Konrad-Zuse-Zentrum
für Informationstechnik Berlin

Takustraße 7
D-14195 Berlin-Dahlem
Germany

MARTIN GRÖTSCHEL

Mein digitaler Traum

ZIB-Report ZR-01-29

Mein digitaler Traum

Martin Grötschel

Konrad-Zuse-Zentrum für Informationstechnik

Technische Universität Berlin

„Sie beschäftigen sich doch intensiv mit elektronischer Information und Kommunikation'', stellte die Gegenworte-Redakteurin fest. „Könnten Sie uns da nicht einfach einmal Ihre Traumvorstellungen von der digitalen Informationswelt darstellen?" „Das ist ganz einfach", antworte ich. „ Ich will ***alles*** *und zwar* ***sofort, jederzeit, überall*** *und* ***kostenlos*** *zur Verfügung haben." „Ist das nicht ein bisschen maßlos?" „Mag sein", entgegne ich, „aber Sie haben mich doch nach meinem Traum gefragt!"*

Meine Informationsumwelt

Worum geht es? Statt eine allgemeine Definition von Information zu geben, schildere ich kurz ein paar typische Probleme *meiner Informationsumwelt* der letzten Woche.

- Ich fahre in Kürze auf eine Tagung nach Wien. Wann und wo ist die Eröffnungsfeier? Wann und in welchem Hörsaal wird mein Vortrag stattfinden? Gibt es einen Beamer? Was spielt die Staatsoper am Donnerstag?
- Ich bereite eine Ekuador-Reise vor. Um meine Vorlesungsserie etwas aufzulockern, will ich Erlebnisse Alexander von Humboldts in Quito einflechten. Wo finde ich dazu Material?
- erkläre einem archäologisch interessierten Bekannten die Bedeutung von Dong-Son-Trommeln und ihren Zusammenhang mit der Phung-Nguyen-Kultur. Er hat hierzu andere Informationen als ich. Wie klären wir das?
- Ich benötige den TeX-File eines Buches, das ich mit Kollegen vor 14 Jahren geschrieben habe. Ich kann ihn nicht mehr finden. Enorm ärgerlich! Was kann ich tun?
- Ich muss schnell ein Gutachten schreiben und brauche sofort den Lebenslauf und die aktuelle Publikationsliste des Kandidaten.
- Ein Kollege schickt mir elektronisch den ersten Entwurf eines Artikels. Ergänzungen sollen aus Termingründen ganz schnell per E-Mail erfolgen.
- Ein Freund braucht Daten eines Telekommunikationsnetzwerkes, um daran einen neuen Algorithmus ausprobieren zu können. Er möchte ihn mit unserem Code vergleichen. Ich muss die Partnerfirma um Erlaubnis fragen, die Daten umformatieren und sie elektronisch verschicken.
- Ich habe über Frequenzplanung in GSM-Mobilfunknetzen gearbeitet und will nun genau wissen, wie das bei UMTS funktionieren soll.
- Ich brauche jemanden, der mir einige Sachverhalte in der reell-algebraischen Geometrie erklärt, die ich nicht verstanden habe.

- Ein ausländischer Student bittet mich, ihm einige meiner Artikel zu schicken.
- Ein Mitarbeiter erklärt mir die Vorzüge von DjVu, einer neuen Technologie zum Einscannen von Texten, und schlägt vor, diese für meine eigene „digitale Bibliothek“ zu nutzen. Was sagen andere Experten dazu?

Die Liste sieht lang aus, sie enthält aber nur einen Bruchteil von dem, was jedem von uns tagtäglich in ähnlicher Form begegnet. Ich möchte derartige Aufgaben zügig erledigen und beschäftige mich immer wieder mit der Frage: Wie kann ich meine Arbeitsumgebung so einrichten, dass ich effizient arbeiten kann? Dazu gehört auch, möglichst wenig Zeit durch Suchen nach Information zu verlieren.

Die obige Liste zeigt auch die Vielschichtigkeit unserer Informationsbedürfnisse. Wir benötigen Informationen in Bereichen, wo wir wissenschaftliche Experten sind und Texte auf hohem Niveau verstehen. Woanders brauchen wir „verständlicheres“ Material, zum Beispiel dann, wenn wir uns mit neuen Anwendungen oder angrenzenden wissenschaftlichen Gebieten beschäftigen. Häufig sind auch wir Wissenschaftler ganz einfach nur Laien. Nicht selten ist Informationstechnik unverzichtbar, etwa dann, wenn wir Daten verschicken oder Algorithmen ausführen wollen. Für meine Arbeit ist elektronische Information und Kommunikation essentiell. Daher möchte eine Informationsumwelt auf höchstem Niveau. Davon träume ich!

Die digitale Informationswelt

Die gegenwärtige Diskussion zur wissenschaftlichen Informationsversorgung beschäftigt sich hauptsächlich mit wissenschaftlichen Zeitschriften und Büchern. Man regt sich zu Recht über die exorbitanten Preissteigerungsraten bei den wissenschaftlichen Verlagen auf. Man sieht die Publikationsmenge wachsen und beklagt die reduzierten Bibliotheksetats der Universitäten. Man erkennt täglich, dass in den lokalen Bibliotheken immer weniger neue Literatur vorhanden ist. Jeder einzelne Wissenschaftler hat einen immer geringeren Anteil an der wissenschaftlichen Weltproduktion lokal auf Papier zur Verfügung.

Ich habe es oben angedeutet. Der wirkliche Bedarf ist erheblich breiter. Andere Informationsobjekte, die gar nicht mehr „auf Papier passen“, werden wichtiger. Je nach den Gepflogenheiten der einzelnen Wissenschaften brauchen wir: Messdaten, Zeitreihen, Umfrageergebnisse, Datenbanken, Daten von industriellen Anwendungsbeispielen, lauffähige Software zur Lösung konkreter Anwendungsprobleme, Visualisierungen, Videomaterial, Filme, interaktive Lehrmaterialien, Computeralgebrasysteme, Simulationswerkzeuge, etc. Alles das sollte digital so vorliegen, dass es ohne großen Aufwand genutzt werden kann.

Es ist erstaunlich, dass die Bibliotheken das Sammeln, Bewahren und Anbieten dieser Art von Information bisher noch nicht als ihre Aufgabe erkannt haben. Noch gibt es keine Institutionen, die sich generell darum kümmern. In einigen Wissenschaften entstehen spezifische Informationsserver, digitale Archive oder Ähnliches, aber man kann das kaum als wohlgeplante Infrastrukturpolitik bezeichnen.

Information muss in immer stärkerem Masse Zielgruppen spezifisch aufbereitet werden. Man schreibt für den engeren und den allgemein interessierten Fachkollegen, man schreibt für den Gutachter, Anwender, Schüler, Politiker oder den interessierten Laien.

Dies erfordert in der Regel unterschiedliche Darstellungen der Wissensgebiete und Variationen in den Kommunikationsformen. Wünschenswert dabei ist die Möglichkeit des nahtlosen

Übergangs zwischen den verschiedenen Nutzerschichten. Jeder Nutzer soll die Art der Informationsdarbietung wählen können, die seinen Vorkenntnissen entspricht.

Und der Nutzer muss in die Lage versetzt werden, die Information, die er sucht, auch zu finden. Dazu muss einiges geleistet werden. Die Daten müssen strukturiert gespeichert und mit Metadaten versehen werden. Formate müssen spezifiziert, Schnittstellen eingehalten und bedient, Interoperabilität gewährleistet werden. Suchtechniken müssen bereitgestellt und Suchmaschinen bedient werden. Und es erfordert nutzerfreundliche „Graphical User Interfaces“ oder Ähnliches, natürlich soll alles intuitiv bedienbar sein.

Es ist klar, dass Papier diesen Anforderungen nicht gewachsen ist. In der digitalen Welt scheint ihre Realisierung möglich. Dazu ist allerdings Aufwand erforderlich.

Information suchen

In meinem wissenschaftlichen Umfeld verschwindet die klassische Methode der Informationssuche schneller, als ich dachte. Das Nachschauen im fachspezifischen Nachschlagewerk, das Aufsuchen einer Spezialbibliothek wird selten. Die Suche in Online-Datenbanken, in Preprint-Servern oder direkt im Internet dominiert. Sie ist erheblich schneller und in der Regel viel erfolgreicher als andere Methoden. Falls Sie einige der Fachwörter oder Abkürzungen in diesem Artikel nicht verstehen (ich habe absichtlich ein paar mehr eingestreut als ich das sonst tue), dann machen Sie einmal einen Test. Suchen Sie diese in den Ihnen zugänglichen Lexika oder Fachbüchern und vergleichen Sie das mit der Suche über eine Suchmaschine wie Google. Papier ist völlig chancenlos! Da bin ich sicher.

Warum so maßlos?

Die Wünsche meines Traumes sind nicht so maßlos, wie es erscheinen mag. Ich will effizient sein. Meine Arbeitszeiten richten sich nicht nach Bibliotheks- oder Behördenöffnungszeiten. Ich arbeite nachts, an Wochenenden, in Hotelzimmern, Zügen und Flugzeugen, in den Büros von Kollegen, im In- und Ausland wann immer mir danach ist (oder ich muss). Ich schleppe

Schreibzeug, Papier, ein Diktiergerät und einen Laptop mit mir herum und möchte da, wo ich gerade bin, auf all die Informationen zurückgreifen können, die ich für meine Arbeit oder für meine Freizeit benötige. Deswegen soll der Zugriff überall und jederzeit möglich sein. Die Information muss schnell kommen, ich will meine Zeit nicht mit Warten auf Daten vergeuden. Und der Informationstransfer sollte bezahlbar sein, denn wenn ich für jeden Extra-Klick zahlen müsste, wäre ich sehr schnell pleite. Können wir all das erreichen?

Gehen wir einmal alle Punkte der Wunschliste durch.

Digitale Information sofort

Hier zeigt sich bereits die gewaltige Überlegenheit der elektronischen Informationsversorgung gegenüber der papiergebundenen Kommunikation. Der Datentransfer im internationalen Wissenschaftsnetz (in Deutschland ist dies das G-WiN) ist rasant: mehrere Gbit/s liefert dieser im Kernnetz auf SDH/WDM basierende Dienst. Auch von meinem Heim-PC komme ich einfach ins Netz, und mit ISDN oder T-DSL kann ich alle verfügbare Information praktisch sofort erhalten. Meine Bedürfnisse sind annähernd befriedigt.

Digitale Information jederzeit

Jederzeitige Information im Internet ist Realität. Das Internet funktioniert rund um die Uhr und der Zugriff ist immer möglich. Diesbezüglich haben wir schon den Zustand erreicht, den ich mir vorstelle. Noch vor zehn Jahren sind Datenbankanbieter zu gewissen Zeiten vom Netz gegangen. Das kann sich heute ein kommerzieller Anbieter nicht mehr leisten. Aber auch fast alle Public-Domain-Angebote sind so gut wie immer im Netz.

Digitale Information überall

Die Verfügbarkeit von Informationen an jedem beliebigem Ort ist ein (zumindest in den zivilisierten Ländern) durchaus erreichbares Ziel. Wir sind ihm schon recht nahe. In jeder wissenschaftlichen Einrichtung gibt es heute vernünftige IuK-Infrastrukturen mit guten Netzanbindungen. Viele Haushalte haben PCs mit Internetanschluss. Neue Techniken der Mobilkommunikation kündigen sich an. Fortschrittliche Institute sind bereits mit einem WLAN ausgestattet; UMTS steht vor der Tür; und weitere Mobil-Technologien sind in Vorbereitung. Sie werden uns in naher Zukunft ermöglichen, von unserem Laptop aus drahtlos ins Internet zu gehen und mit vernünftigen Datenraten Informationen zu übertragen. Meine persönlichen Bedürfnisse sind in dieser Hinsicht schon in einem hohen Maße erfüllt.

Selbst in Entwicklungsländern gibt es inzwischen in Forschungseinrichtungen vernünftige Internetanschlüsse. Die Bibliotheken der armen Länder haben nicht genug Geld für papiergebundene Information. Das Internet ist für die Wissenschaftler in der Dritten Welt lebenswichtig geworden. Nur so können sie international auf dem Laufenden bleiben.

Ich denke, Sie werden meiner These zustimmen: Wir können sofort, jederzeit und (beinahe) überall auf digital gespeicherte Informationen zugreifen.

Die Frage ist nur, welche Information tatsächlich angeboten wird und was die Nutzung kostet. Hier ist der kritische Punkt der gesamten Diskussion.

Das vorhandene digitale Material

Computercodes, Input und Output für Programme sind seit Beginn des Computerzeitalters digital. Messreihen der Umweltforschung oder geologischer Surveys, Daten physikalischer Experimente, wie sie etwa im CERN oder bei Satellitenbeobachtungen anfallen, Ergebnisse der Genomforschung und vieles anderes Material von wissenschaftlichem Interesse sind kaum noch anders als digital erfass- und bearbeitbar. Der Übergang zur digitalen Speicherung und Verarbeitung ist hier nahezu vollständig. Aber auch die meisten Texte haben seit mindestens zehn Jahren eine digitale Stufe durchlaufen. Denn fast alles, was wir heute auf Papier veröffentlichen, befand sich irgendwann vor dem Druck einmal in einem elektronischen Format (z.B. in Word wie dieser Artikel).

Meiner Behauptung, dass alle Information, die die Wissenschaft derzeit produziert, elektronisch vorhanden ist, wird wohl niemand widersprechen. Man fragt sich natürlich sofort, warum diese digitalen Dokumente nicht gleich nutzerfreundlich aufbereitet und elektronisch im Netz bereitgestellt werden. Ist es nicht idiotisch, dies nicht zu tun?

Technologische Schwierigkeiten?

Es gibt tatsächlich Daten (z.B. in früherer Zeit von Satelliten übermittelte Messreihen), die auf Datenträgern gespeichert sind, die heute kaum noch gelesen werden können oder deren

Formatbeschreibungen verschwunden sind. Defekte auf Datenträgern können zu Unlesbarkeit führen. Auch digitale Daten können verloren gehen. Das alles muss man auf das Konto menschlicher Unzulänglichkeit abbuchen. Ich persönlich bin davon überzeugt, dass es keine unüberwindbaren technologischen Schwierigkeiten bei der dauerhaften Aufbewahrung und Präsentation digitaler Daten gibt. Eine Kombination von sorgfältiger Formatpflege und –fortschreibung und aktivem Speicher- und Archivmanagement (z.B. durch regelmäßiges Umspeichern und durch Spiegelung) wird es ermöglichen, digitale Objekte auf Dauer für die Öffentlichkeit zu erhalten.

Ich will nicht leugnen, dass es z. B. schwierig ist, Software permanent lauffähig zu halten. Ich möchte dies hier nicht ausdiskutieren, sondern mich auf wissenschaftliche Literatur konzentrieren. Hier sehe ich als wesentliches technisches Problem die Speicherformate. Die Vielfalt der Formate ist dabei nicht so wichtig, problematischer ist die Verwendung proprietärer Formate. Es ist sicherlich jedem schon einmal passiert, dass er ein altes Word-Dokument mit einer neuen Word-Software nicht öffnen konnte. Hier muss die Wissenschaft aufpassen, dass sie nicht in vollständige Abhängigkeit von Software-Firmen gerät. Dauerhafte Speicherung erfordert offene Formate. Mit öffentlich dokumentierten Formaten können elektronische Dokumente (meistens) auf einfache Weise verfügbar gemacht werden.

Die Hauptprobleme

Die Hauptprobleme bei der umfassenden Verfügbarmachung digitaler Dokumente sind **ökonomischer**, **psychologischer** und **organisatorischer** Natur. Keine lange Diskussion dieser Punkte, nur ein paar Stichworte:

Eine Institution, die durch kostspielige Experimente wichtige Daten erhoben hat, hat selbst dann, wenn die Forschung öffentlich gefördert wurde, nicht immer großes Interesse, alle Ergebnisse schnell und umfassend zu dokumentieren. Das kostet Zeit und Mühe und hält von der wissenschaftlichen Arbeit ab. In manchen Fällen wird eine ökonomische Verwertung angestrebt, in anderen soll der wissenschaftlichen Konkurrenz der Zugang für eine gewisse Zeit erschwert werden, um einen Vorsprung zu halten. Derartige Probleme wurden zur Genüge beim Genom-Projekt diskutiert. Verleger haben Angst, lukrative Print-Märkte zu verlieren, wenn sie noch nicht wissen, wie sie mit elektronischen Dokumenten ihr Geld verdienen sollen. Herausgeber von Print-Zeitschriften interessieren sich manchmal überhaupt nicht für elektronische Versionen ihrer Zeitschriften und unternehmen nichts, um Printformate in digitale Formate überzuführen. Autoren haben Angst, dass ihre Werke mühelos geplündert werden können, und stellen deswegen Preprints ihrer Artikel nicht ins Netz. Autoren veröffentlichen derzeit noch lieber in Print-Zeitschriften, weil diese aus historischen Gründen das größere wissenschaftliche Prestige besitzen und jeder natürlich immer dort hingehet, wo die Bezahlung (das ist in diesem Falle wissenschaftliche Reputation) am höchsten ist.

Die Konsequenz all dessen ist, dass viel weniger digital verfügbar ist als eigentlich vorhanden.

Verfügbarmachung neuen digitalen Materials

Fast alle wissenschaftlichen Disziplinen haben begriffen, dass sie ihre eigenen Publikationsgepflogenheiten und ihre Organisationsformen verändern müssen, um von der digitalen Technologie besser profitieren zu können. Eine zusätzliche Triebfeder ist die Kostenexplosion im wissenschaftlichen Publikationswesen, die zu der absurden Situation führt, dass trotz Informationsflut lokaler Informationsmangel herrscht. Neue Publikationswege werden ausprobiert.

Eines der ersten und prominentesten Beispiele war Paul Ginspargs Preprint-Server für die Physik, aus dem inzwischen das arXiv.org e-print Archiv für Physik, Mathematik und Informatik hervorgegangen ist. Viel Publizität hat in letzter Zeit die PubMed central Initiative zur Errichtung eines Archivs der Journale in den Lebenswissenschaften erhalten. Der Weltmathematikerverband IMU hat alle Mathematiker aufgerufen, ihr gesamtes wissenschaftliches Œuvre über die Server ihrer Institute digital verfügbar zu machen. Die IMU ist derzeit dabei, den Zugang zu diesem Material zu organisieren. Auch der Wissenschaftsrat hat alle Autoren dazu aufgerufen, elektronische Versionen ihrer Publikationen über Server ihrer Wahl kostenlos im Internet bereitzustellen. So kann viel Material zusammen kommen und eine digitale Wissenschaftsbibliothek entstehen.

Projekte dieser Art können die wissenschaftliche Publikationswelt nachhaltig verändern. Die Frage ist, ob sie sich durchsetzen werden und ob sie zu einem stabilen Service für die Wissenschaft führen. Technisch sind all diese Projekte ohne besondere Schwierigkeiten realisierbar. Es ist schwer einzuschätzen, ob die Mehrzahl der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler mitmachen und ob die weltweite Organisationsfähigkeit der Wissenschaft ausreicht, um derartige Projekte langfristig durchzuhalten.

Alte Literatur digital verfügbar machen

Ein weiteres wichtiges Ziel ist die Verfügbarmachung alter Literatur. Dies mag von Fach zu Fach von unterschiedlicher Bedeutung sein und auf abgestuftes Interesse stoßen. In der Mathematik, um wiederum diese Wissenschaft als Beispiel zu nehmen, gibt es Bestrebungen, die gesamte Literatur des Faches digital zu erfassen. Das hört sich monströs an und erscheint zunächst unerreichbar. Derzeit wird jedoch eine Machbarkeitsstudie in Angriff genommen, die prüfen soll, ob überhaupt und mit welchen Mitteln ein „digitales Archiv der Mathematik“ eingerichtet und auf Dauer erhalten werden kann.

Machen wir einmal eine Überschlagsrechnung. Die Publikationsmasse (in digitalen Speichereinheiten gemessen) der Mathematik ist gar nicht so groß. Meine Rückfrage bei den beiden führenden Referate-Organen der Mathematik (Zentralblatt und Mathematical Reviews) hat ein übereinstimmendes Bild ergeben. Derzeit werden weltweit pro Jahr 70.000 bis 80.000 mathematische Artikel und Bücher geschrieben. Durch mathematische Referate-Organe wurden seit Mitte des 19. Jahrhunderts (so lange gibt es diese schon) rund 2 Millionen Artikel und Bücher erfasst. Mathematikhistoriker schätzen, dass in den Jahrhunderten vorher höchstens 200.000 mathematische Publikationen erschienen sind. Rechnet man all diese Publikationen in heutige „Standard-DIN-A4-Seiten“ um und schätzt man ab, wie viel Speicherplatz man pro Seite benötigt (das sind je nach Speicherformat 2 bis 100 Kilobyte pro Seite), so stellt man schnell fest, dass ein paar Terabyte ausreichen, um die gesamte Weltliteratur der Mathematik zu speichern. Bedenkt man, dass heute Supermarkt-PCs schon Platten mit 100 Gigabyte Speichervolumen haben, und dass die Speichertechnologie sich weiterhin in rasantem Fortschritt befindet (Verdopplung der Kapazität bei gleichem Preis alle 18 Monate; derzeitige Stichworte: holographische Speicher, TesaROM, GMR, Storage Tank), so heißt dies, dass die gesamte Mathematikliteratur aller Zeiten in wenigen Jahren auf der Platte eines Laptops Platz findet. Technologisch ist also alles verfügbar, um ein solches Projekt anzugehen. Dies gilt auch für Wissenschaften, deren Literatur viel umfangreicher ist und deren Daten viel größere Speichervolumina benötigen.

Es ist auch nicht so wichtig, ob alles zentral irgendwo gespeichert wird oder ob die Daten dezentral gehalten und vernetzt werden. Entscheidend ist, dass die Literatur digital erfasst wird und dass Mechanismen erarbeitet werden, die den Zugang zu allen Daten ermöglichen. Auch das ist im Prinzip heute schon technisch gelöst.

Gibt es gar keine Schwierigkeiten?

Ich habe bisher immer so getan, als ob alles ohne technische Probleme lösbar sei. Nach meiner Einschätzung gilt das im Prinzip, aber nicht im Detail. Wenn wir die „Altliteratur" betrachten, so stellen sich folgende Fragen: Wer sichert Qualität wie? Wer entscheidet, was tatsächlich digital erfasst werden soll und was nicht? Wird diese Literatur einfach neu eingetippt (z.B. in TeX) oder eingescannt? In welchen Formaten wird was abgespeichert? Wer klassifiziert die Texte und verfasst Reviews und Abstracts? Wer bezahlt die mit der digitalen Aufnahme und Bereitstellung verbundene Arbeit? Wer löst die damit verbundenen Copyrightprobleme?

Auch diese Probleme erscheinen bei gutem Willen und internationaler Kooperation lösbar. Jedoch wird viel Schweiß fließen und Verhandlungsgeschick notwendig sein. Und es erfordert auch Mut, solch große Projekte aufzugreifen. Ich glaube es lohnt sich!

Tragfähige Strukturen

Wissenschaftliche Institutionen sind derzeit vielfach mit der Lösung lokaler IuK-Probleme beschäftigt. Wie richte ich eine gute Homepage ein? Wo biete ich meine Publikation an? Etc. Wir machen uns zu wenig Gedanken über langfristige und global tragfähige Strukturen. Unsere lokalen Aktivitäten sollten in nationale und internationale Vorhaben eingebettet sein, fachdisziplinäre Projekte sollten disziplinübergreifende Aspekte einbeziehen. Es gibt hierzu rudimentäre Ansätze wie die IuK-Initiative der wissenschaftlichen Fachgesellschaften. Diese kommen aber nur mühsam voran, weil sie auf freiwilliger Mitarbeit basieren und nicht professionell unterstützt werden. Es gibt Projekte wie Math-Net oder PhysNet, bei denen die weltweite Vernetzung innerhalb der Fachdisziplin vorangetrieben wird. Wir sind aber noch sehr weit von dem integrierten System der wissenschaftlichen Informationsversorgung entfernt, das mir vorschwebt. Es fehlen noch die Organisationsstrukturen (wie etwa für traditionelle Information das Netz der Bibliotheken), die meine Wünsche erfüllen könnten. Wird es das je geben?

Schichten der digitalen Informationsversorgung

Ich stelle mir vor, dass sich in naher Zukunft verschiedene „Schichten" herausbilden, die zur wissenschaftlichen Informationsversorgung auf unterschiedliche Weise beitragen.

Die erste Schicht sollte nach meiner Meinung die gesamte wissenschaftliche Primärliteratur erfassen. Alle wissenschaftlichen Preprints, Daten, Videos, ... sollten über ein Netz von verknüpften Servern mit einigen zentralen Service-Komponenten kostenlos über beteiligte Institutionen zur Verfügung stehen. Dazu sollten meiner Meinung nach auch in Zeitschriften veröffentlichte Artikel gehören (vielleicht mit einer gewissen zeitlichen Verzögerung aufgelegt).

Auf dieser Public-Domain-Schicht können „Mehrwertdienste" aufbauen: Lehrbücher, Multimediadokumente, Referate-Organe, ... Sie bilden die zweite Schicht digitaler wissenschaftlicher Information. Nach meiner Einschätzung sind fast alle Wissenschaftler bereit, ihre For-

schungsergebnisse zur freien Verfügung ins Netz zu stellen. Sie wollen gelesen werden. Der Lohn ist das Zitat durch andere. Wir wissen alle, dass das Referieren und Zusammenfassen, die Aufbereitung von Dokumenten für Unterrichtszwecke, die Pflege von Multimediadokumenten Personalaufwand (auch technischer Art) erfordert und daher Geld kostet. Hierfür werden wir bezahlen müssen, sonst werden nützliche Dienste nicht mit der notwendigen Qualität und Nachhaltigkeit geleistet.

Ich sehe eine dritte Schicht, die sich um die langfristige Erhaltung der digitalen Dokumente kümmert, die also die dauerhafte digitale Bibliothek realisiert. Sie sollte aus qualitätsgeprüften Dokumenten der ersten beiden Schichten erwachsen und sich insbesondere auf die langfristige Archivierung und Verfügbarkeit digitaler Objekte konzentrieren.

Eine vierte Ebene möchte ich Technologieschicht nennen. Hier müssen Hard- und Software (weiter-)entwickelt und gepflegt werden, welche die Realisierung der ersten drei Schichten ermöglichen. Dies ist typischerweise fächerübergreifend und nicht allein mit dem hier beschriebenen Projekt der digitalen Bibliothek verbunden.

Die obige Skizze ist nur eine Andeutung meiner Vorstellung einer langfristigen Struktur der digitalen Informationsversorgung. So etwas kann in ähnlicher Form aufgebaut werden. Dies wäre eine mögliche Realisierung meines digitalen Traums.

Bildung, Wissen, Weisheit

Natürlich werden jetzt einige Leser sagen, dass die im Vorhergenden geführte Diskussion viel zu kurz greift. Was will man mit all dieser Information, mit diesen unendlichen Mengen an Bits und Bytes? Das kann man überhaupt nicht verarbeiten. Es kommt doch nicht auf möglichst viel Information, sondern auf umfassende Bildung an!

Da ist etwas dran. Information an sich ist nicht sonderlich wertvoll, von Bedeutung ist ihre Bewertung in einem Kontext. Ich möchte hier keine Diskussion über Wissen und Bildung beginnen. Nur ein paar Anmerkungen. Wenn ich Artikel von Bildungstheoretikern lese, dann habe ich gelegentlich das Gefühl, dass man nur dann gebildet ist, wenn man Schleiermachers Rektoratsrede auswendig kennt. Was sagt dieses geisteswissenschaftlich-abendländische Bildungskonzept den Mapuches oder Asmats? Nichts natürlich! Sind diese Völker deswegen ungebildet? Wie steht es mit der informationstechnischen Bildung der Gebildeten?

In diesem Artikel geht es mir um die digitale Dokumentation und Verfügbarmachung wissenschaftlicher Erkenntnisse für möglichst viele und einigermaßen verständlich. Auch hierfür muss bereits ein fachlicher und sozialer Kontext vorhanden sein, der die digital kodierte Information interpretierbar macht. Für mich wird dadurch die Basis für Wissen, Bildung und Weisheit gelegt. Mit geht es um die interkulturelle und interfachliche Verständlichmachung. Erst die Interpretation derartiger Information im komplexen Zusammenspiel mit Erfahrung und Assoziation in einem sozio-kulturellen Netz ermöglicht das, was wir Bildung nennen. Ich verstehe von diesen Prozessen nicht viel. Es ist schon schwierig genug, Information digital auf vernünftige Weise bereitzustellen und so verfügbar zu machen, dass sie von vielen Menschen nutzbringend verwendet werden kann. Damit beschäftigt sich mein digitaler Traum. Man kann ihn natürlich noch weiter träumen, wenn man an die Vermittlung von Bildung denkt. Man kann aber auch Albträume haben.

Ein Albtraum

Die absehbare Miniaturisierung der Speichermedien und neueste Entwicklungen in den Cognitive Sciences führen zu Spekulationen, die mir großes Unbehagen bereiten. Ich will sie zum Schluss kurz erwähnen.

In wenigen Jahren werden wir das vollständige Weltwissen der Mathematik nicht nur auf einer Laptop-Platte haben, es wird auf einem winzigen Speicherchip Platz finden. Liest man dann Zeitungsüberschriften wie „Chips im Schneckenhirn“, so ist klar, dass einige Bioinformationstechnologen daran arbeiten, das „electronically enhanced brain“ zu verwirklichen. Die ersten Schritte gehen über Tierversuche, dann wird uns nervengesteuerte Prothetik von der Nützlichkeit dieser Forschung überzeugen; und danach wird man versuchen, direkt mit dem Hirn zu kommunizieren. Derzeit ist die Forschung noch weit davon entfernt, den „elektronischen Nürnberger Trichter“ zu realisieren. Aber die Versuchung ist groß.

Betrachten wir unser eigenes Kognitionssystem, so nehmen wir wissenschaftliche Information typischerweise durch Lesen auf. Wie das Auge die erkannten Buchstaben und Wörter an das Gehirn weiter gibt und wie dort die Abspeicherung und die Vernetzung der Information geschieht, ist noch weitgehend ungeklärt. Aber es wäre doch faszinierend, die Leistungsfähigkeit des Gehirns durch äußere Speicher wie den „Mathe-Chip“ zu steigern. Jura-Chip statt Repetitor, mit dem Hirn ins Internet! Hört sich das nicht gut an? Ich werde so etwas bestimmt nicht mehr erleben. Unsere derzeitige Genomdebatte gibt uns einen Vorgeschmack auf ethische Diskussionen der Zukunft in diesem Bereich. Wenn wir das Interface zum Direktzugriff auf das Gehirn und die Steuermechanismen des Gehirns zum Abruf von Information und zur Assoziation verstanden haben, eröffnen sich ungeahnte Möglichkeiten der Erhöhung der Gehirnfähigkeiten. Wie wird die Menschheit so etwas bewerten? Werden wir uns über solchen Fortschritt freuen? Oder werden wir „gedopte Erkenntnisse“ ächten wie den Olympiasieg eines gedopten 100-m-Läufers?

Dies ist nicht mein digitaler Traum. Ich wäre schon zufrieden, wenn ich alles, sofort, ... usw.