
Wissensmanagement im Internet: auf dem Weg zum Digitalen Assistenten für das e-Learning

Klaus P. Jantke

Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI)
Stuhlsatzenhausweg 3, D-66123 Saarbrücken, Deutschland

Die wachsende Komplexität unserer Gesellschaft, die offensichtliche Informationsflut, der Fortschritt von Wissenschaft und Technik, sich darstellend in einer zunehmenden Tiefe von Wissen, das in Produkte und Dienste übergeben wird und der zunehmende Grad von Vernetzungen durch das Internet, verändern unsere Gesellschaft in eine Wissensgesellschaft. Wissen selbst wird zu einem entscheidenden Faktor der weltweiten wirtschaftlichen Konkurrenz. Die gesamte Entwicklung erfordert ein systematisches Wissensmanagement, das auf anspruchsvollen Informations- und Kommunikationstechnologien aufbaut. Im allgemeinen Bemühen um Wissensmanagement betritt e-Learning die Szene und verändert den Weg, in dem Menschen Wissen erwerben, von ihren ersten Tagen in der Schule über professionelle Schulung und akademische Studien in ein endloses lebenslanges Lernen. Wissensmanagement im allgemeinen und e-Learning im besonderen werden unvermeidlich vom Computer unterstützt. Der einzige Weg, mit dem enormen Wachstum der Komplexität von IT-Systemen fertig zu werden, ist, sie von Werkzeugen zu Assistenten umzugestalten. Wenn Menschen das Abenteuer e-Learning unternehmen ist das von besonderer Wichtigkeit. Der Artikel gibt einen Überblick unseres Weges zu digitalen Assistenten für das e-Learning.

MOTIVATION UND EINORDNUNG

Mit diesem Beitrag – zunächst mit der Präsentation auf dem Workshop, nun auch in Form eines Artikels – wendet sich der Autor, der selbst Informatiker ist, an Adressaten wohl größtenteils von außerhalb der Informatik. Er will den Bogen schlagen vom Wissensmanagement zum e-Learning. Auf diesen beiden Gebieten ist der Autor tätig, aber nicht in voller Breite, sondern stets mit dem Fokus auf solche Problembereiche, die *Intelligenz* von Computern erfordern, also *Künstliche Intelligenz*, und zwar insbesondere die Fähigkeit der Maschine *zu lernen*.

Ausgehend von dieser Grundposition möchte der Autor seinen Zuhörern und Lesern *sagen, wo's lang geht*, zumindest soweit er glaubt, das klar zu sehen. Visionen dieser Art mögen ja interessant sein, aber sind sie auch von irgendeinem praktischen Wert?

VOM WISSEN UND SEINER BEHERRSCHUNG

In diesem ersten Abschnitt folgen wir der Gedanken-kette Wissen – Begrifflichkeit – Wissensmanagement.

Das Wissen in Unternehmen, in Behörden, in wissenschaftlichen Gemeinschaften und sogar im privaten Bereich liegt in sehr unterschiedlicher Form vor. Vordergründig wird oft an Wissen in explizit dokumentierter Form in konventionellen Dokumenten (Bücher, Artikel, Berichte, ...) und in digitalisierten Dokumenten (Files in unterschiedlichen Formaten) gedacht; man reduziert dann das Wissensmanagement auf das Dokumentenmanagement. So etwas ist unzulässig. Wissen liegt zumindest auch undokumentiert und oft gar nicht ausdrücklich bewußt gemacht bei Menschen vor, vergegenständlicht in Systemen und verborgen in Prozeßabläufen.

Autoren sehen das – sehr zur Überraschung ihrer Leser – oft viel zu oberflächlich. So wird beispielsweise im Buch [1], dort im Kapitel 7.1. auf Seite 3, behauptet, Wissen wäre *explizit*, wenn es von einer Person losgelöst und eben deshalb elektronisch speicherbar wäre. Demgegenüber wäre *implizites* Wissen nur *in den Köpfen* vorhanden. Das ist aber blanker Unfug. Data Mining, beispielsweise, befaßt sich gerade damit, implizites Wissen *außerhalb von Köpfen* zu lokalisieren (vgl. [2]), und in unseren Köpfen ist so manches Wissen ganz sicher expliziert.

Die Sache mit dem Wissen ist eben tiefliegender, als manche Autoren wahrhaben wollen.

Aus diesem Grund besteht die allermindeste Anforderung des Wissensmanagements darin, sich bewußt zu machen, wo in welcher Form etwa welcherart Wissen vorhanden ist oder sein könnte.

Wendet man sich dann dem Wissensmanagement als einer vom Unternehmensinteresse (oder vom Interesse eines Forschungsinstituts an Wissenschaft, Technologie und Anwendungen, beispielsweise) getriebenen Aufgabe zu, ist klar, daß es nicht allein um Fragen der Informations- und Kommunikationstechnologien gehen kann. Wissensmanagement muß sich mit den drei Säulen *Mensch, Organisation* und *Technik* befassen.

Warum werden solche Allgemeinplätze hier vorangestellt, wo das Interesse der Tagungsteilnehmer doch eher im Bereich des e-Learnings liegen dürfte?

Nun, beim *Lernen* geht es zum großen Teil auch um *Wissen* (vielleicht auch um mehr, um *Können* etwa), und wenn man sich mit e-Learning befaßt, dann ist man – ob man das will oder nicht – unter anderem mit Wissensmanagement konfrontiert. Nun wird die eine Disziplin nicht einfach die andere subsumieren. Also stellt sich die Frage, was in der Disziplin des Wissensmanagements für uns auf dem Gebiet des e-Learning verwertbar ist, was wir übernehmen können, was anpaßbar ist usw. Zumindest wäre es nicht schlecht zu wissen, was man von anderen lernen kann.

Da wäre es gar nicht so schlecht, zunächst einmal zu wissen, wer *die anderen* sind und was sie eigentlich tun. Worum geht es beim Wissensmanagement? Was sind seine Grundbegriffe? Wie sieht eigentlich das Reservoir seiner Resultate aus?

Ein genauerer Blick ist jedoch schon wieder desillusionierend: *Die Folge einer Vielfalt an Begrifflichkeiten und Zielen verursacht eine breite Verwirrung ...*, heißt es in [3], S.3. In der Tat, wenn man versucht, sich ein Bild vom Wissensmanagement anhand der aktuellen Fachliteratur (wie [3-7]) zu verschaffen, will sich ein solches nicht einstellen. Die Autoren sehen das Gebiet – sofern sie überhaupt ein Gebiet sehen – viel zu uneinheitlich, sehen selbst auch keinen Weg zu einer Verbesserung und postulieren: ... *man kann kein einheitliches Verständnis voraussetzen* ([1], Kap. 7.1, S. 2).

So will der Autor aber seine Leser und Zuhörer doch nicht im Regen stehen lassen. Für den Anfang genügt eine ganz einfache Sicht: *Daten* sind Zeichen und Zeichenkombinationen, die sich – sofern man sich auf eine Art der Repräsentation von Zeichen (z.B. Dezimalzahlen, ASCII, ...) einigt – gespeichert werden können, natürlich auch und gerade elektronisch. *Information* liegt vor, wenn Daten mit einer Interpre-

tation verbunden werden. *Wissen* entsteht, wenn zuzüglich zur Interpretation ein Bezug zum menschlichen Handeln hergestellt wird.

Illustrieren wir das an einem etwas vereinfachten Beispiel: Die im allgemeinen verteilten Netzwerke von Computern und Datenbanken einer Supermarkt-Kette beinhalten massenhaft Daten, die täglich bei Tausenden individuellen Einkäufen als digitalisierte Kassensbons entstehen. Wer die Zeichenketten und Zahlen interpretieren kann (nicht jeder kann jede Sprache lesen und kennt alle Währungen dieser Erde), verfügt über Information über das Kaufverhalten vieler Menschen. Für den einzelnen ist das schon Wissen, z.B. Wissen darüber, was er in der letzten Woche mit seinem Geld gemacht hat. Für einen Manager des betreffenden Unternehmens mag das noch kein Wissen darstellen, zumindest wird er es nicht in dieser Form verarbeiten wollen. Wenn man nun – etwa mit einem Verfahren des Data Mining – signifikante Zusammenhänge über das Kaufverhalten vieler Kunden entdeckt, kann dieses Wissen von strategischer Bedeutung für das Unternehmen sein. Möglicherweise stellt das aber kein Wissen für den einzelnen Kunden dar, der damit gar nichts anfangen kann.

Hier könnte man eine umfangliche Diskussion entfachen, was wir aber vermeiden wollen, um nicht bei der schon oben zitierten *breiten Verwirrung* zu landen.

Es ist auch so schon schlimm genug. Zwei Aspekte sollen diese kritische Einschätzung bekräftigen. Wenn die hier skizzierten Begriffsbildungen nur halbwegs treffend sind, dann kann Wissensmanagement nicht mehr nur eine Domäne der Informations- und Kommunikationstechnologien sein. Schlimmer noch, es geht überhaupt nicht mehr ohne die substantielle Einbeziehung des Menschen. Das hören (bzw. lesen) viele Informatiker nicht gern. Für unseren Aufgabenbereich des e-Learning wird es besonders ernst. Wir wollen *Wissen* vermitteln, und dazu stellen wir in Größenordnungen *Daten* bereit, neuerdings im Internet. ... aber *Wissen*, wie vermittelt man damit *Wissen*?!

Wir werden in den letzten beiden Abschnitten des vorliegenden Beitrags darauf zurückkommen, und zwar nicht abstrakt, sondern mit konkretem Bezug zum e-Learning und zu einem bestimmten e-Learning-System.

Zuvor wollen wir jedoch erst einmal in zwei Abschnitten die wissenschaftstheoretische Position skizzieren, von welcher der Autor ausgeht. Ein weiterer Abschnitt soll anhand einer Fallstudie diese Position illustrieren und ein wenig vertiefen. Im Vortrag (der natürlich eher eine Rede ist, dieser Text hier dagegen eine *Schreibe*) konnte der Fallstudie mehr Zeit und Raum gewidmet werden – sozusagen mit Händen und Füßen.

INFORMATIONSTECHNOLOGIEN, WISSENSMANAGEMENT UND KÜNSTLICHE INTELLIGENZ

Die Informations- und Kommunikationstechnologien erreichen immer mehr Menschen in der Ausbildung, im Beruf und in der Freizeit. Das bedarf hier keines Belegs.

Gleichzeitig nehmen die kritischen Stimmen nicht ab, die von einer Überforderung der Benutzer und vom Frust im Umgang mit IT-Systemen zeugen. Menschen ärgern sich meist viel mehr über ihre Computer als über ihre Autos.

Zumindest einer der Gründe ist offenbar. Um mit dem eigenen Auto fahren zu können, braucht man – neben der einmaligen Fahrschulbildung – weiter keine Spezialbildung. Man muß so gut wie keine technischen Details verstehen, und es wird auch nicht immer wieder nötig, sich ein neues Fachbuch zu kaufen. Anders geht es uns mit unseren Computern.

Das wird sich grundlegend ändern müssen. Es ist Sache des Forschungs- und Entwicklungsgebiets *Künstliche Intelligenz*, einen Umschwung herbeizuführen.

Nun sind Computer prinzipiell für eine viel größere Vielfalt von Aufgaben ausgelegt als Autos, daher hinkt der obige Vergleich natürlich, aber er weist uns auf ein Problem hin: Was man mit Computern so alles anstellen kann, ist von inhärenter Komplexität. Die Vielfalt der steuernden Eingriffe, die vom Menschen erwartet werden, ist daher um ein Vielfaches größer als beim Autofahren. Demzufolge sind dann nicht adäquate (unzureichende, falsche, ...) Aktionen der Benutzer viel wahrscheinlicher und prinzipiell kaum auszuschließen. Gegenwärtig begegnet man diesem Problem im Prinzip nur auf eine Weise: Benutzer müssen Computer besser verstehen, um mit ihnen auch richtig umgehen zu können. Anders gesagt, Computer werden immer kompliziertere Werkzeuge, und Benutzer müssen zunehmend mehr lernen, um diese Werkzeuge erfolgreich einsetzen zu können.

Die Wende in den Informations- und Kommunikationstechnologien insgesamt muß darin bestehen, Computer von *Werkzeugen* des Menschen zu *Assistenten* zu entwickeln. Damit befaßt sich Künstliche Intelligenz.

Ein Assistent wartet nicht nur auf Anweisungen seines Benutzers. Er nimmt irrtümliche Eingaben des Menschen und Anweisungen, die er für falsch hält, nicht kritiklos entgegen. Vor allem aber übernimmt er eigene Initiative, macht eigene Vorschläge, findet neue Ansätze, die möglicherweise über den Horizont seines menschlichen Partners hinaus gehen, und nimmt diesem ein Großteil der Arbeit ab, und zwar nicht nur der Routinearbeit. Was die Zukunft der Informations-

und Kommunikationstechnologien im allgemeinen ausmacht, trifft auch für Wissensmanagement und e-Learning im besonderen zu.

Intelligente Wissensmanagementsysteme sind nicht nur Systeme zum Content Management (CMS), und analog sind *intelligente* e-Learning-Systeme nicht nur passive Portale, auf denen man sich Lehrmaterialien ansehen und Aufgaben lösen kann.

Der Autor hält diese Herangehensweise für entscheidend und möchte diese Frage zum Leitgedanken seines Vortrags bzw. dieser Publikation machen:

- Kann man überhaupt Wissen vermitteln, nicht nur Daten oder eventuell Information übertragen, ohne daß eine Kommunikation zwischen mindestens zwei Partnern stattfindet?
- Wie stellt sich die Assistenzfunktion eines Computersystems dar?
- Wie macht man eigentlich ein e-Learning-System zu einem Assistenten des Menschen?
- Was kann man dadurch für Lernerfolge erreichen?
- Welche Anforderungen stellt das an Entwurf und Entwicklung des Systems?

WISSENSMANAGEMENT UND E-LEARNING

Über Wissensmanagement und e-Learning im Zusammenhang ist bisher nicht viel geschrieben worden, und was geschrieben worden ist (vgl. [1][4][8]), ist kaum beeindruckend und teilweise inkonsistent.

Ein Beispiel muß an dieser Stelle genügen. In [8], im Kapitel *E-Learning und Knowledge Management*, auf der Seite 58, schreiben die Autoren einerseits über *das gespeicherte Wissen* und darüber, es *wieder- und weiterverwenden zu können*, andererseits erklären sie, daß Computer *nicht einmal Informationen, geschweige denn Wissen*, wie sie es wörtlich formulieren, *speichern und transportieren* können. Wie kann man sich nur selbst auf einer einzigen Seite derart widersprechen? Eine solche katastrophale Darstellung läßt erahnen, wie es im Moment um unser Thema bestellt ist.

Entsprechend sollten also die Leser (wie zuvor die Zuhörer) ihre Erwartungen an den vorliegenden Beitrag relativieren.

Versuchen wir, festzuhalten und zu klären, was nur irgend festzuhalten und zu klären ist. Wir haben weiter oben eine Auffassung zu den Begriffen Daten, Information und Wissen skizziert, an der wir festhalten wollen.

Einig ist man sich offenbar, daß (wie schon formuliert) keines der beiden Gebiete wohl das andere

subsumiert. Das Wissensmanagement ist in vielfältiger Hinsicht umfassender, aber das e-Learning hat seinerseits Aspekte – vor allem die Didaktik – welche es gegenüber dem Gebiet des Wissensmanagements auszeichnet.

Im Interesse unserer Arbeit über e-Learning geht es aber nicht so sehr darum, Grenzen zu ziehen und Unvergleichbarkeiten zu konstatieren, sondern nach Überschneidungen und Gemeinsamkeiten zu suchen sowie daraus Konsequenzen abzuleiten. Die Unterschiede dürfen dann herangezogen werden, um besondere Anforderungen klarer herauszuarbeiten.

Betrachten wir für den Augenblick einmal IT-Systeme für das e-Learning als spezielle Wissensmanagementsysteme.

Natürlich sollen e-Learning-Systeme sich der Aufgabe stellen, Wissen *an den Mann* (die Frau, ...) zu bringen. Wenn Wissen aber erst durch die Aktivität des Menschen entsteht, von ihm wahrgenommen, aufgenommen und verinnerlicht wird, dann müssen e-Learning-Systeme solche Systeme des Wissensmanagement sein, die in besonderer Weise die menschliche Aktivität stimulieren, ja provozieren.

Systeme, in denen man nur HTML-Seiten *umblättern* kann oder PDF-Files zum Herunterladen anbietet, sind definitiv keine e-Learning-Systeme. Das hat vielfältige Konsequenzen. Zum Beispiel sind demzufolge Autorenwerkzeuge, die nur erlauben, Quellen zu zerlegen, zu arrangieren und zu kombinieren, so daß vernetzte HTML-Seiten entstehen, dem Anspruch von e-Learning (und Wissensmanagement) vollkommen inadäquat. Für die Autoren muß es darum gehen, die Auseinandersetzung von Lernenden mit den Lehrinhalten – insbesondere ihre individuellen Aktivitäten und ihr Gruppenverhalten – zu antizipieren, zu motivieren und gestalterisch vorzubereiten.

Ideal ist es, Formen sozialen Lernens zu provozieren. Wo das nicht geht oder nicht passend (evtl. organisatorisch nicht möglich) ist, darf Wissenserwerb natürlich nicht enden. Dann muß das e-Learning-System zu einem *Gesprächspartner* des Lernenden werden. Das erfordert hochgradige Personalisierung und Adaptivität, was wiederum viele technische Fragen wie z.B. Metadaten-Konzepte inklusive ihrer Implementierung und Auswertung aufwirft. Wir kommen wieder zur Forderung nach intelligentem Assistenzverhalten und dessen Grundlagen.

ASSISTENTEN FÜR DEN UMGANG MIT WISSEN: EINE FALLSTUDIE

Die in diesem Abschnitt diskutierte Fallstudie entstammt nicht dem Bereich des e-Learning, sondern

einem Aufgabenbereich des Wissensmanagement: Beschaffung von Information.

Illustrationen werden die Informationsbeschaffung aus dem Internet fokussieren, weil dies jedem Leser vertraut sein dürfte. Die Technologie ist jedoch nicht auf diesen einen Anwendungstyp beschränkt.

Um innerhalb des Interessenkreises der Leser bzw. Hörer zu bleiben, demonstriert die Fallstudie die Extraktion von Information über Lernplattformen, wie man sie im Internet unter <http://www.edutech.ch> findet. Eingesetzt wird das System *LEXIKON* in der Version 1.2 (siehe <http://LEXIKON.dfki.de>) (Abbildung 1).

Das LEXIKON-System ist ein lernfähiges Computersystem, welches im Dialog mit seinem Benutzer versucht zu *verstehen*, woran der Benutzer interessiert ist. Auf der Basis eines solchen hypothetischen Verständnisses beschafft das LEXIKON-System im Auftrag seines Benutzers Information aus dem Internet – es funktioniert als Assistent des Benutzers, nicht nur als Werkzeug, und man kann auch einigermaßen treffend formulieren, daß *das LEXIKON-System lernt, was der Benutzer will, um ihm zu beschaffen, was er braucht*. Details finden interessierte Leser zum Beispiel in [6][9-11].

Dieser Abschnitt dient dem Zweck, diese neue Generation von Assistenzsystemen anhand des Beispiels LEXIKON vorzustellen. Natürlich werden Details der hier gezeigten Assistenzfunktion stark durch die Anwendungsdomäne geprägt sein. Der Vorteil gegenüber einem konventionellen Werkzeug sollte ungeachtet dessen ausreichend deutlich werden.

Nach Auffassung des Autors müssen unsere e-Learning-Systeme der nahen Zukunft Assistenten werden, so wie das LEXIKON-System schon heute ein Assistent ist, oder noch weit darüber hinaus.

Wenn man gemeinsam mit seinem LEXIKON-

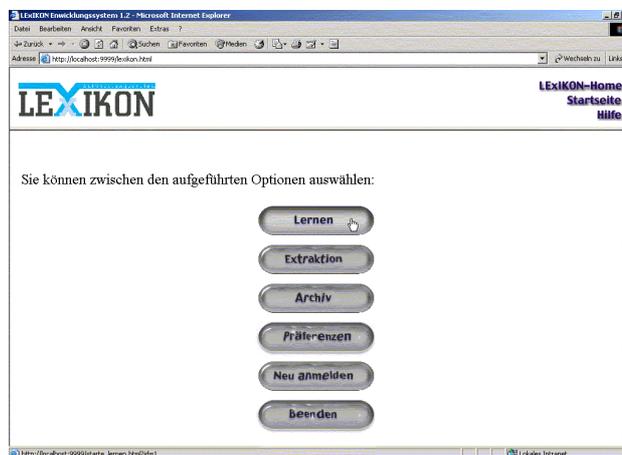


Abbildung 1: LEXIKON Entwicklungssystem, Version 1.2.

Assistenten auf Informationssuche im Internet ist, wählt man sich eine Beispielseite aus – etwa die bereits oben genannte Seite <http://www.edutech.ch>. Man geht an die Stelle, wo sich Information der Art befindet, die man sucht. Auf solche Information wird der Assistent hingewiesen. In der vorliegenden Fallstudie wollen wir Aspekte zur Bewertung von Lernplattformen extrahieren, und zwar jeweils einen Parameter und eine zugehörige textuelle Einschätzung.

Die Abbildung 2 zeigt, wie wir anhand nur eines Beispiels dem Assistenten mitteilen, was wir gern hätten.

Dann beauftragt man den Assistenten, sich an die Arbeit zu machen. Im vorliegenden Fall hat er uns leider mißverstanden und extrahiert eine Menge Unsinn, wie Abbildung 3 zeigt. Nach einigen *Diskussionsrunden* hat unser Assistent uns *verstanden* und liefert uns, was wir brauchen (Abbildung 4).

Systemintern ist eine sehr komplexe Hypothese über das Informationsbedürfnis des Benutzers gebildet worden.

Es gehört zum Assistenzverhalten des Systems,

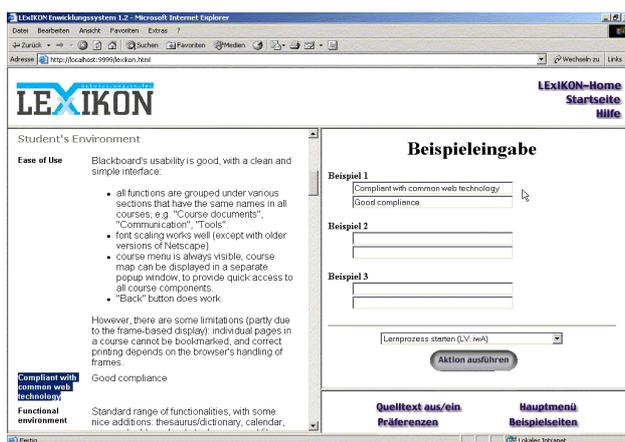


Abbildung 2: Exemplarische Information über Blackboard ML.

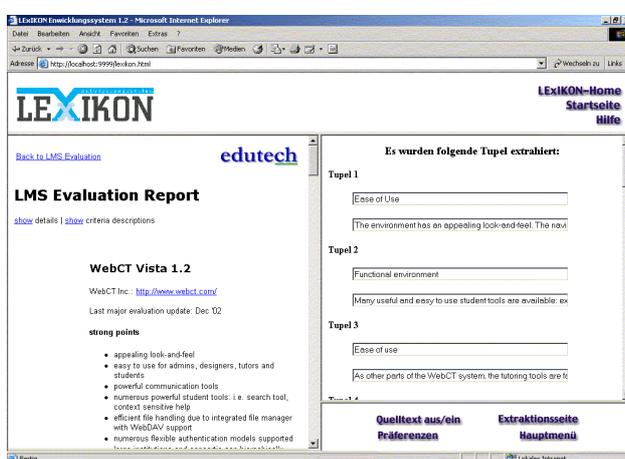


Abbildung 3: Ergebnis eines Lern- und Extraktions-schritts.

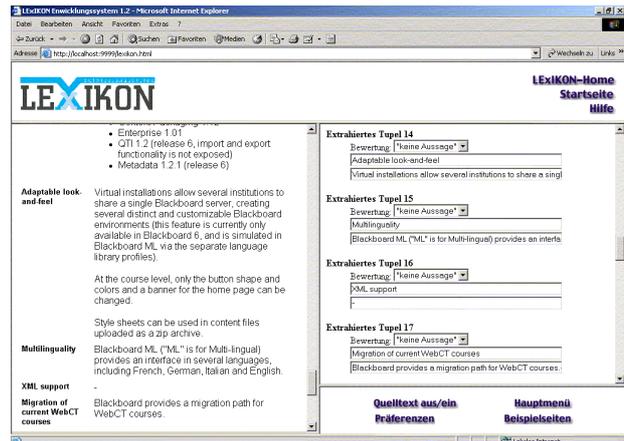


Abbildung 4: Lern- und Extraktionserfolg von LEXIKON.

seine Hypothese nicht erst mit dem Benutzer zu diskutieren, sondern statt dessen auf intuitive Art und Weise mit ihm zu kommunizieren. Das bedeutet im Detail, daß unser Assistent seine Hypothese anwendet und uns zeigt, was für Information er damit zu beschaffen in der Lage ist. Wenn wir damit noch nicht zufrieden sind, erklären wir ihm exemplarisch, was uns nicht paßt. Wir zeigen ihm ein falsches Extraktionsergebnis, das wir nicht haben wollen, oder wir zeigen ihm, was er vergessen hat zu extrahieren. Solche Kritik des Benutzers zwingt den Assistenten, seine Hypothese durch einen neuerlichen Lernprozeß zu verbessern. Sind wir dagegen zufrieden, teilen wir das dem Assistenten mit.

Im positiven Fall kann der Assistent sein *Wissen* speichern. Er ist dann in der Lage, in unserem Auftrag dieses Wissen anzuwenden und Information aus anderen Quellen zu beschaffen. In der vorliegenden Fallstudie haben wir unsere Interessen mit dem LEXIKON-System anhand der einen Lernplattform *Blackboard ML* diskutiert.

Das System ist nun aber auch in der Lage, für andere Lernplattformen die von uns gewünschte Information in Form eines Schlagworts und der jeweiligen ausführlichen textuellen Beschreibung zu beschaffen – im Beispiel in *WebCT Vista 1.2* (Abbildungen 5 und 6).

Diese Fallstudie sollte wenigstens andeutungsweise die Vorteile eines Assistenten gegenüber einem Werkzeug illustrieren und sozusagen zeigen, *wohin die Reise geht*.

ASSISTENZFUNKTIONALITÄT IM E-LEARNING: VON DER VISION ZUR REALITÄT

Daß unsere heutigen e-Learning-Systeme meist noch weit davon entfernt sind, Assistenten zu sein, hat wohl

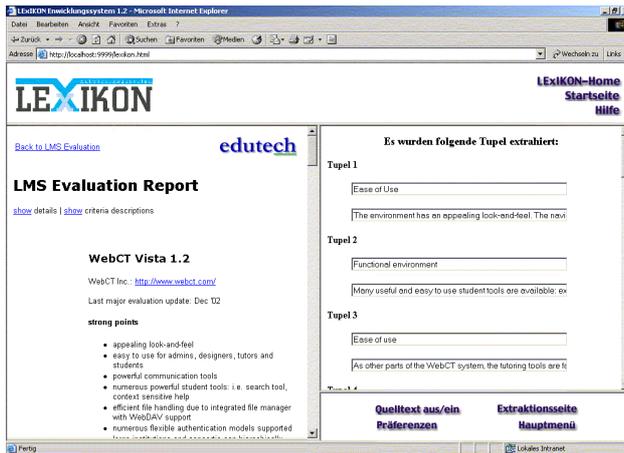


Abbildung 5: Extraktionsergebnisse aus einer anderen Quelle.

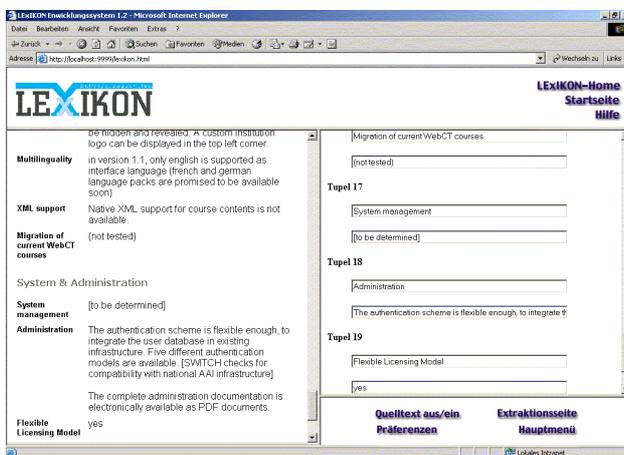


Abbildung 6: Kontrolle des neuen Extraktionsergebnisses.

mehrere Ursachen. Eine Ursache ist ohne Zweifel, daß im e-Learning das Verständnis für die aktuellen Trends der Informations- und Kommunikationstechnologien, für den Weg von der alten Welt der Werkzeuge zur neuen Welt der Assistenten, noch zu wenig entwickelt ist. Es mangelt sozusagen am weltanschaulichen oder am wissenschaftstheoretischen Hintergrund der eigenen Arbeit. Eine weitere Ursache, die von der ersten gar nicht zu trennen ist, liegt im unbefriedigenden Stand der Grundlagen, sowohl der theoretischen als auch der ingenieurmäßigen. Wer weiß schon, wie man didaktische Konzeptionen entwickelt, wie man Metadatenkonzepte auf eine angestrebte Adaptivität hin zuschneidet und umsetzt und welche Unterstützung durch Leitfäden und Werkzeuge gibt es dafür?

Eigentlich müssen wir *Drehbücher* schreiben für die antizipierte Interaktion von Lernenden miteinander und mit den ihnen gegenüberstehenden Computerassistenten in einem im allgemeinen weltweiten Netzwerk. Danach ist es an uns, diese Drehbücher zu implementieren.

Folgt man der eingangs skizzierten Auffassung von Daten, Information und Wissen, dann geht es beim e-Learning offenbar unter anderem um das Problem, Daten abzulegen, Information zu präsentieren und Wissen in der Interaktion entstehen zu lassen. Wir im e-Learning müssen uns dann vor allem darum kümmern, die Bedingungen zu schaffen, daß sozusagen am anderen Ende Wissen entsteht. Wir sollten uns baldigst von der trivialisierenden Auffassung verabschieden, daß wir Wissen im Netz ablegen, welches dort vorgefunden und aufgenommen wird. Falls das überhaupt jemals vorkommt, dürfte das sehr selten der Fall sein.

Leider gibt es im e-Learning wie im Wissensmanagement noch eine ganze Reihe von weiteren trivialisierenden Auffassungen, auf deren Grundlage ein e-Learning – das der Metapher vom Computer als Assistent des Menschen gerecht wird – gar nicht aufkommen kann. Ein Beispiel soll dies belegen:

In [8] gibt es auf Seite 56 die Abbildung 1-15, welche sehr sorgfältig beim Wissen unterscheidet zwischen *Lokalisieren und Erfassen, Transfer und Teilen* sowie letztendlich *Generieren*. Diese Abfolge und Separation wird in inhaltlichen Erörterungen und in weiteren Abbildungen immer wieder aufgegriffen. Sie beruht unter anderem auf den irrigen Konzepten von implizitem und explizitem Wissen (s.o.).

Tatsächlich ist es doch so, daß – wie schon ausreichend diskutiert – Wissen sehr oft erst in der menschlichen Aktivität *entsteht*. Das Lokalisieren und Erfassen von Wissen ist oft zu guten Teilen ein Generieren von Wissen.

Besonders deutlich wird dies im sogen. Data Mining (vgl. [2][12]). Einfach falsch ist die Auffassung, Data Mining sei befaßt mit dem *Graben* nach Wissensschätzen in Datenbanken, sozusagen nach den *golden nuggets*. Richtig dagegen ist, daß es beim Data Mining eher darum geht, daß Mensch und Computer gemeinsam – im Dialog, in der Kooperation – Modelle schaffen, die sinnvolle (und wirtschaftlich verwertbare) Erkenntnisse über Datenzusammenhänge beschreiben. Beim Data Mining wird Wissen generiert, so daß Lokalisieren und Generieren nicht mehr voneinander trennbar sind. Es ist müßig zu fragen, ob das Wissen nicht schon vorher in den Daten gesteckt hätte. Wissen steckt eben nicht in Daten.

Damit wird deutlich, daß Data Mining mehr als Mathematik (etwa Statistik) ist. Es braucht Mensch-Computer-Kooperation.

Betrachtet man die Kommunikation und Kooperation von Mensch und Computer im Data Mining in aller Ruhe, dann wird deutlich, daß man hier ein prototypisches Gebiet vor sich hat, auf dem Computersysteme den Weg vom Werkzeug zum Assistenten gehen.

Das potenziert sich noch, wenn man e-Learning auf dem Gebiet des Data Mining betreibt, d.h. ein e-Learning-System schafft, mit dem Menschen genau dieser Art kooperativer Wissensgenerierung lernen. Dann ist sogenanntes *Learning by Doing* (vgl. [13]) das Lernen von Wissensgenerierung in einem Prozeß, in dem selbst Wissen generiert wird. Wir wollen dies lieber nicht noch weiter vertiefen, um nicht in den Verdacht zu geraten, der Leitlinie *If you cannot convince them, confuse them.* aus dem Umfeld von Murphy's Law zu folgen. Statt dessen verweisen wir Leser und Zuhörer auf die Internet-Seite <http://DaMiT.dfki.de> und auf das dortige e-Learning-System *DaMiT*. In [13] und [14] sind bestimmte Aspekte dieses Projekts publiziert worden. Hier sei aus *DaMiT* nur auf einen einzigen Aspekt verwiesen: Im Projekt (vgl. [13]) ist der Begriff der *competitive exercise* geprägt worden. Bei solchen Aufgaben handelt es sich um Aufgaben, für die aufgrund von inhärenter Komplexität keine beste Lösung bekannt oder verfügbar ist. Das Lösen solcher Aufgaben – in Gruppen und/oder in Kooperation mit dem e-Learning-System – zeigt besonders deutlich Charakteristika der Generierung von Wissen beim Lernen.

Wenn e-Learning-Systeme Assistenten sind, zumindest wie das im vorigen Abschnitt kurz vorgestellte System LEXIKON oder weit darüber hinaus, dann werden sie ein Verhalten zeigen, in dem der Eindruck entsteht, daß Mensch und Maschine *gemeinsam* an einem Problem arbeiten. Die wichtigsten Probleme, an denen beide gemeinsam arbeiten, sind wohl die Bemühungen des Lernenden, Wissen zu erwerben, zu entdecken, zu konstruieren – ein Prozeß, bei dem der Computer zum Partner des Lernenden wird.

Dies ist eine schöne Leitlinie für uns alle, die wir auf dem Gebiet des e-Learning tätig sind. Wir sollten den von uns bisher gegangenen Weg kritisch überdenken und den erreichten Stand hinterfragen.

- Wann und wo haben unsere Lernenden den Eindruck, mit dem Computer partnerschaftlich an derselben Aufgabe zu arbeiten, gar zu kooperieren?
- In welchen Fällen betrachtet der Lernende seinen Computer ihm gegenüber überhaupt als Partner oder wenigstens als Assistenten (und gewiß nicht als Gegner)?
- Welchen Eindruck hat der Lernende vom Wissen, das er erwirbt? Hat er den Eindruck, daß es nur unnötig tief im System versteckt ist? Hat er den Eindruck, daß es ihm über's Internet übermittelt wird, wie eine e-Mail vielleicht? Oder wird ihm klar, daß er schöpferisch tätig ist, wenn er lernt?
- Wie steht der Lernende zur Komplexität des Lernprozesses? Wie kommt er damit zurecht, daß

das Lernen solche Mühe macht? Glaubt er, das ginge doch alles auch viel einfacher?

Gerade Fragen dieser Art sind sehr wichtig und führen uns zu dem Problem, daß Lernen als Prozeß der Generierung von Wissen im allgemeinen nicht einfach sein kann. Es ist doch eine Illusion zu glauben, mit den neuen Medien würde Lernen zum großen Spaß und Spiel – nur noch Fun in der Spaßgesellschaft.

Antworten auf diese Fragen können uns einen Eindruck vom dem Weg geben, den wir noch zurückzulegen haben – wir alle, da nimmt sich der Autor nicht aus.

KÜNSTLICHE INTELLIGENZ MIT ALLEN FÜR ALLE

Entwickelt man die Vision von *intelligenten* e-Learning-Systemen als Assistenten der Lernenden, als Partner gar, mit denen ein Lernender kooperiert bei seinem eigenen schwierigen Vorhaben, dann muß man sich auch der Frage stellen, auf welchem Weg, auf welche Art und Weise diese Vision zur Wirklichkeit werden soll.

Der Autor will nicht den Eindruck erwecken, die sogen. Künstliche Intelligenz würde nun antreten und alles das liefern, was wir brauchen, um zu einer völlig neuen Generation von Informations- und Kommunikationssystemen, im allgemeinen, und e-Learning-Systemen, im besonderen, zu kommen. Das wird so nicht gehen.

Erstens hieße das, zu selbstherrlich das eigene Können und die eigene Bedeutung zu überschätzen. Zweitens aber – und das ist das wichtigere Argument – hieße das, die Potenzen zu unterschätzen, die in den zahlreichen Bemühungen von Menschen in einer Vielzahl von Fachdisziplinen stecken, die ihrerseits an der Zukunft des Lehrens und Lernens arbeiten.

Letztendlich werden wir alle die Zukunft des e-Learning gestalten, und wenn wir die richtigen Fragen stellen und des öfteren auch nur halbwegs richtige Antworten finden, dann werden wir gemeinsam *intelligente* Systeme schaffen, die Lernenden als Assistenten begegnen.

Dieser Abschnitt erhebt nicht den Anspruch eines umfassenden Maßnahmenkatalogs. Er versucht lediglich, aus den Erörterungen der vorangehenden Abschnitte ein paar Gedanken zu extrahieren, die uns im e-Learning als Leitlinien dienen können.

- Solche Systeme, die sich partnerschaftlich verhalten, müssen adaptiv sein. Wir brauchen von Anfang an Konzepte für Adaptivität, müssen Szenarios eines adaptiven Verhaltens entwickeln, müssen die Bausteine unserer e-Learning-

Systeme derart (mit Metadaten) annotieren, daß sie adaptiv angeboten werden können und müssen Informationen von Lernenden sammeln, so daß sich Systeme dem überhaupt anpassen können.

- Wir müssen diese komplexere Form der Mensch-Maschine-Interaktion antizipieren. Wir brauchen Ausdrucksmittel (z.B. Konzepte für Drehbücher und Notationen dafür) für die deklarative Beschreibung der intendierten Kooperationsformen, und wir brauchen einen durchgängigen Workflow von den großartigen Konzepten zu ihrer Implementierung.
- Wir müssen Kooperationen von Lernenden untereinander und von Lernenden mit Computern motivieren, provozieren, möglich machen und unterstützen. Mensch-Maschine-Kooperation muß eine etablierte Form des e-Learning sein.
- Wenn e-Learning-Systeme zu Assistenten werden, müssen wir ihnen eine gewisse Autonomie einräumen und müssen sie einen *selbständigen* Beitrag zur Kooperation leisten lassen. Das wird dem Lernenden die Bereicherung durch überraschende Effekte (eine Individualität des Computers) geben.
- Computer, die als Assistenten agieren, entwickeln ein gewisses *Eigenleben*. Da sie nicht allwissend sein können, müssen sie mitunter Hypothesen bilden, die falsch sein können. Wir brauchen Ansätze und Konzepte, unsere Assistenten zu beherrschen

Wir werden sehen, was uns die Zukunft bringt. Nein. Es ist wohl treffender zu sagen: Wir werden sehen, wie wir die Zukunft gestalten.

REFERENZEN

1. Hohenstein, A. und Wilbers, K., *Handbuch E-Learning. Expertenwissen aus Wissenschaft und Praxis*. Köln: Deutscher Wirtschaftsdienst (2002).
2. Klösgen, W. und Żytkow, J.M., *Handbook of Data Mining and Knowledge Discovery*. Oxford: Oxford University Press (2001).
3. Prange, C., *Organisationales Lernen und Wissensmanagement. Fallbeispiele aus der Unternehmenspraxis*. Wiesbaden: Gabler (2002).
4. Bellmann, M., Krcmar, H. und Sommerlatte, T. (Hrsg.), *Praxishandbuch Wissensmanagement. Strategien – Methoden – Fallbeispiele*. Symposium (2002).
5. Götz, K. (Hrsg.), *Wissensmanagement. Zwischen Wissen und Nichtwissen*. Mering: Rainer Hampp Verlag (2002).

6. Grieser, G., Jantke, K.P., Lange, S. und Thomas, B., A unifying approach to HTML wrapper representation and learning. *Proc. 3rd Inter. Conf. Discovery Science*, 50-64 (2000).
7. Pawlowsky, P. und Reinhardt, R. (Hrsg.), *Wissensmanagement für die Praxis*. München: Luchterhand (2002).
8. Back, A., Bendel, O. und Stoller-Schai, D., *E-Learning im Unternehmen*. Zürich: Orell Füssli (2001).
9. Grieser, G., Jantke, K.P. und Lange, S., Consistency queries in information extraction. *Proc. 13th Inter. Conf. Algorithmic Learning Theory*, 173-187 (2002).
10. Jantke, K.P., Informationsbeschaffung im Internet. *Electrosuisse Bulletin*, Januar, 15-22 (2003).
11. Lange, S., Grieser, G. und Jantke, K.P., Advanced elementary formal systems. *Theoretical Computer Science*, 298, 51-70 (2003).
12. Hippner, H., Küsters, U., Meyer, M. und Wilde, K. (Hrsg.), *Handbuch Data Mining im Marketing*. Wiesbaden: Vieweg (2001).
13. Strutz, J. und Degel, G., *Offene Übungsaufgaben und Praktika im e-Learning. Einbindung, Auswertung und Bewertung im Tutorsystem DaMiT*. Im: Jantke, K.P., Wittig, W.S. und Herrmann, J. (Hrsg.), *Von e-Learning bis e-Payment. Das Internet als Sicherer Marktplatz*. St Augustin: Infix, 410-420 (2002).
14. Schneider, J. und Schmeier, S., *Elfenbeintürme – Designer vs. Programmierer am Beispiel der Oberfläche des e-Learning Systems DaMiT*. Im: Jantke, K.P., Wittig, W.S. und Herrmann, J. (Hrsg.), *Von e-Learning bis e-Payment. Das Internet als Sicherer Marktplatz*. St Augustin: Infix, 122-131 (2002).

BIOGRAPHIE



Klaus P. Jantke hat Mathematik und Informatik studiert in Berlin, Promotion in Informatik 1979 und Habilitation 1984; längere Arbeitsaufenthalte bis zu einem Jahr an den Universitäten von Berkeley, USA, Kuwait City und Sapporo, Japan; Professor für Informatik seit 1987; heute Lehre auf dem Gebiet

der Künstlichen Intelligenz an den Universitäten in Darmstadt und Saarbrücken; am Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) tätig als Principal Researcher; Leiter des Kompetenzzentrums für e-Learning (CCeL) am DFKI.