

Dual Interaction Spaces: Integration synchroner Kommunikation und Kooperation

Martin Mühlpfordt

Fraunhofer IPSI
Dolivostr. 15
64289 Darmstadt

Martin.Muehlpfordt@ipsi.fraunhofer.de

Abstract: Für die synchrone kooperative Erstellung gemeinsamer Artefakte in verteilten Lerngruppen kommen Kooperationsanwendungen zum Einsatz, die einen gemeinsamen Arbeitsbereich mit Chat kombinieren (*Dual Interaction Space*). Ein reines Nebeneinander führt jedoch zu einer Reihe von Problemen für die Kooperierenden: Wie kann im Chat auf Objekte im gemeinsamen Arbeitsbereich Bezug genommen werden, wie können die Aktivitäten erfasst und nachvollzogen werden, wie können sich die Teilnehmer in ihren simultanen Aktivitäten koordinieren? Es werden drei Maßnahmen zur Integration vorgestellt: 1. Das Ermöglichen deiktischer Bezüge, 2. die Bereitstellung einer Artefakhistorie und 3. integrierte Aktivitätsanzeigen.

1 Einleitung

Die Erstellung und Bearbeitung gemeinsamer Artefakte ist ein wichtiger Bestandteil in vielen kooperativen Lernarrangements. Mittlerweile existieren eine Reihe von Softwaresystemen, die auch in räumlich verteilten Szenarien die synchrone kooperative Bearbeitung solcher gemeinsamer Artefakte erlauben, indem sie einen gemeinsamen (visuellen) Arbeitsbereich bereitstellen.

Ein gemeinsamer Arbeitsbereich ist der Bildschirmbereich einer kooperativen Anwendung, der es den Teilnehmern erlaubt, grafische Objekte zu erstellen und zu manipulieren, wobei die Objekte und Effekte der Manipulationen in (nahezu) Echtzeit auf den korrespondierenden Bildschirmbereichen der Kooperationspartner sichtbar werden [Whi03]. Gemeinsame Arbeitsbereiche werden unter anderem zur kooperativen Konstruktion und Manipulation externer Wissensrepräsentationen [Sut99, DT06], zum kooperativen Bearbeiten von Designaufgaben [RZ01] oder zur kooperativen Bearbeitung von Simulationen [LA03, Jer04] genutzt.

In räumlich verteilten Lernszenarien bedarf es zusätzlich eines Kommunikationsmediums. Hierfür stehen auditive bzw. audiovisuelle¹ und textbasierte Medien zur Auswahl. Die textuelle synchrone Kommunikation (Chat) hat für das kooperative Lernen im wesentli-

¹Es deutet einiges darauf hin, dass ein zusätzlicher Videokanal gegenüber der rein auditiven Kommunikation im allgemeinen keinen Vorteil hat [Whi03].

chen zwei Vorteile. Erstens ist die Kommunikation persistent und in einer symbolischen Form als Dokument verfügbar und „may be searched, browsed, replayed, annotated, visualized, restructured, and recontextualized“ [Eri99]. Zweitens bedingt die Verschriftlichung eine sorgfältigere Planung der eigenen kommunikativen Beiträge und erlaubt die Reflexion über den Diskurs [O’M95, RZ01].

Durch die Kombination eines gemeinsamen Arbeitsbereichs mit einem Chat stehen den Gruppen zwei Interaktionsbereiche als ein *Dual Interaction Space* zur Verfügung. Der Chat als Kommunikationsmedium dient dem Austausch textueller Nachrichten, der gemeinsame Arbeitsbereich dient der kooperativen Erzeugung und Manipulation aufgabenrelevanter gemeinsamer Artefakte. In den meisten Kooperationswerkzeugen für verteiltes synchrones Lernen findet sich ein reines Nebeneinander von Chat und gemeinsamem Arbeitsbereich, es sind zwei visuell getrennte Bereiche der Anwendung, die funktional weitgehend unabhängig voneinander sind. Dies bringt eine Reihe von Schwierigkeiten für die Kooperierenden mit sich [SGH03, PS03]. Möchte beispielsweise eine Lerngruppe kooperativ einen Konzeptgraphen bestehend aus Pro- und Kontraargumenten und deren Beziehung zueinander in einem gemeinsamen Arbeitsbereich erstellen, stellen sich folgende Fragen:

1. Wie kann in einem Chatbeitrag auf Objekte und Relationen im gemeinsamen Arbeitsbereich (also z. B. auf die Beziehung zwischen zwei Argumentknoten) verwiesen werden?
2. Wie können die aufeinander bezogenen, jedoch auf die beiden Interaktionsbereiche verteilten Aktionen und Mitteilungen der Teilnehmer in ihren Beziehungen zueinander erfasst und verstanden werden, also z. B. die Chatnachricht „Da stimme ich zu“ in Reaktion auf das Einfügen eines weiteren Argumentknotens?
3. Wie können die Teilnehmer ihre Aktionen im gemeinsamen Arbeitsbereich und ihre Beiträge im Chat miteinander koordinieren, wann und durch wen sollte zum Beispiel ein im Chat diskutiertes Argument in den Konzeptgraphen aufgenommen oder modifiziert werden?

Um diesen Schwierigkeiten zu begegnen, bedarf es einer besseren softwaretechnischen Integration von Chat und gemeinsamem Arbeitsbereich [Dim05, SGH03, MM94]. In diesem Artikel werden Integrationsmaßnahmen für drei relevante Aspekte der Verknüpfung von Chat und gemeinsamem Arbeitsbereich vorgestellt. Nachdem in Abschnitt 2 die genannten Schwierigkeiten analysiert werden, beschreibt Abschnitt 3 die Integrationsmaßnahmen. Anschließend wird in Abschnitt 4 mit ConcertChat eine Kooperationsumgebung vorgestellt, welche diese Maßnahmen beispielhaft umsetzt. Abschnitt 5 diskutiert verwandte Ansätze und Systeme, bevor abschließend in Abschnitt 6 Erfahrungen berichtet werden und ein Ausblick auf zukünftige Entwicklungen erfolgt.

2 Probleme in kombinierten Interaktionsräumen

Ein gemeinsamer Arbeitsbereich kann zwei verschiedene Rollen innerhalb einer Kooperation übernehmen [DT06]. Zum einen kann er der zentrale Ort der gemeinsamen Aktivität sein, während der Chat zur Desambiguierung, Diskussion und Erläuterung der Artefakte und Aktionen im gemeinsamen Arbeitsbereich dient. Zum anderen kann umgekehrt der Diskurs im Vordergrund stehen, während der gemeinsame Arbeitsbereich eine konversationale Ressource zur Verdeutlichung einzelner textuell nur schwer auszudrückender Aspekte ist. Wie und wofür der Arbeitsbereich genutzt wird ist abhängig von der jeweiligen Aufgabe, den metakommunikativen Fähigkeiten der Teilnehmer und den medialen Eigenschaften der beiden Interaktionsräumen [PS03, DT06]. Beiden Funktionen gemeinsam ist jedoch, dass die Aktivitäten im Chat und im gemeinsamen Arbeitsbereich aufeinander bezogen und miteinander verwoben sind.

Markantes Merkmal des Mediums Chat ist die zeitliche Trennung von Beitragsproduktion und Beitragspräsentation. Dies erlaubt zwar, dass ein Beitrag vor dem Versenden überarbeitet werden kann [CB91] und dass im Gegensatz zum Gespräch mehrere Teilnehmer simultan Beiträge produzieren können, führt aber zur permanenten Gefahr der Inkohärenz [Her99] und der Herausforderung an die Kommunikationspartner, ihre Beiträge inhaltlich und strukturell zu koordinieren [MMM⁺93]. Während im Gespräch aufeinander folgende Redebeiträge auch aufeinander bezogen sind, ist dies im Chat oft nicht der Fall. In der Zeit, die ein Teilnehmer benötigt, um eine Reaktion auf einen Beitrag A einzugeben und zu verschicken, können Beiträge anderer Teilnehmer, die sich auch auf A oder auf noch ältere Beiträge beziehen, im Chat erscheinen (*interrupted turn adjacency*, [Her99]). Um diesen Problemen zu begegnen, wenden die Kommunizierenden eine Reihe spezifischer Kommunikationsstrategien an [Mur00, Nas05]: es werden Fehler in der Syntax und der Wortstellung akzeptiert, vermehrt Akronyme verwendet und Adressaten explizit genannt. Durch die Möglichkeit zur simultanen Beitragsproduktion gilt nicht die im Gespräch übliche Regel „Es spricht immer nur einer“, ein simultanes Produzieren lässt sich kaum vermeiden und wird bei der gleichzeitigen Diskussion verschiedener Themen bewusst in Kauf genommen. Erleichtert wird dies durch den im Chattranskript persistent dokumentierten Diskursverlauf.² Während das Chattranskript somit nicht nur Ort der Mitteilung ist, sondern durch die zeitliche Ordnung der Beiträge auch die Abfolge repräsentiert, wird im gemeinsamen Arbeitsbereich üblicherweise nur der aktuelle Zustand dargestellt. Die Information, durch welche Aktionen von welchen Teilnehmern dieser Zustand erreicht wurde, ist flüchtig.

Die Probleme beim visuellen und funktionalen Nebeneinander von Chat und Arbeitsbereich ergeben sich nun daraus, dass inhaltliche und zeitliche Beziehungen zwischen den sprachlichen Beiträgen und den Aktivitäten im gemeinsamen Arbeitsbereich bzw. den daraus resultierenden Artefakten schwer auszudrücken und nachzuvollziehen sind. Durch das reine Nebeneinander ergeben sich folgende Probleme:

Deiktische Bezüge Ein wichtiges kommunikatives Ausdrucksmittel bei der Kooperation mit gemeinsamen Arbeitsbereichen ist die Deixis [BMS96, CWG86], also die Bezugnah-

²Unbenommen zeichnet sich diese Dokumentation durch Inkohärenz aus, sie kann jedoch offenbar von den Teilnehmern erstaunlich gut gelesen und verstanden werden [Her99].

me auf Objekte, Relationen und Aktionen in der gemeinsam sichtbaren Umgebung. Bei der Verwendung von Chat als Kommunikationsmedium ist dies mit hohen Produktionskosten [CB91] sowie potentiell hoher Ambiguität verbunden, da gestisches Zeigen nicht möglich ist. Ist die rein textuelle Beschreibung eines Objektes oder einer räumlichen Relation bereits mit großem Aufwand verbunden, kann trotz allem nie sicher gestellt werden, dass diese Beschreibung bei der späteren Rezeption der Chatnachricht durch andere Teilnehmer noch verständlich ist, denn durch simultane Aktionen anderer Teilnehmer im gemeinsamen Arbeitsbereich können die Objekte bereits anders arrangiert sein.

Dekontextualisierung von Aktionen und Mitteilungen Beim Kooperieren in einem *Dual Interaction Space* interagieren die Teilnehmer über Beiträge im Chat und Modifikationen der Artefakte im gemeinsamen Arbeitsbereich miteinander. Während die persistente Chathistorie die diskursiven Beiträge in chronologischer Reihenfolge vollständig repräsentiert, ist dies für die Interaktionen im gemeinsamen Arbeitsbereich nicht der Fall, deren Abfolge sowie die jeweiligen Zwischenresultate sind flüchtig. Dies hat unmittelbar zwei Konsequenzen. Zum einen geht der für die Interpretation von Beiträgen, die sich auf Artefakte im gemeinsamen Arbeitsbereich beziehen, notwendige Kontext verloren, womit ein wesentlicher Vorteil der persistenten Diskurshistorie, nämlich die Erleichterung der Reflexion über den bisherigen Prozess, nicht mehr gegeben ist. Zum anderen verschärft sich das oben beschriebene Problem der *interrupted turn adjacency*: Während ein Teilnehmer einen Beitrag erstellt, können die anderen Teilnehmer nicht nur auch Beiträge erstellen und versenden, sondern auch die Artefakte im Arbeitsbereich modifizieren.

Koordination von Kommunikation und Interaktion In einem *Dual Interaction Space* können die Teilnehmer simultan Chatnachrichten erstellen und verschicken oder im gemeinsamen Arbeitsbereich Objekte erzeugen, verändern oder entfernen. In der Kooperation sind die einzelnen Aktivitäten aufeinander bezogen, eine Nachricht kann eine Aktion im gemeinsamen Arbeitsbereich ankündigen oder kommentieren, eine Aktion im Arbeitsbereich kann in Reaktion auf eine Nachricht erfolgen etc. Das Gewährwerden der Aktivitäten der anderen ist Voraussetzung für die Bildung des *common ground* [DT06]. Im Chat dokumentiert die Chathistorie die Abfolge der diskursiven Aktivitäten der Teilnehmer und – mit Hilfe der üblichen Systemnachrichten beim Betreten und Verlassen des Chats – rudimentäre Anwesenheitsinformationen. Für die Erleichterung der Koordination im gemeinsamen Arbeitsbereich haben sich eine Reihe von GUI-Elementen etabliert [GG02], die das *turn taking* und das Antizipieren der Aktionen anderer Teilnehmer erleichtert. So werden zum Beispiel die von anderen Teilnehmern gerade ausgewählten Objekte farblich markiert und die Positionen der Mauszeiger der Kooperationspartner angezeigt [SBF⁺87]. Analog wird in vielen Chatwerkzeugen in räumlicher Nähe zum Eingabefenster angezeigt, ob andere Teilnehmer gerade eine Nachricht erstellen. In der Kombination von Chat und gemeinsamen Arbeitsbereich stoßen diese über den Bildschirm verteilten Anzeigeelemente jedoch an die Grenzen der räumlich beschränkten menschlichen visuellen Aufmerksamkeit. Die flüchtigen Awarenessinformationen verlangen ein stetes Beobachten der gesamten Benutzungsschnittstelle.

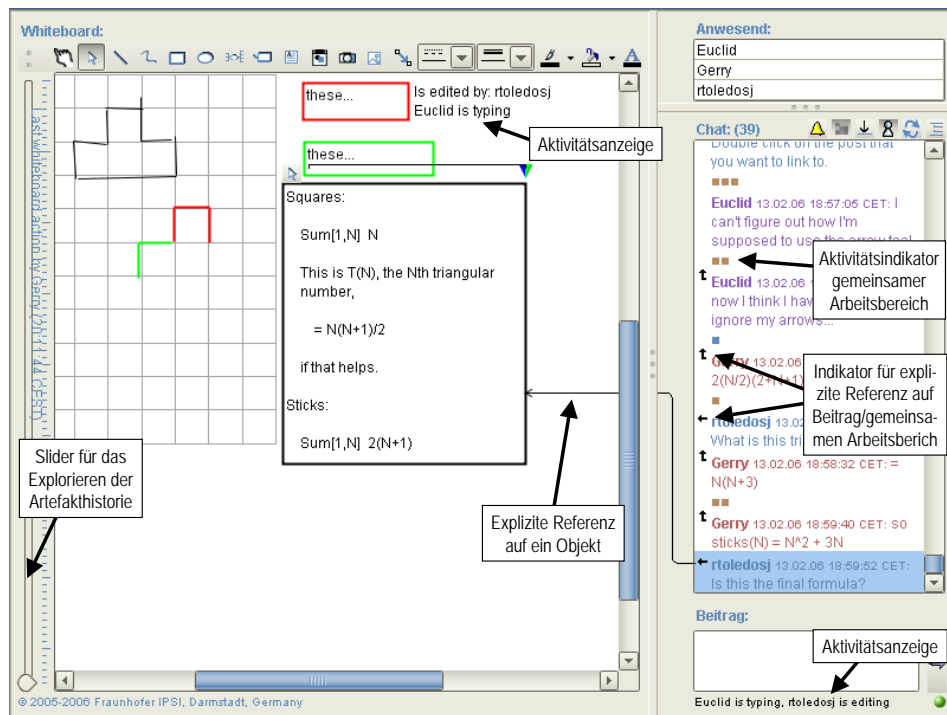


Abbildung 1: Die GUI-Elemente zur Anzeige expliziter Referenzen, der Artefakhistorie und der integrierten Awareness. Angezeigt ist der Zustand der Oberfläche nach Eintreffen einer Nachricht mit einer Referenz auf ein Textobjekt im gemeinsamen Arbeitsbereich. Momentan bearbeitet „rtoledosj“ das obere Textfeld im Arbeitsbereich, während „Euclid“ eine Nachricht erstellt.

3 Unterstützung durch Integration

Eine Reihe von Problemen, denen sich die Kooperierenden in einem *Dual Interaction Space* ausgesetzt sehen, rühren von dem visuell und funktional getrennten Nebeneinander von Chat und gemeinsamen Arbeitsbereich her. Im Folgenden werden drei softwaretechnische Integrationsmaßnahmen beschrieben. Durch die explizite Referenzierung werden deiktische Bezüge vom Chat in den Arbeitsbereich möglich, durch eine integrierte Artefakhistorie wird der Kooperationsprozess bestehend aus den Aktivitäten im Chat und im gemeinsamen Arbeitsbereich dokumentiert und nachvollziehbar, eine visuell integrierte Aktivitätsanzeige unterstützt die Wahrnehmung der simultanen Aktivitäten anderer Teilnehmer. In der Beschreibung der Integrationsmaßnahmen wird zur Illustration ein *shared whiteboard* als gemeinsamer Arbeitsbereich zum kooperativen Erstellen von Zeichnungen, Konzeptgraphen und Mindmaps verwendet (siehe Abbildung 1, in der die wesentlichen GUI-Elemente gekennzeichnet sind).

Explizite Referenzen Das Konzept der expliziten Referenzen³ adressiert die Schwierigkeit der deiktischen Bezugnahme im textuellen Medium Chat. Im Gespräch werden Zeigegeesten vielfältig genutzt [BOO95], z. B. zur Identifizierung von Gegenständen und zur Verdeutlichung von Relationen zwischen Gegenständen. Analog erlauben explizite Referenzen im Chat die Verknüpfung eines Chatbeitrags mit Objekten der gemeinsamen Arbeitsumgebung und anderen Chatbeiträgen. Im einfachsten Fall möchte man auf ein Objekt im Arbeitsbereich deuten, in anderen Situationen jedoch nur auf einen bestimmten Teil eines Objektes oder aber auf eine räumliche Konstellation verschiedener Objekte. Insofern sind eine Reihe unterschiedlicher Arten von Referenzen notwendig. Eine Referenz kann auf andere Beiträge bzw. einzelne Wörter und Wendungen der Chathistorie zeigen oder auch auf Objekte oder Bereiche im gemeinsamen Arbeitsbereich.

Für zusammenfassende Beiträge (z. B. „Diese beiden Argumente widersprechen sich aber“) erlaubt die Verwendung mehrfacher Referenzen das Zeigen auf die relevanten Beiträge oder Objekte. Wie auch bei Zeigegeesten ergibt sich die konkrete Bedeutung der Referenz erst im Zusammenhang mit der sprachlichen Nachricht. So kann eine Referenz zur Verdeutlichung der „Erwiderung-auf“-Relation wie auch einer deiktischen „Dieses-Objekt-betreffend“-Relation verwendet werden.

Entscheidend für die Benutzbarkeit expliziter Referenzen ist deren Einfluss auf die medial bedingten Produktions- und Rezeptionskosten [CB91]. Um diese möglichst gering zu halten, müssen geeignete Interaktionsmöglichkeiten zur leichten Erzeugung von Referenzen und Visualisierungen der Referenzen verfügbar sein.

Um die chronologisch sortierte Chathistorie und die damit verbundenen Vorteile zu erhalten, wird eine Referenz als Pfeil ausgehend vom referenzierenden Beitrag auf das referenzierte Objekt dargestellt. Sobald eine Nachricht bei einem Teilnehmer eintrifft, werden die zugehörigen Referenzen automatisch angezeigt (siehe Abbildung 1).

Kontextbewahrung und Prozessrepräsentation durch Artefakhistorie In der Kooperation in einem *Dual Interaction Space* stellen die Aktionen im gemeinsamen Arbeitsbereich und Beiträge im Chat zwei Facetten der gemeinsamen Aktivität dar. Während jedoch der Chat eine persistente Historie des Diskurses darstellt, fehlt die Historie des gemeinsamen Arbeitsbereichs. Aus technischer Perspektive ist eine Artefakhistorie die chronologische Sammlung der unterschiedlichen durch Manipulationen der Teilnehmenden entstehenden Versionen oder Zustände des gemeinsamen Arbeitsbereichs. In einem *shared whiteboard* wird durch jedes Erstellen, Verschieben und Ändern eines Objektes der Zustand des gemeinsamen Arbeitsbereichs verändert.⁴

Die Bereitstellung einer Artefakhistorie hat zwei Ziele. Zum einen erlaubt sie die Rekonstruktion des während der Produktion eines Chatbeitrags gegebenen Arbeitsbereichszustands, um die Interpretation des Beitrags zu erleichtern – insbesondere wenn er sich explizit auf Artefakte im Arbeitsbereich bezieht. Hierzu wird in einer expliziten Referenz die entsprechende Version kodiert. Bei Bedarf kann somit zu einer Nachricht der Artefaktkontext rekonstruiert und angezeigt werden. Zum anderen erlaubt die Artefakhistorie,

³Das hier vorgestellte Konzept der expliziten Referenzierung ist einer Erweiterung von [PM02].

⁴Die Granularität der Operationen ist abhängig von der Art des gemeinsamen Arbeitsbereichs. Denkbar ist zum Beispiel die Verwendung einer Wiki-Seite als gemeinsames Material [HSB⁺04], die unterschiedlichen Versionen der Seite definiert dann die Artefakhistorie.

den ansonsten flüchtigen Konstruktionsverlauf nachzuvollziehen. Die zeitlich geordneten Entwicklungsschritte sind wie die Bilder eines Filmes abspielbar und ermöglichen ein Reflektieren über die gemeinsame Konstruktion. Durch die Kombination der Möglichkeit zur Wiedersichtbarmachung vergangener Entwicklungsschritte im gemeinsamen Arbeitsbereich mit der Möglichkeit, durch eine explizite Referenz auf einen beliebigen Entwicklungsschritt zu zeigen, wird die Reflexion in der Gruppendiskussion erleichtert.

Integrierte Aktivitätsanzeigen Die Integration der Aktivitätsanzeigen zielt darauf ab, die simultanen Aktivitäten der anderen Teilnehmer leichter erfassbar zu machen. Das Gewährwerden dieser Aktivitäten ist Voraussetzung dafür, dass ein wechselseitiges Verständnis der Äußerungen und Artefaktmodifikationen gebildet und aufrechterhalten werden kann, und Basis für die Koordination. Im Chat ist die Chathistorie der Ort der Dokumentation aller Aktivitäten – der einzelnen Chatbeiträge wie auch von Anwesenheitsinformationen. Dieses chronologische Aktivitätsprotokoll bietet sich zur Repräsentation der zeitlichen Abfolge aller Aktivitäten im *Dual Interaction Space* an (siehe Abbildung 1).

Im Chat ist die Produktion einer Nachricht von den anderen Teilnehmern nicht beobachtbar. Inwieweit eine zeitlich länger dauernde und kognitiv aufwendige Aktivität im gemeinsamen Arbeitsbereich für die anderen Teilnehmer beobachtbar ist, hängt von der Art des gemeinsamen Arbeitsbereichs und der Granularität der übertragenen Operationen ab. So mag das Editieren einer Annotation im gemeinsamen Arbeitsbereich erst nach Abschluss für die anderen Teilnehmer sichtbar werden. Für die Koordination solcher Aktivitäten haben sich die oben erwähnten Aktivitätsanzeigen etabliert. Im *Dual Interaction Space* ist jedoch eine visuelle Integration dieser Anzeigen am Ort der individuellen Aktivität notwendig. Möchte ein Teilnehmer A in Reaktion auf einen Beitrag von Teilnehmer B („Ich würde das anders formulieren“ in Bezug auf eine Annotation im gemeinsamen Arbeitsbereich) einen Chatbeitrag erstellen, so kann die Information, dass B simultan im gemeinsamen Arbeitsbereich eine Änderung beginnt, dazu führen, dass A auf diese höchstwahrscheinlich der weiteren Klärung von Bs Nachricht dienenden Änderung wartet. Analog kann B aufgrund der Information, dass A einen Chatbeitrag erstellt, in Erwartung eines Widerspruchs mit der Änderung innehalten. Beide Fälle setzen jedoch voraus, dass die jeweilige Information überhaupt wahrgenommen wird. Dies kann durch die Anzeige der Aktivitätsinformation am jeweiligen Aktionsort unterstützt werden (siehe Abbildung 1).

4 ConcertChat: Beispiel eines integrierten Interaktionsraumes

In dem System ConcertChat⁵ sind die hier beschriebenen Integrationsmaßnahmen umgesetzt (vergleiche Abbildung 1). Im Folgenden wird die Umsetzung der Integrationsmaßnahmen anhand wesentlicher Architektur- und Implementierungsaspekte beschrieben.

Raumkonzept Im ConcertChat-System ist eine in Chatsystemen übliche Raummetapher umgesetzt. Um miteinander zu kommunizieren und zu kooperieren, müssen sich die Teilnehmer im selben virtuellen Raum befinden. Jeder Raum besteht aus einem Chat und

⁵Auf eine Onlineversion kann unter <http://chat.ipsi.fraunhofer.de> zugegriffen werden.

einem *shared whiteboard*, in welchem von allen Teilnehmern simultan u. a. geometrische Figuren, Bilder, Texte und Mindmaps erzeugt und bearbeitet werden können.⁶ Der Chat und der Inhalt des Arbeitsbereichs sind persistent, nach Betreten des Raums wird der aktuelle Zustand des Arbeitsbereichs hergestellt und die letzten 100 Chatbeiträge geladen, ältere Nachrichten können durch die Nutzer nachgeladen werden. Jedem Raum ist ein Kanal zugeordnet, über den alle Nachrichten (Chatbeiträge, Operationen im gemeinsamen Arbeitsbereich, Aktivitätsbenachrichtigungen, Systemnachrichten) verschickt werden.

Messagebasierte Client-Server-Architektur Das System setzt den *centralized controller*-Ansatz [EGR91] für die Behandlung der Nebenläufigkeiten in einer Client-Server-Architektur bei partieller Datenreplikation um. Da jede Aktion erst als Nachricht über den Server verschickt wird, entspricht die *response time* (Zeit, bis das Resultat einer Aktion für den Akteur sichtbar wird) der *notification time* (Zeit, bis das Resultat für die anderen Teilnehmer sichtbar wird). Zudem wird hierdurch eine systemweit eindeutige Ordnung der Nachrichten gewährleistet. Die Funktionalität des Servers beschränkt sich im Wesentlichen auf das rauminterne *broadcasting* sowie das Speichern der Nachrichten in einer Datenbank, wodurch hohe Durchsatzraten erreicht werden. Für den Nachrichtentransport wird Agilo [GTA05] als robuste (d. h. eine Nachrichtenzustellung auch nach temporären Verbindungsausfällen garantierende) Infrastruktur verwendet.

Komponentenbasiertes Framework Die Grundfunktionalitäten für die Integration von Chat mit gemeinsamen Arbeitsbereichen (explizite Referenzierung, persistente Aktionshistorie, Awareness-Datenmodell etc.) stehen als modulares Framework für die Softwareentwicklung zur Verfügung. Dieses objektorientierte Framework stellt Erweiterungs- und Adaptionenpunkte [FHLS99] auf verschiedenen Ebenen (GUI, Applikationslogik, Nachrichtentransport) bereit. Aufgrund der Komponentenbasiertheit lassen sich mit relativ geringem Aufwand unterschiedliche Arten gemeinsamer Arbeitsbereiche mit dem Chat auf die beschriebene Art und Weise integrieren. So gibt es neben dem beschriebenen *shared whiteboard* z. B. noch eine gemeinsame Bildablage, in welche die Teilnehmer Screenshots, Bilddateien oder Bilder aus der Zwischenablage einbringen können, und eine Wiki-Integration.

Modellierung der Artefakhistorie Da jede Operation im gemeinsamen Arbeitsbereich als Nachricht an den Raum verschickt und erst nach Empfang auf dem clientseitigen Datenmodell ausgeführt wird und diese Operationsabfolge persistent vorliegt, kann jeder Zustand der Artefakhistorie rekonstruiert werden.

Aktivitätsmodell Für jeden Raum existiert ein repliziertes Aktivitätsmodell, in welches alle der Interaktion dienenden Komponenten geeignete Aktivitätsinformation schreiben können. Die Informationen in diesem Modell können dann an geeigneter Stelle in der Applikation angezeigt werden.

Modellierung und Umsetzung der Referenzen Eine Referenz wird als Beschreibung der Verknüpfung zwischen dem referenzierenden Objekt (z. B. einer Chatnachricht) und dem referenzierten Objekt (z. B. ein Rechteck im *shared whiteboard*) zusammen mit einer weiteren Spezifikation (z. B. der Version des gemeinsamen Arbeitsbereichs oder des Beginns und der Länge des referenzierten Teils eines Chatbeitrags) übertragen. Die Beschrei-

⁶Die Darstellung des Arbeitsbereichs folgt dem *relaxed WYSIWIS*-Ansatz [SBF⁺87].

bung enthält IDs für die beteiligten Objekte, die clientseitig nach Empfang der Referenz aufgelöst werden.

Um die „Produktionskosten“ expliziter Referenzen für die Nutzer gering zu halten und somit die Nutzbarkeit und Akzeptanz zu erhöhen, wurden zwei Möglichkeiten entwickelt, mit dem eine explizite Referenz erzeugt werden kann. Bei der ersten kann mittels der Maus eine Referenz auf ein Objekt oder Bereich im gemeinsamen Arbeitsbereich bzw. einen Chatbeitrag oder einen Teil des Beitrags gesetzt werden. Mit der zweiten ist es möglich, mittels der Tastatur eine Chatnachricht oder ein Objekt im gemeinsamen Arbeitsbereich als das zu referenzierende Objekt auszuwählen.

5 Verwandte Arbeiten

Für die Ermöglichung von Gesten bei der synchronen Kooperation in gemeinsamen Arbeitsbereichen wurde das Konzept der *Telepointer* [SBF⁺87] – die Darstellung der Mauszeiger aller Teilnehmer mit einer Aktualisierung in Echtzeit – entwickelt. Im Kontext der Chatkommunikation sind solch synchronen *Telepointer* jedoch nicht adäquat, da die synchron übertragene Geste nicht mit der quasisynchronen Nachricht verknüpft werden kann.

Einige Systeme erlauben die explizite Bezugnahme innerhalb des Chats auf andere Beiträge (KOLUMBUS [KH06], *Threaded Chats* [SCB00]), wobei hier die deiktische Bezugnahme auf Objekte des gemeinsamen Arbeitsbereichs nicht unterstützt oder ein Arbeitsbereich nicht vorgesehen ist. Andere Systeme ermöglichen die Verbindung von Chatkommunikation mit (statischen) Dokumenten. Im *Anchored Conversations Tool* [CTB⁺00] ist es möglich, an beliebige Punkte in einem Dokument einen Chat anzuhängen. Eine explizite Bezugnahme innerhalb eines Beitrags insbesondere auch auf andere Stellen im Dokument ist nicht vorgesehen. Die Diskurse in den Chats an den verschiedenen Stellen im Dokument haben keine Beziehung zueinander, so dass eine Fragmentierung des Diskurses ähnlich wie in den *Threaded Chat*-Ansätzen droht. Analog werden in Kükäkükä [SX02] Webseiten mit jeweils einem *Threaded Chat* kombiniert, wobei auch hier keine Unterstützung deiktischer Bezugnahme auf Teile der Seite erfolgt. Einen anderen Ansatz verfolgen Systeme wie CURE [HSB⁺04], in denen einzelne Artefakte (hier mathematische Formeln) in einen Chatbeitrag eingefügt werden können. Diese Artefakte können jedoch nicht gemeinsam konstruiert und manipuliert werden. Den umgekehrten Weg, die Integration der textuellen Kommunikation in den Arbeitsbereich, geht das GraffiDis-System [Lep03]. Die Teilnehmer können Beiträge, bestehend aus Text, Grafiken oder anderen Materialien, an einem beliebigen Ort des gemeinsamen Arbeitsbereichs erstellen. Diese Beiträge verblasen mit der Zeit. Mit einem *history slider* kann in chronologischer Reihenfolge durch die gemeinsame Historie navigiert werden. Die freie Positionierung erlaubt zwar das Ausdrücken von Bezügen, dies ist aber nur in einem begrenzten Zeitfenster möglich, da die älteren Beiträge ausgeblendet werden. Ähnlich wie in den *Threaded Chat*-Ansätzen birgt auch dieser Ansatz die Gefahr der Diskursfragmentierung.

Keines der genannten Systeme zur synchronen Kooperation adressiert alle drei Aspekte der Integration von Chatkommunikation mit einem gemeinsamen Arbeitsbereich.

6 Erfahrungen und Ausblick

Seit 2004 kommt im *Virtual Math Teams*-Projekt ein auf dem ConcertChat-System basierendes Kooperationswerkzeug zur Bearbeitung und Diskussion mathematischer Probleme in Kleingruppen zum Einsatz. Analysen von Kooperationen in diesem System finden sich in [SZS⁺06]. In [MW05] werden Studien zur Nutzung der expliziten Referenzierung berichtet. Es spricht einiges dafür, dass die Kommunizierenden durch die explizite Referenzierung effizientere Kommunikationsstrategien anwenden.

Die Persistenz aller Aktivitäten in einem *Dual Interaction Space* erlaubt die feingranulare Analyse von Gruppeninteraktionen. Dazu wird momentan ein Werkzeug entwickelt, mit dem die Aktivitäten in ihrem zeitlichen Verlauf wiederholt abgespielt werden können.

Die Erfahrungen mit dem ConcertChat-System werfen eine Reihe weiterer Forschungsfragen auf: 1. Durch die explizite Referenzierung wie auch der integrierten Repräsentation aller Aktivitäten stehen zusätzliche strukturelle und zeitliche Informationen über die Artefakte der Kooperation (die Objekte im gemeinsamen Arbeitsbereich und die Chatbeiträge) zur Verfügung. Inwieweit ist es möglich, aufgrund dieser zusätzlichen Informationen eine restrukturierte Kooperationsdokumentation zu erstellen, die eine spätere Nutzung erleichtern. 2. Mit Abstand betrachtet stellt ein *Dual Interaction Space* Dokumente mit jeweils spezifischen Bearbeitungsmöglichkeiten bereit. Ein Chat ist ein Textdokument, in das Text an das Ende eingefügt werden kann, ein *shared Whiteboard* erlaubt über direkte Manipulation die Konstruktion grafischer Strukturen. Aus dieser Perspektive stellt sich die Frage, welche Dokumentarten mit welchen Eigenschaften optimal für bestimmte Aufgaben, Medienkompetenzen und Lernziele sind. 3. Ein wesentlicher Unterschied zwischen Chat und einem *shared whiteboard* ist die Persistenz der Artefakte [DT06]. Während ein Texteintrag im gemeinsamen Arbeitsbereich dauerhaft sichtbar bleibt (es sei denn, er wird bearbeitet oder gelöscht), gilt dies nicht für einen Chatbeitrag, dieser wird durch den folgenden Diskurs aus dem sichtbaren Bereich verschwinden. Interessante Fragestellungen ergeben sich, wenn zusätzlich mit der Möglichkeit zur Audiokommunikation ein nicht-persistentes Medium bereitgestellt wird. Ist diese zusätzliche Kommunikationsmöglichkeit von den Kooperierenden nutzbringend einsetzbar, wird diese alternativ zum Chat oder aber ergänzend genutzt, welche Kommunikationsstrategien bilden sich heraus?

Literatur

- [BMS96] P. Barnard, J. May, and D. Salber. Deixis and points of view in media spaces: An empirical gesture. *Behaviour and Information Technology*, 15(1):37–50, 1996.
- [BOO95] M. M. Bekker, J. S. Olson, and G. M. Olson. Analysis of gestures in face-to-face design teams provides guidance for how to use groupware in design. In *DIS '95: Proceedings of the conference on Designing interactive systems*, pages 157–166, New York, NY, USA, 1995. ACM Press.
- [CB91] H. H. Clark and S. E. Brennan. Grounding in communication. In L. B. Resnick, J. M. Levine, and S. D. Teasley, editors, *Perspectives on socially shared cognition*, pages 127–149. APA, Washington, 1991.

- [CTB⁺00] E. F. Churchill, J. Trevor, S. Bly, L. Nelson, and D. Cubranic. Anchored Conversations: chatting in the context of a document. In *Proceedings of the CHI 2000 Conference on Human Factors in Computing Systems*, pages 454–461. ACM Press, 2000.
- [CWG86] H. H. Clark and D. Wilkes-Gibbs. Referring as a collaborative process. *Cognition*, 22:1–39, 1986.
- [Dim05] A. Dimitracopoulou. Designing Collaborative Learning Systems: Current Trends & Future Research Agenda. In T. Koschmann, D. D. Suthers, and T.-W. Chan, editors, *Computer Supported Collaborative Learning 2005. The Next 10 Years! (CSCL 2005)*, Mahwah, NJ, 2005. Lawrence Erlbaum Associates.
- [DT06] P. Dillenbourg and D. Traum. Sharing Solutions: Persistence and Grounding in Multimodal Collaborative Problem Solving. *Journal of the Learning Sciences*, 15(1):121–151, 2006.
- [EGR91] C. A. Ellis, S. J. Gibbs, and G. L. Rein. Groupware – Some Issues and Experiences. *Communications of the ACM*, 34(1):39–58, 1991.
- [Eri99] T. Erickson. Persistent conversation: An introduction. *JCMC*, 4(4), 1999.
- [FHLS99] G. Froehlich, H. J. Hoover, L. Liu, and P. Sorenson. Reusing Hooks. In M. E. Fayad, D. C. Schmidt, and R. E. Johnson, editors, *Building Application Frameworks: Object-Oriented Foundations of Framework Design*, chapter 9, pages 219–236. John Wiley & Sons, New York, NY, USA, 1999.
- [GG02] C. Gutwin and S. Greenberg. A Descriptive Framework of Workspace Awareness for Real-Time Groupware. *Computer Supported Cooperative Work (CSCW)*, 11(3-4):411–446, 2002.
- [GTA05] A. Guicking, P. Tandler, and P. Avgeriou. Agilo: A Highly Flexible Groupware Framework. In *Proceedings of the 11th International Workshop on Groupware (CRIWG '05)*, pages 49–56, Berlin, Heidelberg, Germany, 2005. Springer Verlag.
- [Her99] S. C. Herring. Interactional coherence in CMC. In *Proceedings of HICSS-32*. IEEE Computer Society Press, 1999.
- [HSB⁺04] J. M. Haake, T. Schümmer, M. Bourimi, B. Landgraf, and A. Haake. CURE – Eine Umgebung für selbstorganisiertes Gruppenlernen. *i-com Zeitschrift für interaktive und kooperative Medien*, 3(2):20–26, 2004.
- [Jer04] P. Jermann. *Computer Support for Interaction Regulation in Collaborative Problem-Solving*. Dissertation, University of Geneva, Geneva, 2004.
- [KH06] A. Kienle and T. Holmer. Zur Nutzung von Referenzierungsfunktionalitäten in Lernchats. Angenommen für DeLFI 2006, 2006.
- [LA03] S. Landsman and R. Alterman. Building Groupware On THYME. Tech Report CS-03-234, Brandeis University, Waltham, MA, 2003.
- [Lep03] J. Leponiemi. Visualizing Discussion History. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 15(1):121–134, 2003.
- [MM94] J. C. McCarthy and A. Monk. Channels, conversation, cooperation and relevance: All you wanted to know about communication but were afraid to ask. *Collaborative Computing*, 1:35–60, 1994.

- [MMM⁺93] J. C. McCarthy, V. C. Miles, A. F. Monk, M. D. Harrison, A. J. Dix, and P. C. Wright. Text-based on-line conferencing: a conceptual and empirical analysis using a minimal prototype. *Human-Computer Interaction*, 8(2):147–183, 1993.
- [Mur00] D. E. Murray. Protean Communication: The language of computer-mediated communication. *TESOL Quarterly*, 34(3):397–421, 2000.
- [MW05] M. Mühlpfordt and M. Wessner. Explicit Referencing in Chat Supports Collaborative Learning. In T. Koschmann, D. D. Suthers, and T.-W. Chan, editors, *Computer Supported Collaborative Learning 2005. The Next 10 Years! (CSCL 2005)*, Mahwah, NJ, 2005. Lawrence Erlbaum Associates.
- [Nas05] C. M. Nash. Cohesion and Reference in English Chatroom Discourse. In *Proceedings of HICSS '05 – Track 4*, page 108.3, Washington, DC, USA, 2005. IEEE Computer Society.
- [O'M95] C. O'Malley. Designing computer support for collaborative learning. In C. O'Malley, editor, *Computer Supported Collaborative Learning*, pages 283–297. Springer-Verlag, Heidelberg, 1995.
- [PM02] H.-R. Pfister and M. Mühlpfordt. Supporting Discourse in a Synchronous Learning Environment: The Learning Protocol Approach. In G. Stahl, editor, *Proceedings of CSCL 2002*, pages 581–589, Hillsdale, 2002. Erlbaum.
- [PS03] K. Pata and T. Sarapuu. Meta-communicative regulation patterns of expressive modeling on whiteboard tool. In *Proceedings of World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education 2003*, pages 1126–1129, Phoenix, Arizona, USA, 2003. AACE.
- [RZ01] P. Reimann and J. Zumbach. Design, Diskurs und Reflexion als zentrale Elemente virtueller Seminare. In F. Hesse and F. Friedrich, editors, *Partizipation und Interaktion im virtuellen Seminar*, pages 135–163. Waxmann, München, 2001.
- [SBF⁺87] M. Stefik, D. G. Bobrow, G. Foster, S. Lanning, and D. Tatar. WYSIWIS revised: early experiences with multiuser interfaces. *ACM Transactions on Office Information Systems*, 5(2):147–167, 1987.
- [SCB00] M. Smith, J. J. Cadiz, and B. Burkhalter. Conversation Trees and Threaded Chats. In *Proceedings of the ACM 2000 Conference on Computer Supported Cooperative Work (CSCW-00)*, pages 97–106, N. Y., December 2–6 2000. ACM Press.
- [SGH03] D. D. Suthers, L. Girardeau, and C. D. Hundhausen. Deictic Roles of External Representations in Face-to-face and Online Collaboration. In B. Wasson, S. Ludvigsen, and U. Hoppe, editors, *Designing for Change in Networked Learning Environments. (CSCL 2003)*, pages 173–182, Dordrecht, 2003. Kluwer Academic Publishers.
- [Sut99] D. D. Suthers. Representational Bias as Guidance for Learning Interactions: A Research Agenda. In S. P. Lajoie and M. Vivet, editors, *Artificial Intelligence in Education*, Amsterdam, 1999. IOS Press.
- [SX02] D. Suthers and J. Xu. Kükäkükä: An Online Environment for Artifact-Centered Discourse. In *Proc. Of WWW 2002*, pages 472–480, Honolulu, 2002.
- [SZS⁺06] G. Stahl, A. Zemel, J. Sarmiento, M. Cakir, S. Weimar, M. Wessner, and M. Mühlpfordt. Shared Referencing of Mathematical Objects in Online Chat. In *International Conference of the Learning Sciences (ICLS 2006)*, 2006.
- [Whi03] S. Whittaker. Things to Talk About When Talking About Things. *Human-Computer Interaction*, 18(1 & 2):149–170, 2003.