

CLE: Eine konstruktivistische, kollaborative Lernumgebung*

Markus Ueberall, Michael Lauer, Oswald Drobnik

Institut für Informatik, J.W. Goethe-Universität, D-60054 Frankfurt/Main, Germany
{ueberall, lauer, drobnik}@tm.informatik.uni-frankfurt.de

Kurzfassung: Diese Arbeit stellt die computerunterstützte Lernumgebung CLE vor, welche Funktionen zur individuellen Darstellung wissenschaftlicher Artefakte in Form eines dreidimensionalen Graphens bereitstellt; in einer anschließenden kollaborativen Phase kann eine Arbeitsgruppe Individualgraphen vergleichen und eine gemeinsame Repräsentation sowie insbesondere ein gemeinsames Verständnis erarbeiten. Die Ergebnisse einer experimentellen Evaluation sowie laufende Erweiterungen von CLE werden präsentiert.

1 Einleitung/Motivation

In Bildungseinrichtungen wie Universitäten gibt es verschiedene Arten von Gruppen, deren Arbeiten durch Lernumgebungen unterstützt werden können; so können sich etwa Studenten (selbstständig) zusammenfinden, weil sie ein gemeinsames Interesse an der Diskussion bestimmter Themen besitzen oder sie werden u.U. in einem Seminar vom Dozenten zum Zweck der Problemanalyse und -lösung in Arbeitsgruppen eingeteilt.

Je nachdem, ob in den genannten Beispielen der Fokus auf den Prozeß des gemeinsamen Arbeitens oder auf den Ergebnissen liegt, handelt es sich hierbei um Kollaborationen oder Kooperationen (welche sich im Grad der Bereitschaft der Teilnehmer unterscheiden, gemeinsame Sichtweisen zu erarbeiten).

Im Rahmen mehrerer Diplomarbeiten wurde in unserer Arbeitsgruppe die Lernumgebung CLE (Collaborative Learning Environment) entwickelt. Hierbei handelt es sich um eine CSCL-Anwendung (worunter man im engeren Sinne die Kombination von Computersystemen und pädagogisch-didaktischen Methoden versteht, um die aus nicht-computerunterstützten Lernsituationen bekannten Vorteile gemeinsamen Lernens zu verstärken bzw. auf neue Lernszenarien zu übertragen, vgl. [WH02]), welche die Analyse insbesondere von wissenschaftlichen Dokumenten im Rahmen eines Gruppenprozesses unterstützen soll, mit dem Ziel der Erstellung einer gemeinsamen Repräsentation und damit der Gewinnung eines gemeinsamen Verständnisses des Dokumentinhalts.

*Förderung durch DFG-Schwerpunktprogramm Nr. 1140: "Basissoftware für selbstorganisierende Infrastrukturen für vernetzte mobile Systeme"

Da die Effizienz einer solchen Kollaboration sehr stark von der Unterstützung des Austauschs von Informationen, Ideen, Wissen und Wahrnehmungen abhängt, d.h. von der Art, wie Personen voneinander lernen, entschieden wir uns für ein konstruktivistisches Lernszenario, welches dem gewählten Ansatz entgegenkommt.

Im Gegensatz zu kognitivistischen Lerntheorien, bei welchen der Denkprozeß als Informationsverarbeitung mit vorgegebener und unflexibler Aufnahme von Wissen angesehen wird, bei dem die Problemlösung im Mittelpunkt steht, wird der Lerner bei konstruktivistischen Ansätzen als selbstverantwortliches Individuum aufgefaßt, das sich einem (nicht zwangsweise fest vorgegebenen) Lernziel, basierend auf seinem Vorwissen, nähert. Hier steht einerseits der Lernprozeß selbst und die Schaffung *neuen* Wissens im Vordergrund, insbesondere werden jedoch andererseits auch die Rollen von Lehrenden und Lernenden innerhalb einer Gruppe flexibel und dynamisch zugewiesen (eine kurze Betrachtung der sich hieraus ergebenden Vorteile findet sich in [CRD98]).

Das CLE-System ist eine verteilte, plattformunabhängige Applikation, welche in der Programmiersprache Java implementiert wurde. Es besteht derzeit aus einer Client- und einer Server-Komponente, wobei letztere die Koordinationskontrolle des Gruppenprozesses übernimmt und den Datenaustausch zwischen Teilnehmern organisiert. Der Client bildet die Benutzungsschnittstelle zum System und unterstützt die Erstellung und graphische Darstellung von konzeptuellen Repräsentationen eines Dokuments in einer dreidimensionalen Umgebung (realisiert mittels Java3D); weiterhin integriert er eine Kommunikationsschnittstelle, welche den Informationsaustausch und die Zusammenarbeit unter Mitgliedern einer Gruppe ermöglicht.

Die Arbeitsabläufe des Gruppenprozesses in CLE teilen sich in eine Explorations- und eine Konsolidierungsphase auf: Während der Explorationsphase arbeitet der Teilnehmer isoliert von der Gruppe und verwendet den Client ausschließlich als Editierwerkzeug zur Gestaltung eines individuellen Konzeptgraphen. In der sich daran anschließenden Konsolidierungsphase können die Teilnehmer ihre Konzeptgraphen (welchen hierbei dasselbe Textdokument zugrundeliegen muß) vergleichen und über diese diskutieren, entweder direkt oder mittels externer (multimedialer) Kommunikationsanwendungen wie Mail, Chat, o.ä. (vgl. [BSMD98]). Hierzu müssen sie sich mit ihrem Client beim Server anmelden, dessen primären Aufgaben in der Nebenläufigkeitskontrolle, Benutzerverwaltung und der Organisation des Informationsflusses bestehen.

Im folgenden Abschnitt werden zunächst die Aspekte der Strukturierung und Visualisierung von Konzepten diskutiert, bevor die Kollaborationsunterstützung betrachtet wird. Abschnitt vier präsentiert die Ergebnisse einer experimentellen Evaluation des Prototyps, gefolgt von einer Übersicht laufender Erweiterungen und einem zusammenfassenden Ausblick.

2 Strukturierung und Visualisierung von Konzepten in CLE

Der derzeitige Prototyp basiert auf einigen Grundideen von CLARE (Collaborative Learning And Research Environment) [Wan94], welche eine semi-formale Beschreibungsspra-

che zur Darstellung von Konzepten bereitstellt, die speziell entworfen wurde, um das kollaborative Lernen von wissenschaftlichen Texten zu vereinfachen und hierfür konzeptuelle Konstrukte definiert: Knotentypen repräsentieren diskrete thematische Merkmale eines Artefakts (etwa „Konzept“) und Kantentypen beschreiben Relationen zwischen diesen Merkmalen (beispielsweise „setzt voraus“).

Basierend auf Evaluationsergebnissen des CLARE-Ansatzes (welcher nicht über eine erforderliche Visualisierungsmöglichkeit verfügte) entschieden wir uns für eine Adaption, wobei jedoch sowohl die Mengen als auch die Semantiken der einzelnen Typen modifiziert werden mußten, um die Aussagekraft und Konsistenz von Konstrukten sicherzustellen. Im Gegensatz zur ursprünglichen Intention von Wan besteht das Gruppenziel bei CLE nicht nur in der Erstellung einer gemeinsamen „Wissensbasis“, sondern vor allem in der Konstruktion eines gemeinsamen Konzeptgraphens, welcher eine klare und semantisch eindeutige Interpretation des Dokumenteninhalts darstellen soll.

2.1 Strukturierung

Der von uns verwendete Begriff des (gerichteten) „Konzeptgraphen“ unterscheidet sich sowohl von der Definition eines semantischen Netzes (d.h. er ist nicht azyklisch) als auch von derjenigen einer Konzeptkarte (d.h. er ist keine zweidimensionale, baumähnliche Anordnung von Konzepten), vgl. [PH03, Kapitel 16]. Dies bietet einerseits eine größere Flexibilität bei der Erstellung und Bearbeitung, stellt andererseits jedoch zahlreiche Herausforderungen, etwa bezüglich der Vergleichsmöglichkeiten oder der Verschmelzung zweier oder mehrerer Graphen, wie im folgenden ausgeführt.

Knoten und Kanten in CLE werden durch einen Typ und eine Gewichtung (sowie im letzteren Fall die Angabe der verbundenen Knoten) definiert, optional ist jeweils eine Beschriftung und Annotation möglich. Die Knoten lassen sich zudem mit einzelnen Abschnitten des zugrundeliegenden Texts verknüpfen (vgl. Abbildung 1).

Knotentyp	Bedeutung
Behauptung	Stellungnahme oder Aussage zu einem gegebenen Sachverhalt
Beispiel	Instanz, die Sachverhalt oder prakt. Anwendung einer Regel illustriert
Definition	Spezifikation eines Oberbegriffs oder Klassifikation eines Artefakts
Ding	Betrachtetes natürliches oder künstliches Objekt
Fakt	Daten, welche gegebenen Sachverhalt befürworten oder widerlegen
Frage	Nichtgeklärte Aspekte von Aussagen, Theorien oder Konzepten
Konzept	Primitives Konstrukt zur Theorien-/Aussagen-/Methoden-Formulierung
Kritik	Kritische Anmerkungen
Problem	Klärungsbedürftiges Ereignis oder Sachverhalt
Quelle	Identifizierbares geschriebenes Artefakt oder Referenz
Theorie	Formale Darstellung eines Sachverhalts

Tabelle 1: Auflistung der in CLE verwendeten Knotentypen, welche Konzepte repräsentieren

Kantentyp	Bedeutung
alternativ zu definiert	Konkurrierendes Verhältnis zwischen zwei typengleichen Knoten
entkräftet	Formendes Verhältnis zwischen einfachem und komplexem Begriff
erzeugt	Entgegenwirkende Beziehung zwischen zwei Knoten
gegensätzlich	Hervorbringung neuer Konzepte, Probleme, Fakten, usw.
widerspricht	Beziehung zwischen zwei antithetischen Behauptungen
ähnlich	Widerspruch zum referenzierten Knoten
enthaltend	Konzeptuelle Verwandtschaft zwischen zwei Knoten
klärt	Teilmenge eines anderen Knotens
referenziert	Erklärung eines problembezogenen Sachverhalts
setzt voraus	Unbewerteter Verweis auf einen anderen Knoten
spricht an	Prämissen für Behauptungen oder Konzepte
unterstützt	Adressierung von Aspekten eines anderen Knotens
	Bekräftigung einer Behauptung oder Annahme

Tabelle 2: Aufzählung der in CLE verwendeten Kantentypen, welche Relationen repräsentieren

Durch die Beschränkung der Menge der Knoten- und Kantentypen (vgl. Tabellen 1 und 2) soll insbesondere dem sogenannten Vokabularproblem entgegengewirkt werden (welches den Umstand beschreibt, daß die Wahrscheinlichkeit, mit der zwei Personen denselben Term zur Bezeichnung eines Begriffs verwenden, äußerst gering ist); gleichzeitig wird auch die Beschreibungskomplexität von Konzeptgraphen reduziert.

Gegenüber der Ausgangs-Beschreibungssprache wurde der Knotentyp „Definition“ hinzugenommen, welcher eine differenzierte Betrachtung dieses Begriffs insbesondere im Zusammenhang mit wissenschaftlicher Literatur ermöglicht; die verwendeten Kantentypen beschränken sich auf zusammenfassende Relationstypen.

2.2 Visualisierung

Im Zusammenhang mit Konzeptrepräsentationen ist der Bereich der Visualisierung ein wesentliches Aufgabengebiet im Entwicklungsprozeß von rechnergestützten Lernumgebungen.

CLE verwendet eine dreidimensionale Darstellung des Konzeptgraphen, um Einblick in dessen Gesamtstruktur zu gewähren und die Navigation sowohl im Graphen als auch im Text des zugehörigen Dokuments zu erleichtern (siehe Abbildung 1). Auf diese Weise können verschiedene Gedanken und Argumente sowohl von den Erstellern als auch den Betrachtern eines Graphen leichter eingefangen werden. Das System erlaubt die Wahl und Speicherung verschiedener Betrachtungswinkel, um den besten Blick auf den 3D-Graphen zu finden – dies beinhaltet die frei wählbare Vergrößerung des Graphen sowie Rotationsmöglichkeiten um alle drei Projektionsachsen.

Die Knoten des Graphen werden durch farbig umrandete Sinnbilder dargestellt, welche die Erkennung eines spezifischen Knotentyps vereinfachen sollen. Ampelfarben spiegeln hierbei die Wichtigkeit eines Knoten innerhalb des Konzeptgraphen wider.

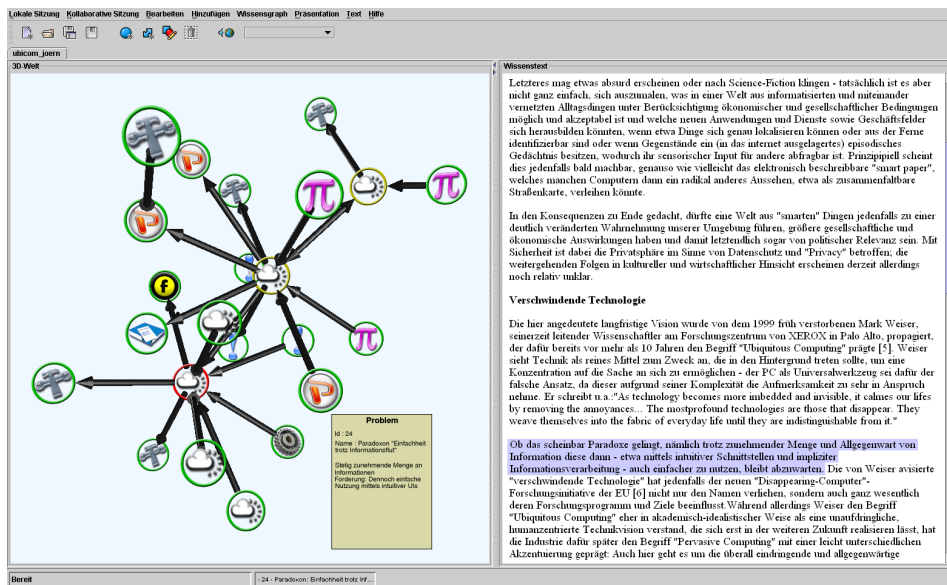


Abbildung 1: Benutzungsoberfläche der CLE-Client-Komponente mit Konzeptgraphen auf der linken und wissenschaftlichem Text auf der rechten Seite; eingeblendet sind die Annotationen und die assoziierte Textstelle des hier in Augenschein genommenen unteren „Problem“-Knotens

Desweiteren verfügt CLE über einen Präsentationsmodus, mit dessen Hilfe es möglich ist, den chronologischen Aufbau eines Graphen Schritt für Schritt wiederzugeben, um beispielsweise die Entwurfsentscheidungen selbst nachzuvollziehen oder anderen Teilnehmern zu erläutern.

Der verwendete Anordnungsalgorithmus zeichnet sich vor allem dadurch aus, daß der Konzeptgraph symmetrisch aufgebaut wird und Graphmanipulationen wie das Einfügen oder Löschen von Komponenten allenfalls zu minimalen Positionsveränderungen einzelner Knoten führen; diese Eigenschaften sind entscheidend für die Erstellungsphase eines Konzeptgraphen, da sich der Benutzer ansonsten nach fast jeder Modifikation neu orientieren müßte (was ihn dazu verleiten könnte, den Graphen nicht struktur-, sondern darstellungszentriert aufzubauen) und waren der Grund dafür, daß zunächst von einer Verwendung der klassischen Spring-Embedder-Anordnungsalgorithmen abgesehen wurde, bei welchen Knoten als sich abstoßende Magneten und Kanten als verbindende Gummibänder angesehen werden können (vgl. [SM94]).

In diesem Kontext (unabhängig voneinander) unbedingt zu berücksichtigende Problembe-
reiche sind Knotenhäufungen, Überschneidungen von Teilgraphen und ungünstige Knotenanordnungen; CLE bietet hierfür spezielle (kombinierbare) Optionen, um die Positionierung von Knoten und Kanten nach individuellen Wünschen, auch nachträglich, automatisch zu optimieren (siehe Abbildung 2).

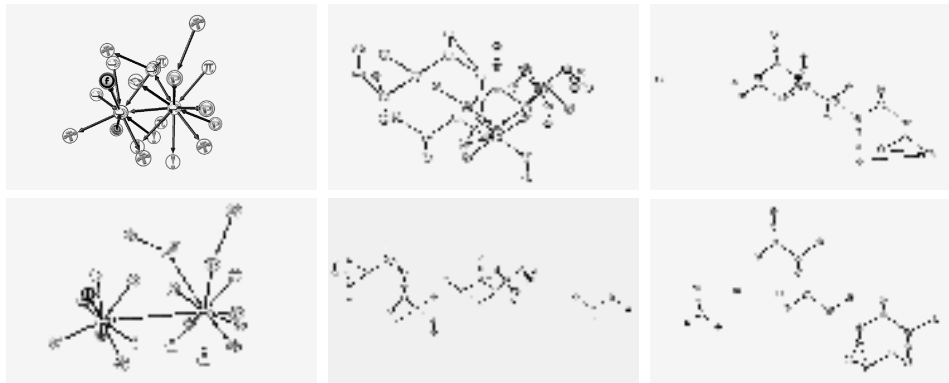


Abbildung 2: Von links nach rechts: Knotenhäufungen, Überschneidungen von Teilgraphen, ungünstige Knotenanordnungen (oben jeweils die Ausgangs-, unten die optimierte Positionierung)

3 Kollaborationsunterstützung in CLE

Auf dem Server wird der gemeinsame Konzeptgraph der Gruppe vorgehalten, welcher in der Konsolidierungsphase von allen Teilnehmern gemeinsam aufgebaut wird, wobei zu jedem Zeitpunkt immer nur ein Teilnehmer den Graphen manipulieren darf; hierfür verfügt der CLE-Server über ein Session-Management, welches eine Rollensteuerung beinhaltet. Jeder Teilnehmer kann abwechselnd die Rolle des Diskussionsleiters anfordern, welcher als einziger Veränderungen am gemeinsam erarbeiteten Graphen vornehmen kann; diese werden über den Server an alle anderen Clients weitergeleitet.

Dem Umstand, daß sich ein Konsolidierungs-Prozeß bei großen Teilnehmergruppen in der Regel sehr zeitintensiv gestalten kann, entsprang das Bedürfnis nach einer technischen Hilfestellung in Form eines automatisierten Vergleichsverfahrens. Hierfür ist es erforderlich, ein Ähnlichkeitsmaß für Konzeptgraphen zu definieren, das den Betrachtern einen Anhaltspunkt darüber geben soll, welche Repräsentationen untereinander ein (vergleichsweise) geringeres Abgleichungsbedürfnis haben, um mit einer hierdurch geförderten Gruppierung die Diskussion präziser auszurichten.

Ein erster Ansatzpunkt für eine entsprechende Metrik ist die Erkenntnis, daß Graphen als um so ähnlicher empfunden werden, je größer die ihnen gemeinsamen Teilstrukturen sind [Voß94], wobei im vorliegenden Fall jedoch zusätzlich die Semantik der Knoten und Kanten berücksichtigt werden muß. Zwar repräsentieren die in den Tabellen aufgelisteten Typen abstrakte Konzepte zur Darstellung möglichst vieler Sachverhalte in wissenschaftlichen Texten, welche weitgehend bedeutungsverschieden sind (dies ist erforderlich, damit verschiedene Sichtweisen auf den Textinhalt nicht aufgrund synonymen Typen entstehen können); dennoch sind diese nicht in jedem Fall eindeutig trennbar: So ist beispielsweise nicht klar, ob eine kritische Hinterfragung als „Kritik“ oder „Frage“ zu modellieren ist (was andererseits den Vorteil hat, daß die Diskussion über Modellierungsregeln innerhalb einer Gruppe wiederum eine genauere Auseinandersetzung mit den Texten erzwingt).

Aufgrund der Tatsache, daß sich die semantische Ähnlichkeit zweier Graphobjekte nur schwer bewerten läßt, wurden Ähnlichkeitskoeffizienten aufgestellt, welche auf einer lexikographischen Merkmalsanalyse der untersuchten Begriffe basieren und im Rahmen einer Evaluation durch studentische Arbeitsgruppen verifiziert werden konnten. Daneben nutzt das implementierte Vergleichsverfahren insbesondere den Umstand aus, daß sich die Knoten mit einzelnen Textabschnitten verknüpfen lassen; überlappende Markierungen dienen hierbei als Hinweis auf mögliche Korrelationen.

4 Evaluationsergebnisse

Im Sommersemester 2002 wurde die Lernumgebung im Rahmen eines Informatik-Seminars mit Studenten evaluiert. Die Anzahl der Teilnehmer wurde gering gehalten, da der CLE-Prototyp einerseits nicht robust genug für große Gruppen erschien und die Experimente andererseits in enger Zusammenarbeit zwischen den Studenten und Programm-Entwicklern ablaufen sollten, um nach Möglichkeit zeitnah auf Kritiken reagieren und die Auswirkungen von Änderungen noch während des Seminars beurteilen zu können.

Insgesamt wurden 45 Wissensgraphen (sowohl Einzel- als auch Gruppengraphen) erstellt, diskutiert und unter verschiedenen Kriterien ausführlich analysiert, wobei viele wertvolle Verbesserungen des Prototypen angeregt wurden. Im nachfolgenden werden die wichtigsten Ergebnisse der Experimente und ihre Evaluation unter den Kategorien Definition von Knoten- und Kantentypen, benutzerschnittstellenbezogene Aspekte und Angemessenheit der verwendeten konstruktivistischen Lernmethode zusammengefaßt.

Die Begrenzung der Knoten- und Kantenmengen führten trotz der als sehr flexibel empfundenen dreidimensionalen Graphenstruktur zu einem Abbildungsproblem, insbesondere zu Beginn des Seminars, und zwang alle Teilnehmer, bestimmte Textpassagen wiederholt zu lesen, und sicherzustellen, daß die graphischen Repräsentationen die Aussagen der Texte semantisch korrekt wiedergaben. Je vertrauter die Studenten mit den Knoten- und Kantentypen wurden, um so stärker empfanden sie die Auswirkungen des wiederholten Umformulierens und Neuabbildens auf das Lernen und das Textverständnis jedoch als positiv.

Die dreidimensionale Darstellung wurde insbesondere während der Präsentationen als vorteilhaft bewertet, jedoch erwies sich der Vergleich zweier Graphen erwartungsgemäß immer noch als schwer; sogar mit dem Wissen über den zugrundeliegenden Text waren intensive zusätzliche mündliche Erläuterungen erforderlich, weil die Studenten verschiedene Ansätze zur Konstruktion von Konzeptgraphen verwendeten: Entweder inhalts- oder themenzentrisch, d.h. entweder text- oder graph-gesteuert. Dies stellt bekanntermaßen eine immense Herausforderung für computergestützte Vergleiche konzeptueller Graphen dar.

Insgesamt wurde die konstruktivistische Methode akzeptiert. Für die Erstellung der Konzeptgraphen wurden den Studenten im Vorfeld absichtlich keine „kanonischen“ Beispiele ausgehändigt, da der „guide-by-the-side“-Strategie der Betreuer der Vorzug gegenüber der „mage-on-the-stage“-Rolle gegeben wurde (vgl. [RP02]); diese Entscheidung wurde durch die gewonnenen Erkenntnisse während des Seminars gestützt.

5 Erweiterung der Funktionalität von CLE

Sowohl die im vorangegangenen Abschnitt aufgeführten Evaluationsergebnisse, als auch aktuelle Tendenzen bei der Infrastruktur-Entwicklung (hier sind insbesondere die Verfügbarkeit preisgünstiger PDAs, Notebooks und mittelfristig auch Tablet-PCs mit hoher Bildschirmauflösung, sowie die aktuellen Forschungsprojekte/Studien „Notebook-University“ und „Campus-WLAN“ zu nennen), welche erhebliche Auswirkungen auf die beobachtete Arbeitsweise haben werden (Stichworte Ubiquitous/Pervasive Computing, Learner’s Workbench), führten zu verschiedenen laufenden Weiterentwicklungen des CLE-Projekts, welche im nachfolgenden kurz skizziert werden.

Eine zentrale Erweiterung stellt die projektierte Berücksichtigung des „Semantic Zooming“-Paradigmas [Ras00] dar (in Form sogenannter „Makroknoten“, die ihrerseits Konzeptgraphen beinhalten können), welches eine hierarchische Navigation innerhalb des Konzeptgraphen erlaubt, was insbesondere auch didaktische Vorteile mit sich bringt: Eine Zusammenfassung des betrachteten Textdokuments läßt sich somit anhand der vorgenannten Makroknoten präsentieren (höhere Abstraktionsebene), einzelne Aspekte können anhand derer Inhalte (niedrigere Abstraktionsebene) weiter vertieft werden. Willkommene Nebeneffekte sind hierbei zusätzliche Freiheitsgrade bzgl. der Graphmodellierung sowie eine (u.U. halbautomatisierte) Anpassung der Visualisierung an die jeweilige Bildschirmauflösung des verwendeten (mobilen) Geräts.

Die zweite bedeutende, jedoch *erheblich* anspruchsvollere und noch im Entwurf befindliche Neuerung ist die semi-automatische Erstellung sogenannter „Lernobjekte“ (allgemein definierbar als kleine, wiederverwendbare Komponenten, welche selektiv ausgewertet werden können, sowohl von der computergestützten Lernumgebung als auch von den Lernern selbst, um individuellen Lern-/Lehr-Anforderungen zu begegnen); problematisch in diesem Zusammenhang ist insbesondere die Rückführung der Arbeitsergebnisse in eine Form, welche es ermöglicht, die erzielten Arbeitsergebnisse anderen Teilnehmern bzw. Gruppen geordnet und zielgerichtet zur Verfügung zu stellen. Schwierigkeiten bei dieser Rücküberführung verlangen nach Methoden der strukturierten Ablage und die Implementierung eines flexiblen Verwaltungssystems zum Management der Inhalte (vgl. [DGZ02]), wie es teilweise in der Arbeitsgruppe (jedoch in einem anderen Zusammenhang) bereits prototypisch umgesetzt wurde (vgl. [Mön02]).

Vordergründiges Ziel ist hierbei vor allem die semi-automatische Protokollierung des Gruppenarbeitsprozesses in Form von Lernobjekten (vgl. den Authoring-Ansatz in [MO02]), was es etwa Nachzülern erlauben würde, diesen zumindest teilweise rechnergestützt nachzuvollziehen, ohne ausschließlich auf „manuelle Erläuterungen“ angewiesen zu sein oder allgemein Synchronisierungsprozesse zwischen Teilgruppen beschleunigen würde: Studentengruppen können sich beispielsweise zwischenzeitlich trennen, den PDA in die Bibliothek mitnehmen – während eine Teilgruppe Vorlesungen hat –, dort zwischenzeitlich Ergänzungen eingeben und diese vor dem Seminar synchronisieren.

In diesem Rahmen wird an der Unterstützung des XTM-Datenformats (XML Topic Maps, vgl.[PH03]) gearbeitet, welches für CLE hervorragend geeignet ist (und umgekehrt – CLE kann quasi als XTM-Referenzapplikation fungieren); der Verwendung dieses wichtigen

Standards erlaubt zudem unmittelbar die Weiterverarbeitung der Konzeptgraphen mit zahlreichen existierenden Anwendungen und Einbindung externer Programmbausteine.

Zur weitergehenden Adressierung des eingangs erwähnten Vokabularproblems (bezüglich der Beschriftung von Knoten und Kanten) werden experimentell bekannte Ansätze aus dem Bereich des Information-/Text-Retrievals [BYRN99] adaptiert, speziell Termstatistiken als Grundlage zur Erstellung einer Vorschlags- oder Auswahlliste für vorgenannte Beschriftungen (diese könnten somit direkt von einem Vergleichsalgorithmus berücksichtigt werden); mittelfristig ist weiterhin die automatische Erstellung von textuellen Zusammenfassungen der betrachteten Dokumente (oder einzelnen Abschnitten hieraus) angedacht [Man01], welche unter anderem als Grundlage für (fehlende) Annotationen einzelner Knoten und Kanten dienen könnten.

Eine Architekturänderung (Abkehr von der Client-/Server-Architektur hin zu einer Peer-to-Peer-Plattform) ist der logische Schritt im Zuge der Forderungen nach Beschleunigung von (Kommunikations-)Prozessen, hoher Austauschfähigkeit auch aktueller, dezentral generierter Informationen und damit die Unterstützung von Ad-hoc-Arbeitsgruppen [SFT02], wie sie derzeit in einem Parallelprojekt unserer Arbeitsgruppe untersucht werden (siehe [LMD03]).

Schließlich sind (etwa im Rahmen eines zukünftigen abzuhaltenden Praktikums) derzeit nicht-implementierte Basis-Funktionalitäten nachzurüsten, welche aus Standard-Applikationen bekannt sind (und im Rahmen der Evaluation von den Studenten teilweise vermisst wurden); hierzu zählt neben der copy-and-paste-Unterstützung etwa die Möglichkeit, bestimmte Bereiche des Dokuments oder Graphens farblich zu markieren.

6 Zusammenfassung/Ausblick

Dieser Beitrag stellte die konstruktivistische, kollaborative Lernumgebung CLE vor, welche die Erstellung dreidimensionaler Konzeptgraphen zur Darstellung wissenschaftlicher Artefakte ermöglicht und dabei eine intensive Auseinandersetzung mit den zugrundeliegenden Texten forciert.

Im Rahmen der Evaluation des Systems durch studentische Arbeitsgruppen während eines Seminars wurden die zur Erstellung von Konzeptgraphen verwendete Knoten- und Kantenmengen sowie benutzerschnittstellen-spezifische Aspekte kritisch bewertet. Die dabei gewonnenen Anregungen werden derzeit bei der Erstellung eines neuen, nicht mehr Client-/Server-basierten Prototypen umgesetzt, welcher insbesondere auch die semi-automatische Aufzeichnung und den Austausch wiederverwendbarer Lern- und Informationseinheiten zwischen mehreren Anwender(gruppe)n ermöglichen soll und das „Semantic Zooming“-Paradigma zur hierarchischen Navigation berücksichtigt; ein weiteres wichtiges (längerfristiges) Ziel ist die Integration alternativer Lerntheorien, um verschiedene Typen von Lernenden durch eigenständige Wahl der geeignetsten Lernmethode zu unterstützen.

Literatur

- [BSMD98] Jürgen Berghoff, Josefine Schuhmann, Michael Matthes, und Oswald Drobnik. Communication support for knowledge-intensive services. In P. Kühn und R. Ulrich, Hrsg., *Proceedings of Broadband Communications*, Seiten 195–206. Chapman & Hall, 1998.
- [BYRN99] Ricardo Baeza-Yates und Berthier Ribeiro-Neto. *Modern information retrieval*. Addison Wesley Longman Ltd., 1999.
- [CRD98] Simone Conceição-Runlee und Barbara J. Daley. Constructivist learning theory to web-based course design: An introductory design approach. In G. S. Wood und M. M. Weber, Hrsg., *Proc. 17th Annual Midwest Research-to-Practice Conference in Adult, Continuing, and Community Education*, Seiten 39–44. Ball State University, USA, 1998.
- [DGZ02] Christian Dettlaff-Günther und Hans Christoph Zeidler. Strukturierung der gemeinsamen Informationsbasis – notwendige Voraussetzung und Ergebnis kooperativer Lernprozesse. In *Proceedings GI-Jahrestagung Informatik (LNI 19)*. Köllen-Verlag, 2002.
- [LMD03] Michael Lauer, Michael Matthes, und Oswald Drobnik. ELAN: Konzept einer adaptiven Infrastruktur für Lernumgebungen in Ad-Hoc Netzen. In K. Irmscher und K.-P. Fähnrich, Hrsg., *13. ITG/GI-Fachtagung Kommunikation in Verteilten Systemen (KiVS)*, Seiten 63–69. VDE-Verlag, 2003.
- [Man01] Inderjeet Mani. *Automatic Summarization*. Natural Language Processing Series, Vol. 3. John Benjamins B.V., 2001.
- [MO02] Rainer Müller und Thomas Ottman. *Electronic Note-Taking, Systems, Problems, and their Use at Universities*. In H. H. Adelsberger et al., Hrsg: *Handbook on Information Technologies for Education & Training*, Seiten 121–138. Springer-Verlag, 2002.
- [Mön02] Christian Mönch. *INDIGO: Eine verteilte Infrastruktur für typ- und diensterverweiterbare orthogonale Digitale Bibliotheken*. Dissertation, Fachbereich Informatik, Johann-Wolfgang-Goethe-Universität Frankfurt/Main, 2002.
- [PH03] Jack Park und Sam Hunting, Hrsg. *XML Topic Maps: Creating and Using Topic Maps for the Web*. Pearson Education, Inc., 2003.
- [Ras00] Jef Raskin. *The Humane Interface: New Directions for Designing Interactive Systems*. Addison Wesley Longman, Inc., Reading, MA, 2000.
- [RP02] Jeremy Roschelle und Roy Pea. A walk on the WILD side: How wireless handhelds may change CSCL. In *Proceedings of CSCL*. Lawrence Erlbaum, 2002.
- [SFT02] Detlef Schoder, Kai Fischbach, und René Teichmann, Hrsg. *Peer-to-Peer: Ökonomische, technologische und juristische Perspektiven*. Springer-Verlag, 2002.
- [SM94] Kozo Sugiyama und Kazuo Misue. A simple and unified method for drawing graphs: Magnetic-spring algorithm. In R. Tamassia und I.G. Tollis, Hrsg., *Proceedings of the 1994 DIMACS International Workshop*. Springer-Verlag, 1994.
- [Voß94] Angi Voß, Hrsg. Similarity concepts and retrieval methods. Fabel-Bericht 13, Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung mbH (GMD), Sankt Augustin, 1994.
- [Wan94] Dadong Wan. *CLARE: A computer-supported collaborative learning environment based on the thematic structure of scientific text*. PhD thesis, Department of Information and Computer Sciences, University of Hawaii, 1994.
- [WH02] Martin Wessner und Jörg M. Haake. Workshop CSCL – Kooperatives E-Learning. In *Proceedings GI-Jahrestagung Informatik (LNI 19)*. Köllen-Verlag, 2002.