

Vorlesung "Anwendungssysteme"

Einführung

Prof. Dr. Lutz Prechelt

Freie Universität Berlin, Institut für Informatik

<http://www.inf.fu-berlin.de/inst/ag-se/>

- Sichten auf die Informatik
 - Technische Sicht
 - Wirkungssicht
- Sichten auf Verantwortung
- Nichtoffensichtlichkeit von Wirkungen
- Besonderheiten von Software
- Konkurrenz und Vielgestaltigkeit der Sichten

Welche Auswirkungen hat es,
wenn man Informatik einsetzt?

Technische Sicht:

- WAS ist technisch machbar? (Theorie)
- WIE macht man es? (Konstruktion)
 - Wie überhaupt?
 - Effizient (Bedarf an CPU, Speicher, Bandbreite)?
 - Effizient zu konstruieren?
 - Zuverlässig?
 - Konfigurierbar, flexibel?
 - Erweiterbar?
 - Gut benutzbar?
- Was hat man erreicht? (Empirie)



Wirkungsorientierte Sicht:

- WAS ist wünschenswert?
- WIE sollte man es gestalten?
 - Erwünschte Wirkungen verstärken
 - Unerwünschte Wirkungen vermeiden
- Welche Wirkungen entstehen?

Die technische Sicht

- "Die Informatik löst wohldefinierte, mathematisch formulierbare Probleme"
- "Für die eventuelle Nutzung oder Nutzarmachung dieser Lösungen sind *andere* zuständig"
- z.B. bei Edsger W. Dijkstra 1989:
 - We should erect a firewall to separate
 - the *correctness problem* (the question whether a program conforms to a specification)
 - from the *pleasantness problem* (the question whether the specification is the one we want to have implemented)



Der Gegensatz

- Die technische Sicht ist ausschließlich an so genanntem "**Verfügungswissen**" interessiert

- Wissen zur Lösung konkreter sachlicher Probleme

Diese Vorlesung

Rest des Studiums

- Die wirkungsorientierte Sicht möchte dem gegenüber zusätzlich auch "**Orientierungswissen**":

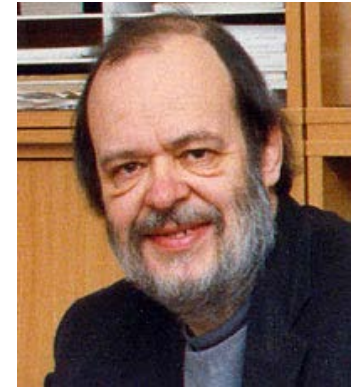
- | | |
|--|----------------|
| • Wo wollen wir hin? | (Ziele) |
| • Warum machen wir das eigentlich? | (Begründungen) |
| • Wozu führt das? | (Wirkungen) |
| • anschließend: Finde ich das richtig? | (Bewertungen) |
| • Wie könnte man es ggf. ändern? | (Alternativen) |

Die wirkungsorientierte Sicht

- Die Informatik ist eine Gestaltungswissenschaft
- Sie befasst sich gleichermaßen mit
 - Anwendungen von Computern,
 - deren Auswirkungen
 - sowie wie mit den technischen Lösungsverfahren zum Bau dieser Anwendungen
- Die Auswirkungen sind von den technischen Fragen nicht trennbar, da beide sich intensiv gegenseitig beeinflussen

- Am schönsten erkennbar in Dijkstras Forderung nach einer "Schutzmauer":
 - "Trenne Korrektheit scharf von der Frage 'Welches System wollen wir überhaupt?'."
- Die Forderung geht davon aus, dass man beide Probleme total separat lösen kann
- Das verlangt jedoch, dass man die gewünschte Lösung völlig präzise und eindeutig vorab spezifiziert
- Dies ist aber in sehr vielen Fällen unmöglich
 - Die Wünsche entwickeln sich sehr oft eng verbunden mit den Lösungen selbst
 - Eine präzise Spezifikation ist deshalb oft viel zu aufwändig
 - bis man genug weiß, um mit der Spezifikation überhaupt anfangen zu können, hat man das System bereits zufrieden stellend fertig

- Wolfgang Coy:
 - Die Informatik muss in ihrem Kern eine Grenzdisziplin sein, die formale Modelle mit sozialer Realität verbindet
- Christiane Floyd:
 - Herstellung und Einsatz von Software sind als ineinander verschränkt zu betrachten
 - Man muss die Interessen der Betroffenen berücksichtigen
- Peter Denning:
 - Die tatsächliche Quelle der Komplexität ist nicht die Struktur der Software, sondern das menschliche Handeln

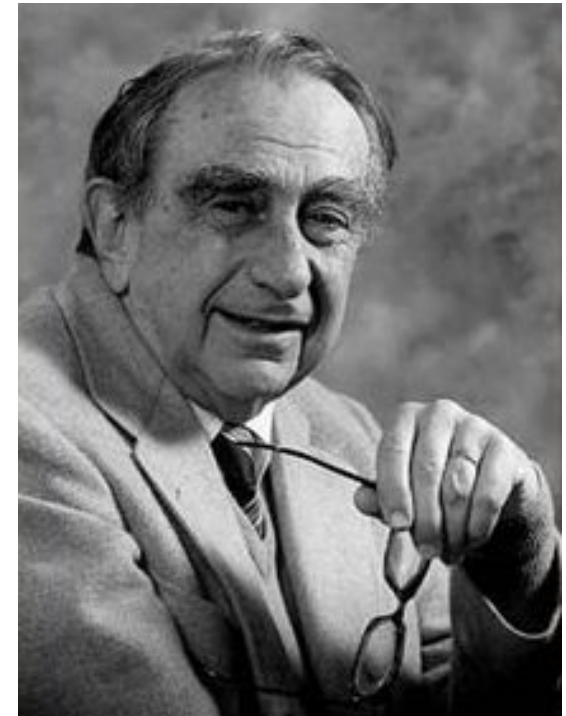


Warum ist das relevant? Verantwortung

- Die Informatik produziert direkt und indirekt starke Auswirkungen auf das Leben fast aller Menschen
 - mehr dazu später in dieser Vorlesung
- Zwei Möglichkeiten der Betrachtung:
 1. Nur die Anwender, aber *nicht die Informatiker/innen* sind für die Auswirkungen verantwortlich
 - Folgerung: Die Informatik "darf" *rein technisch* sein, ohne Auswirkungen zu betrachten und gezielt zu gestalten
 2. Die Informatiker sind für diese Auswirkungen *mitverantwortlich*
 - Folgerung: Dann muss die Informatik eine *Gestaltungswissenschaft* sein, da anders die einzelnen Informatiker und Informatikerinnen ihrer Verantwortung nicht gerecht werden könnten
- Zwei Beispiele für diese Positionen

Verantwortung 1: Edward Teller

- http://en.wikipedia.org/wiki/Edward_Teller
- 1908–2003, Kernphysiker
 - geboren in Ungarn, jüdischer Abstammung, Studium in D
- 1935 aus D in die USA emigriert, Mitarbeit am Manhattan-Projekt (erste Atombombe, 1944)
- Drängte zum Bau einer Fusionsbombe
 - Schlug später den Bau eines 1x2 km großen Hafens in Alaska mittels Explosion einer H-Bombe vor (ca. 1960)
- Drängte zum Bau einer Raketenabwehr mittels Röntgenlasern
 - das wurde später ein Teil von SDI



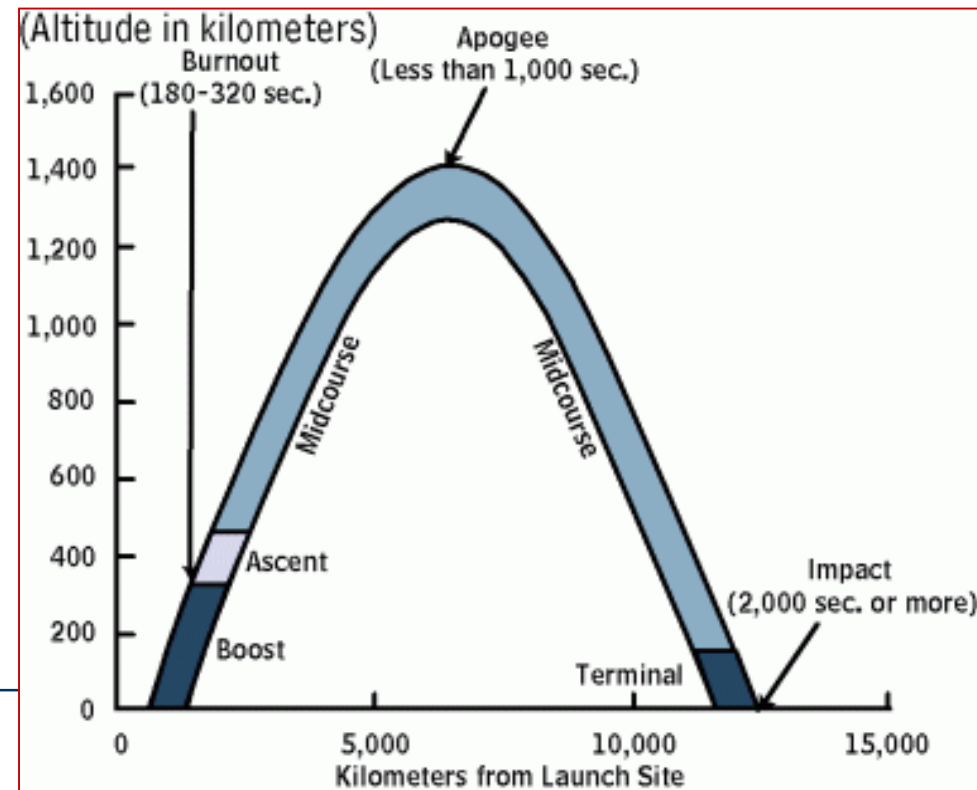
Aussagen und Standpunkte Tellers:

- Erkenntnisse sind nicht moralischer Natur
- Es ist die Pflicht von Wissenschaftlern, Wissen zu produzieren und dessen Umsetzung zu ermöglichen – ohne Beschränkung und unter allen Umständen.
- Verantwortunglos ist es nur, die Wissensproduktion zu torpedieren

- Wir haben die Atombombe nicht gemacht, sondern gefunden
- Wir haben kein Recht, Pessimisten zu sein

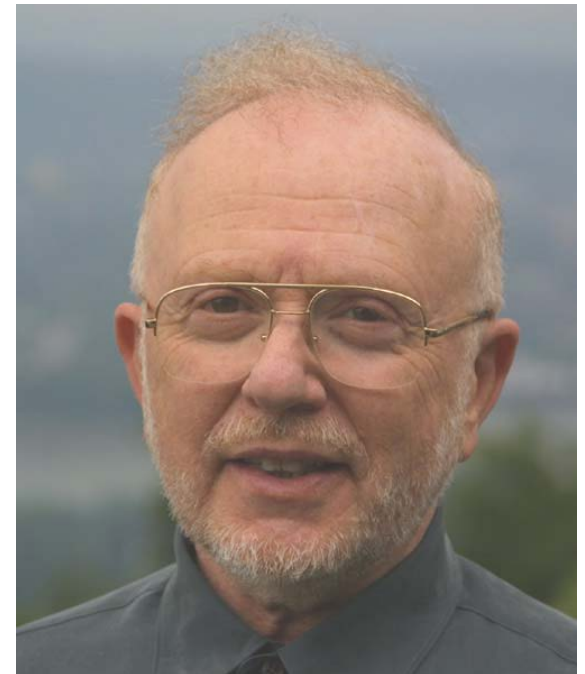
Zur Erinnerung: SDI "Strategic Defense Initiative"

- Riesiges US-Waffenprogramm ab 1983 ("Star Wars")
 - http://en.wikipedia.org/wiki/Strategic_Defense_Initiative
- Ziel: Wirksame Abwehr massiver Interkontinentalraketen-Angriffe
 - In Startphase, Flugphase, Eintrittsphase
 - Bodengestützt, seegestützt, weltraumgestützt
 - Waffensysteme, Sensor-systeme, Steuerungssysteme
 - mit normalen Geschossen, Großhindernissen, Lasern, Röntgenlasern, Nuklear-waffen, Magnetkanonen
- Immense technische, ökonomische und strategische Komplexität



Verantwortung 2: David Parnas

- Software-Ingenieur, Forscher und Praktiker
 - Hauptinteresse: Software-Entwurf
- "Erfinder" des Geheimnisprinzips, des flexiblen Modulentwurfs und des Entwurfs von Programmfamilien
- Berufliche Stationen:
 - Carnegie Institute of Technology, Philips, TH Darmstadt, U of North Carolina, U.S. Naval Research Laboratory, IBM, U of Victoria, Berater verschiedener Militärfirmen, **Berater im Pentagon (für SDI)**, McMaster University, U of Limerick
- *"I remain indecisive about the effectiveness of both peace groups and military organizations."*



Parnas:

- Die Software für SDI ist nicht beherrschbar:
 - Eine genaue Spezifikation kann nicht aufgestellt werden
 - Testen unter realen Bedingungen ist unmöglich
 - Die Software kann nicht im Betrieb verbessert werden
 - Alle diese Gründe gelten auch bei besserer Technologie weiter
- Deshalb könnte SDI den 3. Weltkrieg auslösen
- Deshalb ist ein Projekt wie SDI unverantwortlich

Seine Konsequenz:

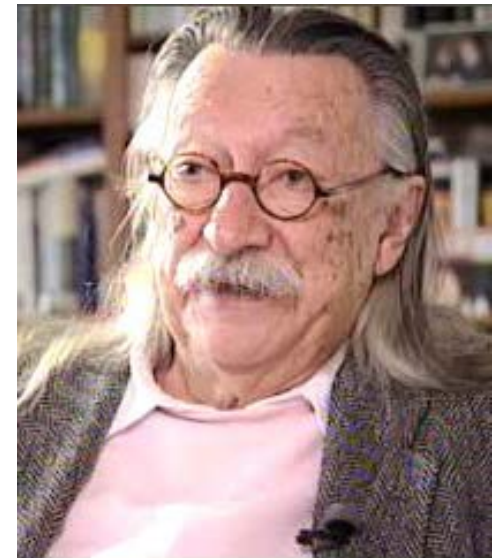
- Rundreisen um die halbe Welt, um der Öffentlichkeit die Gefährlichkeit von SDI zu erklären
- David Parnas: "*A Life of Indecision*", *ACM Software Engineering Notes* , 24(4):47–49, July 1999
 - www.acm.org

Was ermöglicht verantwortliches Handeln?

- Beachte, dass die *auslösenden* Gründe für Parnas' Handeln alle technischer Natur sind
 - Er musste sogar ein hervorragender Techniker sein, um sie so klar erkennen zu können
 - Das Handeln wäre jedoch nicht zu Stande gekommen, wenn er nicht Orientierungswissen benutzt hätte, um seine Erkenntnisse auf die wirkliche Welt zu beziehen
- Verfügungswissen + Orientierungswissen
+ persönliche Konsequenz
 ➔ verantwortliches Handeln

Wann ist verantwortliches Handeln relevant?

- "Es ist ein weit verbreiteter aber schmerzlich irriger Glaube, dass Zivilcourage nur im Zusammenhang mit welterschütternden Ereignissen bewiesen werden kann.
Im Gegenteil, die größte Anstrengung kostet sie oft **in jenen kleinen Situationen**, in denen die Herausforderung darin besteht, die Ängste zu überwinden, die uns überkommen, wenn wir über unser *berufliches Weiterkommen* beunruhigt sind, über unser Verhältnis zu jenen, die in unseren Augen *Macht* über uns haben, über alles, was den *ruhigen Verlauf* unseres irdischen Lebens stören könnte."
- aus: **Joseph Weizenbaum** (1923-2008):
"Die Macht der Computer und die Ohnmacht der Vernunft",
Suhrkamp Taschenbuch 1978, S.361



Was bedeutet das konkret?

Zivilcourage/Verantwortung ist relevant

- z.B. wo die Sicherheit von Menschen bedroht ist
 - z.B. durch SW-Defekte (Zuverlässigkeit/Sicherheitslücken)
 - z.B. durch fragile öffentliche Infrastrukturen
- z.B. wo die Privatsphäre von Menschen verletzt wird
 - z.B. durch ständige Überwachung
 - z.B. weil eine SW anfällig für Einbrüche ist
- z.B. wo Einkommen und Arbeitsplätze bedroht sind
 - z.B. weil eine SW anfällig für Einbrüche ist
 - z.B. weil eine SW wichtige menschliche Arbeit überflüssig zu machen scheint
 - z.B. weil Sie hinnehmen, dass SW illegal benutzt wird anstatt für den Kauf von Lizenzen einzutreten
- z.B. wo Lebensqualität bedroht ist
 - z.B. durch Reizüberflutung und ständige Erreichbarkeit

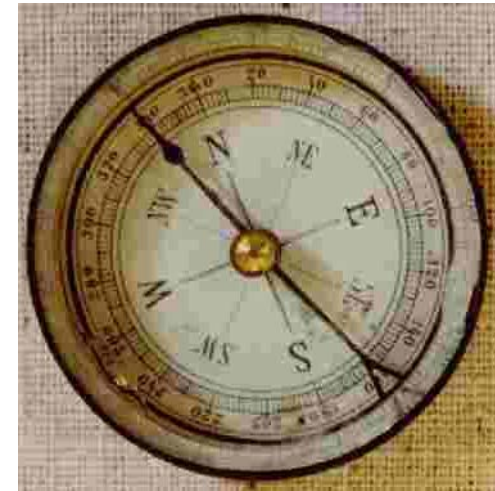
Also? Orientierungswissen!

- Diese Vorlesung geht davon aus, dass die Informatik eine Gestaltungswissenschaft sein sollte

- Sie versucht, Orientierungswissen zu vermitteln
- und beleuchtet dazu einige Wirkungen der Informatik
 - z.B. auf Wirtschaft und Gesellschaft im Ganzen
 - auf das Arbeitsleben Einzelner
 - auf das Privatleben Einzelner
- und einige der Ansätze, um diese Wirkungen positiv zu gestalten
 - z.B. Datenschutz, Safety Engineering, Benutzbarkeitsgestaltung von SW

Bitte immer vor Augen behalten!

- Orientierungswissen bedeutet (Teil)Antworten auf die folgenden Fragen:
 - Welche Phänomene treten beim Einsatz von Software auf?
 - Und wie kommen Sie zustande?
 - Welche Optionen habe ich, diese Phänomene zu beeinflussen?
 - Und welche Wirkungen sind von ihnen zu erwarten?
- **Beachte:** Die Frage, was man für gut/schlecht oder richtig/falsch hält, kann immer vom Orientierungswissen getrennt werden
 - Trennung zwischen
 - Technikfolgenabschätzung (mittels Orientierungswissen) und
 - Technikfolgenbewertung (mittels persönlicher oder gesellschaftlicher Wertsetzungen)



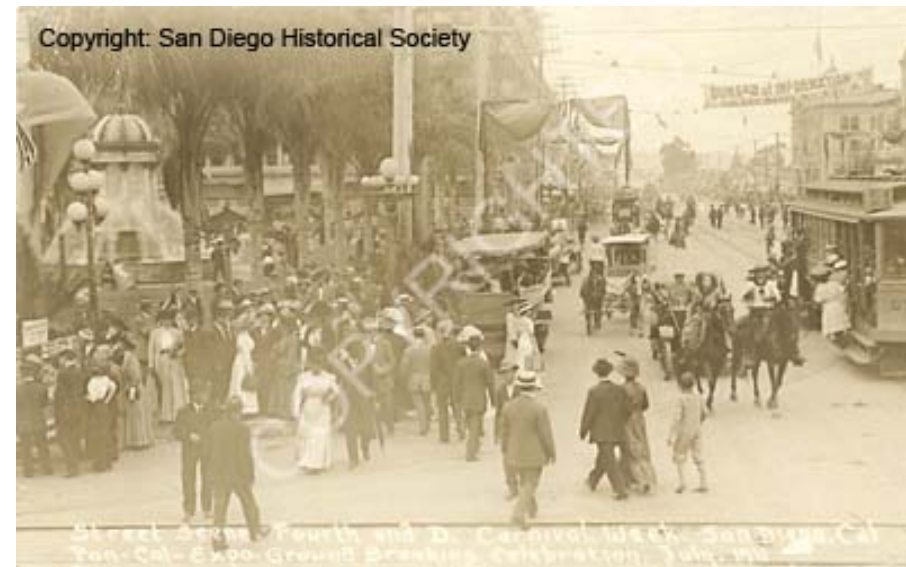
Beispiele:

- Wirtschaft
 - Effizienz und Produktivität
 - Ersatz und Verlagerung von Arbeit, Arbeitslosigkeit
- Arbeitsleben
 - Qualität einer Arbeit und eines Arbeitsplatzes
 - Soziale Beziehungen in einer Firma
- Bildung und Ausbildung
 - Qualität von Bildung, Chancengleichheit
- Gesellschaft und Privatleben
 - Privatsphäre und Datenschutz, Meinungsfreiheit
 - Sicherheit, Umweltschutz
 - Gleichberechtigung, Chancengleichheit, Demokratisierung
- und viele andere mehr

- Man könnte denken, die Wirkungen der Informatik seien offensichtlich
 - und ebenso die richtigen Maßnahmen oder Gegenmaßnahmen
- Das ist aber sehr unwahrscheinlich:
 - Die Effekte sind alle zu neu, um sie gut genug zu verstehen
- Dies zeigt die folgende Analogie:
 - These: Wir stehen mit der Computerisierung der Gesellschaft noch relativ weit am Anfang
 - These: Der Zustand ist möglicherweise zu vergleichen mit dem des Aufkommens von Autos in den 1920er Jahren
 - Lassen wir also das nochmal Revue passieren:

Autos: 1920

- Die größeren Städte leiden sehr an Umweltverschmutzung: Pferdemist
 - speziell an Regentagen
- Autos werden als Lösung dieses Problems angesehen
 - also als "Umweltschutztechnologie"
- Außerdem wird erwartet:
 - Autofahren macht Vergnügen
 - Autofahren schafft verstärkte Mobilität
- Allerdings können sich nur Wohlhabende ein Auto leisten
 - Leider?



Autos: 1940–1960

- In den großen Städten entstand Smog
- Die Automobilindustrie bestritt einen Zusammenhang mit Autos



**Los Angeles,
1972**



Photo by Gene Daniels / Courtesy U.S. EPA

Autos: 1956–1965

Beispiel USA:

- 1956: Gesetz über den Bau von Interstate Highways (Autobahnen) verabschiedet
 - gefördert von Straßenbau-, Automobil- und Immobilienfirmen.
 - Autobahnen gab es so vorher nicht, auch fast keine Nachfrage
 - Nur jede zweite US-Familie besaß 1956 ein Auto
- Folge: dramatischer Strukturwandel
 - Stark steigende Nachfrage nach Autos
 - Schwund des öfftl. Nahverkehrs
 - Verödung nicht so wohlhabender Stadtbezirke
 - Große Straßen trennen sie plötzlich vom Rest der Stadt ab
 - Mittelklasse flüchtet in Vororte
 - Viele Ortskerne veröden zugunsten von Einkaufszentren



Beispiel aus Deutschland: Nürnberger Hauptbahnhof

ca. 1900



2007



© Achates

Autos heute in Deutschland



Autos: Wirkungen und Nebenwirkungen

- Wirkung: Stärkung der Wirtschaft
 - Nebenwirkung: Strategische Abhängigkeit von arabischen Ländern
- Wirkung: Erleichterter Kontakt zu entfernten Freunden und Verwandten
 - Nebenwirkung: Entfernung der Freunde und Verwandten
 - Nebenwirkung: Neigung zum Pendeln zur Arbeit
 - Nebenwirkung: Nachlassen des Kontakts zu Nachbarn
 - durch den Verkehr ist Aufenthalt "draußen" unangenehm
- Wirkung: Erschließung/Anschluss ländlicher Gebiete
 - Nebenwirkung: Verödung und Asphaltierung der Städte

- Diese Entwicklung der (Neben)Wirkungen bei der Verbreitung von Automobilen war am Anfang nicht mit Sicherheit absehbar
 - Jemandem mit genügenden Kenntnissen in Ingenieurwesen, Wirtschaft, Soziologie und Stadtentwicklung wären sie aber zumindest als möglich zu erkennen gewesen
- Das gleiche gilt vermutlich heute für das weitere Fortschreiten der Computerisierung
 - Stichwort "Pervasive Computing": Computer überall
 - Orientierungswissen ist also wichtig, wenn man bedeutsame Entwicklungen sinnvoll mitgestalten will

- Bei Autos gab es zwei Ebenen der Entwicklung
 - Eigenschaften einzelner Autos
 - Gesamtentwicklung (wirtschaftlich, gesellschaftlich)
- Gesamtentwicklung war/ist schwierig zu steuern
- Aber für die einzelnen Autos mussten nur relativ wenige Ingenieure gute Entscheidungen treffen
- Es gibt aber viel mehr verschiedene SW-Systeme als verschiedene Automodelle
 - weil SW nur Entwicklung benötigt, aber nicht Fabrikation
- Deshalb muss in der Informatik viel stärker jede/r einzelne Ingenieur/in für die Probleme aufmerksam sein
 - und ein Verständnis für Wege zu ihrer Lösung mitbringen

**Orientierungswissen ist für Informatiker/innen
besonders wichtig!**

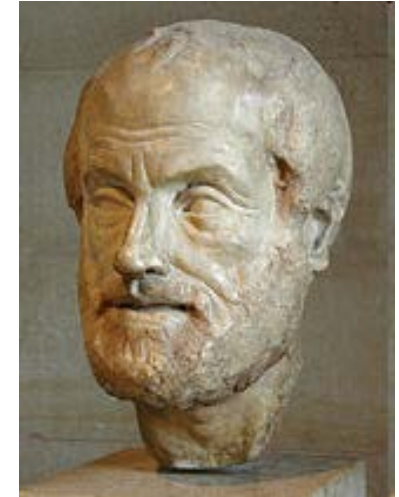
- Technische Sicht und Wirkungssicht schließen sich nicht gegenseitig aus
- Gute Lösungen werden nur gefunden, wenn es gelingt, beide zugleich im Blick zu behalten
- Allerdings stehen die Belange hinter den Sichten oft in direkter Konkurrenz:
 - Die technisch wünschenswerte (z.B. effiziente) Lösung hat unerwünschte Wirkungen
 - Erreichen erwünschter Wirkungen verlangt nach technisch sehr aufwändigen Lösungen
 - z.B. hoher Programmieraufwand, viele Nachbesserungen nach Benutzbarkeitsprüfungen, etc.

Warnung 2: Die Sichten haben Facetten

- Es gibt genauso wenig "die" Wirkungssicht, wie es "die" technische Sicht gibt
 - Die technische Sicht hat zahlreiche Facetten, z.B. Laufzeitaufwand, Speicherbedarf, Bandbreitenbedarf, Korrektheit, Zuverlässigkeit, Entwurfsaufwand, Veränderbarkeit, Flexibilität, etc.
 - Die Wirkungssicht hat zahlreiche Facetten, z.B. Benutzbarkeit, Verständlichkeit, Robustheit, Einsatzflexibilität, Erzwingung neuer Tätigkeiten, Komplizierung bisheriger Tätigkeiten, Veränderung gewohnter Abläufe, neue Versagensrisiken, Veränderung sozialer Interaktionen, Kontrollzuwachs oder -verlust, Machtverschiebungen, etc.
- Ein gutes Verständnis erlangt nur, wer möglichst viele der Facetten zugleich (zumindest grob) zu betrachten schafft

Noch ein überraschender Hinweis:

- Wir können entweder fragen "Wie *sind* die Dinge?"
 - Antworten liefern die Wissenschaften
- oder "Wie *sollen* die Dinge sein?"
 - Antworten liefert die Moralphilosophie
- Aus diesem Blickwinkel ist die ganze Technik ein Teil der Moralphilosophie, denn jede Gestaltung eines technischen Gegenstands legt fest, wie er sein soll
- Das Ingenieurwesen ist folglich halb in der Wissenschaft und halb in der Moralphilosophie zuhause
 - Jedenfalls werden Sie als Informatiker/innen Antworten auf "Wie soll X sein?"-Fragen liefern – ob Sie wollen oder nicht!
 - Das heißt: Sie betreiben Moralphilosophie – also studieren Sie sie bitte auch!



Aristoteles

- Man kann die Betrachtung der Informatik entweder
 - auf ausschließlich technische Fragestellungen beschränken
 - oder auch die Wirkungen der Systeme mit einbeziehen.
- Aber Wirkungen treten unausweichlich ein.
- Sie können sehr erheblich sein
 - und sind oft nur schwer vorherzusehen.
- Informatiker/innen verstehen die technischen Hintergründe der Wirkungen sowie die technischen Gestaltungsspielräume noch am besten,
 - deshalb sollten sie die Wirkungssicht einnehmen und sich an der Diskussion der Wirkungen beteiligen.
- Dafür braucht man Orientierungswissen,
 - um die Wirkungen überhaupt verstehen zu können.
- Solches Orientierungswissen will diese Vorlesung liefern

Nachbemerkung: Lernziele

1. Welche Wirkungen hat die Informatik? (ausschnittweise)
2. Was halte ich von ihnen?
 - Das sind oft Wertefragen.
Es gibt keine "richtige" und keine endgültige Antwort.
3. Was kann und sollte man tun, um unerwünschte Wirkungen zu vermeiden?
 - Das ist als Informatiker/in auch meine Aufgabe.
4. Was muss man tun, um erwünschte Wirkungen herbeizuführen?
 - Wer dies nicht versteht, wird immer nur ein Fachidiot sein und kann nur mit Glück erfolgreiche Systeme bauen.
5. Wie hängen technische Fragen und Wirkungsfragen miteinander zusammen?
 - Dito

Ein Blick auf den Stoffplan

- siehe Webseite

- Ein wichtiger Modus der Übung ist **Reflektion**.
 - Nachdenken über etwas im Verhältnis zu mir selbst.
 - Auch das kann und muss man erlernen.
- Die meisten Übungen haben mit Recherche und Textarbeit zu tun.
 - Beides sind wichtige Fertigkeiten, die leider im Informatikstudium sonst kaum entwickelt werden.
 - Viele Texte auf Englisch. Bitte keine Angst.
- Die meisten Übungen haben *keine* eindeutigen Lösungen.
 - Das volle Verständnis stellt sich meist erst nach der Bearbeitung bei der Diskussion in der Übung ein.
 - Bitte diskutieren Sie aktiv mit!

Fragen?

Danke!