle gerechtfertigt ist bzw. wie man sich die Repräsentation von zeitlich überdauernden Wissensstrukturen, etwa von Rahmentheorie-Annahmen, vorzustellen hat. Meines Erachtens würde dieser Ansatz von einer elaborierteren Auseinandersetzung mit Fragen der Wissensrepräsentation im Allgemeinen (vgl. Caravita, 2001) und von einer Anreicherung mit weiteren Repräsentationskonstrukten im Besonderen profitieren. Besonders geeignet für diesen Zweck sind Schema- und/oder Produktionssystemansätze (Mandl, Friedrich & Hron, 1988). Weniger trivial scheinen mir Verdinglichungen zu sein, die sich im Kategorisierungsansatz von Chi (1992) finden lassen. In naiv-realistischer Manier werden hier ontologische Kategorien als Entitäten behandelt, die man "haben" kann oder nicht. Der ontologische Status ontologischer Kategorien wird in diesem Ansatz meines Erachtens zu wenig kritisch reflektiert. Dies wird vor allem deutlich, wenn Chi et al. (1994) von der bei Laien meistens "fehlenden" Constraint-based-Interaction-Subkategorie sprechen und Überlegungen dazu anstellen, wie diese Kategorie vermittelt werden könnte, damit sie in das Kategorien-Repertoire der Lernenden aufgenommen wird.

Ontologische Kategorien sind hypothetische Konstrukte. Werden sie jedoch wie Dinge beschrieben, und so liest sich der Kategorisierungsansatz, werden Fehlkonzepte provoziert: Fehlkonzepte, die aus einer falschen ontologischen Kategorisierung resultieren. Die Diagnose falscher ontologischer Zuordnungen wird genau genommen aus der Art der Fehler, die Personen bei der Auseinandersetzung mit domänenspezifischen Problemstellungen unterlaufen und aus den dabei vorgebrachten Erklärungen, vom (wissenschaftlichen) Beobachter er-

geschlossen. Die Anwendung des Kategorisierungsansatzes ermöglicht es also, bestimmte Fehler von Personen im Umgang mit wissenschaftlichen Konzepten bzw. bestimmte Erklärungen so zu beschreiben, *als ob* diese Personen (implizit) eine bestimmte ontologische Zuordnung getroffen hätten. Die empirische Realität ontologischer Kategorien, die zudem bei Chi (1992) etwas arbiträr anmuten (Schnotz, Vosniadou & Carretero, 1997; Vosniadou, 1999), lässt sich empirisch nicht direkt bestimmen; die Befunde der von Chi (1997) beschriebenen, speziellen Befragungsverfahren sind zwar sehr plausibel, die bisherige empirische Evidenz ist jedoch noch recht dürftig und steht deshalb in einem ungünstigen Verhältnis zu der Bedeutung, die dem "ontologischen Axiom" in diesem Ansatz zukommt.

Das Problem der Defizitorientierung und der fehlenden Kontextexplikation

Weiter oben wurde bereits darauf hingewiesen, dass der Rahmentheorieansatz und insbesondere der Kategorisierungsansatz Fehlkonzepte fokussieren, weshalb sie als *defizitorientiert* bezeichnet wurden. Eine gewisse Defizitorientierung ist im entwicklungspsychologisch ausgerichteten Rahmentheorieansatz selbstverständlich, da unmittelbar einleuchtet, dass Kinder nicht mit wissenschaftlich "korrekten" Vorstellungen und Konzepten auf die Welt kommen und diese deshalb im Lauf ihrer Sozialisation bzw. durch langjährige Instruktion mehr oder weniger mühsam erwerben müssen. Da Kinder bereits sehr früh damit anfangen, Vorstellungen und Konzepte (auch) über naturwissenschaftliche Phänomene zu generieren und dieses initiale "Wissen" eingebettet ist in ein umfassendes theoretisches System, müssen notwendigerweise weit reichende Akkommodationsprozesse stattfinden. Im Laufe dieser Umstrukturierungsprozesse werden Kinder immer wieder mit Vorstellungen konfrontiert, die mit dem eigenen Wissensstand inkompatibel sind. Insofern haben auch wissenschaftlich falsche Vorstellungen, in der Terminologie Vosniadous (1994b) synthetische mentale Modelle, eine wichtige Funktion: Sie stellen Übergangsformen dar, die es möglich machen, die Kluft zwischen initialem "Wissen" und dem wissenschaftlich bzw. kulturell akzeptierten Wissen zu überwinden und die dabei auftretenden kognitiven Konflikte aufzulösen. Insofern weist der Ansatz von Vosniadou nicht nur eine defizitorientierte, sondern auch eine explizit ressourcenorientierte Perspektive auf.

Ein geeigneterer "Kandidat" für die situationistische Kritik ist eindeutig der Kategorisierungsansatz von Chi (1992). Hier ist das typische situationistische Argument treffend: Was für den Konzepterwerb und die Anwendung von Konzepten in der Wissenschaft von Schaden ist, muss für die Alltagsbewältigung noch lange nicht nachteilig sein. Die Ubiquität substanzbasierter Kategorisierungen, die sich in verschiedenen Domänen zeigt, spricht für eine Art "natürliche Dispo-

sition", solche Kategorisierungen vorzunehmen. Nicht zuletzt aus evolutionsbiologischen Gründen wäre es verwunderlich, wenn aus einem solchen Vorgehen *nur* Nachteile resultierten. Möglicherweise lassen sich Kontexte finden, in denen diese "Fehlkategorisierungen" bzw. damit assoziierte Merkmalsaspekte keine Nachteile und unter Umständen sogar eine gewisse Funktionalität aufweisen, z.B. weil dadurch Handlungsmöglichkeiten trotz fehlenden Vorwissens erhalten bleiben (dies gilt natürlich auch für ereignisbasierte Fehlkategorisierungen). Es wird sich dabei aber eher um Alltags- und nicht um wissenschaftliche Kontexte handeln, und erstere werden im Kategorisierungsansatz eindeutig vernachlässigt. Zudem ist in diesem Zusammenhang anzumerken, dass viele naturwissenschaftliche Fehlkonzepte im Alltag so gut wie überhaupt keine Konsequenzen haben (Caravita, 2001). Wahrscheinlich sind sie auch deshalb so resistent gegenüber Veränderungen.

Diese ressourcenorientierte Argumentation wird von Smith, Di Sessa und Roschelle (1993) weiter ausgeführt. Durch die in kognitivistischen Ansätzen vorgenommene Dichotomisierung in "richtig" und "falsch" wird diesen Autoren zufolge der Blick auf die Systematik und den konzeptuellen Sinn verstellt, der Fehlern zu Grunde liegen kann. Smith et al. (1993) gehen davon aus, dass Fehlkonzepte, insbesondere die "hartnäckigsten", ihre Wurzeln in durchaus produktivem Wissen haben. Ausschlaggebend ist deshalb der *Kontext*, in dem Konzepte verwendet werden. Dabei wird nicht bestritten, dass es Kontexte gibt, in denen bereits vorhandenes Wissen dysfunktional ist. Problematisch aus situationistischer Perspektive ist jedoch die Fokussierung auf Kontextbereiche, in dem die Konzepte Lernender *nicht* funktionieren, während ein größerer Kontextbereich, in dem sie produktiv sind oder dies zumindest sein können, ausgeklammert wird. Als zentrales Bewertungskriterium von Konzepten ziehen Smith et al. (1993) deshalb – der konstruktivistischen Maxime entsprechend – nicht deren Veridikalität, sondern deren *Funktionalität* heran.⁴

Das Funktionalitätskriterium impliziert, dass auch so genannte Fehlkonzepte Anwendungskontexte haben, in denen sie erfolgreich angewandt werden können (vgl. hierzu auch Spada, 1994). Synonym sprechen Smith et al. (1993) auch von der *Produktivität* (vs. Nichtproduktivität) von Konzepten. So ist zum Beispiel das Konzept "Bewegung impliziert eine Kraft" zwar im Bereich Mechanik oftmals inadäquat, es kann jedoch erklären, warum elektrischer Strom proportional zur Spannung fließt. Ebenso ist das Konzept "Multiplikation macht Zahlen größer" eine adäquate Charakterisierung des Effekts der Multiplikation in einem weiten Anwendungsbereich – nämlich dem der natürlichen Zahlen. Erst wenn

⁴ Eine vergleichbare instrumentelle Auffassung von Wissen findet sich bereits im amerikanischen Pragmatismus, z.B. bei Dewey (1989), die in heutigen neo-pragmatistischen Konzeptionen fortlebt (Rorty, 1994).

dieses Konzept auf den im Alltag kaum relevanten Bereich der rationalen und reellen Zahlen ausgedehnt wird, ist die Anwendung dieses Multiplikationskonzepts dysfunktional. Fehlkonzepte sind also aus situationistischer Perspektive nicht deshalb problematisch, weil sie aus wissenschaftlicher Sicht falsch sind. Probleme resultieren lediglich aus der Anwendung dieser Konzepte außerhalb der Kontexte, in denen sie Funktionalität beanspruchen können.

Bei der Bewältigung physikalischer Problemstellungen kann "naiven" Alltagskonzepten sogar eine fundamentale Bedeutung zukommen (Smith et al., 1993). Alltagskonzepte können zum einen das "Rohmaterial" für das Formulieren wissenschaftlicher Theorien liefern und zum anderen das in dieser Domäne so wichtige qualitative Schlussfolgern unterstützen (vgl. hierzu Spada, 1994; Plötzner, 1994). Zudem erleichtern sie die Abbildung von Alltagssituationen auf domänenspezifische theoretische Repräsentationen, was selbst Experten nicht immer leicht fällt. Diese Repräsentationen sind oft sehr kontextabhängig. So kann z.B. ein Gummiband je nach Kontext sehr verschiedenen Entitäten in verschiedenen theoretischen Modellen zugeordnet werden. Je nachdem, ob ein Gummiband als Musikinstrument, als Werkzeug zum Verschließen von Einmachgläsern oder als Antriebsquelle eines Spielflugzeugs verwendet wird, werden unterschiedliche theoretische Modelle wie das Hooksche Federgesetz, Reibungskoeffizienten oder der Energieerhaltungssatz relevant. Intuitives Physikwissen erleichtert oft die Beschreibung der jeweiligen Mechanismen und die anschließende Zuordnung zu physikalischen Entitäten und Gesetzen (Smith et al., 1993).

Kritisch anzumerken ist hier allerdings, dass das Ersetzen eines gängigen Beurteilungskriteriums (z.B. wissenschaftliche Korrektheit) durch ein anderes (z.B. Funktionalität) nicht nur Konsequenz der vertretenen Epistemologie sein darf, sondern auf theoretischer und/oder praktischer Ebene nachweisbare *Vorteile* haben sollte (vgl. hierzu Nüse, Groeben, Freitag & Schreier, 1991). Anders gesprochen: alternative Beurteilungskriterien sind ihrerseits auf ihre Funktionalität hin zu überprüfen, wobei natürlich auch diese Überprüfung auf der Metaebene nach vorher festgelegten Kriterien zu erfolgen hat. Die Mindestanforderung ist, dass alternative Beurteilungskriterien genau bestimmt sein müssen. So ist z.B. zu explizieren, in Hinblick auf was, für wen und in welchen Kontexten ein "naives" Konzept funktional sein soll – dies kommt einer Angabe des Geltungs- und Gültigkeitsbereichs der beurteilten Konzepte gleich.

Bei Smith et al. (1993) ist mit Funktionalität bzw. Produktivität etwas wie "dem Aufgabenverständnis dienlich" gemeint. Bereiter (1994), der in der Fehlkonzept-Diskussion eine eher gemäßigt-ressourcenorientierte Position vertritt, unterscheidet zwischen Konzepten, die mit dem Erkenntnis fördernden (progressiven) Diskurs, z.B. im Unterricht, interferieren (d.h. Fehlkonzepten), und solchen,

bei denen dies nicht der Fall ist. Bei dieser Unterscheidung muss natürlich immer das Vorwissensniveau berücksichtigt werden. Was in einem früheren Stadium hilfreich sein kann (etwa die Annahme, dass elektrischer Strom wie Wasser durch Röhren fließt), kann in späteren Stadien des Wissenserwerbs hinderlich sein. Ebenso können lamarckistische Konzepte in der Grundschule hilfreich sein, um biologische Adaptationsprozesse zu verstehen und Relationen zwischen Struktur und Funktion zu erkennen (vgl. hierzu auch Hatano & Inagaki, 1994). Gleichzeitig wird das Verstehen der Evolution dadurch (vorläufig) nicht beeinträchtigt. Dagegen ist die Annahme kleiner Kinder, dass "herunter" eine absolute Richtung ist, für Bereiter (1994) ein ernsthaftes Hindernis für das Verstehen von Konzepten wie Schwerkraft, Gestalt der Erde und Sonnensystem.

Vor dem Hintergrund der Notwendigkeit, das jeweils verwendete Funktionalitätskriterium genau zu bestimmen, stellt die explizite Berücksichtigung des Kontexts der Wissensanwendung, die als ein konstitutives Merkmal situationistischer Ansätze bezeichnet werden kann, einen Fortschritt gegenüber der in kognitivistischen Ansätzen üblichen Verabsolutierung des wissenschaftlichen Kontextes und der damit einhergehenden Defizitorientierung dar.

In diesem Zusammenhang ist auch Folgendes zu bedenken: Im Bereich des initialen Lernens in wohl strukturierten Gebieten mag z.B. die für den Rahmen-theorieansatz von Vosniadou (1994) relevante Unterscheidung "vorwissenschaftlicher" und "wissenschaftlicher" Konzepte noch leicht fallen. Wird jedoch das überschaubare Feld initialen Lernens verlassen, kommen komplexere Konzepte zum Tragen. In der Regel werden oft mehrere konkurrierende wissenschaftliche Konzepte vertreten, die in komplexen Beziehungen zueinander stehen (siehe unten). Dies dürfte von allem in jüngeren Domänen wie z.B. der Psychologie der Fall sein. Bei der Psychologie kommt hinzu, dass vielen, selbst komplexen Konstrukten bereits vorwissenschaftlich eine – mehr oder weniger eindeutige – Bedeutung zukommt (in naturwissenschaftlichen Domänen dürfte dies vor allem für einfache Konzepte gelten). So muss man kein Studium in Pädagogischer Psychologie absolvieren, um über eine wenn auch "naive" und möglicherweise implizite, aber nichtsdestoweniger handlungsrelevante Lerntheorie zu verfügen. Diese "Konstrukte erster Ordnung" (vgl. Schneewind, 1977) sind zwar im Vergleich zu wissenschaftlichen "Konstrukten zweiter Ordnung" per definitionem weniger elaboriert. Das bedeutet jedoch nicht notwendigerweise, dass sie da, wo sie Anwendung finden, nämlich im nicht-wissenschaftlichen Alltag, weniger brauchbar sind.

Die Kontextvariable ist noch in einer anderen Hinsicht von Relevanz: Vorstellungen und Konzepte werden von Personen nicht isoliert generiert, sondern entstehen in sozialen, gesellschaftlichen und historischen Kontexten, in denen Personen miteinander und mit kulturellen Artefakten interagieren – kurz: Sie sind immer *situier*t. Implizit werden kulturelle Kontexte zwar im Ansatz von Vosniadou (1994b) durch die Rahmentheorie berücksichtigt. Dennoch kommt das sozial-interaktive Moment bei der Wissensgenerierung in kognitivistischen Conceptual-Change-Ansätzen insgesamt eindeutig zu kurz. Dieses Problem, das sich auch auf die im Folgenden behandelte Wissensdiagnostik auswirkt, gilt freilich nicht nur für die kognitivistisch orientierte Conceptual-Change-Forschung, sondern für kognitivistische Ansätze zum Lehren und Lernen im Allgemeinen (vgl. Greeno, 1997).

Das Problem der (individualistischen) Wissensdiagnostik bzw. der Erfassung von wenig handlungsrelevanten Repräsentationen

Das Problem des vernachlässigten Kontexts schlägt sich natürlich in der Wissens- bzw. Fehlkonzeptdiagnostik nieder. Bei Vosniadou und Brewer (1992) werden z.B. synthetische mentale Modelle diagnostiziert, indem Kindern in einer Testsitzung gezielte Fragen gestellt werden. Auch bei Chi et al. (1994) werden falsche ontologische Kategorisierungen aus Antworten erschlossen, die Probanden in eher künstlichen Testsituationen generieren. Diese Art der Wissensdiagnostik kann ausgehend vom Vosniadouschen Rahmentheorieansatz (1994b) als Konsequenz ontologischer und epistemologischer Überzeugungen beschrieben werden, die dem kognitivistischen Paradigma zu Grunde liegen.

Die kognitivistische Wissensdiagnostik kann zudem als eher *produktorientiert* und *punktuell* bezeichnet werden – es geht mehr um das "Vorhandensein" eines bestimmten mentalen Modells oder bestimmter Kategorisierungen zu einem bestimmten Zeitpunkt und weniger um den komplexen *Prozess* der Konstruktion von Repräsentationen in einer bestimmten Situation. Es wird allenfalls der Prozess der Aktualgenese von Konzepten analysiert, nicht aber die Entwicklung von Konzepten über längere Zeiträume, was natürlich insbesondere bei einem entwicklungspsychologisch orientierten Ansatz zu kurz greift.

Die in der Regel künstliche Testsituation wird als selbstverständlich vorausgesetzt und in Hinblick auf ihre Repräsentativität und potenzielle Artifizialität kaum problematisiert. Auch der mögliche Einfluss des Machtgefälles, das in diesen Situationen zweifellos besteht, wird kaum thematisiert. Der letztere Aspekt wird von Säljö (1999) besonders hervorgehoben. Im kognitivistischen Paradigma wird vor allem versucht, die Testsituation weitgehend experimentell konstant zu halten, um keine zusätzliche "Fehlervarianz" zu erzeugen, wenngleich hier

eingräumt werden muss, dass insbesondere den Arbeiten von Vosniadou und Kollegen (z.B. Vosniadou & Brewer, 1992) aus Einzelfällen gewonnenes und akribisch analysiertes qualitatives Datenmaterial zu Grunde liegt. Ein primär an Gruppenmittelwerten orientiertes Auswertungsverfahren dürfte man in der Conceptual-Change-Forschung auch bei kognitivistisch orientierten Autoren nur selten finden (vgl. Schnotz et al., 1999).

Dennoch weist das methodische Vorgehen im Allgemeinen und die Wissensdiagnostik im Besonderen in situationistischen Ansätzen typische Merkmale auf, die sich in kognitivistischen Ansätzen bei aller Aufgeschlossenheit gegenüber eher "weichen" Analysestrategien eher nicht ausmachen lassen. Die kognitivistische Wissensdiagnostik ist per se wenig an Kontexteffekten interessiert, was natürlich damit zusammenhängt, dass kognitivistische Ansätze in der Regel keine elaborierte Theorie des Kontexts bzw. der Situation beinhalten (siehe oben). Zudem ist kognitivistische Wissensdiagnostik in hohem Maße *individuumzentriert*. Interaktionen mit anderen Personen und/oder die Bezugnahme von Personen auf andere Ressourcen sind im Regelfall in der Testsituation nicht vorgesehen. Die Repräsentativität derartiger Testsituationen, in denen Formen distribuerter Kognition und Intelligenz (Pea, 1993; Salomon, 1993), die bei alltäglicher Problembewältigung eher die Regel sein dürften, durch die Versuchsanordnung systematisch ausgeblendet werden, dürfte zumindest außerhalb traditioneller Klausur- und Abfragesituationen in der Schule ziemlich eingeschränkt sein. Die externe bzw. ökologische Validität der Testsituation ist dadurch eindeutig in Frage gestellt. Zudem ist nicht zu leugnen, dass auch in individuellen Testsituationen "Produkte" hervorgebracht werden, die in vielerlei Hinsicht ein Resultat interaktiver Prozesse darstellen. Auch bei der oben beschriebenen Versuchsanordnung, die typischerweise von Vosniadou und Brewer (1992) verwendet wird, dürften Aussagen der Kinder durch den Versuchsleiter-Kind-Diskurs trotz ausgeklügelter Kontrollmaßnahmen beeinflusst werden.

Es ist fraglich, ob diese prinzipielle Messproblematik dadurch gelöst werden kann, dass z.B. Versuchsanordnungen noch stärker standardisiert werden, zumal hier auch grundlegendere Fragen der Wissenskonstruktion und -repräsentation angesprochen sind. Es wäre beispielsweise naiv anzunehmen, dass die Aussagen der Kinder als "objektive" Abbildungen dessen gelten können, was die Kinder "im Kopf haben", so als ob es sich dabei um eine nach bestimmten Gesetzmäßigkeiten nach außen projizierte, konstant bleibende "Innerlichkeit" handelte. Natürlich würde sich zu einer solchen naiven Abbildungstheorie kein Conceptual-Change-Forscher bekennen. Dennoch berühren diese Überlegungen zur Wissensrepräsentation einen wunden Punkt des kognitivistischen

Paradigmas, der durchaus diskussionswürdig ist (vgl. hierzu auch den ersten Diskussionspunkt zum Verdinglichungsproblem).

Aus situationistischer Sicht ist die Beziehung zwischen bestimmten Konzepten und der kognitiven Struktur, in die sie eingebettet sind, weitaus komplexer als es die kognitivistisch orientierte Wissensdiagnostik vermuten lässt. So können z.B. Expertenkonzepte und Fehlkonzepte nebeneinander bestehen, was Clement (1982) im Bereich Mechanik und Mathematik zeigen konnte. Selbst aus wissenschaftlicher Sicht inkompatible Repräsentationen können in ein und derselben Person auf "friedliche" Weise koexistieren, ohne kognitive Konflikte zu verursachen. Die Notwendigkeit eines verschiedene Vorstellungen integrierenden synthetischen mentalen Modells stellte sich bei den von Vosniadou und Brewer (1992) untersuchten Kindern vielleicht nicht zuletzt aufgrund der provozierenden Fragen der Versuchsleiter. Außerhalb der konfrontativen experimentellen Situation können naive Vorstellungen über die Erde wahrscheinlich auch dann noch "überleben", wenn wissenschaftlich akzeptierte Vorstellungen bereits entwickelt und in Testsituationen, z.B. während einer Klassenarbeit, aktualisiert werden können. *Welche* Vorstellungen aktualisiert werden, wird nicht zuletzt von den jeweils antizipierten Konsequenzen bestimmter Aussagen abhängen, und diese werden in kognitivistischen Ansätzen in der Regel nicht thematisiert.

Um dem Phänomen komplexer Wissensorganisation in der Wissensdiagnostik gerecht zu werden, ist es angezeigt, Konzepte als komplexe Cluster von zum Teil hierarchisch organisierten und miteinander vernetzten, zum Teil aber auch parallel und kompartmentalisiert "existierenden" Einheiten zu beschreiben. Hierbei können verwandte Konzepte auf verschiedenen Abstraktionsebenen in einem und demselben Wissenssystem organisiert sein. Die Vorstellung, dass bei der Konstruktion "neuer" Repräsentationen die bisherigen "überschrieben" oder "gelöscht" werden, widerspricht nicht nur der Alltagserfahrung, sondern auch einer Vielzahl empirischer Befunde zur Abstraktion beim analogen Problemlösen (vgl. Reeves & Weisenberg, 1994; Reimann, 1997). Dieser Position, die von einer "konservierenden" Funktion des kognitiven Systems ausgeht, stehen jedoch auch kognitivistische Autoren aufgeschlossen gegenüber (vgl. Vosniadou et al., 2001).

Sicher kann man auch auf der Grundlage weniger komplexer Modelle der Wissensorganisation wichtige Informationen über Repräsentationen bei einer Person gewinnen; inwieweit bestimmte Repräsentationen für diese Personen repräsentativ sind, bleibt jedoch fraglich; zudem stellt sich die nicht weniger wichtige Frage der *Handlungsrelevanz* der identifizierten Repräsentationen. Möglicherweise handelt es sich bei so manchen von Vosniadou und Kollegen (z.B. Vosniadou & Brewer, 1992) beschriebenen "Modell-Revisionen" bestenfalls um eine Art "trägen" Conceptual Change, der sich auf Handlungen der Person in

relevanten Kontexten *außerhalb* der Testsituation gar nicht auswirkt. Dieser "Verdacht" drängt sich ebenfalls in Hinblick auf die Handlungsrelevanz der von Chi und Kollegen (Chi et al., 1994) analysierten Veränderungen in der ontologischen Kategorisierung auf. Sollten sich diese Vermutungen empirisch bestätigen, ist es fraglich, ob es sinnvoll ist, solche Phänomene überhaupt als Conceptual Change zu behandeln.

Aus situationistischer Perspektive verrät die kognitivistisch orientierte Wissensdiagnostik mehr über die "Philosophie" kognitivistischer Ansätze als über die Genese handlungsrelevanten Wissens oder gar über Problemlöse-Handlungen in relevanten Situationen. Im Extremfall beschreibt kognitivistische Wissensdiagnostik Resultate einer mehr oder weniger gelungenen Anpassung von Probanden an künstliche Testsituationen.

Das Problem der Fokussierung auf initiales Lernen in wohl strukturierten Domänen

Einem entwicklungspsychologisch orientierten Ansatz wie dem von Vosniadou (1994b) kann man zwar nicht ankreiden, dass er sich auf initiales Lernen bezieht und dass die untersuchten Teilgebiete bzw. Problemstellungen durchweg gut strukturiert und die untersuchten Probleme wenig komplex sind. Gerade vor dem Hintergrund der Bedeutung, die lebenslangem Lernen in einer zunehmend komplexeren Welt zukommt (Baltes, Staudinger & Lindenberger, 1999), sollte sich ein entwicklungspsychologischer Ansatz nicht auf die Analyse früherer Phasen der kognitiven Entwicklung beschränken. Vielmehr wäre es angezeigt, den Geltungs- und Gültigkeitsbereich des Rahmentheorieansatzes gerade in Bezug auf komplexere Veränderungen von Wissensstrukturen in *späteren* Entwicklungsphasen auszuloten. Dann könnten auch komplexere Problemstellungen im Allgemeinen und insbesondere komplexere, weniger strukturierte Domänen in den Blick genommen werden. So könnte z.B. der Frage nachgegangen werden, inwieweit Veränderungen der Wissensstruktur, die sich bei Studierenden der Psychologie im Rahmen eines Seminars über die Wechselwirkung von Anlage und Umwelt bei der Entwicklung von bestimmten Persönlichkeitsmerkmalen feststellen lassen, mit dem Rahmentheorieansatz erklärt werden können. Auf diese Weise könnte die wichtige Frage der Domänenspezifität des Rahmentheorieansatzes geklärt werden.

Diese Frage stellt sich natürlich auch für den Kategorisierungsansatz. Auch hier beschränkt sich die Anwendung bislang ausschließlich auf naturwissenschaftliche Domänen bzw. relativ einfache Problemstellungen aus diesen Domänen. In noch stärkerem Maße als der Rahmentheorieansatz wirkt der Kategorisierungsansatz auf die wenigen Beispiele aus der Physik und Biologie zuge-

schnitten, die er zu erklären versucht (vgl. Caravita & Halldén, 1994). Gerade beim Kategorisierungsansatz, der auf einem domänenunspezifischen "ontologischen Axiom" basiert, leuchtet eine solche Einengung des Anwendungsbereichs nicht ein. Meines Erachtens wird es der Kategorisierungsansatz schwer haben, Conceptual Change beim fortgeschrittenen Lernen in weniger strukturierten Domänen zu beschreiben. Zum einen dürften grobe Kategorisierungsfehler hier eher die Ausnahme sein. Zum anderen haben Veränderungen der Wissensstruktur, die z.B. mit einer zunehmenden Vernetzung verschiedener theoretischer Ansätze und empirischer Befunde oder mit zunehmender Abstraktion oder Differenzierung einhergehen, nichts mehr mit ontologischen Kategorien zu tun; und es wäre sicher voreilig zu behaupten, für derartige Veränderungen bedürfte es keines Conceptual Change.

Natürlich ist nichts dagegen einzuwenden, wenn sich die Entwicklung von Conceptual-Change-Ansätzen an Domänen bzw. an Problemstellungen orientiert, die sich aus verschiedenen Gründen besonders für derartige Ansätze eignen. Es ist aber zu kritisieren, dass dieses frühe Entwicklungsstadium scheinbar nicht mehr verlassen wird. Ein solches Vorgehen wirkt ein wenig wie der aus wissenschaftstheoretischer Perspektive wenig zielführende Versuch, die Ansätze gegen Falsifizierungen zu immunisieren (vgl. Popper, 1935). Rigoroses Testen ist nur eine Seite der Medaille, wenn es um wissenschaftlichen Fortschritt geht. Die andere, bislang in der Conceptual-Change-Forschung vielleicht allgemein etwas zu kurz gekommene Seite betrifft das Stellen interessanter und auch mutiger Fragen, ganz im Sinne des Popperschen Mottos "Versuche nicht, der Falsifikation zu entgehen, sondern riskiere deinen Kopf".

Das Problem des kognitiven Bias

Der Fokus traditioneller Ansätze zu Conceptual Change richtet sich fast ausschließlich auf *kognitive* Aspekte. Pintrich, Marx und Boyle (1993) diagnostizierten in der Forschung zu Conceptual Change einen starken *kognitiven Bias* und plädieren für die Überwindung der dominierenden "cold-cognition"-Perspektive (vgl. auch Pintrich, 1999). Der Rahmentheorieansatz von Vosniadou (1994b) stellt insofern eine Ausnahme dar, als immerhin dem Einfluss epistemologischer Überzeugungen eine zentrale Bedeutung für Conceptual Change eingeräumt wird.

Pintrich (1999) bezieht eine Vielzahl anderer nicht oder zumindest nicht primär kognitiver Konstrukte in seine Analyse der Bedingungen von Conceptual Change ein. So wird z.B. der Einfluss von Zielorientierungen, von persönlichen Interessen, Selbstwirksamkeit und Kontrollüberzeugungen auf Lernprozesse und Conceptual Change analysiert. Wenn Conceptual Change in der Wissenschaft, wo sicher strengere Kriterien an die Bewertung einer Theorie angelegt

werden als im Alltag, nicht allein "rational" erklärt werden kann (Kuhn, 1976), stellt der Versuch, Conceptual Change bei Lernenden primär mit Hilfe von *kognitiven* Konstrukten zu erklären, eine unnötige Einseitigkeit dar. Bereits die im vorliegenden Kontext nahe liegende Frage, *warum* jemand in einer bestimmten Situation ein bestimmtes Konzept verwendet, impliziert die Bedeutung motivationaler und auch emotionaler Bedingungsfaktoren und Einstellungen.

Der Einfluss verschiedener motivationaler und auch emotionaler Aspekte auf Lernprozesse und resultierenden Conceptual Change wird natürlich in hohem Maße von der subjektiven Bedeutung und der Funktion und damit von den Konsequenzen abhängen, die das entsprechende Wissen in dem untersuchten Bereich bzw. dessen Aktualisierung in einer bestimmten Situation für eine Person hat. Die Überlegungen von Pintrich (1999) sind v.a. auf die Qualität des Lernprozesses bezogen, der sich auf Conceptual Change entweder positiv oder negativ auswirkt bzw. auf motivationale Faktoren, die den Lernprozess beeinflussen. Gerade bei Inhalten, die mit einem starken Selbstbezug bzw. großer "Ich-Nähe" verbunden sind, wenn also anzunehmen ist, dass eine emotionale Bindung an bestimmte Überzeugungen besteht, wird es aussichtsreich sein, neben motivationalen auch emotionale Aspekte wie z.B. Angst und Unbehagen sowie inhaltsspezifische Einstellungen als potenzielle Conceptual-Change-Bedingungsfaktoren zu untersuchen.

Auch das von Dalbert (1996) sowie von Huber und Roth (1999) intensiv untersuchte Konstrukt der Ambiguitätstoleranz sollte als möglicher Bedingungsfaktor für Conceptual Change berücksichtigt werden. Dieses Konstrukt wurde von Frenkel-Brunswik (1949) eingeführt, um ein Personenmerkmal zu beschreiben, das relativ starren Reaktionen auf sozialer, kognitiver und perzeptiver Ebene zu Grunde liegt und durch Leugnung emotionaler Ambivalenz und Intoleranz gegenüber kognitiver Ambiguität gekennzeichnet ist (Dalbert, 1996). Während ungewissheitstolerante Personen dazu neigen, unbekannte, widersprüchliche, komplexe, nicht oder nicht leicht zu lösende Situationen als positive Herausforderung zu bewerten, haben ungewissheitstolerante Personen die Tendenz, ambigüe Situationen als Quelle von Bedrohung zu interpretieren. Im vorliegenden Kontext müsste das Konstrukt jedoch mehr auf den Umgang mit ambiguen *Kognitionen* und damit auf eine "Domäne" zugeschnitten werden, auf die die Theorie der kognitiven Dissonanz (Festinger, 1957) spezialisiert ist.

Eine Alternative: Conceptual Change situationistisch

Conceptual Change als Resultat von Kontextualisierung: der Kontext-Ansatz von Caravita und Halldén

Um Urteile unter Bedingungen von Unsicherheit zu untersuchen, verwendeten Kahnemann und Tversky (1982) einen bestimmten Typ von Aufgabe: Studierende, die keine Ausbildung in Statistik hatten, wurden zunächst mit einem kurzen Fallszenario konfrontiert. Darin wird z.B. Linda beschrieben, eine 31jährige, sehr eloquente und intelligente Frau, die ihren Abschluss in Philosophie gemacht hat. Zudem erfahren die Studierenden, dass sich Linda als Studentin ausgiebig mit Fragen der Diskriminierung und sozialen Gerechtigkeit beschäftigt und auch an Anti-Atomkraft-Demonstrationen teilgenommen hat. Anschließend hatten die Studierenden einzuschätzen, welche von zwei Aussagen über Linda die wahrscheinlichere ist: a) Linda ist KassiererIn in einer Bank oder b) Linda ist KassiererIn in einer Bank und in der feministischen Bewegung aktiv.

Die Mehrheit der Studierenden wählte die aus Wahrscheinlichkeitstheoretischer Perspektive eindeutig *falsche* Alternative b). Selbst nach intensiver Diskussion blieben die Studierenden bei ihrer Entscheidung, was Kahnemann und Tversky (1982) zu der Interpretation veranlasste, dass der dieser Aufgabe zu Grunde liegende Additionssatz nicht richtig verstanden wurde.

Halldén (1999) konnte diesen Befund replizieren; interessanter als dieses Ergebnis waren jedoch die *Begründungen*, die die Studierenden abgaben, nachdem sie mit der "richtigen" Antwort konfrontiert worden waren. Es wurde deutlich, dass vielen Studierenden die Prinzipien der Wahrscheinlichkeitstheorie sehr wohl klar waren und dass sie sich ganz *bewusst* gegen die Wahrscheinlichkeitstheoretisch korrekte und zugunsten der Lösung entschieden haben, die am ehesten mit ihren Alltagserfahrungen korrespondierte. Im Alltag wird man in der Regel die präzisere Beschreibung einer Person gegenüber einer weniger präzisen Beschreibung bevorzugen. Die Studierenden trafen ihre Entscheidung auf der Basis kausaler Schlussfolgerungen oder eines common sense-geleiteten Abwägens von Alternativen. Sie wandten somit eine grundsätzlich andere Methode an, um die Aufgabe zu lösen, als dies im Untersuchungsparadigma von Kahnemann und Tversky (1982) vorgesehen war. Mit anderen Worten: Sie nahmen eine alternative *Kontextualisierung* der Aufgabe vor.

So funktional Schlussfolgerungen auf der Basis kausaler Beziehungen und Stereotypen bei Entscheidungsfindungen im Alltagskontext sind, so schlichtweg falsch ist natürlich eine derartige Vorgehensweise in jedwedem wissenschaftlichen Kontext. Dennoch greift Kahnemanns und Tverskys (1982) Interpretation m. E. erheblich zu kurz, da sie den Umstand außer Acht lässt, dass viele der

befragten Studierenden durchaus in der Lage waren, das "akademische Spiel des Schlussfolgerns" (Cobb, 1986) zu spielen und sie mit ihrer Lösung hier unter Umständen nur deshalb "daneben lagen", weil sie die Aufgabe anders kontextualisierten als von den Untersuchern erwartet. So sind die "falschen" Antworten der Studierenden in dem betrachteten Fall weniger ein Indikator für zu Grunde liegende Fehlkonzepte (obwohl das grundsätzlich nicht auszuschließen ist; vgl. die ausführlichere Diskussion bei Halldén, 1999) als vielmehr das Resultat eines grundlegenden Missverhältnisses zwischen Untersuchern und Probanden in Hinblick auf den bei dieser Aufgabe "richtigen" Interpretationskontext.

Um das Problem unterschiedlicher Kontextualisierung von Aufgaben theoretisch abzubilden, entwickelten Caravita und Halldén (1994) ein hierarchisches Kontextmodell, das auf die Domänen Biologie (Halldén, 1990) und Geschichte (Halldén, 1993) angewandt wurde. Bei diesem Modell wird zum einen zwischen Alltagskontext und wissenschaftlichem Kontext, zum anderen zwischen drei Abstraktionsebenen unterschieden.

Auf der untersten Abstraktionsebene haben wir es auf der Seite des Alltagskontexts mit der Ebene der *Praxis*, auf der wissenschaftlichen Seite mit der Ebene der *Empirie* zu tun. Auf der Ebene der Praxis ist die Interpretation einer Aufgabe von *Common sense-Annahmen* und *Handlungsnormen* geleitet, die sich hierarchisch auf der zweiten Abstraktionsebene befinden. Auf der Metaebene bzw. dritten Abstraktionsebene machen diese Annahmen einen wesentlichen Teil unserer *Weltanschauungen* und *ideologischen Bindungen* aus. Im Wissenschaftskontext wird die Interpretation einer Aufgabe dagegen durch *theoretische Konzepte* bestimmt, die bei Caravita und Halldén (1994) der zweiten Abstraktionsebene zugeordnet werden. Diese wiederum sind auf der Metaebene in einen übergeordneten *theoretischen Kontext* eingebettet.

Wenn im Unterricht Beispiele aus dem Alltag Lernender präsentiert werden – und die oben beschriebene Entscheidungsaufgabe kann durchaus in dieser Richtung interpretiert werden – erwarten Lehrende in der Regel, dass die Aufgabe im entsprechenden empirischen Kontext, d.h. geleitet von theoretischen Konzepten eines bestimmten theoretischen Kontexts interpretiert wird (im Beispiel von Kahnemann und Tversky (1982): vom Additionssatz aus der Wahrscheinlichkeitsrechnung). Es wird also erwartet, dass die Lernenden nur jene Aspekte der Aufgabe berücksichtigen, die innerhalb eines gegebenen theoretischen Rahmens im wissenschaftlichen Kontext relevant sind. Diese Aspekte unterscheiden sich jedoch oft fundamental von Aspekten, die in Alltagskontexten wichtig sind. Hier haben wir es mit Aspekten zu tun, die für unser Handeln "draußen" in der Welt relevant sind bzw. die problemlos an unser bereits vorhandenes Vorwissen assimiliert werden können.

Die Unterscheidung zwischen "Alltagskontext" und "Wissenschaftskontext" ist eine Frage der *Situierung* von Problemstellungen. Die Unterscheidung zwischen den drei Hierarchieebenen, die nach Caravita und Halldén (1994) auf beiden Seiten getroffen werden kann – im Alltag: Praxis, Common Sense und Weltanschauung, in der Wissenschaft: Empirie, Konzepte und Theorien – ist hingegen mehr eine Frage des *kognitiven* Kontexts, der die Ressourcen für die weitere Interpretation der Aufgabe bestimmt (vgl. Tiberghien, 1994; Halldén, 1999).

Im Rahmen einer Studie zum planspielbasierten Lernen im Bereich Ökonomie wurde ein an Caravita und Halldén (1994) angelehntes Kontextmodell von unserer Forschergruppe bei der Wissensdiagnostik angewandt. Auf die dabei gemachten Erfahrungen wird im Folgenden eingegangen. In diesem Kontext wird auch die oben angesprochene Brauchbarkeit des Funktionalitätskriteriums für die Wissensdiagnostik thematisiert.

Anwendung eines Kontextmodells zur Erklärung der Konzeptbildung beim planspielbasierten Lernen in der Ökonomie

Für die Wissensdiagnostik im Allgemeinen und die Identifikation von Fehlkonzepten bzw. Conceptual Change im Besonderen ist (aus situationistischer Perspektive) die Frage der Kontextualisierung, die Lernende bei der Bearbeitung von Aufgaben vornehmen, ganz entscheidend. Ausgehend von dieser Annahme wurden Verbalprotokolle, die in einer eigenen Studie zum Lernen mit einem computerbasierten Unternehmensplanspiel (z.B. Stark, Graf, Renkl, Gruber & Mandl, 1995) gewonnen wurden (Konschak, 1996), reanalysiert. Die Aufgabe der Lernenden bestand in dieser Untersuchung darin, Unternehmensgewinne einer (simulierten) Jeansfabrik durch das Treffen von Entscheidungen zu maximieren, die verschiedene betriebswirtschaftliche Variablen wie Preisgestaltung und Werbemaßnahmen betrafen. Dabei sollte handlungsrelevantes Wissen über Unternehmensführung generiert werden.

Auf der Basis von theoretischen Überlegungen und einer ersten Durchsicht der Protokolle wurden vier relevante Kontexte unterschieden: der Kontext betriebswirtschaftlicher Theorien, der Planspielkontext, der betriebswirtschaftliche Anwendungskontext in der Praxis und der nichtprofessionelle Alltagskontext. Diese Kontexte haben auf der einen Seite große Überschneidungsbereiche; andererseits weisen sie aber auch Zonen auf, die sich durch mangelnde Kompatibilität auszeichnen.

Bei der anschließenden genaueren Analyse der Verbalprotokolle konnten zwei Typen von Aussagen bzw. Konzepten identifiziert werden. Aussagen des ersten Typs betrafen Konzepte, deren Anwendung im Kontext der erfahrenen Planspielsituationen für den erwirtschafteten Unternehmensgewinn keine negativen oder sogar positive Konsequenzen zeitigten, die aber aus betriebswirtschaftlicher Perspektive falsch waren. Der Planspielkontext und der Kontext betriebswirtschaftlicher Theorien waren in Bezug auf diese Konzepte also nur bedingt kompatibel. In einigen Planspielsituationen war es z.B. gewinnbringend, unter dem Preis des Konkurrenten zu bleiben. Dies veranlasste viele Probanden, auch in anderen Planspielsituationen und insbesondere in Testsituationen außerhalb des Planspiels, in denen dieses Vorgehen nicht funktional war, ebenfalls die Notwendigkeit zu betonen, mit dem eigenen Preis unterhalb des Preises des Konkurrenten zu bleiben (z.B. "Man muss immer unter dem Preis des Konkurrenten sein"). Auch Erfahrungen mit der geringen Werbewirkung, die von den Untersuchern durch eine bestimmte Planspielkonfiguration manipuliert worden war, wurden von Probanden übergeneralisiert (z.B. "Werbung bringt nichts"; "Werbung hilft nicht weiter"). Oft wurden zudem Zusammenhänge zwischen verschiedenen Marktvariablen nicht richtig erkannt (z.B. "Die Differenz zwischen Produktionsauftrag und Kapazität ist der Ausschuss"; "bei Auslandsverkauf steigt das Angebot im Inland, dadurch steigt die Nachfrage"; "durch geringes Angebot steigt die Nachfrage"). Viele Probanden zogen zudem aus zufälligen Zusammenhängen oder aus Beziehungen, die von weiteren, nicht wahrgenommenen Variablen beeinflusst wurden, falsche oder zumindest zu stark vereinfachte Schlüsse (z.B. "Umsatzmaximierung erreicht man durch die Erhöhung der Produktionskapazität bzw. des Absatzes"; "bei niedrigen Preisen ist der Absatz geringer").

In dieser stark vereinfachten und viel zu sehr verallgemeinerten Form sind die angesprochenen Konzepte betriebswirtschaftlich falsch, wenngleich die Anwendung dieser Konzepte in den spezifischen Planspielsituationen, in denen sie formuliert wurden, zumindest keine negativen Konsequenzen in Form von finanziellen Verlusten nach sich zog.

Aus kognitivistischer Perspektive könnten die genannten Konzepte als Fehlkonzepte diagnostiziert werden (vgl. Kanschak, 1996). Aus situationistischer Perspektive ist eine solche Diagnose zumindest voreilig. Es müsste vorab die Frage geklärt werden, inwieweit die Lernenden auch Problemstellungen *außerhalb* der von den Planspielerfahrungen geprägten Untersuchungssituation vor dem Hintergrund dieser Erfahrungen bzw. des dabei erworbenen Wissens interpretieren. Es könnte sich durchaus zeigen, dass die identifizierten Konzepte als lokale *methodische Artefakte* zu interpretieren sind, die verschwinden, sobald

die Probanden den "Einflussbereich" des Planspiel- bzw. des experimentellen Untersuchungskontexts verlassen haben.

Aussagen des zweiten Typs betrafen Konzepte, bei denen nicht klar war, ob die Probanden bei der Aufgabenbewältigung von einem nichtprofessionellen Alltagskontext, einem betriebswirtschaftlichen Anwendungskontext oder dem Kontext betriebswirtschaftlicher Theorien ausgingen. Jedenfalls war diese Art von Konzepten im Planspielkontext gänzlich irrelevant. So formulierten z.B. mehrere Probanden Konzepte zur Produktqualität und deren Konsequenzen, obwohl die Produktqualität im Planspiel keine Rolle spielte und als Variable nicht implementiert war (z.B. "Das Lager wird verkauft, weil die Ware besser ist"; "der Konkurrent hat bessere Produkte"). Auch Fragen des Image, der Mode, der Qualität der getätigten Werbemaßnahmen oder saisonale Aspekte waren im Planspielkontext irrelevant. Dennoch wurden zahlreiche Konzepte formuliert, die damit in Zusammenhang standen (z.B. "Niedriger Preis ist schlecht fürs Image"; "wenn die Jeans nicht in Mode kommen, entsteht Verlust"; "alle, die meine Werbung gut finden, kaufen bei mir"; "die Nachfrage ist saisonabhängig"). Weit verbreitet waren auch Konzepte, die mit dem Erzeugnislager zu tun hatten. Obwohl die Preispolitik des Konkurrenten im Planspiel nicht an dessen Lagerbestände gebunden war, traten wiederholt Konzepte auf, wie z.B.: "Der Preis des Konkurrenten wird sinken, da sein Lager aufgrund der schleppenden Nachfrage voll ist". Auch wurden in unterschiedlichen Zusammenhängen immer wieder die "Lagerkosten" erwähnt, obwohl das Lager im Planspiel keine direkten Kosten verursachte.

Diese Art von Konzepte als Fehlkonzepte zu bezeichnen, wäre aus situationistischer Sicht ebenfalls problematisch. Es handelt sich um betriebswirtschaftlich korrekte und nur in der Lernumgebung nicht implementierte Konzepte, die eher gegen die Authentizität des Planspiels als gegen das von den Probanden angewandte Wissen sprechen. Konzepte des zweiten Typs waren also betriebswirtschaftlich gesehen veridikal, aber im Planspielkontext nicht relevant und zum Teil auch dysfunktional. Umgekehrt waren Konzepte des ersten Typs nicht veridikal, aber im Planspielkontext funktional oder zumindest nicht dysfunktional.

Diese Befunde machen deutlich, in welchem Ausmaß die Art und Weise, in der Aufgaben bearbeitet werden, von situativen und kognitiven Kontextualisierungen abhängen können, die von Probanden vorgenommen werden. Diese können aus verschiedenen Gründen, die es jeweils zu erörtern gilt, von den Kontextualisierungen abweichen, die von Seiten der Untersucher oft stillschweigend vorausgesetzt werden. Diese Tatsache muss nicht unbedingt gegen das domänenspezifische Wissen der untersuchten Probanden sprechen. Abweichende Kontextualisierungen der Probanden können zum einen auf mangelnde *Kon-*

textsensitivität verweisen. Gleichzeitig können sie aber auch aus Schwächen der Lernumgebung resultieren, wenn diese z.B. in Hinblick auf bestimmte domänenspezifische Problemstellungen wenig authentisch ist. In diesem Zusammenhang sind auch die von den Untersuchern gegebenen Anweisungen kritisch zu hinterfragen. So können z.B. durch gut gemeinte inhaltliche Einbettungen von Problemstellungen Interpretationskontexte nahe gelegt werden, die aus der Perspektive der Untersucher eigentlich gar nicht intendiert sind.⁵ Insofern können abweichende Kontextualisierungen der Probanden auch mangelnde Sensibilität der Untersucher für die Vielzahl möglicher Interpretationskontexte indizieren.

Insbesondere im Kontext der Conceptual-Change-Forschung ist es wichtig, dass sich die Untersucher mit dem Problemlöse- bzw. Denkverhalten ihrer Probanden in hohem Maße vertraut machen, und dazu gehört eben auch, dass alternativen Kontextualisierungen Rechnung getragen wird - und das ist nicht immer eine leicht zu bewältigende Aufgabe. Die dargestellten Befunde aus der Planspielstudie machen zwar deutlich, dass die bestimmten Probandenaussagen zu Grunde liegenden Kontextualisierungen in manchen Fällen recht einfach erschlossen werden können. Bei anderen Aussagen erweist sich dieses Unterfangen jedoch als sehr schwierig. Es ist deshalb ratsam, die Kontextualisierungsfrage explizit in die Wissensdiagnostik aufzunehmen. Dies kann wie bei Halldén (1999) z.B. einfach dadurch erfolgen, dass die Lernenden ihre Aufgabenlösungen begründen bzw. verteidigen müssen.

Ausgehend von den oben dargestellten wissensdiagnostischen Überlegungen zum Kriterium der Funktionalität bleibt in diesem Zusammenhang anzumerken: Im Kontext der beschriebenen Planspielstudie bedeutete "Funktionalität" von Konzepten: "der Gewinnmaximierung oder Verlustminimierung dienlich". Doch selbst wenn man die Funktionalität von Konzepten stärker pädagogisch bestimmt und als "der weiteren Wissensanwendung dienlich" definiert, bringen die dem Funktionalitätskriterium innewohnende instrumentelle Orientierung und die damit einhergehende Orientierung an Handlungskonsequenzen Probleme mit sich. In den meisten Bereichen können aus ein und demselben Konzept nämlich unterschiedliche Handlungskonsequenzen resultieren. Es können aber auch aus verschiedenen Konzepten dieselben Handlungskonsequenzen resultieren, da Handlungen in der Regel nicht vollständig durch Konzepte determiniert sind. Im Grunde zeigt sich die Funktionalität von Konzepten nicht einmal im Nachhinein, da man ja in Ermangelung einer "Kontrollgruppe" nie wissen kann, wie oder wie erfolgreich eine Person gehandelt hätte, wenn sie ein ande-

⁵ Studien, in denen von "Wissens-Kompartimentalisierungen" berichtet wird (z.B. Mandl, Gruber & Renkl, 1993), sollten auch aus dieser Perspektive analysiert werden.

res Konzept von einem Sachverhalt entwickelt und angewandt hätte. Hier wird deutlich, dass dem "weichen" Funktionalitätskriterium, selbst wenn es genauer bestimmt wird, immer eine gewisse Beliebigkeit anhaftet, die vor allem in Hinblick auf zu ziehende instruktionale Konsequenzen nicht unproblematisch ist. Zumindest wenn Bewertungen ausgehend vom wissenschaftlichen Kontext vorgenommen werden, wird man nicht umhin können, zusätzlich auf Korrespondenz- oder konsens-theoretische Wahrheitsbegriffe zurückzugreifen. Dies muss nicht bedeuten, dass Repräsentationen von Lernenden am Ende doch wieder nur auf der Grundlage einer simplen Wahr-Falsch-Dichotomie beurteilt werden. Es kann jedoch bedeuten, dass der Wahrheitsgehalt von Konzepten konsensuell ausgehandelt werden muss und dass zusätzliche Qualitätsindikatoren bestimmt werden müssen.

Conceptual Change und kultureller Kontext: die Position von Säljö

Die Bedeutung eines Konzepts ist aus situationistischer Sicht nicht dem Konzept inhärent, sondern wird durch den Kontext gestiftet, den eine wahrnehmende Person konstruiert, die auf das Konzept Bezug nimmt. Natürlich ist die dabei vorgenommene Kontextualisierung nicht beliebig; sie ist immer Resultat einer Interaktion von Merkmalen der wahrnehmenden Person und wahrgenommenen *constraints* und *affordances* der Situation (Greeno, 1992), in der die Kontextualisierung stattfindet. Vereinfacht könnte man auch sagen, dass sich die Bedeutung eines Konzepts durch seinen Gebrauch ergibt.

Ein solcher Vorgang der Bedeutungszuschreibung findet auch im Rahmen eines Laborexperiments statt, das in dieser Hinsicht nur bei oberflächlicher Betrachtung "in vitro"-Bedingungen aufweist. Der Konzeptgebrauch steht immer in einem bestimmten historischen, kulturellen und sozialen Kontext. So dürfte z.B. das Konzept "Banane" kein Problem darstellen für heutige Biologen, die sich im Kontext ihrer Wissenschaft damit befassen. In einem politischen Streit um Einfuhrzölle kann dasselbe Konzept jedoch schnell zu einem unlösbaren Problem werden (vgl. Säljö, 1999). Verschiedene Parteien mit ganz unterschiedlichen Interessen wie Politiker, Geschäftsleute, Verbraucherorganisationen, Schiffsbesitzer, Unternehmen und unterschiedliche Experten stritten sich in einer von Säljö (1999) beschriebenen Situation jahrelang darum, was eine Banane ist und was nicht. Hier kommt der *kulturelle Kontext* ins Spiel, der von Halldén (1999) auch als "Genre des Sprechens" bezeichnet wird. In Anlehnung an Wittgenstein (1993) könnte man auch von "Sprachspielen"⁶ sprechen. In dem von Säljö

⁶ Der Sprachspielbegriff von Wittgenstein ist schillernd. Im vorliegenden Zusammenhang dient der Begriff einfach dazu, hervorzuheben, " ... wie wichtig es ist, den Kontext der Äußerung in Rechnung zu stellen, wenn es darum geht, die Bedeutung eines sprachlichen Ausdrucks zu verstehen oder zu erklären" (Schulte, 1989, S. 138). Dieser Gedanke findet sich bereits im *Tractatus* und wird im Spätwerk Wittgensteins weiter ausdifferenziert.

(1999) beschriebenen "Bananenstreit" gab es offensichtlich ganz unterschiedliche Sprachspiele, in denen dem Konzept "Banane" je unterschiedliche, zum Teil unvereinbare Bedeutungen zukamen. Diese Bedeutungen stehen nicht ein für alle Mal fest, sie müssen im sozialen Diskurs immer wieder ausgehandelt werden. Auch wenn es der übliche Sprachgebrauch suggeriert, sind Konzepte eben keine Dinge, die man ein für alle Mal "haben" kann oder nicht, das Konzept "Banane" ist eben keine Banane. Und wird die Bedeutung von "Banane" in einem bestimmten Kontext diskursiv festgelegt, zeigt sich, dass die Bedeutung von "Banane" weniger mit (Biologie-)Wissen als vielmehr mit bestimmten *Machtverhältnissen* zu tun haben kann.

Es stellt sich prinzipiell auch in weniger politischen Situationen die Frage, wer und wer nicht an den entscheidenden Diskursen partizipieren darf, in denen Bedeutungen ausgehandelt und (vorläufig) verbindlich festgeschrieben werden. Was aus kognitivistischer Perspektive ein Fehlkonzept ist, könnte man in diesem Sinne auch als das Resultat von Machtverhältnissen interpretieren, die verhinderten, dass die betroffene Person an Diskursen partizipieren durfte, in denen das wissenschaftlich akzeptierte Konzept zum Einsatz kommt (vgl. Säljö, 1999).

Wenngleich diese "ketzerische" Perspektive auf Conceptual Change einer gewissen progressiven Potenz nicht entbehrt, muss doch angemerkt werden, dass sie dringend der Elaboration und natürlich auch der systematischen empirischen Untermauerung bedarf. Bislang lebt diese Position vor allem von ihrer Kritik an kognitivistischen Ansätzen bzw. deren methodischen Präferenzen, und das ist allenfalls ein Ausgangspunkt für die Entwicklung eines eigenständigen Ansatzes.

Ausblick

Die dargestellten Ansätze machen deutlich, wie unterschiedlich Conceptual Change theoretisch gefasst werden kann. Kognitivistischen Ansätzen liegen andere ontologische und epistemologische Überzeugungen zu Grunde als situationistischen Ansätzen. Es liegt hier also, um mit Vosniadou zu sprechen, eine andere Rahmentheorie vor, die die Konzeptualisierung von Conceptual Change bestimmt.

Die Anwendung des Kategorisierungsansatzes von Chi auf situationistische Ansätze gestaltet sich weniger einfach, ist es doch kaum sinnvoll, Resultate kognitiver und sozialer Kontextualisierungen bzw. diskursiv ausgehandelter Bedeutungen als Konsequenzen bestimmter ontologischer Kategorisierungen zu deuten. Und selbst wenn man zu dieser Schlussfolgerung kommen würde: von

Fehlkonzepten, die aus diesen Kategorisierungen resultieren, könnte dann wohl kaum die Rede sein. Dieses Gedankenspiel verdeutlicht noch einmal einen Aspekt, der hier bereits ausgeführt wurde: das Problem der Fokussierung auf initiales Lernen in wohl strukturierten Domänen und die daraus resultierende Einschränkung des Geltungs- und Gültigkeitsbereichs. Selbst wenn man von den Idiosynkrasien des Kategorisierungsansatzes abstrahiert: die kognitivistische Rede von Fehlkonzepten wird spätestens dann problematisch, wenn keine allgemein akzeptierte wissenschaftliche Lehrmeinung ausgemacht werden kann bzw. wenn es eine Reihe von wissenschaftlichen Positionen gibt, die zu einem bestimmten Zeitpunkt mehr oder weniger gleichberechtigt nebeneinander existieren; in komplexen, weniger strukturierten Domänen dürfte das die Regel sein.

Mit derartigen Domänen tun sich situationistische Ansätze prinzipiell leichter. Nähme man im obigen Gedankenspiel, bei dem verschiedene Conceptual-Change-Ansätze aufeinander bezogen wurden, eine situationistische Perspektive ein, könnte man konstatieren, dass die Vertreter verschiedener Ansätze an bestimmten Diskursen in wissenschaftlichen Gemeinschaften partizipieren, in denen bestimmte Sprachspiele gegenüber anderen bevorzugt werden – Sprachspiele, die im Sinne Säljös (1999) natürlich auch Machtkonstellationen innerhalb einer Disziplin widerspiegeln.

Der Forschungslandschaft der Pädagogischen Psychologie im Allgemeinen und der aktuellen Lage der Conceptual-Change-Forschung im Besonderen wird eine solche, die vorhandene konzeptuelle Pluralität grundsätzlich anerkennende Charakterisierung eher gerecht. Selbst *innerhalb* des kognitivistischen wie auch des situationistischen Paradigmas finden sich zum Teil deutlich voneinander abweichende Positionen und unterschiedliche Schwerpunktsetzungen, was natürlich noch viel klarer wird, wenn ein größeres Spektrum von Ansätzen dargestellt wird (vgl. Schnotz et al., 1999).

Eine "wissenschaftliche Revolution", die dazu führen könnte, dass das kognitivistische Paradigma vom situationistischen abgelöst wird, ist nicht in Sicht. Viel wahrscheinlicher ist, dass sich die unterschiedlichen Positionen weiter ausdifferenzieren und mehr oder weniger "nebeneinander her leben". So "friedlich" ging es selbst in der Psychologie nicht immer zu: von der "kognitiven Revolution" hat sich der Behaviorismus bis heute nicht erholt, und auch dem Anfang der entwicklungspsychologisch orientierten Conceptual-Change-Forschung kann gegenüber der domänenunspezifischen Stufentheorie Piagets (z.B. Piaget, 1950) eine gewisse "Sprengkraft" attestiert werden, hat sie doch in der Konzeptualisierung kognitiver Entwicklung zu einer *domänenspezifischen* Neuorientierung geführt (Carey, 1985).

Auch wenn es folgerichtig sein mag, dass die aktuelle Forschungslandschaft von Vielfalt gekennzeichnet ist: für die Weiterentwicklung von Conceptual-Change-Ansätzen und deren Anwendung in der Praxis ist die Koexistenz unterschiedlicher Positionen zumindest dann kontraproduktiv, wenn diese Koexistenz sich zu *hermetisch* gestaltet. In diesem Fall macht sich nämlich eine verwirrende "anything-goes"-Beliebigkeit breit. Um den konstruktiven Dialog zu fördern, bieten sich weitere Sammelbände und Sonderhefte an, in denen konkurrierende Positionen dargestellt und kritisch kommentiert werden (z.B. Mercer, 2001; Schnotz et al., 1999).

Die Konsequenzen öffentlich ausgetragener Debatten für die Weiterentwicklung von konkurrierenden Ansätzen scheinen dagegen eher gering zu sein. Die Debatte, die zwischen prominenten Vertretern des kognitivistischen und des situationistischen "Lagers" zu verschiedenen Fragen im Umfeld von Lehren und Lernen geführt wurde (vgl. Anderson et al., 1996; Clancey, 1993; Greeno, 1997; Vera & Simon, 1993), hat gezeigt, dass es keiner Seite schwer fällt, mitunter vernichtende Kritik an der konkurrierenden Position zu üben. Beide Seiten übertrafen sich in dieser Debatte zudem darin, aneinander vorbeizureden, wobei mit Polemik nicht gerade sparsam umgegangen wurde (siehe v.a. Greeno, 1997). Der aktuelle Schulterschluss, der eher einem taktischen Annäherungsmanöver als einer ernsthaften Auseinandersetzung gleicht (Anderson, Greeno, Reeder & Simon, 2000), kann darüber nicht hinwegtäuschen.

Ein weiterführender Schritt wäre hier sicher die Durchführung gemeinsamer Forschungsprojekte, und das gilt für die Pädagogische Psychologie im Allgemeinen ebenso wie für die Forschung zu Conceptual Change im Besonderen. In solchen Projekten zeigte sich schnell, welche Konsequenzen es z.B. für beide Seiten hätte, wenn die situationistische Perspektive als eine Art Meta-Perspektive aufgefasst würde, die kognitivistische Ansätze im Sinne von Spezialfällen für bestimmte Kontexte und Aufgabenstellungen integriert (vgl. Greeno & the Middle School Mathematics through Applications Project Group, 1998). Conceptual Change im Sinne des Rahmentheorieansatzes von Vosniadou (1994b) wäre z.B. dann ein Spezialfall, der in bestimmten Kontexten mit bestimmten Methoden diagnostiziert werden könnte.

Von einer solchen situationistischen "Einverleibung" kognitivistischer Perspektiven ist zwar ein Zugewinn an Elaboriertheit, Präzision und empirischer Untermauerung zu erwarten, der dem situationistischen Paradigma sicher nicht abträglich wäre. Aus verschiedenen Gründen einfacher umzusetzen als ein weitreichender Integrationsversuch ist jedoch eine systematische "Anreicherung" kognitivistischer Ansätze mit situationistischen Elementen. So würden beide hier beschriebenen kognitivistischen Ansätze von einer Verwendung elaborierterer Repräsentationskonstrukte und von der Integration einer Kontexttheorie

profitieren. Auch eine differenziertere Wissensdiagnostik, die situierte und distri-buierte Aspekte der Wissenskonstruktion umfasst und die Frage der Hand-lungsrelevanz von Repräsentationen nicht vernachlässigt, würde für beide An-sätze eine Bereicherung darstellen. Dies gilt auch für die Überwindung des kog-nitiven Bias, wie auch immer sich diese gestalten mag. Die Frage, welche Aus-wirkungen die Anwendung des Rahmentheorie- und des Kategorisierungsan-satzes auf komplexere Problemstellungen auch *außerhalb* der Naturwissen-schaften auf die theoretische Weiterentwicklung beider Ansätze hätte, muss auf empirischem Wege geklärt werden.

Eine derartige situationistische "Anreicherung" käme der Anwendbarkeit kogniti-vistischer Ansätze sicher zu Gute, ohne dass dabei deren Stärken (v.a. Prä-zision und empirische Untermauerung) preisgegeben würden. Da die genann-ten Erweiterungsaspekte auch *innerhalb* des kognitivistischen Paradigmas von Bedeutung sind, muss der kognitivistische Rahmen nicht verlassen werden, um sie umzusetzen. Dadurch kann der eklettische "Beigeschmack" vermieden wer-den, der integrativen Ansätzen immer anhaftet und der sie bei Kritikern schnell in Ungnade fallen lässt (vgl. Stark, 2001; Stark & Mandl, 2000).

Zudem versteht es sich von selbst, dass es bei einem Versuch, konkurrierende Perspektiven oder zumindest einige Aspekte dieser Perspektiven auf koopera-tive Weise zu integrieren, zu Übersetzungsproblemen kommen kann, die neuer Aushandlungsprozesse bedürfen (Stark & Mandl, 2000). Beide "Parteien" kä-men bei solchen Aushandlungsprozessen nicht umhin, Zugeständnisse zu ma-chen, was immer einer Gratwanderung gleichkommt, da ja die Identität der eigenen Position nicht aufgegeben werden soll.

Nicht zuletzt die Befunde aus der bisherigen Conceptual-Change-Forschung, die deutlich machen, wie schwierig es bereits ist, komplexe Conceptual-Change-Prozesse bei einzelnen Lernenden zu fördern, sprechen dafür, in Be-zug auf die Weiterentwicklung von Conceptual-Change-Ansätzen eher von ei-ner weit reichenden, schwer zu realisierenden "Umstrukturierungsperspektive" Abstand zu nehmen und statt dessen eine bescheidenere, deutlich ökonomi-schere "Anreicherungsperspektive" zu wählen.

Literatur

- Anderson, J. R., Reder, L. M. & Simon, H. A. (1996). Situated learning and education. *Educational Researcher*, 25 (4), 5-11.
- Anderson, J. R., Greeno, J. G., Reder, L. M. & Simon, H. A. (2000). Perspectives on learning, thinking, and activity. *Educational Researcher*, 29 (4), 11-13.
- Baltes, P. B., Staudinger, U. M. & Lindenberger, U. (1999). Lifespan psychology: Theory and application to intellectual functioning. *Annual Review of Psychology*, 50, 471-507.
- Bereiter, C. (1994). Implications of postmodernism for science, or, science as progressive discourse. *Educational Psychologist*, 29 (1), 3-12.
- Caravita, S. (2001). A re-framed conceptual change theory? *Learning and Instruction*, 11, 421-429.
- Caravita, S. & Halldén, O. (1994). Reframing the problem of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4, 89-111.
- Carey, S. (1985). *Conceptual change in childhood*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Chi, M. T. H. (1997). Creativity: shifting across ontological categories flexibly. In T. B. Ward, S. M. Smith & J. Vaid (Eds.), *Creative thought: An investigation of conceptual structures and processes* (pp. 209-234). Washington, D. C: American Psychological Association.
- Chi, M. T. H. (1992). Conceptual change within and across ontological categories: Examples from learning and discovery science. In R. N. Giere (Ed.), *Cognitive models of science* (pp. 129-186). Minneapolis, MN: University of Minnesota Press.
- Chi, M. T. H. & Roscoe, R. D. (2001). *The process and challenges of conceptual change: Integrating theory and practice*. Amsterdam: Kluwer Academic Publishers.
- Chi, M. T. H., Slotta, J. D. & DeLeeuw, N. (1994). From things to processes: A theory of conceptual change for learning science concepts. *Learning and Instruction*, 4 (1), 27-43.
- Clancey, W. (1992, July). "Situated" means coordinating without deliberation. Paper presented at the 17th McDonnell Foundation Conference "The Science of Cognition", Santa Fé, New Mexico.
- Clancey, W. J. (1993). Situated action: A neuropsychological interpretation response to Vera and Simon. *Cognitive Science*, 17, 87-116.
- Clancey, W. J. (1997). *Situated cognition. On human knowledge and computer representations*. Cambridge: Cambridge University Press.

- Clement, J. (1982). Student's preconceptions in introductory mechanics. *American Journal of Physics*, 550, 66-71.
- Cobb, P. (1986). Contexts, goals, beliefs, and learning mathematics. *Learning of Mathematics*, 6 (2), 2-9.
- Dalbert, C. (1996). *Über den Umgang mit Ungewissheit. Eine psychologische Analyse*. Bern: Huber.
- Dewey, J. (1989). *Die Erneuerung der Philosophie*. Hamburg: Junius.
- Ferrari, M. & Chi, M. T. H. (1998). The nature of naive explanations of natural selection. *International Journal of Science Education*, 20 (10), 1231-1256.
- Festinger, L. (1957). *A theory of cognitive dissonance*. Stanford, CA: Stanford University Press.
- Frenkel-Brunswik, E. (1949). Intolerance of ambiguity as an emotional and perceptual personality variable. *Journal of Personality*, 18, 108-143.
- Gerstenmaier, J. & Mandl, H. (2001). *Methodologie und Empirie zum Situierten Lernen* (Forschungsbericht Nr. 137). München: Ludwig-Maximilians-Universität, Lehrstuhl für Empirische Pädagogik und Pädagogische Psychologie.
- Greeno, J. G. (1992, June). *The situation in cognitive theory: Some methodological implications of situativity*. Paper presented at the 4th Congress of the American Psychological Society, San Diego, CA.
- Greeno, J. G. (1997). On claims that answer the wrong questions. *Educational Researcher*, 26 (1), 5-17.
- Greeno, J. G. & the Middle School Mathematics Through Applications Project Group (1998). The situativity of knowing, learning, and research. *American Psychologist*, 53, 5-26.
- Halldén, O. (1990). Questions asked in common sense contexts and in scientific contexts. In P. L. Lijinse, P. Licht, W. de Vos & A. J. Waarlo (Eds.), *Relating macroscopic phenomena to microscopic particles* (pp. 199-130). Utrecht: CD-B Press.
- Halldén, O. (1993). Learners' conceptions of the subject matter being taught. A case from learning history. *International Journal of Educational Research*, 91, 317-325.
- Halldén, O. (1999). Conceptual change and contextualization. In W. Schnotz, S. Vosniadou & M. Carretero (Eds.), *New perspectives on conceptual change* (pp. 53-66). Amsterdam: Pergamon.
- Hatano, G. & Inagaki, K. (1994). Young children's naive theory of biology. *Cognition*, 50, 171-188.
- Horwich, P. (1993). *World changes. Thomas Kuhn and the nature of science*. Cambridge: Cambridge University Press.

- Huber, G. L. & Roth, J. W. H. (1999). *Finden oder Suchen? Lehren und Lernen in Zeiten der Ungewissheit*. Schwangau: Ingeborg Huber Verlag.
- Kahneman, D. & Tversky, A. (1982). On the study of statistical intuitions. In D. Kahneman, P. Slovic & A. Tversky (Eds.), *Judgement under uncertainty: heuristics and biases* (pp. 493-508). New York: Cambridge University Press.
- Konschak, J. (1996). *Probleme beim Lernen und komplexen Problemlösen mit computersimulierten Planspielen. Eine Einzelfallstudie zur Analyse von Lern- und Problemlöseprozessen mit dem Unternehmensplanspiel "Jeansfabrik"*. Unveröffentlichte Magisterarbeit, Ludwig-Maximilians-Universität München.
- Kron, F. W. (1999). *Wissenschaftstheorie für Pädagogen*. München: Reinhardt.
- Kuhn, T. S. (1976). *Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Lave, J. (1988). *Cognition in practice*. Cambridge: University Press.
- Mandl, H., Friedrich, H. F. & Hron, A. (1988). Theoretische Ansätze zum Wissenserwerb. In H. Mandl & H. Spada (Hrsg.), *Wissenspsychologie*. München: PVU.
- Mandl, H., Gruber, H. & Renkl, A. (1993). Neue Lernkonzepte für die Hochschule. *Das Hochschulwesen*, 41, 126-130.
- Massey, C., Freyd, P. & Roth, Z. (1992, April). *Conceptual change in 5th and 6th graders' understanding of biological classification*. Poster session presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, San Francisco, CA.
- McCloskey, M., Caramazza, A. & Green, B. (1980). Curvilinear motion in the absence of external forces: Naive beliefs about the motion of objects. *Science*, 210, 1139-1141.
- Mercer, N. (Ed.). (2001). *Learning and Instruction – The Journal of the European Association for Research on Learning and Instruction*. Volume 11 Instructional Practices For Conceptual Change in Science Domains. Oxford: Elsevier Science.
- Nüse, R., Groeben, N, Freitag, B. & Schreier, M. (1991). *Über die Erfindung/en des Radikalen Konstruktivismus – Kritische Gegenargumente aus psychologischer Sicht*. Weinheim: Deutscher Studien Verlag.
- Pea, R. D. (1993). Practices of distributed intelligence and designs for education. In G. Salomon (Eds.), *Distributed cognitions. Psychological and educational considerations* (pp. 47-87). New York: Cambridge University Press.
- Piaget, J. (1950). *The Psychology of intelligence*. London: Routledge & Kegan Paul.

- Piaget, J. (1970). Piaget's theory. In P. H. Mussen (Ed.), *Carmichael's manual of child psychology*, (Vol. 1, pp. 703-732). New York: Wiley.
- Pintrich, P. R. (1999). Motivational beliefs as resources for and constraints on conceptual change. In W. Schnotz, S. Vosniadou & M. Carretero (Eds.), *New perspectives on conceptual change* (pp. 33-50). Amsterdam: Pergamon.
- Pintrich, P. R., Marx, R. W. & Boyle, R. A. (1993). Beyond cold conceptual change: The role of motivational beliefs and classroom contextual factors in the process of conceptual change. *Review of Educational Research*, 63, 167-199.
- Plötzner, R. (1994). *The integrative use of qualitative and quantitative knowledge in physics problem solving*. Frankfurt am Main: Peter Lang.
- Popper K. (1935). *Logik der Forschung*. Wien: Julius Springer Verlag.
- Reeves, L. M. & Weisberg, R. W. (1994). The role of content and abstract information in analogical transfer. *Psychological Bulletin*, 115, 381-400.
- Reimann, P. (1997). *Lernprozesse beim Wissenserwerb aus Beispielen*. Bern: Huber.
- Reiner, M., Slotta, J. D., Chi, M. T. H. & Resnick, L. B. (1988). Naive materialistic belief: An underlying epistemological commitment. *Proceedings of the Tenth Annual Conference of the Cognitive Science Society* (pp. 544-551). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Rorty, R. (1994). *Der Spiegel der Natur. Eine Kritik der Philosophie*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Saljö, R. (1999). Concepts, cognition and discourse. From mental structures to discursive tools. In W. Schnotz, S. Vosniadou & M. Carretero (Eds.), *New perspectives on conceptual change* (pp. 81-90). Oxford: Elsevier.
- Salomon, G. (Ed.) (1993). *Distributed cognitions. Psychological and educational considerations*. New York: Cambridge University Press.
- Schneewind, K. A. (1977). *Wissenschaftstheoretische Grundlagen der Psychologie*. München: Reinhardt.
- Schnotz, W. (2001). Lernen aus Beispielen: Ein handlungstheoretischer Rahmen (Kommentar). *Unterrichtswissenschaft*, 29, 88-95.
- Schnotz, W. & Preuß, A. (1999). Task-Dependent Construction of mental models as a basis for conceptual change. In W. Schnotz, S. Vosniadou & M. Carretero (Eds.), *New perspectives on conceptual change* (pp. 193-222). Oxford: Elsevier.
- Strike, K. A. & Posner, G. (1982). Conceptual change and science teaching. *European Journal of Science Education*, 4, 231-240.
- Schulte, J. (1989). *Wittgenstein. Eine Einführung*. Stuttgart: Reclam.

- Slotta, J. D., Chi, M. T. H. & Joram, E. (1992, April). The structure of conceptual knowledge: Preliminary findings in support of ontologically distinct categories. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, San Francisco, CA.
- Spada, H. (1994). Conceptual change or multiple representations? *Learning and Instruction*, 4, 113-116.
- Smith, J., Di Sessa A. & Roschelle, J. (1993). Misconceptions reconceived: A constructivist analysis of knowledge in transition. *Journal of the Learning Sciences*, 3, 115-163.
- Stark, R. (2001). *Analyse und Förderung beispielbasierten Lernens – Anwendung eines integrativen Forschungsparadigmas*. Unveröffentlichte Habilitationsschrift, Ludwig-Maximilians-Universität München.
- Stark, R., Graf, M., Renkl, A., Gruber, H. & Mandl, H. (1995). Förderung von Handlungskompetenz durch geleitetes Problemlösen und multiple Lernkontexte. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 27, 289-312.
- Stark, R. & Mandl, H. (2000). *Das Theorie-Praxis-Problem in der pädagogischen Forschung – ein unüberwindbares Transferproblem?* (Forschungsbericht Nr. 118). München: Ludwig-Maximilians-Universität, Lehrstuhl für Empirische Pädagogik und Pädagogische Psychologie.
- Thagard, P. (1992). *Conceptual revolutions*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Vera, A. H. & Simon, H. A. (1993) Situated action: A symbolic interpretation. *Cognitive Science*, 17, 7-48.
- Tiberghien, A. (1994). Modeling as a basis for analyzing teaching-learning situations. *Learning and Instruction*, 4 (1), 71-78.
- Vosniadou, S. (1994a). Conceptual change in the physical science. *Learning and Instruction*, 4 (1), 45-69.
- Vosniadou, S. (1994b). Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4 (1), 51-67.
- Vosniadou, S. (1999). Conceptual change research: State of the art and future directions. In W. Schnotz, S. Vosniadou & M. Carretero (Eds.), *New perspectives on conceptual change*. Amsterdam: Elsevier.
- Vosniadou, S. & Brewer, W. F. (1992). Mental models of the earth: A study of conceptual change in childhood. *Cognitive Psychology*, 24, 535-585.
- Vosniadou, S. & Matthews, D. B. (1992, April). Elementary school children's comprehension of science text. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, San Francisco, CA.

- Vosniadou, S. & Schnotz, W. (1997). Introduction. *European Journal of Psychology and Education*, 12 (2), 105-110.
- Vosniadou, S., Ioannides, C., Dimitrakopoulou, A. & Papademetriou, E. (2001). Designing learning environments to promote conceptual change in science. *Learning and Instruction*, 11, 381-419.
- Wittgenstein, L. (1993). *Tractatus logico-philosophicus, Tagebücher 1914-1916, Philosophische Untersuchungen*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Wygotski, L. S. (1964). *Denken und Sprechen*. Stuttgart: Fischer.