

Design von Interventionen für lernerzentriertes Analytics

Andreas Harrer

Human-Centered Information Systems, Technische Universität Clausthal

andreas.harrer@tu-clausthal.de

Abstract: In diesem Beitrag diskutieren wir Designprinzipien, die für die Unterstützung von Lernern als Nutzern von Learning Analytics entwickelt wurden und wie diese in kollaborativen Lernumgebungen exemplarisch im Metafora-Projekt realisiert wurden. Wir gehen insbesondere darauf ein, inwiefern sich die Designprinzipien gerade für kollaboratives Lernen eignen und geben auch Ergebnisse aus dem praktischen Einsatz der implementierten Lösungen.

1 Einführung – Pädagogische Interventionen für Learning Analytics

Vielfach wird in den Arbeiten zu Learning Analytics angeführt, dass die durch Analyse erzielten Ergebnisse Lehrern, Forschern und Lernern zugute kommen. Allerdings sind die momentan dominierenden *dashboards* mit einer Vielzahl von statistischen Visualisierungen nur mit entsprechenden Vorkenntnissen geeignet zu interpretieren. Dies mag für Forscher oder in Statistik geschultes Lehrpersonal gelten, für die Lernenden ist dies im allgemeinen nicht voraussetzbar. Darum zweifeln wir an, dass dashboard-artige Visualisierungen Lernern dabei helfen, Analytics-Ergebnisse zu verstehen und für die Regulation ihres Lernverhaltens verwenden können. Wir schließen uns dabei den jüngsten Ausführungen von Alyssa Wise an [Wis14], in denen sie ein spezielles Design für pädagogische Interventionen vorschlägt und Grundprinzipien für dessen Gestaltung entwickelt.

Unter einer *Learning Analytics Intervention* versteht sie den Aktivitätsrahmen durch den Analytic-Werkzeuge, -Daten und -Berichte aufgenommen und benutzt werden. Zu diesem Rahmen gehört Zeitpunkt und Frequenz, Zielgruppe des Analytics, Fragestellungen, die damit beantwortet werden und wie Analytics mit den anderen Lern- und Lehraktivitäten verknüpft wird. Folgende Designprinzipien für die Gestaltung von Learning Analytics Interventionen finden sich dort [Wis14]:

Das Prinzip der **Integration** (integration) besagt, dass die Nutzung von Analytics integraler Bestandteil der Lernaktivität mitsamt Zielen, pädagogischem Zweck und Interpretation im Kontext sein soll. Wir verschärfen diese Forderung [ISP⁺13] sogar noch im Sinne einer direkten Einbettung [WZH13] und Verknüpfung des Analytics mit der Lernumgebung bzw. im Falle einer Multi-Tool- Lernumgebung den jeweiligen Lernwerkzeugen in deren Rahmen bzw. auf deren Daten Analytics durchgeführt wurde. Die direkte Zurückspiegelung in die betreffende(n) Lernumgebung(en) ermöglicht eine direkte Assoziation und Kontextualisierung der Intervention.

Das Prinzip der **Initiative** (agency) zielt darauf ab, dass LA Interventionen die Entwick-

lung und Selbst-Regulation der Lerner fördern statt sie abzulenken. LA soll also als Tool zur Ermächtigung nicht als Zwang oder Kontrolle zur Nutzung dienen. Teilprozesse des selbst-regulierten Handelns [Zim00], die unterstützt werden können sind das Setzen von Zielen und die Reflektion.

Das Prinzip des **Bezugsrahmens** (reference frame) postuliert einen Vergleichspunkt auf den sich Lerner orientieren können wenn sie Analytics nutzen. Als Bezugsrahmen können vom Lehrer vorgegebene Aktivitätsmuster und Erwartungen dienen, ebenso wie die eigenen Aktivitäten des Lerners als relativer Vergleichsmaßstab. In kollaborativen Szenarien können auch andere Lerner bzw. andere Lerngruppen als Bezugsrahmen herangezogen werden. Im Bereich des kollaborativen Lernens lassen sich Informationen der awareness über andere Lerner innerhalb eines gemeinsamen Kontexts als Instrumente zur Schaffung eines Bezugsrahmens einordnen [ISP⁺13].

Das Prinzip des **Dialogs** (dialogue) erzeugt einen Raum für Verhandlung und Diskussion um die Interpretation von Analytics. Hier dienen die Informationen als Reflektions- und Dialogwerkzeug zwischen Lehrer und Lerner, schafft also einen Machtausgleich gegenüber dem dominierenden Szenarium des Lehrers, der Daten über die Lernenden sammelt und monopolisiert. Eine weitere Variante dieses Prinzips in kollaborativen Szenarien schafft die Möglichkeit des Dialogs zwischen mehreren Lernern, insbesondere zur Reflektion innerhalb einer Gruppe oder zur gruppenübergreifenden Zusammenarbeit.

Da das Projekt Metafora¹ die Unterstützung von Schülern beim selbst-regulierten Lernen in mathematisch-naturwissenschaftlichen Szenarien mit Planungsaktivitäten zum Ziel hat, haben wir beim Design der web-basierten Lernumgebung diesen Prinzipien Rechnung getragen. Im Weiteren möchten wir die Features zur Unterstützung von Learning Analytics, Feedback und Awareness vorstellen und im Bezug zu den Prinzipien diskutieren.

2 Gestaltung von Analytics, Feedback und Awareness in Metafora

In Metafora wurden sowohl ein pädagogischer Ansatz als auch eine technische Plattform für web-gestütztes Lernen entwickelt. Dabei wurden verschiedene Lernansätze miteinander kombiniert, nämlich Konstruktivismus mit kollaborativem Lernen, resultierend in einem Ansatz, den wir *Lernen gemeinsam zu lernen* (engl. *learning to learn together L2L2*) [DMM⁺13] nennen. Konstruktivismus [HP91] basiert auf einer aktiven Rolle des Lerners, der sich selbst Wissen (re-)konstruiert statt es vom Lehrer übermittelt zu bekommen. Gruppenlernen unterstützt durch Computersysteme (engl. Computer-supported Collaborative Learning CSCL²) ist eine weitere Gestaltungsmöglichkeit, um Lerner in eine aktivere Rolle während des Lernens zu bringen, indem Argumentation, Verhandlungen, Planung und diverse strategische Fertigkeiten zum Management oder Problemlösung stimuliert werden. Metafora bringt innerhalb dieser pädagogischen Ansätze eine Anzahl von

¹Das Projekt Metafora wurde durch die Europäische Union finanziert im Rahmen des Themas Information and Communication Technologies (ICT) im siebten Rahmenprogramm für Forschung und Entwicklung (FP7), Vertragsnummer 257872, <http://www.metafora-project.org/>. Es steht quelloffen zur Verfügung ebenso wie ein Server zur freien akademischen und schulischen Nutzung.

²URL zur etablierten Konferenz dieses Themas: <http://www.isls.org/cscl.html>

Lernumgebungen für mathematisch-naturwissenschaftliche Inhalte in einem Rahmensystem für kollaboratives und selbstreguliertes Lernen zusammen. Zu diesen Lernwerkzeugen gehören sogenannte Mikrowelten für Physik und Mathematik, Lernspiele im Bereich der Nachhaltigkeit und Ballistik, sowie Editoren für die Konstruktion mathematischer Muster und algebraischer Gleichungen. Diese werden kombiniert eingesetzt mit den allgemeineren Funktionalitäten des Metafora-Systems zur Planung von Lernaktivitäten, Gruppenchat und der LASAD Diskussionsumgebung[Lol12].

Das Planungs-Werkzeug (engl. *Planning Tool*) stellt das Kernstück der selbst-organisierten Lernprozesse dar. Mit ihm sollen die Schüler das eigene Vorgehen, Aufgabenteilungen, verwendete Ressourcen usw. organisieren, was mit einer sogenannten visuellen Sprache [BS08] geschieht. Die visuelle Sprache setzt sich aus Elementen zusammen, die durch Karten repräsentiert werden und in Kategorien eingeteilt sind wie beispielsweise Standpunkte, Prozesse, Rollen oder Ressourcen. Diese Karten können mit Pfeilen in ihrer Reihenfolge und Abhängigkeit verbunden werden. Durch einen Drag & Drop Mechanismus können neue Elemente in einem Plan erzeugt, verändert oder gelöscht werden. Abbildung 1 zeigt einen Beispielpfad mit einem Aktivitätsfluss, Unterprozessen und Ressourcenkarten, die Arbeitsbereiche in Lernwerkzeugen repräsentieren.

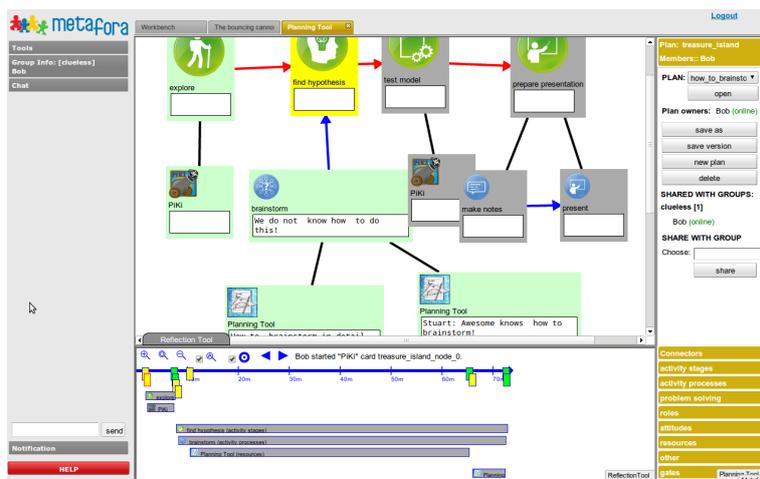


Abbildung 1: Planungswerkzeug mit einem Lernprozess und eingebettetem Reflektionswerkzeug

Die in Metafora integrierten Lernwerkzeuge können durch den Plan organisiert und direkt betreten werden. Einzelne Lernaktivitäten aus dem Plan können in der Diskussionsumgebung LASAD diskutiert, oder im Gruppenchat geteilt werden, um kollaborativ das gemeinsame Vorgehen abzustimmen. Der Arbeitsfortschritt im Lernprozess kann von den Schülern selbst bewertet werden, indem angefangene Aktivitäten gelb gefärbt werden und abgeschlossene grün. Dies ermöglicht allen Gruppenmitgliedern – ähnlich wie in Projektmanagementwerkzeugen – einen Überblick über das bisher Erreichte (process awareness).

Neben der Nutzung der kollaborativen Lernwerkzeuge und des nahtlosen Übergangs zwi-

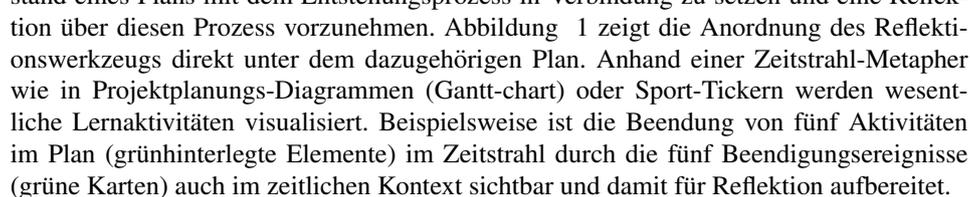
schen diesen, soll das Metaforasystem zusätzlich in der Lage sein, Feedbacknachrichten zu generieren, die es den Schülern erleichtern, ihre Lernprozesse zu regulieren und auch innerhalb der Domänen ihre Aufgaben besser zu lösen. Weiterhin sollen Forscher die Möglichkeit haben, Informationen über spezifische *L2L2*-Verhalten zu analysieren, die sich beim Benutzen des Systems zeigen und dieses Verhalten mit der Qualität der Lernergebnisse und Lernprozesse in Verbindung setzen. Intelligentes *Feedback* für ein so komplexes System wie *Metafora* ist allerdings eine große Herausforderung, da weder eine geschlossene Lerndomäne existiert, noch die Menge an Lernwerkzeugen prinzipiell eingeschränkt ist. Deshalb war es unser Ziel in *Metafora*, eine flexible Architektur anzubieten, in der verschiedene Analysekomponenten durch Kombination, Aggregation und zusammengeführte Interpretation zu einer integrierten domänen-unabhängigen Analyse über die einzelnen Lernwerkzeuge hinweg verbunden werden können. Diese Architektur stellten wir in [HPL⁺13] vor, ebenso wie die konkreten Analyse-Agenten PlaTO und ConAn [HH13], die als lose gekoppelte Analytics-Komponenten an die Architektur angeschlossen wurden. In den folgenden Abschnitten werden wir nun auf die Gestaltung der Systemfunktionalität eingehen, die sich unmittelbar mit Learning Analytics Interventionen gemäß der eingangs eingeführten vier Designprinzipien beschäftigen.

2.1 Gestaltungsformen eingebetteter Visualisierungen

Wie bereits in [ISP⁺13] beschrieben, halten wir direkt in die Lernumgebung eingebettete Repräsentationen für einen vielversprechenderen Ansatz für die Visualisierung von Learning Analytics-Resultaten als die momentan vorherrschende *dashboard* Metapher.

In den *Breaking News* werden neueste Lernaktivitäten und Analyseergebnisse der Künstlichen Intelligenz des *Metafora*-Systems aufgelistet, die Schüler bei ihren Lernprozessen unterstützen. Dies sind beispielsweise das Veröffentlichen von Lernobjekten aus einem Lern-Werkzeug in der Diskussionsumgebung, oder das Beenden eines Lernprozesses.

Bezogen auf die Designprinzipien stellt die Implementierung der *Breaking News* in die *Metafora*-Plattform eine eingebette / integrierte Intervention dar. Die Rezeption der Analyseergebnisse erfolgt auf Eigeninitiative der Lerner. Die dargestellten Informationen liefern als Bezugsrahmen für die Interpretation den eigenen Lernprozess und auch die wesentlichen Lernereignisse in anderen Gruppen, ermöglichen also auch einen Vergleich.

Ebenso bietet das eingebette *Reflektionswerkzeug* eine Möglichkeit an, den momentan Zustand eines Plans mit dem Entstehungsprozess in Verbindung zu setzen und eine Reflexion über diesen Prozess vorzunehmen.  Abbildung 1 zeigt die Anordnung des Reflektionswerkzeugs direkt unter dem dazugehörigen Plan. Anhand einer Zeitstrahl-Metapher wie in Projektplanungs-Diagrammen (Gantt-chart) oder Sport-Tickern werden wesentliche Lernaktivitäten visualisiert. Beispielsweise ist die Beendigung von fünf Aktivitäten im Plan (grün hinterlegte Elemente) im Zeitstrahl durch die fünf Beendigungsereignisse (grüne Karten) auch im zeitlichen Kontext sichtbar und damit für Reflexion aufbereitet.

Durch unsere Design-Entscheidung der direkten Einbettung und optischen Gegenüberstellung des Prozesses mit dem Artefakt haben wir uns für den höchsten Grad der Integration

entschieden. Das Reflektionswerkzeug wird auf Initiative des Benutzers hin eingeblendet, könnte im Prinzip aber auch zu bestimmten (auch geskripteten) Zeitpunkten empfohlen werden, was von den Pädagogen im Projekt auch so für Szenarien vorgesehen ist. Als Bezugsrahmen dienen der eigene Prozess und die Aktivitäten der eigenen Gruppe.

2.2 Gestaltungsformen direkter Intervention – Benachrichtigungen

Die Metafora-Plattform stellt verschiedene Kategorien visueller Gestaltung von Nachrichten bereit, die dem jeweiligen Kontext gemäß variiert werden können. Diese Nachrichten können durch eine wohldefinierte API sowohl durch Analysekomponenten als auch durch menschliche Akteure genutzt werden. Wir definierten drei unterschiedliche Formen für Feedback, die nach dem Grad der Dringlichkeit und Aufdringlichkeit differenziert sind:

1. NIF – Non Interruptive Feedback: Es werden visuelle Hinweise gegeben, dass neue Nachrichten abgeholt werden können im Nachrichtenbereich, aber der Nutzer wird nicht eingeschränkt oder unterbrochen in seinen aktuellen Tätigkeiten.
2. LIF – Low Interruptive Feedback: Der Nutzer erhält eine Nachricht in Form einer kleinen und temporären Pop-Up-Nachricht am Bildschirmrand, die keine weiteren Aktionen von Nutzerseite erfordert.
3. HIF – High Interruptive Feedback: Der Nutzer erhält eine Nachricht in Form eines modalen Dialogs in der Mitte des Bildschirms, die aktiv bestätigt werden muss, um fortfahren zu können.

Abbildung 2 zeigt die verschiedenen Formate direkter Interventionen auf: In der Bildmitte findet sich das High Interruptive Feedback, unten rechts das Low Interruptive Feedback und der linke Seitenbalken den Nachrichtenbereich, in dem die Historie aller drei Sorten von feedback angezeigt wird. In diesem Nachrichtenbereich sind die verschiedenen Sorten durch Farbcodes unterscheidbar: HIF als dringliche Nachrichten rot hervorgehoben, LIF als zu beachtende Nachrichten gelb und NIF als unaufdringliche Nachrichten in grün.

Zur Evaluation der Wahrnehmung dieser Sorten von Feedback führten wir gemeinsam mit der INKA-Arbeitsgruppe der FH Dortmund ³ eine Eyetracking-Studie durch, in der kontrolliert die diversen Sorten an die Dyaden von Probanden gesendet wurden. Unsere Auswertung ergab, dass sowohl HIF als auch LIF von allen Probanden wahrgenommen wurden, wohingegen die proaktive Inspektion des NIF durch unsere Awareness-Hinweise unterstützt wird. Während die Experimentgruppe mit dem vollen Awareness-System das NIF im Nachrichtenbereich inspizierte, nahm die Kontrollgruppe ohne die zusätzlichen Awareness-Hinweise die bereitstehenden NIF überhaupt nicht wahr. Genauere Details zur Auswertung finden sich in [HKL14].

Bezogen auf die Grundprinzipien für Design von Interventionen ordnen wir die Feedback-Sorten als in die Lernumgebung integriert und mit system-seitiger Initiative bei auf Analy-

³<http://www.inka.fh-dortmund.de>

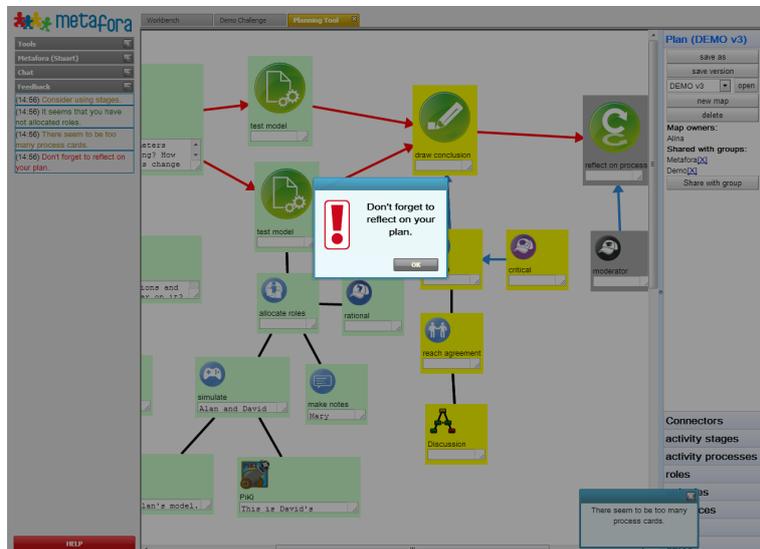


Abbildung 2: Verschiedene Formen der Intervention

tics basierendem Feedback ein. Die Nutzung derselben Feedback-Sorten durch Lerner und Lehrer diskutieren wir im noch folgenden Abschnitt zur Gestaltung von Dialogen.

2.3 Gestaltungsformen von Dialog - Nachrichten und Hilfedialog

Wenn Nutzer beim Reflektieren der Meldungen in den *Breaking News* Sachverhalte besonderer Wichtigkeit bemerken, haben sie durch eine in die Plattform integrierte Funktion, die Möglichkeit Adressaten innerhalb des *Metafora*-Systems eine Feedback-Nachricht zu senden. Diese Nachricht kann dabei mit verschiedenen Graden an Wichtigkeit gesetzt werden. In Abbildung 3 ist der Nachrichtendialog samt der durch ihn erzeugten Nachrichten unterschiedlicher Dringlichkeit (hier HIF und LIF) zu sehen. Die Nutzung der Nachrichtenversendung in *Metafora* wurde in kleinen empirischen Studien unserer englischen und israelischen Projektpartner untersucht und als wirkungsvoll evaluiert, insbesondere auch in der Situation von Lehramtsstudierenden, die sich wechselseitig in der Rolle als Lehrende und Lernende betätigten.

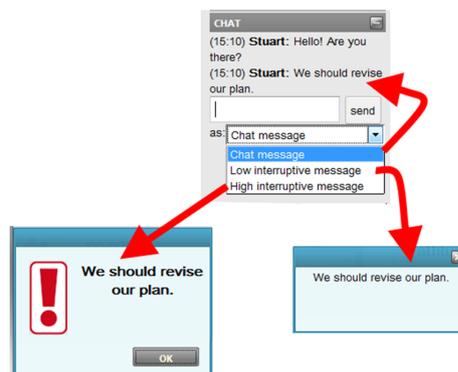


Abbildung 3: Dialog durch Nachrichtensenden

Unsere Gestaltung des Nachrichtensendens spiegelt neben der Integration in die Lernumgebung vor allem die Facette des Prinzips Dialog wider, weil hier allen Beteiligten im Lernprozess ein zielgerichteter Dialog über konventionelles Chatten hinaus gegeben wird. Eine Beispielsituation für die Nutzung ist, dass ein Lerner die Mitglieder seiner Lerngruppe und den Lehrer darauf aufmerksam macht, zum Planning Tool zu wechseln, um über den bis dahin erstellten Plan zu reflektieren.

Ein weiteres System-Feature zur Dialogunterstützung ist die Hilfe, die automatisch durch das System kontextualisiert wird, in dem die verschiedenen aktiven Werkzeuge zur genaueren Beschreibung des Problem, für das Hilfe angefordert wird, angeboten werden. Ebenso bietet der Hilfe-Dialog (siehe Abbildung 4) die Möglichkeit an, den Kreis der Adressaten zu bestimmen, die von der Hilfeanfrage erfahren sollen: entweder kann die eigene Lerngruppe gezielt informiert werden oder unspezifisch an den weiteren Umkreis der Systemnutzer; in diesem Fall würde die Hilfeanfrage auch in den Breaking News von eingeloggten Nutzern angezeigt werden, was eine gruppenübergreifende Interaktionsmöglichkeit erzeugt.

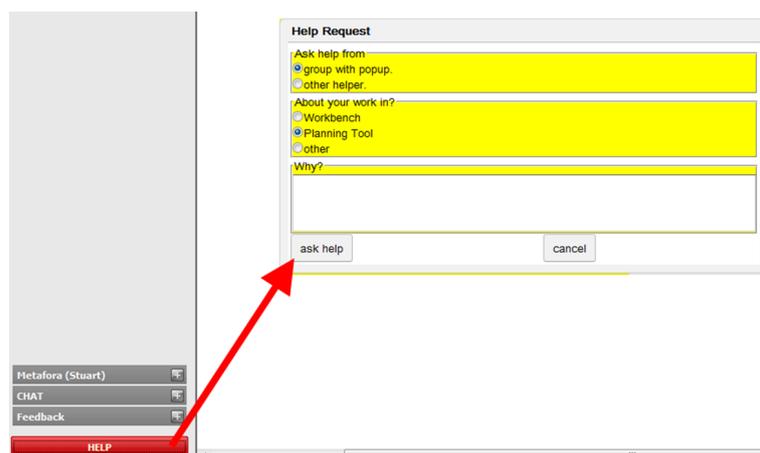


Abbildung 4: Dialog durch Hilfesuche

Die Hilfe-Funktion steht hauptsächlich im Fokus des Designprinzips Dialog, allerdings sind auch weitere Prinzipien berücksichtigt: zum einen wird die Initiative zum aktiven Hilfesuchen unterstützt (help seeking behaviour als wesentliche Sozialkompetenz) zum anderen wird als Bezugsrahmen die aktuelle Situation vom System zur Reflektion über die Art der benötigten Hilfe bereitgestellt. Durch die Einbettung als immer sichtbare Komponente ist auch der Integration Rechnung getragen.

3 Zusammenfassung und Ausblick

In diesem Artikel haben wir diskutiert, inwiefern das Metafora-Projekt die Designprinzipien für ein lerner-zentriertes Learning Analytics nach [Wis14] berücksichtigt und welche Erfahrungen wir mit diesen Prinzipien sammelten. Besonders hervorheben möchten wir die Wichtigkeit des Designprinzips Integration, also der Verknüpfung von Analytics mit dem Lernprozess, das im Metafora-System durch eine direkte Einbettung in die Lernumgebung realisiert wurde. Gerade in kollaborativen Systemen bietet sich auch an, das Prinzip des Dialogs der Beteiligten am Lehr-/Lernprozess besonders zu berücksichtigen. Wir planen in Folgearbeiten schrittweise einen Vergleich zwischen dashboard-artigen Systemen mit eingebetteten Analytics-Funktionen vorzunehmen, z.B. durch Austauschen unseres Ansatzes durch ein externes dashboard-artiges Werkzeug und experimenteller Prüfung.

Literatur

- [BS08] L. Botturi und S. T. Stubbs. *Handbook of Visual Languages for Instructional Design: Theories and Practices*, 2008.
- [DMM⁺13] T. Dragon, M. Mavrikis, B.M. McLaren, A. Harrer, C. Kynigos, R. Wegerif und Y. Yang. Metafora: A Web-based Platform for Learning to Learn Together in Science and Mathematics. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, Preprint(99):1, 2013.
- [HH13] V. Herbst und A. Harrer. Ermittlung von Kollaboration und take-up in Lernszenarien durch autonome Agenten. *Proc. Workshops DeLFI 2013*, Seiten 151–156, Logos.
- [HKL14] A. Harrer, A. Kienle und A. Lingnau. MeET US – An eyetracking study to evaluate awareness functionality in the CSCL system Metafora. In *IEEE ICALT 2014*, Los Alamitos, CA., to appear July 2014. IEEE Computer Society.
- [HP91] I. Harel und S. Papert, Hrsg. *Constructionism*. Ablex Publishing, Norwood, NJ, 1991.
- [HPL⁺13] A. Harrer, K. Pfahler, A. Lingnau, V. Herbst, N. Sattes und T. Irgang. Kollaboratives Planen und Lernen mit der web-basierten Lernplattform Metafora. In A. Breiter, C. Rensing, Hrsg., *DeLFI 2013*, P-218 *Lecture Notes in Informatics*, Seiten 191–202.
- [ISP⁺13] T. Irgang, N. Sattes, K. Pfahler, A. Lingnau und A. Harrer. Reflektionsunterstützung im Metafora System durch eingebettete Learning Analytics Werkzeuge. *Proc. Workshops DeLFI 2013*, Seiten 145–150, Logos.
- [Lol12] F. Loll. *Domain-Independent Support for Computer-based Education of Argumentation Skills*. Dissertation, Technical University Clausthal-Zellerfeld, 2012.
- [Wis14] A. F. Wise. Designing pedagogical interventions to support student use of learning analytics. In *LAK*, Seiten 203–211, 2014.
- [WZH13] A. F. Wise, Y. Zhao und S. N. Hausknecht. Learning analytics for online discussions: a pedagogical model for intervention with embedded and extracted analytics. In *LAK 2013 – Learning Analytics and Knowledge*, Seiten 48–56, 2013.
- [Zim00] B. J. Zimmerman. Attaining self-regulation : a social cognitive perspective. In M. Boekaerts, M. Zeidner. P. Pintrich, Hrsg., *Handbook of self-regulation*, Seiten 13–39. Elsevier Academic Press, Berlin, 2000.