



**Gedanken, Erinnerungen, Reflexionen**  
**über eine 30 Jahre dauernde Tätigkeit an der OTH Regensburg**

Januar 2024

**Prof. Dipl.-Ing., Dipl.-Wirtschaftsing. Jürgen Sauer**

## Vorwort

Mein Name ist Jürgen Sauer, ich wurde am 13.11.1940 in Bad Hersfeld geboren. Meine Kindheit war geprägt durch die Zeit des zweiten Weltkriegs und der Nachkriegszeit. 1941 ist mein Vater an der Ostfront gefallen. Meine Mutter musste mich als Alleinerziehende versorgen und betreuen. Zum Glück konnten wir beide in der Familie meines Großvaters unterkommen. So habe ich eigentlich meine ganze Kindheit bis zum 20. Lebensjahr verbracht. Nach dem Abitur, dem Studium an der Technischen Hochschule Darmstadt (Maschinenbau) und des Arbeits- und Wirtschaftswissenschaftlichen Aufbaustudiums (AWA) an der Technischen Hochschule München, begann ich als Dipl.-Ing. und Dipl.-Wirtschaftsing. meine Tätigkeit bei der Firma Siemens in der Nachrichten- und Datentechnik und war dort fast zehn Jahre als Ingenieur beschäftigt. Zu Hause in Hersfeld waren inzwischen alle Geschwister meiner Mutter verheiratet. Meine Großmutter starb 1960, mein Großvater 1968. Meine Mutter und ich wohnten inzwischen in unserem eigenen Haus, am Kirchplatz 7 in Hersfeld. Diesen ersten Wohnsitz habe ich bis heute nicht aufgegeben.



Abbildung 1: Prof. Jürgen Sauer

Im Jahre 1978 wechselte ich von Siemens zur Fachhochschule Regensburg und begann dort meine Tätigkeit als Professor für Informatik. Bei der Firma Siemens hatte ich mir bereits umfangreiche Kenntnisse in der Programmierung elektronischer Datenverarbeitungsanlagen angeeignet, die ich jetzt sehr gut gebrauchen konnte.

Aktuell blicke ich auf eine 30-jährige Berufstätigkeit an der Fachhochschule zurück. Je länger ich an der Hochschule tätig war, desto besser hat es mir dort gefallen. Auch das Arbeiten mit den Studierenden hat mich immer mehr begeistert. Die Lehrtätigkeit wurde durch den technischen Fortschritt (Internet) immer komplexer, dafür aber die Zusammenarbeit (Teamgeist) immer erfolgreicher. Es war mir eine Ehre, mit solchen Menschen zusammen arbeiten zu dürfen.

In den letzten Jahren meiner über 30 Jahre andauernden Tätigkeit habe ich mich überwiegend auf die Künstliche Intelligenz konzentriert und zahlreiche Vorlesungen, Übungen, Studienarbeiten, Diplomarbeiten bezüglich dieses Themas von unseren Studierenden betreut. Falls die Leserschaft dieser Schrift mehr über KI erfahren will, kann sich gerne über [https://de.wikipedia.org/wiki/Künstliche\\_Intelligenz](https://de.wikipedia.org/wiki/Künstliche_Intelligenz)<sup>1</sup> informiert werden. Man kann es aber auch so erklären: „KI nutzt Rechner (Computer) zur Nachahmung der Problemlösungs- und Entscheidungsmöglichkeiten des menschlichen Verstandes (vgl. <https://www.ibm.com/de-de/topics/artificial-intelligence>“). Dieser Definition möchte ich mich anschließen: KI imitiert menschliche kognitive Fähigkeiten. Sie kann deshalb eine große Hilfe für uns alle sein. Deshalb habe ich mich in den letzten Jahren auch mit der Robotik beschäftigt. Eigentlich war mir diese technische Anwendung unbekannt. Aber mit dem Internet und damit verbunden mit dem World Wide Web (WWW) ist man nahezu unbegrenzt in den Möglichkeiten. Diese Möglichkeiten sollte man gerade bei der Ausbildung junger Menschen nutzen.

Wer beim Lesen dieses Artikels neugierig geworden ist und noch tiefer einsteigen möchte, kann sich über die im Literaturverzeichnis angegebenen Fachbücher zur Informatik und in den Artikeln der Fachzeitschriften (z.B. /26/ Rumelhart, David E. und Mc Clelland, James L.: Parallel Distributed Processing in the Microstructure of Cognition; Addison Wesley, MIT Press (1986)) informieren.

Vielen Dank

---

<sup>1</sup> STRG+Klicken um Link zu folgen

## **Gedanken, Erinnerungen, Reflexionen**

Am 3. August 1978 erfolgte meine Ernennung zum Professor an Fachhochschulen, unter Berufung in das Beamtenverhältnis auf Probe. Am 11. Juli 1978 kam es zum ersten Zusammentreffen mit dem damaligen Leiter des Fachbereichs Allgemeinwissenschaften, Prof. Hechler. Eine Vereinbarung sollte erreicht werden, welche Vorlesungen ich im Fachbereich übernehmen werde. Dabei lernte ich auch die Kollegen, die dem Fachbereich zugeordnet waren, kennen. Generell waren das Professoren, die in der Physik, Mathematik, Chemie und Betriebswirtschaft tätig waren. Ein Mathematiker, Herr Prof. Dr. Kopp, hatte umfassende Kenntnisse in der Informatik, die er später zum Aufbau und zur Verwirklichung eines Rechenzentrums an der Fachhochschule hervorragend genutzt hat. Ein weiterer Kollege, Prof. Hofhansl, war der Vorgänger von Prof. Hechler in der Leitung des Fachbereichs. Er hatte dafür gesorgt, dass der Beschluss des Kultusministeriums, welcher das Fachgebiet Informatik an Fachhochschulen einführen sollte, in Regensburg verwirklicht wurde. Mit Herrn Prof. Hofhansl habe ich dann die ersten Jahre an der Fachhochschule in einem Arbeitszimmer mit noch zwei weiteren Kollegen verbracht. Es war allgemein üblich, dass man sich in diesem „Arbeitszimmer“ nur in der Pause zwischen den Vorlesungen aufhielt. Gearbeitet wurde generell zu Hause in der Wohnung oder in den zahlreichen Laboren, die insbesondere in der Technik vorhanden waren. Für die Informatik gab es im Keller einen Rechner der Zuse K.G..

Dieses Gerät wurde von Herrn Prof. Falter vom Fachbereich Elektrotechnik in die Informatik eingebracht. Das Gerät war umständlich in der Bedienung, schwer durchschaubar und für die Datenverarbeitung kaum brauchbar. Zugänglich war das Gerät nur über Lochkarten-eingabe. Das hat mich stark an meine Diplomarbeit mit dem Titel „Untersuchung über Strömungsverhältnisse an Hochleistungsverdichterstufen“ an der T.H. Darmstadt erinnert. Dort habe ich von einem Rechner über Lochkarten, die ich über einen Lochkartenstanzer bearbeiten musste, Programme und Daten (Messergebnisse aus dem Labor für Verbrennungskraftmaschinen an der T.H. Darmstadt) einlesen und verarbeiten lassen. Die Ergebnisse der Berechnungen wurden über einen Drucker, der nur normale Zeichen (Buchstaben, Ziffern, Sonderzeichen) darstellen konnte, ausgegeben. Einen Plotter, der eine technische Zeichnung darstellen konnte, gab es nur zu astronomischen Preisen und standen im Rechenzentrum nicht zur Verfügung. Das, was hier ausgegeben wurde, waren lediglich Anhaltspunkte, die dann manuell in eine brauchbare analoge Form gebracht werden mussten. Unter diesen Umständen konnte man wegen des starken Andrangs nur einen einzigen Lauf je Tag („Stapelbetrieb“) durchbringen.

Dennoch war hier der Wunsch entstanden, mich doch intensiver mit der Verarbeitung von Daten auf elektronischen Rechenanlagen zu beschäftigen. In dem „Arbeits- und Wirtschaftswissenschaftlichen Aufbaustudium (AWA) an der T.H. München (später TUM genannt) sah ich eine gute Möglichkeit, mich weiter und vertiefter mit der Datenverarbeitung zu beschäftigen. Bei Prof. Dr. Bußmann erhielt ich eine sehr gute Einführung in die Industriebetriebslehre (Kontenrahmen der deutschen Industrie). Seine wissenschaftlichen Mitarbeiter, zum einen Prof. Dr. Mertens, berichteten über die „Einsatzmöglichkeiten der elektronischen Datenverarbeitungsanlagen (EDVA)“, und zum anderen zeigte Dr. Wedekind die unter dem Namen „Operations Research“ (Unternehmensforschung) zusammengefassten Probleme (z.B. aus Instandhaltung, Produktionsplanung, Qualitätsplanung, Einkauf oder Lagerhaltung in Unternehmen /2/) auf. Prof. Dr. Meinhold ergänzte seine Vorlesung über Ingenieur Statistik /1/ durch die wohl bekannteste Anwendungsform von Operations Research, die sogenannte „Lineare Planungsrechnung“, die zur Anwendung logistischer Aufgaben entwickelt wurde. Da die notwendigen Berechnungen äußerst umfangreich waren, gehörten Lochkartenmaschinen und später Computer sehr schnell zu den bevorzugten Hilfsmitteln und schufen somit eine Brücke für den Einsatz von Rechnern in Unternehmen. Das ist genau die Strategie, die IBM mit der Entwicklung und dem Vertrieb des 1964 vorgestellten „System/360“ (erster universeller Großrechner) erreichen wollte:

- Übernahme der Erfahrungen und allmähliches Zurückziehen aus dem Lochkartengeschäft.
- Investieren in den Bereich der elektronischen Datenverarbeitung (EDV) im Rahmen der Kundenbetreuung durch hervorragend geschultes Personal.
- Kein Verkauf einer Rechenmaschine, sondern Lösung des Problems

IBM vermietete in der Regel seine Maschinen an Kunden mit folgenden Zielen: Erhöhung der Bindung des Kunden an IBM sowie Ermöglichung eines engen Kontakts zwischen IBM und den Kunden (Stabilisierung der Kundenbeziehungen)

([https://edoc.ub.uni-muenchen/12436/1/Leimbach\\_Timo.pdf](https://edoc.ub.uni-muenchen/12436/1/Leimbach_Timo.pdf) ).

Es gab aber für die Lehre an Hochschulen keine brauchbaren und finanzierbaren digitalen Rechner. Elektronische Datenverarbeitungsanlagen von IBM bzw. Siemens waren nicht bezahlbar. Lediglich der Zugang zur Rechenanlage der Universität Regensburg war möglich. Der zentrale Rechner (TR 440) der Universität war hoffnungslos überlastet und den Anforderungen nicht mehr gewachsen. Für mich war das sehr enttäuschend, aber es gab einen

Ausweg. Mein Ausstieg bei Siemens erfolgte nicht unmittelbar mit dem Beginn der Lehrtätigkeit an der Fachhochschule. Zur Beendigung bzw. Abschluss der Aufgabe „Realisierung einer Dialoganwendung für EDV-Programme von ISI“ wurde mir eine sechsstündige umfassende wöchentliche Nebentätigkeit ab dem 30.11.1978 genehmigt. Der Zugriff zur Siemens 4004/151 war gewährleistet.

Am 20.07.1978 wurde mir von Prof. Hechler (Dekan des Fachbereichs) mitgeteilt, dass für mich im Wintersemester 1978/79 folgende Vorlesungen eingeplant waren:

- Grundlagen der Informatik
- Datenorganisation, Algorithmen und Datenstrukturen
- Datenbanken
- Operations Research (OR)
- Das Fach OR wird mit gleichem Stoffplan im 7. Semester in der Fachrichtung Informatik und im 7 Semester der Fachrichtung Mathematik vorgetragen.

Mein erster Eindruck zu dem Plan für meine Lehrveranstaltungen im WS 1978/79 war: „Das müsste sich machen lassen“. Schließlich hatte ich ja eine zehn-jährige Berufserfahrung bei der Firma Siemens und dort folgende umfassende berufliche Kenntnisse im Bereich der Datenverarbeitung erworben:

- Beherrschung folgender Programmiersprachen: COBOL, ASSEMBLER, FORTRAN
- Kenntnisse des Programmierens in RPG, BASIC, PL/1
- Erfahrung in der Entwicklung von DV-Systemen mit reeller Adressierung (Platte Betriebssystem (PBS, DOS, BS1000) und virtueller Adressierung (Time Sharing, BS2000)
- Erfahrung in der Programmierung von Echtzeitsystemen mit Prozessrechnern und im Rahmen der Datenfernübertragung zu Großrechnern (z.B. rechnergesteuertes Führen numerisch gesteuerter Automaten oder Aufbau eines Datenbanksystems für Entwicklung, Vertrieb und Fertigung)
- Projektablaufplanung einschl. Kostenüberwachung mit Hilfe von DV-Systemen
- Organisation der Unterlagenerstellung, -änderung und -verteilung (Film-Lochkarten, COM-Kassetten) gestützt auf Verfahren der EDV in den Funktionsbereichen Entwicklung, Disposition, Vertrieb und Fertigung.

Am 1. Oktober 1978 hielt ich meine erste Vorlesung an der Fachhochschule in Regensburg. Die im vorgegebenen Plan für Lehrveranstaltungen angegebene Vorlesung „Grundlagen der Informatik“ war meiner Meinung nach für das erste Semester sehr wichtig. Aus dem Stoffplan konnte ich leicht feststellen, dass hier das Kultusministerium an die erste Vorlesung von Prof. Dr. Bauer im Jahre 1967 hinweisen wollte. Ausgangspunkt war eine Rechenmaschine (PERM), die Prof. Dr. Sauer zusammen mit dem Ingenieur (Nachrichtentechnik) Piloty baute. Prof. Dr. Bauer schrieb damals mit zwei Kollegen die Programme (Software) für den PERM. Seine Erfahrungen, die er dabei gewann, drückte er so aus: „Programmierung ist nicht etwas Triviales, wo man Befehle aneinanderreicht, sondern es komme darauf an, dass man die Gesetzmäßigkeiten erkennt und es auf diese Weise effizient macht“. Das war die Geburtsstunde der Informatik: „Produktion von Software für den Betrieb der Hardware (Rechenanlage)“. Es war meine Absicht, genau das in der Vorlesung „Grundlagen der Informatik“ den Studierenden zu vermitteln. Die Vorlesung Grundlagen der Informatik im Wintersemester 1978/79 ist nicht dokumentiert. Es gibt aber einen Zeitzeugen („Student aus dem 1. Semester“): Kurt Spoerl. Seiner Meinung nach war diese Vorlesung eine von zwei Vorlesungen, die sich mit Informatik beschäftigten. Alle anderen Vorlesungen behandelten Themen aus der Physik, Mathematik, Chemie, Medizin und Betriebswirtschaft. Das lag natürlich daran, dass es zu wenige ausgebildete Informatikerinnen und Informatiker gab. Es kam mit Hilfe staatlicher Förderprogramme erst im Wintersemester 1971/72 zur Einführung des Informatik-Studiums an der TUM (Technische Universität München). Danach folgten 15 weitere Universitäten. Die damalige Fachhochschule Regensburg realisierte 1973 den Studiengang Informatik mit den Schwerpunkten Technik und Wirtschaft. Kurt Spoerl wurde aber im Laufe seines Studiums umfangreich entschädigt. Er war später im Laufe seines Studiums wissenschaftliche Hilfskraft bei dem neu zu uns gekommenen Prof. Dr. Soceanu. Nach seinem Studium war er bis heute als Systemadministrator im Labor von Prof. Soceanu tätig.

Aus der Vorlesung über Grundlagen der Informatik habe ich eine Menge gelernt. Das erworbene Wissen sollte ausgebaut werden. Von 1979 bis 1985 habe ich an dem Buch „Informatik für Ingenieure“ gearbeitet. Ab 1981 wurde ich durch Prof. Dr. Krupstedt unterstützt, der mir vor allem bei der Gestaltung des Buches geholfen hat. Endlich konnte es 1985 im Rahmen der Studienskripten erscheinen. Unmittelbar danach wurde bekannt, dass das Kultusministerium die Vorlesung aus dem Stundenplan gestrichen hat. Als Autor hätte ich natürlich lieber an dem Buch weitergearbeitet. Vor allem die Kapitel sieben und acht (Automaten, Registermaschinen) hätten noch ausführlicher behandelt werden müssen. Nachdem von der ersten Auflage ca. 1000 Exemplaren verkauft wurden, kam es zu keiner Neuauflage.

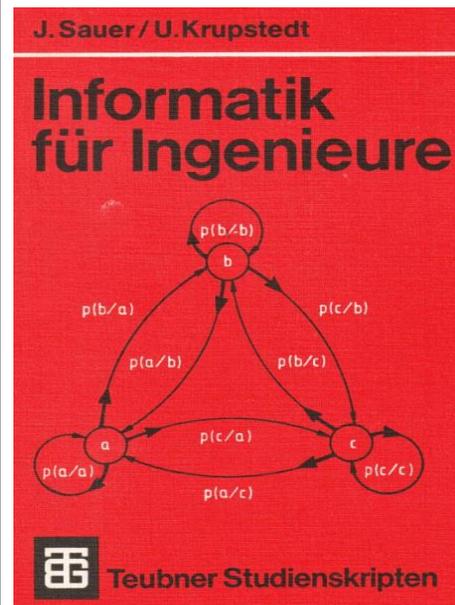


Abbildung 2: Grundlagen der Informatik

Es gab aber auch erfreuliche Nachrichten. Im Jahre 1978 wurde der erste Pool mit Mikrorechnern an der Fachhochschule Regensburg im Sammelgebäude der Universität eingerichtet. Mit dem Betriebssystem CP/M (<https://de.wikipedia.org/wiki>) standen verschiedene Programmierumgebungen (Assembler, Fortran, Pascal) und Anwendungen zur Verfügung (Textverarbeitung, Grafik, Datenübertragung, Terminal-Emulation, usw.). Über einen Terminalkonzentratoren konnten Rechner auch als Terminal der TR440 der Uni Regensburg benutzt werden. Erfreulich war vor allem die Bereitstellung der Programmiersprache Pascal, die Niklaus Wirth ([https://de.wikipedia.org/Niklaus\\_Wirth](https://de.wikipedia.org/Niklaus_Wirth)) von 1968 bis 1972 (praktisch im Alleingang) implementierte. Pascal wurde damit die Basis für die Anwenderprogrammierung an der Fachhochschule Regensburg. Zur maschinennahen Programmierung wurden Assembler eingesetzt. Auch sequenzielle Files (vgl. /6/, S. 59), einschließlich der Backtracking-Algorithmen (vgl. /6/, S191) und der „dynamischen Informationsstrukturen“ (z.B. rekursive Datentypen, Zeiger

oder Referenzen, Vielweg-Bäume, Schlüssel-Transformationen (hashing)), werden überzeugend mit Pascal dargestellt.

Pascal war somit eine solide Basis für alle Vorlesungen zur Programmierung, Datenorganisation, Algorithmen und Datenstrukturen, die ich an der Fachhochschule Regensburg gehalten habe. Das gilt auch für die folgende Schrift „/7/ Beginner's Guide for the UCSD Pascal System“. In Kapitel acht von /7/ gibt es eine Einführung zur Programmierung von Direktzugriffsspeichern (disk files) mit dem UCSD-Pascal. Standardmäßig beschränkte sich Pascal /8/ damals nur auf Dateien, die auf Magnetbändern abgelegt wurden. UCSD-Pascal umfasst zusätzlich zwei „built in procedures“ (SEEK, CLOSE) für den Direktzugriff auf Magnetplatten.

Die Programmiersprache C hat sich ähnlich durchgesetzt wie Pascal und existiert bis heute auf 8-Bit-Mikroprozessoren auf den größten Zentraleinheiten. Programme in diesem Bereich wurden auf einem 16-Bit-Rechner und auf einem 32-Bit-Rechner zur Ausführung gebracht. Anstoß für diese Entwicklung von C zu einer maschinenunabhängigen Sprache kam von Ken Thompson (seit 1969 bei den Bell Laboratories), der ein umfassendes neues Betriebssystem entwickeln wollte. Maschinenabhängigkeit sollte dabei unbedingt vermieden werden. Kernighan und Ritchie lösten diese Aufgabe mit der Programmiersprache C (/9/).

Das erste von Thompson entwickelte System UNIX lief auf einer PDP-7, einem Mikrorechner der Firma Digital Equipment Cooperation (DEC). Diese Version war noch in der Assemblersprache der PDP-7 geschrieben. UNIX wurde dann 1971 in C umgeschrieben und auf die PDP-11 (DEC) übertragen. Von da an erfolgte die Weiterentwicklung des Systemkerns sowie der meisten Dienstprogramme in dieser Sprache. Der Kern des Unix-Systems besteht aus etwa 20.000 Zeilen Programm, von denen nur 2.000 Zeilen in Assembler geschrieben sind (/9/, Seite 8). Maschinenabhängige Assemblerteile werden nur dort verwendet, wo hohe Effizienz und spezielle Maschineneigenschaften es unbedingt notwendig machen. Das große Interesse an Unix ermunterte zu eigenen Aktivitäten und Weiterentwicklungen des Systems. Unix wurde bald die Nr. Eins in der Workstation-Welt. Die Garantie für den Erfolg bildeten beispielsweise Multiuser- und Multitasking-Fähigkeit, Netzwerkfähigkeit, 32-Bit-Prozessorunterstützung, Editoren zur Dokumentenerstellung mit komplizierten Textumbrüchen und Erstellen von Text und Grafik. Das führte zum Betriebssystemstandard für die 80er und 90er Jahre.

Für Vorlesungen in der Informatik an Hochschulen (z.B. Programmieren in Pascal, C, Betriebssysteme (BS200, Unix), Datenorganisation, Datenbanken, Operations Research) war das Fundament fast 100-prozentig aufbereitet. Ein rechnergestützter Vorlesungsbetrieb war aber damit noch nicht gewährleistet. Es fehlte noch ein geeigneter Arbeitsplatzrechner, in dem

Studierende praktisch arbeiten (z.B. Programmieren) konnten. Diese Lücke galt aber in allen Bereichen für den Rechnereinsatz. Diese zu erkennen und dafür Abhilfe zu schaffen, war genau das, was der größte Computerhersteller der Welt am besten konnte. IBM schloss diese Lücke zwischen Workstation und Minirechner und Heimcomputer (z.B. der Commodore Amiga, C64 ([https://de.wikipedia/wiki/Commodore\\_C64](https://de.wikipedia/wiki/Commodore_C64)), von 1982 bis Ende 80er Jahre als Spielecomputer äußerst populär mit dem Hauptkonkurrenten Atari in Amerika ([https://de.wikipedia.org/wiki/Atari\\_ST](https://de.wikipedia.org/wiki/Atari_ST))).

1981 präsentierte IBM den PC 8150 mit keinen wesentlichen technischen Neuerungen, dennoch begann eine neue Ära der Informatik: „Der Arbeitsplatzrechner (PC) war entstanden. Im Rahmen der Digitalisierung konnte fast jeder Arbeitsplatz zielgerecht eingerichtet werden und mit der Umwelt verbunden werden. Abweichend von der bisherigen Strategie hatten sich die Entwickler vom PC 8150 für eine offene Architektur ohne vorhandene IBM-Technologie entschieden. Der Zukauf von Komponenten war nötig:

- Ein geeigneter Chip wurde im Intel Mikroprozessor 8088 gefunden (Fundament für den Aufstieg zum weltweit größten Chip-Produzenten). Techniker waren enttäuscht, da der Chip für eine vernünftige Grafikdarstellung nicht leistungsfähig genug war).
- Betriebssystem (Chance für den 25 Jahre alten Bill Gates; Er kaufte eine Systemsoftware und lizenzierte IBM das Konglomerat als PC-DOS 1.0. Sogar die Rechte an DOS ließen sich das IBM-Management abringen (Anstoß für den Aufstieg zum globalen Giganten „Microsoft“). DOS von Microsoft wurde als schwache Systemsoftware kritisiert).

Die Basis für den durchschlagenden Markterfolg der IBM-Architektur war die Entscheidung, anderen Firmen wie Compaq, Dell oder Nixdorf den Nachbau des IBM-PCs zu gestatten. Zehn Jahre später verlor IBM die Spitzenposition im Markt an das Unternehmen Compaq.

In den 80er Jahren beschäftigten mich hauptsächlich die Studienfächer Programmieren, Datenorganisation, Datenbanken, Algorithmen und Datenstrukturen, Systemprogrammieren, Betriebssysteme und Operations Research (auch auf dem ebenfalls im Fachbereich eingerichteten Studiengang Mathematik). Arbeitsplatzrechner für Studierende waren vornehmlich Nachbauten von IBM-PCs mit guter Ausstattung. Für das Programmieren waren die Programmiersprachen C und Pascal nahezu ideal. Auch konnten Verlesungen für das Fach „Datenorganisation“ in Angriff genommen werden. Sehr hilfreich war hierbei das Buch von Prof. Dr.

Wedekind /11/, der der aufmerksamen Leserschaft dieser Schrift bereits bekannt ist. Prof. Dr. Wedekind hatte sich inzwischen auf Datenbanken spezialisiert. Datenorganisation war für ihn eine Ordnung von gespeicherten Daten zur schnellen Wiedergewinnung von Informationen. Das will ja mithilfe von Datenbanken besonders effizient erreicht werden. Eine erfolgreiche Wiederbeschaffung von gespeicherten Daten ist das Ziel. Für die Datenorganisation, die ein Teil der Datenverarbeitung ist, müssen Ordnungsprinzipien gefunden werden, die mit vorhandenen Technologien von Arbeitsplatzrechnern realisiert werden können.

Das unter /11/ im Literaturverzeichnis angegebene Buch geht auf eine Vorlesung zurück, die Prof. Dr. Wedekind an der T.H. Darmstadt gehalten hat. In meiner Vorlesung an der FH Regensburg wurde das Buch zur Einführung der Arbeitsweise von Datenbanken (/11/, 6. Kapitel „Die Datenbank als Grundlage eines Informationssystems“) benutzt.

Auch für diese Vorlesung gibt es einen Zeitzeugen: Josef Koller (Student im neu eingerichteten Zweig Wirtschaftsinformatik). Herrn Koller haben in der Vorlesung besonders die zahlreichen sogenannten „Baumstrukturen“ zur Darstellung und Realisierung der Datenstrukturen für die Ordnung der Daten interessiert. Er hat die Nachfolge des sehr beliebten Fritz Brey (Onkel von Herrn Koller) angetreten. Herr Brey war ebenfalls erfolgreicher Student an der Fachhochschule Regensburg.

Bis Anfang der 1980er Jahre bestanden die Rechnernetze meistens aus wenigen zentralen Großrechnern, die über herstellereigene Protokolle miteinander verbunden wurden. Herstellerspezifisch bedeutet, dass beispielsweise die Schnittstellen ausschließlich für herstellereigene Geräte und Programme bereitgestellt wurden. In den 80er Jahren gab es offene Rechnerkonzepte, die über Software- und Hardwarekomponenten und wohldefinierte Schnittstellen miteinander kommunizierten. Inzwischen arbeiten Rechner aller Art und verschiedener Hersteller über offene Kommunikationsprotokolle (z.B. die Protokollfamilie TCP/IP, <https://de.wikipedia.org/wiki/Internetprotokollfamilie> ).

Der Entwurf dieser (TCP/IP)<sup>2</sup> Protokolle zur Verknüpfung verschiedener Netze erfolgte 1973/74, 1975 wurden sie bereits im Berkeley Unix veröffentlicht. Über die Protokolle werden Datenpakete im sogenannten „Local Area Network“ (LAN) oder „Wide Area Network“ (WAN) übertragen, also auch im World-Wide-Web, bzw. dem Internet.

Das Internet hat sich als Transport-Plattform für Informationen und Daten durchgesetzt. Dabei hat sich herausgestellt, dass über diese Kanäle alles transportiert werden kann, was es an Anwendungen und Diensten in der Kommunikationstechnik gibt. Das bedeutet, alles wird auf

---

<sup>2</sup>Transmission Control Protocol (TCP) und dem Internet Protocol

dem Internetprotokoll aufgesetzt. Die Anbieter für den Zugang zum Netz und für die darauf basierende Kommunikationsform müssen nicht mehr der gleiche Anbieter sein. Dabei hat der Netzbetreiber die Rolle des Zugangsanbieters und des IP-Routing-Dienstleisters übernommen. Das Internet war wohl die große Erfindung. Tim Berners-Lee ([https://de.wikipedia.org/wiki/Tim\\_Berners\\_Lee](https://de.wikipedia.org/wiki/Tim_Berners_Lee)) entwickelte 1989 die Programmiersprache „Hyper Text Markup Language“. Darauf konzipierte er kurze Zeit später das World-Wide-Web (WWW). 1989 wurde Mosaic der erste grafische Browser, der sich durchsetzen konnte, eingeführt. Durch das Internet haben sich die Möglichkeiten von PCs vervielfacht.

Das Client-Server-Modell beschreibt eine Möglichkeit, Aufgaben und Dienstleistungen innerhalb eines Netzwerks zu verteilen. Die Aufgaben werden von Programmen erledigt, die in Clients und Server unterteilt werden (<https://de.wikipedia.org/wiki/Client-Server-Modell>). Eine Aufgabe wird im Client-Server-Modell als Dienst bezeichnet. Ein Server ist ein Programm, das einen Netzwerkdienst anbietet, und ein Client ist ein anderes Programm, das diesen Dienst nutzen kann. Clients sind meist Endgeräte wie beispielsweise Smartphones, Tablets, Laptops oder Desktop PCs, auf denen Anwendungen laufen, die mit dem Server kommunizieren. Clients können in zwei Formen eingesetzt werden: Sogenannte „Thin Clients“ oder „Thick Clients“. Thin Clients greifen auf einen Server zu und zeigen die Benutzeroberfläche an (z.B. einer Datensammlung). Datenverarbeitung und Datenspeicherung findet auf dem Server statt. Thick Clients werden Desktop PCs, auf denen Programme (z.B. Textverarbeitung oder Tabellenkalkulation) installiert sind. Die Clients verarbeiten und speichern Daten direkt, während sie auch auf zentrale Netzwerkressourcen (z.B. Datenserver oder Datenbankserver) zugreifen. Sie können an unterschiedliche Arbeitsumgebungen angepasst werden, d.h. auch für Arbeitsplatzrechner für Studierende an Hochschulen und Universitäten. Für die OTH hatte man gute Erfahrungen mit den IBM-kompatiblen PCs der Firma DEC gesammelt. Sie wurden hauptsächlich in unserem Labor für Datenbanken eingesetzt.

Server sind in der Regel leistungsstarke Computer. Zur Untersuchung der Entwicklung und dem Aufbau von Informationssystemen hatte mir die Hochschule Regensburg (genauer gesagt: ein Förderprogramm des Bayr. Staates) eine Workstation der Firma Sun überlassen. Dieser Rechner wurde der Anwendungs-Server des Datenbank-Labors. Anwendungs-Server verwalten und speichern Daten in Datenbanken. Datenbank-Server kommunizieren über eine API (Application Programming Interface) mit dem Datenprotokoll des Servers.

Leider wurde durch einen sehr schlimmen Unglücksfall unser Client-Server-Modell kurz nach seiner Implementierung zerstört. Er musste vollständig neu rekonstruiert werden. Zum Glück gab es einen hochbegabten Studenten, Hubert Feyrer. Er hatte, praktisch im Selbststudium,

bereits sehr gute Kenntnisse über das Internet, Unix, Vernetzung, etc. erworben, die er durch das Studium der Informatik vertiefen wollte. Hubert Feyrer erklärte sich bereit als wissenschaftliche Hilfskraft bei der Wiederherstellung des Datenbank-Server-Modells zu helfen. Bald war der Datenbank-Server durch Herrn Feyrer und einige seiner Freunde rekonstruiert. Seine Erfahrungen hat er durch Wahlpflichtveranstaltungen über Systemprogrammierung (Basis war Unix) und Systemadministration weitergegeben.

Eine wertvolle Hilfe war auch das unter /10/ angegebene Buch (in Kapitel III: „Bemerkungen zu den Aufgaben des Systemadministrators“). Ohne Systemadministratoren konnte ich mir die Client-Server-Systeme an der OTH nicht mehr vorstellen.

Unser Client-Serversystem mit zentralen Datenbanksystem (Oracle) auf dem Server und mehreren Benutzer-Clients (PCs der Firma DEC, Arbeitsplätze für unsere Studierenden im Rahmen der Übungen zu unseren Lehrveranstaltungen) bildeten den Mittelpunkt für die Vorlesungen zu den Kursen Betriebssysteme, Programmieren, Systemprogrammierung, Datenbanken, Systemadministration, Algorithmen und Datenstrukturen, und etwas später auch für die Module Expertensysteme, Informationssysteme und Künstliche Intelligenz (KI).

Für Studierende der Informatik war durch das Datenbanklabor endlich eine Umgebung geschaffen, sich hier in passender Form mit einem der besten, weltweit verbreiteten Datenbanksystem zu beschäftigen. Über einen sehr guten Kontakt zu der Zweigniederlassung von Oracle (weltweit führender Hersteller und Betreiber relationaler Datenbanken) gelang es, eine kostenlose Lizenz zu erhalten. Bei jeder neu auf den Markt gebrachten Version erfolgte sofort eine Anpassung. Jedes Jahr wurden wir von der Oracle-Belegschaft besucht. Dabei wurde überprüft, ob ich mein Versprechen, die Datenbank für Lehrveranstaltungen nur in unserem Labor zu nutzen, eingehalten habe. Auf den Besuch haben wir uns jedes Jahr gefreut. Am 05.04.2004 konnte ich zu einem Gastvortrag den Dozenten Christian Weinfurter (Dozent Oracle Technologies, Oracle University Germany) vom Schulungszentrum in München gewinnen. Das Thema dieses Vortrags war „New Features in Oracle 9i“.

Die Vorlesung Datenbanken fand mit dem Datenbanklabor eine wirkungsvolle Heimat. Sie wurde in dem folgenden Skriptum umfassend dokumentiert (über 300 Seiten):

( [file:///M:/daten/public\\_html/DB/skript/Datenbanken.pdf](file:///M:/daten/public_html/DB/skript/Datenbanken.pdf) )

Zur Einführung und Information können folgende wichtige

Internetverbindungen dienen:

Wikibooks: Einführung in SQL:

<https://de.wikipedia.org/wiki/SQL>

<https://de.wikipedia.org/wiki/Informationssystem>

<https://de.wikipedia.org/wiki/Datenbank>

<https://www.oracle.com/de/database/what-is-a-database>

/18/ Hartmut Wedekind, Institut für Betriebswirtschaftslehre,  
Fachbereich I, Technische Hochschule Darmstadt, Informatik  
Spektrum 1, 5-16(1978)

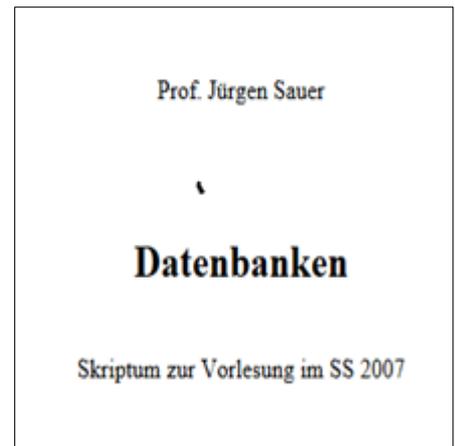


Abbildung 3: Skriptum Datenbanken zur Vorlesung Sommersemester 2007

Eine Neugestaltung der Vorlesungen und Übungen in den Fächern zum Programmieren wurde dringend erforderlich. Die Software-Krise begann schon Mitte der 1960er Jahre, aber erst Mitte der 80er Jahre versuchte man, die Komplexität des Software-Problems über objektorientierte Programmierung besser zu modellieren. Objekte und Eigenschaften, das sind Dinge, die ein Objekt „hat“ und „kann“. Objekte entstehen aus Klassen, d.h. Beschreibungen für den Aufbau von Objekten. Menschen denken objektorientiert, eine Programmierung sollte diese menschliche Denkweise unterstützen. Die Programmiersprache C wurde erweitert durch C++, das mit den Merkmalen einer objektorientierten Programmierung ausgestattet wurde.

/19/.

C++ wurde unter PG2 im zweiten Studiensemester eingeführt.

Die Vorlesung wurde umfassend dokumentiert (über 400 Seiten).

( [file:///M:Daten/public\\_hm/pgc/index.html](file:///M:Daten/public_hm/pgc/index.html) )

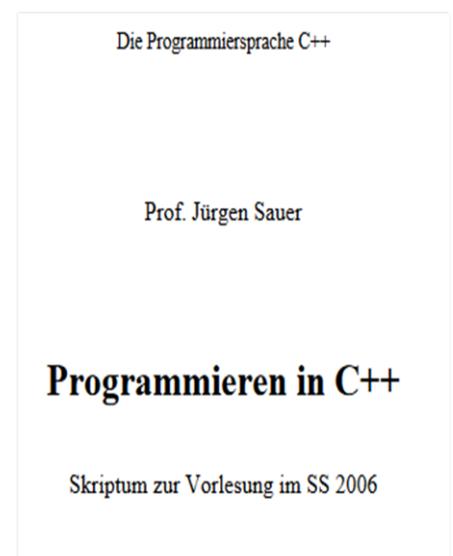


Abbildung 4: Skriptum zur Vorlesung im Sommersemester 2006

Java wurde 1990 von der Firma Sun Microsystems entwickelt. Einen Durchbruch erlebte Java, als die Firma Netscape 1995 bekanntgab, dass ihr Browser Java-Programme in Webseiten ausführen kann. Browser dienen dazu, im WWW zu navigieren. Ein Java-Programm kann von einem Compiler (z.B. Java) in eine Datei mit der Endung „.CLASS“ umgewandelt werden. Diese Datei enthält dann einen sog. „Byte-Code“, der nur mit einer „JVM“ (Java Virtual Machine) ausgeführt werden kann. Ein sog. „Applet“ wird meistens in einem Browser geladen und dort ausgeführt. Die Idee, die dahintersteht, ist: „Man kann auf Webseiten nicht nur Texte oder Bilder anzeigen, sondern auch Animationen anschauen oder der Anwenderin und dem Anwender einen richtigen Dialog ermöglichen“. Damit der Byte-Code eines Applets verwendet werden kann, muss in einer solchen Webseite eine bestimmte Markierung eingebaut werden. Weitere Informationen umfasst das folgende Skriptum zur Vorlesung PG1

(<https://fbim.hs-regensburg.de/saj39122/pgj/index.html>), bzw.

( [file:///M:/Daten/public\\_html/pgj/index.html](file:///M:/Daten/public_html/pgj/index.html) )

Hinweis: Applets werden aktuell nicht mehr durch zahlreiche Browser unterstützt (Sicherheitsrisiko). Leider können deshalb in zahlreichen Applikationen keine grafischen Darstellungen mehr gezeigt werden.

Java ist ein Produkt von Sun Microsystems, das unter "<https://java.sun.com/>" kostenlos vertrieben wird. Das Java-Development-Kit (JDK) ist die Grundlage von Java zum Erstellen von Programmen. Es enthält die Java-Bibliotheken, einen Compiler und weitere Tools, um eigene Programme in Java-Bytecode zu übersetzen und die Laufzeitumgebung zur Ausführung der Programme zu bewegen. Java wurde unter PG1 im ersten Studien-semester eingeführt.

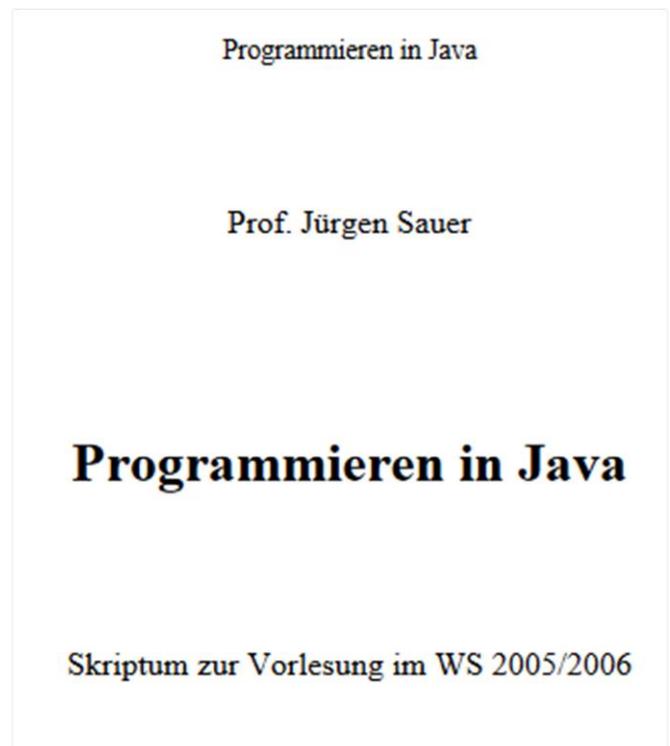


Abbildung 5: Skriptum zur Vorlesung im Wintersemester 2006/07

Auch die Vorlesung Algorithmen und Datenstrukturen musste auf die objektorientierten Programmiersprachen C++ und Java angepasst werden.

( <https://fbim.hs-regensburg.de/saj39122/ad/index.html> )

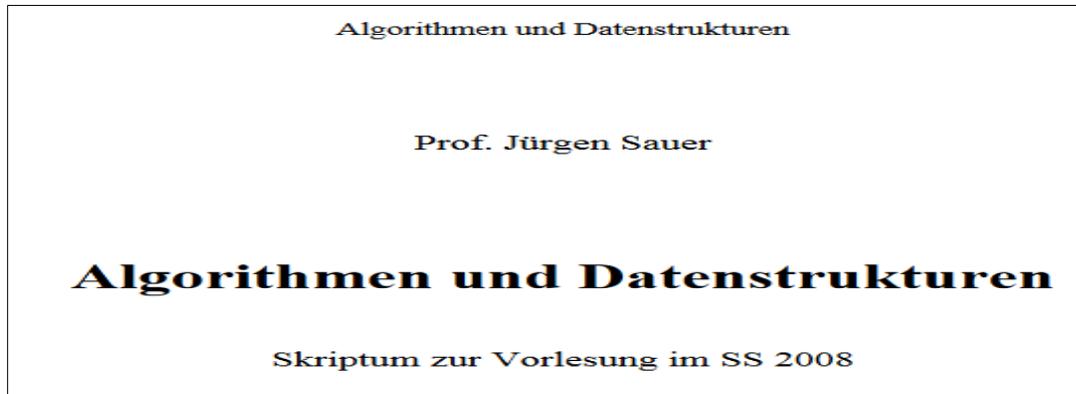


Abbildung 6: Skriptum: Algorithmen und Datenstrukturen im Sommersemester 2008, /27/

Unix erhielt einen Konkurrenten. 1991 wurde Linux von Linus Torvalds veröffentlicht (<https://wiki.de.wikipedia.org/wiki/Linux>). Linux ist eine Variante von Unix und dafür bekannt, kostenlos und „open source“ zu sein (d.h. alle können den Quellcode von Linux ansehen und ändern). Linux und Unix sind heute für eine Vielzahl von Anwendungen (z.B. Webserver, Datenbankserver und wissenschaftliche Berechnungen) weit verbreitet. Ein großer Teil des Codes vom ursprünglichen Unix-Betriebssystem wird immer noch in Linux verwendet. Im Laufe der Jahre werden jedoch viele Änderungen und Ergänzungen an der Linux-Codebasis vorgenommen. Ein Namensstreik beeinträchtigte die positive Entwicklung (<https://de.wikipedia.org/wiki/GNU/Linux-Namensstreik>)

Im Januar 2022 war Linux in Deutschland auf 4,19 % der Systeme installiert. Linux-Systeme haben 2010 die Marktführerschaft auf dem schnell wachsenden Smartphone-Markt übernommen. Linux hat heute einen größeren Marktanteil als Unix.

Ein Informationssystem ist ein Mensch-/Aufgabe-Technik-System (MAT), das Daten bzw. Informationen produziert, beschafft, verteilt und verarbeitet (vgl. <https://wikipedia.org/wiki/Informationssystem> ). Ein rechnergestütztes Informationssystem ist ein System, bei dem Erfassung, Speicherung, Übertragung und oder Transformation durch Informationstechnik teilweise automatisiert ist. Eine Datenbank (<https://de.wikipedia.org/wiki/Datenbank>) liefert Fakten zu einem Informationssystem. Ausgangspunkt solcher Systeme sind die Benutzerinnen und Benutzer. Sie stellen Fragen, das Informationssystem gibt Antworten:

- Einfache Fragen können direkt durch die Datenbank beantwortet werden.
- Für komplizierte Fragen sind zusätzlich Methoden zur Kombination bestimmter Daten aus der Datenbank notwendig.
- Methodendatenbanken sind häufig Programme für mathematische Verfahren (Matrizen-, Differential-Integralrechnung), statistische Auswertungen und Operations Research. Methodendatenbanken sind selbst auf Großrechnern selten. Eine größere Unterstützung sind integrierte Programmpakete für PCs, die Programme zur Datenbank-Anwendung sowie zur Präsentationgrafik, Tabellenkalkulation und Textverarbeitung enthalten. Das ist weitaus mehr als Faktenermittlung.
- Expertensysteme (<https://de.wikipedia.org/wiki/Expertensysteme>) sind Systeme, die eine von Experten gepflegte Wissensbasis abstützen. Dabei geben sie jedoch keineswegs den Inhalt der Wissensbasis zurück, sondern können auf dieser Grundlage zu Schlussfolgerungen gelangen. Die Wissensbasis wird folglich ergänzt durch eine Inferenzmaschine. Sie besitzt Berechnungsverfahren, die Faktenwissen (z.B. Daten einer herkömmlichen Datenbank) und Regelwissen beispielsweise in Form von Produktionsregeln (wenn ..., dann ...) zu Schlussfolgerungen auswerten kann.

Zu den wissensbasierten Systemen gehören sog. „Regelbasierte Systeme“, „Expertensysteme“ und „Erklärungskomponentensystem“ ([https://de.wikipedia.org/wiki/Wissensbasiertes\\_System](https://de.wikipedia.org/wiki/Wissensbasiertes_System)).

Die erfolgreiche Anwendung von Expertensystemen führte zum endgültigen Scheitern eines Forschungsgebiets der Künstlichen Intelligenz, das häufig mit dem Stichwort „General Problem Solver“ bezeichnet wurde. Erfolgreicher war hier der Einsatz der von dem französischen Informatiker Alain Colmerauer entwickelte Programmiersprache namens „Prolog“. Sie gilt als die wichtigste logische Programmiersprache (<https://de.wikipedia.org/wiki/Programmiersprache>). Für die Entwicklung von Expertensystemen hat sich die Programmiersprache Prolog als besonders geeignet erwiesen. Ein erfolgreiches Expertensystem integriert Wissen aus zahlreichen Anwendungsgebieten (z.B. Medizin, Technik, Betriebswirtschaft, usw.) und aus fast allen Bereichen der traditionellen Informatik (z.B. Software Engineering, Datenbanken, usw.). Bereits 1981 ging es in einer Konferenz namens „Computersysteme der 5. Generation“ in Tokio um den Übergang der Daten- zur Wissensverarbeitung. Computer der fünften Generation sollten primär dafür entwickelt werden, sog. „symbolische“ Informationen (sprachlich und

bildhaft) zu interpretieren und miteinander zu verknüpfen. Wissensbasierte Systeme sollen den Rechner zu einem intelligenten Assistenten machen.

Aus meiner beruflichen Tätigkeit im Unternehmensbereich der Weitverkehrstechnik bei der Siemens A.G. fiel mir ein, dass ich über drei Jahre lang für den technischen Grunddatenspeicher (TGS) zuständig war. Dort wurden weitgehend alle technischen Unterlagen (z.B. Sammelkarten und Stücklisten) erfasst und die Organisation der Abläufe für Erstellung, Änderung und Verteilung von Unterlagen (z.B. auch Film und COM-Kassetten) gesteuert. Der Grunddatenspeicher war erfolgreich eingeführt, gestützt auf Verfahren der elektronischen Datenverarbeitung (EDVA) in den Funktionsbereichen Entwicklung, Disposition, Fertigung und Vertrieb. Das hatte zu einer umfangreichen Datensammlung geführt. Ein Informationssystem, das diese Daten dem Personal am Arbeitsplatz bereitstellte, wurde nicht geschaffen. Heute ist mir klargeworden, dass es unter den gegebenen Umständen zur damaligen Zeit auch nicht geschehen konnte. Es war in den 70er Jahren noch nicht realisierbar. Selbst mein Arbeitsgebiet (Organisation, Programmierung, etc. vom TGS) hätte zweckmäßigerweise aus dem Betrieb auf einen externen Anbieter kostensparend ausgelagert werden können.

Eine große Rolle beim Aufbau von Informationssystemen spielen heute sog. „Cloud-Datenbanken“. Es handelt sich um eine Sammlung von strukturierten und unstrukturierten Daten, die sich auf einer privaten, öffentlichen oder hybriden Cloud-Computing-Plattform befinden. Cloud-Datenbankmodelle können auf zwei Arten (traditionell oder als „Database-as-a-Service“ (DBaaS) eingerichtet werden. Bei DBaaS werden administrative Aufgaben und Wartungen von einem Serviceprovider übernommen.

Die Bezeichnung der „Datenverarbeitung in der Wolke“ beschreibt anschaulich das Prinzip einer Cloud Solution und Ressourcen, die nicht von einem Rechner bereitgestellt werden. Die virtuelle Rechnerwolke besteht aus vielen verschiedenen, miteinander vernetzten und verbundenen Rechnern. Der Zugriff auf den entsprechenden Cloudserver erfolgt direkt über das Internet. Die Nutzerin oder der Nutzer loggt sich in das Netz ein und kann den Dienst sofort nutzen, ohne zusätzliches Kapital für Rechner-Informationsstrukturen oder weiterer Software. In einer Cloud wäre TGS gut aufgehoben. Auch beim Einsatz rechnergestützter Informationssysteme werden weiterhin viele Informationsverarbeitungsaufgaben allein vom Menschen erfüllt. In der Praxis existieren keine allumfassenden Informationssysteme für alle Betriebe. Mehr oder weniger umfassende Konzepte, deren Realisierung durch Standardprogramme und teilweise auch von speziellen Geräten erleichtert werden, gibt es dagegen für alle betrieblichen Hauptfunktionsbereiche wie beispielsweise Forschung und Entwicklung, Marketing und Verkauf, Beschaffung und Lagerhaltung, Fertigung, Finanz- und Rechnungswesen, Operation

Research und Personalwesen. Die Entwicklung liegt in allgemeiner Form bei der Wissenschaft, der Rechnerherstellung und der Software-Produzenten (z.B. SAP (<https://www.sap.com/germany/index.html>)).

So sollen beispielsweise beim CIM (Computer Integrated Manufacturing) primär betriebswirtschaftliche Informationsaufgaben (Produktionsplanungs- und Produktionssteuerungsprozesse) mit technischen Informationsaufgaben über gemeinsame Grunddatenbestände für Stücklisten, Arbeitspläne und Betriebsmitteln integriert werden. Zu solchen Teilsystemen zählen unter anderem: CAD (rechnergestützte Konstruktion), CAM (Überwachung und Steuerung der Fertigung), CAP (Arbeitsplanung), CAE (Computer Added Engineering) und Computer Aided Assurance (Qualitätssicherung).

Künstliche Intelligenz ist der Versuch, eine menschliche Intelligenz nachzubilden, d.h. einen Rechner zu bauen oder so zu programmieren, dass dieser eigenständig Probleme bearbeiten kann. Konkret bezieht sich KI auf Anwendungen bei der Mustererkennung, Sprach- und Bildverarbeitung, Robotik, Simulation und Expertensysteme.

Der Begriff der „Intelligenz von Computerprogrammen“ bezieht sich auf den Menschen. Angefangen hat es mit dem Gedanken, ein Rechnerprogramm zu schreiben, das Schachweltmeister wird oder mit Programmen, die mathematische und naturwissenschaftliche Probleme lösen.

Danach geht es bei der KI um Folgendes: 1. Eindeutig (z.B. durch regelgeleitete Messverfahren) festzustellen, was der Begriff „menschliche Wahrnehmung und Verstandesleistungen“ ausmacht; 2. Repräsentation dieser Wahrnehmungs- und Verstandesleistungen in künstlichen Systemen.

Zur Programmierung eines Rechners, der so etwas wie intelligentes Verhalten zeigt, ist es oft notwendig, umfangreiche Mengen an Wissen bereit zu stellen. Je größer die Wissensbasis wird, desto schwieriger wird es, eine bestimmte Information in einer annehmbaren Zeitspanne zu erhalten. Es ist wichtig, dafür effektive Suchstrategien zu entwickeln, wie es beispielsweise in der Vorlesung Algorithmen und Datenstrukturen gelehrt wird.

In den 1980er Jahren wurde der KI die Rolle einer Schlüsseltechnologie zugewiesen. Mit den sogenannten „neuronalen Netzen“ ([https://de.wikipedia.org/wiki/Neuronales\\_Netz](https://de.wikipedia.org/wiki/Neuronales_Netz)) wurde zur gleichen Zeit eine neue Perspektive angestoßen, unter anderem von Arbeiten des Ingenieurs Teuvo Kohonen ([https://de.wikipedia.org/wiki/Selbstorganisierende\\_Karte](https://de.wikipedia.org/wiki/Selbstorganisierende_Karte)). Man löste sich vom Konzept der Intelligenz und analysierte (Ausgangspunkt war die Neurophysiologie) die

Informationsstruktur des menschlichen Gehirns. Mit Hilfe (künstlicher) neuronaler Netze versucht man, Vorgänge im menschlichen Gehirn nachzuvollziehen.

Zur Anwendung wurde auf ein Modell eines Neurons (<https://de.wikipedia.org/wiki/Nervenzelle>) zurückgegriffen, das fast in allen Neuronalen Netzen eingesetzt wird.

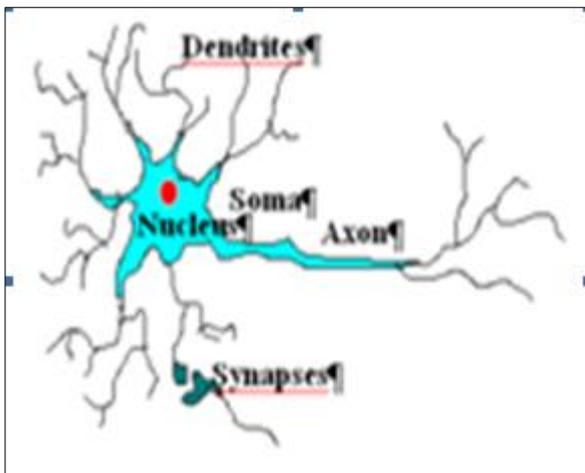


Abbildung 7: Nervenzelle (Neuron)

<https://de.wikipedia.org/wiki/Neuronenmodell>

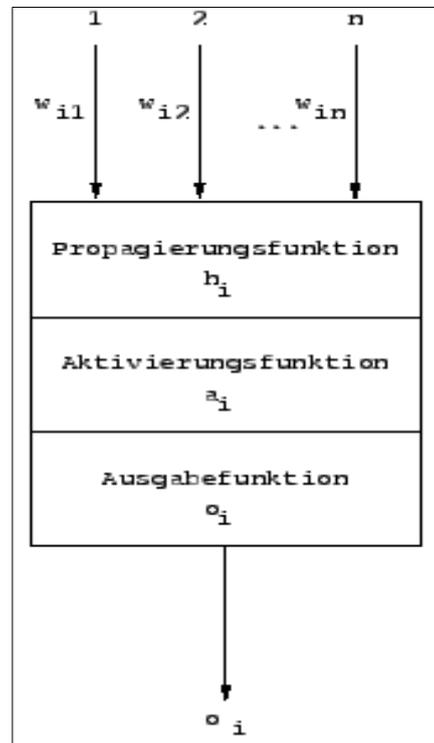


Abbildung 8: Perzeptron

<https://de.wikipedia.org/wiki/Perzeptron>

Das Lernen von Neuronalen Netzen erfolgt über die Gewichtung der Eingabeverbindungen von anderen Neuronen. Implementierte Netze müssen aus Fehlern nach zahlreichen Testläufen, Korrekturen der Stärke der Verbindungen (Gewichtung), vornehmen, bis eine korrekte Ausgabe ermöglicht ist.

Weltbekannt sind folgende implementierte Neuronale Netze:

- Perzeptron (<https://de.wikipedia.org/wiki/Neuronales-Netz> )
- Backpropagation (<https://de.wikipedia.org/wiki/Backpropagation>)
- Hopfield-Netz ([https://de.wikipedia.org/wiki/Hopfield\\_Netz](https://de.wikipedia.org/wiki/Hopfield_Netz))
- Selbstorganisierende Karte ([https://de.wikipedia.org/wiki/Selbstorganisierende\\_Karte](https://de.wikipedia.org/wiki/Selbstorganisierende_Karte))

- RBF-Netze Radiale Basisfunktion ([https://de.wikipedia.org/wiki/Radiale\\_Basisfunktion](https://de.wikipedia.org/wiki/Radiale_Basisfunktion))
- Neural Gas ( [https://de.wikipedia.org/wiki/Neural\\_Gas](https://de.wikipedia.org/wiki/Neural_Gas) )
- Kohonen-Netze ( [https://de.wikipedia.org/wiki/Selbstorganisierende\\_Karte](https://de.wikipedia.org/wiki/Selbstorganisierende_Karte) )
- Counter Propagation (Einschichtiges feedforward-Netz, Mehrschichtiges feedforward-Netz, rekurrentes Netz), (<https://de.wikipedia.org/wiki/Künstliches-Neuronales-Netz> )
- .....

Neuronale Netze zählen zum Soft-Computing (<https://de.wikipedia.org/wiki/Soft-Computing>). Als Kerngebiet des Softcomputings zählen die folgenden Teilgebiete der KI:

- Künstliche Neuronale Netze
- Unscharfes Schließen mit Fuzzy-Logik (<https://de.wikipedia.org/wiki/Fuzzylogik>)
- Fuzzy-Mengen (<https://de.wikipedia.org/wiki/Fuzzy-Menge>) und Fuzzy-Regler, bzw. Fuzzy-Controller (<https://de.wikipedia.org/wiki/Fuzzy-Controller>)
- Evolutionäre Algorithmen ([https://de.wikipedia.org/wiki/Evolutionärer\\_Algorithmus](https://de.wikipedia.org/wiki/Evolutionärer_Algorithmus)), bzw. Genetische Algorithmen.
- Support-Vektor-Maschinen ([https://de.wikipedia.org/wiki/Support\\_Vector\\_Machine](https://de.wikipedia.org/wiki/Support_Vector_Machine))

Damit war das Programm für die nächsten Jahre über meine Tätigkeit an der Hochschule Regensburg vorgegeben. Künftig wollte ich unseren Studierenden Expertensysteme, Wissensbasen, Neuronale Netze und evolutionäre Algorithmen nahebringen und diese somit leistungsfähiger aufstellen. Das Potential war vorhanden, aber die Umsetzung noch fraglich. Etwas Glück musste dabei auch helfen. Der Glücksbringer kam unter dem Namen „Virtuelle Hochschule Bayern“ (VHB). Das Kultusministerium hatte beschlossen, eine Hochschule in Bayern zu gründen und dafür die Fachhochschulen um aktive Unterstützung gebeten. Es wurden Lehrveranstaltungen im Rahmen eines Fernunterrichts gesucht. Wichtig war vor allem, wie das finanziert wird.

Natürlich war das Angebot verlockend. Es war hervorragend geeignet, die KI in Bayern in all ihrer Vielfalt möglichst breit aufzustellen. Eine Bewerbung für KI-Vorlesungen wurde abgegeben. Das Angebot wurde angenommen und ich habe mich sofort damit beschäftigt, ein denkbar bestens ausgestattetes Skript für KI-Vorlesungen zu entwerfen, das alle Möglichkeiten des Internet und der Kommunikationstechnik nutzen konnte. Meine Aufgabe war, das

Skript fachlich mit KI-Programmen zu versorgen, um all die Möglichkeiten von Neuronalen Netzen, Fuzzy-Control-Systemen und Fuzzy-Regelsystemen zu zeigen.

Herr Feyrer hatte inzwischen sein Studium an der FH beendet und war in unserem Labor offiziell der Systemadministrator. Das Skript wurde in HTML erstellt, um alle Möglichkeiten des Internets zur Kommunikation zu nutzen. Zwei studentische Hilfskräfte (Studentin und Student) führten die Realisierung meines Konzepts aus. Das war keine leichte Aufgabe, ein vollständiges Skript mit mathematischen Formeln, Bildern, etc. zu erstellen. Aber der Experte Hubert Feyrer konnte immer eine passende Lösung finden.

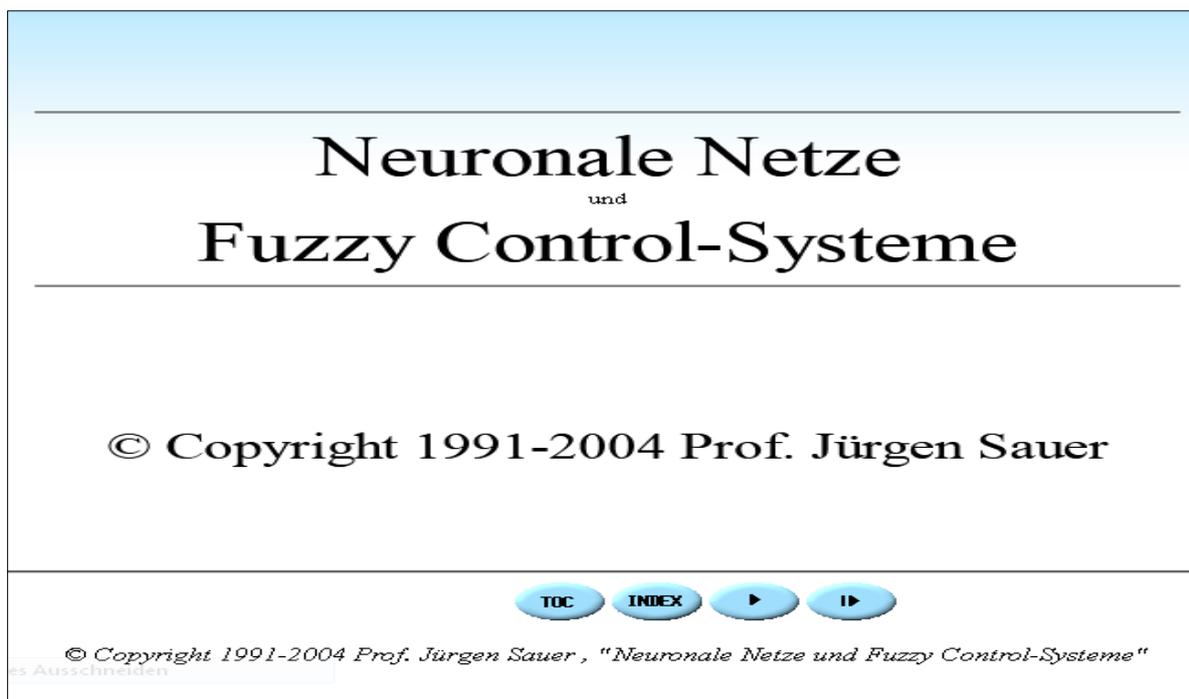


Abbildung 9: Neuronale Netze und Fuzzy-Control-Systeme

Auf der Grundlage dieses Skripts wurde unsere KI in das VHB-Programm für virtuelle Vorlesungen aufgenommen. Das Konzept hatte für einen virtuellen Vorlesungsbetrieb aber einen entscheidenden Nachteil. Die direkte Verbindung zwischen Dozentinnen und Dozenten und Studierende war nicht möglich. Ein Kontakt während das Semesters war nur über Telefon möglich, zur Prüfung mussten S nach Regensburg kommen. Vorlesungsräume, in denen Videokonferenzen realisiert werden konnten, gab es nicht. Geeignete Räumlichkeiten mussten auf beiden Seiten zwischen den Lehrenden und den Studierenden eingerichtet werden. Bei dem ersten Versuch, den Kontakt telefonisch zwischen mir und drei Studierenden (verteilt über zwei Fachhochschulen in Bayern) herzustellen, kam es zum erwartenden Chaos. Auch über

Mobilfunk war es schlecht möglich. Eine Lösung wurde durch einen Kollegen an der Fachhochschule Ingolstadt gefunden. Er erklärte sich bereit, interessierte Studierende während des Semesters in Ingolstadt zu betreuen. Von mir wurden ihm dafür alle meine Unterlagen gestellt. Auf unser online geschaltetes Skript hatten die Studierenden und der Dozent über die normale Internetverbindung direkten Kontakt. So konnten wir wenigstens unserer Verpflichtung nachkommen, KI im Rahmen der virtuellen Hochschule zu realisieren.

Für mich war ein Traum in Erfüllung gegangen. Endlich konnten wir an der Hochschule in Regensburg Vorlesungen über KI (Expertensysteme, wissensbasierte Systeme, Neuronale Netze, Fuzzy-Regler, usw.) anbieten. Die Vorlesungen auf Basis des Online-Skripts wurden von den Studierenden anerkannt. Zahlreiche Diplomarbeiten wurden zu Neuronalen Netzen, Fuzzy-Control oder Genetischen Algorithmen erstellt. Über sogenannte „Meile Projekte“ wurden darüber hinaus zusätzlich KI-Projekte gefördert. Eine umfassende Übersicht zu Projekten (Studienarbeiten) für Neuronale Netzen erreicht man unter „<https://fbim.hs-regensburg.de/~saj39122/NN/index.html>“.

Für die nächsten 15 Jahre meiner Tätigkeit an der Hochschule war ich vollständig ausgelastet. Irgendwie wollte ich mich auch dafür bei meinem engsten Mitarbeiter, Hubert Feyrer, bedanken. Er hatte die Basis für unser Labor für Datenbanken, KI und Betriebssysteme geschaffen. Das sollte allgemein anerkannt werden. Ich habe ihm vorgeschlagen, über seine Arbeit als Systemadministrator bei der OTH an der Universität Regensburg zu promovieren. Es hat etwas gedauert, bis er sich zu diesem Schritt entschlossen hat. Schließlich hat er es gewagt und gewonnen. Am 14.09.2009 konnte er mir die Dokumentation seiner Dissertation an der Universität Regensburg überreichen.

Bei der Systemadministration im KI-Labor geholfen hat mir zu dieser Zeit wieder ein Student der Hochschule Regensburg. Sein Name lautet Ingo Frank. Sein Vater hatte im Bayr. Wald einen Betrieb zur Herstellung von Modell-Flugzeugen. Er war deshalb technisch vorbelastet und zeigte großes Interesse für KI mit dem Schwerpunkt Robotik.

Zur Ergänzung unserer von der VHB akzeptierten Vorlesung zur KI wollten wir eine Vorlesung mit dem Schwerpunkt Körperbasierte KI (embodied AI) anbieten. Das von mir vorgestellte Vorlesungsprogramm wurde von der VHB nicht angenommen. Wir mussten es selbst finanzieren. Das Projekt namens „Körperbasierte Intelligence“ wurde durch zwei Diplomarbeiten realisiert:

- Ingo Frank, selbstorganisierende Steuerung in der mobilen Robotik, [https://fbim.hs-regensburg.de/~saj39122/Diplomarbeiten/Ingo Frank/de.html](https://fbim.hs-regensburg.de/~saj39122/Diplomarbeiten/Ingo%20Frank/de.html)

- Jan Ryll, Markus Seemann, Konstruktion und Simulation eines Laufroboters hexapoda Gangart, gesteuert über Walknet-Laufregelung, <https://fbim.hs-regensburg.de/~saj39122/Diplomarbeiten/Heuschrecke/index.html>

Für eine intensive Beschäftigung war in den kommenden Jahren hinreichend gesorgt. In den letzten Jahren vor meiner Pensionierung haben mich die Studenten Herr Lutz und Herr Löw unterstützt. Sie haben alle meine Skripten auf den neuesten Stand gebracht und das mit großer Sorgfalt und Präzision ausgeführt. Herr Lutz ist heute Systemadministrator an der OTH, ein würdiger Nachfolger von Dr. Hubert Feyrer.

Inzwischen hatte Ingo Frank seine Diplomarbeit abgeschlossen und danach als Dipl.-Inf. FH in unserem Labor versucht, einen Hexapoden (<https://de.wikipedia.org/wiki/Hexapod>) zu bauen. Er hat danach mit seinen Erfahrungen die beiden Herren Jan Ryll und Markus Seemann bei der Entwicklung eines Laufroboters hexapoda-Gangart unterstützt. Am 18. Juli 2005 wurde die Diplomarbeit abgegeben, nachdem alle möglichen Tests abgeschlossen waren. Es war die letzte Diplomarbeit, die ich vor meiner bevorstehenden Pensionierung im Frühjahr 2006 angenommen habe. Bei den beiden Studenten Jan Ryll, Markus Seemann und auch bei Dipl.-Inf. FH Ingo Frank, möchte ich mich für eine hervorragende Arbeit bedanken. Meine Pensionierung erfolgte am Ende des Wintersemesters 2005/2006. Danach arbeitete ich noch fünf weitere Jahre weiter als Hochschullehrer. Im Sommersemester 2011 kam es zur letzten Prüfung, ausgerechnet in meinem Lieblingsfach - Operations Research. Genau dieses Fach war auch eine der ersten Vorlesungen, die ich zu Beginn meiner Tätigkeit im Wintersemester 78/79 gehalten habe.

## Literaturverzeichnis

- /1/ Dr. Josef Heinhold, Dr. Karl-Walter Gaede; Ingenieur-Statistik; R. Oldenbourg Verlag; München, Wien 1964
- /2/ C. West Churchman – Russel Ackoff – E. Leonard Arnoff; Operations Research (Eine Einführung in die Unternehmungsforschung), Verlag R. Oldenbourg – Wien u. München, 2. Auflage 1964
- /3/ Dr. Friedrich L. Bauer, Dr. Gerhard Goos; Informatik; (Eine einführende Übersicht) Erster Teil; 2. Auflage; Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York 1973
- /4/ Dr. Friedrich L. Bauer, Dr. Gerhard Goos; Informatik; (Eine einführende Übersicht) Zweiter Teil; 2. Auflage; Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York 1973
- /5/ Dr. Friedrich L. Bauer; Was heißt und ist Informatik; überarbeiteter Auszug aus Mathematiker über Mathematik (Hrsg. K. Otte); Reihe Wissenschaft und Öffentlichkeit, Springer Verlag, 1974 S. 349 – 368; erweiterte Fassung eines in den IBM-Nachrichten, Heft 223, S. 333-343 veröffentlichten Aufsatzes
- /6/ Niklaus Wirth; Algorithmen und Datenstrukturen; 2. durchgesehene Auflage; B.C. Teubner Stuttgart 1979
- /7/ KENNETH I: Bowes, Beginner's Guide for the UCSD Pascal System; McGraw-Hill Paperbacks
- /8/ K. Jensen u. N. Wirth, Pascal User Manual and Report, Springer Verlag, New York, 1975
- /9/ Jürgen Gulbins; Unix Version 7, System 3 und System V; 2. vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage, Springer Verlag; Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo
- /10/ Thomas A. Handschuh; Solaris 2 für den Systemadministrator, 1. Auflage, IWT Verlag GmbH
- /11/ Hartmut Wedekind; Datenorganisation 2. verbesserte Auflage; Walter de Gruyter; Berlin, New York
- /12/ David Lockmann Oracle 8 Datenbankentwicklung in 21 Tagen 1998 by SAMS
- /13/ Michael R. Ault; Das Oracle 8 Handbuch / Übersetzung aus dem Amerikanischen von G&U Technische Dokumentation GmbH – 1. Auflage Bonn; Albany (u.a.), Internationale Thomson Publ. ,1998
- /14/ Kevin Loney Oracle Database 10. Die umfassende Referenz
- /15/ T. Härder und K. Meyer-Wegener, Universität Kaiserslautern; Vergleich der Datenprogrammierung in Netzwerk- und Relationen-Modell bei navigierenden Anwendungen

- /16/ Frank Puppe Expertensysteme, Universität Kaiserslautern; Informatik-Spektrum (1986)  
9: 1-13
- /17/ E. F. Codd, A Relational Model of Data for Large Databases, Communications of the  
ACM, Volume 13, Number 6, June
- /18/ Hartmut Wedekind, Institut für Betriebswirtschaftslehre, Fachbereich I, Technische  
Hochschule Darmstadt, Informatik Spektrum 1, 5 – 16 (1978)
- /19/ Ulrich Bergmann; C++ Eine Einführung, 5. aktualisierte Auflage und erweiterte Auflage;  
Carl Hanser Verlag
- /20/ Helmut Erlenkötter, Volker Reh; Java HTML, Skript, Applets und Anwendungen, Ro-  
wohlt Taschenbuch Verlag GmbH, Reinbeck bei Hamburg
- /21/ Helmut Erlenkötter; Java Applikationen, Anwendungsprogrammierung mit Java; Ro-  
wohlt Taschenbuch Verlag GmbH, Reinbeck bei Hamburg, Dezember 1998
- /22/ M. Baumgarten, H.J. Siegert; Betriebssysteme, eine Einführung, 6. Auflage, Oldenbourg  
Wissenschafts-Verlag München, Wien
- /23/ Bart Kosko; Neural Network and Fuzzy Systems, A DYNAMICAL APPROACH TO  
MACHINE INTELLIGENCE; Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ 07632 1992
- /24/ Hubert Feyrer; System Administration Training in the Virtual Unix Lab, Shaker Verlag,  
Aachen 2009
- /25/ Dr. Mohamed Oubbati; Einführung in die Robotik; Vorlesung 9, WS 2008/2009; 10. Feb-  
ruar 2009
- /26/ Rumelhart, David E. und Mc Clelland, James L., Addison Wesley, MIT Press (1986)
- /27/ Marc Allen Weiss; Second Edition; Data Structures and Algorithm Analysis in Java;  
Pearson Addison Wesley