

Mehrwert Information

-über die Informatisierung von Technik, Arbeit und Gesellschaft-

von Prof. Dr. Claus Lewerentz, Brandenburgische Technische Universität Cottbus

Schon seit Jahren sprechen wir von der Informationsgesellschaft, die eine produktionsorientierte Industriegesellschaft abgelöst hat. Begriffe wie "Datenautobahn", "Multimedia" und "Informationsflut" sind heute in aller Munde. An nahezu jedem Arbeitsplatz und in der Mehrzahl der Haushalte steht ein Computer. Wir schaffen eine zunehmende Integration der Informations- und Kommunikationsmedien durch die Kombination bisher getrennter Geräte und die globale Datenvernetzung. Die technischen Geräte und Produkte werden immer "intelligenter", indem sie immer leistungsfähigere informationsverarbeitende Anteile bekommen. Die meisten technischen Systeme – angefangen bei der mit fuzzy logic gesteuerten Kamera, dem Mobilfunktelefon bis hin zum Kraftwerksleitstand oder dem Space Shuttle – und sozialen Organisationen – wie Banken, Behörden oder Fabriken – funktionieren nur noch durch Computereinsatz. Auch die Planung, Konstruktion und Produktion vieler Gegenstände unseres technischen Zeitalters sind auf den massiven Einsatz von Rechnern angewiesen.

Der Computer wird zur universellen Informations- und Kommunikationsmaschine. Damit wird er sowohl Werkzeug zur Herstellung von Produkten als auch inhärenter Bestandteil von Produkten und Systemen. Die Fähigkeit zur automatisierten Informationsverarbeitung erhöht ganz offensichtlich und wesentlich die Leistungsfähigkeit, den Wert unserer technischen und organisatorischen Systeme. Der Titel dieses Beitrags "Mehrwert Information" bringt Begriffe zusammen, die charakteristisch für die Informationsgesellschaft am Ende des 20. Jahrhunderts sind. Der Frage nach dem "Mehrwert", den Information und Informationsverarbeitung ausmacht, wollen wir in den folgenden Abschnitten nachgehen.

1. Die Rolle und der Wert von Information

Über das klassische physikalische Weltbild hinaus betrachten wir in unserem Jahrhundert die Information als eigene Dimension im Wechselspiel mit Materie und Energie. Materie ist strukturiert und trägt Information, Energie dient oft zum Transport von Nachrichten in Form von Signalen. Materie, Energie und Information bedingen sich gegenseitig.

"Information" ist die einer Nachricht zugeordnete Bedeutung, die durch Interpretation der Nachricht in einem Bezugssystem gewonnen wird. Information darüber, wie aus einer Nachricht die zugeordnete Information gewonnen werden kann, nennt man "Wissen" (vgl. Goos 95). Information und Wissen sind dann nützlich, wenn sie die Handlungs- und Problemlösefähigkeit des Empfängers erhöhen. In der Geschichte der letzten Jahrhunderte ist zu gut beobachten, wie die Entwicklung von Informationstechniken (z.B. der Buchdruck) einen direkten Einfluß auf den Bildungsstand und den wissenschaftlich-technischen Fortschritt hatten. Auf der Grundlage der modernen Wissenschaften mit ihrem Wachstums- und Fortschrittsbegriff (mehr = besser) hat sich die Produktion und Speicherung von Faktenwissen in der Neuzeit exponentiell entwickelt. Wir stehen vor einem ständig wachsenden Wissensberg. Aus Wissen wird ständig neues Wissen, neue Information produziert.

Die maschinelle Verarbeitung von Information ist die Voraussetzung für die Automatisierung vieler Arbeitsvorgänge. Computer und die Kommunikationstechnik haben die Möglichkeiten geschaffen, große Informationsmengen in sehr kurzer Zeit zu verarbeiten, neue Information zu erzeugen und global verfügbar zu machen.

Information und Wissen haben keinen absoluten, objektiven Wert. Der "Wert von Information" könnte danach bemessen werden, inwiefern diese verbesserte Handlungsfähigkeiten schafft. Noch allgemeiner könnte man auch von "existentiell relevanter" Information sprechen. Dabei hängt der Wert der Information auch von dem Zeitpunkt ihrer Verfügbarkeit ab. Beispielsweise nützt uns die Information über einen Stau auf unserem Weg zur Arbeit vor allem, wenn wir sie zu einem Zeitpunkt erhalten, zu dem wir noch unsere Route ändern und dem Stau entgehen können. Im Wettbewerb um neue Ideen, Produkte und Märkte entscheidet die richtige Information zur richtigen Zeit über Erfolg und Mißerfolg. Das hat zu einer enormen Informationsflut und -vielfalt geführt, deren Bewältigung, Filterung und Strukturierung eine große Herausforderung darstellt. Es gelingt kaum noch, die technische Entwicklung in einem relativ begrenzten Fachgebiet mitzuverfolgen, jedes neue Produkt bringt eine Fülle von neuer Information in Handbüchern, Anleitungen oder anderen Produktdokumentationen mit sich.

Auf der anderen Seite hat diese Entwicklung dazu geführt, daß der Aktualität von Information unabhängig von ihrer existentiellen Relevanz ein eigener Wert zugemessen wird und daß ein Mehr an Information blindlings mit einem Mehr an Qualität und Wert gleichgesetzt wird. Wir glauben irrigerweise, nur mehr Information in kürzerer Zeit zu brauchen, um mehr Probleme besser lösen zu können. Stattdessen brauchen wir die "richtige" Information, müssen auswählen, ja sogar das Maß an Information einschränken, dem wir uns aussetzen. Wir sind süchtig nach aktueller Information und gleichzeitig wird sie zum Abfall, an dem wir ersticken, weil wir nicht mehr zwischen wichtig und unwichtig unterscheiden können. Information ist billig geworden, aber die Suche nach relevanten Informationen wird immer aufwendiger. Wir sind in einem Dilemma, Postman spricht vom "Zusammenbruch der Abwehrmechanismen" (Postman 1992). Neue Formen des effektiven Umgangs mit Information sind gefragt.

Kornwachs setzt sich in (Kornwachs 95) mit dem Problem der Stabilisierung von Wissen auseinander. Das umfaßt die Erzeugung, Strukturierung, Archivierung und Vernichtung von Information und die Fragen der Interpretations- und Verstehenskontexte für Informationen. Es ist eine der großen Herausforderungen, wie wir in Zukunft effektiv und effizient mit Information umgehen werden. Heute schon geht jede Menge Zeit durch nutzloses Sammeln, Sortieren und Suchen von Information verloren. Insbesondere die Manager und Entscheider – letztlich wir alle – müssen dauernd eine enorme Informationsverdichtung und Interpretation leisten.

2. Informatisierung erzeugt komplexe Systeme

Die digitale Informationsverarbeitung, deren theoretischen Grundlagen, Methoden, Verfahren und Werkzeuge die Informatik in den letzten Jahrzehnten bereitgestellt hat, hat viele technische Produkte tiefgreifend verändert, andere überhaupt erst hervorgebracht und vor allem die Integration bislang getrennter technischer Geräte und Prozesse in einem ungeahnten Maße ermöglicht. Schlüssel dazu ist die einheitliche Verwendung digitaler Daten für alle Informationsformen und -inhalte.

Am deutlichsten wird dies in der sogenannten Anwenderelektronik, z.B. bei Fernseh- und Videogeräten, Telefonen und Autoradios. Produkte, die vor 20 Jahren mit klassi-

scher Elektronik realisiert wurden, enthalten heute umfangreiche Informationsverarbeitungsanteile, die durch entsprechend programmierte Mikrorechner realisiert werden. Der Umfang informationsverarbeitender Komponenten solcher Produkte ist in den letzten Jahren exponentiell gewachsen. Das betrifft die Größe der Speicher, die Prozessor- und Netzwerkgeschwindigkeit und den funktionalen Anteil, der durch Programme realisiert wird.

Ein Fernsehgerät der oberen Preisklasse enthält heute bereits Software im Umfang von 600 kB Maschinencode. Die Entwicklungskosten dafür betragen etwa 5 Mio DM. Das sind 20-30 % der Gesamtentwicklungskosten. Für die nächste Generation von Fernsehgeräten wird bereits ein Software-Kostenanteil von 50-60 % erwartet. Ähnliche Zahlen kennt man für GSM-Mobiltelefone und Autoradios, die zunehmend zu "mobilen Informationszentren" werden.

Die Entwicklung solcher eingebetteter Software-Systeme durchläuft typischerweise folgende Phasen: (1) Ersetzen existierender Hardware-Funktionen durch Software, (2) Hinzunahme weiterer Funktionalität, (3) Wachstum des Produktes in Umfang und Komplexität, (4) Zunahme von Systemaspekten, wie z.B. offene Schnittstellen zur Integration mit anderen Geräten.

Letztlich werden aus einzelnen Geräten immer mehr komplexe Gesamtsysteme. Umfangreiche und bisher getrennte Aktivitäten werden in komplizierte Wirkungs- und Handlungszusammenhänge gebracht. Fragen nach standardisierten Komponentenschnittstellen und umfassenden Systemarchitekturen gewinnen zunehmend an Bedeutung. Große Systeme und Systemfamilien werden evolutionär entwickelt, die Lebenszeit des technischen Systems (z.B. "Multimediales integriertes Kommunikationszentrum") muß die Lebenszeit einzelner Komponenten des Systems (z.B. Audio-Empfänger) bei weitem überdauern. Das stellt ganz neue Anforderungen an die Erweiterbarkeit und Flexibilität der Systeme und an die dazugehörigen Entwicklungsprozesse.

3. Arbeiten und Leben im Informationsnetz

Eine weiterer tiefgreifender Wandel, den die Informatisierung hervorbringt, liegt im Bereich der Kommunikation, der Kooperation und des Informationszugriffs. Im Buch „In 8 Sekunden um die Welt“ (Maier, Wildberger 1994), einer sehr leicht verständlichen Einführung in das Internet, beschreibt einer der Autoren einen Ausschnitt seines Arbeitsalltages als Wissenschaftler.

Montag morgens, die Uni-Arbeitswoche beginnt. In der Straßenbahn am Weg zur Arbeit stelle ich eine Liste jener Dinge zusammen, die ich heute erledigen möchte: Vor allem muß ich mir dieses Computerprogramm besorgen, von dem mir mein Kollege aus Norwegen erzählt hat und das ich unbedingt für meine statistischen Auswertungen brauche. Das Programm gibt es irgendwo in den USA; wo genau, hat er leider nicht mehr gewußt. Um das herauszufinden, werde ich kurz in Finnland vorbeischaun, eventuell auch in Kanada. Ach ja, wegen theoretischer Literatur für meine Arbeit wollte ich noch in Colorado nach relevanten Artikeln stöbern. Wahrscheinlich sollte ich auch noch den Bibliothekskatalog einer der großen amerikanischen Universitäten durchblättern, um einen möglichst vollständigen Überblick über die relevante Literatur zu bekommen.

Natürlich klappt dann nicht alles ganz so wie geplant. Zwar weiß ich sehr schnell, daß das Programm an der „Washington University in St. Louis“ zu finden ist, und ich bekomme es auch problemlos auf meinen Computer, wie ich es dann verwende, ist mir

allerdings nicht ganz klar. Hier bräuchte ich Hilfe von jemandem, der dieses Programm kennt. Eine entsprechende Anfrage an eine Diskussionsliste hat Erfolg: ein Kollege aus Australien schickt mir eine genaue Beschreibung aller Parameter, die ich eingeben muß.

Auch die Literaturangaben, die ich in Colorado und Berkeley gefunden habe, bringen mich nicht sofort ans Ziel. Die Hälfte davon ist in den Wiener Uni-Bibliotheken natürlich nicht zu finden. Einen besonders wichtigen Artikel lasse ich mir aus Colorado faxen, für den Rest muß ich meinen amerikanischen Kollegen und Co-Autor aktivieren. Ein kurzer Blick in das Bibliotheksverzeichnis seiner Universität zeigt mir, daß er Zugang zu zumindest einigen der gesuchten Bücher hat.

Na wenigstens den empirischen Teil unseres gemeinsamen Artikels kann ich vorläufig abschließen. Im theoretischen Teil bleiben noch einige Lücken. Bis zum frühen Nachmittag habe ich den Text so weit, daß ich ihn an meinen Co-Autor schicken kann. Vielleicht findet er heute die Zeit, meinen Text zu kommentieren, damit ich morgen die notwendigen Änderungen einarbeiten kann.

Das weltweite Internet, das zur Zeit etwa 25 Millionen Rechner verbindet und rasant weiter wächst, macht ein solches Szenario bereits heute möglich. Waren es bis vor wenigen Jahren noch vor allem die privilegierten Mitglieder der akademischen Welt, die Zugang zum Internet hatten, so sind heute bereits viele Firmen, Dienstleister und Privatleute "am Netz". Insbesondere die Entwicklung des World Wide Web (WWW) mit der Sprache "html" und Werkzeugen wie "Netscape", die unterschiedlichste Netzdienste in einem einheitlichen Rahmenwerk und einer intuitiven Benutzungsoberfläche integriert, hat zu einem enormen Wachstum und einer Vernetzung der angebotenen Dienste und den zugreifbaren Informationsmengen geführt. Fachleute vergleichen die Effekte, die durch WWW und insbesondere Breitbandnetze hervorgebracht werden, mit der Situation beim Übergang von Textschnittstellen zu graphischen Benutzungsoberflächen am PC zu Beginn der 80er Jahre: Eine Revolution der Computernutzung!

Das World Wide Web hat eine dezentrale dynamische Struktur. Es gibt keine zentralen Administratoren, so gut wie keine Kontrolle. Die Menge der angebotenen, als Hyperdokumente organisierten Daten wächst mit unglaublichen Wachstumsraten von zur Zeit angeblich 11% Zuwachs an Anbietern pro Monat. Beeindruckend ist die Vielfalt und Bandbreite der verfügbaren Informationen: Neben dem breiten Raum, den wissenschaftliche Gebiete einnehmen, finden wir Literatur, Politik (einschließlich der Präsentation von Regierungen), Zeitschriften, Rundfunk, Film, Lexika, Hobby und Spiel. Die Dienstleistungen sind ebenso vielfältig und bringen all das, was die heutige Informationswirtschaft ausmacht in die Büros, die Wohn- und Kinderzimmer. Selbst die Software, die den Zugang zu den Netzdiensten ermöglicht, ist weitgehend kostenlos im Netz verfügbar. Zeit wird mit Satellitenkommunikation und Glasfaserkabeln die technische Basis für die globale breitbandige Vernetzung gelegt. Der Begriff der "Datenautobahn", die mit multimedialem Datenverkehr hoher Bandbreite die Haushalte und Büros flächendeckend vernetzt, wurde geprägt und zum technologischen Programm erhoben.

Die Navigation in diesem Informations- und Dienstgeflecht ist wird zunehmend durch Indizes, Suchmaschinen, virtuelle Bibliotheken und andere Suchmechanismen unterstützt. Das WWW präsentiert sich dem Benutzer als globale, universelle Enzyklopädie, in der man stunden- und tagelang herumstöbern kann: eine virtuelle Welt. Die Insider benutzen den Begriff "web surfing", um sehr treffend zu beschreiben, was immer wieder passiert. Im Gegensatz zur oben zitierten Beschreibung, in der Benutzer konzise, plan-

voll und effektiv mit dem Medium umgeht, surfen viele heute im Netz, getrieben vom Wind der Neugier, den Wellen kunterbunten, immer „cooleren“ Web World, der Sucht nach Neuigkeit, dem Diktat des Kosmopolitismus und dem Kitzel der Aktualität.

Die Effekte dieser Netzwelt sind vielfältig und faszinierend. Die genauere Betrachtung legt nahe, daß wir wieder eine Schwelle der Informationstechnik überschritten haben und wir Veränderungen unserer Welt erleben werden, so radikal wie sie andere Grenzüberschreitungen in der Geschichte der Technikentwicklung hervorgebracht haben.

4. Auswirkungen auf die Ausbildung und die Arbeitswelt

Ingenieure brauchen heute eine Grundlagenausbildung in Informatik, um die beschriebene Durchdringung ihres Arbeitsgebietes mit Informatik-Techniken und -Werkzeugen zu bewältigen und insbesondere die Denkweisen der Informatik, die Möglichkeiten und die Grenzen der digitalen Informationsverarbeitung kennzulernen. Die Maschinenbau-Ingenieurin z.B. entwirft und integriert computergesteuerte Anlagen, der Elektrotechniker löst viele Aufgaben nicht mehr durch den Entwurf spezialisierte Schaltungen, sondern durch die Programmierung von Mikrorechnern. Alle Ingenieure stehen in Zukunft der Herausforderung gegenüber, komplexe sozio-technische Systeme zu verstehen, zu planen und zu realisieren, die einen hohen Anteil an Informatik-Technologien enthalten. Insbesondere nimmt die effiziente Erstellung, der zuverlässige Einsatz und die flexible Anpassung von Software einen immer größeren Raum ein und wird so zu einem wesentlichen Kosten- und Qualitätsfaktor in der Systementwicklung. Die Bewältigung der Komplexität von Software und ihrer Einbettung in informationstechnische Systeme wird eine der Schlüsselaufgaben im Feld zukünftiger Ingenieursarbeit sein.

In einer EG-Studie (EG 1994) haben Fachleute versucht zu prognostizieren, wie sich die Zahl der in der Software-Herstellung beschäftigten Menschen entwickeln wird. Danach werden in fünf Jahren 12 Millionen Menschen ausschließlich als Software-Entwickler arbeiten (gegenüber 2,5 Mio in 1994), weitere 200 Millionen werden gelegentlich mit der Entwicklung und Anpassung von Software befaßt sein (im Vergleich zu 20 Mio in 1994).

Die Arbeitsorganisation hat sich durch den Computereinsatz in einigen Bereichen schon stark verändert und wird sich durch die zunehmende Bereitstellung von multimedialen Telekooperationstechniken auf der Basis von vernetzten Rechnersystemen weiter verändern. Die oben beschriebenen Dienste und Strukturen des World Wide Web stellen erst einen Vorgeschmack auf die Möglichkeiten dar, die wir in den nächsten Jahren durch die volle Integration der Massenmedien mit den Möglichkeiten der Datenverarbeitung und der persönlichen Kommunikation erleben werden. Insbesondere wird eine echte Telekooperation mit Bildtelefon und gemeinsamer Dokumentenbearbeitung zwischen mehreren Partnern im Netz möglich werden.

Bei den großen Software-Herstellern und in vielen Dienstleistungsbereichen, in denen die Arbeit fast ausschließlich aus Informationsverarbeitung besteht, wird über neue Formen der Heimarbeit (telecommuting) nachgedacht und damit experimentiert. Über die Verlagerung von Arbeitsplätzen in das häusliche Wohnzimmer wurden und werden viele kontroverse Diskussionen zu den Vor- und Nachteilen geführt. Auf jeden Fall werden wir tiefgreifende Veränderungen in Bezug auf unser Verständnis von Arbeit und Arbeitsplatz erleben. In vielen Bereichen werden große Unternehmen, deren Ressourcen jetzt konzentriert und zentralisiert sind, durch Geflechte aus relativ kleinen, lokal verteilten aber stark vernetzten Arbeitseinheiten ersetzt werden.

Die oben beschriebenen Effekte der exponentiell wachsenden Informationsmenge und der drohende "Informationsnetzinformatik" legen uns eine besondere Verantwortung für die Erzeugung neuer Information und den Umgang mit Information auf. Die jetzt zu beobachtende Desintegration und Zersplitterung von Information muß aufgefangen werden. Wir müssen darauf achten, Kontexte des Verstehens und Handelns zu schaffen, in denen Information und Wissen ihren Sinnzusammenhang bekommen, in denen sie effektives Handeln ermöglichen und so einen echten Mehrwert schaffen.

Literaturverweise

EG-Kommission

Software 2000 - Eine Studie zur zukünftigen Rolle der Software-Industrie
EG-Kommission, Brüssel (1994)

Gerhard Goos

Vorlesungen über Informatik, Band 1: Grundlagen und Funktionales Programmieren, 393 Seiten, Heidelberg, Springer-Verlag (1995)

Klaus Kornwachs

Wissen für die Zukunft? Über die Frage, wie man Wissen für die Zukunft stabilisieren kann - Eine Problemskizze
Technischer Bericht PT-01/1995 der BTU Cottbus, 43 Seiten, Zentrum für Technik und Gesellschaft, Cottbus (1995)

Gunther Maier, Andreas Wildberger

In 8 Sekunden um die Welt: Kommunikation über das Internet
Bonn; New York; Paris: Addison-Wesley (1994)

Neil Postman

Das Technopol - Die Macht der Technologien und die Entmündigung der Gesellschaft
221 Seiten, Frankfurt am Main, S. Fischer-Verlag (1992)

Anschrift des Autors

Lehrstuhl für Software-Systemtechnik
Postfach 101344, 03013 Cottbus

lewerentz@informatik.tu-cottbus.de