

InfoVis:Wiki - Eine Informations- und Diskussionsplattform für die InfoVis-Community*

Wolfgang Aigner,[†] Klaus Hinum[‡] und Silvia Miksch[†]

Abstract. *Bei relativ neuen wissenschaftlichen Fachrichtungen ist es schwierig sich einen Überblick zu verschaffen, weil viele Strukturen, Teilbereiche und Fachbegriffe erst im Entstehen sind, sich dynamisch verändern und durch Innovationen und neue Erkenntnisse erweitert werden. Aus diesem Grund wurde im Herbst 2005 eine Initiative ins Leben gerufen, um eine gut sortierte Sammlung von nützlichen Informationen für den Fachbereich Informationsvisualisierung (InfoVis) zu schaffen. Dieser Fachbereich beschäftigt sich mit dem Umgang und der Kommunikation von abstrakten (nicht-räumlichen) Daten mittels interaktiver, visueller Repräsentationen.*

Der vorliegende Beitrag beschreibt einerseits die konkrete Entstehung und Entwicklung des InfoVis:Wiki und andererseits allgemeine Herausforderungen und Probleme beim Design und Betrieb von Wiki Systemen.

1. Einleitung

Jeder von uns sammelt Informationen und Bruchstücke zu bestimmten Themen wie beispielsweise Links interessanter Webseiten, Daten kommender Veranstaltungen, Zitate, relevante Dokumente und vieles mehr. Doch diese Informationen liegen meist bunt verstreut an den verschiedensten Orten unserer Computersysteme in E-mails, Textdokumenten, Browser-Bookmarks, etc. Damit ist es schon für uns Einzelne schwierig, den Überblick zu bewahren. Noch problematischer ist jedoch, derartige Informationen für mehrere Personen oder eine ganze Community zu sammeln und zugänglich zu machen, um eine übersichtliche, kollektive Ressource zu schaffen.

Gerade bei relativ neuen wissenschaftlichen Fachrichtungen ist es schwierig sich einen Überblick zu verschaffen, weil viele Strukturen, Teilbereiche und Fachbegriffe erst im Entstehen sind. Informationsvisualisierung (InfoVis) ist eine dieser relativ neuen wissenschaftlichen Fachrichtungen, die sich mit dem Umgang und der Kommunikation von abstrakten (nicht-räumlichen) Daten mittels interaktiver, visueller Repräsentationen beschäftigt. Aus diesem Grund wurde 2005 eine Initiative ins Leben gerufen, um eine gut sortierte Sammlung von nützlichen Informationen zu Informationsvisualisierung (InfoVis) zu schaffen.

*In diesem Artikel wird auf eine geschlechtsneutrale Schreibweise zugunsten der Lesbarkeit verzichtet. Es wird immer der kürzere Ausdruck gewählt, obwohl in jedem Fall beide Geschlechter gemeint sind.

[†]Department für Information and Knowledge Engineering, Donau-Universität Krems, Dr.-Karl-Dorrek-Str. 30, A-3500 Krems, Österreich, email: {wolfgang.aigner, silvia.miksch}@donau-uni.ac.at

[‡]Institut für Softwaretechnik und Interaktive Systeme, Technische Universität Wien, Favoritenstr. 9-11/188, A-1040 Wien, Österreich, email: hinum@ifs.tuwien.ac.at

Klassische Website, Content Management System (CMS), Weblog oder Wiki? Die Wahl der richtigen Technologie ist nicht nur in diesem Bereich kein einfaches Unterfangen. Ein grundsätzliches Problem bei Online-Informationsressourcen in Wissenschaft und Forschung ist der “Flaschenhals” Autor. Jeder kennt sie - verwaiste News Bereiche, veraltete Konferenzkalender, fehlende Aktualität gepaart mit fragmentierter Information, die über verschiedene Orte verstreut liegt. Um nicht gezwungen zu sein, selber unnötigen Aufwand betreiben zu müssen und eigene Parallelstrukturen aufzubauen, ist ein Paradigmenwechsel von “einer/wenige für alle” hin zu “jeder für jeden” von Vorteil.

Im nächsten Abschnitt werden verwandte Arbeiten zu den Themen Online Informationsplattformen für InfoVis und Wiki Kollaboration im allgemeinen präsentiert. Danach folgt die Beschreibung der Entstehung und Entwicklung des InfoVis:Wiki selbst. Als nächstes beschreiben wir Probleme und Herausforderungen im Umgang mit Wiki Systemen, die auch über unser konkretes Projekt hinaus von Bedeutung sind. Zum Abschluss fassen wir unsere Erkenntnisse zusammen und geben einen Ausblick auf zukünftige Arbeiten.

2. Verwandte Arbeiten

2.1. Online Informationsplattformen für Informationsvisualisierung

Im Rahmen einer Lehrveranstaltung von Prof. Ben Shneiderman und dessen Human-Computer Interaction Lab (HCIL) auf der University of Maryland ist *OLIVE, das On-line Library of Information Visualization Environments*¹ als statische Website entstanden. Die Struktur der Website folgt der bekannten “Task by Data Type Taxonomy”[5], wobei die einzelnen Kategorien beschrieben und Beispiele dazu aufgelistet werden. Das Online-Projekt stammt schon aus den Jahren 1997/98 und wurde seitdem nicht mehr aktualisiert.

infovis.org - Information Visualization Resources² ist eine statische Website, die von der University of Utah betrieben wird. Als Inhalte finden sich darin Hinweise zu Meetings bzw. Veranstaltungen, eine kleine Auswahl an Weblinks, eine Auswahl an relevanter Literatur zum Thema sowie Links zu wissenschaftlichen Journalen in diesem Bereich. Wichtigster Bestandteil ist jedoch der *InfoVis Email Digest* - eine klassische Mailingliste bzw. deren Archiv, welches online einsehbar ist. Im Unterschied zur Mailingliste sind die auf den Webseiten enthaltenen Informationen veraltet und die letzten Einträge stammen aus dem Jahr 2005.

*John Godall's Website zu Informationsvisualisierung*³ ist vom Aufbau bzw. den Inhalten ähnlich gelagert wie *infovis.org* und wird von einer Einzelperson betrieben. Aus diesem Grund sind auch die Updatezyklen relativ lang. Allerdings ist diese Website von den Inhalten gesehen wesentlich stärker gefüllt als *infovis.org*.

*infovis.net*⁴ wird von Juan C. Dürsteler betrieben und bietet neben den genannten Bereichen auch eine Auswahl und Vorstellung von “Gurus”, Firmen und Forschungsgruppen, einen sehr eingeschränkten Glossar von Fachbegriffen und Links und Informationen zu ausgewählten Webseiten, Journalen und Veranstaltungen. Zentraler Punkt ist jedoch das E-zine *Inf@Vis!* mit monatlichen Ausgaben von interessanten Artikeln des Website Betreibers, die sowohl in Spanisch als auch in Englisch erscheinen.

¹<http://otal.umd.edu/Olive/>, letzter Zugriff: 1.3.2007

²<http://www.infovis.org>, letzter Zugriff: 1.3.2007.

³<http://iv.homeunix.org/>, letzter Zugriff: 1.3.2007

⁴<http://www.infovis.net>, letzter Zugriff: 1.3.2007

Das *Visual Analytics Digital Library (VADL)*⁵ ist ein Webportal, das Lernmaterialien zum verwandten Themengebiet *Visual Analytics* bereitstellt und von der im technischen Bereich renommierten Georgia Tech University betrieben wird. Visual Analytics beschäftigt sich mit der Kombination von visuellen und automatischen Methoden zur visuellen Problemlösung - vereinfacht gesprochen: (Informations)visualisierung + analytische Methoden. Die bereitgestellten Materialien umfassen vor allem PDF und PowerPoint Dokumente, aber weniger direkt im Browser anzeigbare Inhalte. Jeder Benutzer kann Lernmaterialien durch Upload zur Verfügung stellen, diese werden allerdings vorher von den Betreibern gesichtet und erst danach freigeschaltet. D.h. der Benutzer kann im Gegensatz zu einem Wiki die Inhalte nicht selbst verändern.

Im Rahmen des *dmoz open directory project* gibt es einen eigenen Bereich zum Thema Informationsvisualisierung⁶. Der zur Verfügung gestellte Content beschränkt sich hier allerdings lediglich auf eine Linkliste zu weiterführenden Websites in diesem Bereich.

Im Usenet gibt es die Diskussionsgruppe *comp.graphics.visualization*, die sich mit dem Thema der wissenschaftlichen Visualisierung (*scientific visualization*) beschäftigt, aber nicht direkt mit Informationsvisualisierung. Nichts desto trotz werden in der relativ aktiven Community viele auch für InfoVis relevanten Themen aufgegriffen.

Die einzige bestehende Wiki-Website zum Thema Informationsvisualisierung ist *WikiViz*⁷. Hierbei handelt es sich aber wiederum um ein, hauptsächlich von einer Einzelperson (Riccardo Mazza) betriebenes Wiki, das größtenteils dessen Ideen und Notizen enthält.

Auch in *Wikipedia* selbst gibt es einen Artikel zum Thema "Informationsvisualisierung" bzw. "Information Visualization"⁸. Dabei beschränkt sich im englischen Wikipedia der Teil zum Thema InfoVis auf eine Linkliste innerhalb des Artikels über "Scientific Visualization" und nur im deutschen Wikipedia ist ein eigenständiger Artikel vorhanden⁹.

Neben den aufgeführten Angeboten gibt es noch eine Reihe von Webseiten, die Linklisten zum Thema bieten. Diese werden jedoch meist von Einzelpersonen betrieben und sind aus diesem Grund oft veraltet.

2.2. Wiki Kollaboration

Neben den im vorigen Abschnitt vorgestellten Informationsressourcen für Informationsvisualisierung sollen im folgenden zwei wissenschaftliche Arbeiten zur Kollaboration in Wiki Systemen vorgestellt werden.

Zum einen handelt es sich dabei um ein in Italien durchgeführtes Projekt mit Lehrern [1]. Das hierfür mittels der Software TWiki¹⁰ realisierte Wiki System dient Lehrern zum Informationsaustausch und zur Zusammenarbeit bei der Erstellung von Lernmaterialien. Die zugehörige Analyse förderte eine Reihe von Problemen und Schwierigkeiten beim Umgang mit dem System zu Tage, die sich auch in

⁵<http://vadl.cc.gatech.edu/>, letzter Zugriff: 1.3.2007

⁶http://dmoz.org/Reference/Knowledge_Management/Knowledge_Discovery/Information_Visualization/, letzter Zugriff: 1.3.2007

⁷<http://www.wikiviz.org>, letzter Zugriff: 1.3.2007

⁸http://en.wikipedia.org/wiki/Information_Visualization, letzter Zugriff: 1.3.2007

⁹<http://de.wikipedia.org/wiki/Informationsvisualisierung>, letzter Zugriff: 1.3.2007

¹⁰<http://www.twiki.org>, letzter Zugriff: 6.3.2007

weiten Teilen mit unseren eigenen Erfahrungen decken:

- Benutzer mögen es nicht, eine neue Syntax lernen zu müssen.
- Die Erstellung von Inhalten sowie die Verwaltung von Attachments wird als kompliziert empfunden.
- Soziale Hürden bei der Wiki-basierten Kollaboration wie die Frustration, wenn eigene Materialien geändert werden, die Angst vor Kritik der eigenen Arbeit durch andere, die Zurückhaltung bei der Aufgabe des geistigen Eigentums an Texten beim kollaborativen Schreiben, die Angst vor Vandalismus, sowie das Zögern beim Editieren der Inhalte von anderen.

Im zweiten Beitrag [2] wird eine unkonventionelle Vorgehensweise der Lehre mit Hilfe eines Wiki Systems beschrieben. Hierbei hatten die Studierenden im Gegensatz zum traditionellen Frontalunterricht die Aufgabe selber Lernmaterialien zu erstellen und dadurch aktiv zu lernen. Eine sehr interessante Beobachtung der Autoren war, dass die Studierenden zwar sehr gut bei der Bearbeitung der eigenen Artikel waren, aber die Arbeiten der anderen nicht in einem ausreichenden Ausmaß gelesen hatten. Die Ergebnisse der Untersuchung zeigen, dass diese Art des Lernens sehr verschieden von den traditionellen Unterrichtsmethoden ist, aber von den Studierenden gut aufgenommen wurde.

3. InfoVis:Wiki - Entstehung und Entwicklung

3.1. Problemstellung und technische Möglichkeiten

Die Ausgangsbasis für die Entwicklung des InfoVis:Wiki wurde einerseits durch den Wunsch nach verbessertem (internen) Informationsaustausch im Forschungsbereich und andererseits durch die Idee der Schaffung eines Glossars für einschlägige Fachbegriffe gebildet. Wie schon in der Einleitung erwähnt, war der Ist-Status zu Beginn derart, dass jeder Wissenschaftler in unserer Forschungsgruppe seine eigenen "Info Schnipsel" selber lokal gespeichert und verwaltet hat. Diese Informationsstücke reichen von Konferenzterminen über nützliche Links, Publikationen, etc., welche ihren Ursprung in verschiedenen heterogenen Quellen wie etwa Mailinglisten, Weblogs, Webseiten oder Konferenzen haben. Die Probleme dieser Art der Informationshaltung liegen hauptsächlich darin, dass die Informationen auf den verschiedenen Computern der einzelnen Personen und darüber hinaus auch noch in verschiedener Art und Weise (Mails, Bookmarks, Textdateien, etc.) sehr fragmentiert liegen. Dies macht es beinahe unmöglich sich einen Gesamtüberblick zu schaffen oder nach bestimmten Informationen zu suchen. Unser Ziele waren demnach folgende:

- Die Weitergabe und Zusammenführung von Informationen innerhalb einer Community,
- eine verbesserte Organisation der Informationen, und
- die Sicherstellung der Wiederauffindbarkeit der gespeicherten Informationen.

Auf der anderen Seite stand die Idee, einen fachspezifischen Glossar für die gesamte, internationale InfoVis Community zu schaffen. Der Zweck eines solchen Glossars ist die Definition und Erklärung von Fachbegriffen bzw. möglicherweise auch das Aufzeigen verschiedener Sichtweisen zu einem Begriff. Derartige Glossare findet man in vielen anderen Communities, wie z.B. der Human-Computer

Interaction (HCI), im Bereich der Informationsvisualisierung gab es eine solche Initiative, abgesehen von dem sehr eingeschränkten Glossar auf *infovis.net*, allerdings nicht.

Wie bereits im vorigen Abschnitt erwähnt, existieren eine ganze Reihe von Informationsangeboten zum Thema InfoVis im Web. Diese haben allerdings den Nachteil, dass nur ein oder wenige Autoren dahinter stehen, die Updatezyklen sehr unterschiedlich ausfallen oder es sich um einmalige Projekte handelt und damit die Aktualität oft fehlt. Eine weitere Schwierigkeit besteht darin, eigene Informationen mit anderen Informationsangeboten zu kombinieren um sich ein eigenes, aktuelles Informationsportfolio zusammenzustellen. Außerdem können möglicherweise falsche oder veraltete Informationen auf bestehenden Seiten nicht korrigiert oder aktualisiert werden. Unsere Anforderungen an eine Community Plattform, die diese Nachteile beheben sollte, waren folgende:

- many-to-many Kommunikation
- File Up- und Download
- Möglichkeit der Einbettung von Grafiken
- möglichst einfache Handhabbarkeit

Am Anfang unserer Entwicklung stand nicht von vornherein fest, dass wir ein Wiki dafür einsetzen wollen. Diese Entscheidung ist erst nach einer eingehenden Analyse der technischen Möglichkeiten gefallen. Die technologischen Möglichkeiten zur Realisierung einer Informations- und Kommunikationsinfrastruktur sind in den Zeiten des Web 2.0 vielfältig. Sie reichen von einfachen Mitteln wie E-Mail und Mailinglisten über statische HTML Seiten bis hin zu Content Management Systemen (CMS), Weblogs und natürlich Wikis. Wir haben daher als einen der ersten Schritte die verschiedenen Technologien anhand eines Kriterienkatalogs untersucht:

- Flexibilität (niedrig - mittel - hoch)
- Leser (persönlich - wenige - öffentlich)
- Autoren (einer - mehrere - viele)
- Für Autoren notwendige Fachkenntnisse (niedrig - mittel - hoch)
- Benutzerrechteverwaltung (keine - einfach - detailliert)
- dynamischer Inhalt (nein - ja)

Im Lichte der von uns favorisierten “many-to-many Kommunikation” ist in diesem Zusammenhang die Gegenüberstellung von Leserschaft und Autorenschaft am interessantesten. Wenn man diese beiden Kriterien als Achsen eines Diagrammes darstellt und die technischen Möglichkeiten als Punkte darin aufträgt, dann ergibt sich das in Abbildung 1 dargestellte Bild. Es zeigt sehr deutlich die Sonderstellung von Wikis: potentiell können viele Autoren Inhalte beitragen, die öffentlich zugänglich sind. Daneben ist diese Technologie sehr einfach (Text + Markup), womit eine hohe Flexibilität gegeben ist.

Zusammenfassend bieten also Wiki Systeme alle Voraussetzungen, die für uns von Bedeutung sind: many-to-many Kommunikation, File Up- und Download, die Möglichkeit der Einbettung von Grafiken, sowie eine einfache Handhabbarkeit.

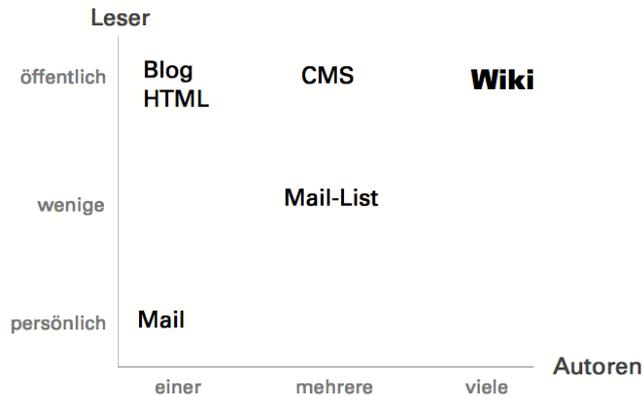


Abbildung 1. Gegenüberstellung verschiedener Technologien anhand der beiden Kriterien Leserschaft und Autorenschaft. Vor allem diese beiden Kriterien lassen die Sonderstellung von Wikis gegenüber anderer Technologien erkennen.

3.2. Design und Implementierung

Ausgehend von der Entscheidung, Wiki Technologie zu verwenden, haben wir uns einerseits an die Auswahl einer konkreten Wiki Software und andererseits an die Konzeption der Struktur gemacht. Die technische Entscheidung ist auf das *MediaWiki* System¹¹ gefallen, welches auch von der bekannten Online-Enzyklopädie Wikipedia verwendet wird. MediaWiki ist eine Open Source Wiki Software die auf der Skriptsprache PHP und dem Datenbankmanagementsystem MySQL basiert. Die Hauptgründe für die Verwendung von MediaWiki Software lagen an deren weiten Verbreitung und der damit verbundenen breiten Nutzerbasis und aktiver Entwicklercommunity, deren Stabilität und der einfachen Möglichkeit Plugins und Erweiterungen zu integrieren.

Der Grund dafür, dass wir unsere Inhalte nicht direkt in Wikipedia eingebunden haben liegt darin begründet, dass Wikipedia von der Idee und Struktur her eine Enzyklopädie für Allgemeinwissen ist. Dies läuft einerseits unserer Bestrebung nach der Schaffung einer Kommunikationsinfrastruktur mit portalartiger Struktur, die weiter unten beschrieben wird, entgegen. Andererseits haben viele Fachbegriffe nur im Kontext der Informationsvisualisierung jene Bedeutung, die für den wissenschaftlichen Bereich interessant ist. Schon der grundlegende Begriff der "Visualisierung" ist allgemein gesehen mit anderen Bedeutungen belegt.

Im Unterschied zu reinen "Begriffswikis" wie z.B. Wikipedia, die nach außen hin als Ansammlung von miteinander verwobenen Begriffen bzw. Artikeln erscheinen, sollte das InfoVis:Wiki mehr in Richtung Portal gehen, um einerseits die Inhalte besser strukturieren zu können und andererseits den Einstieg bzw. die Übersicht für die Benutzer zu erleichtern. Bei reinen Begriffswikis präsentiert sich dem Benutzer oft nur ein Suchfeld ohne zu offenbaren, was an Inhalten überhaupt vorhanden ist. Um dies zu vermeiden, wurde von unserer Seite bereits eine Strukturierung auf oberster Inhaltsebene vorgegeben, wobei stark mit verschachtelten Kategorien (*Categories*) in MediaWiki gearbeitet wurde, um die Inhalte hierarchisch zu strukturieren. Die von uns vorgegebene Struktur ist allerdings flexibel und kann an sich möglicherweise ändernde Bedürfnisse leicht angepasst werden. Aufgrund der internationalen Ausrichtung der Informationsressource haben wir uns für die Verwendung von Englisch als Hauptsprache entschieden.

¹¹<http://www.mediawiki.org>, letzter Zugriff: 6.3.2007

Um die Hürde für Besucher zum eigenen aktiven Beitragen so niedrig wie möglich zu gestalten, haben wir uns dafür entschieden, das System so offen wie möglich zu lassen und auch anonyme Editierungen zuzulassen. Dadurch wird der in Relation oft aufwändige Registrierungs- und Anmeldeprozess vermieden, wenn nur kleine, einmalige Änderungen durchgeführt werden sollen. Auf der anderen Seite ist damit aber auch ein erhöhtes Risiko verbunden, Opfer von Spam-Attacken zu werden. Mehr dazu aber im zweiten Teil dieses Beitrags.

3.2.1. Aufbau und Layout

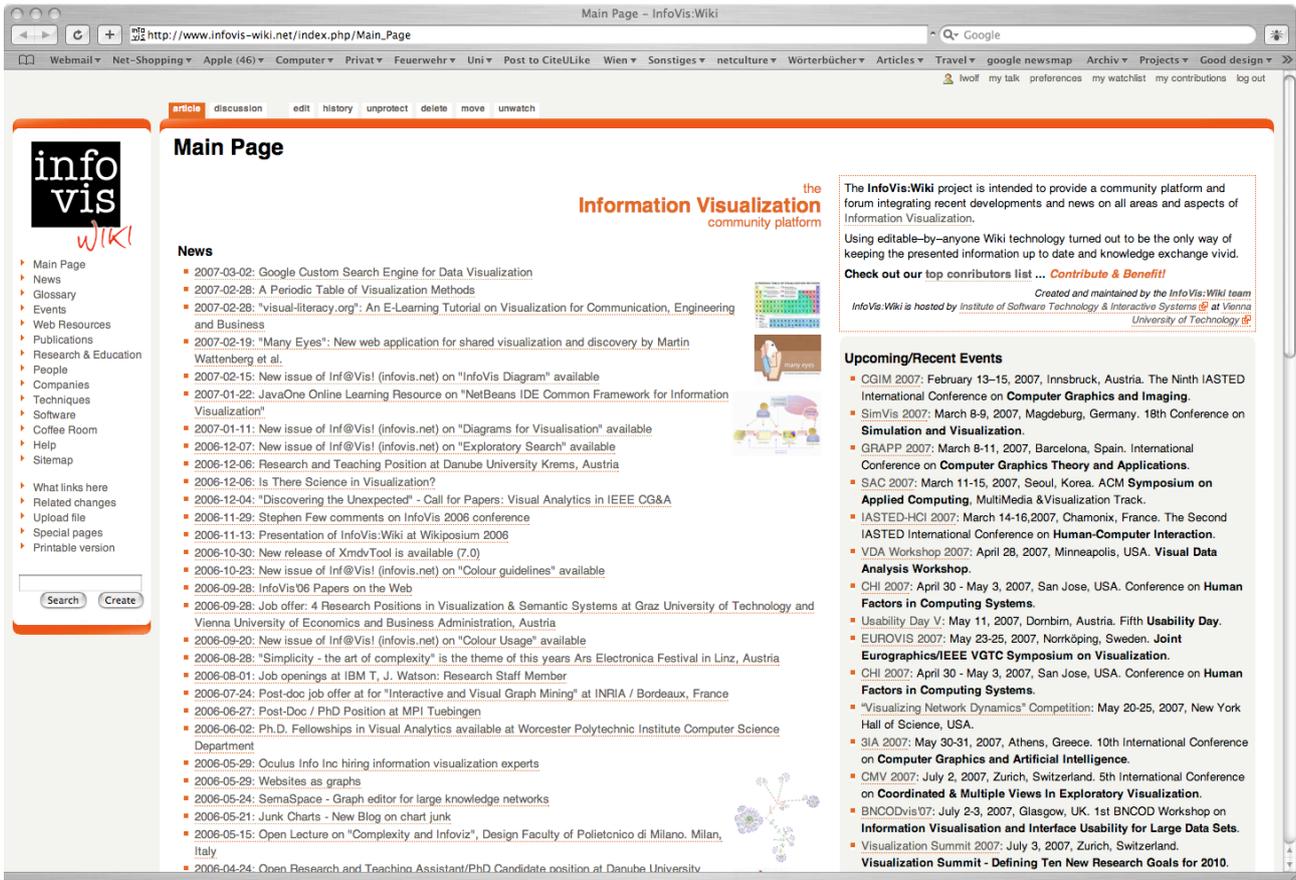


Abbildung 2. Startseite des InfoVis:Wiki auf <http://www.infovis-wiki.net>.

Neben der inhaltlichen Strukturierung, sollte das InfoVis:Wiki auch durch ein eigenes Layout und Logo Design ein unverwechselbares Äußeres bekommen [6]. Sichtbares Zeichen der inhaltlichen Struktur ist das Hauptmenü in der linken Spalte jeder InfoVis:Wiki Seite (siehe Abbildung 2). Der Content des InfoVis:Wiki ist darin in zwölf Hauptkategorien unterteilt:

- **News:** Nach Datum sortierte, kurze, Weblog-ähnliche Einträge zu Neuigkeiten aller Art wie z.B. neue Visualisierungstechniken oder Jobangebote. Zudem gibt es ein Archiv, in dem die Einträge nach Monaten sortiert abgelegt werden.
- **Glossary:** Glossar zur Definition und Erklärung von Fachbegriffen aus der Informationsvisualisierung.

- **Events:** Ankündigung von thematisch interessanten Veranstaltungen wie etwa Konferenzen oder Vorträge.
- **Web Resources:** Interessante Weblinks, die thematisch noch detaillierter unterteilt sind.
- **Publications:** Links und Informationen zu wichtigen Büchern, Journalen und Artikeln im Bereich InfoVis.
- **Research & Education:** Kurze Vorstellung von Forschungsinstituten und Universitätseinrichtungen, die sich mit Informationsvisualisierung beschäftigen, sowie Verweise zu Lehrveranstaltungen an Universitäten weltweit.
- **People:** Kurzvorstellung wichtiger Persönlichkeiten im Forschungsbereich.
- **Companies:** Unternehmen, die Produkte im Bereich InfoVis anbieten.
- **Techniques:** Präsentation und Erklärung von verschiedenen Visualisierungstechniken.
- **Software:** Verweise zu verschiedenen Toolkits, Open Source Software und kommerziellen Applikationen.
- **Coffee Room:** Bereich zur informellen Diskussion verschiedenster Themen und Inhalte.
- **Help:** Online Hilfe für Benutzer zur Wiki Syntax, der Erstellung von Inhalten, der richtigen Zitierung, etc.

Unter den Menüeinträgen für die inhaltlichen Bereiche befinden sich MediaWiki spezifische Menüpunkte zur Abfrage der eingehenden internen Links (*What links here*), zur Auflistung der Änderungen (*Related changes*), zum Upload von Dateien (*Upload file*), zum Aufruf von speziellen, dynamisch generierten Seiten (*Special pages* - z.B. Liste aller User, letzte Änderungen im gesamten Wiki, etc.) und zur Anzeige einer Druckversion der jeweiligen Seite (*Printable version*). Zu guter Letzt findet sich noch eines der wichtigsten Elemente eines Wikis - das Suchfeld. Dieses Texteingabefeld wird standardmässig zur Suche nach bestehenden Inhalten verwendet, kann aber auch direkt über den Button "Create" zur Erstellung einer neuen Inhaltsseite mit dem angegebenen Titel benutzt werden.

In der äußerst rechten oberen Ecke des Fensters befindet sich das Benutzermenü mit dem die persönlichen Einstellungen, die persönliche Watchlist und eigene Beiträge verwaltet werden können bzw. auch das Ein- und Ausloggen möglich ist. Mit Hilfe der persönlichen Watchlist kann jeder Benutzer die ihn interessierenden Seiten vermerken und wird dann vom System über etwaige Änderungen an diesen Seiten über eine Änderungsübersicht bzw. E-Mail Notifikation auf dem Laufenden gehalten. Über dem Hauptinhaltsbereich befinden sich Karteireiter für verschiedene, seitenspezifische Funktionen. Jeder Inhaltsseite ist eine Diskussionsseite (*Discussion page*) zugeordnet in der sozusagen auf einer Meta-Ebene über den Inhalt der eigentlichen Seite diskutiert werden kann. Daneben kann man über *edit* in den Editiermodus der Seite wechseln und mit Hilfe von *history* die Änderungshistorie der aktuellen Seite abrufen. Die Funktionen *protect/unprotect* und *delete* stehen nur Administratoren zur Verfügung, um Seiten schreibschützen oder löschen zu können. Mit *watch/unwatch* können Seiten auf die persönliche Watchlist gesetzt bzw. davon entfernt werden.

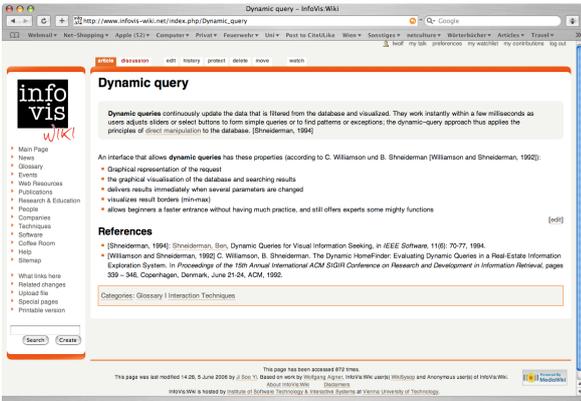


Abbildung 3. Glossar Eintrag "Dynamic Query".

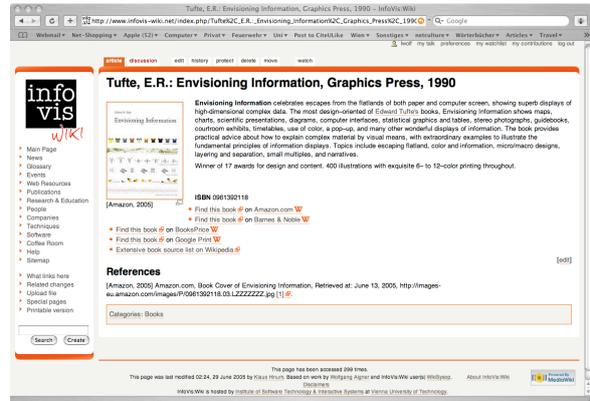


Abbildung 4. Bucheintrag unter "Publications".

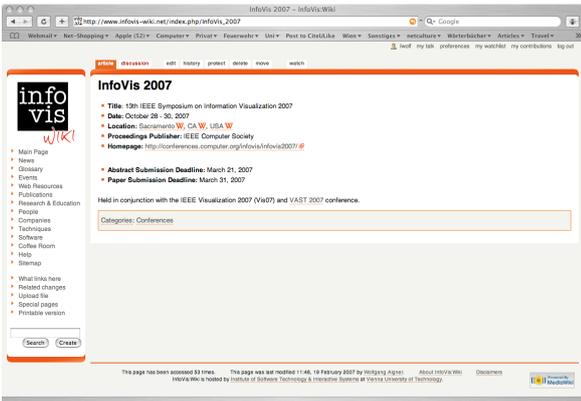


Abbildung 5. Veranstaltungseintrag.

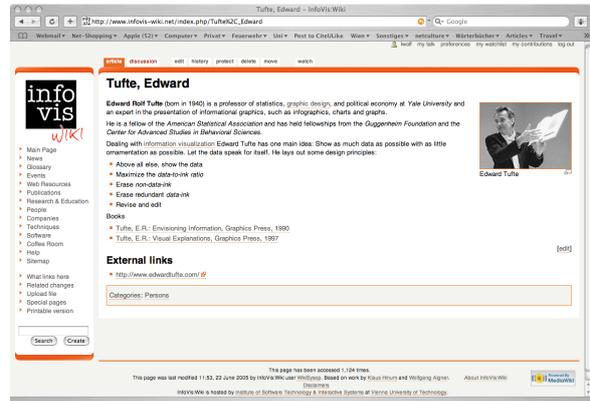


Abbildung 6. Personenbeschreibung im Bereich "People".

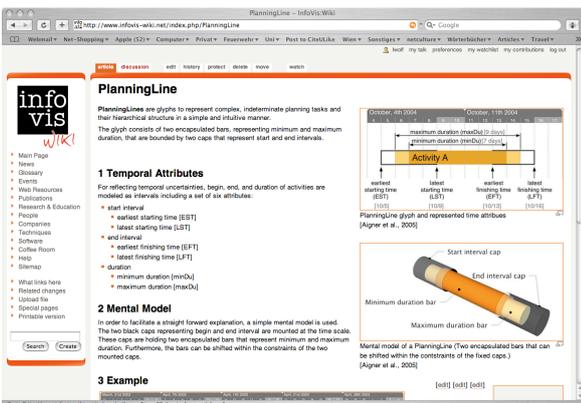


Abbildung 7. Beschreibung einer InfoVis Technik im Bereich "Techniques".

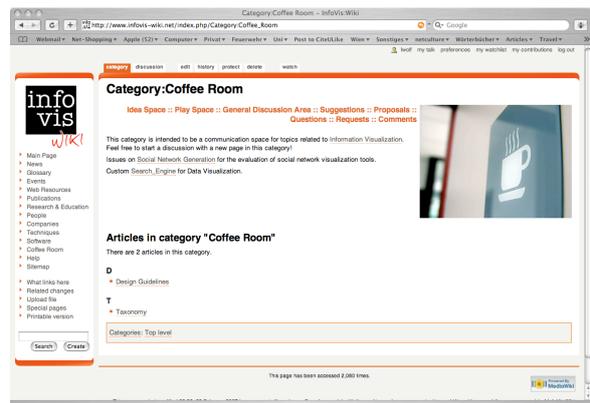


Abbildung 8. "Coffee Room": Ein Bereich zur informellen Diskussion verschiedener Themen.

Eine inhaltliche und layoutmässige Sonderstellung nimmt die Homepage bzw. *Main Page* des Wikis ein. Sie enthält in der linken Spalte aktuelle News Einträge und in der rechten Spalte des Hauptinhaltsbereiches Teaser zu verschiedenen weiteren Sektionen wie aktuellen Veransaltungen, aktuellen Publikationen und wichtigen Web Ressourcen.

3.2.2. Eigene Erweiterungen

Nicht alle unsere Anforderungen konnten durch die MediaWiki Software sozusagen out-of-the-box erfüllt werden. Aus diesem Grund mussten Erweiterungen selbst implementiert werden. Die wichtigste dieser Erweiterungen ist der News Mechanismus. Hier sollte gezielt die immer weiter verbreitete Technologie der RSS Feeds, die aus Weblogs bekannt ist, auch für den News Bereich eingesetzt werden um es Benutzern zu ermöglichen mit Hilfe ihrer Newsreader Software auch die Neuigkeiten des InfoVis:Wiki abrufen zu können ohne dafür extra einen Webbrowser öffnen zu müssen. Konkret wurde die Erweiterung als *Special page* in MediaWiki integriert. Diese Vorgangsweise hat den Vorteil, dass der Programmcode des Systems selbst nicht angetastet werden muss und somit Problemen beim Update auf neuere Systemversionen vorgebeugt werden kann.

Neben dem Newsfeed wurde auch eine Berechnung und Anzeige der aktivsten Beitragsschreiber ins InfoVis:Wiki integriert (*top contributors list*). Dies ist eine Rangliste der Autoren gereiht nach der Anzahl an Änderungen, die vom jeweiligen Autor durchgeführt worden sind. Sie soll vor allem dazu dienen, jene Autoren zu belohnen, die besonders viel zum InfoVis:Wiki beitragen, indem sie in einer Rangliste an den obersten Positionen zu finden sind.

3.3. Betrieb und Benutzerverhalten

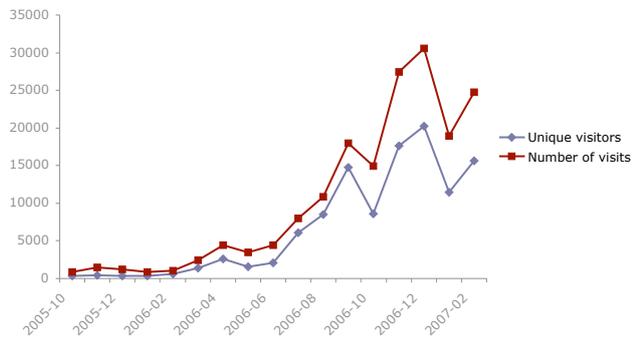
Das InfoVis:Wiki wurde im September 2005 unter der eigenen Domain <http://www.infovis-wiki.net> online gestellt. Seit diesem Zeitpunkt wurden insgesamt knapp 600.000 Seitenaufrufe (durchschnittlich ca. 1.100 pro Tag) sowie etwa 11.000 Seiteneditierungen (durchschnittlich ca. 21 pro Tag) registriert. Derzeit umfasst das InfoVis:Wiki ca. 420 verschiedene Contentseiten. Die zeitliche Entwicklung der Zugriffsstatistiken ist in Abbildung 9 graphisch dargestellt und zeigt einen steilen Anstieg etwa ab Mitte 2006.

Insgesamt haben sich 333 Benutzer registriert, wovon 117 (35%) auch aktiv inhaltliche Beiträge geliefert haben. Im Durchschnitt wurde jede Inhaltsseite etwa 55 mal aufgerufen und ca. 4 mal editiert. Die durchschnittliche Verweildauer auf einer Seite beträgt derzeit ca. 3,5 Minuten. Das Wiki selbst wird von zwei Administratoren inhaltlich und technisch koordiniert. Äußerst interessant ist auch die Betrachtung der Verteilung der aktiven Benutzer, die in Abbildung 10 graphisch dargestellt ist. Hieraus ist ablesbar, dass die meisten Benutzer keine oder sehr wenige Beiträge liefern und die meisten Edits von einer relativ kleinen Anzahl an Benutzern durchgeführt wurde. Zu bemerken ist zudem ein Ausreisser in der Klasse von 1525 bis 1550 Edits welcher ein Administrator des Wikis ist. Ansonsten gibt es nur eine sehr geringe Anzahl an Benutzern, die über 100 Edits für sich verbuchen können.

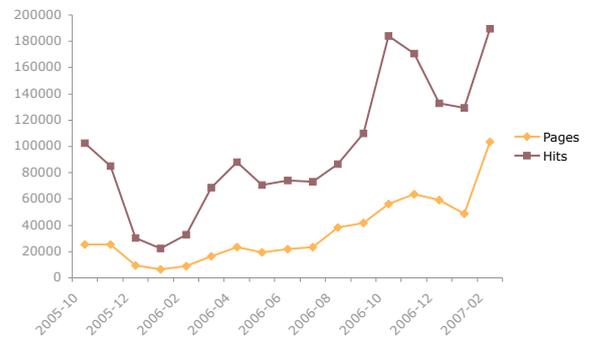
3.3.1. Werbung und aktueller Status

Der Erfolg einer Wiki Site steht und fällt mit der Anzahl an aktiven Benutzern. Wie kommt man nun aber zu diesen Benutzern und wie macht man sein Angebot bekannt? Einerseits haben wir hierzu E-mails an eine Reihe von, im Forschungsbereich bekannten, Persönlichkeiten verschickt in denen wir unsere Community Plattform vorgestellt haben und um aktive Teilnahme bzw. Weiterleitung dieser

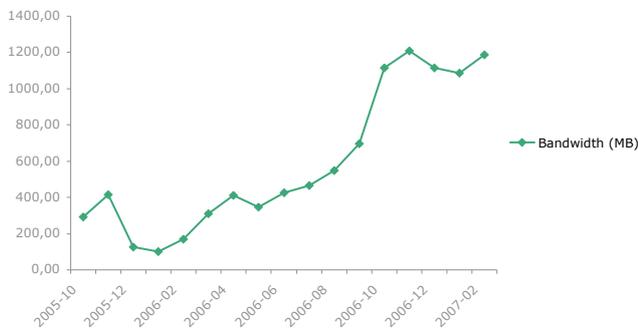
InfoVis:Wiki - Unique visitors & Visits



InfoVis:Wiki - Pages & Hits



InfoVis:Wiki - Bandwidth



Month	Unique visitors	Number of visits	Pages	Hits	Bandwidth (MB)
2005-10	326	888	25190	102475	293,40
2005-11	422	1508	25371	85231	416,37
2005-12	342	1229	9497	30561	125,45
2006-01	385	831	6607	22382	101,33
2006-02	644	1051	8905	32775	168,11
2006-03	1365	2416	16481	68486	312,04
2006-04	2620	4432	23181	88046	411,60
2006-05	1580	3485	19329	70529	345,41
2006-06	2102	4399	21800	73926	424,59
2006-07	6059	7960	23569	73043	464,22
2006-08	8544	10899	38538	86426	548,91
2006-09	14796	17950	41942	109933	695,26
2006-10	8621	14971	56190	184262	1116,16
2006-11	17627	27428	63885	170858	1208,32
2006-12	20230	30612	58983	132783	1116,16
2007-01	11495	18961	48513	129230	1085,44
2007-02	15649	24768	103330	189697	1187,84

Abbildung 9. Zugriffsstatistiken des InfoVis:Wiki von Oktober 2005 bis Februar 2007.

Anz. Benutzer

Histogramm - Edits / Benutzer

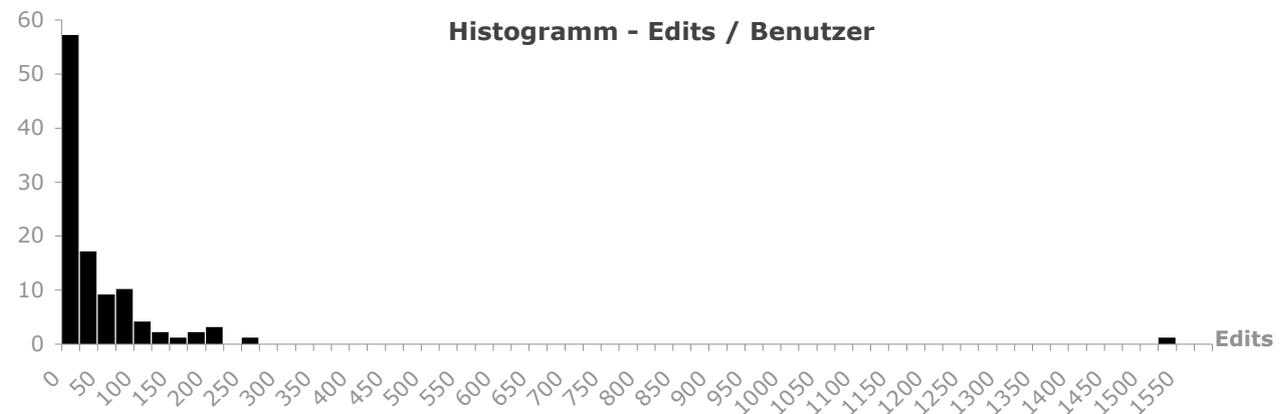


Abbildung 10. Histogramm der Anzahl von Editierungen pro Benutzer.

Information gebeten haben. Desweiteren haben wir Visitenkarten produziert, die auf diversen Konferenzen und Veranstaltungen mit dem Ziel aufgelegt wurden, den Bekanntheitsgrad des InfoVis:Wiki zu steigern.

Die steigenden Zugriffs- und Benutzerzahlen belegen, dass die Bekanntheit des InfoVis:Wiki über die Zeit deutlich gestiegen ist und auch immer mehr Benutzer aktiv Inhalte beitragen. Somit werden oft sehr schnell Fehler behoben oder kleine Updates gemacht. Dennoch ist die Anzahl derjenigen, die auch eigene Seiten produzieren und Inhalte in größerem Umfang einstellen, noch zu gering.

Positiv ist auch zu bemerken, dass das InfoVis:Wiki mittlerweile ein hohes Google Ranking aufweist und damit Begriffe, die im InfoVis:Wiki zu finden sind meist schon auf der ersten Ergebnisseite von Google zu finden sind.

3.4. Einsatz in der Lehre

Neben dem Glossar und den anderen Community Angeboten des InfoVis:Wiki, haben wir diese flexible Plattform auch selber in der Lehre eingesetzt. Im Rahmen einer Übung aus Informationsvisualisierung an der Technischen Universität Wien wird das InfoVis:Wiki bereits im zweiten Jahr erfolgreich als Lehrunterstützung eingesetzt. Das Wiki wurde dabei als Plattform zur Ausarbeitung der einzelnen Teamaufgaben, sowie zur Kooperation und Kommunikation der Teams sowohl intern als auch untereinander eingesetzt. Dadurch lässt sich eine wesentlich engere Kopplung zwischen Lehrenden und Studierenden auch während des Prozesses der Aufgabenausarbeitung und damit begleitendes Feedback und Diskussionen realisieren. Daneben haben wir auch die Erfahrung gemacht, dass die Studierenden auch die Ausarbeitungen anderer Teams begutachten und sich dort auch Tips holen bzw. Anmerkungen geben. Im Rahmen der Lehrveranstaltungsevaluierung wurde auch die Meinung der Studierenden zu dieser Vorgangsweise erfragt, die durchwegs äußerst positiv ausfiel. Positiv wurde ebenfalls bewertet, dass die Ausarbeitungen der Studierenden nicht in einer Schublade verschwinden, sondern auch für andere zugänglich sind und sich z.B. im Glossar wiederfinden. Neben unseren eigenen Lehrveranstaltungen wurde das InfoVis Wiki bereits auch von einer anderen Lehrveranstaltung erfolgreich eingesetzt.

Nach der Beschreibung der Entwicklung und des Einsatzes des InfoVis:Wiki im speziellen, wollen wir im zweiten Teil dieses Beitrags auf einige Erfahrungen und Probleme eingehen, die nicht nur spezifisch für unseren Fall gelten, sondern für Wiki Systeme aller Art von Relevanz sind.

4. Herausforderungen und Probleme beim Design und Betrieb von Wiki Systemen

4.1. Copyright vs. Copyleft

Ein Aspekt der immer mehr an Bedeutung gewinnt, ist die Frage der Rechte an Online Inhalten und die damit verbundenen juristischen Konsequenzen. Wer hat welche Rechte an den Inhalten? Die Palette reicht hier von *public domain*, was der *Free Document License (FDL)* von Wikipedia entspricht und in vielen Wikis zum Einsatz kommt, über detaillierte Copyright Klauseln bis hin zu Creative Commons Lizenzen¹², die sich baukastenartig zusammenstellen lassen.

¹²<http://creativecommons.at/> bzw. <http://creativecommons.org/>, letzter Zugriff: 6.3.2007

Die Klarstellung der Rechte an Inhalten ist vor allem im Zusammenhang mit Wiki Systemen, wo Benutzer selber Inhalte einstellen können, von großer Bedeutung, damit die Benutzer auch wissen, welche Rechte sie an den von ihnen produzierten Werken haben. Zu diesem Zweck haben wir im Rahmen der Entwicklung des InfoVis:Wiki etliche Lizenzen ähnlicher Systeme geprüft und folgende Vorgehensweise festgelegt: Das Copyright an den generierten Inhalten bleibt beim Urheber (Benutzer) des jeweiligen Inhalts. Jeder Benutzer erklärt sich außerdem damit einverstanden, dass die von ihm produzierten Inhalte im vorliegenden Wiki weltweit publiziert werden. Die Arbeit darf weiters von Dritten referenziert oder zitiert, nicht aber ohne die Zustimmung des Autors kopiert oder verwendet werden. Davon abgesehen erklärt sich der Autor aber bereit, dass die von ihm produzierten Inhalte im Rahmen des InfoVis:Wiki von anderen geändert und modifiziert werden dürfen. Ohne diese Klausel wäre die Idee eines Wikis nicht durchführbar. Jeder Autor kann allerdings, wenn gewünscht, abweichend davon eine andere Lizenz spezifizieren (Creative Commons), die von den anderen Benutzern respektiert werden muss.

Der Grund für diese vom Wiki Standard (FDL) abweichende Vorgehensweise ist die Tatsache, dass es gerade im wissenschaftlichen Bereich schwierig ist, von den Autoren zu verlangen, dass sie die Rechte an den von ihnen produzierten Inhalten an die Allgemeinheit abgeben bzw. diese ohne Einschränkung von Dritten benutzt werden dürfen ohne die Erlaubnis des Autors einholen zu müssen.

Umgekehrt ist bei der Produktion von Inhalten aber auch auf die Angabe von etwaigen Quellen zu achten. Bei wissenschaftlichen Publikationen ist dies ohnehin eine Selbstverständlichkeit und sollte auch bei Online Inhalten im wissenschaftlichen Bereich gelten. Aus diesem Grund haben wir auch Grundregeln für die Quellenangaben im InfoVis:Wiki erstellt und im Hilfebereich zugänglich gemacht. Gerade im Bereich der Produktion von Inhalten im Bereich des E-Learning ist diese Thematik den Studierenden oft nicht bewusst und muss explizit eingefordert und kontrolliert werden. Bei Zitaten von Texten ist die Rechtslage im wissenschaftlichen Bereich relativ klar. Nicht so jedoch beim sogenannten "Bildzitat", also der Verwendung von graphischen Inhalten anderer. Erschwert wird dieser Umstand ferner durch die Tatsache, dass in verschiedenen Staaten verschiedene Rechtslagen bestehen und eine Online Plattform nicht auf die Verwendung durch Benutzer aus bestimmten Ländern eingeschränkt werden kann.

4.2. Anonymous vs. Registration

Wer kennt sie nicht, die oft lästigen Aufforderungen zur Online Registrierung selbst wenn man nur einmalig eine Antwort in einem Forum posten möchte oder einen Kommentar zu einem Weblogeintrag verfassen will. Diese Hürde lässt viele Benutzer von der Intention, einen Beitrag zu liefern, Abstand nehmen. Denn nicht nur der Faktor Aufwand bzw. Zeit spielt hier eine Rolle, sondern auch der Umstand der Überhand nehmenden Flut an Logins und Passworten die sich kein Mensch mehr auswendig merkt und im Endeffekt aufschreiben muss - was der Sicherheit nicht gerade zuträglich ist. Auf der anderen Seite bringt das Zulassen von anonymen Beiträgen in Online Angeboten jedoch ein großes Problem für die Betreiber mit sich: Spam. Ohne ausgeklügelte Authentifizierung sind automatisierten Spambots Tür und Tor geöffnet. Diverse Blacklisting Mechanismen und ähnliche, meist heuristische Verfahren können zwar Abhilfe schaffen, aber das Problem nicht komplett lösen.

Wir sind in diesem Punkt davon ausgegangen, das System von Anfang an so offen wie möglich und so geschlossen wie nötig zu halten. Konkret bedeutet das, dass wir anonyme Edits zulassen aber beispielsweise ein File-Upload nur nach Registrierung möglich ist. Spambots sind zwar ein wirkliches Problem, das sich aber im Moment in Grenzen hält und manuell von den Administratoren aussortiert

werden kann. Sollte sich diese Zahl erhöhen wird an einer verpflichtenden Registrierung wohl auch kein Weg vorbeiführen.

4.3. Schwierigkeiten für Benutzer

Im Laufe des Betriebs des InfoVis:Wiki haben wir folgende, aus unserer Sicht größten, Probleme der Benutzer im Umgang mit dem MediaWiki System identifiziert. An erster Stelle steht hierbei mit Sicherheit die *Wiki Syntax*. Obwohl das Wiki Markup eine sehr einfache Sprache ist, ist sie dennoch neu und anders als z.B. HTML. D.h. der Benutzer muss erst wieder eine neue Markup Sprache lernen, um Inhalte sinnvoll editieren und produzieren zu können. Dies wird zwar durch eine Reihe von abrufbaren “Code Snippets” im Editiermodus erleichtert, die Syntax ist aber dennoch neu und unbekannt. Zudem existiert zurzeit noch kein gut funktionierender WYSIWYG¹³ Editor für MediaWiki.

Ein weiteres großes Problem ist die Vorgehensweise beim Anlegen eines neuen Artikels. Von der Grundidee her arbeiten Wikis in umgekehrter Form als das von HTML Dokumenten bekannt ist. Links werden ohne das Vorhandensein des verlinkten Artikels zuerst angelegt (sogenannte *Stubs*) und durch das Anklicken eines solchen Links wird erst der Editor für eine neue Seite aufgerufen. Dies setzt desweiteren voraus, dass alle Inhalte von der Hauptseite aus erreichbar und verlinkt sein müssen. Wenn man, wie im InfoVis:Wiki, allerdings auch stark mit *Kategorien* zur Strukturierung arbeitet, ist das nicht immer der Fall. Hier muss ein Artikel erst angelegt werden und dann durch ein bestimmtes Markup die Zugehörigkeit zu einer oder mehreren explizit Kategorien festgelegt werden. Die dritte Möglichkeit besteht standardmäßig darin, einen Seitentitel in die Suchmaske einzugeben, der noch nicht existiert. Im Anschluss wird man gefragt, ob man eine Seite diesen Titels anlegen möchte. Es gibt also grundsätzlich nicht so etwas wie einen “Seite erstellen” Button. Diese verschiedenen Möglichkeiten neue Seiten zu erstellen sind vor allem für Wiki Neulinge schwer zu verstehen und nicht offensichtlich. Wir haben deshalb versucht, die Suche und das Erstellen von neuen Seiten durch verschiedene Buttons zu trennen (*Search* bzw. *Create*). Doch auch diese Maßnahme greift noch zu kurz, weil die Position des Artikels innerhalb der Kategorienhierarchie noch unbestimmt bleibt.

Dies führt auch gleich zum nächsten Problem: der Zuordnung von Artikeln zu Kategorien. Artikel werden über ein bestimmtes Wiki Markup zu Kategorien zugeordnet. Wenn man sich also gerade in der Übersicht über die eingetragenen Bücher in der Kategorie “Books” befindet, kann man nicht einfach an dieser Stelle einen weiteren Bucheintrag erstellen, sondern muss eine neue Seite generieren und diese explizit der Kategorie “Books” zuordnen. Es existiert also nicht so etwas wie ein “Seite hier erstellen” Button.

Standardmäßig konfigurierte “Begriffswikis” weisen oft einen etwas kargen “Google Charme” auf, indem sie nicht viel mehr als ein Suchfeld auf der Startseite anbieten. Handelt es sich vom Inhalt her allerdings nicht um ein Wörterbuch, Lexikon, Glossar, o.ä. dann ist es für den Benutzer sehr schwer zu erkennen, welche Inhalte in diesem Wiki vorhanden sind. Zudem ist eine möglicherweise vorhandene Struktur, die oft sehr zum Verständnis bzw. zur Formung einer mentalen Landkarte beiträgt, so nicht erkennbar. Aus diesem Grund sind wir auch dazu übergegangen, die oberste Ebene unserer Strukturierung in Form eines umfangreicheren Hauptmenüs nach außen zu kehren, um auf den ersten Blick einen Eindruck über die Inhalte und Struktur des InfoVis:Wiki zu geben. In diesem Sinne haben wir also versucht eine Balance bzw. einen Mix zwischen Portal und Wiki System zu schaffen.

Zu guter Letzt noch ein Problem, dass ebenfalls mit der Wiki Syntax zusammenhängt: das Einfügen

¹³What You See Is What You Get (WYSIWYG)

von Bildern. Der File-Upload funktioniert bei Wikis wie von anderen Systemen her bekannt und relativ reibungslos. Das Einbinden der upgeloadeten Bilder in Artikel gestaltet sich dagegen schwieriger. Hierzu ist für die Steuerung des Layouts und der Größe eine relativ komplexe Syntax vonnöten, die manuell eingegeben werden muss.

4.4. Leser vs. Autoren

Das Motto, das wir uns für das InfoVis:Wiki auf die Fahnen geschrieben haben lautet *Contribute and Benefit!*, also frei übersetzt “trag was bei und profitiere”. Die Motivation einer genügend großen Schar an Benutzern, die aktiv Inhalte editieren und beitragen, ist eines der grundlegendsten Probleme aller Arten von Online Communities. Wenn jemand bereitgestellte Inhalte nur liest und konsumiert hat er natürlich den größten Nutzen, weil kein Aufwand entsteht. Auf der anderen Seite ist es aber natürlich so, dass dadurch kein Neuwert generiert wird und der Nutzen damit für alle gegen Null geht. Das Beitragen eigener Inhalte bedeutet klarerweise Aufwand für den Autor - bei genügend aktiven Autoren steht dem jedoch ein noch grösserer Nutzen für jeden einzelnen gegenüber, siehe beispielsweise Wikipedia. Wikipedia ist aber hier sicher nur als Sonderfall zu betrachten von dem die allermeisten anderen Wikis nur träumen können. Wir haben daher versucht durch die eigene Erweiterung *top contributors list* soziale Anreize für eine stärkere Beteiligung zu schaffen. Dies ist allerdings nur ein erster Schritt und es sind weitere Methoden zur sozialen Belohnung in Entwicklung und Erprobung [3, 4].

4.5. Qualitätskontrolle

Neben den anfangs erwähnten rechtlichen Aspekten ist inhaltlich klarerweise auch die Qualität der gelieferten Beiträge von entscheidender Bedeutung. Wer kontrolliert aber die Inhalte auf Korrektheit, Vollständigkeit, die Berücksichtigung des geistigen Eigentums anderer, etc.? Im Fall des InfoVis:Wiki, wird das natürlich einerseits durch die Community und andererseits durch die Koordinatoren sichergestellt. Im wissenschaftlichen Bereich stellt sich daneben auch oft die Frage, ob jene Personen, die eine solche Qualitätskontrolle durchführen, in der wissenschaftlichen Community auch anerkannt sind und ob so etwas wie ein offizielles “steering committee” notwendig ist? Der auf der einen Seite gesteigerte Qualitätsanspruch muss aber durch die damit verbundene, erhöhte Bürokratie in Folge auch mit der verringerten Flexibilität abgewogen werden. Daneben gibt es noch Ideen, Artikelbewertungen von den Benutzern selbst a la Amazon einzuführen. Bis zu diesem Zeitpunkt gibt es im MediaWiki System allerdings keine Möglichkeit eine derartige Bewertung einzubauen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass es noch eine Reihe von Schwierigkeiten und Problemen beim Betrieb und der Benutzung von Wiki Systemen gibt, die einen reibungsloseren Ablauf hemmen. Wir können hier leider nicht in allen Fällen Lösungen anbieten und beschränken uns daher weitgehend als ersten Schritt auf das Aufzeigen dieser Probleme, die im Rahmen zukünftiger Entwicklungen angegangen werden sollen.

5. Zusammenfassung und Ausblick

Im Rahmen weiterer Entwicklungen sollen vor allem die im zweiten Teils dieses Beitrags aufgezeigten Probleme und Hürden für Benutzer abgebaut und die Motivation zur aktiven Partizipation von Benutzern angehoben werden. Zu diesem Zweck sollen Add-ons für das MediaWiki System entwickelt werden, die die Editierung von Wiki Syntax erleichtern (WYSIWYG Editor) und die Erstellung von

Artikeln, sowie das Einfügen von Bildern und die Zuordnung zu Kategorien vereinfachen. Tiefergreifende Arbeiten zum Thema Motivation mit Hilfe von Social Rewarding Mechanismen sind bereits in Ausarbeitung und wurden prototypisch implementiert [3, 4]. Als nächster Schritt soll dort nun eine Evaluierung folgen, die die Nützlichkeit und Anwendbarkeit dieser Mechanismen untersucht.

Grundsätzlich konnte durch die InfoVis:Wiki Initiative eine umfangreiche Informations- und Wissensressource geschaffen werden, die sich immer größerer Beliebtheit erfreut. Derzeit kann das InfoVis:Wiki mehr als 50.000 Seitenaufrufe von über 15.000 verschiedenen Besuchern pro Monat verzeichnen, was für diese doch relativ kleine Community schon recht beachtlich ist. Gemäß unserem Motto “*Contribute & Benefit!*” beteiligen sich auch immer mehr Benutzer aktiv an der Produktion von Inhalten, um sie einerseits für sich selbst zu sammeln und andererseits gleichzeitig auch der gesamten Community zur Verfügung zu stellen. Daneben wird das InfoVis:Wiki in der universitären Lehre sowohl aktiv für E-Learning, als auch passiv im Sinne einer Informationsressource, international eingesetzt.

Das InfoVis:Wiki ermöglicht durch die offene Wiki Technologie informelle Kollaborationen jenseits formeller Grenzen von wissenschaftlichen Fachbereichen oder Communities, Lehrenden und Studierenden bzw. Wissenschaft und Wirtschaft. Damit sollen traditionelle Barrieren aufgeweicht werden um Synergieeffekte zu fördern.

Danksagung

Die Autoren dieses Beitrags bedanken sich herzlich bei Helwig Hauser, Bernhard Hoisl, Eduard Gröller, Margit Pohl, Markus Rester und Michael Schadler für deren Unterstützung im Rahmen des InfoVis:Wiki Projekts.

Literatur

- [1] Elizabeth Da Lio, Lucia Fraboni, and Leo Tommaso. TWiki-based Facilitation in a Newly Formed Academic Community of Practice. In *Proceedings of WikiSym'05*, pages 85–111. ACM Press, 2005.
- [2] John Hamer. Some Experiences With The “Contributing Student Approach”. In *Proceedings of ITiCSE'06*, pages 68–72. ACM Press, 2006.
- [3] Bernhard Hoisl. Social Rewarding in Wiki Systems. Master thesis, Vienna University of Technology, Institute of Software Technology and Interactive Systems, 2007. *forthcoming*.
- [4] Bernhard Hoisl, Wolfgang Aigner, and Silvia Miksch. Social Rewarding in Wiki Systems - Motivating the Community. In *Proceedings of HCI International - 12th International Conference on Human-Computer Interaction (HCII 2007)*, 2007. *to appear*.
- [5] B. Shneiderman. The Eyes Have It: A Task by Data Type Taxonomy for Information Visualizations. In *Proc. of the IEEE Symp. on Visual Languages*, pages 336–343. IEEE Press, 1996.
- [6] Konrad Strutz, Wolfgang Aigner, Klaus Hinum, and Silvia Miksch. InfoVis:Wiki - Projektbeschreibung (in German). Miscellaneous Scientific and Technical Reports Asgaard-TR-2005-13, Vienna University of Technology, Institute of Software Technology & Interactive Systems, August 2005. 48 pages.