

Instruktion und Scaffolding
beim expliziten und impliziten Wissenserwerb

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
des Fachbereichs Wirtschaftswissenschaften
der Johann Wolfgang Goethe-Universität
Frankfurt am Main

vorgelegt von Rico Hermkes

Frankfurt am Main, 2016

Gliederung des Einführungsartikels

1. Problemstellung, Gegenstand der Arbeit.....	3
1.1 Thema der Aufsätze I und II.....	4
1.2 Thema der Aufsätze III und IV.....	6
2. Wissenserwerb im Rechnungswesenunterricht und Scaffolding	9
2.1 Inferenzielle Lerntheorie und Problemorientierter Unterricht.....	9
2.2 Technische Umsetzung und Unterrichtsvideographie.....	11
2.3 Scaffolding als eine Form adaptiver Unterstützung	12
2.3.1 Zone der proximalen Entwicklung und Scaffolding	12
2.3.2 Contingent Shift-Prinzip und kontingenzbasiertes Scaffolding	13
2.3.3 Entwicklung des Kodierverfahrens für kontingenzbasiertes Scaffolding	13
2.4 Zwischenfazit.....	16
3. Erwerb und Nutzung impliziten Wissens	16
3.1 Einbettung in Taxonomie kognitiver Vorgänge	16
3.2 Implizite Inferenzen.....	18
3.3 Scaffolding bei impliziten Inferenzen	21
4. Implizites Wissen in der Praxis – Eine „Black Box“ in zwei verschiedenen Anwendungsfeldern.....	26
4.1 Professionalisierung von Lehrkräften.....	26
4.2 Tradierung technologischen Wissens in Unternehmen	30
5. Literaturverzeichnis	33

Einführungsartikel

1. Problemstellung, Gegenstand der Arbeit

Im Jahr 2000 erschien in der Zeitschrift *Unterrichtswissenschaft* eine Aufsatzreihe, in der die Lage der Lehr-Lernforschung bilanziert wurde. Zwei bemerkenswerte Feststellungen konnte man dieser Bilanzierung entnehmen. (1) Weinert hob darin die Bedeutsamkeit des Vorwissens von Schülerinnen und Schülern hervor. Er konstatierte, dass die Wissensbasis, über die Schülerinnen und Schüler verfügen, als einer der wichtigsten Bedingungsfaktoren für schulische Leistungsunterschiede angenommen werden kann (2000, S. 45). Begabung und Intelligenz können nur begrenzt kompensieren, wenn es an Vorwissen fehlt oder die Wissensbasis fehlerbehaftet ist. (2) Daneben lässt sich feststellen, dass Lehr-Lern-Interaktionen als „Orte“, an denen Wissenserwerbsvorgänge stattfinden, bislang aber noch unzureichend und wenig detailliert betrachtet worden sind. Gruber sprach von einer zu entwickelnden erwerbstheoretischen Komponente einer generellen Lehr-Lerntheorie (2000, S. 40). Beck wies auf einen mangelnden „systematisch sauberen Theorienbezug“ (2000, S. 24) hin und konstatierte zudem eine stagnierende Qualität der Erhebungsinstrumente. So ist also empirisch wenig untersucht, wie Wissenserwerbsprozesse *in actu* ablaufen, nach welchen Gesetzmäßigkeiten sich die Aktivierung von Vorwissen vollzieht, wie aktiviertes Vorwissen auf aktuelle Wissenserwerbs- und Wissensnutzungsvorgänge wirkt und wie man auf diese Vorgänge effektiv und effizient Einfluss nehmen kann.

Angesichts der Bedeutung, die Weinert der erworbenen Wissensbasis als Bedingungsfaktor für schulische Leistungsunterschiede beimisst, ist die unzureichende Hinwendung zu Lehr-Lern-Interaktionen durchaus überraschend. Ein näherer Blick auf die Lehr-Lernforschung bietet aber eine Erklärung. So folgte die klassische Lehr-Lernforschung dem sog. Prozess-Produkt-Paradigma (vgl. Dunkin & Biddle, 1974; Brophy & Good, 1986; Helmke 2012). Dabei werden bestimmte Prozessmerkmale des Unterrichts erfasst und hinsichtlich ihrer Erklärungskraft auf Lernleistungen bzw. Lernerfolg (Produktvariablen) untersucht. Obwohl Modelle und Analysemethoden weiterentwickelt wurden und sich das Paradigma zum Prozess-Mediations-Produkt-Paradigma wandelte (vgl. Praetorius, 2014; Seidel, 2014),

bleibt dabei aber bis heute das interaktionale Zusammenspiel von Lehren und Lernen weitgehend ausgeklammert (Minnameier et al., 2015). Ein Forschungsdesiderat besteht insofern darin, die Wirkungsweise unterrichtsqualitätsrelevanter Faktoren in Lehr-Lerninteraktionen aufzuklären. Mit diesem Desiderat sind neben Fragen der Unterrichtsqualität auch lern- und instruktionspsychologische Fragen adressiert. Die vorliegende Arbeit setzt sich mit diesen Fragen auseinander und soll einen Beitrag leisten, das Forschungsdesiderat einzulösen. Im Zentrum stehen Wissenskonstruktionsprozesse bei Schülerinnen und Schülern sowie deren Anleitung und Unterstützung. Dabei soll auch der Bereich impliziten Wissenserwerbs und Wissensnutzung einbezogen werden (Aufsätze III und IV).

1.1 Thema der Aufsätze I und II

In den ersten beiden Aufsätzen geht es um **Wissenserwerbsprozesse bei Schülerinnen und Schülern im problemorientierten Rechnungswesenunterricht sowie deren systematische Anleitung und konstruktive Unterstützung**. Im ersten Text *Kognitive Aktivierung und Konstruktive Unterstützung im Prozess: Erfassung von Unterrichtsqualitätsmerkmalen bei der Bewältigung von Aufgaben im Rechnungswesen* stehen zwei Unterrichtsqualitätsmerkmale im Fokus. „Kognitive Aktivierung“ betrifft die Anleitung von Wissenserwerbsprozessen, „Konstruktive Unterstützung“ entsprechend die Unterstützung solcher Prozesse. Mit dem zweiten Text wird der Fokus enger gefasst. Gegenstand dieses Aufsatzes ist das *Scaffolding* als eine Form von *adaptive support*. *Scaffolding* ist in diesem Sinne dem Qualitätsmerkmal der Konstruktiven Unterstützung zuzuordnen.

Ziel ist es dabei, Unterrichtsqualität nicht nur mittels globaler Einschätzungen ganzer Unterrichtsstunden (vgl. Lauterbach et al., 2013) oder einzelner Unterrichtsphasen (vgl. Clausen et al., 2013) zu erfassen, sondern dort zu erheben, wo sie lernwirksam wird, nämlich in unterrichtlichen Interaktionen. Dazu ist es notwendig, sowohl Wissenserwerbsprozesse als auch Instruktionen- und Unterstützungsverhalten von Lehrkräften so detailliert wie möglich und in hoher zeitlicher Auflösung zu erfassen. Um das verwirklichen zu können, kommt es wesentlich auf drei Punkte an. Erstens benötigt man eine Theorie des

Wissenserwerbs. Diese sollte eine Konstruktionslogik für Wissensstrukturen beinhalten, so dass sie als Grundlage für die Rekonstruktion von Schülerkognitionen und als ein Rationale für die Entwicklung eines Kodierverfahrens dienen kann. Zweitens muss die Erhebung zeitlich fein aufgelöster Schülerdaten technisch umgesetzt werden. Es genügt nicht, lediglich Bearbeitungsergebnisse von Lernaufgaben zu erfassen, sondern es bedarf der Erhebung des Verlaufs der Aufgabenbearbeitung, um die dabei stattfindenden kognitiven Konstruktionsprozesse bei den Lernenden freizulegen. Drittens zielt konstruktive Unterstützung – und insbesondere das *Scaffolding* – auf eine Passung zwischen schülerseitigen Unterstützungsbedarf und lehrerseitigen Unterstützungsangeboten. Eine solche Adaptivität kann aber nicht nur, wie bspw. im Rahmen der *Aptitude-Treatment-Interaction*-Forschung, als Passung zwischen Schüler(leistungs-)merkmalen und Unterrichts-*Treatments* konzeptualisiert werden (Cronbach, 1967; Snow, 2002; vgl. Achtenhagen et al., 1975, Kap. 3.3), sondern sollte sich am aktuellen Kenntnisstand der Schüler und insbesondere an *in actu* auftretenden Lernschwierigkeiten orientieren.

(Ad 1) Die theoretische Grundlage, Wissenskonstruktionsprozesse bei Schülerinnen und Schülern im Prozess rekonstruieren zu können, bildet die Inferenzielle Lerntheorie (ILT; Minnameier, 2005). (Ad 2) Zur Datenerhebung wird das Multi-Capture-System eingesetzt, mit dem Video-, Audio- und Tablet-Daten simultan und zeitsynchron aufgenommen werden können. Insbesondere die Erhebung der Tablet-Daten ermöglicht es, den gesamten Verlauf der Aufgabenbearbeitung, einschließlich Bearbeitungsfehler und auftretende Schwierigkeiten, zu erheben. In Kombination mit dem gewählten Kleingruppensetting und dem an der Methode des lauten Denkens orientierten diskussiven Unterricht resultiert eine Datenbasis, die die gewünschte Rekonstruktion der Schülerkognitionen in feiner zeitlicher Auflösung ermöglicht. (Ad 3) Bei der Entwicklung eines Verfahrens zur Erhebung von *Scaffolding* kann auf das *Contingent-Shift*-Prinzip (CSP) zurückgegriffen und an Arbeiten der Arbeitsgruppe um van de Pol (vgl. van de Pol, 2012; van de Pol & Elbers, 2013) angeknüpft werden.

Eine knappe Auseinandersetzung mit diesen drei Punkten erfolgt in Abschnitt 2 dieses Textes. Dort wird auch auf die entsprechenden Stellen in den anderen Aufsätzen verwiesen, an denen die jeweiligen Punkte detaillierter behandelt werden.

1.2 Thema der Aufsätze III und IV

In einem nächsten Schritt wird die Frage nach der Erweiterbarkeit des theoretischen Ansatzes gestellt. Inwieweit kann die **inferenzielle Konzeption** auch **für implizite Wissenserwerbsprozesse** angenommen werden? Daran schließt sich die Frage an, inwieweit die entwickelte Konzeption zum *Scaffolding* verallgemeinerbar ist, ob bei der konstruktiven Unterstützung impliziter Wissenserwerbs- und Wissensnutzungsvorgänge andere Maßgaben gelten und eine entsprechende Modifikation der *Scaffolding*-Konzeption erforderlich ist.

Für eine Erweiterung der Konzeption auf implizite Vorgänge gibt es aus wirtschaftspädagogischer Sicht mehrere Gründe. Ein Grund liegt in der zunehmenden Bedeutung informellen Lernens (Rohs, 2016; Haring et al., 2016) sowie des lebenslangen Lernens (Lempert & Achtenhagen, 2000; Weinert, 2000; Marsick et al., 2006; Siebert, 2009; Harris & Chisholm, 2011). Ein weiterer Grund betrifft die Dignität impliziten Wissens. So wird domänenübergreifend angenommen, dass die Professionalisierung und Entwicklung von Expertise durch eine Zunahme impliziten Wissens sowie intuitiver Handlungsformen gekennzeichnet ist (Dreyfus & Dreyfus, 1986; Horvath et al., 1996; Dall’Alba & Sandberg, 2006; Eraut, 2000, 2004; Neuweg, 2014).

Die Erweiterung der inferenziellen Konzeption auf Vorgänge des impliziten Wissenserwerbs und der Wissensnutzung ist Gegenstand des dritten und vierten Aufsatzes. Aufsatz III, der den Titel *Perception, Abduction, and Tacit Integration* trägt, setzt sich mit der Frage auseinander, ob Wahrnehmungsvorgänge, obwohl sie durch die unbewusste Verarbeitung sensorischer Daten gekennzeichnet sind, als inferenzielle Vorgänge konzeptioniert werden können und entsprechend zu Wahrnehmungswissen führen. Es wird argumentiert, dass Wahrnehmungsvorgänge als implizite Inferenzen (*tacit inferences*) im Sinne Polanyis aufgefasst werden können und prototypische Fälle für Vorgänge des impliziten Wissenserwerbs und der Wissensnutzung darstellen (vgl. Polanyi, 1967, 1968).

Da der Aufsatz bei der Peirce’schen Wahrnehmungskonzeption ansetzt, liegt der Schwerpunkt in diesem Text auf den abduktiven Inferenzen. Peirce sah

Wahrnehmungen als einen Grenzfall abduktiven Schließens an (siehe Wiesing, 2002, S. 45ff), war sich hier aber selbst nicht schlüssig, zu welcher Seite der Grenze er tendieren sollte. Einerseits betonte er den inferenziellen Charakter von Wahrnehmungen (CP 5.180), andererseits schloss er sie an anderer Stelle wiederum vom logischen Schließen aus (CP 5.186). Neuere Konzeptionen gehen dagegen nicht nur davon aus, dass Wahrnehmungsvorgänge als „reguläre“ abduktive Inferenzen angenommen werden können (vgl. Magnani, 2009; Seriès & Seitz, 2013; sowie die von Woods, 2014, angeführten Arbeiten zum *reasoning down below*), sondern konzeptionieren sogar die der Wahrnehmung zugrunde liegenden neuronalen Aktivitäten als Vorgänge inferenziellen Schließens (vgl. *Predictive Processing-Ansatz*; Friston et al., 2012; Clark, 2015). Die Hirnprozesse werden dabei nicht nur als einzelne Inferenzen, sondern als inferenzielle Zyklen (inkl. Deduktion, Induktion) modelliert.

Der vierte Aufsatz mit dem Titel *Eine inferenzielle Konzeption des Erwerbs und der Nutzung impliziten Wissens* knüpft an die Ergebnisse des dritten Textes an. Während der Schwerpunkt im dritten Aufsatz auf der Abduktion lag, erfolgt im vierten Aufsatz eine systematische Weiterentwicklung der inferenziellen Konzeption, die neben abduktiven Inferenzen auch Deduktionen und Induktionen umfasst. Die bei Polanyi zentralen Konzepte *tacit integration*, *focal anticipation* und *tacit confirmation* werden dabei als abduktive, deduktive und induktive Inferenzen konzeptualisiert, die sich in die triadische Struktur inferenziellen Denkens (Minnameier, 2005) eingliedern lassen.

Damit lässt sich das intuitive Denken, so wie es auch von Kahneman (2015) in seiner Konzeption der zwei kognitiven Systeme konzeptualisiert wird, unter die Logik impliziter Wissenserwerbs- und Wissensnutzungsvorgänge fassen und entsprechend mittels der inferenziellen Triade modellieren. Die Frage nach der Rationalität intuitiven Handelns wird dadurch unter einer vereinheitlichten Konzeption diskutierbar.

Instruktionsmethodisch wird mit der inferenziellen Konzeption die Möglichkeit eröffnet, Vorgänge des impliziten Wissenserwerbs und der Wissensnutzung systematisch anzuleiten und konstruktiv zu unterstützen, ohne dass Lerninhalte expliziert, d.h. in ein sprachliches Format transformiert, werden müssen. Mit einer

solchen instruktionsmethodischen Ausrichtung kann z.B. dem Problem des trägen Wissens begegnet werden, das resultieren kann, wenn erworbenes explizites Wissen nicht „verinnerlicht“ und somit auch nicht implizit genutzt werden kann. Dabei besteht eine Herausforderung allerdings darin, den impliziten Wissenserwerb und die Wissensnutzung so zu instruieren und zu unterstützen, dass der Erfahrungsfluss bei den Lernenden nicht ins Stocken gerät, also eine Störung evoziert wird (vgl. das Tausendfüßlerproblem; Neuweg, 2012). Marsick et al. (2006) bringen in ihrem Review zum informellen und inzidentellen Lernen dieses Forschungsdefizit auf den Punkt. Sie stellen fest: „We do not yet understand how to support this kind of learning without making it artificial or destroying it with too many rules and regulations“ (p. 799). Der vierte Aufsatz schließt mit der Formulierung von pädagogischen Eckpunkten für die Auseinandersetzung mit diesem Defizit.

In Kapitel 2 dieses Textes werden nun die zentralen Punkte der Aufsätze I und II dargestellt. Im Kapitel 3 erfolgt eine Kurzdarstellung der Aufsätze III und IV. Die Ausführungen gehen dabei über die in Aufsatz IV, Kapitel 4 entwickelten instruktionsmethodischen Ansatzpunkte hinaus. Kontingenzbasiertes *Scaffolding*, so wie es für die konstruktive Unterstützung im Rechnungswesenunterricht konzeptualisiert wurde, und *Scaffolding* zur Unterstützung bei impliziten Inferenzen werden in Kapitel 3 systematisch gegenübergestellt und dabei konzeptionelle Gemeinsamkeiten und Unterschiede diskutiert und beispielhaft erläutert. Kapitel 4 eröffnet den Blick auf zwei über die (schülerfokussierte) Lehr-Lernforschung hinausgehende Anwendungsfelder. Das erste ist das Feld der Lehrer(aus)bildung. Hierbei spielen implizite Inferenzen bei der professionellen Unterrichtswahrnehmung eine Rolle. Die Unterrichtswahrnehmung wird dabei als eine Dimension der Analysekompetenz von Lehrkräften angenommen. Das zweite Anwendungsfeld ist die Tradierung technologischen Wissens in Unternehmen. Auch hier besteht aufgrund der Impliztheit solch technologischen Wissens eine Herausforderung in der Entwicklung effizienter Instruktionsmethoden. Ich knüpfe bei meinen Ausführungen an die Arbeiten von Seidel (zur Lehrprofessionalität) sowie von Zander (zur Tradierung impliziten technologischen Unternehmenswissens) an. Ich möchte zeigen, dass in beiden dieser Anwendungsfelder ein Forschungsdefizit besteht, das genau die Frage nach einer

angemessenen Instruktion und Unterstützung impliziter Vorgänge des Wissenserwerbs und der Wissensnutzung betrifft, und hoffe, dass die im Rahmen der Arbeit entwickelte Konzeption einen Beitrag zur Überwindung dieses Defizits leisten kann.

2. Wissenserwerb im Rechnungswesenunterricht und Scaffolding

2.1 Inferenzielle Lerntheorie und Problemorientierter Unterricht

Der Unterricht, der im Rahmen des Projekts „Wert & Gewinn – Videobasierte Analyse von Lehr-Lernprozessen in der ökonomischen Allgemeinbildung“¹ durchgeführt und analysiert wurde, erfolgt nach dem didaktischen Ansatz des Strukturgenetischen Rechnungswesens (Minnameier & Link, 2010) und wird als problemorientierter Unterricht (orientiert an Reusser, 2005) umgesetzt.

Der Strukturgenetische Ansatz des Rechnungswesens zeichnet sich durch eine konsequente Orientierung an den im Lerner stattfindenden Denkprozessen aus. Die Inferenzielle Lerntheorie (ILT; Minnameier, 2005) stellt neben Piaget's Genetischer Epistemologie die theoretische Basis dieses Ansatzes dar. Die ILT konzeptualisiert Vorgänge des Wissenserwerbs und der Wissensnutzung als inferenzielle Schlüsse. Die generative Logik der Wissenserschließung umfasst dabei abduktive, deduktive und induktive Schlüsse, die so zusammenwirken, dass aus zunächst hypothetischen Annahmen und den nachfolgend daraus abgeleiteten Implikationen schließlich Wissen entstehen kann (ausführlich zu den drei Inferenzen und zum Wissenskonzept in Aufsatz IV).

Basis für die Umsetzung als problemorientierter Unterricht bildet ebenfalls die ILT. Eine Lernaufgabe entspricht dabei genau einer Inferenz. Insgesamt gibt es vier Aufgabentypen: (1) Probleminduktionsaufgaben (Induktion), (2) Aufgaben zum Erschließen eines Lösungsansatzes (Abduktion), (3) Aufgaben zur Umsetzung des Lösungsansatzes (Deduktion), (4) Aufgaben zur Beurteilung des umgesetzten Lösungsansatzes (Induktion). Mit dem Durchlaufen einer solchen Aufgabensequenz

¹ Das Projekt wird gefördert von der Akademie für Bildungsforschung und Lehrerbildung (ABL) Frankfurt am Main.

ist ein Problemlösezyklus abgeschlossen. Die vier Aufgabentypen sind im Detail wie folgt charakterisierbar:

Probleminduktion: Bei dieser Aufgabenform geht es darum, kognitive Konflikte bei den Lernenden zu evozieren. In eine Lernsituation eingebettet tritt ein Ereignis auf, das vor dem Hintergrund des aktuellen Wissensstands der Lernenden (einschließlich technologisches Wissen) einer Erklärung oder einer technologischen Weiterentwicklung bedarf. Die Aufgabe für die Schülerinnen und Schüler besteht darin, sich diese mit dem Auftreten des Ereignisses resultierende Situation zu vergegenwärtigen und die darin enthaltene Problemlage freizulegen. Die Aufgabe ist dann gelöst, wenn die Schülerinnen und Schüler zu einer Einsicht in das Problem gelangen (ein Problembewusstsein erlangen). Die nachfolgende Auseinandersetzung mit dem Problem ist nicht mehr Teil dieser Aufgabe.

Suche nach einem geeigneten Lösungsansatz: Für das induzierte Problem gilt es nun, einen Lösungsansatz zu finden. Die Lösungssuche ist kreativ, die erreichte Lösung hat zunächst hypothetischen Charakter und muss sich in der Folge noch (empirisch) bewähren.

Umsetzung des Lösungsansatzes: Der von den Schülerinnen und Schülern gefundene Lösungsansatz wird nun theoretisch umgesetzt. Das bedeutet, dass Konsequenzen abgeleitet werden, die sich unter dem gegebenen Lösungsansatz und einschließlich zusätzlich getroffener Annahmen notwendig ergeben würden – z.B. wie gemäß einer bestimmten Buchungstechnik eine Buchung folgerichtig durchzuführen wäre. Die Durchführung i.d.F. der Buchungen fällt ebenfalls unter die Umsetzung des Lösungsansatzes.

Beurteilung des umgesetzten Lösungsansatzes: Die von den Schülerinnen und Schülern umgesetzte Lösung muss sich empirisch bewähren bzw. an den realen Gegebenheiten bestehen können. Haben die Lernenden bspw. eine Buchungstechnik entwickelt, wäre zu prüfen, ob das ursprüngliche Problem, das Anlass für die Entwicklung war, durch die entwickelte Buchungstechnik gelöst werden konnte.

2.2 Technische Umsetzung und Unterrichtsvideographie

Der Unterricht umfasste insgesamt acht Stunden je 45 Minuten und war in den regulären Schulunterricht im Fach „Politik und Wirtschaft“ (8./9. Klassenstufe, Gymnasium) eingebettet. Jeweils neun Schülerinnen und Schüler einer Klasse nahmen am Unterricht teil. Um einen möglichst hohen Anteil an lautem Denken zu evozieren, arbeiteten die Schülerinnen und Schüler in Dreiergruppen zusammen. So sollte gewährleistet werden, dass die Kleingruppenarbeit, selbst wenn eine Schülerin bzw. ein Schüler einmal krank sein sollte, zumindest dialogisch erfolgen konnte. Jede Kleingruppe wurde von einer Lehrperson angeleitet und unterstützt.

Die Kleingruppen wurden videographiert. Zusätzlich wurden zeitsynchron die Bildschirme der Tablet-Computer als separate Videos erfasst. Auf den Tablets bearbeiteten die Schülerinnen und Schüler alle Aufgaben und entwickelten ihr Buchführungssystem sukzessive. Arbeitsblätter und Infoboxen, die weiterführende Informationen für die Lernenden beinhalteten, sowie Anschauungsvideos zum Modellunternehmen wurden ebenfalls auf den Tablets bereitgestellt und konnten bei Bedarf genutzt werden.

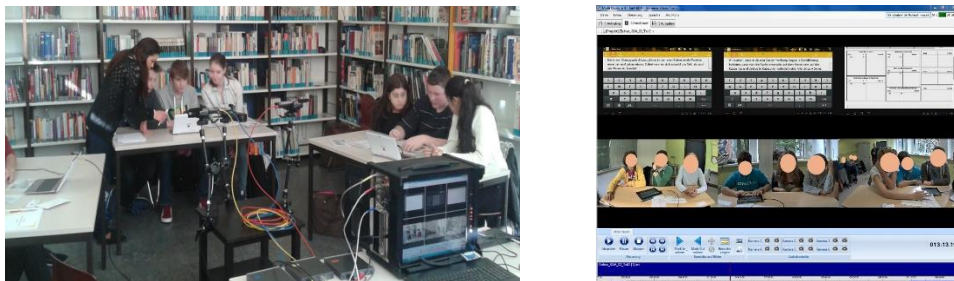


Abb. 1: Technik zur Unterrichtsvideographie: Technischer Aufbau zur videographischen Erfassung des Kleingruppenunterrichts (links) und Screenshot der mit der Multi-Capture-Software aufgenommenen Videokanäle (rechts).

Zur Aufnahme der Video- und Audiodaten wurde die Multi-Capture-Software eingesetzt. Sie ermöglicht die simultane und zeitsynchrone Erfassung von sechs Video- und sechs Audiokanälen. Abb. 1 zeigt den Kameraaufbau (links) sowie einen Screenshot der aufgenommenen Videokanäle (rechts). Um die Schülerinnen und Schüler an die Technik zu gewöhnen und um Reaktanzeffekte zu minimieren, wurde

eine „nullte“ Stunde durchgeführt, in der die Lernenden eine Einführung in das Modellunternehmen (Schülercafeteria) erhielten und sich mit der Bedienung der Tablets vertraut machen konnten. Die Stunde wurde bei vollständigem Kameraaufbau durchgeführt, jedoch nicht videographiert. Mit diesem Erhebungsdesign war es möglich, Daten zu generieren, die zeitlich so hochaufgelöst sind, dass sie eine interaktionsbasierte Kodierung von *Scaffolding*-Prozessen erlauben.

2.3 *Scaffolding als eine Form adaptiver Unterstützung*

2.3.1 *Zone der proximalen Entwicklung und Scaffolding*

Scaffolding ist eng mit dem Konzept der Zone der proximalen Entwicklung (ZPD) verbunden. Bei der ZPD handelt es sich um ein von Vygotsky im Rahmen seines sozio-konstruktivistischen Ansatzes eingeführtes Konzept (vgl. Vygotsky, 1978). Es bezeichnet einen dem aktuellen kognitiven Entwicklungsniveau einer Person angrenzenden Bereich, innerhalb dessen die Person mit Unterstützung eines kompetenten Tutors agieren – z.B. kognitive Aufgaben entsprechender Schwierigkeit bewältigen – kann.

Das ZPD-Konzept wurde von Wood, Bruner & Ross (1976) auf Lern- und Instruktionsprozesse angewandt und *Scaffolding* als Unterstützung, die innerhalb der ZPD stattfindet, konzeptionell eingeführt (vgl. Greenfield, 1984; Sternberg & Grigorenko, 2002). Zwei wesentliche Funktionen kommen dem *Scaffolding* dabei zu. Erstens unterstützt ein *Scaffold* die Lernenden, indem es Beschränkungen setzt und damit den Aktionsbereich festlegt. Innerhalb des Aktionsbereichs kann der Lernende gesichert agieren.² Zweitens stellt ein *Scaffold* den Lernenden (kognitive) Werkzeuge zur Verfügung und führt somit zur Erweiterung der operativen Reichweite. Da *Scaffolding* die Unterstützung innerhalb der ZPD bezeichnet, die es den Lernenden ermöglichen soll, eine Aufgabe zu bewältigen, die sie ohne diese Unterstützung nicht bewältigen könnten, liegt ein Hauptmerkmal von *Scaffolding* in der Passung zum Lern- bzw. Kenntnisstand der Lernenden. *Scaffolding* kann insofern als eine Form adaptiver Unterstützung angesehen werden. Greenfield

² Man kann sich hier die Hilfestellung bei Turnübungen oder das *Shadowing* des Handwerkslehrlings durch den Meister beispielhaft vorstellen.

(1984) spricht in Anlehnung an Hunt von einem *match* zwischen dem kognitiven Niveau der Schülerinnen und Schüler und der Charakteristik der Instruktion. Eine Möglichkeit, Adaptivität theoretisch zu konzeptualisieren und erhebungspraktisch umzusetzen, besteht im Rückgriff auf das *Contingent Shift*-Prinzip und der aus diesem Prinzip abgeleiteten Kontingenzregeln. Hierzu bieten die Arbeiten von van de Pol (2012) sowie van de Pol & Elbers (2013), die kontingenzbasiertes *Scaffolding* im Rahmen schulischen Unterrichts empirisch untersucht haben, einen Anknüpfungspunkt.

2.3.2 *Contingent Shift-Prinzip und kontingenzbasiertes Scaffolding*

Das *Contingent Shift*-Prinzip gibt an, wie ein *Scaffold* sinnvoll aufgebaut sein soll und besagt, dass sich die Stärke der Lehrer-Intervention in einen Aufgabenbewältigungsprozess nach dem aktuellen Zustand der Aufgabenbewältigung bei den Lernenden richten soll. Es geht dabei um maßgeschneiderte, nicht um minimale Unterstützung (Wood et al., 1978; Wood, 1980). Der kontingente Aufbau eines *Scaffolds* wird durch zwei Regeln festgelegt: (1) Wenn eine Lernschwierigkeit vorliegt oder eine Hürde auftritt, die die Lernenden nicht selbständig überwinden können, dann soll mit einer niedrigschwelligen Intervention begonnen werden und die Interventionsstärke anschließend solange gesteigert werden, bis die Lernschwierigkeit überwunden ist. (2) Sobald die Lernschwierigkeit überwunden ist, soll die Interventionsstärke verringert werden (*fading*), so dass die Lernenden wieder selbständig weiterarbeiten können (vgl. van de Pol, 2012; van de Pol et al., 2012; van de Pol & Elbers, 2013).

2.3.3 *Entwicklung des Kodierverfahrens für kontingenzbasiertes Scaffolding*

Für die Erfassung von *Scaffolding* bedarf es zweier Variablen. Die Schülervariable wird als „Level of Attainment“ bezeichnet und gibt den Fortschritt bei der Bewältigung der Aufgaben an. Die Festlegung der Level erfolgt auf Basis der ILT.³ Die Lehrervariable trägt die Bezeichnung „Strength of Intervention“ und gibt die

³ Gemäß ILT kann jede Inferenz in drei Teilschritte untergliedert werden (vgl. Minnameier, 2012). Da eine Aufgabe im problemorientierten Unterricht genau einer Inferenz entspricht, kann diese Gliederung auch für die Level der Aufgabenbewältigung genutzt werden.

Stärke an, mit der die Lehrkraft in den Aufgabenbewältigungsprozess der Lernenden interveniert. Die Interventionsstärke basiert auf der von Wood (1980) entwickelten Skala zur tutoriellen Unterstützung bei Problemlöseaufgaben sowie deren Adaption auf schulischen Unterricht durch van de Pol (2012). Die „Level of Attainment“-Skala ist in Abb. 2 dargestellt. Im Aufsatz I, Abschnitt 4.2 werden die einzelnen Level am Beispiel einer Aufgabe aus dem Rechnungswesenunterricht detaillierter ausgeführt.

“Student Level of Attainment”

1	Kein Verständnis der Aufgabenstellung
2	Falsches Verständnis der Aufgabenstellung
3	Richtiges Verständnis der Aufgabenstellung, aber bislang keine Lösung erarbeitet
4	Falsche (oder unvollständige) Lösung erarbeitet
5	Falsche (oder unvollständige) Lösung erarbeitet, aber richtig erkannt, dass Lösung falsch ist
6	Korrekte Lösung erarbeitet und als valide geprüft

Abb. 2: Skala Schülervariable „Student Level of Attainment“.

Um ein bestimmtes „Level of Attainment“ zu erreichen, müssen die Lernenden eine Reihe von kognitiven Aktivitäten vollziehen. Sie müssen die Aufgabe verstehen, Schritte der Aufgabenbearbeitung ausführen, Fehler bemerken, insofern sie welche machen, diese Fehler korrigieren und schließlich zu einer ausgearbeiteten Lösung gelangen. Die Lehrkraft kann sie dabei unterstützen, indem sie z.B. auf Fehler hinweist, Anregungen zur Lösungsfindung gibt, Lösungen bestätigt etc. Wenn die Lehrkraft unterstützt, realisiert sie Aktivitäten, die die Lernenden dann nicht mehr selber vollziehen müssen. Unterstützungen sind insofern Interventionen, die auf inferenzielle Vorgänge bei den Lernenden gerichtet sind. Je stärker die Intervention ist, desto mehr Aktivität wird durch die Lehrkraft vollzogen und braucht von den

Lernenden nur noch nachvollzogen werden. Die Skala der Interventionsstärke, die insgesamt sechs Ausprägungen umfasst, ist in Abb. 3 dargestellt. Eine ausführliche Skalenbeschreibung erfolgt in Aufsatz II im Abschnitt 3.3.3. In Kapitel 4 (Aufsatz II) werden Ergebnisse der Reliabilitätsanalysen berichtet und diskutiert.

“Teacher Strength of Intervention”

0	Diagnostische Äußerung, Bestätigung
1	Fokussierung eines von den Lernenden erarbeiteten Aspekts
2	Explizite Beurteilung der Falschheit bzw. Korrektheit eines Aspekts
3	Einführung eines neuen Elements (Hilfe geben)
4	Enthüllung der Lösung
5	Erklären der enthüllten Lösung

Abb. 3: Skala Lehrervariable „Teacher Strength of Intervention“.

Die Kodierung dieser beiden Variablen ist die Grundlage für die Bildung von Interaktionsmustern. Die Schülervariable „Level of Attainment“ dient der Bildung von zeitlichen Intervallen, die als Episoden aufgefasst werden können. Jede Episode beginnt mit dem Erreichen eines bestimmten „Level of Attainment“ und endet entsprechend mit dem Erreichen eines höheren Levels. Innerhalb einer solchen Episode wird eine Trajektorie der „Strength of Intervention“, deren Ausprägung für jeden Lehrer-Turn kodiert wurde, gebildet. Die Trajektorie gibt darüber Auskunft, wie sich die Intervention der Lehrkraft in dieser Episode entwickelt. Die resultierenden Interaktionsmuster werden anschließend hinsichtlich ihrer Kontingenz eingeschätzt. Dafür wurden – abgeleitet aus dem *Contingent Shift*-Prinzip – zwei Regeln formuliert, die genau festlegen, wann ein solches Muster als kontingent bzw. als nicht kontingent zu beurteilen ist.

2.4 Zwischenfazit

Mit der entwickelten Konzeption zum kontingenzbasierten *Scaffolding* ist ein erster Schritt getan, um den Anspruch einer zeitlich hoch aufgelösten Untersuchung von Wissenskonstruktionsprozessen bei Schülerinnen und Schülern sowie deren Anleitung und Unterstützung in Lehr-Lerninteraktionen einzulösen. Eine daran anschließende Frage ist, inwieweit sich diese *Scaffolding*-Konzeption auf Vorgänge des Erwerbs und der Nutzung impliziten Wissens erweitern lässt. Dazu ist als erstes aufzuklären, nach welcher Systematik implizite Vorgänge ablaufen. Diese Fragen sind Gegenstand des nächsten Kapitels.

3. Erwerb und Nutzung impliziten Wissens

3.1 Einbettung in Taxonomie kognitiver Vorgänge

Implizite Vorgänge werden oft von der Rationalität menschlicher Kognition ausgeklammert oder aber unter ein eigenes Rationales gefasst. Das schlägt sich in Dual-Prozess-Theorien nieder, die von zwei verschiedenen Operationsweisen des kognitiven Systems ausgehen (vgl. Evans, 2012) oder manifestiert sich in der Klassifikation in zwei separate kognitive Systeme (Kahneman, 2015). Für das System intuitiven Denkens (System 1), unter das implizite Vorgänge zu subsumieren wären, wird dabei zwar ein rascheres Operieren, aber auch eine unzuverlässigere Funktionsweise angenommen als für das System deliberativen Denkens (System 2). Wegen dieser angenommenen Unzuverlässigkeit wird dem System 2 eine Kontrollfunktion über System 1 zugeschrieben.

Gegen solche dualistischen Konzeptionen lassen sich Konzeptionen abgrenzen, die man entsprechend als monistisch bezeichnen könnte. Eine solche Konzeption entwickelt Minnameier (2016a, 2016b). Eine Grundannahme dabei ist, dass Intuition bzw. implizite Vorgänge und deliberatives Denken nach der gleichen Systematik verlaufen und dass beide „Denkarten“ als Inferenzen konzeptualisiert werden können. Abb. 4 zeigt die Taxonomie nach Minnameier (2016b).

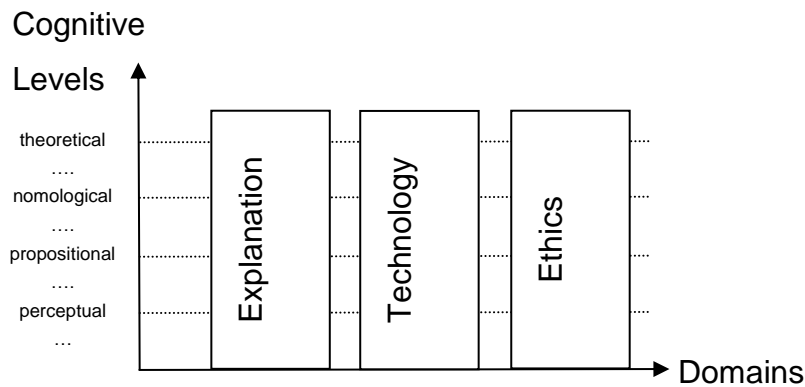


Abb. 4: Kognitive Taxonomie: Zweidimensionale Taxonomie kognitiver Vorgänge mit den Dimensionen „kognitive Verstehensebene“ und „kognitive Domäne“. Die Abbildung wurde aus Minnameier (2016b) übernommen.

Systematische Unterschiede zwischen Inferenzen bestehen gemäß dieser Taxonomie hinsichtlich zweier Dimensionen. Das sind zum einen die kognitive Verstehensebene (*cognitive level*) und zum anderen die kognitive Domäne (*cognitive domain*). So sind z.B. Wahrnehmungen auf einer niedrigeren Ebene angesiedelt als wissenschaftliches Denken oder als es z.B. auch das Verstehen schriftsprachlicher Texte ist. Minnameier unterscheidet hier zwischen perzeptueller, propositionaler, nomologischer und theoretischer Ebene. Die Rangordnung dieser Ebenen ist fix, das Vorliegen möglicher Ebenen dazwischen ist aber nicht ausgeschlossen. Das Verstehen eines Satzes bzw. Textes läge entweder auf der propositionalen Ebene oder auf einer Ebene zwischen der propositionalen und nomologischen Ebene. Die Domänen, die als zweite Dimension neben der kognitiven Verstehensebene unterschieden werden, sind die explanatorische Domäne (zu der die Wahrnehmung gehört), die technologische Domäne sowie die Domäne der Ethik. Die Domänenzugehörigkeit einer Inferenz ist insofern von Bedeutung, als dass sie das Validitätskriterium festlegt, dem die Inferenz unterliegt (epistemisch wahr, technisch nützlich, moralisch gut).

Implizite Vorgänge nehmen einen besonderen Platz in dieser Taxonomie ein. Dieser Platz befindet sich an der Schwelle zum bewussten Denken und lässt sich am besten visualisieren, indem man der dargestellten Taxonomie eine Tiefendimension

hinzufügt. Bevor das aber erfolgen kann, bedarf es zunächst einer kurzen theoretischen Einführung in die Konzeption zum impliziten Wissen.

3.2 Implizite Inferenzen

Die im Rahmen der vorliegenden Arbeit entwickelte inferenzielle Konzeption des Erwerbs und der Nutzung impliziten Wissens setzt bei der Theorie von Michael Polanyi an (vgl. Polanyi, 1957, 1962a, 1962b, 1966, 1967, 1968). Polanyi konzeptualisiert implizite kognitive Vorgänge, die er als *tacit knowing* bezeichnet, als Inferenzen, bleibt aber dabei letztlich vage und arbeitet nicht vollständig aus, um welche Inferenzen es sich konkret handelt und wie die Ausführung solcher Inferenzen, im Zuge derer auch unbewusst Information genutzt wird, valide zu Wissen führen kann (vgl. Neuweg, 2004).

Polanyi konzeptualisiert implizite Inferenzen als Relationen. Eine solche Relation besteht aus dem proximalen Term (*domain*)⁴ und dem distalen Term (*co-domain*). Der proximale Term umfasst die *in actu* verwendeten Daten, der distale Term beinhaltet das fokale Objekt. Die verwendeten Daten – auch als Subsidien bezeichnet – dienen dabei als Mittel, um das fokale Objekt herzustellen bzw. zu erreichen. Polanyi spricht daher auch von einer *from-to-relation* zwischen proximalen und distalen Term und bezogen auf die Inferenz von einem Integrationsvorgang (1966, p. 9ff; 1967, p. 302; 1968, p. 29). Die Subsidien müssen dabei nicht bewusstseinsfähig sein, sie erfahren eine „stille“ Verwendung. Aus inferenzieller Sicht stellen die Subsidien die Prämissen und das fokale Objekt entsprechend die zu erschließende Konklusion dar. Die Besonderheit bei impliziten Inferenzen ist, dass die Subsidien in einem solchen *act of tacit knowing* nicht fokal bewusst gemacht werden dürfen, da sonst eine Störung resultieren würde (Polanyi, 1966, 1967).

Der Gegenstandsbereich der Theorie Polanyis ist damit wie folgt festgelegt: Es geht um Wissenserwerbs- und Wissensnutzungsvorgänge, die sich durch drei Merkmale auszeichnen. (1) Das Ergebnis einer impliziten Inferenz (das fokale Objekt) muss bewusstseinsfähig sein. Es handelt sich also nicht um einen vollständig unbewussten

⁴ Nicht zu verwechseln mit den Domänen in der kognitiven Taxonomie.

Vorgang. Vielmehr kann man implizite Inferenzen an der Schwelle zum Bewusstsein lokalisieren. Die Subsiduen sind *in actu* unterhalb der Bewusstseinschwelle, das fokale Objekt, wie bereits ausgeführt, dagegen oberhalb der Schwelle. (2) *Tacit knowing* ist ein mentaler Vorgang. D.h. wenn man den Erwerb von motorischen Prozeduren und Fertigkeiten in die Betrachtung einbezieht, dann geht es dabei um die mentalen Vorgänge, die beim Erwerb und der Ausführung solcher Prozeduren eine Rolle spielen und nicht nur um die bloßen motorischen Bewegungen. (3) *Tacit knowing* ist ein Verständnis- bzw. Sinngebungsvorgang. Fasst man Lernen durch Imitation bzw. Nachahmung unter den Gegenstandsbereich des *tacit knowing*, bedeutet das, Imitation und Nachahmung als implizite Inferenzen zu konzeptualisieren (vgl. Csibra & Gergely, 1998 sowie Brass et al., 2007 für einen solchen Ansatz). In diesem Sinne wären sie als eine Form von Modellernen aufzufassen und nicht im Sinne eines bloßen „Nachäffens“ zu verstehen. Der Nachahmende muss zunächst erkennen (Sinn geben), was er nachahmen will.

Als prototypisch für solche impliziten Inferenzen nimmt Polanyi (1966, 1968) Wahrnehmungsvorgänge an (vgl. auch Neuweg, 2004). Unter Rückgriff auf den *Predictive Processing*- Ansatz (Friston et al., 2012; Bastos et al., 2012; Clark, 2013; Clark, 2015) können Wahrnehmungen nicht nur als einzelne (abduktive) Inferenzen konzeptualisiert werden, sondern als inferenzielle Zyklen aufgefasst werden, die neben abduktiven Inferenzen auch deduktive und induktive Schlüsse umfassen. Die Abduktion besteht in der Integration sensorischer Daten zu einer Wahrnehmungsgestalt, die Deduktion in der Vorhersage über erwartete (zukünftige) sensorische Inputs und die Induktion im prüfenden Abgleich mit real auftretenden sensorischen Daten. Tritt eine Diskrepanz auf, liegt ein sog. *prediction error* vor, dessen Beseitigung einen erneuten inferenziellen Zyklus in Gang setzt (ausführlich dazu in Aufsatz III der vorliegenden Arbeit). Insofern können Wahrnehmungsvorgänge genauso zu (Wahrnehmungs-)Wissen führen, wie das durch inferenzielles Denken auf höheren kognitiven Ebenen auch geschieht.

Wie im vorangegangenen Abschnitt bereits angedeutet, bedeutet das aber nicht, dass sich daraus folgern lässt, dass kognitive Vorgänge auf niedrigen Ebenen implizit sind und Inferenzen auf höheren Ebenen entsprechend explizit. Implizite Inferenzen finden nicht nur auf niedrigen kognitiven Ebenen statt, sondern erstrecken sich über alle kognitiven Ebenen. Auch beim wissenschaftlichen Problemlösen oder der

wissenschaftlichen Theoriebildung können implizite Inferenzen stattfinden, und auch Expertenhandeln zeichnet sich durch ein hohes Ausmaß intuitiven Denkens aus (vgl. Dreyfus & Dreyfus, 1986).

Mit dem Hinzufügen der Tiefendimension des Bewusstseins können implizite Inferenzen in der Taxonomie (Abb. 4) lokalisiert werden. Abb. 5 zeigt die erweiterte Darstellung um diese Tiefendimension. Implizite Inferenzen sensu Polanyi finden genau am Übergang zum Bewusstsein statt. Der Übergang wird durch die eingezeichnete Schwelle markiert.

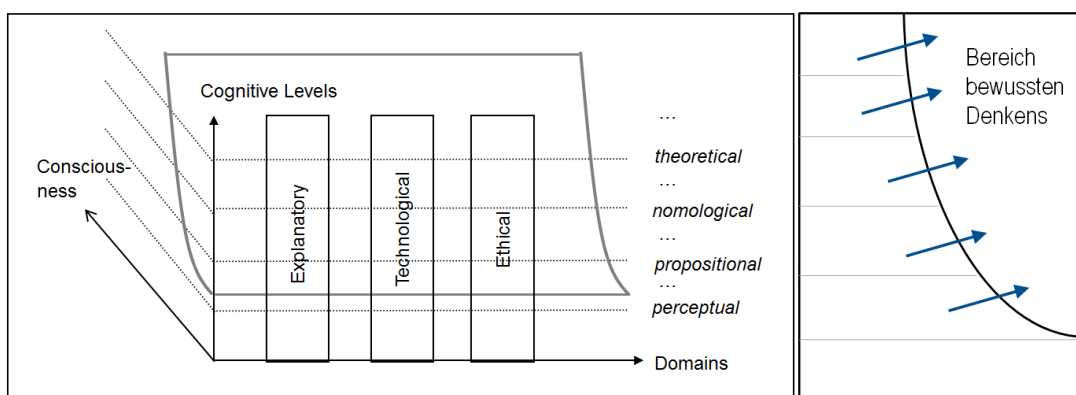


Abb. 5: Erweiterte kognitive Taxonomie: Um die Tiefendimension des Bewusstseins erweiterte Taxonomie (links). Die Bewusstseinschwelle ist grau eingezeichnet. Seitenansicht der linken dreidimensionalen Taxonomie (rechts). Die Pfeile symbolisieren implizite Inferenzen und markieren den Bereich intuitiven Denkens. Der Bereich bewussten deliberativen Denkens befindet sich auf der rechten Seite.

Ausgehend vom inferenziellen Zyklus, der für Wahrnehmungsvorgänge konzeptioniert wurde, lässt sich nun eine Verallgemeinerung formulieren, mit der implizite Inferenzen auf allen kognitiven Ebenen erfasst werden können.

Abduktion: Unter Nutzung der Subsiduen wird das fokale Objekt erschlossen. Dies kann z.B. eine Lösungsidee für ein vorliegendes Problem oder die Entdeckung einer bis dahin verborgenen Gesetzmäßigkeit sein oder auch im Verständnis einer vorliegenden Situation liegen.

Deduktion: Ist das fokale Objekt erschlossen, kann es anschließend wiederum subsidiär zur Steuerung der (Handlungs-)Umsetzung genutzt werden. Die Deduktion

ist dabei als antizipative Inferenz zu verstehen. Es werden z.B. Erwartungen (im Falle der Wahrnehmung) oder für die handlungsmäßige Umsetzung relevante Sachverhalte abgeleitet, sofern sie in der abduzierten Lösungsidee implizit gegeben sind und entsprechend subsidiär genutzt werden können.

Induktion: Das Handlungsprodukt bzw. die umgesetzte Handlung sowie weitere empirische Daten sind schließlich Gegenstand der induktiven Prüfung. Am Ende steht praktische Gewissheit oder aber das Verwerfen der bis dahin erschlossenen Ergebnisse.

Ich fasse die Kernpunkte zusammen, die für die anschließenden Betrachtungen zum *Scaffolding* bei impliziten Inferenzen von Bedeutung sind:

- Implizite Inferenzen können triadisch konzeptualisiert werden und umfassen Abduktionen, Deduktionen und Induktionen. Der Übergang von einer Inferenz zur nachfolgenden ist durch den Wechsel des fokalen Objekts gekennzeichnet. Das fokale Objekt der vorangegangenen Inferenz findet im Zuge der aktuellen Inferenz eine subsidiäre Verwendung.
- Die Bezeichnung „tacit“ bedeutet, dass der Vorgang der Integration der Subsiduen zum fokalen Objekt gestört wird, sobald die Subsiduen fokal bewusst gemacht werden. In der Literatur wird diesbezüglich vom Tausendfüßlerproblem gesprochen (vgl. Neuweg, 2012). Es besagt eben, dass eine Störung der Bewegungskoordination auftritt, sobald man den Aufmerksamkeitsfokus vom intendierten Ziel der Bewegung weg und auf die einzelnen zu koordinierenden Elemente (Gliedermaßen) richtet. Mit der Fokussierung der Subsiduen kommt der Erfahrungsfluss (im Beispiel des Tausendfüßlers der Bewegungsfluss) ins Stocken. Die Subsiduen erfahren insofern eine „stille“ Verwendung im Zuge der Inferenz.

3.3 *Scaffolding* bei impliziten Inferenzen

Wie bereits in Abschnitt 2.3.1 ausgeführt wurde, kommen dem *Scaffolding* zwei wesentliche Funktionen zu. Die erste besteht in der Setzung von Beschränkungen für den Lernenden. Die zweite Funktion liegt im Werkzeugcharakter von *Scaffolds*. Betrachtet man nun die beiden Funktionen im Detail, dann ergeben sich zwischen dem kontingenzbasierten *Scaffolding*, so wie es für den problemorientierten

Rechnungswesenunterricht konzeptualisiert und untersucht wurde, und dem *Scaffolding* zur Unterstützung bei impliziten Inferenzen, substanzielle Unterschiede.

(a) *Setzung von Beschränkungen*: Die Setzung von Beschränkungen ist beim kontingenzbasierten *Scaffolding* Teil der Skala „Teacher Strength of Intervention“ (TSI) und bedeutet insofern einen Eingriff in den Lernvorgang. Die Setzung von Beschränkungen erfolgt dabei durch das „Fokussieren eines Aspekts“ und stellt die geringste Interventionsstärke auf der sechsstufigen Skala dar (TSI=1). Durch diese Intervention wird die Aufmerksamkeit der Lernenden auf einen bestimmten Aspekt gelenkt, alle anderen die Aufgabe betreffenden Aspekte werden damit zunächst ausgeklammert. Bei impliziten Inferenzen ist eine solche interventionistische Unterstützung wegen des oben angesprochenen Tausendfüßlerproblems dagegen nicht adäquat. Sie könnte dazu führen, dass der Fokus der Lernenden auf die Subsiduen gerichtet wird, was wiederum eine Störung der Ausführung der impliziten Inferenz bedeuten würde. Daher sollte bei der Unterstützung impliziter Wissenserwerbsvorgänge das Setzen von Beschränkungen vorzugsweise durch Eingriffe in die Lernumgebung und nicht durch Interventionen in den inferenziellen Denkvorgang selbst erfolgen. Der didaktische Ansatz des *enactive view* bietet hierfür einen geeigneten Rahmen, da er genau diese Form der mittelbaren Unterstützung über Veränderungen in der Lernumwelt zum Prinzip erhebt. In Aufsatz IV wird im Abschnitt 4.2 ein Beispielfall behandelt, in dem es um den Erwerb eines Spielverständnisses beim Fussball geht.

Der *enactive view* bietet noch einen weiteren Anknüpfungspunkt für *Scaffolding*. Ein zentrales Konzept im *enactive view* ist das der Aufmerksamkeitsanker (vgl. Hutto et al., 2015). Aufmerksamkeitsanker können eingesetzt werden, wenn das eigentliche Lernziel von den Schülerinnen und Schülern (noch) nicht erreicht werden kann. Sie stellen Zwischenziele im Lernprozess dar, die von den Lernenden *in actu* erreichbar sind (ausführlich dazu ebenfalls in Aufsatz IV, Abschnitt 4.2).⁵ In diesem Sinne liegt im Einsatz solcher Aufmerksamkeitsanker auch eine Setzung von Beschränkungen. Wenn z.B. eine zu lernende Handwerkstechnik zu viele einzelne

⁵ Die Bezeichnung Aufmerksamkeitsanker (*attentional anchor*) mag im Zusammenhang mit Lernzielen zunächst etwas ungewöhnlich erscheinen, da man solche Anker eher als Mittel zur Erreichung von Lernzielen annehmen würde (wie das z.B. im *Anchored Instruction*-Ansatz der Fall ist; vgl. Group at Vanderbilt, 1990; Mandl et al., 2004). Versteht man aber Lernziele im Kontext impliziter Wissenserwerbsprozesse im Sinne Polanyis als erreichbare fokale Objekte, dann ist die Bezeichnung *attentional anchor* durchaus zutreffend.

zu koordinierende Aspekte umfasst, dann kann eine Vereinfachung sinnvoll sein, so dass diese reduzierte Technik durch die Lernenden überhaupt erst einmal individuierbar und damit verstehbar wird. Die vereinfachte Form ist dann eben der Aufmerksamkeitsanker (vgl. Greenfield & Lave, 1982 sowie Ingold, 2000, die den Fall des Erlernens von Webe- und Spinn Techniken behandeln).⁶ Die angestrebte Vereinfachung bedeutet aber nicht, dass eine bloße Zerlegung in einzelne Komponenten stattfindet. Vielmehr bleibt die Technik als ein kohärentes Ganzes erhalten, und im Erlernen der Technik liegt auch das Lern(zwischen)ziel.⁷

Ein anschauliches Beispiel hierfür behandelt Clark (2015) in Abschnitt 3.1 seines Aufsatzes. Der Abschnitt trägt die auch aus *Scaffolding*-Perspektive treffende Überschrift *Nesting simplicity within complexity*. Das Beispiel betrifft das sog. *Outfielder Problem* im Baseball. Der Außenfeldspieler steht dabei vor der Aufgabe, den geschlagenen Ball zu fangen, und muss dazu zum einen die Trajektorie des Balles visuell verfolgen bzw. antizipieren und zum anderen seine eigene Laufbewegung und Geschwindigkeit der Flugbahn und Geschwindigkeit des Balles anpassen. Die vereinfachte Lösung für dieses Problem ist, die eigene Laufgeschwindigkeit so zu verändern, dass der Ball sich mit konstanter Geschwindigkeit durch das Blickfeld bewegt. Das heuristische Prinzip dahinter ist das folgende: Individuen versuchen sich so zu ihrer Umwelt zu positionieren, dass ihre Beziehung zur Umwelt stabil bleibt. Stabilität kann – wie in diesem Beispiel – in der Konstanz bestehen. Das erleichtert Vorhersagen (Antizipationen im deduktiven Sinn; vgl. Aufsatz IV, Abschnitt 3.4.2). Der Aufmerksamkeitsanker besteht in diesem Beispiel in der konstanten Ballgeschwindigkeit bei der Bewegung durch das Blickfeld. Die Vereinfachung liegt in der sog. *Optical Acceleration Cancellation*, d.h. im Herausschneiden der Beschleunigungskomponente als einen vormaligen Bestandteil des fokalen Objekts.

⁶ Subsumiert man die Einführung solcher Aufmerksamkeitsanker unter das *Scaffolding*, dann führt allerdings zu einem erweiterten *Scaffolding*-Konzept. *Scaffolding* im engeren Sinne bezeichnet gerade die Unterstützung, die unter Konstanthaltung der Aufgabenschwierigkeit erfolgt. Den Lernenden soll dabei die Bewältigung der (schwierigen) Aufgabe durch sukzessiv zunehmende Interventionen erleichtert werden soll (Greenfield, 1984, p. 119).

⁷ Mit dem Erwerb der vereinfachten Technik sind die Lernenden auch imstande, souverän zu agieren (vgl. Beck, 2009). Nur unterscheidet sich diese Souveränität von der, über die ein Handwerksmeister bzw. Experte verfügt.

(b) *Scaffolding als Bereitstellen kognitiver Werkzeuge*: Die entwickelte TSI-Skala zur Konzeption kontingenzbasierten *Scaffoldings* umfasst neben der „Fokussierung eines Aspekts“ (TSI=1) und der „expliziten Beurteilung solcher fokussierten Aspekte als korrekt oder fehlerhaft“ (TSI=2) auch „Hilfestellungen“, die darin bestehen können, den Lernenden kognitive Werkzeuge zur Verfügung zu stellen (TSI=3). Als Werkzeuge zur erfolgreichen Bewältigung von Buchungsaufgaben im Rechnungswesenunterricht können z.B. der Buchungssatz oder Visualisierungen von Wertströmen, wie sie im Rahmen des Wirtschaftsinstrumentellen Ansatzes zur Unterstützung eingesetzt werden (vgl. Preiß, 1999), dienen. Deren Nutzung erleichtert den Schülerinnen und Schülern die Durchführung von Bestands- und Erfolgsbuchungen.

Bei impliziten Inferenzen werden die Subsiduen instrumentell genutzt, um ein fokales Objekt zu erreichen und zu einer Konklusion zu gelangen. Insofern kommt hier den Subsiduen Werkzeugcharakter zu, die im Zuge von *Scaffolding* so aufzubereiten wären, dass sie von den Lernenden *in actu* genutzt werden können. Eine Möglichkeit des *Scaffoldings* besteht hierbei in (strukturerhaltenden) Transformationen subsidiärer Daten in andere Repräsentationsformate, wie das z.B. beim *semiotic scaffolding* (Hoffmeyer, 2015) geschieht. Das kann u.a. durch den Einsatz von visuellen Darstellungen (vgl. Reinholz et al., 2010; Abrahamson & Trninic, 2011) oder von akustischen Rhythmen erfolgen (Effenberg, 1996; Bamberger, 2011; Bamberger & Di Sessa, 2003). Durch solche Repräsentationsformatwechsel soll den Lernenden die subsidiäre Nutzung der für die Inferenz relevanten Daten erleichtert werden. Eine solche Unterstützung zielt daher auf den proximalen Term, ohne aber die Aufmerksamkeit der Lernenden auf die Subsiduen zu lenken (vgl. Aufsatz IV, Abschnitt 4.1.2). Darin besteht auch der Unterschied zum Einsatz von Aufmerksamkeitsankern. Letzteres zielt auf den distalen Term und nicht auf die Verwendung der Subsiduen *in actu*.

Tab. 1 zeigt eine zusammenfassende Gegenüberstellung des kontingenzbasierten *Scaffoldings* und des *Scaffoldings* zur Unterstützung impliziter Inferenzen.

Kontingenzbasiertes <i>Scaffolding</i> im Rechnungswesenunterricht	<i>Scaffolding</i> zur Unterstützung impliziter Inferenzen
<ul style="list-style-type: none"> • Beginn mit geringer Interventionsstärke zur Setzung von Beschränkungen (TSI=1; Fokussieren eines Aspekts) 	<ul style="list-style-type: none"> • Setzung von Beschränkungen ohne Intervention in den inferenziellen Vorgang, sondern durch Veränderung der Lernumwelt • Einsatz von Aufmerksamkeitsankern, die als Zwischenziele für die Lernenden erreichbar sind
<ul style="list-style-type: none"> • Zunahme der Interventionsstärke: Bereitstellen von (kognitiven) Werkzeugen zur Aufgabenbewältigung (TSI=3) 	<ul style="list-style-type: none"> • Aufbereitung der subsidiär zu verwendenden Elemente

Tab. 1: Scaffolding: Gegenüberstellung kontingenzbasiertes *Scaffolding* im problemorientierten Rechnungswesen und *Scaffolding* bei impliziten Vorgängen des Wissenserwerbs und der Wissensnutzung.

Doch nicht nur implizite Lern- und Wissenserwerbsprozesse bei Schülerinnen und Schülern können durch *Scaffolding* unterstützt werden. Im folgenden Kapitel werden zwei Anwendungsfelder behandelt, für die sich die entwickelte *Scaffolding*-Konzeption ebenfalls als fruchtbar erweisen könnte. Das erste Anwendungsfeld betrifft die Entwicklung professioneller Unterrichtswahrnehmung bei angehenden Lehrkräften. Das zweite Anwendungsfeld betrifft den betrieblichen Bereich. Hier geht es um die Tradierung impliziten technologischen Wissens in Unternehmen. Ich möchte zeigen, dass in beiden dieser Anwendungsfelder ein Forschungsdefizit besteht, das genau die Frage nach der angemessenen Instruktion und Unterstützung impliziter Vorgänge des Wissenserwerbs und der Wissensnutzung betrifft. Eine Ursache für dieses Defizit besteht, wie sich zeigen wird, darin, dass die bei den Lernenden stattfindenden mentalen Vorgänge nicht Gegenstand der wissenschaftlichen Auseinandersetzung sind und insofern bei den Forschungsbemühungen in einer „Black Box“ verbleiben.

4. Implizites Wissen in der Praxis – Eine „Black Box“ in zwei verschiedenen Anwendungsfeldern

4.1 Professionalisierung von Lehrkräften

Professionelle Unterrichtswahrnehmung wird als eine Dimension der Analysekompetenz von Lehrkräften angenommen (Krammer & Hugener, 2014; Plöger & Scholl, 2014) und umfasst zwei Aspekte: die Wahrnehmung bezogen auf fachliche Aspekte (z.B. Diagnose von Schülerfehlern und Lernschwierigkeiten) sowie die Wahrnehmung unterrichtlicher Aspekte, die fachunabhängig sind (z.B. von Unterrichtsstörungen). Professionelle Unterrichtswahrnehmung adressiert dabei zwei inferenzielle Vorgänge. Diese werden als *Noticing* und *Reasoning* bezeichnet (Seidel & Stürmer, 2014; Sherin & Van Es, 2009). *Noticing* betrifft die Registrierung prominenter Ereignisse im Unterrichtsgeschehen. Seidel & Stürmer (2014) definieren: *Noticing* „describes whether teachers pay attention to events that are of importance for teaching and learning in classrooms“ (p. 742). *Reasoning* umfasst die drei Teilvorgänge des Beschreibens (*description*), des Erklärens (*explanation*) und des Vorhersagens (*prediction*), die sich an das *noticing* anschließen.⁸ Die insgesamt vier Kategorien werden von den Autoren als Verhaltenskategorien eingeführt. Das Agieren der Lehrkraft wird dabei den jeweiligen Kategorien interpretativ zugeordnet. Das führt dazu, dass die mentalen Vorgänge, die die Lehrkräfte vollziehen, im Dunklen blieben, obwohl sie der eigentliche Gegenstand der Betrachtung sein sollen (Analysekompetenz adressiert mentale Dispositionen und Prozesse, nicht lediglich Verhaltensweisen).

Die inferenzielle Konzeption würde eine Modellierung der inferenziellen Vorgänge, die den Verhaltenskategorien *noticing*, *description*, *explanation* und *prediction* zugrunde liegen, erlauben. Die vier Konzepte können dadurch zudem präzisiert werden. So können sie als abduktive, deduktive oder induktive Inferenzen rekonstruiert und in der inferenziellen Triade genau lokalisiert werden. Bei *noticing*

⁸ Der Vorgang des Beschreibens „refers to the ability to clearly differentiate the relevant aspects of a noticed teaching and learning component“ (Seidel & Stürmer, 2014, p. 745). Erklären “refers to the ability to use what one knows to reason about a situation” (ebd., p. 746). Hierbei geht es um eine klassifikatorische Einordnung der Unterrichtssituation. Das Vorhersagen “refers to the ability to predict the consequences of observed events in terms of student learning” (ebd., p. 746). Hier geht es darum, dass Lehrkräfte unter Nutzung ihres Wissens und der Diagnoseergebnisse Konsequenzen ableiten, sei es bezogen auf die Lernleistung der Schüler (*outcomes, products*), auf deren Wissenserwerbsprozesse (*process*) oder auf Mediationsvariablen.

und *explanation* handelt es sich z.B. um die gleiche Inferenz. Beide Kategorien können als Abduktionen aufgefasst werden. Der Unterschied besteht lediglich darin, dass sie auf unterschiedlichen kognitiven Verstehensebenen angesiedelt sind (vgl. Abschnitt 3.1 in diesem Aufsatz sowie Aufsatz III). Bei *explanation* und *prediction* handelt es sich dagegen um unterschiedliche Inferenzen, obwohl *prediction* von Seidel & Stürmer (2104) als Teil von *explanation* angenommen wird. *Predictions* wären als deduktive Inferenzen zu konzeptualisieren (vgl. die Ausführungen zum *Predictive Processing*-Ansatz in Aufsatz III).

Ein weiterer Beitrag, den die Konzeption zum *Scaffolding* leisten könnte, betrifft das Problem der Vermittlung pädagogischen Inhaltswissens (PCK sensu Shulman, 1986). Wenn PCK implizites Wissen ist, dann könnte die Vermittlung expliziten Inhaltswissens zunächst wieder zu tragem Wissen führen. Die professionelle Unterrichtswahrnehmung wäre davon betroffen, denn gemäß Seidel & Stürmer (2014) liegt im *noticing* „a basic component of initial university-based teacher education“ (p. 743). Mindestens wäre hier kritisch zu reflektieren, inwieweit die im Rahmen der Ausbildung eingesetzten Methoden angemessen sind. Schulungen, in denen Videovignetten eingesetzt werden, und die darauf abzielen, dass angehende Lehrkräfte ihre Beobachtungen zunächst (schriftlich) festhalten und anschließend in gemeinsamer Reflektion mit Tutoren oder Seminarleitern die festgehaltenen Unterrichtsbeobachtungen analysieren (Krammer & Hugener, 2014; Biaggi et al., 2013), wären ggf. durch Methoden zu ergänzen, die den Besonderheiten des Erwerbs und der Nutzung impliziten Wissens Rechnung tragen.

Die subsidiäre Nutzung von Daten bei impliziten Inferenzen – Unterrichtswahrnehmungen können als implizite Inferenzen angenommen werden – erfordert, dass diese Daten zuvor „verinnerlicht“ werden konnten. Ein Ergebnis aus der Studie von Stürmer et al. (2013) ist hierbei hervorhebenswert. Angehende Lehrkräfte durchliefen einen halbjährigen Kurs. Das war entweder ein praxisbezogener fallbasierter Videokurs, ein theoriebasierter Kurs über Lehr-Lernprozesse oder ein theoriebasierter Kurs zu allgemeinen Aspekten von Lehren und Lernen sowie zu fallbasiertem Schlussfolgern. Das Ergebnis war, dass es zwischen den drei Kurs-Gruppen signifikante Unterschiede im Zuwachs

deklarativen Wissens gab.⁹ Die Teilnehmer des Videokurses wiesen dabei den höchsten Zuwachs auf. Interessant dabei ist, dass trotz dieser Unterschiede im Zuwachs an deklarativem Wissen dennoch keine signifikanten Unterschiede in der Entwicklung der professionellen Unterrichtswahrnehmung festgestellt werden konnten.¹⁰ Zwar gab es in allen drei Gruppen einen signifikanten Zuwachs, jedoch trat dieser in allen drei Gruppen gleichermaßen auf – und kann insofern nicht auf das *Treatment* „Video-Kurs“ zurückgeführt werden. Es scheint also eine Kluft zwischen dem Zuwachs an deklarativem Wissen einerseits und der tatsächlichen Verbesserung der Unterrichtswahrnehmung andererseits zu geben.

Eine sich anschließende Frage ist, wie man angehende Lehrkräfte im Rahmen solch fallbasierten Lernens sinnvoll unterstützen kann, so dass eben nicht nur ein Zuwachs im deklarativen Wissen stattfindet, sondern sich die Unterrichtswahrnehmung *in actu* auch verbessert. Die Strategie, die im Rahmen des VideA-Projekts gewählt wurde und die an das *Lesson Analysis Framework* (LAF) von Santagata & Guarino (2011) angelehnt ist, setzt so an, dass der Aufmerksamkeitsfokus der angehenden Lehrkräfte „on the pupils‘ learning and understanding processes“ (Krammer et al., 2015, p.127) gelenkt wird. Ein anschließender Schritt besteht in der Explikation des im Video beobachteten Lern-, Interaktions- und Unterrichtsgeschehens.

Aus Sicht des impliziten Lernens setzt das Verfahren sinnvoll an, nämlich bei möglichen distalen Termen, die als Ergebnisse impliziter Inferenzen erschlossen werden. Ein Problem hierbei besteht aber darin, dass es dazu systematisch ausgearbeiteter und theoretisch begründeter Vorgaben darüber bedürfte, worin eine korrekte Situationsdiagnose besteht und was entsprechend fehlerhafte Diagnosen wären. Es gibt zwar für jeden Videofall eine Referenz, diese besteht aber i.d.R. lediglich in Experten-Ratings der jeweiligen Unterrichtssituation. Wünschenswert wären aber über die Einzelfälle hinausgehende und verallgemeinerte Maßgaben, worauf in welcher Unterrichtssituation zu achten ist. Dazu bedürfte es wiederum eines Klassifikationssystems für Unterrichtssituationen, das zudem die Kompetenzentwicklungsstufen der Unterrichtswahrnehmung einbeziehen müsste

⁹ Es wurde der Test von Blomberg, Renkl & Seidel (2010) eingesetzt (zit. nach Stürmer et al., 2013). Der Test umfasst Items, die auf die professionelle Unterrichtswahrnehmung als eine Dimension der Analysekompetenz abzielen. Ein Item lautet z.B. „Which indicators of learning climate are observable in the classroom?“ (ebd., p.473).

¹⁰ Eine Verbesserung der professionellen Unterrichtswahrnehmung bedeutet eine höhere Übereinstimmung mit den Expertenratings der Unterrichtsvideoclips.

(insofern man Stufen annimmt). Aus einer solchen Klassifikation ließen sich Anforderungen ableiten, die die Unterrichtswahrnehmung betreffen, und zwar für jeden einzelnen Videofall und für jede Kompetenzentwicklungsstufe. In einem anschließenden Schritt wäre zu überlegen, wie die Unterstützung der impliziten Vorgänge der Unterrichtswahrnehmung effektiv erfolgen kann.

Der sich im LAF-basierten Verfahren anschließende Schritt, der auf Explikation der diagnostizierten Unterrichtssituationen und auf eine diskussive Auseinandersetzung mit dem Unterrichtsgeschehen abzielt, ist aus Sicht impliziter Inferenzen und vor dem Hintergrund der Ergebnisse der Studie von Stürmer et al. (2013) kritisch einzuschätzen. Explikation und Diskussion der Unterrichtssituationen zielen vorwiegend auf den Erwerb deklarativen Wissens. Ein Zuwachs an deklarativem Wissen führte aber gemäß der Studie nicht zu einer verbesserten Unterrichtswahrnehmung bei den angehenden Lehrkräften.

Hier könnte die *Scaffolding*-Konzeption einen alternativen Ansatz bieten. So können Aufmerksamkeitsanker eingesetzt werden, sofern zuvor Lernziele festgelegt worden sind. Die allgemeine, d.h. fachinhaltsübergreifende, Sequenzierung solcher Aufmerksamkeitsanker kann dabei einem Rationale folgen, das Feltovich et al. (1997) als Entwicklung vom *reductive worldview* zum *complex worldview* beschreiben. Eine solche Entwicklung vollzieht sich in elf Dimensionen und beinhaltet Veränderungen in der professionellen Wahrnehmung u.a. von einer statischen zu einer dynamischen Betrachtung, von der Sequenzhaftigkeit zur Simultanität, von einem mechanistischen zu einem organismischen Verständnis sowie von der Fokussierung von Regularitäten hin zum Einbeziehen von Irregularitäten. Eine Sequenz von Aufmerksamkeitsankern wäre so zu konstruieren, dass sie diese Entwicklung abbildet und entsprechend von „reduzierten“ zu „komplexen“ distalen Termen reicht.

Auch die Aufbereitung der bei impliziten Inferenzen genutzten Subsiduen (vgl. Abschnitt 3.3) wäre im Anschluss an eine Lernzielfestlegung realisierbar. Feltovich et al. (1997) sehen gerade darin ein adäquates instruktionsmethodisches Vorgehen, um einer möglichen Rigidität im inferenziellen Denken vorzubeugen. Die Autoren schreiben: „This active inclination to see things many ways, to explain in many ways, to use in many ways, to connect in many ways, and so forth, can provide

protection from the various forms of maladaptive rigidity“ (S. 138). Die Realisierung einer solche Unterstützung *in actu* bedeutet im Falle von Wahrnehmungen bzw. Diagnosen, die sensorischen Stimulus-Konfigurationen – und somit die Datenbasis für Wahrnehmungsinferenzen – zu verändern. Grundsätzlich praktikabel, wenn auch technologisch noch nicht vollständig umsetzbar, wäre das in virtuellen Klassenzimmern (vgl. Ferry et al., 2004). Reale Lehrkräfte agieren dabei in einer virtuellen Klasse (modelliert als Multi-Agenten-System). Spatio-temporale multimodale Muster (räumliches Arrangement, Spots etc.) bilden die Stimulus-Konfigurationen. So können bspw. Ausbreitungseffekte bei Unterrichtsstörungen bzw. Ansteckungseffekte bereits in ihrem Entstehen auf eine Weise visualisiert werden, die es den Lehrkräften erleichtert, solche Unterrichtsstörungen zu individuieren.

4.2 Tradierung technologischen Wissens in Unternehmen

Ein weiterer Anwendungsbereich liegt in der Tradierung von technologischem Wissen in Unternehmen. Hierfür sind insbesondere die Arbeiten von Zander hervorzuheben (vgl. auch Kogut & Zander, 1992 sowie Zander & Kogut, 1995). Implizitheit ist gemäß Zander (1991) dann besonders ausgeprägt, wenn die unternehmerische Praxis drei Charakteristika aufweist:

- In der Praxis bedarf es Handlungen, die in hoher Geschwindigkeit ablaufen und nicht verlangsamt werden können.
- Der Handlungskontext ist durch eine große Anzahl von Variablen gekennzeichnet, und diese Variablen weisen zudem eine hohe Änderungssensitivität auf. (Ein solcher Kontext macht es praktisch unmöglich, Handlungen durch Wenn-Dann-Regeln anzuleiten, selbst wenn solche Regeln explizierbar wären.)
- Die Praxis erfordert ein hohes Ausmaß an simultanen Handlungen, deren Koordination nicht bewusst erfolgen kann, da dies z.B. die Arbeitsgedächtniskapazität überschreiten würde.

Auch Wenger (1998) betont die impliziten Anteile solch praktischen Wissens. Praktisches Wissen, so schreibt er, „includes all the implicit relations, tacit

conventions, subtle cues, untold rules of thumb, recognizable intuitions, specific perceptions, well-tuned sensitivities, embodied understandings, underlying assumptions, and shared world views. Most of these may never be articulated, yet they are unmistakable signs of membership in communities of practice and are crucial to the success of their enterprises” (S. 47).

Zander & Kogut (1995) untersuchen in einer empirischen Studie den Einfluss der Impliztheit technologischen Wissens in einem Unternehmen auf die Transferrate.¹¹ Die Impliztheit des Wissens wird durch die beiden Variablen *codifiability* and *teachability* erhoben. Die Transferrate bezeichnet die Wahrscheinlichkeit des Erreichens einer Produktionsfähigkeit an einer neuen Produktionsstätte des Unternehmens. Das Ergebnis der Untersuchung war, dass beide Variablen, die die Impliztheit des technologischen Wissens betreffen, einen signifikanten Einfluss auf die Transferrate haben. Kodifizierbarkeit des Wissens und Instruierbarkeit von Wissenswerbsvorgängen sind entscheidende Faktoren, die die Wahrscheinlichkeit eines frühen Transfers erhöhen. Die ebenfalls erhobene Variable „Komplexität der Technologie“ hatte dagegen keinen signifikanten Einfluss.

Diese Ergebnisse legen zunächst zwei instruktionsmethodische Konsequenzen nahe. (1) Da technologisches Wissen effizienter vermittelt werden kann, wenn es explizit ist, sollte man eine Explikation impliziten Wissens anstreben, soweit dies im konkreten Fall möglich ist. (2) Da die Transferrate bei impliziten Wissen geringer ist, sollte man den verstärkten Einsatz von Instruktionsmethoden anstreben, die für den Erwerb und die Nutzung impliziten Wissens geeignet sind. Die erste Maßgabe stellt oft keine praktikable Lösung dar, da die unternehmerische Praxis häufig durch die drei Charakteristika gekennzeichnet sind, die zu Beginn des Abschnittes angeführt wurden (hohe Geschwindigkeit, Vielzahl an zu berücksichtigenden Variablen, Simultanität), und die das Vorliegen impliziten technologischen Wissens wahrscheinlich machen. Insofern ist also die zweite instruktionsmethodische Maßgabe, die den Fokus auf implizite Vorgänge richtet, zu bevorzugen.

Wirft man einen Blick auf aktuelle Entwicklungen im Bereich des *workspace learning* und auf didaktische Ansätze zum informellen Lernen, dann stellt man

¹¹ Die Autoren befragten dazu Ingenieure (N=44), die an 44 innovativen Entwicklungen seit den 1960er Jahren beteiligt waren.

allerdings fest, dass bezogen auf diese zweite Maßgabe ein Forschungsdefizit besteht (vgl. Abschnitt 1.2 sowie den Review von Marsick et al., 2006). Was lässt sich über die „Logik“ impliziten Wissenserwerbs aussagen? Und wie kann, aus einer solchen Logik abgeleitet, eine systematische Anleitung und Unterstützung erfolgen, die nicht auf die Explikation impliziten Wissens abzielt? Ellström (2011) spricht zwar von „Logiken“ informellen Lernens am Arbeitsplatz, bezieht sich dabei aber auf die Unterscheidung zwischen adaptivem und entwicklungsbezogenem Lernen. So liegt dem adaptiven Lernen eine Produktionslogik (*logic of production*) zugrunde, während das entwicklungsbezogene Lernen einer Entwicklungslogik (*logic of development*) folgt. Die Produktionslogik zielt auf Verfeinerung bestehender Abläufe, Techniken und Technologien, die Entwicklungslogik dagegen auf Erneuerung (und insofern also auf den Gegenstandsbereich der Untersuchung von Zander & Kogut, 1995). Beide „Logiken“ sind aber, so Ellström, als „institutionalized patterns of practice that shape the learning environment in an organization“ (2011, S. 106) zu verstehen, beziehen sich also klassifikatorisch auf die Funktionen, die Lernprozesse für das Unternehmen haben. Die stattfindenden (impliziten) mentalen Vorgänge bei den Lernenden/Unternehmensmitarbeitern bleiben in diesem logischen Framework ausgeklammert und sind entsprechend auch nicht Gegenstand instruktionsmethodischer Überlegungen. Ein ähnliches Bild zeigt sich auch im didaktischen Ansatz zum informellen Lernen bei Arnold (2016). Auch in diesem Ansatz liegt der Schwerpunkt vor allem auf motivationalen und emotionalen Faktoren, die die Lernbereitschaft betreffen sowie auf der Schaffung von Bildungs- und Lernräumen, in denen informelles Lernen stattfinden kann. Vorgänge des Wissenserwerbs und der Wissensnutzung selber bleiben auch hier ausgeklammert.

Man stößt also auch hier wieder auf die gleiche „Black Box“, wie sie auch im Feld der Lehrer(aus)bildung festgestellt werden konnte (Abschnitt 4.1). Forschungsdesiderata liegen in der Erhellung der Prozesse, die in dieser „Black Box“ stattfinden sowie in der Beantwortung der sich anschließenden Fragen nach einer effektiven und effizienten Instruktionsmethodik und der Unterstützung solcher impliziten Vorgänge. Die im Rahmen der vorliegenden Arbeit entwickelte Konzeption kann hierzu hoffentlich einen substanziellen Beitrag leisten.

5. Literaturverzeichnis

Abrahamson, D. & Trninic, D. (2011). Toward an embodied-interaction design framework for mathematical concepts. *IDC 2011*, June 20-23, Ann Arbor, USA.

Achtenhagen, F., Wienold, G., van Buer, J. & Rösner, H. (1975). *Lehren und Lernen im Fremdsprachenunterricht. Band 1. Didaktische Analysen und Transformationsgrammatik als Instrumente der Curriculumforschung*. München: Kösel.

Arnold, R. (2016). „Didaktik“ informellen Lernens. In M. Rohs (Hrsg.), *Handbuch informelles Lernen* (S. 483-493). Wiesbaden: Springer.

Bamberger, J. (2011). The collaborative invention of meaning: A short history of evolving ideas. *Psychology of Music*, 39, 82-101.

Bamberger, J. & Di Sessa, A. (2003). Music as embodied mathematics: a study of a mutually informing affinity. *International Journal of Computers and Mathematical Learning*, 8, 123-160.

Bastos, A.M., Usrey, W.M., Adams, R.A., Mangun, G.R., Fries, P. & Friston, K.J. (2012). Canonical microcircuits for predictive coding, *Neuron*, 76, 695-711.

Beck, K. (2000). Zur Lage der Lehr-Lern-Forschung – Defizite, Erfolge, Desiderate. *Unterrichtswissenschaft*, 28, 23-29.

Beck, K. (2009). „Sovereignty“ – An anchor in the wavy discourse on competences? *Paper to be presented at EARLI 13th Biennial Conference on “Fostering Communities of Learners”*, August 25-29, Amsterdam.

Biaggi, S., Krammer, K. & Hugener, I. (2013). Vorgehen zur Förderung der Analysekompetenz in der Lehrerbildung mit Hilfe von Unterrichtsvideos – Erfahrungen aus dem ersten Studienjahr. *SEMINAR – Lehrerbildung und Schule*, 19, 26-34.

Brass, M., Schmitt, R.M., Spengler, S. & Gergely, G. (2007). Investigating action understanding: Inferential processes versus action simulation. *Current Biology*, 17, 2117-2121.

- Brophy, J. & Good, T.L. (1986). Teacher behavior and student achievement. In M.C. Wittrock (Hrsg.), *Handbook of Research on Teaching, Third Edition* (S. 328-375), New York: Macmillian.
- Clark, A. (2013). Whatever next? Predictive brains, situated agents, and the future of cognitive science, *Behavioral and Brain Sciences*, 36, 181-253.
- Clark, A. (2015). Embodied prediction. In T. Metzinger & J.M. Windt (Hrsg.), *Open MIND: 7(T)* (S. 1-21). Frankfurt am Main: MIND Group.
- Clausen, M., Weingarten, J. & Wegner, H. (2013). Unterrichtsqualität an einer besonderen Schule: Videobasierte Evaluation eines Oberstufen-Internats für leistungsstarke und hoch motivierte Schülerinnen und Schüler. *Gruppendynamik und Organisationsberatung*, 44, 301-321.
- Cronbach, L.J. (1967). How can instruction be adapted to individual differences? In R.M. Gagne (Hrsg.), *Learning and Individual Differences* (S. 23-39). Columbus, OH: Merrill Books.
- Csibra, G. & Gergely, G. (1998). The teleological origins of mentalistic action explanations: A developmental hypothesis. *Developmental Science*, 1, 255-259.
- Dall’Alba, G. & Sandberg, J. (2006). Unveiling professional development: A critical review of stage models. *Review of Educational Research*, 76, 383–412.
- Dreyfus, H.L. & Dreyfus, S.E. (1986). *Mind over Machine: The Power of Human Intuition and Expertise in the Era of Computer*. New York: Free Press.
- Dunkin, M.J. & Biddle, B.J. (1974). *The Study of Teaching*. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Effenberg, A.O. (1996). *Sonification – ein akustisches Informationskonzept zur menschlichen Bewegung*. Schorndorf: Hofmann.
- Ellström, P.E. (2011). Informal learning at work: Conditions, processes and logics. In M. Malloch, L. Cairns, K. Evans & B.N. O’Connor (Hrsg.), *The SAGE Handbook of Workplace Learning* (S. 105-118). Los Angeles: SAGE.
- Eraut, M. (2000). Non-formal learning and tacit knowledge in professional work. *British Journal of Educational Psychology*, 70, 113-136.

- Eraut, M. (2004). Informal learning in the workplace. *Studies in Continuing Education*, 26, 2, 247-273.
- Evans, J. (2012). Dual-process theories of deductive reasoning: Facts and fallacies. In K.J. Holyoak & R.G. Morrison (Hrsg.), *Oxford Handbook of Thinking and Reasoning* (S. 115-133). New York: OUP.
- Feltovich, P.J., Spiro, R.J. & Coulson, R.L. (1997). Issues of expert flexibility in contexts characterized by complexity and change. In P.J. Feltovich, K.M. Ford & R.R. Hoffman (Hrsg.), *Expertise in Context: Human and Machine* (S.125-146). Menlo Pk., CA: MIT Press.
- Ferry, B., Kervin, L., Cambourne, B., Turbill, J., Puglisi, S., Jonassen, D. & Hedberg, J. (2004). Online classroom simulation: The 'next wave' for pre-service teacher education? In R. Atkinson, C. McBeath, D. Jonas-Dwyer & R. Phillips (Hrsg.), *Beyond the Comfort Zone: Proceedings of the 21st ASCILITE Conference* (S. 294-302). Dezember 5-8, Perth.
- Friston, K, Adams, R.A., Perrinet, L. & Breakspear, M. (2012). Perceptions as hypotheses: Saccades as experiments, *Frontiers in Psychology*, 3, 1-20.
- Greenfield, P. (1984). A theory of the teacher in learning activities of everyday life. In B. Rogoff & J. Lave (Hrsg.), *Everyday Cognition: Its Development in Social Context* (S. 117-138). Cambridge, MA: HUP.
- Greenfield, P. & Lave, J. (1982). Cognitive aspects of informal education. In D. Wagner & H. Stevenson (Hrsg.), *Cultural Perspectives on Child Development* (S. 181-207). San Francisco: Freeman.
- Group at Vanderbilt (1990). Anchored instruction and its relationship to situated cognition. *Educational Researcher*, 19, 2-10.
- Gruber, H. (2000). Lehr-Lern-Forschung: Den Erwerb komplexer Kompetenzen müssen wir lehren und lernen. *Unterrichtswissenschaft*, 28, 38-43.
- Harring, M., Witte, M.D. & Burger, T. (2016) (Hrsg.). *Handbuch informelles Lernen. Interdisziplinäre und internationale Perspektiven*. Weinheim und Basel: Beltz Juventa.

- Harris, M. & Chisholm, C. (2011). Beyond workplace: Learning in the lifespan. In M. Malloch, L. Cairns, K. Evans & B.N. O'Connor (Hrsg.), *The SAGE Handbook of Workplace Learning* (S. 373-384). Los Angeles: SAGE.
- Helmke, A. (2012). *Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität. Diagnose, Evaluation und Verbesserung des Unterrichts, 4. Auflage*. Seelze: Kallmeyer/Klett.
- Hoffmeyer, J. (2015). Introduction: Semiotic scaffolding. *Biosemantics*, 8, 153-158.
- Horvath, J.A., Sternberg, R.J., Forsythe, G.B., Sweeney, P.J., Bullis, R.C., Williams, W.M. & Dennis, M (1996). Tacit Knowledge in Military Leadership: Supporting Instrument Development. *Technical Report 1042. United States Army Research Institute for the Behavioral and Social Sciences*.
- Hutto, D.D., Kirchhoff, M.D. & Abrahamson, D. (2015). The enactive roots of STEM: Rethinking educational design in mathematics. *Educational Psychology Review*, 27, 371-389.
- Ingold, T. (2000). *The Perception of the Environment. Essays on Livehood, Dwelling and Skill*. New York: Routledge.
- Kahneman, D. (2015). *Schnelles Denken, langsames Denken. Achtzehnte Auflage*. München: Pantheon.
- Kogut, B. & Zander, U. (1992). Knowledge of the firm, combinative capabilities, and the replication of technology. *Organization Science*, 3, 383-397.
- Krammer, K. & Hugener, I. (2014). Förderung der Analysekompetenz angehender Lehrpersonen anhand von eigenen und fremden Unterrichtsvideos. *Journal für LehrerInnenbildung*, 14, 25-32.
- Krammer, K., Hugener, I., Frommelt, M., Furrer Auf der Maur, G. & Biaggi, S. (2015). Case-based learning in initial teacher education: Assessing the benefits and challenges of working with student videos and other teachers' videos. *Orbis Scholae*, 9, 119-137.
- Lauterbach, C., Gabriel, K. & Lipowsky, F. (2013). Hoch inferentes Rating: Kognitive Aktivierung im Mathematikunterricht. In M. Lotz, F. Lipowsky & G. Faust (Hrsg.), *Dokumentation der Erhebungsinstrumente des Projekts*

"*Persönlichkeits- und Lernentwicklung von Grundschulkindern*" (PERLE). 3. Technischer Bericht zu den PERLE-Videostudien (S. 405-421). Frankfurt am Main: GFFP.

Lempert, W. & Achtenhagen, F. (2000). Entwicklung eines Programmkonzepts "Lebenslanges Lernen". *Unterrichtswissenschaft*, 28, 144-159.

Magnani, L. (2009). *Abductive Cognition. The Epistemological and Eco-Cognitive Dimension of Hypothetical Reasoning*. Berlin: Springer.

Mandl, H., Kopp, B. & Dvorak, S. (2004). *Aktuelle theoretische Ansätze und empirische Befunde im Bereich der Lehr-Lern-Forschung. Schwerpunkt Erwachsenenbildung*. Deutsches Institut für Erwachsenenbildung. http://www.die-bonn.de/espid/dokumente/doc-2004/mandl04_01.pdf (letzter Abruf 01.12.2015)

Marsick, V.J., Watkins, K.E., Callahan, M.W. & Volpe, M. (2006). Reviewing theory and research on informal and incidental learning. *Paper presented at the Academy of Human Resource Development International Conference (AHRD)*, Columbus, OH: ERIC Document Reproduction Service No. ED492754, 794-800.

Minnameier, G. (2005). *Wissen und inferentielles Denken: Zur Analyse und Gestaltung von Lehr-Lern-Prozessen*. Frankfurt am Main: Lang.

Minnameier, G. (2012). What's wrong with it? – Kinds and inferential mechanics of errors and mistakes. In E. Wuttke & J. Seifried (Hrsg.), *Learning from Errors at School and Work* (S. 13-29). Opladen, Berlin, Farmington Hills, MI: Budrich.

Minnameier, G. (2016a). Rationalität und Moral – Probleme und Perspektiven für moralisches Urteilen und Handeln im Rahmen des Rational-Choice-Ansatzes. *Zeitschrift für Wirtschafts- und Unternehmensethik*. (im Erscheinen)

Minnameier, G. (2016b). Abduction, Selection, and Selective Abduction. In L. Magnani & C. Casadio (Hrsg.), *Model-based Reasoning in Science and Technology, Studies in Applied Philosophy, Epistemology and Rational Ethics 27* (S. 309-318), Springer International Publishing Switzerland.

Minnameier, G., Hermkes, R. & Mach, H. (2015). Kognitive Aktivierung und Konstruktive Unterstützung als Prozessqualitäten des Lehrens und Lernens. *Zeitschrift für Pädagogik*, 6, 837-854.

- Minnameier, G. & Link, M. (2010). Jenseits des wirtschaftsinstrumentellen Rechnungswesens – ein kognitivstruktureller und inferentieller Ansatz. In J. Seifried & E. Wuttke (Hrsg.), *Lehr- Lern-Forschung in der kaufmännischen Berufsbildung – Ergebnisse und Gestaltungsaufgaben* (S. 107-121). Stuttgart: Steiner.
- Neuweg, G.H. (2004). *Könnerschaft und implizites Wissen. 3. Auflage*. Münster: Waxmann.
- Neuweg, G.H. (2012). Was ist guter Unterricht? *Wissenplus*, 5-11/12, 6-9.
- Neuweg, G.H. (2014). *Das Schweigen der Könner. Gesammelte Schriften zum impliziten Wissen*. Münster: Waxmann.
- Peirce, C.S. (1903/1960). Lectures on pragmatism. In C. Hartshorne & P. Weiss (Hrsg.), *Collected Papers of Charles Sanders Peirce, Bd. 5 und 6*. Cambridge, MA: Belknap Press.
- Plöger, W. & Scholl, D. (2014). Analysekompetenz von Lehrpersonen – Modellierung und Messung. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 17, 85-112.
- Polanyi, M. (1957). Problem solving. *British Journal of Philosophy and Science*, VIII, 89-103.
- Polanyi, M. (1962a). *Personal Knowledge. Toward a Post-Critical Philosophy. Corrected Edition*. London: Routledge.
- Polanyi, M. (1962b). Tacit knowing: Its bearing on some problems in philosophy. *Reviews of Modern Physics*, 34, 601-616.
- Polanyi, M. (1966). The logic of tacit inference. *Philosophy*, 41, 1-18.
- Polanyi, M. (1967). Sense-giving and sense-reading. *Philosophy*, 42, 301-325.
- Polanyi, M. (1968). Logic and psychology. *American Psychologist*, 23, 27-43.
- Praetorius, A.-K. (2014). *Messung von Unterrichtsqualität durch Ratings*. Münster: Waxmann.
- Preiß, P. (1999). *Didaktik des wirtschaftsinstrumentellen Rechnungswesens*. München, Wien: Oldenbourg.

- Reinholz, D., Trninic, D., Howison, M. & Abrahamson, D. (2010). It's not easy being green: embodied artifacts and the guided emergence of mathematical meaning. In P. Brosnan, D.B. Erchick & L. Flevaris (Hrsg.), *Proceedings of the Thirty-Second Annual Meeting of the North-American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (S. 1488 – 1496). Columbus, OH: The Ohio State University.
- Reusser, K. (2005). Problemorientiertes Lernen – Tiefenstruktur, Gestaltungsformen, Wirkung. *Beiträge zur Lehrerbildung*, 23, 159-182.
- Rohs, M. (2016) (Hrsg.). *Handbuch informelles Lernen*. Wiesbaden: Springer.
- Santagata, R. & Guarino, J. (2011). Using video to teach future teachers to learn from teaching. *ZDM Mathematics Education*, 43, 133-145.
- Seidel, T. (2014). Angebots-Nutzung-Modelle in der Unterrichtspsychologie. *Zeitschrift für Pädagogik*, 60, 850-866.
- Seidel, T. & Stürmer, K. (2014). Modeling and measuring the structure of professional vision in preservice teachers. *American Educational Research Journal*, 51, 739-771.
- Seriès, P. & A.R. Seitz (2013). Learning what to expect (in visual perception). *Frontiers in Human Neuroscience*, 7, 1-14.
- Sherin, M.G. & van Es, E.A. (2009). Effects of video club participation on teachers' professional vision. *Journal of Teacher Education*, 60, 20-37.
- Shulman, L.S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15, 4-14.
- Siebert, H. (2009). Theorienansätze in der Erwachsenenbildung. *Magazin Erwachsenenbildung.at*, 7/8, 03-1 - 03-25.
- Snow, R.E. (2002). *Remaking the concept of aptitude: Extending the legacy of Richard E. Snow / by the Stanford Aptitude Seminar*, Edited by J.E. Talbert & L.J. Cronbach. Work completed by the Stanford Aptitude Seminar after the death of R.E. Snow. Mahwah, NJ: Erlbaum.

- Sternberg, R.J. & Grigorenko, E.L. (2002). *Dynamical Testing. The Nature and Measurement of Learning Potential*. Cambridge: CUP.
- Stürmer, K., Könings, K.D. & Seidel, T. (2013). Declarative knowledge and professional vision in teacher education: Effect of courses in teaching and learning. *British Journal of Educational Psychology*, 83, 467-483.
- Van de Pol, J. (2012). *Scaffolding in Teacher-Student Interaction: Exploring, Measuring, Promoting and Evaluating Scaffolding*. PhD Thesis. Faculty of Social and Behavioural Sciences Institute, Research Institute Child Development and Education (CDE). <http://hdl.handle.net/11245/1.392689>
- Van de Pol, J. & Elbers, E. (2013). Scaffolding student learning: A micro-analysis of teacher-student interaction. *Learning, Culture and Social Interaction*, 2, 32-41.
- Van de Pol, J., Volman, M. & Beishuizen, J. (2012). Promoting teacher scaffolding in small-group work: A contingency perspective. *Teaching and Teacher Education*, 28, 193-205.
- Vygotsky, L. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Cambridge, Massachusetts: HUP.
- Weinert, F.E. (2000). Lehr-Lernforschung an einer kalendarischen Zeitenwende: Im alten Trott weiter oder Aufbruch zu neuen wissenschaftlichen Horizonten? *Unterrichtswissenschaft*, 28, 44-48.
- Wenger, E. (1998). *Communities of Practice: Learning, Meaning, and Identity*. Cambridge: CUP.
- Wiesing, L. (2002) (Hrsg.). *Philosophie der Wahrnehmung. Modelle und Reflexionen*. Suhrkamp: Frankfurt am Main.
- Wood, D.J. (1980). Teaching the young child: Some relationships between social interaction, language, and thought. In D. R. Olson (Hrsg.), *The Social Foundations of Language and Thought* (S. 280–296). New York: W. W. Norton & Company.
- Wood, D, Bruner, J.S. & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*, 17, 89-100.

Wood, D., Wood, H. & Middleton, D. (1978). An experimental evaluation of four face-to-face teaching strategies. *International Journal of Behavioural Development*, 1, 131-147.

Woods, J. (2014). *Errors of Reasoning. Naturalizing the Logic of Inference. Second Corrected Printing*. London: College Publications, King's College London.

Zander, U. (1991). *Exploiting a technological edge – Voluntary and Unvoluntary Dissemination of Technology*. Dissertation for the Doctor's Degree in Business Administration, Stockholm School of Economics, 1991. <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:584951/FULLTEXT01.pdf> (letzter Abruf: 20.07.2016)

Zander, U. & Kogut, B. (1995). Knowledge and the speed of the transfer and imitation of organizational capabilities: An empirical test. *Organization Science*, 6, 76-92.