

---

**Andreas Harrer, Sam Zeini, Niels Pinkwart,  
Lars Bollen, Ulrich Hoppe:  
Die Nutzung elektronischer Kommunikationsmittel in  
webunterstützten Lehrveranstaltungen**

*In der heutigen Lehrpraxis hat sich die Unterstützung durch webbasierte Umgebungen etabliert. Dieser Artikel berichtet über Erfahrungen bei der Unterstützung einer Präsenzlehrveranstaltung durch eine solche Umgebung. Bei der empirischen Auswertung und Analyse dieser Erfahrungen werden sowohl qualitative als auch quantitative Methoden angewandt, um Kommunikationsmuster in dem heterogenen Szenario (Präsenz und Web) zu ermitteln. Insbesondere werden auch Verfahren der sozialen Netzwerkanalyse eingesetzt.*

## **1 Einleitung**

In der heutigen Praxis im Bereich der Lehre (insbesondere der Hochschullehre) sind webbasierte Umgebungen ein etabliertes Mittel zur Begleitung von Lehrveranstaltungen. Gegenüber anderen computerbasierten Methoden haben webbasierte Anwendungen einige praktische Vorteile: sie erfordern im Normalfall keine Softwareinstallationen durch den Benutzer und viele Studierende haben bereits umfangreiche Erfahrungen im Umgang mit dem WWW.

Es gibt eine ganze Reihe von Varianten, wie das Internet in Lehr/Lernkontexten genutzt wird. Ein verbreiteter Ansatz besteht darin, Webseiten als mehr oder weniger statische Informationsquelle zu verwenden, etwa den Studierenden Kursunterlagen zur Verfügung zu stellen. Webbasierte intelligente Tutorensysteme [KK94, BSW96, KLYP03] sind ein anderer Ansatz, bei dem das System eher die Rolle des Lehrenden als des Lieferanten des Lehrmaterials übernimmt. Eine Reihe von webbasierten Umgebungen wie z. B. FLE3 [DCM03] versuchen, soziale Dimensionen zu berücksichtigen, und stellen Kommunikations- und Kollaborationsmittel als zentrale Dienste des Systems heraus. Diese können verschiedene Formen

annehmen, von „einfachen“ Diskussionsforen bis hin zu konstruktivistisch orientierten Tools wie SDR [Mad03] oder KnowledgeForum – letzteres entstand aus der bekannten CSILE Umgebung [Sca04].

Zusätzlich zu den genannten funktionalen Unterschieden ist auch der Verwendungskontext ein stark variierender Faktor: einige Systeme sind auf die Fernlehre zugeschnitten (sicherlich ein nahe liegender Zweck für webbasierte Systeme), andere sind eher für die Unterstützung von Präsenzveranstaltungen gedacht. Eine weitere Dimension des Benutzungskontextes ist die Größe der Lerngruppe, die von sehr kleinen Gruppen (oder sogar Einzelpersonen) bis hin zu sehr großen Gruppen mit ihren speziellen Anforderungen [Kim00, GB03] reichen kann. Andere in den Kontext eingehende Faktoren beinhalten den Kurstyp (z. B. Vorlesung, Übung oder Seminar) sowie Parameter der Studierenden.

Offensichtlich hat der skizzierte Kontext einen Einfluss auf die Eignung von webbasierten Umgebungen zur Unterstützung der Lehrveranstaltung. So spielt etwa die Gruppengröße eine entscheidende Rolle für das Interaktionspotenzial. Auch der Unterschied zwischen Fern- und Präsenzveranstaltungen ist essentiell: Typischerweise sollen in ersterem Fall die webbasierten Umgebungen zumindest teilweise einen Ersatz für die fehlende face-to-face Kommunikation bieten. Aus diesem Grund werden webbasierte Unterstützungssysteme hier oft eher als *Lernumgebung* im engeren Sinne verstanden, wohingegen Anwendungen zur Unterstützung von Präsenzveranstaltungen zumeist eine Funktion als *Teil der Lernumgebung* haben.

Die Unterstützung von Präsenzveranstaltungen in der Hochschullehre mittels webbasierter Systeme ist ein typisches Beispiel für „blended learning“ [SSB04]: zumeist wird die Vorlesung traditionell gehalten, jedoch werden eine Menge von begleitenden Aktionen über ein webbasiertes System realisiert. Praktische Gründe sind hier oft ein Mangel an Zeit oder Personal. Zusätzlich sprechen eine Reihe anderer Aspekte für diese Art der Begleitung der Vorlesung: permanente Verfügbarkeit des Systems, leicht integrierbare Kommunikationsmittel und gut zu verwaltende Ressourcensammlungen seien hier als Beispiele genannt.

In [PHLV05] wird das iPAL-System (internet Portal to Augment Learning) und dessen Verwendung in einem „blended learning“ Szenario vorgestellt. Der Artikel beinhaltet weiterhin eine Analyse der Beziehung zwischen aktiver Nutzung des in iPAL enthaltenen Forums und der Noten der Studierenden. Hier wurde eine positive Korrelation beobachtet. Ein Detailergebnis dieser Studie war, dass eine überdurchschnittliche Forennutzung oft mit einer guten Klausurleistung einhergeht.

Diese Analysen lassen jedoch noch einige Fragen offen. Um die Beziehungen zwischen der Nutzung des webbasierten Systems und dem Lernergebnis wirklich verstehen zu können, reichen die verwendeten Methoden (Zählung der Forenbeiträge) bei weitem nicht aus. Vertiefte, auf die Kommunikationsprozesse und deren Ergebnisse, konzentrierte Studien sind hier notwendig. Hierzu reichten allerdings die Analysedaten, welche die ersten iPAL Versionen zur Verfügung stellten, nicht aus.

Aufbauend auf den Ergebnissen der zitierten Studie wurde das iPAL-System erweitert, so dass eine feinere Datenanalyse (z. B. mit Mitteln der sozialen Netzwerkanalyse) nun möglich ist. Im folgenden beschreiben wir kurz das erweiterte iPAL-System mitsamt seines Verwendungskontexts, und diskutieren nachfolgend einige der Evaluationsergebnisse.

## **2 Die Lernumgebung – Vorlesung und webbasierte Unterstützung**

Die Lehrveranstaltung, die wir in diesem Artikel näher betrachten, war die Vorlesung „Software“, die im Sommersemester 2004 an der Universität Duisburg-Essen gehalten wurde. Sie wird hauptsächlich von Studierenden im zweiten Studienjahr Informatik gehört. Zusammen mit begleitenden Übungen bildet die Vorlesung den Präsenzanteil der Veranstaltung. Zusätzlich reicherten wir diese mit einem Unterstützungssystem an, das aus einem Web-Portal mit integrierten Kommunikationsfunktionen besteht.

## 2.1 Web-Portal iPal

Als Ausgangspunkt wählten wir die Plattform iPal [PHLV05], basierend auf der frei erhältlichen Postnuke-Plattform mit den Grundfunktionen eines Web-Portals, wie Benutzerverwaltung, Umfragen, Nachrichtenfunktion usw. Um Diskussion und Meinungsaustausch anzuregen, fügten wir frei erhältliche Erweiterungen, wie ein Diskussionsforum und ein Upload/Download Modul hinzu. Um Präsenzanteil und netzbasierte Unterstützung stärker miteinander zu integrieren, entwickelten wir ein Modul zum automatischen Upload der digitalen Vorlesungsmitschriften [BPKH03] in das Portal. In der neuesten Version kann dies automatisch aus dem Vorlesungssaal geschehen. Wir implementierten weiterhin Verwaltungsmodule für Übungsgruppeneinteilung und die elektronische Abgabe von Testaten und Übungsaufgaben. Diese Umgebung kam im vorangegangenen Semester zum Einsatz und wurde in [PHLV05] beschrieben, sowie erste Ergebnisse der Nutzung des Systems diskutiert.

Basierend auf Rückmeldung der Studierenden und eigenen Beobachtungen erweiterten und verfeinerten wir die Lernunterstützungsumgebung für das genannte Semester: Einerseits verbesserten wir die Integration von digitalen Tafelbildern, die durch Verwendung stiftbasierter Eingabetechniken in der Vorlesung entstehen. So können Studierende Tafelbilder direkt kommentieren und annotieren oder bestimmte Tafelbilder mit dem Diskussionsforum verknüpfen. Andererseits fanden wir heraus, dass gängige Diskussionsforen mit flacher Struktur der Diskussionsfäden („threads“) nicht geeignet sind, den Diskussionsverlauf von seiner Struktur, z. B. Frage-/Antwortschemata, zu repräsentieren, weil die Information, wer auf wen antwortet, im flachen Faden verloren geht. Um diese Diskussionsstruktur in Detail untersuchen zu können (mit Hilfe sozialer Netzwerkanalyse, siehe Abschnitt 2.5), erweiterten wir das bestehende Modul für das Diskussionsforum entsprechend unserer Anforderungen: Das neue Diskussionsforum repräsentiert intern baumartige Diskussionsfäden, d. h. Postings werden immer bezüglich eines konkreten Beitrags, nicht global zu einem Topic erstellt. Damit werden alle Informationen zu einer detaillierten Strukturanalyse bewahrt; aus Benutzersicht wird das gewohnte Erscheinungsbild eines Forums beibehalten, d. h. ein flacher

Diskussionsfaden ergänzt um Referenzen auf das Posting auf das sich das aktuelle Posting bezieht.

Die Prüfungen wurden in einer Mischung von vierwöchigen Projekten in Kleingruppen (3 – 5 Studierende) und mündlichen Prüfungen nach der Projektabgabe abgenommen. Um die Kleingruppen bei der Projektbearbeitung zu unterstützen, boten wir als zusätzliche Kommunikationsinfrastruktur folgende Mittel an:

- Ein separates Diskussionsforum für jede einzelne Projektgruppe wurde aufgesetzt, um die Diskussion innerhalb der Gruppe und mit deren „Kunden“, einer studentischen Hilfskraft, die die Rolle des Auftraggebers des abzugebenden Software-Projekts einnahm, zu unterstützen.
- Ein Wiki als Mittel zur ko-konstruktiven Erstellung und Verfeinerung von Texten (lebenden Dokumenten) wurde bereitgestellt; dieses stand sowohl der Gesamtheit der Studierenden, wie auch im privaten Bereich der Projektgruppen zur Verfügung, z. B. um eine gemeinsame Definition der wesentlichen Begriffe erarbeiten zu können (dies erfreut sich in Form sog. „Wikipedias“ im Web großen Erfolges).
- Ein CVS (Concurrent Versioning System) Server stand zur Verfügung, um verteilte Softwareentwicklung mit Versionsverwaltung und Konfliktmanagement zu ermöglichen, falls nebenläufige Änderungen am Quellcode und Projektdokumenten auftreten.

## **2.2 Modellieren und Präsentieren mit FreeStyler und Notelt!**

Neben dem oben beschriebenen Web-Portal wurde in Veranstaltungen mit hohem Anteil an graphischen Modellen, die teilweise auch frei manipulierbare (z. B. verschiebbare) und interaktive Objekte einschließen, das Modellierungswerkzeug FreeStyler [ZMH04] eingesetzt. FreeStyler wurde in den Vorlesungen „Modellierungsmethoden der Informatik“ und „Algorithmen und Datenstrukturen“ verwendet, in denen graphische Modelle bzw. Programmfragmente eine wesentliche Rolle spielen und die



Referenz sichtbar ist. Notelt!, ein weiteres Werkzeug für die elektronisch unterstützte Lehre, bietet deutlich weniger Funktionen als FreeStyler, kann dafür aber direkt aus einem Webbrowser heraus gestartet werden und bietet die Möglichkeit, erstellte Notizen und Vorlesungsfolien ohne Verzögerung oder manuelle Zwischenschritte in ein iPal-Portal zu laden.

In den folgenden Abschnitten werden wir die Nutzung dieser verschiedenen Unterstützungsmittel analysieren und diskutieren, sowohl bezüglich der Auswirkungen auf Gruppenstrukturen und -prozesse, als auch auf die Prüfungsergebnisse. Dies soll unsere ersten Ergebnisse in [PHLV05] ergänzen, nach denen eine starke Beteiligung im Vorlesungsforum mit dem erreichten Prüfungsergebnis positiv korrelierte. In diesem Artikel wollen wir tiefergehend die Nutzung einer Vielzahl von Hilfsmitteln für die Projektarbeit untersuchen. Unsere Hypothese ist dabei, dass die Nutzung computer-basierter Kommunikations- und Projektunterstützungsmittel den Erfolg der Gruppenarbeit beeinflusst: Wir legen einen besonderen Schwerpunkt auf die Analyse der wechselseitigen Beeinflussung der verschiedenen Hilfsmittel; besonders die Frage, ob ein Hilfsmittel ein Schlüsselfaktor für den Erfolg ist, oder ob die kombinierte Nutzung mehrerer Mittel sich als effektiv herausstellt, ist für unsere Studie von Bedeutung.

### **2.3 Forschungsdesign und -methoden**

Die Methodologie der vorliegenden Studie kann in Anlehnung an die Idee der Triangulation [Den80] als Methodenmix beschrieben werden. Hierfür wurden qualitative Methoden, statistische Analysen und Soziale Netzwerkanalysen [WF94] angewendet. Bei dieser Form der Triangulation dienen die Ergebnisse der einzelnen Methoden als Interpretationskontext und zur Validierung der Ergebnisse anderer Methoden.

*Qualitative Analysen der Foren und des Wiki:* Qualitative Methoden sind für das Verstehen neuer Phänomene sinnvoll. Bei Triangulationsdesign dienen sie dadurch vor Allem der Typen- und Hypothesenbildung. Im vorliegenden Fall wurden zunächst Typen der Foren- und Wikinutzung erarbeitet. Im nächsten Schritt wurden unter der Berücksichtigung

bestimmter Aspekte, wie z. B. die definierten Vorgehensmodelle der jeweiligen Projektgruppen, Hypothesen im Hinblick auf unterschiedliche Nutzungstypen formuliert.

*Soziale Netzwerkanalyse:* Soziale Netzwerkanalyse eignet sich zur Untersuchung von Strukturen, z. B. Kommunikationsstrukturen. Diese können direkt und ohne den Umweg über Eigenschaften rekonstruiert werden. Im Falle der vorliegenden Analyse diente die durch die qualitative Analyse herausgearbeitete Typologie für die Auswahl (sampling) der Gruppen für die Netzwerkanalyse. Als Auswahlkriterium wurde die maximale Varianz festgelegt, wobei die Vorgehensweise bei der Projektorganisation nach ihren unterschiedlichen Ausprägungen hin untersucht wurde. Wir gehen dabei von der Hypothese aus, dass sich die unterschiedlichen Vorgehensweisen auf die Kommunikationsstruktur auswirken.

*Statistische Analysen:* Statistische Analysen wurden herangezogen, um die Unterschiede der Gruppen zu erklären, welche sich aus der Typologie der Foren- und Wiki-Nutzung ergeben. Hierzu wurden Hypothesen formuliert, die dann mit Hilfe statistischer Testverfahren überprüft wurden.

*Statistische Längsschnittanalyse:* Da das iPAL System schon in einem vorherigen Kurs verwendet wurde, lag die Entscheidung nahe, die Nutzungsweise unter Berücksichtigung der Weiterentwicklung des Systems zu untersuchen. Begünstigt wurde diese Entscheidung dadurch, dass 75% der Kursteilnehmer auch im vorherigen Kurs teilgenommen hatten, so dass weitere statistische Analysen möglich waren.

Die qualitative Analyse wurde hauptsächlich von den Lehrenden und mittels der Untersuchung der Foren- und Wikibeiträge durchgeführt. Die Daten für die Soziale Netzwerkanalyse und die statistischen Analysen wurden durch eigens für solche Zwecke entwickelte Werkzeuge aus der vom iPAL System verwendeten MySQL Datenbank und den CVS Logfiles heraus destilliert. Der Datensatz für die statistischen Analysen enthält 73 Fälle, welche durch die einzelnen Studenten und Studentinnen repräsentiert werden, die an allen Prüfungsinstanzen teilgenommen haben. Der aus den CVS Logfiles extrahierte Datensatz enthält 20 Fälle, welche

durch d  
Softwar

## 2.4 Qu Fo

Um die  
eine In  
durch. I  
Dimens

**a) Inter**  
Dokum  
zwische  
andere  
sionen.  
wortlich  
von die

**b) Inha**  
der Wil

- Proj  
ver  
der  
vorj  
des
- Beg  
ger  
zer  
Akt  
niti  
Kor
- Ver  
ger

durch die teilnehmenden Projektgruppen repräsentiert werden, die ein Softwareprojekt als ein Teil ihrer Prüfungsleistung abgeliefert haben.

## 2.4 Qualitative und Quantitative Ergebnisse der Wiki- und Forumsnutzung

Um die Nutzung der Kommunikationshilfen zu verstehen, führten wir eine Inhalts- und Prozessanalyse des Wikis und des Gruppenforums durch. Die Nutzung des Wikis unterschied sich dabei in verschiedenen Dimensionen:

**a) Interaktivität der Konstruktion:** es variierte die Anzahl der Autoren (pro Dokument), Anzahl der Versionen und die Granularität der Änderungen zwischen Versionen; einige Gruppen änderten häufig und kleinschrittig, andere hatten wenige, jedoch umfangreiche Änderungen zwischen Versionen. Zusätzlich schienen einige Seiten ausschließlich in der Verantwortlichkeit bzw. dem Besitz einer Person zu sein, da sie vorwiegend von dieser geändert wurden.

**b) Inhalt und Zweck der Nutzung:** wir fanden vier verschiedene Zwecke der Wikinutzung:

- **Projektmanagement:** das Wiki wird zur Koordination der Aktivitäten verwendet und zur Dokumentation der Planung. Aktualisierungen werden bei der Neuplanung, für Terminkorrekturen und Gegenvorschläge vorgenommen. Die Endversion ist normalerweise die Dokumentation des Gruppenprozesses, wie er tatsächlich stattgefunden hat.
- **Begriffsklärung/Glossarerstellung:** das Wiki wird zum Finden eines gemeinsamen Sprachgebrauchs und zum allgemeinen Verständnis zentraler Begriffe und Konzepte für die Projektbearbeitung verwendet. Aktualisierungen geschehen typischerweise bei Einführung und Definition neuer Begriffe. Die Endversion stellt das Glossar verwendeter Konzepte und Begriffe dar.
- **Verweisliste:** das Wiki wird als gemeinsamer Index auf externe Quellen genutzt. Aktualisierungen geschehen bei Angabe neuer Referenzen.

- Code-Konventionen: das Wiki wird zur Festlegung der Programmier(styleguide) und Dokumentierrichtlinien verwendet. Aktualisierungen werden vorgenommen, wenn Richtlinien vorgeschlagen, geändert oder verworfen werden. Die Endversion repräsentiert die Konventionen, die im Projekt gelten (sollen).

Wir klassifizierten die Gruppenwikis nach den beiden vorgeschlagenen Dimensionen Interaktivität der Konstruktion und Nutzungszweck. Von den 20 Projektgruppen nutzten 10 das Wiki umfassend, wohingegen 10 es wenig oder gar nicht nutzten (einige Gruppen tauschten ICQ Nummern, E-Mail-Adressen, Handynummern oder arbeiteten mit agilen Softwareentwicklungs-Prozessen mit Paarprogrammierung, so dass wir annehmen, dass die Kommunikation in diesen Fällen hauptsächlich außerhalb des Systems stattfand). Für die 10 wiki-nutzenden Gruppen klassifizierten wir manuell den Nutzungstyp und erhielten folgende Resultate:

Gruppe	Nutzungszweck	Interaktivität der Konstruktion	Punktzahl
Gruppe A	Projektmanagement Begriffsklärung	wenige Versionen, große Änderungen	71,125
Gruppe B	Projektmanagement	viele Versionen, kleine Änderungen	68,667
Gruppe C	Verweisliste	viele Versionen, kleine Änderungen	63,0
Gruppe D	Projektmanagement	viele Versionen, kleine Änderungen	58,375
Gruppe E	Projektmanagement	viele Versionen, kleine Änderungen, z.T. exklusive Verantwortung	77,625
Gruppe F	Code-Konventionen	wenige Versionen, große Änderungen	84,625
Gruppe G	Projektmanagement	wenige Versionen, große Änderungen	65,5
Gruppe H	Projektmanagement	viele Versionen, kleine Änderungen	k.A.
Gruppe I	Projektmanagement Verweisliste	viele Versionen, kleine Änderungen	85,25
Gruppe K	Begriffsklärung	wenige Versionen, exklusive Verantwortung	75,8

Tabelle 1: Klassifizierung der Wiki-Nutzung (10 Gruppen, 9 Projektabgaben, N=73)

Im Falle der Forenanalyse konnten vier verschiedene Kategorien gebildet werden. Die erste Kategorie weist ein sehr strukturiertes Verhalten in Bezug auf die Nutzung des Forums auf. In solchen Foren können in der Regel mehr Beiträge gefunden werden als bei anderen Gruppen. Die Themenstruktur ist sehr ausdifferenziert und klar gegeneinander abge-

steckt. Die Anzahl der Postings zu jedem Thema in solchen Foren ist jedoch vergleichsweise gering. Die zweite Kategorie umfasst Gruppen, die relative wenige, vergleichsweise allgemein gehaltene Themen mit einer hohen Anzahl an Postings zu jedem Thema in ihren Foren publiziert haben. Die dritte Kategorie weist sowohl viele Themen als auch eine vergleichsweise hohe Anzahl an Postings zu einigen Themen auf. Die vierte Kategorie schließt nur Gruppen ein, welche die Foren zur Koordination gemeinsamer Treffen benutzen. Im Falle der durchschnittlichen Anzahl der Postings der erreichten Gesamtpunktzahl sind die Ergebnisse der Kategorie 3 signifikant höher als bei den anderen Kategorien. Die Gruppen in dieser Kategorie haben auch die höchste Anzahl der Dateien im CVS verwaltet, wobei sie in bei der Anzahl der CVS Revisionen die zweit höchste Stellung nach den Gruppen in Kategorie 1 einnehmen.

Kategorie	Forumstruktur	Postings	Punktzahl
Kategorie 1	viele Themen/kurze Diskussionen	11,13	75,26
Kategorie 2	wenige Themen/lange Diskussionen	5,82	70,58
Kategorie 3	viele Themen/lange Diskussionen	16,57	87,42
Kategorie 4	Koordination von Treffen	7,25	66,87
Kategorie 5	Mischform bzw. keine Struktur	4,75	58,37

Tabelle 2: Klassifizierung der Foren-Nutzung (N=73)

Bei Kategorie 2 kann ein weiterer Faktor im Rahmen der Analyse berücksichtigt werden: bei den Gruppen innerhalb dieser Kategorie hatte sich eine Gruppe für eine agile und eine Gruppe für eine modulare Vorgehensweise bei der Verwirklichung des Projektes entschieden. Bei einer Unterteilung nach definierter Vorgehensweise, welche die erwähnten zwei Gruppen einschließt, und keiner definierten Vorgehensweise (restliche Gruppen) wird deutlich, dass die Gruppen mit einer definierten Vorgehensweise mit einer durchschnittlichen Punktzahl von 86 Punkten im Unterschied zu einer durchschnittlichen Punktzahl von 53 Punkten weitaus höher liegt. Insgesamt sei erwähnt, dass die Gruppe mit der höchsten durchschnittlich erreichten Punktzahl (93 Punkte,  $T = 6,29$  signifikant auf einem  $p = 0,001$  Niveau) zur ersten Kategorie gehört und auch an dem vorherigen Kurs teilgenommen hat. Diese Gruppe hat das Wiki kaum benutzt. Die Gruppe mit der niedrigsten durchschnittlich erreichten Punktzahl (40 Punkte,  $T = 3,51$  signifikant auf einem Niveau von  $p = 0,001$ ) hat das

Forum benutzt und das Wiki nicht verwendet. Bei einer Kategorisierung in Gruppen, die das Wiki sinnvoll benutzt, und den Gruppen, die das Wiki kaum oder gar nicht benutzt haben, kann auch insgesamt kein signifikanter Unterschied ausgemacht werden.

## 2.5 Soziale Netzwerkanalyse

Um die Muster der Nutzung von Diskussionsforen und die sich dabei ergebenden Kommunikationsstrukturen zu erforschen, wählten wir eine etablierte Methode zur Analyse von Sozialstrukturen durch mathematische Betrachtung, die sog. Soziale Netzwerkanalyse (SNA) [WF94]. SNA beruht auf Konzepten der Graphentheorie, wobei die Akteure als Knoten zueinander in Beziehung gesetzt werden, und stellt einen Katalog algorithmisch berechenbarer Eigenschaften von sozialen Netzwerken, wie Dichte und Zentralisierung eines Netzes, Prestige und Zentralität eines Akteurs, bereit. Mit ihrer Hilfe wurde in Distanzlernszenarien die Kohäsion von Projektgruppen bemessen [RC03]. In unserem Szenarium der Mischung von Präsenzlehre und Online-Angebot wollten wir herausfinden, ob sich typische Kommunikationsstrukturen ausbilden und ob eine Korrelation zwischen diesen Strukturen, der Projektqualität und dem Prüfungsergebnis besteht.

Als Kommunikationsakt für die SNA betrachteten wir „direkte aktive Kommunikation“, die sich in einem Diskussionsforum in Form einer direkten Antwort auf ein Vorgängerposting darstellt. Andere Typen von Beziehung, wie z. B. „interessiert sich für“, wenn ein Akteur einen fremden Beitrag liest, werden Gegenstand künftiger Studien sein. Wie bereits beschrieben musste dafür zunächst das Diskussionsforum verändert werden, um die direkten Kommunikationsbeziehungen auch zu repräsentieren. Für unsere Studie verwendeten wir ein SNA-Werkzeug, das für ein semi-strukturiertes Konversationsforum [Har04] entwickelt worden war. Um dieses Tool zu verwenden, war die Konvertierung der iPAL Datenbank-Repräsentation (auf MySQL Basis) in eine XML-Repräsentation der Beitragsgeflechte erforderlich.

Als Daten stehen uns die des allgemeinen Diskussionsforums, sowie die der Foren der einzelnen Projektgruppen zur Verfügung. Aus Platzgründen beschränken wir uns auf ausgewählte SNA-Eigenschaften des allgemeinen Forums und setzen sie in Beziehung zu einigen Projektgruppen, die nach dem Konzept der maximalen Varianz ausgewählt wurden (siehe unten). Zur Visualisierung der Kommunikationsstrukturen verwenden wir Netzgraphen (ähnlich der Soziogramme nach [Mor51]), die durch das SNA-Tool automatisch erzeugt werden können und mit der Graphlayout Software dot gezeichnet werden. Als SNA-Eigenschaften betrachten wir Zentralität und Prestige eines Akteurs, sowie Zentralisierung eines Netzes, alle berechnet auf Basis des Grades der Knoten des Netzes (das Werkzeug stellt außerdem noch andere Berechnungsmethoden und Eigenschaften bereit).

Das allgemeine Diskussionsforum beinhaltet 64 aktive Akteure, die 276 postings erstellten.

Der Wert für die grad-basierte Zentralisierung ist  $CD = 0,283$ , wobei 0 für ein vollständig ausgeglichenes Netzwerk steht, in dem jeder Akteur dieselbe Zentralität hat, und 1 ein vollständig zentralisiertes Netz charakterisiert. Dies zeigt, dass einige „Schlüsselpersonen“ vorhanden sind (einer der Mitarbeiter und einige sehr aktive Studenten), jedoch auch, dass das Netz von keinem Akteur dominiert wurde und von den meisten Studenten zur Kommunikation untereinander und mit den Mitarbeitern verwendet wurde. Dies zeigt sich im Durchschnitt  $Avg(CD) = 0,044$ , der zeigt, dass generell die Zentralität von Akteuren recht gering war und somit keiner als Zentralfigur zu sehen ist.

Die Projektgruppen bestanden aus 3-5 Teilnehmern und jeweils einem Kunden (studentischer Mitarbeiter in der Rolle des Auftraggebers). Die ausgewählten Projektgruppen unterschieden sich dabei bezüglich der Merkmale Wiki-Nutzung, Forum-Nutzung und CVS-Nutzung:

Gruppe 1 (keine Wiki-Nutzung, wenig CVS-Nutzung, lange Diskussionen mit wenigen Topics), dargestellt in Abbildung 2, hatte eine Netzzentralisierung  $CD = 0,5$  mit einem Studenten als zentralem Akteur (Zentralität

$CD(p) = 1,0$  und Prestige  $PD(p) = 0,75$ ), dem Kunden mit dem geringstem Prestigewert  $PD(p) = 0,25$ , und den anderen Akteuren mit Zentralität zwischen  $0,25$  und  $0,75$ , Prestige zwischen  $0,5$  und  $1,0$ . Diese Gruppe hatte in der Tat (erhoben durch Besprechungen mit dem Kunden und weiteren Beobachtungen) Probleme mit der internen Kommunikation, was dazu führte, dass auch der Kunde nicht in die Projektarbeit einbezogen wurde, Projektteile unabhängig voneinander entwickelt wurden und dies zu massiven Integrationsproblemen bei der Projektabgabe führte. Als Folge war das Projektergebnis wesentlich schlechter, als die Fähigkeiten der einzelnen Gruppenmitglieder erwarten lassen (Ergebnis der mündlichen Prüfungen).

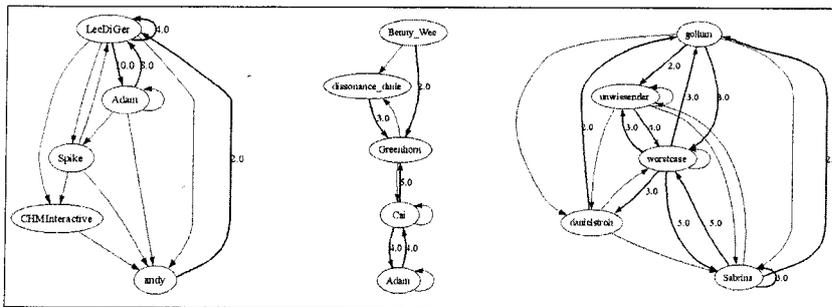


Abbildung 2: Netzstrukturen für Gruppen 1 (links), 2 (Mitte) und 3 (rechts)

Gruppe 2 (keine Wiki-Nutzung, stärkste CVS-Nutzung, differenzierte Topics mit kurzen Diskussionen), dargestellt im dünn besetzten Graphen in Abbildung 2 (Mitte) hatte eine Netzzentralisierung  $CD = 0,125$  und einer niedrigen individuellen Zentralität  $CD(p)$  zwischen  $0,25$  und  $0,5$ . Das Prestige variierte zwischen  $0$  und  $0,75$ , wobei der Kunde in Zentralität und Prestige jeweils  $0,25$  hatte. Dies kann durch den von der Gruppe gewählten Prozess und deren Arbeitsteilung erklärt werden: Ein Mitglied der Gruppe hatte die Rolle des ausschließlichen Ansprechpartners des Kunden sowohl im Forum als auch in persönlichen Treffen. Da diese Arbeitsteilung und der gesamte Projektplan konsequent verfolgt wurden, erzielte die Projektgruppe das beste Projektergebnis aller Gruppen. Diese Gruppe nutzte (bis auf Wiki) alle anderen Hilfsmittel intensiv, insbesondere die CVS Versionierung mit mehr als 140 Dateien und 1400 Versionen.

Gruppe 3 (starke Wiki-Nutzung und CVS-Nutzung, lange Diskussionen mit differenzierten Topics), dargestellt im dicht besetzten Graphen in Abbildung 2 (rechts) hatte eine geringe Netzzentralisierung  $CD = 0,1875$ , aber eine durchgehend hohe individuelle Zentralität  $CD(p)$  zwischen 0,75 und 1,0 und Prestige  $PD(p)$  zwischen 0,75 und 1,0. Die Kundin war stark einbezogen mit  $CD(p) = 0,75$  und  $PD(p) = 1,0$ . Die Nutzung von allen Kommunikationshilfsmitteln, d. h. Gruppenforum und Wiki zum Projektmanagement und Diskussion, CVS für Codemanagement, führte zu einem gut koordinierten Projekt mit dem zweitbesten Gesamtergebnis.

Die Betrachtung dieser SNA-Ergebnisse ergab, dass die ausschließliche Berücksichtigung der strukturellen Analyse meist nicht genügt, um Prozess und Projekterfolg zu erklären. Jedoch können mit den zusätzlichen Informationen, die wir als Veranstaltungsleiter und -beobachter hatten, die meisten Phänomene durch Kombination von SNA und den Beobachtungen erklärt werden. Somit kommen wir zu dem Schluss, dass insbesondere in gemischten Präsenz-/webgestützten Szenarien SNA ein wertvolles Hilfsmittel sein kann, um Kommunikationsstrukturen verstehen und interpretieren zu können.

## 2.6 Statistische Analysen

Neben der im Kontext der qualitativen Auswertung getesteten Hypothesen wurden statistische Analysen auf einem allgemeinen Niveau durchgeführt, die in diesem Abschnitt beschrieben werden.

### CVS Nutzung

Im folgenden werden Auswertungen vorgestellt, die auf den Annahmen basieren, dass ein Zusammenhang zwischen der Intensität der CVS Nutzung und der erreichten Gesamtpunktzahl bei den Prüfungsanteilen sowie eine Beziehung zwischen der Intensität der CVS Nutzung und dem Postingverhalten der Studenten und Studentinnen bestehen. Für diese Analysen wurde ein Datensatz aus den CVS Logfiles extrahiert und mit den Datensätzen für die Forenanalyse und der allgemeinen Lehrdaten (Noten, Punktzahl, etc.) aggregiert. Da die CVS Daten nur auf Gruppene-

bene vorlagen, mussten für die Datenaggregation teilweise neue Variablen konstruiert und berechnet werden.

Der aggregierte Datensatz repräsentiert somit 20 Projektgruppen und unterscheidet nach durchschnittlicher Gesamtpunktzahl, durchschnittliche Anzahl der Postings sowie der durchschnittlichen Anzahl der im CVS angelegten Files und deren Revisionen pro Gruppe. Hierbei konnte zum einen eine mittelstarke Korrelation (0,541 signifikant auf einer 0,05 Ebene, Spearman) zwischen der Anzahl der von der jeweiligen Gruppe im CVS angelegten Files und der durchschnittlich erreichten Punktzahl der Gruppe und zum anderen eine mittelstarke Korrelation (0,571 signifikant auf einer 0,05 Ebene, Spearman) zwischen der Anzahl der von den Gruppen durchgeführten Revisionen der CVS Dateien und der durchschnittlich erreichten Punktzahl der jeweiligen Gruppe beobachtet werden.

Die zweite Hypothese, wonach ein Zusammenhang zwischen dem Postingverhalten und der CVS Nutzung besteht, konnte hingegen in unserem sample nicht auf einem signifikanten Niveau ausgewiesen werden.

### **Längsschnittanalyse**

Wie eingangs schon beschrieben, basiert der vorgestellte Ansatz auf einer Evaluationsstudie aus dem vorangegangenen Semester. Daher kann ein Vergleich zwischen beiden Untersuchungen möglicherweise interessante Hinweise zu Tage fördern. In der vergangenen Studie [PHLV05] wurde unter Anderem der Zusammenhang zwischen dem Postingverhalten der Studierenden im iPAL Forum und der Prüfungsergebnisse untersucht. Um eine Vergleichbarkeit zu ermöglichen, wurde dieser Aspekt auch in der vorliegenden Studie berücksichtigt (siehe Abb. 3)

In diesem Fall können wir in der aktuellen Untersuchung einen signifikanten Zusammenhang zwischen Anzahl der Forenbeiträge und erreichte Punktzahl (0,320 signifikant auf einem 0,01 Niveau, Spearman) erkennen. Jedoch hat die Korrelation im Vergleich zur vergangenen Studie (0,485 signifikant auf einem 0,001 Niveau, Spearman) abgenommen. Allerdings kann dies auf die Entwicklung persönlicher Beziehungen und damit auch

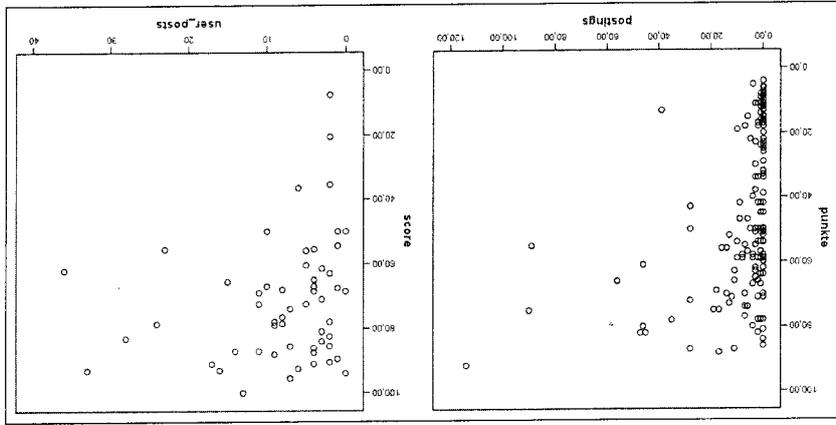


Abbildung 3: Streudiagramme der Beziehungen zwischen Forenbeträgen und Punktzahl (Links: Vergangene Studie, Rechts: Aktuelle Studie; Unterschiedliche Skalierung der x-Achse)

auf die Etablierung individueller Kommunikationskanäle zurückgeführt werden, da 75% der Teilnehmer auch am vorherigen Kurs teilgenommen hatten und daher ihre Bekanntschaftsbeziehungen vertiefen konnten. Eine weitere Hypothese, dass dies auf die nun vorhandene zusätzliche Möglichkeit der Wikipinutzung zurückgeführt werden kann, konnte nicht bestätigt werden, da kein signifikanter Unterschied bezüglich des Postungsverhaltens zwischen den Gruppen, welche das Wiki benutzt hatten, und den Gruppen ohne Wiki Nutzung ausgemacht werden konnte. Aus diesem Grunde wurden die 75% der Studierenden (N=55), die an beiden Kursen teilgenommen hatten insgesamt im Hinblick auf die erreichte Gesamtpunktzahl untersucht. Insgesamt haben die Teilnehmer des aktuellen Kurses mit durchschnittlich 71 Punkten eine höhere Punktzahl als im vergangenen Kurs erreicht, wobei die Unterschiede signifikant ( $T = 4,72$ ,  $p = 0,001$ ) sind. Ferner kann eine hohe und signifikante Korrelation ( $0,643$ ,  $p = 0,001$ ) zwischen den Studierenden mit durchschnittlich hohen Punktzahlen ausgewiesen werden, die besagt, dass Studierende mit vergleichsweise hohen Punktzahlen auch im vergangenen Kurs eine vergleichsweise hohe Punktzahl erreicht haben. Allerdings konnten wir keine signifikanten Unterschiede bezüglich des Postungsverhaltens zwischen

beiden Kursen beobachten, so dass die Verbesserung der Punktzahlen mehr auf die inhaltlichen Aspekte der jeweiligen Kurse oder aber auch auf die nicht beobachtbaren Kommunikationskanäle zwischen den Studierenden zurückgeführt werden müssen.

### **3 Schluss/Fazit**

In diesem Beitrag haben wir Kommunikationsprozesse und -strukturen innerhalb des webbasierten Unterstützungssystems iPAL evaluiert, das im Rahmen einer Präsenzlehrveranstaltung verwendet wurde. Als Evaluationsmethode wurde ein Triangulationsdesign durchgeführt, wobei qualitative Methoden, statistische Analysen und Soziale Netzwerkanalysen kombiniert wurden. Die qualitativen Analysen wurden dazu verwendet, um die Art der Foren- und Wiki-Nutzung zu kategorisieren. Aufbauend auf diese Kategorien wurden die Gruppen mit der maximalen Varianz bezüglich des Nutzungsverhaltens für die Soziale Netzwerkanalyse der Kommunikationsstrukturen ausgewählt. Die Projektgruppen hatten sich durch eigene Entscheidungen formiert, wobei dieser Freiheitsgrad bewusst aus dem pädagogisch vertretenen Ansatz heraus intendiert wurde. Auch eine Forcierung eines isolierten Kommunikationsmediums wurde vermieden. Unter Berücksichtigung der Endergebnisse kann sich eine Kombination verschiedener Medien, wie gezeigt wurde, als sinnvoll und erfolgreich erweisen.

### Literaturangaben

- [BPKH03] Lars Bollen, Niels Pinkwart, Markus Kuhn und Ulrich Hoppe (2003). Interaktives Präsentieren und kooperatives Modellieren. Szenarien akademischen Lehrens und Lernens in Informatik und Naturwissenschaften. In Michael Kerres und Britta Voß, Hrsg., *Digitaler Campus. Vom Medienprojekt zum nachhaltigen Medieneinsatz in der Hochschule*, Reihe Medien in der Wissenschaft, Münster, Waxmann Verlag.
- [BSW96] P. Brusilovski, E. Schwarz und G. Weber (1996). ELM-ART: An Intelligent Tutoring System on World Wide Web. In *Proceedings of the 3rd International Conference on Intelligent Tutoring Systems*, S. 261–269, Berlin, Germany, Springer.
- [DCM03] J. Dolonen, W. Chen und A. Morch (2003). Integrating software agents with FLE3. In *Proceedings of the International Conference on Computer Support for Collaborative Learning*, Seiten 157–161, Dordrecht, The Netherlands, Kluwer.
- [Den80] Norman Denzin. (1980) *The Research Act. A Theoretical Introduction to Sociological Methods*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- [GB03] E. Gaudio und J. Boticario (2003). Towards web-based adaptive learning communities. In *Proceedings of the 11th International Conference on Artificial Intelligence in Education*, Seiten 237–244, Amsterdam, The Netherlands, IOS Press.
- [Har04] Andreas Harrer (2004). Analysis and Intelligent Support of Learning Communities in Semistructured Discussion Environments. In Max Bramer und Vladan Devedzic, Hrsg., *Artificial Intelligence Applications and Innovations*, IFIP 18th World Computer Congress, Seiten pp. 243–255, Boston, Dordrecht, London, Kluwer Academic Publishers.
- [Kim00] A. J. Kim (2000). Community building on the web: secret strategies for successful online communities. Peachpit Press, Berkeley.
- [KK94] J. Kay und R. J. Kummerfeld (1994). An Individualised Course for the C Programming Language. In *Proceedings of the 2nd International WWW Conference*, Chicago, IL (USA).
- [KLYP03] Kinshuk, T. Lin, A. Yang und A. Patel (2003). Plug-able intelligent tutoring and authoring: an integrated approach to problem-based learning. *International Journal of Continuing Engineering Education and Life-Long Learning*, 13(1/2):95–105.
- [Mad03] L. Madraza (2003). SDR: networking. In *Proceedings of the International Conference on Computer Support for Collaborative Learning*, Seiten 255–264, Dordrecht, The Netherlands, Kluwer.
- [Mor51] Jacob L. Moreno (1951). *Sociometry, Experimental Method and The Science of Society*. Beacon House, Inc., New York.
- [PHLV05] Niels Pinkwart, Andreas Harrer, Steffen Lohmann und Stefan Vetter (2005). Integrating Portal Based Support Tools to Foster Learning Communities in University Courses. In Vladmiir Uskov, Hrsg., *Proceedings of the 4th International Conference on Web-Based Education WBE*, IFIP 18th World Computer Congress, S. 201–206, Anaheim, CA., ACTA Press.

- [RC03] Christophe Reffay und Thierry Chanier (2003). How Social Network Analysis can help to measure cohesion in collaborative distance-learning. In Barbara Wasson, Sten Ludvigsen und Ulrich Hoppe, Hrsg., *Designing for Change in Networked Learning Environments - Proc. of CSCL 2003*, Jgg. 2 of *Computer-Supported Collaborative Learning*, S. 343–352. Kluwer Academic Publishers.
- [Sca04] M. Scardamalia. CSILE/KnowledgeForum (2004). In *Education and technology: an encyclopedia*, Seiten 183–192, Santa Barbara, ABC-CLIO.
- [SSB04] W. Sauter, A. Sauter und H. Bender (2004). *Blended learning*. Luchterhand, Neuwied.
- [WF94] S. Wasserman und K. Faust (1994). *Social network analysis*. Cambridge University Press, Cambridge.
- [ZMH04] S. Zeini, N. Malzahn und H.U. Hoppe (2004). Kooperationswerkzeuge im Kontext virtualisierter Arbeitsprozesse, in: Engelin, Martin/Meißner, Klaus: *Virtuelle Organisationen und Neue Medien 2004*. Workshop GeNeMe2004 Gemeinschaft in Neuen Medien, TU Dresden, 7 und 8 Oktober 2004, Josef Eul Verlag, Lohmar und Köln.