

Unterstützung expliziter Articulation Work – Interaktive Externalisierung und Abstimmung mentaler Modelle

Stefan Oppl

Institut für Wirtschaftsinformatik - Communications Engineering
Johannes Kepler Universität Linz
Altenbergerstraße 69, 4040 Linz, Österreich
stefan.oppl@jku.at

Abstract: In der heutigen Arbeitswelt ist Interaktion zwischen den Akteuren ein inhärenter Bestandteil jedes Arbeitsvorgangs. Diese Interaktion muss zwischen den beteiligten Personen abgestimmt werden, um die Zielerreichung zu gewährleisten („Articulation Work“) bezeichnet. Ein wesentlicher Teil eines Abstimmungsvorgangs ist die Offenlegung der unterschiedlichen Sichten auf den betroffenen Arbeitsvorgang durch alle Beteiligten und die Entwicklung eines gemeinsamen Verständnisses, auf dem aufbauend neue Formen der Interaktion gefunden werden können. In der vorliegenden Arbeit wurde ein Werkzeug entwickelt, um diesen Abstimmungsvorgang methodisch und technologisch zu unterstützen. Basiert auf Strukturlegetechniken und Concept Mapping wurde eine Methode entwickelt, deren Durchführung durch ein „Tabletop Interface“ unterstützt wird. Der Abstimmungsvorgang wird dabei durch die kooperative Manipulation be-greifbarer Modellierungselemente sowie rechner-basierter Unterstützungsfunktionen ermöglicht. Im Rahmen mehrerer empirischer Studien konnte die effektive Unterstützung durch das Systems im Sinne der Aufgabenstellung auf mehreren Ebenen nachgewiesen werden.

1 Einführung

„No one person embodies the requisite knowledge to comprehend complex organizational problems, or the requisite variety to clarify equivocal issues“ [TVH97]

An dieser Aussage begründen Tyre und von Hippel [TVH97] die unbedingte Notwendigkeit zur Kooperation bei der Durchführung von Arbeit in Organisationen. Arbeit in Organisation ist ein inhärent kooperatives System zur Erreichung eines Ziels [HH62], in dem das Ziel nur durch das Zusammenwirken der Beiträge aller beteiligten Individuen erreicht werden kann [Str85]. Diese Individuen haben unterschiedliche Kenntnisse, Fähigkeiten und Interessen, die zusammengeführt und aufeinander abgestimmt werden müssen um Kooperation zu ermöglichen [SB92].

Eine Beschäftigung mit den Möglichkeiten zur Unterstützung kooperativer Arbeit und der Verbesserung derselben ist deshalb ein vielfach adressiertes Thema der Forschung vor allem in der Soziologie (etwa [Str93]) oder den Organisationswissenschaften (etwa [FM03]) und führte auch zur Bildung neuer Forschungsfelder wie der *Computer-supported Coope-*

rative Work (CSCW). Die Einbindung von Informationstechnologie zur Unterstützung kooperativer Arbeit eröffnet neue Möglichkeiten der Zusammenarbeit und beseitigte viele Hindernisse – vor allem jene im Zusammenhang, die im Zusammenhang mit Kommunikation und der Verfügbarkeit von Information stehen [Gru88]. Bei der Entwicklung von Systemen, die kooperative Arbeit unterstützen, müssen nach Grudin [Gru88] zwei Aspekte beachtet werden: das Verständnis der zu unterstützenden Phänomene und Abläufe in der Arbeitsrealität der betroffenen Personen¹ sowie das Verständnis der Arbeitsweise der betroffenen Individuen selbst².

Ein Ansatz, der im Rahmen von CSCW zur Erklärung kooperativer Arbeit und zur Ableitung von Unterstützungsmaßnahmen herangezogen wurde [SB92], ist das Konzept der „Articulation Work“ [Str85]. „Articulation Work“ erklärt die Prozesse der Abstimmung von Zusammenarbeit und bildet die Grundlage für eine Vielzahl von Ansätzen zur Unterstützung derselben. In der Literatur sind jedoch keine Arbeiten zu identifizieren, die den Zusammenhang zwischen der Verwendung von „Articulation Work“ als Grundlage der Entwicklung von Unterstützungsmaßnahmen und der Berücksichtigung beider von [Gru88] formulierten Forderungen untersuchen bzw. bestätigen. Dies ist jedoch notwendig, um die Unterstützung kooperativer Arbeit in ihrer Gesamtheit – also unter Berücksichtigung sowohl der kooperativen Arbeitsprozesse sowie der Beiträge der beteiligten Individuen – sicherstellen zu können [Gru88].

Das Konzept „Articulation Work“ wird zur Beschreibung der unterschiedlichen Qualitäten von Tätigkeiten im Rahmen kooperativer Arbeit verwendet [Str85]. Es werden damit all jene Tätigkeiten erfasst, die der Planung und gegenseitigen Abstimmung kooperativer Arbeit sowie der Auflösung etwaig auftretender Unklarheiten oder Hindernisse bei der Zielerreichung dienen. Komplementär dazu wird jener Anteil an Arbeit, der der unmittelbaren Zielerreichung bzw. der Wertschöpfung dient, als „Production Work“ bezeichnet [Fuj87]. Im Sinne von Strauss dient die „Articulation Work“ also dazu, die „Production Work“ zu ermöglichen und aufrecht zu erhalten oder deren Durchführbarkeit wieder herzustellen. Entsprechend der Grundannahme, dass jeder Arbeitsablauf ein inhärent kooperativer Vorgang ist [Str85], ermöglicht bzw. erhält „Articulation Work“ also eine funktionierende Kommunikation und Zusammenarbeit in Arbeitsabläufen. Zentral ist dabei vor allem die gegenseitigen Offenlegung der Annahmen aller beteiligten Personen, die den individuellen Arbeitsbeiträgen zugrunde liegen³.

„Articulation Work“ ist nach Strauss integraler Bestandteil jedes kooperativen Arbeitsablaufs. Jene sozialen, unbewusst ausgeführten Tätigkeiten, die der Abstimmung der individuellen Arbeitsbeiträge dienen, bezeichnet [Str88] als *implizite* „Articulation Work“. Mit steigender Komplexität der „Production Work“ steigt auch der Aufwand der dazu notwendigen „Articulation Work“ an [Str88]. Die Komplexität steigt hier mit der Anzahl der

¹ „We need to have a better understanding of how groups and organizations function and evolve than is reflected in most of the systems that have been developed. [...] [One approach is to] start out with a problem situation defined by workers, and work beside them a long time in order to develop a new system that is 'owned' by the workers...“ [Gru88] (S.90)

² „If we are going to support groups that include any diversity at all, we will have to learn much more about how different kinds of people work.“ [Gru88] (S. 91)

³ „Reconciling incommensurate assumptions and procedures in the absence of enforceable standards is the essence of articulation.“ [GS86] (S. 266)

benötigten Arbeitsschritte, den dazu benötigten Kompetenzen und der Anzahl der involvierten Personen. Je komplexer („problematic“) eine Interaktion ist, desto notwendiger wird nach [Str88] eine explizite Beschäftigung mit dem Vorgang der Artikulation. Werden Tätigkeiten in diesem Rahmen bewusst durchgeführt, so spricht man von *expliziter* „Articulation Work“ [Str88].

Wie bereits oben erwähnt, beschreibt Strauss in seinen Arbeiten zwar das Phänomen „Articulation Work“ und dessen Wirkung (also im Wesentlichen *was* „Articulation Work“ ist), verzichtet aber auf eine detaillierte Betrachtung der Abläufe und Tätigkeiten bei der Durchführung derselben (also *wie* „Articulation Work“ funktioniert). Insbesondere ignoriert er bewusst⁴ den individuellen Aspekt von „Articulation Work“, also jene die kognitiven Phänomene, die durch „Articulation Work“ beeinflusst werden bzw. die die Auslöser für deren Durchführung sind. Strauss bezeichnet diese kognitiven Vorgänge in späteren Arbeiten (etwa [Str93]) als wichtig für das Verständnis der Abläufe bei der Durchführung von „Articulation Work“, ohne jedoch näher auf diese einzugehen. Durch die Fokussierung auf die soziale Dimension von Arbeit im Allgemeinen und „Articulation Work“ im Besonderen berücksichtigen die vorgeschlagenen Unterstützungsansätze ebenfalls vorrangig auf die Unterstützung sozialen (Kommunikations-)Prozesse. Als Konsequenz sind die meisten Ansätze vor allem zur Unterstützung impliziter „Articulation Work“ geeignet und berücksichtigen die Möglichkeit des Auftretens „problematischer Interaktionen“ nicht explizit.

Die Unterstützung expliziter „Articulation Work“ ist also ein bislang nur selten explizit adressiertes Themenfeld. Durch die historische Entwicklung des Forschungsgebiets bedingt, wurde die Rolle der beteiligten Individuen dabei nur am Rande berücksichtigt (was wiederum zur Fokussierung auf Maßnahmen zu führt, die auf die Unterstützung von sozialen Abstimmungsprozessen im Arbeitsablauf – also impliziter „Articulation Work“ – abzielen). In der vorliegenden Arbeit wurden deshalb die Möglichkeiten zur Unterstützung expliziter „Articulation Work“ durch die Berücksichtigung der Rolle der beteiligten Individuen erfasst und daraus ein konkretes Unterstützungsinstrument entwickelt. Um die tatsächliche Unterstützung von „Articulation Work“ nachzuweisen, wurde dessen Effektivität im Kontext der „Production Work“ geprüft.

2 Articulation Work und mentale Modelle

Im Kontext der Abstimmung von Arbeitsabläufen kommt den „thought processes“ [Str93] der Individuen große Bedeutung zu, da sie den sichtbaren individuellen Handlungen zugrunde liegen bzw. diese beeinflussen. „Articulation Work“ wirkt sich also auf die „thought processes“ der beteiligten Individuen aus. Strauss behandelt ausschließlich die dynamischen Aspekte der Interaktion zwischen Individuen, nicht aber die Ausgangspunkte und Ergebnisse der zugrunde liegenden „thought processes“. Die Repräsentationen, auf denen „thought processes“ beruhen und operieren, sind jedoch für die Unterstützung von „Arti-

⁴ „[...] many social scientist pay almost no attention to interior activity: ignoring it, taking it for granted, but leaving it unexamined, or giving it the kind of abstract but not very detailed analysis [...]“ [Str93] (S.131)

„Articulation Work“ von Interesse [HHKL02]. Die kognitions-wissenschaftlichen Ansätze zu mentalen Modellen (vgl.[See91]) sind ein Erklärungsansatz, die diese Lücke füllen können [HHKL02].

„Mentale Modelle“ sind ein Erklärungskonzept für jene mentalen Strukturen und Vorgänge, mit Hilfe derer Individuen ihre Wahrnehmungen der realen Welt erklären und Handlungsalternativen ableiten. Durch Lernprozesse können „Mentale Modelle“ verfeinert oder grundlegend verändert werden. Ein wesentlicher Unterstützungsfaktor für die Reflexion und Verfeinerung mentaler Modelle ist deren Externalisierung. Diese ist außerdem die Voraussetzung für die Kommunikation und Abstimmung verschiedener mentaler Modelle.

Die Externalisierung von „mental Modellen“ ist ein Prozess, in dem eine Transformation des Kodierungssystems stattfindet. Jede Modellbildung führt neben der „Abbildung“ auch zur „Verkürzung“ [Sta73], d.h. dass das Modell nicht die gesamte Information des Originals enthält, sondern nur jene Aspekte, die vom Ersteller als relevant wahrgenommen werden. Herausfordernd ist im Kontext von „Articulation Work“ das Abbildungsmerkmal, also die notwendige Übersetzungsleistung bei der Externalisierung eines mentalen Modells.

In Situationen, in denen mentale Modelle auch anderen Individuen vermittelt werden sollen, steht neben der „Repräsentation“ der Modellinformation vor allem deren „Kommunikation“ im Vordergrund [Han06]. Die „Kommunizierbarkeit“ eines mentalen Modells hat Auswirkungen auf die wählbaren Kodierungssysteme zur Externalisierung. Das gewählte Kodierungssystem muss allen beteiligten Individuen verständlich sein, während dieses Kriterium bei der individuellen Verständnisbildung irrelevant ist [Han06]. Im Rahmen von „Articulation Work“ steht im Allgemeinen die „Kommunikation“ bei der Externalisierung im Vordergrund, wobei diese ohne eine adäquate „Repräsentation“ nicht möglich ist. Ziel muss es also sein, Kodierungssysteme zur Verfügung zu stellen, die allen beteiligten Individuen verständlich sind, und eine möglichst unmittelbare Abbildbarkeit der mentalen Modelle auf die externalisierte Repräsentation ermöglicht.

Während die Externalisierung auch rein verbal erfolgen kann, ist die Verwendung einer expliziten, graphischen Repräsentation vorteilhaft [Ife06]. Diese wirkt vor allem in Situationen, in denen mentale Modelle offengelegt und kommuniziert werden sollen, als Ankerpunkt und Dokumentation, anhand derer eine Abstimmung der individuellen Sichten erfolgen kann. Methoden, deren Eignung zur Externalisierung mentaler Modelle empirisch belegt ist, sind unter anderem Strukturlegetechniken und Concept Mapping [Ife06]. Im Kontext des Einsatzes zur Abstimmung mentaler Modelle sind besonders Strukturlegetechniken als relevant zu betrachten. Deren methodische Hinterlegung durch die Dialog-Konsens-Methodik zielt explizit auf die Bildung eines gemeinsamen Verständnisses ab und eignet sich deshalb für die Unterstützung expliziter „Articulation Work“. In Einzelaspekten, etwa der semantischen Offenheit der Modellierungselemente, bringt aber auch der Ansatz der Concept Maps Konzepte ein, die im Kontext der Durchführung expliziter „Articulation Work“ relevant sind [Jør04]. In dieser Arbeit wird deshalb versucht, eine Variante von Strukturlegetechniken zu entwickeln, die die für „Articulation Work“ relevanten Aspekte von Concept Mapping berücksichtigt und so die Abstimmung mentaler Modelle aus beliebigen Arbeitskontexten ermöglicht.

3 Werkzeugunterstützung

Die in dieser Arbeit vorgeschlagene Methodik bedingt eine Unterstützung durch ein Werkzeug, das die Abbildung der dazu notwendigen diagrammatischen Modelle unterstützt. Die Methodik impliziert, dass die Modellierung selbst im physischen Raum durchgeführt wird (Strukturlegetechniken), diese aber dennoch durch rechnerbasierte Funktionen unterstützt und ergänzt wird (Concept Mapping). Die Zusammenführung der physischen und digitalen Repräsentation und Interaktionsmechanismen wird durch ein „Tangible Tabletop Interface“ realisiert.

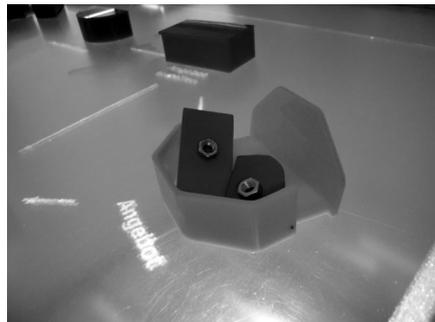
Dieses Werkzeug ermöglicht es BenutzerInnen, kooperativ auf einer Tischoberfläche mit physischen Elementen (Bausteinen) diagrammatische Modelle (also vernetzte Strukturen wie Concept Maps, Prozessmodelle oder Graphen im allgemeinen Sinn) zu erstellen. Die Bausteine werden dazu auf der Tischoberfläche platziert und mittels unterschiedlicher Interaktionen mit dem System benannt und untereinander in Beziehung gesetzt. Die Darstellung der Benennungen und Beziehungen erfolgt dabei durch Projektion auf die Tischoberfläche, um eine einfache Veränderbarkeit des Modells gewährleisten zu können (siehe Abbildung 1(a)). Um die Anpassbarkeit der Modelle an die individuellen Sichtweisen der TeilnehmerInnen gewährleisten zu können, sind die Modellelemente semantisch nicht vorbelegt, sondern werden während der Modellbildung durch die TeilnehmerInnen spezifiziert. Diese Metainformation wird erfasst und der digitalen Modellrepräsentation hinzugefügt.

Das Werkzeug wurde hardwareseitig als Tisch mit semi-transparenter Oberfläche ausgeführt. Die Modellierungsoberfläche ist 80 x 100 cm groß und erlaubt die gleichzeitige Verwendung von etwa 15 bis 20 Modellierungselementen. Die Modellierungselemente wurden initial im Prototypen in drei unterschiedlichen Formen und Farben in Acrylglas ausgeführt. Dies ermöglicht die Repräsentation der durch die BenutzerInnen festgelegten Modellsemantik. Die Anzahl und Art der eingesetzten Elemente ist weder konzeptuell noch implementierungseitig eingeschränkt und kann beliebig erweitert werden.

Die aktuell eingesetzten Elemente sind außerdem als Container ausgeführt, können also



(a) Gesamtansicht



(b) Blöcke, Verbinder und Container

Abbildung 1: Überblick über das Tangible Tabletop Interface

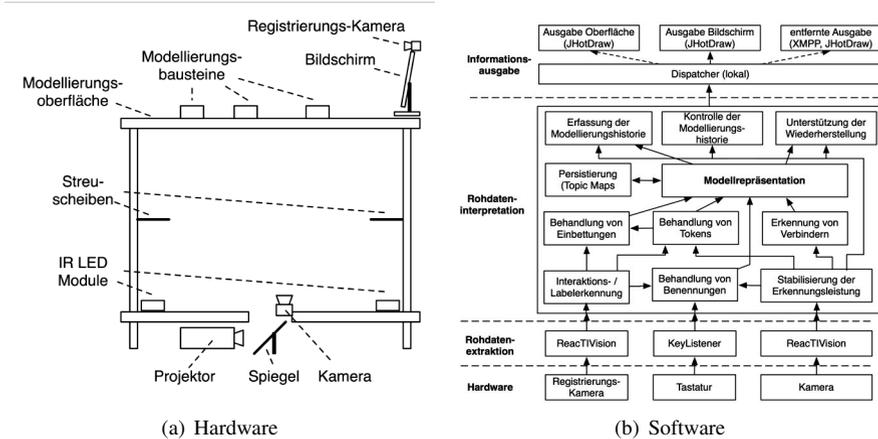


Abbildung 2: Technischer Systemaufbau

geöffnet werden. Diese Funktion ermöglicht die Einbettung von zusätzlicher Information (etwa digitalen Dokumenten, Bilder oder Links) in das Modell durch Hineinlegen kleiner informationstragender Elemente (siehe Abbildung 1(b)). Die Einbettung von Teilmodellen ermöglicht die Bildung der umfangreicheren, hierarchischen Modellen.

Unter der Tischoberfläche ist ein Videoprojektor angebracht, der durch Rückprojektion die Verbindungen im Modell, die Benennung der Modellelemente sowie zusätzliche Information zur Modellierungsunterstützung auf die Oberfläche projiziert (siehe Abbildung 2(a)). Zusätzlich ist eine zweite Ausgabeoberfläche in Form eines Bildschirms (oder alternativ einer Leinwand mit Projektor) vorhanden, auf der der aktuelle Modellzustand synchron mitgeführt wird und auf dem nicht kohärent auf der Tischoberfläche darstellbare Information dargestellt wird („nicht kohärent“ bedeutet hier, dass projizierte Information durch etwaige aus einem anderen Nutzungskontext vorhandene physische Modellbausteine verdeckt werden kann). Sämtliche Interaktion mit dem System wird über die Tischoberfläche durchgeführt, lediglich die Benennung der Modellelemente erfolgt alternativ über eine Tastatur, da primäre Benennungsmechanismus, der auf der Verwendung von Haftnotizen unter Einsatz von Bilderkennung basiert, von einer Mehrheit der BenutzerInnen als unzureichend bedienbar betrachtet wurde. Die sekundäre (Registrierungs-)kamera wird zum Abrufen von an Elemente gebundene Zusatzinformation sowie zur Festlegung der Baustein-Semantik eingesetzt.

Das System setzt zur Identifikation der Bausteine und Werkzeuge auf der Oberfläche das System ReacTIVision [KB07] ein. Dieses ermöglicht eine Identifikation und Lokalisierung der Interaktionselemente basierend auf visuellen Markern. Eine Anforderung an das Werkzeug war dessen Einsetzbarkeit in Umgebungen mit unterschiedlichen Beleuchtungsbedingungen. Während das ReacTIVision-Framework selbst bereits Mechanismen zur Kompensation von wechselnden Umgebungslicht integriert, wurden in der in Java entwickelten Systemsoftware weitere stabilisierende Maßnahmen, insbesondere zu Reduktion des Einflusses von Reflexionen und direkter Sonneneinstrahlung, getroffen.

Die erhobenen Positions-Parameter werden von der Systemsoftware im Sinne der Interaktion zur Modellbildung interpretiert (siehe Abbildung 2(b)). Die identifizierten Interaktionen manipulieren die interne Modell-Repräsentation, welche den Ausgabekanälen zur Anzeige oder Persistierung zur Verfügung gestellt. Die graphische Visualisierung der Modelle sowohl auf der Tischoberfläche als auch am Bildschirm wurde unter Einsatz des JHotDraw-Frameworks [GE96] umgesetzt. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, mittels einem im aktuellen Entwicklungsstand auf XMPP [SA⁺04] basierendem Verteilungsprotokoll den Modellierungsvorgang von einem entfernten Standort aus mit zu verfolgen und (in einer aktuell in Entwicklung befindlichen Erweiterung) auch zu beeinflussen.

Die Gesamtheit der abgebildeten Modelle inklusive der Festlegung der Bedeutung der Modellelemente wird als semantisches Netzwerk in Form einer Topic Map [ISO08] digital repräsentiert. Dies gewährleistet die Nachvollziehbarkeit und Weiterverwendbarkeit der Modelle auch über einzelne Anwendungen des Werkzeugs hinweg. Zur Unterstützung des Modellierungs- und Abstimmungsprozesses wurden Funktionen entwickelt, die die einfache und konsequenzlose Veränderbarkeit des Modells gewährleisten sollen. Dazu zählen unter anderem die automatisierte Verfolgung des Modellierungsprozesses durch das System, die Erfassung stabiler Modellzustände und die Möglichkeit, durch die Entstehungshistorie des Modells zu navigieren sowie vergangene Modellzustände wieder herzustellen. In letzterem Fall führt das System die BenutzerInnen durch visuelle Anweisungen auf der Tischoberfläche durch den Rekonstruktionsprozess. Dies kann genutzt werden, um Modellvarianten zu erproben und automations-gestützt zu einem stabilen, von allen Beteiligten akzeptierten Zustand zurückzukehren.

Das Werkzeug wurde in mehreren Revisionen technisch stabilisiert und ermöglicht in seinem derzeitigen Zustand die Durchführung und Persistierung beliebig umfangreicher Modellbildungen mit beliebiger zeitlicher Ausdehnung.

4 Werkzeugeinsatz und Untersuchung der effektiven Unterstützung von Articulation Work

Um die effektive Unterstützung von „Articulation Work“ durch das entwickelte Werkzeug zu prüfen, wurden mehrere Studien in unterschiedlichen Einsatzszenarien durchgeführt. Insgesamt nahmen an diesen Studien 171 TeilnehmerInnen in 78 Anwendungen des Werkzeugs mit einer durchschnittlichen Nutzungsdauer von etwa 25 Minuten teil.

Die Untersuchung der effektiven Unterstützung von expliziter „Articulation Work“ bedingt die Konkretisierung des Effektivitäts-Begriff. Grundsätzlich wird „Articulation Work“ immer im Zusammenhang mit einem konkreten Arbeitsprozess (der „Production Work“) bzw. mit einer in diesem aufgetretenen problematischen Situation durchgeführt. Die Wirkung von „Articulation Work“ zeigt sich an damit unmittelbar an der „Production Work“ und an den in diesem beteiligten Individuen. „Articulation Work“ ist dann effektiv, wenn die beteiligten Personen die Situation nicht mehr als problematisch wahrnehmen und die „Production Work“ (wieder) ohne Hindernisse durchgeführt werden kann (Untersuchungsschwerpunkt – US – 1). Eine Voraussetzung zur Durchführung effektiver expliziter „Articulation

Work“ ist aus methodischer Sicht die Durchführung der kooperativen Modellbildung, die zur Abstimmung der individuellen mentalen Modelle über die „Production Work“ verwendet wird (US 2). Hinsichtlich der kooperativen Modellbildung ist als Voraussetzung der effektiven Unterstützung expliziter „Articulation Work“ die Fähigkeit des Instruments zu sehen, die zur Durchführung der Modellbildung notwendigen Schritte für die beteiligten Individuen verständlich und benutzbar zu unterstützen (US 3).

Um die drei genannten Untersuchungsschwerpunkte abzudecken, wurden 5 Studien durchgeführt. Die effektive Unterstützung von „Articulation Work“ (US 1) wurde unmittelbar vorrangig in zwei Studien geprüft, in denen das System zur kooperativen Abstimmung des Verständnisses von Arbeitsprozessen und deren Einbettung in den organisationalen Kontext eingesetzt wurde. Eine dieser Studien wurde im Rahmen eines wissenschaftlichen Seminars zur Abstimmung der Vorgehensweise zu gemeinsamen Erstellung einer Publikation durchgeführt, die zweite Studie fand im Rahmen eines Einsatzes des Systems bei Organisationsentwicklungsworkshops der IT-Abteilung eines großen österreichischen Unternehmens statt. Zwei weitere Studien fokussierten auf die Untersuchung der Einsetzbarkeit des Systems zur kooperativen Modellbildung (US 2). Beide Studien wurden im Rahmen der universitären Lehre im Bereich der Geschäftsprozessmodellierung durchgeführt. Das Werkzeug wurde eingesetzt, um die wahrgenommenen Unterschiede und Gemeinsamkeiten dreier Prozessmodellierungssprachen kooperativ in Form einer Concept Map abzubilden. Während die erste Studie die grundsätzliche Eignung des Werkzeugs prüfte, wurde in der zweiten Studie eine vergleichende Untersuchung hinsichtlich der unterschiedlichen Auswirkungen des vorliegenden Werkzeugs und einem bildschirm-basierten Werkzeug durchgeführt. Die Untersuchung der Verständlichkeit und Benutzbarkeit (US 3) wurde im Sinne eines evolutionären Design-Prozesses in allen Studien mitgeführt, wobei die erste der fünf durchgeführten Studien ausschließlich auf die Prüfung dieses Aspektes ausgelegt war. Diese Studie wurde mit NutzerInnen aus unterschiedlichen beruflichen Hintergründen und mit unterschiedlichem Vorwissen hinsichtlich des Vorgehens bei Modellbildungen durchgeführt und hatte das Ziel, den Umgang mit dem Werkzeug explorativ zu erkunden. Methodisch wurden in allen fünf Blöcken neben der Erhebung von quantitativen Parametern des Modellierungsprozesses und des Modellierungsergebnisses auch eine auf Videoaufzeichnungen beruhende Interaktionsanalyse [JH95] sowie qualitative Interviews der TeilnehmerInnen durchgeführt.

Hinsichtlich der Verständlichkeit und Benutzbarkeit des Werkzeugs wurden wie erwähnt bereits während der Implementierung begleitend Untersuchungen durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen flossen in die Überarbeitung des Werkzeugs und dessen unterstützte Interaktionsabläufe ein. Nach Abschluss der Implementierung der grundlegenden Funktionalität wurde mit der Prüfung der Wirkung des Werkzeugs im Sinne der Aufgabenstellung begonnen. Diese wurde wie oben beschrieben einerseits auf Ebene der „Articulation Work“ selbst durchgeführt, andererseits wurde auch die Voraussetzung dafür, also die Unterstützung der Repräsentation und Kommunikation mentaler Modelle, geprüft.

Hinsichtlich der Repräsentation und Kommunikation mentaler Modelle wurde geprüft, ob beliebiger Modelle abgebildet werden können und ob diese Abbildung ohne wahrgenommene Einschränkungen der BenutzerInnen möglich ist. Als zweiter Aspekt wurde überprüft, ob die Modelle bzw. Modellbildung der Kommunikation und Interaktion zwi-

schen den Benutzern zuträglich sind, ob also jene Aktivitäten, die im Rahmen von „Articulation Work“ durchgeführt werden müssen, ermöglicht und unterstützt werden. Während die Abbildbarkeit beliebiger Modelle vor allem durch die beschränkte Größe der Modellierungsfläche und die Einschränkung auf drei unterschiedliche Modellierungselementtypen in der derzeitigen Implementierung nicht gegeben ist, werden Kommunikation und Interaktion am Werkzeug bei der Modellbildung unterstützt. Die Interaktion bei kooperativer Modellbildung am Modellierungstisch signifikant höher als bei der Verwendung herkömmlicher bildschirmbasierter Werkzeuge gleicher oder höherer Flexibilität.

Bei der Überprüfung der Wirkung des Werkzeugs auf die durchgeführte „Articulation Work“ wurde wie oben beschrieben auf zwei Aspekte eingegangen, an denen die Effektivität der Durchführung zu erkennen ist. Zum einen wurden die unmittelbaren Auswirkungen, d.h. die Bildung eines gemeinsamen Verständnisses, und zum anderen die Auswirkungen auf den behandelten Arbeitsablauf, also die „Production Work“, untersucht. Die unmittelbare Wirkung des Werkzeugs auf die Bildung eines gemeinsamen Verständnisses über den betrachteten Arbeitsaspekt konnte in der Untersuchung bestätigt werden. Zur Generalisierbarkeit der Bestätigung sind aber aufgrund der kleinen Stichprobe in lediglich einem Anwendungsfall weitere Untersuchungen notwendig. Eine Wirkung der anhand des Werkzeugs durchgeführten „Articulation Work“ auf die eigentlichen Arbeitsprozesse konnte hingegen in der Untersuchung nur in Einzelfällen beobachtet werden und kann nicht im Allgemeinen bestätigt werden. Auch hier gilt, dass weitere Untersuchungen zur Verbreiterung der Datengrundlage notwendig sein werden.

Literatur

- [FM03] J. Firestone und M. McElroy. *Key Issues in the new Knowledge Management*. Butterworth-Heinemann, 2003.
- [Fuj87] J.H. Fujimura. Constructing 'Do-Able' Problems in Cancer Research: Articulating Alignment. *Social Studies of Science*, 17(2):257–293, 1987.
- [GE96] E. Gamma und T. Eggenschwiler. The JHotDraw-Framework. online <http://www.jhotdraw.org/>, 1996.
- [Gru88] J. Grudin. Why CSCW applications fail: problems in the design and evaluation of organizational interfaces. In *Proceedings of the 1988 ACM conference on Computer-supported cooperative work*, Seiten 85–93. ACM, 1988.
- [GS86] E.M. Gerson und S.L. Star. Analyzing due process in the workplace. *ACM Transactions on Information Systems (TOIS)*, 4(3):257–270, 1986.
- [Han06] U. Hanke. *Externale Modellbildung als Hilfe bei der Informationsverarbeitung und beim Lernen*. Dissertation, University of Freiburg, 2006.
- [HH62] P. Helmlinger und S. Hoos. Cooperative enterprise and organization theory. *American Journal of Agricultural Economics*, 44(2):275, 1962.
- [HHKL02] T. Herrmann, M. Hoffmann, G. Kunau und K.U. Loser. Modelling Cooperative Work: Chances and Risks of Structuring. In *Cooperative Systems Design, A Challenge of the Mobility Age. Proceedings of COOP 2002*, Seiten 53–70. IOS press, 2002.

- [Ife06] D. Ifenthaler. *Diagnose lernabhängiger Veränderung mentaler Modelle - Entwicklung der SMD-Technologie als methodologisches Verfahren zur relationalen, strukturellen und semantischen Analyse individueller Modellkonstruktionen*. Dissertation, University of Freiburg, 2006.
- [ISO08] ISO JTC1/SC34/WG3. Information Technology - Topic Maps - Part 2: Data Model. International Standard 13250-2, ISO/IEC, 2008.
- [JH95] B. Jordan und A. Henderson. Interaction Analysis: Foundations and Practice. *The Journal of the Learning Sciences*, 4(1):39–103, 1995.
- [Jør04] H.D. Jørgensen. *Interactive Process Models*. Dissertation, Department of Computer and Information Sciences, Norwegian University of Science and Technology Trondheim, 2004.
- [KB07] Martin Kaltenbrunner und Ross Bencina. reactIVision: a computer-vision framework for table-based tangible interaction. In *TEI '07: Proceedings of the 1st international conference on Tangible and embedded interaction*, Seiten 69–74, New York, NY, USA, 2007. ACM Press.
- [SA⁺04] P. Saint-Andre et al. Extensible messaging and presence protocol (XMPP): Core. RFC 3920, W3C, 2004.
- [SB92] K. Schmidt und L. Bannon. Taking CSCW seriously: Supporting Articulation Work. *Computer Supported Cooperative Work (CSCW)*, 1(1):7–40, 1992.
- [See91] Norbert M. Seel. *Weltwissen und mentale Modelle*. Hogrefe, Göttingen u.a., 1991.
- [Sta73] H. Stachowiak. *Allgemeine Modelltheorie*. Springer Wien, 1973.
- [Str85] Anselm Strauss. Work and the Division of Labor. *The Sociological Quarterly*, 26(1):1–19, 1985.
- [Str88] Anselm Strauss. The Articulation of Project Work: An Organizational Process. *The Sociological Quarterly*, 29(2):163–178, 1988.
- [Str93] Anselm Strauss. *Continual Permutations of Action*. Aldine de Gruyter, New York, 1993.
- [TVH97] M.J. Tyre und E. Von Hippel. The situated nature of adaptive learning in organizations. *Organization Science*, 8(1):71–83, 1997.



Stefan Oppl ist Universitätsassistent am Institut für Wirtschaftsinformatik – Communications Engineering an der Johannes Kepler Universität Linz in Österreich. Seine Forschungsinteressen umfassen die Unterstützung von Kommunikation in sozio-technischen Systemen sowie die Untersuchung von kooperativem Lernen in organisationalen Umgebungen. Ein weiterer Schwerpunkt seiner Arbeit ist die Entwicklung und Evaluation von direkt manipulierbaren Formen der Mensch-Maschine-Interaktion. Er studierte Informatik und angewandtes Wissensmanagement an der Johannes Kepler Universität Linz und schloss sein Doktoratsstudium der Informatik 2010 an der TU Wien ab. Aktuell widmet

er sich der Integration von digitalen und physischen Arbeits- und Lernumgebungen zur Unterstützung von organisationalen Lernprozessen.