

# **World Wide Web – die Basis der Informationsgesellschaft?**

**Prof. Dr. Michael Weber  
Abteilung Medieninformatik  
Universität Ulm**

## **Menschen streben nach einer Sammlung des Wissens**

In den Anfängen der Menschheit wurde Wissen von Mund zu Mund übertragen. Wie macht man Feuer? Wie jagt man am geschicktesten? Wissen, welches gepaart mit Erfahrungsweitergabe gut mündlich vermittelt werden kann. Aber wie überträgt man wissenschaftliche Erkenntnisse oder Geschichten oder religiöse Inhalte? Mit der Entwicklung von Schriftzeichen war auch dies möglich und man konnte das Geschriebene aufbewahren. Wissen konnte also auf Gegenstände (Steinplatten, Papyrus oder ähnliches) übertragen werden, um es zu konservieren und später wieder zu nutzen.

Der Besitz von Wissen bedeutet immer auch Macht. Daher streben seit jeher die Menschen nach einer umfassenden Sammlung des Wissens der Menschheit. Bereits bei den alten Ägyptern gab es die ersten Bestrebungen das Wissen zentral zu konservieren. Die erste Bibliothek entstand etwa 1250 vor Christus unter Ramses II. Assurbanipal sammelte um 630 vor Christus Keilschrifttafeln. Der Leuchtturm von Alexandria (3. Jahrhundert v. Chr.) wies zwar den Schiffen den Weg, war aber auch Aufbewahrungsort für rund 700000 Schriftrollen. Der Leuchtturm wurde damit zu dem wissenschaftlichen Zentrum der Antike. Der Zugang auch für Nicht-Wissenschaftler, die öffentliche Bibliothek, ist eine Erfindung der Römer.

Wie viele andere Entwicklungen fristeten auch die Bibliotheken in den Jahrhunderten nach dem Fall des römischen Reiches ein Schattendasein. In den Klöstern des Mittelalters lebte die Tradition wieder auf. Man erinnere sich nur an Ecos Name der Rose. Mit der Gründung der ersten Universitäten zogen auch dort Bibliotheken ein; die erste 1257 an der Sorbonne in Paris.

Einen Meilenstein in dieser gesamten Entwicklung stellte die Erfindung des Buchdrucks um 1450 durch Johannes Gutenberg dar. Mit Lettern ist es erstmals möglich höhere Auflagen von Büchern zu produzieren als es den handschriftlichen „Kopierern“ in den Klöstern je möglich gewesen wäre. Das Konzept der allumfassenden Bibliothek wurde etwa 200 Jahren später von Sir Thomas Bodley begründet. Die Bodleiana in Oxford sammelte von jeder Veröffentlichung in England ein Exemplar. Somit sollte an einer Stelle das gesamte Wissen der Nation zugänglich gemacht werden, selbstverständlich nur für ausgewiesene und ausgewählte Persönlichkeiten.

Aber nicht nur Wissenschaftliches wurde gedruckt. Unterhaltungsliteratur kam mit der verstärkten Alphabetisierung auf und es entstanden ab dem 18. Jahrhundert Leihbibliotheken für die Bevölkerung. In dieser von der Aufklärung geprägten Zeit entstand auch die Idee der Enzyklopädie. Diese sollte das Wissen der Menschheit zusammenfassen, ordnen und in einem oder mehreren Bänden konzentriert zugänglich machen.

Das Wissen verdoppelt sich in der kommenden Zeit in immer kürzeren Abständen. Die Spezialisierung der Wissenschaftler schreitet immer mehr voran und die Frage nach der Organisation des Wissens wird immer brennender. Insbesondere im 20. Jahrhundert kommen weitere Medientypen hinzu. Neben den geschriebenen Text und die gedruckte Skizze treten beispielsweise Fotos, Filme und Tondokumente.

## Visionäre und Pioniere

H.G. Wells (1866-1946) ist uns als Schriftsteller von „The Time Machine“ und anderen Vorläufern der Science Fiction Literatur bekannt. Er war es auch, der 1937 die Idee einer permanenten Welt-Enzyklopädie beschrieb. Er nannte dies World Brain. Aus einigen Textauszügen wird klar, welche Vision er damals hatte und welche Entwicklungen er bereits vorausdachte. So stellt er das vorherrschende universitäre System der Wissenskonservierung in Frage:

*„lies rather in [...] creating a new world organ for the collection, indexing, summarizing and release of knowledge, than in any further tinkering with the highly conservative and resistant university system, ...“*

Er beschreibt wie ein solches “Welthirn” aufgebaut und trainiert wird:

*„As the core of such an institution would be a world synthesis of bibliography and documentation with the indexed archives of the world. A great number of workers would be engaged perpetually in perfecting this index of human knowledge and keeping it up to date.“*

Er legt seine Vorstellungen von der technischen Umsetzung mittels Mikrofilm dar und die daraus entstehenden Nutzungsszenarien:

*“By means of the microfilm, the rarest and most intricate documents and articles can be studied now at first hand, simultaneously in a score of projection rooms. There is no practical obstacle whatever now to the creation of an efficient index to all human knowledge, ideas and achievements, [...] A microfilm, coloured where necessary, occupying an inch or so of space and weighing little more than a letter, can be duplicated from the records and sent anywhere [...] so that the student may study it in every detail“*

*„The whole human memory can be, and probably in a short time will be, made accessible to every individual. And [...] in this uncertain world where destruction becomes continually more frequent and unpredictable, is this, that photography affords now every facility for multiplying duplicates [...]. It need not be concentrated in any one single place. [...] It can be reproduced exactly and fully, in Peru, China, Iceland, ... “*

Mehr noch, erhofft er sich von seiner Idee den permanenten Weltfrieden, da es bei allseitiger Verfügbarkeit des Wissens für ihn kein Konfliktpotential mehr gibt:

*„A common ideology based on this Permanent World Encyclopaedia is a possible means, to some it seems the only means, of dissolving human conflict into unity.“*

Aber nicht H.G. Wells wird allgemein als Begründer der World Wide Web Idee gesehen, sondern Vannevar Bush. Vannevar Bush beschreibt in seinem Artikel „As we may think“ 1945 eine informationstechnische Vision, die das Grundkonzept für ein Hypermediasystem darstellt. Die Tragweite der Ausführungen Bushs hat schon damals der Editor des Atlantic Monthly erkannt:

*“Now, says Dr. Bush, instruments are at hand which, if properly developed, will give man access to and command over the inherited knowledge of the ages... this paper by Dr. Bush calls for a new relationship between thinking man and the sum of our knowledge.”*

Die Idee Bushs war der Memory Expander oder kurz Memex. Bush stellte sich Memex als Erweiterung des individuellen menschlichen Gedächtnisses vor:

*“A memex is a device in which an individual stores all his books, records, and communications, and which is mechanised so that it may be consulted with exceeding speed and flexibility. It is an enlarged intimate supplement to his memory.”*

Für ihn ist also nicht nur die Erfassung und Sammlung jeglichen Wissens wichtig, sondern die individuelle Anreicherung um eigene Aufzeichnungen oder Kommentare so multimedial sie auch seien. Als Bestandteile von Memex „erfindet“ er unter anderem den Assoziativspeicher und ein darauf basierendes Zugriffssystem, sogenannte Trails, die mit heutigen Hyperlinks vergleichbar, aber für jede Person individuell gestaltet sind, oder drahtlose Sprachannotation. Die Speicherung auf Mikrofilm lässt uns heute beruhigt feststellen, dass wenigstens eine Innovation Bushs inzwischen überholt ist. Einige Zitate sollen die Tragweite von Bushs Ausführungen dokumentieren:

*„A library of a million volumes could be compressed into one end of a desk. [...] Mere compression, of course, is not enough; one needs not only to make and store a record but also to be able to consult it.“*

*„The human mind does not work that way. It operates by association [...] Selection by association, rather than by indexing, may yet be mechanized. One cannot hope thus to equal the speed and flexibility with which the mind follows an associative trail.“*

*„When the user is building a trail, he names it, inserts the name in his code book [...]. Before him are the two items to be joined, projected onto adjacent viewing positions. [...]*

*Thereafter, at any time, when one of these items is in view, the other can be instantly recalled merely by tapping a button below the corresponding code space. Moreover, when numerous items have been thus joined together to form a trail, they can be reviewed in turn, rapidly or slowly, by deflecting a lever like that used for turning the pages of a book.”*

Die Ideen Vannevar Bushs beeinflussen bis heute die Wissenschaft; die Idee ist immer noch nicht vollständig umgesetzt, ihr Potential jedoch unbestritten.

Douglas Englebart ist eine der Personen, die in der Tradition Bushs an der Idee weitergearbeitet haben. Englebart beschrieb 1963 *“A Conceptual Framework for the Augmentation of Man's Intellect“*. Hypertext diente ihm ebenfalls als Grundlage, aber entgegen Bush gab es inzwischen Computer, um den Gedanken umsetzen zu können. Zu Bushs Zeiten dienten die ersten Computer ballistischen Rechenaufgaben; zu Englebarts Zeiten waren sie eigentlich aus den Rechenzentren auch noch nicht erwachsen.

Neben dem On-Line System (NLS), welches Bushs Ideen aufgreift, erfindet Englebart deswegen grundlegende Konzepte heutiger PCs wie die Maus oder bildschirmbasierte Interaktion. Doch zurück zu NLS. Das System sollte einen Editor für Brainstormingsitzungen haben, Hypertextvernetzung der editierten Inhalte, eine Telekonferenz, Textverarbeitung, Email und es sollte vom Nutzer konfiguriert und adaptiert werden können. NLS wurde tatsächlich implementiert und war damals seiner Zeit mindestens 20 Jahre voraus. Der Computer sollte dem Nutzer zur *„Augmentation not Automation“* gereichen.

Ted Nelson prägte 1965 die Begriffe Hypertext und Hypermedia. Die Grundlagen waren eigentlich da, aber eine theoretischere Fundierung fehlte. Nelson charakterisierte folgendermaßen:

*“By Hypertext I mean nonsequential writing – text that branches and allows choice to the reader, best read at an interactive screen.”*

Nelsons Projekt Xanadu nimmt sich recht genau der „Vorgaben“ von Wells und Bush an. Der Name Xanadu drückt dies unzweifelhaft aus. In Kubla Khan von Samuel Taylor Coleridge heißt es:

*„Xanadu [...] a magic place of literary memory where nothing is ever forgotten”.*

Nelson erweitert:

*„The Xanadu Project has always been about these ideals: facilitating reusable hypermedia; copyrighted, but freely annotatable and quotable, in a world-wide network open to all.“*

Die Kernkonzepte von Xanadu beinhalten das sogenannte Docuverse, eine Integration aller Dokumente der Welt, Transklusion als eine Referenzierung von Dokumenten in anderen Dokumenten ohne sie explizit einzubeziehen. Die Interaktion wird über Point-&-Click Metapher geleistet und alle Dokumente werden dauerhaft versioniert, so dass Historien der Entwicklung eines Dokumentes nachvollziehbar werden. Alle Dokumente sind mit Urheberrechten und Copyright versehen, eine Transklusion führt zur Abführung von Nutzungsgebühren an den ursprünglichen Autoren. Nicht zuletzt können alle Medien in den Dokumenten enthalten sein. Das Grundkonzept des World Wide Web (und vieles darüber hinaus) stand somit bereits Mitte der sechziger Jahre zur Verfügung.

## Das Internet

Inzwischen fand eine zweite entscheidende Entwicklung parallel und weitestgehend unabhängig statt. Das Internet war entstanden.

Der Anstoß zum Internet datiert ins Jahr 1957 zurück. Die Sowjetunion schickte den Sputnik ins Weltall und machte damit klar, dass die USA auf einem bisher nicht für möglich gehaltenen Weg verwundbar geworden ist. Neben entsprechender eigener Raumfahrtprogramme wurde auch fieberhaft überlegt, wie denn die Kommandoinfrastruktur der Regierung und des Militärs auf eine nicht verwundbare Basis zu stellen wäre. Ein Angriff durch Raumfahrttechnologie sollte nicht in der Lage sein, verschiedene Kommandozentralen und deren Kommunikationswege trennen zu können.

1964 war das Grundprinzip der Internetkommunikation gefunden. Leonard Kleinrock beschrieb die Paketvermittlung und die dazugehörige Netzwerktopologie. Weitere Meilensteine waren dann 1969 die Einrichtung des ARPANET, ein Zusammenschluss von vier renommierten Universitäten auf der Basis der Paketvermittlung zu einem Forschungsnetz. E-Mail wurde 1971 erstmals im ARPANET eingesetzt. 1973 wurde die TCP/IP Protokollfamilie eingeführt, die heute immer noch das Internetprotokoll schlechthin darstellt. Erst 1983 wurde der Begriff Internet geprägt, nachdem inzwischen eine weltweite Vernetzung vieler Teilnetze stattgefunden hatte.

Doch was ist das Internet denn nun eigentlich:

Auf der physikalischen Ebene ist ein Internet eine Verknüpfung heterogener Netzwerke, beispielsweise Ethernet, Tokenring, ATM, Telefonleitungen, um nur einige der wichtigsten zu nennen. Diese Heterogenität wird durch das Netzwerkprotokoll IP (Internet Protocol) verborgen. IP bietet den es nutzenden weiteren Protokollschichten oder Programmen eine

Ende-zu-Ende Übertragung von Paketen nach dem Prinzip der Paketvermittlung. D.h. IP verbindet Rechner miteinander, die weltweit verteilt sein können. Oberhalb IP gibt es eine ganze Reihe von sogenannten Transportprotokollen. TCP (Transport Control Protocol) schaltet Verbindungen ähnlich einer Telefonverbindung. UDP (User Datagram Protocol) stellt Pakete zu nach der Metapher des Postdienstes, RTP (Real Time Protocol) erlaubt die Übermittlung von Audio und Videodaten, und es gibt viele andere spezialisierte Transportprotokolle. Die Transportprotokolle werden von Programmen genutzt, um über das Netz miteinander zu kommunizieren und Daten auszutauschen. Dazu verwenden diese, je nach Aufgabe, spezifische Anwendungsprotokolle. Beispielsweise FTP (File Transfer Protocol), um Dateien zu transferieren, SMTP (Simple Mail Transfer Protocol), um Emails zu verschicken und zu empfangen, Telnet, um sich an einem entfernten Rechner einzuloggen und eine Unmenge anderer. Diese Protokoll-Schichtung als Bildungsprinzip von kommunizierenden Anwendungen ist ein Grund für den Erfolg des Internet.

Doch sehen wir uns zunächst noch mal das Prinzip genauer an. Ein Zitat Marc Abrams drückt sehr gut die eigentliche Intention der Entwicklung aus:

*„The Internet is distributed by nature. This is its strongest feature, since no single entity is in control ...“*

Abbildung 1 zeigt die Nutzung einer vermaschten Struktur, um die verschiedenen Teilnetze oder auch Einzelrechner miteinander zu verknüpfen. Es gibt mehrere Wege von einem Rechner zu einem anderen zu kommunizieren. Pakete könne unterschiedliche Transportwege einnehmen, gestörte oder zerstörte Teilstrecken können kompensiert werden. Je dichter das Netz, um so weniger verwundbar wird es.

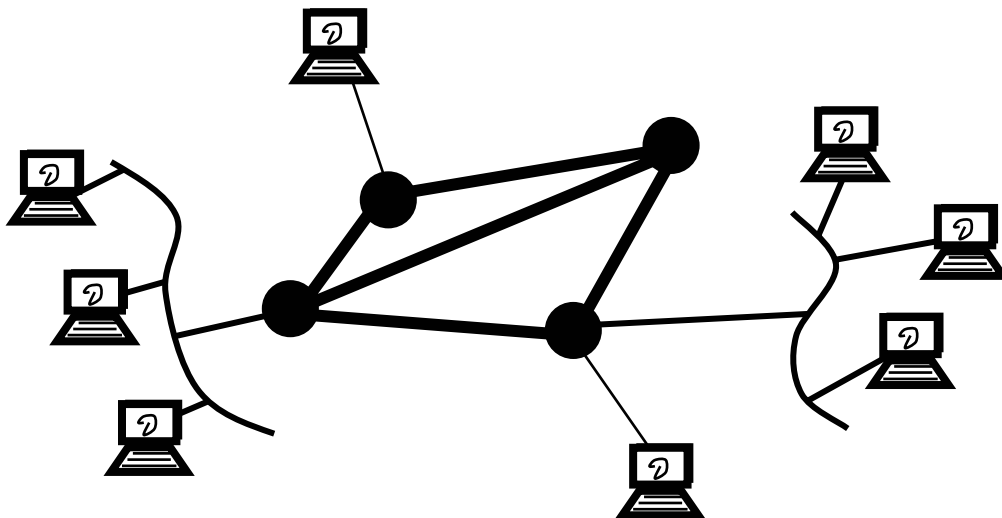


Abbildung 1: Topologie des Internet

Die Paketvermittlung selbst wird von Routern vorgenommen. Dies sind Vermittlungsrechner an den Knotenpunkten im Netz. Eingehende Pakete werden in Puffern gesammelt, ihre Zieladresse ausgewertet und anhand einer Zustelltable im Router an den nächsten Router über einen Ausgangspuffer weitergeleitet (siehe Abbildung 2). Sollte ein Ausgangspfad ausgefallen sein, so wird beim nächsten Zustellversuch eine andere Route gewählt. Durch Wiederholung von Paketsendungen können Transportprotokolle und Anwendungen eine hohe Zustellwahrscheinlichkeit garantieren.

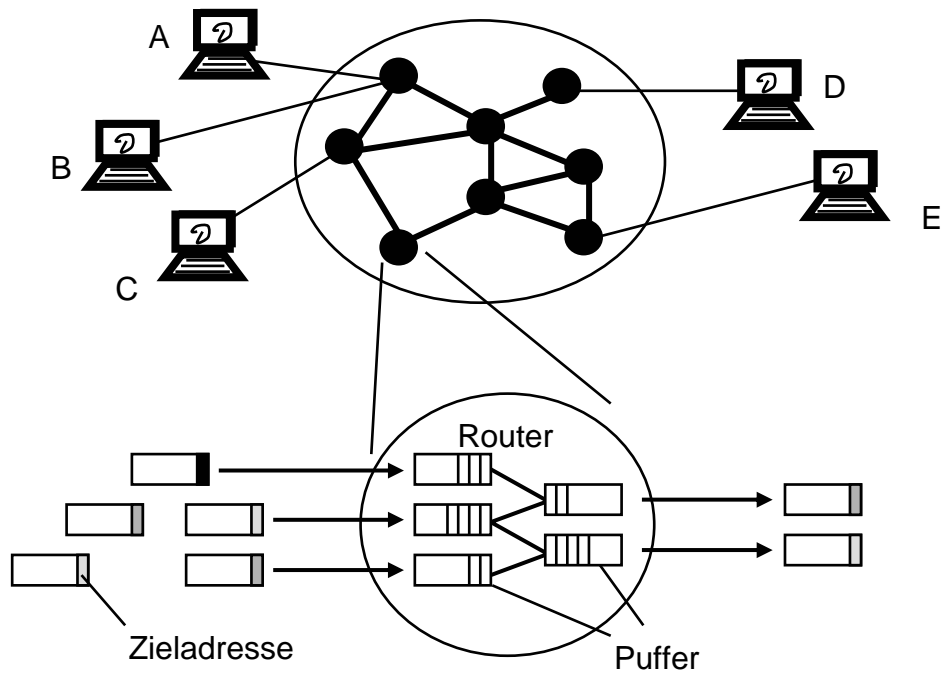


Abbildung 2: Routing im Internet

Dass das Internet eine Erfolgsstory geworden ist, wissen wir alle. Etwa 100 Millionen Rechner sind heute am Internet angeschlossen und die Wachstumsrate ist ungebrochen.

## Das World Wide Web

Tim Berners-Lee hatte 1989 die Idee eine Informationsinfrastruktur für die Hochenergiephysik zu schaffen. Er war damals als recht junger Wissenschaftler am CERN, einem renommierten Kernforschungszentrum in Genf. Er hatte inspiriert von den Arbeiten Bushs, Englebarts und Nelsons und der allgegenwärtigen Nutzung des (damaligen) Internet die Vision alle bestehenden Informationsquellen seiner täglichen Arbeit miteinander zu vernetzen. Das System sollte einfach und offen jedem die Möglichkeit geben, Beiträge in den Verbund einzubringen, auf bereits vorhandene Information zu verweisen und andere Beiträge anzusehen und abzurufen. Es sollten beliebige Medien integrierbar sein und auch Informationen, die außerhalb dieses Netzes vorlagen, verknüpfen können. Nicht zu letzt wegen des Internets sollte dies alles unabhängig von Lokation und geografischer Verteilung erfolgen können. Nach einiger Überzeugungsarbeit im Hause konnte er das Projekt angehen. Einige wenige grundlegenden Konzepte mussten geschaffen werden, um das WWW zu realisieren.

Zunächst müssen Informationsressourcen identifizierbar sein und dies möglichst eindeutig weltweit. Jedwede Ressource im Netz sollte solche Identifikatoren aufweisen können, seien es Dokumente, Dateien, Emails oder gar Programme. Für die zukünftige Weiterentwicklung sollte dieses Identifikationsschema erweiterbar sein, für die menschliche „Verarbeitung“ als lesbare Zeichenkette darstellbar. Die Lösung von Berners-Lee nennt sich Uniform Resource Identifier (URI). Der URL (Uniform Resource Locator) den wir heute im WWW meist nutzen ist eine spezialisierte Teilmenge davon. Das Konzept geht soweit, dass jegliches Identifikationsschema durch URIs ausgedrückt werden kann. Beispielsweise könnte man die ISBN Nummern der Bücher auch als sogenannten URN (Uniform Resource Name) ausdrücken etwa in folgender fiktiver Form: urn:books:ISBN 3-8473-6254-6.

Das zweite Konzept ist ein Anwendungsprotokoll, welches vermag all die identifizierten Ressourcen über das Internet zu transportieren. Dieses Protokoll nennt sich Hypertext Transfer Protocol, http. Es arbeitet nach dem klassischen Request/Reply-Schema, welches auch allen Client-Server Anwendungen zugrunde liegt. Abbildung 3 zeigt einen typischen Ablauf dieses Protokolls.

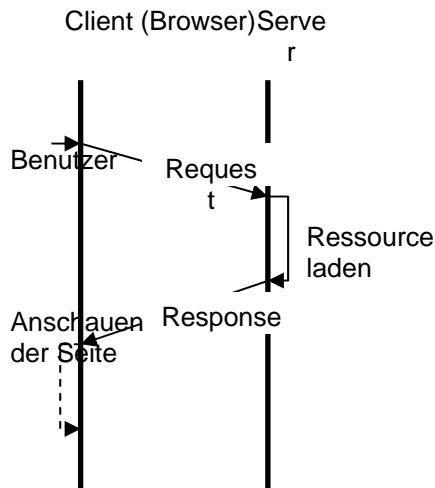


Abbildung 3: http Protokollverlauf

Die dritte Komponente des Web ist die Beschreibungssprache mit der Ressourcen spezifiziert werden, die Hypertext Markup Language HTML. HTML basiert auf der Auszeichnungssprache (Markup Language) SGML, die in der Druckbranche zur Beschreibung von Inhalten seit Mitte der 80er Jahre standardisiert ist. Auszeichnungssprachen erlauben die Beschreibung der Darstellung eines Dokuments im Druckbild bzw. auf dem Bildschirm von den darzustellenden Inhalten des Dokuments zu trennen. Der Inhalt kann so mehr oder weniger automatisiert für verschiedene Präsentationen gesetzt und dargestellt werden. Die Browsersoftware, die wir einsetzen, macht nichts anderes als in HTML beschriebene Ressourcen auf dem Bildschirm darzustellen.

## Was man heute schon kann und wie es weiter geht

Auf der Ebene der Anwendungen und Dienste ist im World Wide Web die Medienintegration vollständig und in Breite umgesetzt. Webangebote vereinen Text, Bild, Video, Audio und Animationen. Homepages zeigen, dass wirklich jeder am Autorenprozess teilhaben kann und dass dies auch in enormer Anzahl wahrgenommen wird. Informationssysteme mit Suchdiensten sind gängige Recherche- und Nachschlagewerkzeuge geworden. Die Interaktion mit dem Web ist tatsächlich intuitiv und einfach genug, um es auch als Laie ohne große Lernkurve zu bedienen. Die Interaktion bezüglich der Eingaben beschränkt sich allerdings vorwiegend auf einfache formularbasierte Abfragen, die für Bestellungen in sogenannten WebShops in den meisten Fällen aber durchaus ausreichend sind.

Im fortgeschrittenen Sektor der Anwendungen sehen wir Marktplätze, elektronische Geschäfte, online Banking mit Endkunden. Eher verborgen vor der „normalen“ Bevölkerung sind gerade im Business-to-Business Bereich viele Nutzungsszenarien inzwischen ebenfalls auf das Web übergegangen. Portale, die vorstrukturiert und zum Teil personalisiert Wissensquellen verknüpfen gleichen den klassischen Enzyklopädien im Ansatz, sind aber unvergleichlich dynamischer in ihren Möglichkeiten. Die Softwarebranche hat das Web als Integrationsplattform für Datenbanken, Steuerungsanlagen und Prozessautomatisierung

entdeckt. Interaktive Anwendungen, die über Formulare hinausgehen, werden immer häufiger. Eine Entwicklung hat stattgefunden, die Berners-Lee so wahrscheinlich nie erahnte.

Eine Grundlage der neueren Anwendungen ist die Tatsache, dass Programme, da sie ja auch Ressourcen im Sinne des Web sind, transportabel werden. Mit der Erfindung der Programmiersprache Java und ihrem interpretativen Ausführungsmodell ist eine sogenannte Write-Once-Run-Anywhere Software möglich. Der Code, die Referenz darauf eingebettet in ein HTML-Dokument, wandert und kann an beliebiger Stelle im Internet zur Ausführung kommen. Dies eröffnet ungeheure Potenziale in der Entwicklung verteilter Softwaresysteme.

HTML wurde aber nicht nur erweitert, um ausführbaren Code zu referenzieren. Es ist eine ganze Familie von weiteren spezialisierten Auszeichnungssprachen entstanden. Beispielsweise wurde HTML durch eingebaute Skriptsprachen dynamisiert. Dies kann beispielsweise zur individualisierten Darstellung von Webseiten genutzt werden. Die Extensible Markup Language XML dient zur Strukturierung von Daten in Hierarchien. Sie trennt Daten und Layout vollkommen. XML revolutioniert derzeit gerade den gesamten Business-to-Business Sektor als Datenaustauschformat. Im Multimediasektor ist SMIL (synchronized multimedia integration language) entstanden. Filme, Untertitel, Bilder und Töne können integriert präsentiert werden. Den Internetzugang mittels Handys erlaubt die Wireless Markup Language WML. Spezielle Webseiten lassen sich damit auf Handys anzeigen und man kann beispielsweise seine Aktien aussuchen und kaufen. Die Übertragung erfolgt allerdings nicht über das klassische http, sondern über das Wireless Application Protocol WAP.

Neben den eher technischen Neuerungen haben auch weitere neue Medien Einzug im Web gehalten. Virtuelle Realität ist eine vielsprechende Metapher möglichst real Nutzungsszenarien zu präsentieren und eine einfache Interaktion zu ermöglichen. Ein schönes Beispiel ist der Bestellserver der Stella Musical Company, bei dem man sich im Starlight Express Theater einen Platz suchen kann, um am Bildschirm vor Kauf des Tickets einen Eindruck von den Sichtverhältnissen zu haben ([www.stella.de](http://www.stella.de)). Virtuelle Realität geht soweit, dass durchaus auch kooperative Szenen mit mehreren Personen im Web erstellt werden können. Man trifft sich beim Einkaufen, sieht kleine animierte Figuren der anderen und kann über Chatkanäle miteinander erzählen ([www.blaxxun.com](http://www.blaxxun.com)).

Gerade die Belebung des Web mit Personen und Persönlichkeiten erfährt derzeit in Forschung und Anwendung Beachtung. Künstliche Charaktere dienen als Repräsentanten realer Personen, aber auch als eigenständige fiktive Persönlichkeiten. Ein Beispiel dazu ist die virtuelle Nachrichtensprecherin Ananova ([www.ananova.com](http://www.ananova.com)). Wenn man sich diese heutigen Anwendungen ansieht, kann man sich leicht vorstellen, welche virtuellen Szenarien in Beratung und Dienstleistung hier noch auf uns zukommen werden.

Die Handywelle hat uns gezeigt, dass wir neue Gerätegenerationen neben dem üblichen PC fürs Websurfen gerne nutzen möchten. Kleincomputer, sogenannte Personal Digital Assistants PDA, wie der PalmPilot ([www.palm.com](http://www.palm.com)) können wie selbstverständlich auch ans Internet und damit das Web angeschlossen werden. Die Integration auf Geräteseite geht derzeit soweit, dass Wearable Computer in der Größe von Streichholzkästchen in die Kleidung eingebaut werden können. Die Darstellung der Webseiten erfolgt über Datenbrillen, die in das Gesichtsfeld einblenden bzw. Monokulare, in die man mit einem Auge „hineinschiel“.

Nicht nur Menschen nutzen das Internet und das Web. Es gibt Internetkühlschränke (z.B. [www.electrocom.com](http://www.electrocom.com)), die über Webbrowser verfügen, oder Waschmaschinen ([www.margherita2000.com](http://www.margherita2000.com)), die der Hausfrau den Stand des Waschvorgangs per Mail oder Webseite kundtun können. Steueranlagen in der Haustechnik (Zeitschaltuhren, Heizungsregelung, Rollladensteuerungen, etc.) können heute ans Web angeschlossen werden.

So kann man ortsungebunden die Technik seines Hauses steuern und deren Zustand überwachen (siehe u.a. [www.brodel.de](http://www.brodel.de)).

Allen bisher beschriebenen Anwendungen ist die gewohnte Eingabe per Tastatur und die Ausgabe per Bildschirm gemeinsam. Aber auch hier entwickeln sich neue Möglichkeiten. Spracheingabe hat bei PCs inzwischen einen praktikablen Zustand erreicht und kann im Web zur Navigationssteuerung oder als Eingabediktiergeräte verwendet werden. Joysticks, Datenhandschuhe und andere taktile Ein-/Ausgabegeräte werden auch im Web Einzug halten. Sogar Duftausgabe ist heute möglich. Ein kleines Chemielabor im Computer verströmt den passenden Duft zur Webseite ([www.digiscents.com](http://www.digiscents.com)).

Unsere Welt wird sich nachhaltig verändern mit all den Möglichkeiten, die aufgezeigt wurden. Das Web wird zur wesentlichen Basistechnologie zur Nutzung und Integration dieser Anwendungen. Lassen Sie mich einige extrapolieren.

Unsere Arbeitsumgebungen werden zunehmend kooperativ. Mit Computertechnik ausgestattete Möbel werden die Innenarchitektur der Büros und auch unserer Wohnungen verändern. Große interaktive Wandtafeln kooperieren mit den Geräte in bequemen Sesseln und auch mit den PDAs und Laptops der anwesenden Personen. Durch Gesten werden kooperative Arbeitsvorgänge gesteuert, mit Stiften werden Informationen per „Pick-&-Drop“ ausgetauscht.

Unser Bildungswesen wird „virtueller“. Unter Nutzung des Web werden autodidaktische und tutoriell geführte Ausbildungsszenarien geschaffen. Dies bezieht sich auf alle Ebenen der Ausbildung von Schule, Universität bis hin zur Bildung im dritten Lebensabschnitt. Ein Referenzprojekt dazu ist Docs´n Drugs – die virtuelle Poliklinik ([www.docsndrugs.de](http://www.docsndrugs.de)), welche Medizinstudierende mit klinischen Fällen konfrontiert und diese lösen lässt.

Auch im Privatleben wird sich einiges verändern. Virtuelle Touristenführer nutzen die Technologien des Wearable Computing und des Web, um in der realen Szene des Stadtrundgangs die Gebäude, die man sieht, „klickbar“ zu machen. Ich bekomme beispielsweise als Tourist die Homepage des Ulmer Münsters in meine Brille eingespiegelt, wenn ich aus der Hirschstraße auf den Münsterplatz komme. Hintergrundinformationen sind abrufbar. Am Kino vorbeikommend können die Tickets für die Abendvorstellung schon mal per Zuruf an meinen wearable Computer über das Web reserviert werden.

## **Schlussbemerkungen**

Das Web ist nicht nur eine schier unerschöpfliche Quelle von Informationen. Es bietet heute die Möglichkeit alle nur denkbaren Ressourcen, Geräte und Anwendungsvorgänge zu integrieren und ortsungebunden zu nutzen. Es geht also nicht nur um Informationsbeschaffung, sondern auch um Steuern, Kommunizieren, Kooperieren und Interagieren. Alle Lebensbereiche und alle Lebenssituationen werden durchdrungen, von der Arbeitswelt bis hin zur privaten Anwendung. Der Traum Douglas Englebarts „Augmentation of the Human Intellect“ kann mit dieser Technologie tatsächlich angegangen werden. Einige Bereiche sind vielversprechend, dass dies auch erreicht werden kann, zum Nutzen der Menschen, zur Erweiterung der intellektuellen Fähigkeiten der Menschen.