

Algorithmen und Datenstrukturen

Algorithmen und Datenstrukturen
Wintersemester 2005/2006

Prof. Dr. W. Kowalk
Dpt. für Informatik
Universität Oldenburg

27.10.05

Vorwort

- Einführung in Programmierung
 - Programm beschreibt eine Folge von Aktionen
 - artistische Darbietungen eines Zirkus
 - Filmangebot eines Kinos
 - Anweisungsfolge in einem Rechner
 - Hier:
 - Erstellung von Anweisungsfolgen für Rechenmaschinen (oder für ***Computer***, von engl. to *compute*).

Vorwort

- Computer dienen
 - Berechnung konkreter Modelle realer Systeme
 - Statik von Bauwerken
 - Ermittlung von Geschossflugbahnen
 - Bahnen von Satelliten und Raumfähren
 - Erstellung der Bilanz von Unternehmungen
 - unterschiedlichen Anwendungen sind Beispiele für
 - Aufgabenbereich und Einsatzspektrum der Programmierung
 - Erstellung von Modellen konkreter Systeme
 - Berechnung konkreter Zustände solcher Systeme

Vorwort

- Entwicklung der Programmiersprachen
 - unterschiedliche Konzepte verbreiteter Programmiersprachen
 - auf konkrete Problembereiche angewendet
 - noch bestehenden Defizite

zunächst

- Allgemeine Aspekte
- Übersicht über Vorlesung

Wissenschaft und ihre Sprache

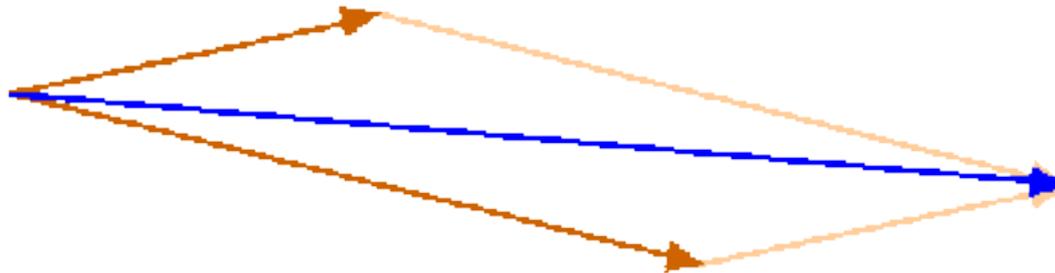
- Wissenschaft
 - rationale, nachvollziehbare Erkenntnis der Zusammenhänge, Abläufe, Ursachen und Gesetzmäßigkeiten der natürlichen, wie der historischen und kulturell geschaffenen Wirklichkeit (siehe etwa [Brockhaus82]; auch [Büttemeyer95] für tiefergehende Betrachtungen zur Wissenschaftstheorie).
 - Wissenschaft liefert Erweiterung des Wissens über die Welt
 - auch Mittel zur vorausschauenden und gezielten Änderung der Wirklichkeit

Wissenschaft und ihre Sprache

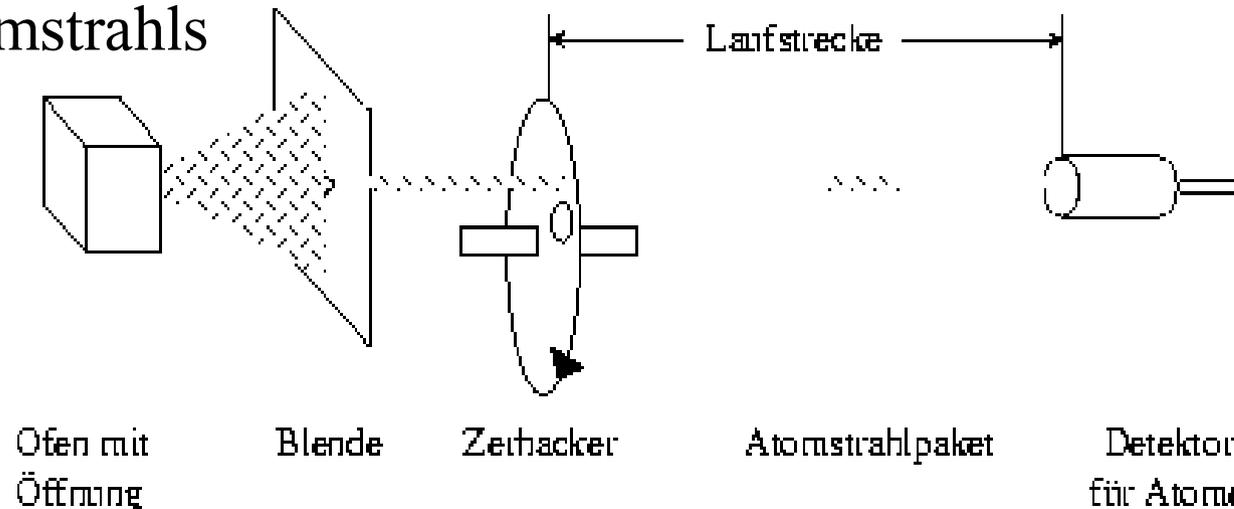
- Kernleistung der meisten Wissenschaften
 - Fachsprache entwickeln
 - in Fachsprache werden Modelle formuliert
 - in Fachsprache wird über Modelle argumentiert
 - Mathematik (*mathematics*) bekannte Fachsprache
 - Hilfswissenschaft in vielen anderen Wissenschaften
 - typische Repräsentation sind Formeln
 $a^2 + b^2 = c^2$.
 - Formeln setzen (Zahlen-) größen zueinander in Beziehung.

Wissenschaft und ihre Sprache

- Sprache der Wissenschaften
 - Physik (*physics*)
 - Physikalisches Kräfteparallelogramm

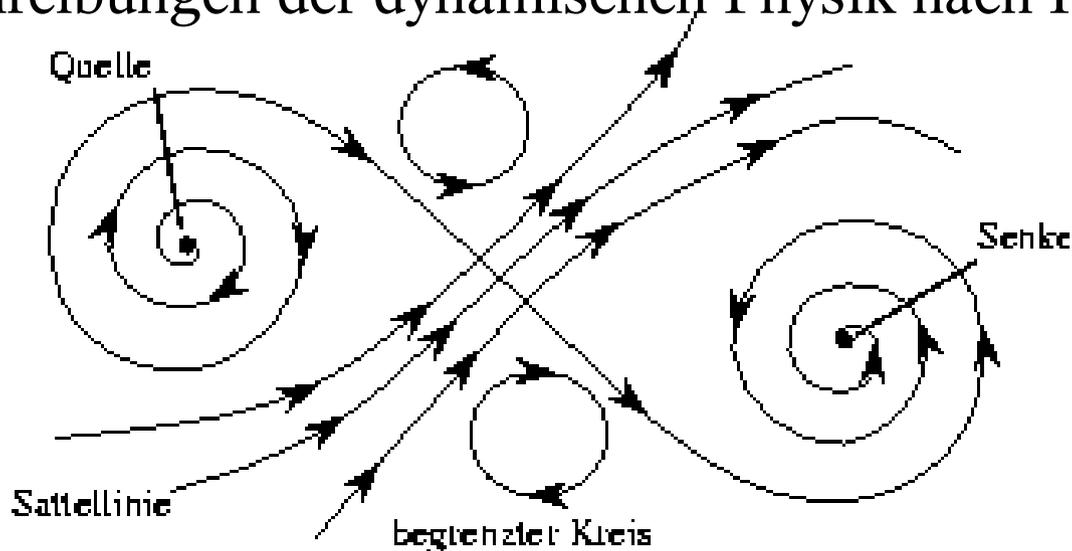


- Versuchsaufbau zur Messung der Geschwindigkeit eines Atomstrahls



Wissenschaft und ihre Sprache

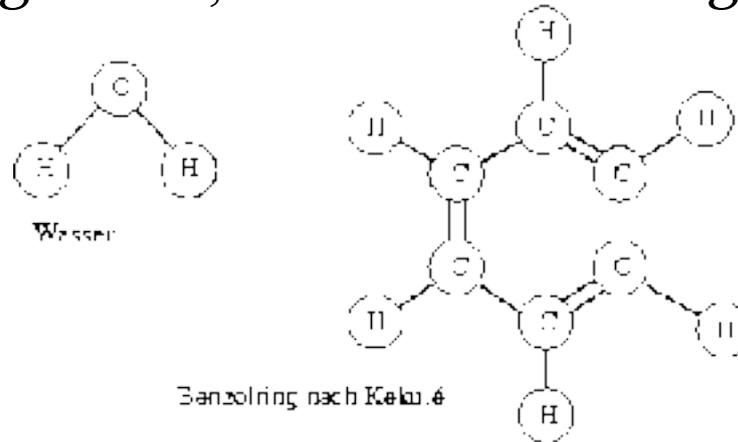
- Sprache der Wissenschaften
 - oft mathematische Notation für physikalische Begriffe
 - Mathematik aus physikalischen Anforderungen entwickelt
 - mathematisch exakte Modelle häufig für quantitative Modelle der Physik zu eingeschränkt und umständlich
 - Beschreibungen der dynamischen Physik nach H. Poincaré



Phasenporträt eines Flusses in der Ebene

Wissenschaft und ihre Sprache

- Sprache der Wissenschaften
 - Chemie (chemistry)
 - Strukturdiagramme, so keine Bedeutung in Mathematik



- chemische "Formeln"
 - H₂O oder C₆H₆
 - in Mathematik vielleicht
 - 2·H + O oder 6·C + 6·H

Wissenschaft und ihre Sprache

- Sprache der Wissenschaften
- Sprachwissenschaft (*linguistics*)
 - Morphologie
 - *Klingonisch* ist eine **agglutinierende** Sprache. Die **Affixe** werden für sehr viele Inhalte gebraucht, die wir zum Beispiel im Deutschen **analytisch** ausdrücken.
 - *Substantivsuffixe*
 - *Typ 1: Augmentativ/Diminutiv*
 - *Typ 2: Numerus*
 - *Typ 3: Einschätzung*
 - *Typ 4: Besitz/Spezifizierung*
 - *Typ 5: »Syntaxsuffixe«*

Wissenschaft und ihre Sprache

- Sprache der Wissenschaften
 - Biologie (*biology*)
 - Zeichen ♀, ♂
 - System von **Carl Linnaeus Linné** (1707-1778)(heute erweitert)
 - *Arten, Gattungen, Familien, Ordnungen, Gruppe, Stamm, Reich, Domäne*
 - Reich: Tiere
 - Stamm: Wirbeltiere
 - Gruppe: Archosaurier
 - Ordnung: Crocodilia
 - Ordnung: Pterosauria
 - Ordnung: Saurischia
 - Unterordnung: Theropoda
 - Unterordnung: Sauropodomorpha
 - Ordnung: Ornithischia
 - Unterordnung: Ornithopoda
 - Unterordnung: Pachycephalosauria
 - Unterordnung: Ankylosauria
 - Unterordnung: Stegosauria
 - Unterordnung: Ceratopsia



Wissenschaft und ihre Sprache

- Sprache der Wissenschaften
 - Art: Triceratops Horridus
 - *Unterordnung: Ceratopsia. Familie: Ceratopsidae*



Wissenschaft und ihre Sprache

- Sprache der Wissenschaften
 - Zu *Fachwissenschaft* gehört *Fachsprache*
 - Informatik hat eigene Fachsprachen hervorgebracht
 - *Programmiersprachen* (*programming language*)

```
DO I=1,100,10
  SUM = SUM+I
10 CONTINUE
```

```
for(int i=1;i<=100;i++) sum+=i;
```

```
Sum := for Run := 1 to 100 (+: Run);
```

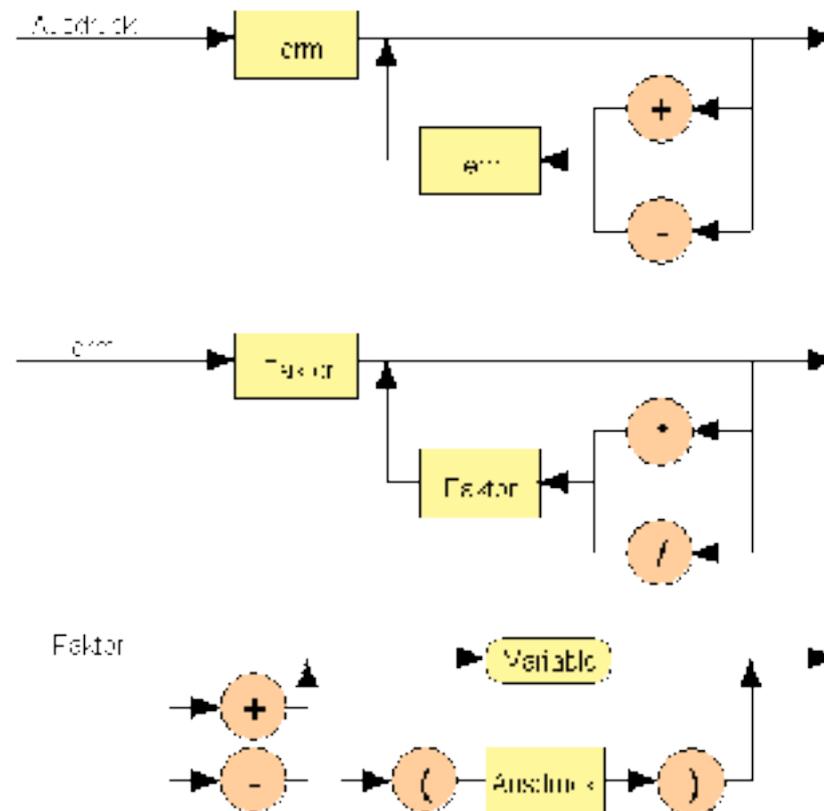
Wissenschaft und ihre Sprache

- Sprache der Wissenschaften

- Notation für *formale Sprachen*

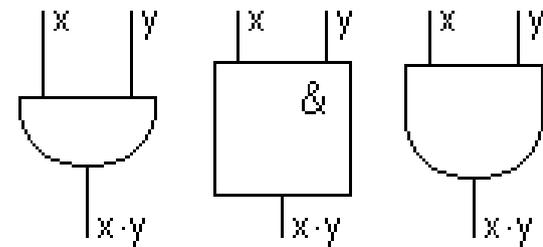
- Ausdruck : Ausdruck ("+" | "-") Term | Term ;
 - Term : Term ("*" | "/") Faktor | Faktor ;
 - Faktor : "(" Ausdruck ")" | "Variable" ;

- Syntaxdiagramm



Wissenschaft und ihre Sprache

- Sprache der Wissenschaften
 - Technische Informatik
 - Begriffe aus dem Gebiet der Elektrotechnik
 - spezielle informatische Erweiterungen
 - Rechnerarchitektur
 - UND-Gatter, Oder-Gatter usw.
 - Prozessor, Speicher, E/A-Werk usw.
 - Praktische Informatik
 - relationale Datenbanken, lokale Netze oder Referenzmodell
 - angewandte Informatik
 - Wissensakquisition für Expertensysteme
 - Mensch-Maschine-Kommunikation für interaktive Schnittstellen
 - Informatikwissenschaftler tauschen sich über jeweiligen Teilaspekt der Wissenschaft Informatik mit Kollegen aus.
 - Für wissenschaftlichen Umgang mit Informatik müssen solche Begriffe bekannt sein.



Wissenschaft und ihre Sprache

- Sprache der Wissenschaften
 - Informatik in meisten modernen Wissenschaften wichtig
 - Erfassung,
 - Ordnung,
 - Darstellung,
 - Verarbeitung
 - und Verteilung von Information
 - Informatik unterstützt Erstellung und Auswertung fachspezifischer Modelle
 - wirkt positiv auf Entwicklung vieler Disziplinen ein
 - Anforderungen dieser Disziplinen wirken auch auf Informatik zurück
 - Informatik für viele Wissenschaften zur Hilfswissenschaft geworden, wie früher nur die Mathematik!

Aufgaben der Informatik

- Informatik ist Wissenschaft, die
 - für möglichst viele Systeme verschiedener Fachwissenschaften Modelle erstellt und auswertet
 - informatische Sprache sollte sich den Wissenschaften anpassen
 - Anwendungspotential der Informatik noch lange nicht erschöpft
 - Informatik ist Hilfswissenschaft in Fachwissenschaften mit starkem Anwendungsdruck
 - klassische Anwendungen von Computern in Wirtschaft und Verwaltung
 - Labors von Chemikern und Physikern,
 - Büros von Ingenieuren, Designern,
 - Praxen von Ärzten oder Anwälten,
 - Arbeitszimmern von Schülern, Lehrern, Studenten, Professoren

Aufgaben der Informatik

- Kommunikationstechnik verwendet Computertechnologie
 - Internet
 - völlig neue Medien
 - Qualität, Quantität früher unvorstellbar
 - Selten hat in der Vergangenheit eine Technologie so schnell und so grundlegend alle Bereiche der entwickelten Gesellschaften durchdrungen und gefördert.
- Weitere Anwendungen der Informatik
 - betriebswirtschaftliche Anwendung
 - Unterhaltungs-, Konsum- und Kommunikationselektronik,
 - Technik und Verkehr
- für alle Anwendungsbereiche adäquate Darstellungsmittel entwickeln und bereitstellen

Aufgaben der Informatik

- Programmierung ist keine mathematische Denksportaufgabe ohne Praxisrelevanz
- Informatik muss ihre Probleme selbst erkennen und in einer eigenen Sprache formulieren und lösen
- Sprache der Informatik gegenwärtig
 - in erster Linie eine (textuelle) Programmiersprache
 - Zukunftsmusik: Eingabe von Programmen durch Diagramme, mündliche Sprache oder mit selbstlernenden Systemen
- Programm (*program*)(genauer Computerprogramm)
 - in Programmiersprache formulierter Sachverhalt

Strukturieren von Programmen

- Strukturieren von Programmen
 - Programmiersprachen lösen Standardprobleme der Fachwissenschaften
 - Programmiersprachen für spezielle Fragestellungen
 - eigene Strukturierungstechniken
 - von Programmierern willig eingesetzt
 - Unterstützen Verständnis der Lesern eines Programms
 - wie kann Verhalten eines komplexen Systems verständlich und übersichtlich beschrieben werden?

Strukturieren von Programmen

- Darstellung von Information
 - Nachrichten
 - etwas sehr Flüchtiges
 - **Software**
 - **Hardware**
 - eigentliche Maschine
 - Führt die eigentlichen Rechenoperationen durch
 - Beide Begriffe können nicht ins Deutsche übersetzt werden und werden daher unverändert übernommen.

Strukturieren von Programmen

- Anforderungen an Programme
 - korrekt, aber auch komplex
 - leicht verständlich, aber auch schnell zu schreiben
 - auf vielen Computern ablaufen, aber auch flexibel gewisse Vorteile der unterschiedlichen Rechenmaschinen ausnutzen
 - effizient, aber dennoch allgemeingültig
- Programmiersprachen sollen helfen, Programme zu entwickeln, die diesen Kriterien genügen
- nur durch strukturierte Darstellung möglich
- Problem in Teilprobleme zerlegen
 - Teilprobleme entweder direkt lösbar, oder wiederum in Teilprobleme zerlegbar.

Strukturieren von Programmen

- Wie können umfangreiche (komplexe) Systeme mit einem Programm beschrieben werden?
- Jedes Programm besteht aus einzelnen Befehlen!
 - 'einige' Befehle (<4) nicht mehr überschaubar!
 - Programme bestehen aber aus mehreren Tausend oder zehntausend Befehlen
 - einzelner Mensch kann Zusammenhang nicht verstehen
- Kernproblem der Programmierung ist Quantität!
 - Die Reihenfolge der Befehlsausführung fast beliebig
 - **Unentscheidbar**: Wird ein bestimmter Befehl je ausgeführt?
 - → niemand kann beliebiges, komplexes Programm vollständig verstehen!

Strukturieren von Programmen

- Problem der Programmierung ist übergroße Flexibilität,
 - Programmierkonzepte schränken Flexibilität absichtlich ein
 - Unterstützt Programmierer bei Strukturierung seines Programms
- Entwicklung von Programmiermethoden
 - durchdachte Kombination weniger Konzepte
 - Erhalten im Prinzip Mächtigkeit allgemeiner Programmiersprache
 - helfen Unübersichtlichkeit komplexer Programme zu vermeiden

Strukturieren von Programmen

- Erklärung von Programmen
 - Bedeutung in anderer Sprache darstellen
 - natürliche Sprache (Deutschen, Englischen)
 - Verhalten eines Programms prosaisch schildern
 - nicht immer sehr genau
 - für die meisten Menschen einigermaßen verständlich
 - Kunstsprache
 - häufig sehr viel exakter
 - z.B. mit mathematischen Symbolen darstellen
 - für die meisten Menschen nicht verständlich
 - für komplexe Probleme nicht immer geeignete mathematische Darstellung vorhanden
 - Anwendung nur fallweise möglich

Strukturieren von Programmen

- **Verständnis von Programmen verbesserbar**
 - nur durch strukturierte Darstellung
 - Problem in Teilprobleme zerlegen
 - entweder direkt lösbar sind,
 - oder wiederum in Teilprobleme zerlegbar
 - **Beispiel**
 - Problem: Schachprogramm
 - Teilproblem 1: Position der Figuren
 - Teilproblem 2: Wahl des nächsten Spielers
 - Teilproblem 3: Wahl eines nächsten legalen Zugs
 - Teilproblem 4: Wahl eines guten Zugs
 - Zur Lösung von Teilproblem 1:
 - Teilproblem 1.1: Wahl einer Datenstruktur für das Schachfeld.
 - Teilproblem 1.2: Wahl einer Datenstruktur für die Figuren.
 - Teilproblem 1.3: Anfangsposition der Figuren.
 - usw.
 - usw.

Strukturieren von Programmen

- Problem der Schachprogrammierung sehr anspruchsvoll
 - viele Teilprobleme einfach lösbar
 - danach 'nur' noch Kernproblem (Erkennung eines guten Zugs)
- Problem eine Struktur aufprägen
 - Problem häufig aufgrund seines Aufbaus einfach strukturierbar
 - verschiedene Menschen erkennen meist verschiedene Strukturen
 - Ergebnis nicht eindeutig
 - Struktur hängt u.U. auch von verwendeter Modellierungstechnik ab
 - Struktur verbessert Verständnis eines komplexen Systems
 - "gute" Struktur finden ist i.d.R. anspruchsvolle Aufgabe
 - Erfahrung
 - viele Versuche
 - Konzepte ggf. umwerfen und neu beginnen
 - Ziel "beste" Struktur finden
 - eher akademische Frage
 - gibt es immer eine beste Struktur?
 - zählt gegebene Struktur zu den besten?

Strukturieren von Programmen

- Verringerung der Komplexität eines Programms
 - Programm in Teilprogramme zerlegen
 - besitzen u.U. wiederum komplexe Struktur
- Teilprogramme heißen auch Unterprogramme oder Prozeduren
- Prozeduren liefern bestimmte Funktionalität
 - auch von anderen Programmen verwendbar
 - Prozeduren vergrößern Funktionalität der Programmiersprache
 - Verwendung von Prozeduren verringert Komplexität einzelner Ausdrücke
- Beispiel
 - Das Schachprogramm stellt folgende Prozeduren zur Verfügung
 - **Wähle_AnfangsStellung;**
 - **Berechne_Zug;**
 - **Ziehe_Figur;**
 - usw.
 - Erhöhung des Verständnis eines Programms durch
 - geeignete Wahl der Bezeichner (Namen der Prozeduren)
 - geeignete Dokumentation

Strukturieren von Programmen

- Methode des Strukturierens weitgehend akzeptiert
 - neue Konzepte nötig
 - Strukturieren erzeugt meist eine zu starre Struktur
 - nicht einfach auf andere (ähnliche) Probleme anwendbar
 - strukturierte Systeme häufig nicht einfach erweiterbar
 - strukturierte Systeme häufig nicht einfach auf kleinere Aufgaben beschränkbar
 - Konzepte entwickelt zur
 - Wiederverwendbarkeit
 - Skalierbarkeit
 - Anpassbarkeit von Software
- Auch mit diesen Konzepten nicht alle Probleme der Informatik lösbar
 - Komplexität hängt vom modellierten System ab!
 - Meisterung der Komplexität bewirkt erweiterte Aufgabenstellung, usw.

Strukturieren von Programmen

- Kann ein Mensch jemals komplexes System verstehen?
 - Strukturierungstechnik verbirgt Details komplexer Systeme;
 - Programmierer löst nur sehr spezielle Aufgabe
 - nicht notwendig, dass alles Details zu verstehen
 - bei ernsthaften Anwendungen vermutlich niemals möglich!
- Ernsthafte Probleme von Einzelpersonen kaum versteh- und lösbar?
 - mehrere Menschen müssen daran arbeiten
 - Mitarbeiter solcher Projekte tauschen untereinander Information aus
 - Protokolle,
 - Gremiensitzungen,
 - technische Berichte
 - auch in der Wissenschaft Informatik nötig

Strukturieren von Programmen

- Austausch von Information in Programmierung
 - formalisiert
 - nur bestimmte Information innerhalb von Programmen austauschbar
 - "Schnittstellen"
 - ermöglichen Nutzung gewisser Funktionalitäten
 - Realisierung der Funktionalitäten Nutzer der Schnittstellen nicht bekannt
 - jeder Anwender kann Betriebssysteme, Compiler oder Editoren verwenden, ohne deren Funktionsweise kennen zu müssen
- Auf Anwendungsebene
 - Computerspiele,
 - kaufmännische Software
 - spezielle Programme für Graphik-, Video- oder Audiosoftware
 - Mensch-Maschine-Kommunikation (CHI = Computer Human Interaction) gibt.

Zusammenfassung

- Wissenschaft
 - Zeichnet sich durch Fachsprache aus
 - 'Syntax': Wie schreibt, zeichnet man was?
 - 'Semantik': Welche Bedeutung haben die Zeichen?
- Informatik eigenständige Wissenschaft
 - Eigene Fachsprache
 - Programmiersprachen, Syntaxdiagramme, Terminologie
 - Teilweise präzisere Festlegung der Bedeutung als z.B. auch in der Mathematik
(Menschen + Computer müssen das gleiche darunter verstehen!)
 - große Anwendungsbreite