

Medi@Thing – Ein didaktischer Ansatz zum ko-aktiven Lernen

Reinhard Keil

Heinz Nixdorf Institut - Universität Paderborn
33102 Paderborn - Germany
Web: <http://www.whni.uni-paderborn.de/iug/>
Email: Reinhard.Keil@uni-paderborn.de

Zusammenfassung: In vielen Bildungsbereichen verschieben sich gegenwärtig die Akzente von einer qualifikationsorientierten zu einer stärker kompetenzorientierten Ausbildung. Der Begriff der Kompetenz zielt dabei darauf ab, das Aneignen von Wissen auf Vorrat zugunsten des Erwerbs allgemeiner Kompetenzen beispielsweise zur eigenständigen Aneignung von Wissen zu verschieben. Schlüsselqualifikationen geraten dabei zunehmend auch für die Ausbildung von Ingenieuren und Informatikern ins Blickfeld. Der kooperative und erwägende Umgang mit Wissensvielfalt wird in einer Informationsgesellschaft mit ihrer schnellen und verteilten Aufbereitung von Wissen zur Herausforderung.

Der Beitrag skizziert die damit verbundenen Anforderungen und stellt mit dem Konzept des Medi@Thing einen Ansatz vor, der die Umsetzung solcher Anforderungen im Rahmen der universitären Informatikausbildung ermöglicht. Ein zentrales Moment dieses Ansatzes ist die ko-aktive Wissensarbeit in virtuellen Räumen. Erste Erfahrungen zeigen, dass das Konzept von Studierenden angenommen wird. Es wird jedoch auch deutlich, dass für das Gelingen bestimmte organisatorische und technische Randbedingungen zu beachten sind.

1 Hintergrund

Informatiker entwickeln auf Zeichen basierende Produkte. Im Gegensatz zu anderen Ingenieurprodukten, die aus Materialien wie Stahl, Kunststoff oder Glas gefertigt werden, bildet Software soziale Wirklichkeit in vielfältiger Form ab. Der Einsatz von Software ändert umgekehrt aber auch diese Wirklichkeit, sodass ein Rückbezug entsteht. Menschen verändern ihr Handeln, um ihre Interessen zu wahren, und verändern damit die Annahmen, die der Modellierung zugrunde gelegt worden sind. Das führt zu vielfältigen Wechselwirkungen zwischen Informatiksystemen und ihrem Einsatzumfeld hinsichtlich der Verständnisbildung, Nutzungspotentiale und Einsatzrisiken. Im Rahmen des Fachgebietes Informatik und Gesellschaft befassen wir uns mit diesen Wechselwirkungen zwischen der Informationstechnik und ihrem Einsatzumfeld mit dem Ziel, die informatikrelevanten Konsequenzen sichtbar zu machen. Das betrifft sowohl die Analyse der Folgen, die mit verschiedenen Gestaltungsalternativen verbunden sind, als auch die Erhebung von Anforderungen, die an die Informatik im allgemeinen und die Systementwicklung im besonderen gestellt werden.

Die Betrachtung von Informatiksystemen in ihrem Einsatzkontext legt zugleich nahe, die auch von der Praxis immer wieder eingeforderten Schlüsselqualifikationen¹ ebenfalls stärker in den Blick zu nehmen und methodisch in der Lehre adäquat umzusetzen. Das betrifft natürlich nicht nur die Fähigkeit, sich im interdisziplinären Diskurs mit fachübergreifenden Problemstellungen auseinanderzusetzen, sondern auch den Erwerb anderer grundlegender Kompetenzen, wie z.B. die Befähigung zur Teamarbeit im allgemeinen sowie zur medienadäquaten Präsentation und Aufbereitung komplexer Fragestellungen im Besonderen. Das heißt, es steht nicht mehr das isolierte Lesen im Vordergrund, sondern die schnelle Interaktion zwischen Autoren und Lesern sowie der damit verbundene Rollenwechsel, bei dem Lernende selbst zu Wissensproduzenten werden (Keil-Slawik 2005). Die objektbezogene Integration von Kommunikations- und Kooperationsfunktionen wie auch eine semantikbezogene Anordnung von Wissens-elementen zur Wissensstrukturierung, wie sie für eine integrierte Wissensarbeit erforderlich ist, stellt eine entscheidende Herausforderung dar.

Dies ist mit gängigen Lehr-Lernformen wie Vorlesungen, Übungen und Seminaren nur beschränkt oder gar nicht zu erreichen. Zwar finden auch bei diesen Formaten die Übungen häufig in Kleingruppen statt. Dabei bearbeiten in der Regel alle Gruppen in einem festen Turnus von einer oder zwei Wochen jeweils dieselbe Aufgabe. Der Leistungsnachweis wird am Ende der Veranstaltung durch eine Einzelprüfung oder Seminararbeit erbracht. Zwar gibt es auch Ausarbeitungen, die von mehr als einer Person angefertigt werden, doch ist dabei die Form der Kooperation nicht Gegenstand des Seminars, sie bleibt den jeweils Beteiligten zur freien Ausgestaltung überlassen. Die traditionelle Projektarbeit ist die einzige Form, die viele der hier genannten Anforderungen an den Erwerb von Schlüsselqualifikationen vom Grundsatz her ermöglicht, doch sind Projekte sehr aufwändig und können von Studierenden in der Regel nicht mehr als einmal besucht werden, so sie denn überhaupt angeboten werden. Eigentlich entscheidend ist jedoch nicht, welches Lehrveranstaltungsformat dazu geeignet ist, die Anforderungen umzusetzen, sondern die Möglichkeit, die verschiedenen Formate von der Vorlesung bis zur Seminar- und Projektarbeit angemessen integrieren zu können.

In diesem Sinne versucht der Ansatz des Medi@Thing diese Lücke zu schließen, indem sie vom Aufwand her eine Veranstaltung mit 4 ECTS Punkten repräsentiert – was einer klassischen Veranstaltungsform mit zwei Vorlesungs- und einer Übungsstunde entspricht – und damit von den Anforderungen deutlich unter dem üblichen Niveau von Projektveranstaltungen liegt. Allerdings gibt es weder Einzelarbeiten noch die üblichen wöchentlichen Übungsaufgaben, sondern mit diesem neuen didaktischen Ansatz sollen verschiedene Anforderungen miteinander verknüpft werden:

- Erschließung eines komplexen Themenfeldes mit Recherche, Analyse und Bewertung als kontinuierliche Gruppenarbeit über das gesamte Semester,
 - Kooperative Erarbeitung einer gemeinsamen (Gruppen-)Position,
 - Visuelles Aufbereiten komplexer Zusammenhänge in einem virtuellen Wissensraum,
 - Präsentieren von Lösungen und Lösungsansätzen in verschiedenen Formaten als Team
 - Integration verschiedener Formate von Vorlesung bis zur freien Arbeit Gruppenarbeit.
- Der Begriff Medi@Thing spiegelt zwei zentrale Momente dieses Ansatzes wider. Zum einen erinnert der Begriff Thing an die Tradition von Volks- und Gerichtsversammlun-

¹ Die aktuelle Broschüre für Hochschulabsolventen „Berufsfeld Technik“ (WS 2008/2009) ist mit „TOP-THEMA: Schlüsselqualifikationen“ untertitelt.

gen nach dem alten germanischen Recht. Der Ort oder Platz an dem eine solche Versammlung abgehalten wurde, heißt *Thingplatz* oder *Thingstätte* und wurde an einem etwas erhöhten Punkt angelegt. Das Thing fand unter Vorsitz des Königs bzw. des Stammes- oder Sippenoberhaupts unter freiem Himmel oftmals unter Gerichtslinden und stets am Tag statt (daher auch der Begriff Tagung). Ein Medi@Thing umfasst insgesamt drei zentrale Versammlungen (Jour Fixe), bei denen die Lernenden sich gegenseitig den Arbeitsstand bzw. das Arbeitsergebnis präsentieren und diskutieren. Zum anderen verweist der Begriff Media auf die besondere Bedeutung der Arbeit in virtuellen Räumen mit einer entsprechenden Visualisierung thematischer Zusammenhänge. Diese ko-aktive Arbeit in virtuellen Wissensräumen verkörpert die Kontinuität zwischen den Jour Fixe. Um diese Aspekte näher zu beleuchten, ist es jedoch zunächst erforderlich, das Konzept der Wissensarbeit näher vorzustellen.

2 Lernen als Wissensarbeit

Unsere Lernkultur zeichnet sich durch eine ausgeprägte Einbahnstraßenmentalität aus. Dafür sind vermutlich viele Faktoren verantwortlich. Sowohl unsere Alltagssprache als auch unsere Alltagspsychologie folgen einer Transportmetapher. Wissen wird im Kopf erzeugt, dann in Form von Sprache, Gestik oder Schrift ausgegeben und an andere optisch, elektrisch oder physisch übermittelt und dort wieder aufgenommen. Ein zweiter gewichtiger Grund dürfte die Technik sein, denn nach demselben Schema funktionieren auch unsere traditionellen Mediensysteme. Das gilt zumindest für alle Medientechnologien, bei denen eine persistente Speicherung von Wissen durch analoge Einschreibetechniken erzeugt wird. Wenn ein Zeichen (Text, Bild, Ton, Zahl etc.) einmal produziert oder aufgezeichnet ist, können wir mit technischen Mitteln nur noch den Medienträger bearbeiten, aber nicht mehr die Zeichen selbst. Wir können z.B. Zahlen, einmal auf ein Blatt Papier geschrieben, nicht mehr anders anordnen oder sortieren, weil wir sie nicht anfassen und bewegen können. Wir können das Papier (Medienträger) zerschneiden und dann die Schnipsel sortieren. Meistens schreiben wir die Zahlen einfach ein zweites Mal hin. Schließlich sagen wir, dass wir Wissen vervielfältigen, wenn wir Bücher drucken, obwohl wir dabei nur einen technischen Einschreibprozess wiederholt ausführen. Wissen wird zu einem Produkt, das replizierbar, übertragbar und speicherbar ist.

Dagegen steht eine Sicht, die Wissen als Prozess betrachtet. Man kann zwar jemanden für sich arbeiten, aber nicht für sich lernen lassen. Einsichten kann man nicht transportieren. Getreu Goethes Motto aus dem ersten Teil der Faust-Tragödie „Du gleichst dem Geist, den Du begreifst“ müssen Lernende selbst erarbeiten, was sie verstehen wollen. „Worauf es deswegen bei dem Studium der Wissenschaft ankommt,“ stellte G.W.F. Hegel in der Vorrede zur Phänomenologie des Geistes fest, „ist die Anstrengung des Begriffs auf sich zu nehmen.“ Diese Anstrengung kann durch kein noch so gut gestaltetes interaktives System oder ein reichhaltiges Portal an Download-Materialien ersetzt werden.

Tatsächlich sind viele Enttäuschungen und falsche Erwartungen an eLearning (ebenso wie an Wissensmanagementsysteme) darauf zurückzuführen, dass auch mit Computer und Internet lediglich Wissen als Produkt gehandhabt wird, allerdings mit dem Unterschied, dass elektronische Trägersysteme eine sehr viel rationellere Produktion, Vervielfältigung und Verbreitung ermöglichen.

fältigung und Übertragung ermöglichen. Wir setzen den Prozess des Erzeugens von Wissen mit seiner Aufzeichnung gleich, die Vermittlung mit dem Transport und das Erschließen mit dem Lesen. Diese unzulässige Ineinssetzung von (Medien-)Produkt und Prozess zieht sich durch die bildungstechnologischen Entwicklungen der letzten Jahrzehnte, die nicht umsonst durch ein fortwährendes Wechselspiel von Euphorie und Ernüchterung gekennzeichnet ist (vgl. Messerschmidt & Grebe 2005).

Beide Perspektiven, Wissen als Produkt und Wissen als Prozeß, sind notwendig und sinnvoll, denn ohne ein gewisses Maß an konventionalisiertem Wissen wäre eine arbeitsteilige Organisation weder in Wissenschaft oder Verwaltung noch in der Konstruktion komplexer Artefakte möglich. Auf der anderen Seite gilt, dass jeder isolierte Akt der Auseinandersetzung eines Individuums mit einem Medienobjekt in anschlussfähige Handlungen eingebettet sein muss, denn ohne ein Einbettung in soziales Handeln ist weder die Identität von Bedeutungen feststellbar noch kann Gewissheit erzielt werden. Neues Wissen erschließen ist somit immer mit einem Lernprozess verbunden, der sozial eingebettet sein muss. Unterschiede bestehen nur in der Art und Weise sowie in der Form und der Häufigkeit sozial intervenierender Handlungen.

Die Verknüpfung von Wissen als Produkt und Wissen als Prozess soll über den Begriff der Wissensarbeit hergestellt werden (vgl. Keil 2007). Der Begriff Wissensarbeit ist ursprünglich von Peter Drucker (1969) eingeführt worden, um zu betonen, dass viele Arbeitsprozesse in Unternehmen zunehmend weniger konventionalisierbar und automatisierbar, sondern wissensbasiert sind. Dazu gehört auch, dass automatisierte Abläufe nur dann auch ökonomisch Sinn machen, wenn sie re-kontextualisiert werden. Insofern ist auch nicht verwunderlich, dass nach Drucker die wichtigsten Charakteristika von Wissensarbeitern Selbstständigkeit und Eigenverantwortlichkeit sind, denn hier geht es nicht um rein faktisches explizites Wissen, sondern darum zu wissen, wie die anstehenden Aufgaben unter Ausnutzung der vorhandenen Mittel optimal erledigt werden können. Entsprechend spielen auch Kompetenzen und charakterliche Dispositionen eine wichtige Rolle. Nicht wer Wissen hat, ist in diesem Sinne unersetzlich, sondern derjenige, der es weitergibt und vermehrt.

Es gilt aber noch ein weiteres entscheidendes Merkmal von Wissensarbeit zu beachten. Der Titel von Druckers Buch heißt „The Age of Discontinuity: ...“, im Deutschen leider mit „... Zeitalter der Unsicherheit“ übersetzt, und verweist damit darauf, dass es bei der Wissensarbeit darauf ankommt, Wissen aus verschiedenen Quellen vor dem Hintergrund eigener Erfahrungen so miteinander in Beziehung zu setzen, dass damit die anstehenden Aufgaben gelöst werden können. Es geht also um zweierlei, Wissen muss über Zeiträume hinweg erschlossen und tradiert und über verteilte Standorte hinweg zusammengeführt und wieder verteilt werden. Eine solche disparate Aufgabe ist nur zu bewältigen, wenn es zeit- und ortsübergreifende Instanzen gibt, die Kontinuität sichern. Gewiss kann das menschliche Gedächtnis mit all seinen Stärken und Schwächen als eine solche Instanz angesehen werden. Auf der anderen Seite gilt es jedoch festzuhalten, dass sowohl komplexe arbeitsteilige Gestaltungs- und Verwaltungsaufgaben (z.B. Leroi-Gourhan 1988 und Alexander 1964) als auch individuelle Wahrnehmungs- und Problemlöseprozesse (z. B. Gregory 1998 und Polya 1973) in hohem Maße auf externe Wissensartefakte angewiesen sind, um Gedachtes oder Vorgestelltes hinsichtlich ihres Wirklichkeitsgehalts vergleichen, analysieren oder überprüfen zu können.

Das entspricht auch der Sicht von Ludwig (2004, S. 121), der die Aufgabe des Lehrenden darin sieht, „ein didaktisches Setting zu begründen und aufrecht zu erhalten, in dem Verstehen als Anerkennung und Kritik von Bedeutungshorizonten möglich wird“. Ludwig stellt ein Bildungskonzept zur Diskussion, in dem „... virtuelle Bildungsräume als Schnittstelle zwischen Lernen und Handeln einen zentralen Stellenwert einnehmen“ (Ludwig, Petersheim 2004, S. 255) und so die Lernenden in den Mittelpunkt gerückt werden und nicht die Produktion von Inhalten durch die Lehrenden. Bildungsräume und Wissensräume hängen zwar eng zusammen, doch im Gegensatz zu Ludwig werden in diesem Beitrag keine Bedeutungsräume als metaphorische oder mentale Konstruktionen betrachtet, sondern physische, d. h. mit Hilfe von Technik realisierte Räume. Das Ziel ist, über die Bereitstellung virtueller Wissensräume, das gemeinsame Aufspannen unterschiedlicher Bedeutungshorizonte im Prozess des Lernens und Lehrens zu ermöglichen. Zur Unterstützung dieser Prozesse werden entsprechende technische Unterstützungsfunktionen bereit gestellt, die nachfolgend vorgestellt werden sollen.

3 Medi@renen der Wissensarbeit

Wissensarbeit basiert in erheblichem Maße darauf, vorgegebene Arrangements von medialen Artefakten zu bearbeiten, sie in Beziehung zu setzen, Unwesentliches zu entfernen, Relevantes zu identifizieren, zu bewerten und zu kommentieren, sowie eigene Materialien hinzuzufügen. Wissen wird nicht auf der grünen Wiese kontextfrei erschaffen, sondern basiert auf unterschiedlichen Quellen und Sichten. Was sich bewährt und im spezifischen Kontext als verwendbar erweist, sollte in den Prozess einbezogen werden. Gerade in heutigen Lehr-/Lernsettings geschieht dieser Prozess über einen längeren Zeitraum im Zusammenspiel unterschiedlicher Beteiligter mit unterschiedlichen Rollen und Rechten. Es erscheint wenig sinnvoll, die Vielfalt der dabei erfolgenden wechselseitigen Bezugnahmen und intervenierenden Handlungen auf die zwei Extrema „Nur Dozenten schreiben – Studierende lesen“ oder „Alle dürfen beliebig schreiben“ zu reduzieren. Vielmehr geht es darum, einen Raum an Möglichkeiten zu schaffen, der sowohl Vorlesungen als auch Projektarbeit, individuelle Einzelarbeit und Teamarbeit wie auch die Verknüpfung von Teamarbeiten miteinander flexibel zu kombinieren. Virtuelle Wissensräume sind ein geeigneter Ausgangspunkt. Wird jedoch, wie heute meist üblich, der Zugang über einen Browser realisiert, entsteht das Problem, dass es aufgrund der Protokollbeschränkungen des Web nicht möglich ist, räumliche Arrangements von medialen Artefakten frei zu positionieren und entsprechend anzuzeigen.

Das Konzept der Medi@rena ist für die Ausschöpfung dieser neuen Qualität entwickelt worden. In einer Medi@rena sollte das Objekt der Wahrnehmung auch das Objekt des Handelns, d.h. der Manipulation durch verschiedene Nutzer sein. Das bedeutet insbesondere auch, dass Objekte eine Position im Raum haben können, damit sie als Element in einer visuellen Wissensstruktur fungieren können. Bezüglich der Umsetzung ist eine Medi@rena eine spezielle Sicht auf einen virtuellen Wissensraum, der insbesondere das verteilte Manipulieren und Arrangieren von Objekten unterstützt. Die Vernetzung von virtuellen Räumen ist eine weitere Schlüsselqualität für die verteilte Bearbeitung. Die besondere Qualität der Integration von kommunikativen, kollaborativen, kooperativen, koordinierenden etc. Aktivitäten über verschiedene Räume hinweg wird dabei durch den Begriff der *ko-aktiven* Nutzung bezeichnet. Damit ist es möglich, mediale Objekte auf-

grund ihrer persistenten Ablage in virtuellen Wissensräumen kontinuierlich über einen bestimmten Zeitraum verteilt zu erstellen und zu bearbeiten und dabei als Handlungsraum ein gemeinsames räumliches visuelles Arrangement zu haben dass es gestattet, Strukturen aufzubauen wie in einem Arbeitszimmer oder auf einem Schreibtisch.

Auf diese Weise ist es prinzipiell möglich, mit wenig Aufwand unterschiedlichste Szenarien der Wissensarbeit zu realisieren. Diskursstrukturierungsverfahren verkörpern z.B. ein bestimmtes zeitliches und räumliches Arrangement von Medienobjekten, wobei durch das Setzen von Rechten oder das Bewerten oder Annotieren von Dokumenten eine spezielle didaktische Methodik umgesetzt wird. Pyramidendiskussionen oder das „Thesen Kritik Replik“-Verfahren sind Ansätze zum erwägenden Umgang mit Wissensvielfalt, in denen die Beteiligten methodisch strukturiert Positionen und Bewertungen bearbeiten müssen. Dabei werden sowohl die zeitliche als auch die strukturelle Beziehung der Dokumente und entsprechenden Zustände oder Verantwortlichkeiten zueinander visualisiert. Solche Verfahren lassen sich schon allein aufgrund des enormen Aufwands mit traditionellen Einschreibmedien nicht realisieren und in ihrem Verlauf dokumentieren (siehe die Beiträge in Benseler, Blanck, Keil, Loh 2007, S. 313–339).

Zur Verdeutlichung des Mehrwerts dieser neuen Möglichkeiten sei nur auf das Beispiel der Moderationstechniken verwiesen, bei denen einzelne mediale Objekte (Karten) zwar verteilt erstellt, gesammelt, gemeinsam arrangiert, geordnet und kommentiert werden können, der Prozess aber an die kontinuierliche Nutzung eines physischen Raumes gebunden ist, weil das mediale Arrangement nicht ohne erheblichen Aufwand transportierbar ist. Traditionelle Moderationstechniken sind deshalb nahezu immer auf eine oder einzelne nebeneinander stehende Phasen in einem Lehr-/Lernarrangement begrenzt. Unterschiedliche Dokumente wie Vorlesungsskripte, Literatur oder eigene Beiträge und Ergänzungen lassen sich aufgrund der medialen Beschränkungen nicht in einem persistenten Arrangement verknüpfen. Genau dies ist aber eine der wesentlichen Aufgaben für die Studierenden in einem Medi@Thing. Sie sollen ihren Lernerfolg dadurch dokumentieren, dass sie ein komplexes Themengebiet mithilfe dieser Techniken in einem virtuellen Wissensraum aufbereiten. Dabei sollen sie fremde und eigene Materialien einbinden können und durch die Kombination und Anordnung der Wissens Elemente das vorhandene Wissen präsentieren (Hampel et al. 2005).

Gegenüber diesem ersten Ansatz werden die zur Strukturierung benötigten Elemente stärker systematisiert und zugleich von Techniken wie der Navigation in Wissensbeständen ebenso abgegrenzt wie von Illustrationen und reiner Vernetzung durch Links. Dazu ist ein neuer über PlugIns erweiterbarer Java Client namens „medi@rena composer“ entwickelt worden, der es gestattet, die räumlichen Attribute wie die Position von Objekten kooperativ zu bearbeiten und persistent zu speichern (Niehus 2006). Nur dann ist es möglich, über die Begrenzungen von illustrativen Grafiken und Clickable Maps auf der einen und semantischen Netzen auf der anderen Seite hinauszugehen.

Dies markiert den Übergang von der bislang praktizierten Wissenspräsentation zur kooperativ visuellen Wissensstrukturierung als einem längerfristigen Prozess, bei dem Objekte, Dokumente und grafische Elemente so miteinander in Beziehung gesetzt werden, dass sich durch die räumliche Anordnung der Wissens Elemente und die Visualisierung von semantischen Zusammenhängen die unterlegte Wissensstruktur erschließen lässt. Zur praktischen Umsetzung bedarf es jedoch noch einiger weiterer Überlegungen.

Neben der rein textuellen Wissensstrukturierung über Kapitel, Listen, Tabellen oder Ontologien sind unzählige grafische Strukturen erwachsen. Diese Strukturen sollen einen schnellen Überblick über eine spezifische Thematik ermöglichen (Rewey et al. 1991). Dies gewinnt immer mehr an Bedeutung, da Wissen heute über lange Zeiträume digital verfügbar bleiben muss. Folglich soll es bei der Strukturierung von Wissen um strukturierte Sichten auf Dokumentensammlungen gehen. Dabei muss eine zeit- und ortsübergreifende kooperative Zugreifbarkeit gewährleistet sein. Eine solche Struktur muss im Hinblick auf ihren langen Nutzungsgrad *erweiterbar* sein, um sie mit neuem Wissen anreichern zu können. Außerdem muss eine schnelle visuelle *Erschließbarkeit* gewährleistet sein.

Gestaltungs- wie auch Lernprozesse sind soziale Prozesse, in denen noch nicht vollständig durchdrungenes Wissen erarbeitet, modifiziert, strukturiert, ergänzt und verfeinert wird. Zur Unterstützung solcher Prozesse hat Christopher Alexander das Konzept der „konstruktiven Diagramme“ entwickelt (Alexander 1964). Es geht darum, Repräsentationen zu entwickeln, in denen sich die Problemstruktur in Form einer adäquaten symbolischen Repräsentation, sozusagen einer zu erstellenden Karte, ausdrücken kann. Erschließbarkeit heißt daher auch, dass grafisch gemachte Aussagen kritisch hinterfragt werden können. Wir haben nun erstmals versucht die vielfältigen grafischen Techniken auf dieser Ebene ansatzweise zu strukturieren.

Ein Wissensdokument gewinnt bereits aufgrund seiner Position im Raum eine erkennbare semantische Bedeutung. Hinter einer Wissensstruktur steht damit in der Regel eine inhaltliche Aussage, die die zentrale Bedeutung der gewählten Anordnung der Elemente verdeutlicht. Die vielfältigen Beziehungen, die man allein mittels räumlicher Anordnungen ausdrücken kann (z.B. die Nähe als Ausdruck von Ähnlichkeit) und das einfache Zusammenschließen elementarer zu komplexen Gebilden mit z.B. Pfeilen offenbaren den Ausdrucksreichtum und die konstruktive Kraft dieser Technik. Diese Kombinationsvielfalt ist Stärke und Schwäche zugleich. Zum einen erlaubt sie, jederzeit neue bis dahin nicht beachtete Zusammenhänge auszudrücken. Auf der anderen Seite gibt es aber keine formalen Mechanismen für die Komposition von Diagrammen. Es können keine formalen Überprüfungen vorgenommen oder die Bedeutung eines komplexen Diagramms aus seinen elementaren Bestandteilen abgeleitet werden. *Beschriftungen* stellen dort, wo graphische Strukturen nicht selbsterklärend sind, ein adäquates Mittel für die Erschließbarkeit dar.

Aus der Erfahrung im praktischen Einsatz ergibt sich eine weitere wichtige Abgrenzung: Bei der Navigation geht es in erster Linie darum, die Erreichbarkeit aller Dokumente unabhängig von ihrem jeweiligen Inhalt oder ihren Bezügen zueinander erreichen zu können. Navigieren ist somit immer auch Teil der *Wissensorganisation*. Dazu gehört das klassische Kategorisieren, das Bilden von Gruppen oder das Ablegen von Wissensdokumenten aufgrund gemeinsamer Eigenschaften. Diese Art von Wissensorganisation gibt einem Rezipienten jedoch noch nicht die Mittel in die Hand, die Wissens Elemente nach inhaltlichen Kriterien auf Vollständigkeit oder Passung zu bewerten. *Wissensstrukturierung* geht hier weiter, da sie eine inhaltsbezogene visuelle Anordnung und entsprechend eine inhaltsbezogene (semantische) Erschließung von Dokumenten unterstützt. Dabei ist es wichtig zu erkennen, dass Wissensstrukturierung und Wissensorganisation

komplementär zueinander sind, da sie letztlich nur zwei verschiedene Sichten auf dieselben Dateien und Dokumente darstellen.

Anhand von zwei Beispielen aus Medi@Thing-Präsentationen mithilfe des medi@rena composer soll dieser Zusammenhang verdeutlicht werden. Im Vordergrund steht jeweils der Versuch, pragmatische Visualisierungskonzepte zu entwickeln, indem Dokumente vor einem Hintergrund oder in einer bestimmten Beziehung zueinander angeordnet, das heißt, positioniert werden. Komplexe visuelle Aussagen werden durch Kompositionen geformt, die meist nur durch die Überlagerung verschiedener Arrangements und den Einsatz von Auszeichnungsmerkmalen möglich sind. Einfache Arrangements geben zwar eine faktische Struktur wieder, die aber nicht offen für Interpretationen und Erweiterungen ist. Nur durch die Überlagerung ist es somit möglich, komplexe offene Aussagen (z.B. Hypothesen oder Bewertungen) zu formulieren, die aus der Visualisierung heraus konstruktiv erschlossen, bearbeitet und erweitert werden können.

Atomkrieg aus Versehen

Das Kernproblem

Entscheidungen mit gravierenden Konsequenzen müssen in extrem kurzer Zeit auf der Grundlage der Analyse enorm großer Datenmengen, die weltweit erhoben werden mit Hilfe äußerst komplexer welt(raum)umspannender Informatiksysteme teilautomatisiert getroffen werden.

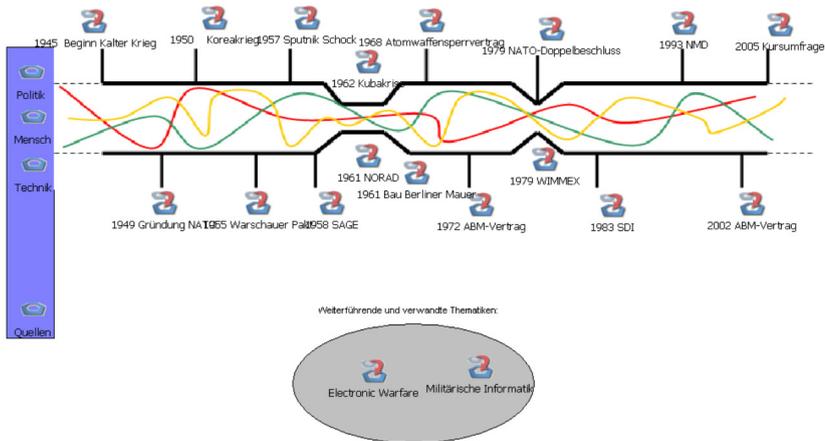


Abb. 1: Zeittunnel – Visualisierung zum Thema „Atomkrieg aus Versehen“

Der Zeittunnel ist eine Überlagerung aus einem Zeitstrahl und einer Mengenstruktur, die Verengungen und Ausweitungen darstellen kann. Die Gruppe zum Thema ‚Atomkrieg aus Versehen‘ hat hier kritische Lagen als Engpässe im Tunnel dargestellt. Die Einflussfaktoren ‚Politik‘, ‚Mensch‘ und ‚Technik‘ haben die Form wirr verwobener Bänder innerhalb des Tunnels. Dabei ist hier keine quantitative Aussage über die Gewichtung der einzelnen Faktoren möglich. Die Dokumente, die Auskunft über die jeweilige Situation geben, wurden in zeitlicher Abfolge am Rande des Tunnels positioniert.

Die Bedeutsamkeit der grafischen Aufbereitung ließe sich hier beispielsweise durch farbliche Kodierung oder eine Ausweitung des Tunnels für entspanntere Zeiträume erreichen. Bezüglich der semantischen Positionierung wäre besonders die sehr konstruktive Möglichkeit interessant, Dokumente direkt innerhalb des Tunnels auf den Linien zu platzieren, um die Erschließbarkeit noch zu verbessern. Weiterhin gibt es keine vorgegebenen Lernpfade, die Dokumente können nicht-sequenziell erschlossen werden.

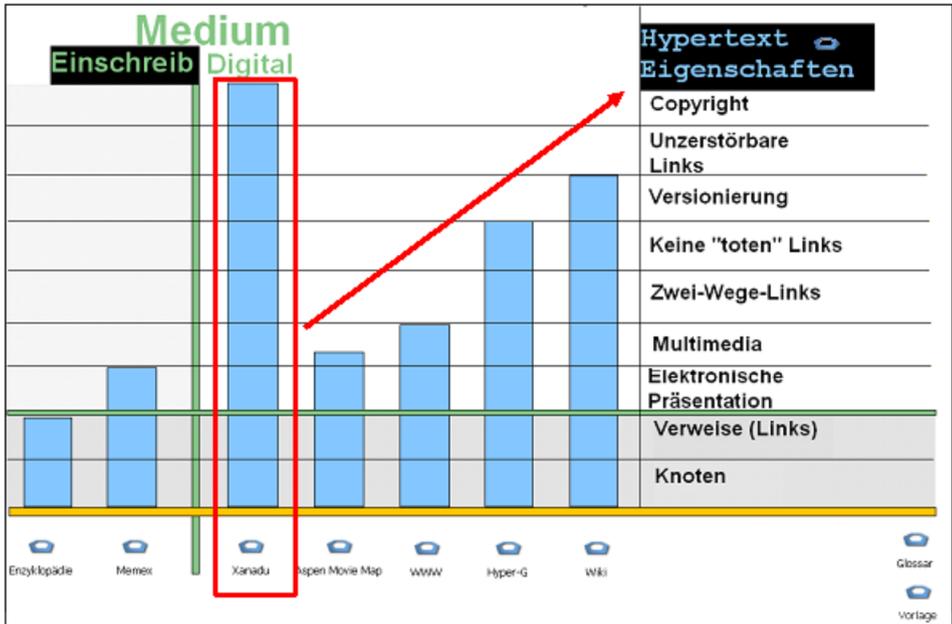


Abb. 2: Überlagerte Balkenmatrix– Visualisierung zum Thema „Hypertext“

Die Gruppe ‚Hypertext‘ wählte ein Blockdiagramm, das eine Kombinatorik, eine Zeitachse und Unterteilung (digital/analog) sowie, auf die Balken bezogen, eine Einschließung der rechts stehenden Eigenschaften überlagert. Es wurden verschiedene Medientypen gewählt, um diese über die von Ted Nelson für sein Xanadu-System definierten Hypertexteigenschaften zu vergleichen. Xanadu wurde dementsprechend als Referenz gewählt. Der Trend zu einer Verbesserung neuerer Medien hin zu dem, was Xanadu schon 1960 in der Theorie konnte, ist ebenfalls klar erkennlich.

Eine Veränderung der Position oder Anordnung von Elementen trifft hier zum einen eine zeitliche Aussage (was man noch hätte hervorheben sollen) und eine Aussage bezüglich der Analogität oder Digitalität von Medien. Verwandte Technologien können auch in räumlicher Nähe zueinander positioniert werden. Die Hypertext-Eigenschaften wurden in eine sinnvolle Anordnung gebracht, die keine Lücken in Balken aufklaffen lässt. Auch dies zeigt wieder die starke Konstruktivität der semantischen Positionierung.

Das Koordinatensystem ist dann gut erweiterbar, wenn seine Aussage gut gewählt ist. Dies bricht ein, wenn es nicht möglich ist, eindeutige Merkmale abzugrenzen, bezie-

ungsweise wenn Abhängigkeiten unter ihnen bestehen. Damit wird erneut klar, dass hier komplexe und konstruktive Aussagen getroffen werden, die kritisch betrachtet werden und somit kooperativ diskutierbar und anpassbar sind. Solche komplexen Visualisierungen stehen am Ende einer Veranstaltung und sollen im Rahmen eines Medi@Thing phasenweise entwickelt werden.

4 Ko-aktives Lernen

Der Medi@Thing-Ansatz kann als eine spezifische Ausprägung der Diskursstrukturierung gesehen werden. Im Vordergrund steht hier nicht eine spezifische Methode der Inhalteerarbeitung oder des erwägenden Umgangs mit Wissensvielfalt, sondern die flexible Verknüpfung unterschiedlicher Lehr-/Lernformen und die Erschließung neuer Formen der ko-aktiven Wissensorganisation. Mit diesem Ansatz werden Methoden der kooperativen Wissensorganisation, dem Erarbeiten und semantischen Strukturieren von Wissen in Gruppen, und der Einbeziehung klassischer Vorlesungsanteile mit neuen Formen des Ablegens von Prüfungsleistungen miteinander verknüpft. Dies spiegelt sich unter anderem darin wider, dass die Studierenden als Ergebnis ihrer Arbeit einen Wissensraum gestalten müssen, in dem neben eigenen Ausarbeitungen insbesondere auch Materialien anderer Autoren einbezogen sind. Eine wesentliche Perspektive von Wissensarbeit ist, dass es nicht um die isolierte Neuschaffung z.B. eines Dokumentes geht, sondern darum, eigene Ideen mit denen anderer geeignet in Beziehung zu setzen und dabei Aspekte, die schon gut aufbereitet sind, nicht noch mal neu zu schaffen oder gewissermaßen nachzuerzählen, sondern dort Ergänzungen anzubringen wo dies erforderlich erscheint. Ein weiterer wichtiger Gesichtspunkt ist dabei, die Produkte verschiedener Autoren zu strukturieren, sie zu bewerten und als Ergebnis dieses Prozesses sie so in Beziehung zu setzen, dass ein Betrachter des Wissensraumes darüber einen spezifischen Zugang auf das Thema erhält, die ihm einerseits Arbeit erspart, ihm aber andererseits auch ermöglicht, diesen Zugang anhand der verwendeten Originalquellen auch kritisch zu überprüfen. Der grundsätzliche Ablauf einer Veranstaltung ist in Abb. 3 dargestellt.

Strukturierung des Ablaufs: Jour Fixe



HEINZ NIXDORF INSTITUT
Universität Paderborn
Informatik und Gesellschaft
Prof. Dr.-Ing. Reinhard Keil

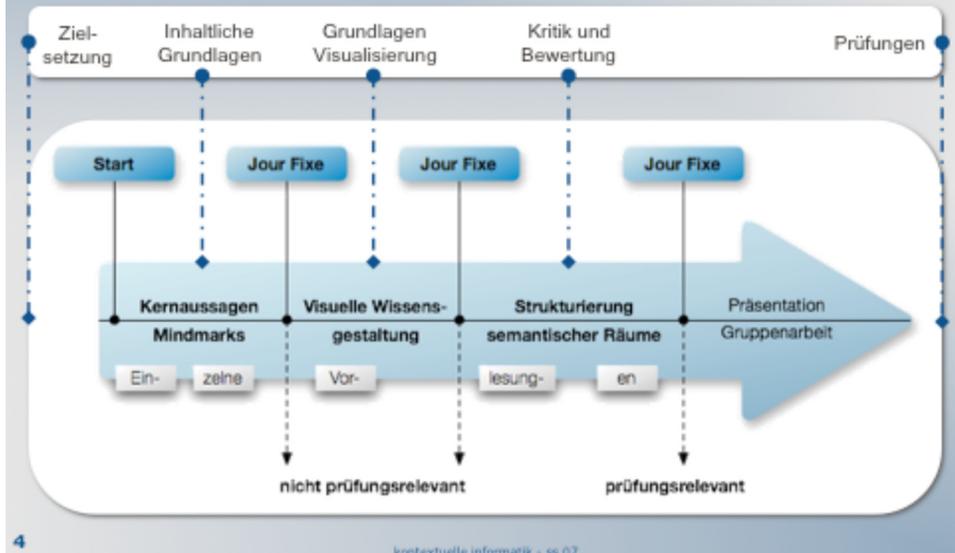


Abb. 3: Grobstruktur einer Lehrveranstaltung nach Medi@Thing-Ansatz

Jeweils eine Kleingruppe von drei bis max. vier Personen bearbeitet gemeinsam über das gesamte Semester eine komplexe Fragestellung. Die Arbeit der Kleingruppen erfolgt dabei in drei Phasen, die jeweils durch einen Jour Fixe abgeschlossen werden. Jour Fixe bedeutet zunächst von der Herkunft des Wortes her eine regelmäßige Zusammenkunft, ein „fester Tag“, zu dem etwas vorgelegt oder vorgezeigt werden muss. Auf einem Jour Fixe soll jeweils der erarbeitete Sachstand von allen Gruppen vorgestellt und diskutiert werden. Die Diskussion hat dabei eher die Form einer „freien Aussprache“ und gegenseitigen Kommentierens. Insbesondere soll er alle Beteiligten über die Entwicklung in den verschiedenen Themenbereichen informieren, sodass sie sich in ihrer eigenen Ausarbeitung auf andere Themen geeignet beziehen können – dies wird sogar ausdrücklich verlangt – und gemeinsame Aspekte, Schnittstellen oder gar Überschneidungen thematisieren können, um auszuhandeln, wer welchen Aspekt bis zu welcher Tiefe verfolgt. Das heißt, es nicht nur die Kooperation in den Kleingruppen gefragt sondern auch der Gruppen untereinander.

Der Jour-Fixe erfüllt damit die Funktionen der

- Zusammenkunft zur Entwicklung eines gemeinsamen Verständnisses,
- Präsentation, Verknüpfung, Kommentierung und Diskussion von Inhalten, sowie der
- regelmäßigen Bewertung und Kontrolle des Fortschritts in der Strukturierung und Aufbereitung eines Wissensbereiches.

Insgesamt sind drei Jour Fixe vorgesehen, die jeweils unterschiedliche Funktionen haben und auch bezüglich der Leistungsbewertung eine unterschiedliche Rolle spielen. Da es

beim gemeinsamen Lernen in erster Linie auf die Kompetenzzaneignung ankommt, dienen die ersten beiden Jour Fixe nicht der Leistungsbewertung, sondern ausschließlich der Unterstützung des Lernprozesses. Das heißt, es kommt darauf an, soviel Rückmeldung wie möglich zu erhalten, um in der weiteren Arbeit das Thema und seine Ausarbeitung in Form der Gestaltung eines virtuellen Wissensraumes so gut wie möglich und mit möglichst geringem Aufwand verfolgen zu können.

Die Phasen zwischen den Jour Fixe werden mit unterschiedlichen Lehr-/Lernformen ausgefüllt. Da eine komplexe und insbesondere offene Fragestellung nicht ohne Hintergrundwissen in der zur Verfügung stehenden Zeit bewältigt werden kann, wird insbesondere in der Anfangsphase nützliches Hintergrundwissen in Form von Vorlesungen vorgestellt. Die Vorlesungen behandeln dabei nicht die einzelnen zu bearbeitenden Themen, sondern bieten einen konzeptuellen, methodischen und theoretischen Rahmen, der die Studierenden bei der Formulierung ihres eigenen thematischen Zugangs unterstützen soll. Dazu gehören auch allgemeine Grundlagen zum Thema kooperativer Arbeit und Schlüsselkompetenzen. Gleichwohl sind die Studierenden in der Ausgestaltung ihres Themas keinerlei inhaltlichen Beschränkungen ausgesetzt. Allerdings werden für jedes Jour Fixe Kriterien vorgegeben, aufgrund derer die Studierenden letztlich ihre Leistung bewerten können.

4.1 Jour Fixe I: Aufbereitung des Themenfeldes

In einem ersten Schritt geht es darum, sich in das Thema einzuarbeiten, Material zu sammeln und zu bewerten (Assets). Dabei sollen Schlüsselpersonen, -ereignisse oder auch -konzepte identifiziert werden, die für das Themenfeld besonders relevant sind (Mindmarks). Um das jeweilige Thema möglichst praxisnah ausgestalten zu können, sollen die Studierenden als letztes schon nach ersten Bezügen zu ihrer eigenen Praxis fahnden (Anchors).

Wichtig für die Präsentation im Jour Fixe ist, dass für diese drei Bereiche (Assets, Mindmarks, Anchors) Begründungen gegeben werden, nicht aber die jeweiligen Inhalte im Detail vorgestellt werden. Dies soll es den anderen Beteiligten ermöglichen, vor dem Hintergrund ihrer eigenen Erfahrungen Ergänzungen vorzuschlagen, Kritik und Zustimmung zu äußern oder auch Verständnisfragen zu stellen. Damit das Ziel, möglichst viel Rückmeldung für die eigene weitere Arbeit zu erhalten, auch erfolgreich ist, verbietet sich eine detaillierte und umfangreiche Präsentation, weil diese die anderen Teilnehmenden eher verstummen lässt, weil sie ohne die dazu erforderliche thematische Einarbeitung nicht in der Lage sind mitzureden.

Dies spiegelt sich auch in der Zeitstruktur wider, denn für jede Präsentation stehen nur 10 Minuten zur Verfügung, wobei die Anforderung gilt, dass sich alle Gruppenmitglieder an der Präsentation aktiv beteiligen müssen. Das setzt für jeden Präsentierenden harte Beschränkungen, die eine gute Abstimmung der Gruppenmitglieder untereinander erforderlich macht.

4.2 Jour Fixe II: Festlegung des eigenen thematischen Zugangs

In der nächsten Phase geht es darum, das Thema zu verfeinern und zu vertiefen. Aufgrund der allgemeinen Themenstellung ist es erforderlich, eine spezifische Perspektive festzulegen, unter der das Thema angegangen wird. Da die Themen breit angelegt sind – oftmals dient nur ein Stichwort für eine neue Technologie als Aufhänger (z.B. „Atomkrieg aus Versehen“, „Hypertext“) –, kann die Arbeit schnell ausufern, weil die Recherche zu viel verwendbares Material zu Tage fördert, dass anschließend dann auch kohärent und vollständig bearbeitet werden muss. Je breiter ein Thema angelegt ist, desto schwieriger wird es, später zu beurteilen, ob es vollständig bearbeitet ist, ob alle relevanten Gesichtspunkte berücksichtigt worden sind, ob es in sich stimmig und kohärent aufgearbeitet ist. In Wissensräumen lässt sich beliebig viel Material ansammeln, anordnen oder auch kommentieren, die entscheidende Frage jedoch ist, ob dieser Wissensraum auch sinnvoll von anderen Lesern erschlossen werden kann oder ob es sich nur um eine eklektizistische Zusammenstellung von Materialien handelt, die auch einer Suchanfrage von Google entspringen könnten. Die Eingrenzung des Themas ist somit sowohl im Interesse der Reduzierung des eigenen Arbeitsaufwandes als auch zugleich ein Mittel, die Qualität der Ausarbeitung zu sichern.

Damit solche inhaltlichen Zusammenhänge überhaupt mit vertretbarem Aufwand gestaltet und erschlossen werden können, soll mit Hilfe eines speziellen Werkzeuges eine visuelle räumliche Präsentation erarbeitet werden, wie sie im vorhergehenden Abschnitt grob skizziert worden sind. Das heißt, die Zuspitzung des Themas auf eine Kernaussage und die räumlich visuelle Strukturierung stehen im Zentrum der Präsentation auf dem zweiten Jour Fixe, das wiederum notenmäßig nicht bewertet wird. Wissensorganisation als Sammeln von Dokumenten nach gleichartigen Kriterien soll von Wissensstrukturierung aufgrund eines semantischen Zusammenhangs abgegrenzt werden. Es dürfen also keine Einstiegsseiten gestaltet werden wie sie für Kiosksysteme oder Portale kennzeichnend sind.

Auch die Präsentationen im Jour Fixe 2 müssen arbeitsteilig erfolgen und dürfen die Zeit von 10 Minuten nicht überschreiten. Nach den Rückmeldungen muss der Wissensraum endgültig ausgestaltet werden, wozu verstärkt auch Möglichkeiten zur freien Arbeit in Kleingruppen ohne verpflichtenden Präsenzanteil wie bei den Jour Fixe eingeräumt werden.

4.3 Jour Fixe III: Präsentation des Themas

In diesem Jour Fixe findet die eigentlich Bewertung statt. In einer jeweils 20-minütigen gemeinsam gestalteten Präsentation führt jede Gruppe durch ihren Wissensraum. Wichtig ist dabei, dass diese geführte Tour (Guided Tour) notwendigerweise selektiv sein muss, weil trotz des doppelten Zeitumfangs den Zuhörern die grundlegende Struktur und die Designentscheidungen zugleich mit wesentlichen Inhalten vermitteln werden müssen. Weder darf abgelesen werden noch kommen Folien zur Präsentation zum Einsatz. Jetzt zeigt sich, ob die Kriterien und Anregungen aus den beiden vorhergehenden Jour Fixe produktiv umgesetzt werden konnten. In Abb. 4 ist das Berechnungsschema für die Bewertung der Leistung der Arbeitsgruppen angegeben.

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
2	Gruppe	Mitglieder	Auftreten 10%	Präsentation 20%	Inhalt 40%	Wissenskarte 30%	Bemerkungen	gew.N.	Anp.M.	Endnt.
	Methode	Stud A						0,0	0	0,0
3		Stud B					0		0,0	
4		Stud C					0		0,0	
5		Note	0,0	0,0	0,0	0,0				
6										
7	Gruppe	Mitglieder	Auftreten 10%	Präsentation 20%	Inhalt 40%	Wissenskarte 30%	Bemerkungen	gew.N.	Anp.M.	Endnt.
	Verständnis	Stud A						0	0,0	

Abb. 4: Bewertungsschema für die Notenberechnung beim Jour Fixe 3

Jeder Wissensraum und seine Präsentation wird mit einer Gruppenzensur bewertet. Diese Zensur ist die gemeinsame Vorzensur für eine im Anschluss an das Medi@Thing stattfindende individuelle Kurzprüfung. Diese soll den gesetzlichen Anforderungen an eine individuelle Benotung Rechnung tragen. Dabei geht es zum einen um die Fähigkeit, aufgrund der Erfahrungen in der Abschlusspräsentation den Raum modifizieren bzw. überarbeiten zu können, zum anderen darum, eine Bezug zu den Vorlesungsinhalten und dem jeweiligen Thema herstellen zu können. Damit soll die Fähigkeit verdeutlicht werden, auch über die Gruppenarbeit hinaus das Ergebnis als eigene Leistung weiter vertreten und verfolgen zu können. In Bezug auf die Vorzensur kann sich dabei die Note maximal +/- 1,0 verändern. Auf diese Weise ergibt sich zum einen eine deutliche individuelle Differenzierung, zum anderen aber wird durch die Form der Kurzprüfung die entscheidende Rolle der Vorzensur als Ergebnis der Gruppenleistung gewürdigt.

In Bezug auf die Zensurfindung werden dabei eine Fülle einzelner Aspekte bewertet die nachfolgend stichwortartig vorgestellt werden sollen:

- *Persönliches Auftreten*
 - Begrüßung der Zuhörer
 - Vorstellung des Themas und der Akteure
 - Hinweise zum Entstehungskontext
 - Ansprache der Zuhörer (Hinwendung)
 - Freie Rede
 - Verständlichkeit (Lautstärke, Artikulation)
 - Aufteilung und Zusammenspiel zwischen den Akteuren:
 - „Wir“ versus n-mal „Ich“, d.h. Auftreten als geschlossene Gruppe
 - Wechsel der Redner und Übergabe an den/die Nächste(n) mit entsprechender Begründung.
- *Präsentation*
 - Begründung und Motivation der Themenstellung
 - Herangehensweise an das Thema

- Klare Abgrenzung von eigenen und fremden Inhalten/Aussagen
- Kausale Führung versus aufzählendes Durchlaufen der Wissensräume
- Begründungen zum statt Beschreibungen des visualisierten Inhalts
- Überspielen von Zeitverzögerungen beim Bildaufbau
- Einhalten der Zeit

- *Visualisierung und Inhalt*
 - Raum ist inhaltlich vollständig
 - Alle Elemente (Dokumente, Verweise, Bereiche, etc.) sind inhaltlich benannt – keine Generika oder allgemeinen Platzhalter
 - Grundlegende Wissensstruktur ist auch verbalisiert
 - Alle Verweise sind eingebettet und kommentiert
 - Raum ist semantisch konsistent gestaltet
 - Keine substantziellen Anreicherungen außerhalb bzw. unterhalb der Wissensstrukturierung
 - Externe Verknüpfungen auf oberster Stufe, nicht in Verfeinerungen
 - Spezifische Zusammenhänge von Unterthemen als Illustrationen
 - Echte Verfeinerungen: Mehrere Sichten auf gleiche Wissensobjekte möglich, aber nicht unterschiedliche Strukturierungsarten in Unterpunkten
 - Herangehensweise an das Thema

Diese Faktoren in ihrem Zusammenspiel lassen sich schwer in tradierten Formaten universitärer Lehre umsetzen. Im Vordergrund steht hier nicht die Frage, ob denn mit der ko-aktiven Arbeit in virtuellen Wissensräumen und der Präsentation in mehreren Jour Fixe die kognitiven Prozesse der Wissensaneignung effektiver und bezüglich der Behaltensleistungen nachhaltiger sind, als dies bei andern Lernformen der Fall ist. Entscheidend ist vielmehr, dass es mit dieser Form der Lehrveranstaltung möglich ist, verschiedene Formen der traditionellen Wissensvermittlung mit neuen Formen des kooperativen Lernens zu verknüpfen. Die räumlich visuelle Wissensstrukturierung wird sich aufgrund der zunehmenden Bedeutung des Web als eine wichtige Herausforderung für die Gestaltung von Wissensinfrastrukturen erweisen. Das gleiche gilt für den ko-aktiven Umgang mit solchen Wissensbeständen im Zeitalter des Web 2.0. Dabei wurde aber bewusst auf Vorlesungen nicht verzichtet, weil sie durchaus als bereicherndes und teilweise notwendiges Moment der universitären Lehre verstanden werden. Als entscheidend für die zukünftige Weiterentwicklung von Lehre wird es darauf ankommen, tradierte Formen und neue Aneignungs- und Produktionsstile von Wissen miteinander zu kombinieren, denn keine Lehrform kann einen generellen universellen Vorteil für sich in Anspruch nehmen. Die Ausgestaltung neuer Lehr-/Lernszenarien, in denen die verschiedenen Element miteinander kombiniert und verzahnt werden hat gerade erst begonnen.

Literatur

- Benseler, F., Blanck, B., Keil, R., Loh, W. (Hrsg.): Erwägen Wissen Ethik. Vormalis Ethik und Sozialwissenschaften. Streitforum für Erwägungskultur. Jg. 18/2007, Heft 2
- Berufsfeld Technik. Top-Thema: Schlüsselqualifikation. Herausgeber/Verlag Klaus Resch: Großenkneten, 92. Auflage, November 2009

- Drucker, P.: The Age of Discontinuity: Guidelines to Our Changing Society. New York: Harper & Row, 1969. Deutsch: Die Zukunft bewältigen. Aufgaben und Chancen im Zeitalter der Ungewißheit, Düsseldorf: Econ, 1969 & 1998
- Erren, P.; Keil, R.: Semantic Positioning as a Means for Visual Knowledge Structuring. In: Nejdil, W., Tochtermann, T. (Hrsg.): Innovative Approaches for Learning and Knowledge Sharing. Lecture Notes in Computer Science 4227, Berlin: Springer 2006, S. 591-596
- Gregory, R. L.: Eye and Brain. The Psychology of Seeing. Oxford: Oxford University Press, 1998. Deutsch: Auge und Gehirn. Psychologie des Sehens. Reinbek: Rowohlt, 2001
- Hampel, T., Keil-Slawik, R., Selke, H.: Verteilte Wissensorganisation in Semantischen Räumen. i-com, 4. Jahrg., Heft 1/2005, S. 34-40
- Keil, R.: Medienqualitäten beim eLearning: Vom Transport zur Transformation von Wissen. Bibliothek Forschung und Praxis 31 (1), 2007, S. 17-26
- Keil-Slawik, R.; Hampel, T.: Neue Wege kooperativen Lernens – Das Paderborner Jour-Fixe-Konzept. DFN Mitteilungen 63 (11) 2003, S. 16-20
- Keil-Slawik, R.: Dienste-Infrastrukturen als Mittel der Wissensorganisation. In: Kerres, M. & Keil-Slawik, R. (Hrsg.): Hochschulen im digitalen Zeitalter: Innovationspotenziale und Strukturwandel. Münster: Waxmann, 2005, S. 13-28
- Leroi-Gourhan, A. (1988): Hand und Wort. Die Evolution von Technik, Sprache und Kunst. Frankfurt: Suhrkamp (stw)
- Ludwig, J. (2004): Vermitteln – verstehen – beraten. In: Faulstich, P., Ludwig, J. (Hrsg.) (2004): Expansives Lernen. Hohengehren: Schneider, S. 112-126
- Ludwig, J., Petersheim, A.: Virtuelle Bildungsräume als Brücke zwischen Lernen und Handeln. In: Bender, W./Groß, M./Heglmeier, H. (Hrsg.): Lernen und Handeln – Eine Grundfrage der Erwachsenenbildung. Schwalbach/Ts. 2004, S. 254-270
- Messerschmidt, R., Grebe, R.: Zwischen visionärer Euphorie und praktischer Ernüchterung. Informations- und Bildungstechnologien der vergangenen fünfzig Jahre. quem-report. Heft 91, Berlin 2005
- Niehus, D., Hampel, T., Sprotte, R.: medi@rena: An Eclipse based Rich Client application for open-sTeam and its real world usage. ED-MEDIA 2006 – World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications, AACE, 2006
- Polya, G. (1973): How to solve it. A new Aspect of Mathematical Method. Princeton University Press: Princeton.
- Rewey, K. L., Dansereau, D. F., & Peel, J. L.: Knowledge maps and information processing strategies. Contemporary Educational Psychology, 16, 1991, 203-214.