

Auswirkungen der Informatik Einführung: Die Wirkungssicht

Lutz Prechelt
Freie Universität Berlin

- Thema der Veranstaltung
- Vorgehensweise
 - Thesen, Definitionen, Beispiele
- These "Sozio-Technik"
 - Technische Sicht, Wirkungssicht
 - Orientierungswissen
- These "Verantwortung"
 - Abschätzbarkeit von Wirkungen
 - Automatisierung vs. Computerisierung
 - Technik als Moralphilosophie

Welche Auswirkungen hat es,
wenn man Informatik einsetzt?

- **1.** Die Einsicht, dass (und an Beispielen wie) die Anwendung der Informatik sozio-technisch ist, nicht nur technisch:

- These "**Sozio-Technik**":

Informatik erschafft nicht nur technische Systeme, sondern gestaltet sozio-technische Systeme wesentlich mit.

- (Erläuterung folgt)

- **2.** Die Bereitschaft, dem entsprechende Verantwortung für die (Mit)Gestaltung zu übernehmen:

- These "**Verantwortlichkeit**":

Es ist ethisch fragwürdig, Informatik als rein technische Disziplin zu betrachten.

Wie macht die Veranstaltung das?

1. Der Leoparden-Ansatz

- Was wir gern hätten:



- Was wir leisten können:



Soll heißen: Wir betrachten nur einzelne kleine Bereiche als Beispiele

- Jede Betrachtung startet von einer These aus
 - dient als Zusammenfassung

z.B.:

- These "**Sozio-Technik**":

Informatik erschafft nicht nur technische Systeme, sondern gestaltet sozio-technische Systeme wesentlich mit.

- Wir sprechen über Gründe, warum man die These richtig finden könnte
 - oder manchmal auch falsch
 - oder unentscheidbar, weil zu undifferenziert
- streben aber keinen "Beweis" an.
 - Meist ist die Diskussion anhand eines Beispiels oder mehrerer,
 - manchmal ist sie theoretisch-abstrakt
 - oder beides.

- Wir definieren wichtige Begriffe.
 - Da gibt es meistens viele Möglichkeiten.
 - Wir greifen eine für unsere Ziele zweckmäßige Definition heraus.
 - Mit anderer Definition würde die Diskussion ggf. anders aussehen müssen.
 - Wir hinterfragen dabei auch Wörter und ihre Herkunft oder "eigentliche" Bedeutung
 - Sprachkritik
- beliebiges Beispiel:**
- *"Welche Technologien benutzt das Projekt?"*
 - *Technik* von griechisch

- Neben Wörtern hinterfragen wir gelegentlich auch Denkfiguren
 - Argumentationsweisen
 - Fehlschlüsse
 - kognitive Verzerrungen
- z.B. "*Man bekommt es doch sowieso nicht sicher*"
 - unterstellt, dass Sicherheit ein binäres Kriterium ist.
 - Das ist Schwarz-Weiß-Denken (binäres Denken)
 - und das ist in fast allen Angelegenheiten außerhalb der Mathematik unangemessen

- Diskussion oder Beispiel benötigen oft Hintergrundwissen aus anderen Fachgebieten, z.B.
 - Betriebswirtschaft
 - Geschichte
 - Kommunikationswissenschaft
 - Philosophie
 - Politologie
 - Recht
 - Sozialpsychologie
 - Soziologie
 - Volkswirtschaft
- Das führen wir dann jeweils ein
 - aber meist sehr vereinfacht

Wie macht die Veranstaltung das? Zusammenfassung

1. Wir greifen nur einzelne Bereiche als Beispiele heraus
2. Wir benutzen Thesen als Aufhänger
 - um Interesse zu wecken
3. Wir definieren wichtige Begriffe und betreiben dabei auch Sprachkritik
 - um klar denken zu können
4. Wir schauen ggf. Hintergrundwissen anderer Fächer an

- Die Thesen sollen zum Nachdenken anregen



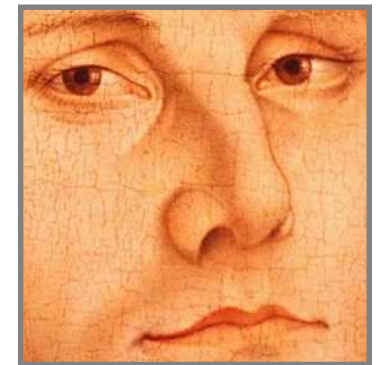
Katharina von Bora



Martin Luther

Bei Luthers 95 Thesen hat das gründlich geklappt.

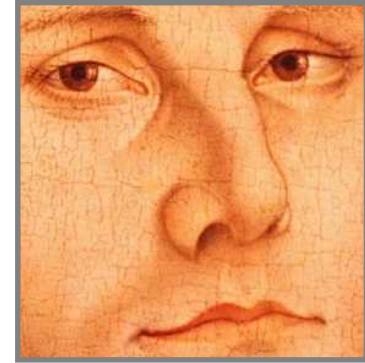
Deshalb verwenden wir ihn zur Markierung der Thesen:



und beim Fazit:



Also nochmal:
These "Sozio-Technik"



Informatik erschafft nicht nur technische Systeme, sondern gestaltet sozio-technische Systeme wesentlich mit.

Aber was ist überhaupt ein sozio-technisches System?

Definition "Sozio-technisches System"

- Das aus der Interaktion eines technischen Systems mit Menschen resultierende emergente System

Wir nehmen "Interaktion" und "Mensch" als genügend klar an.

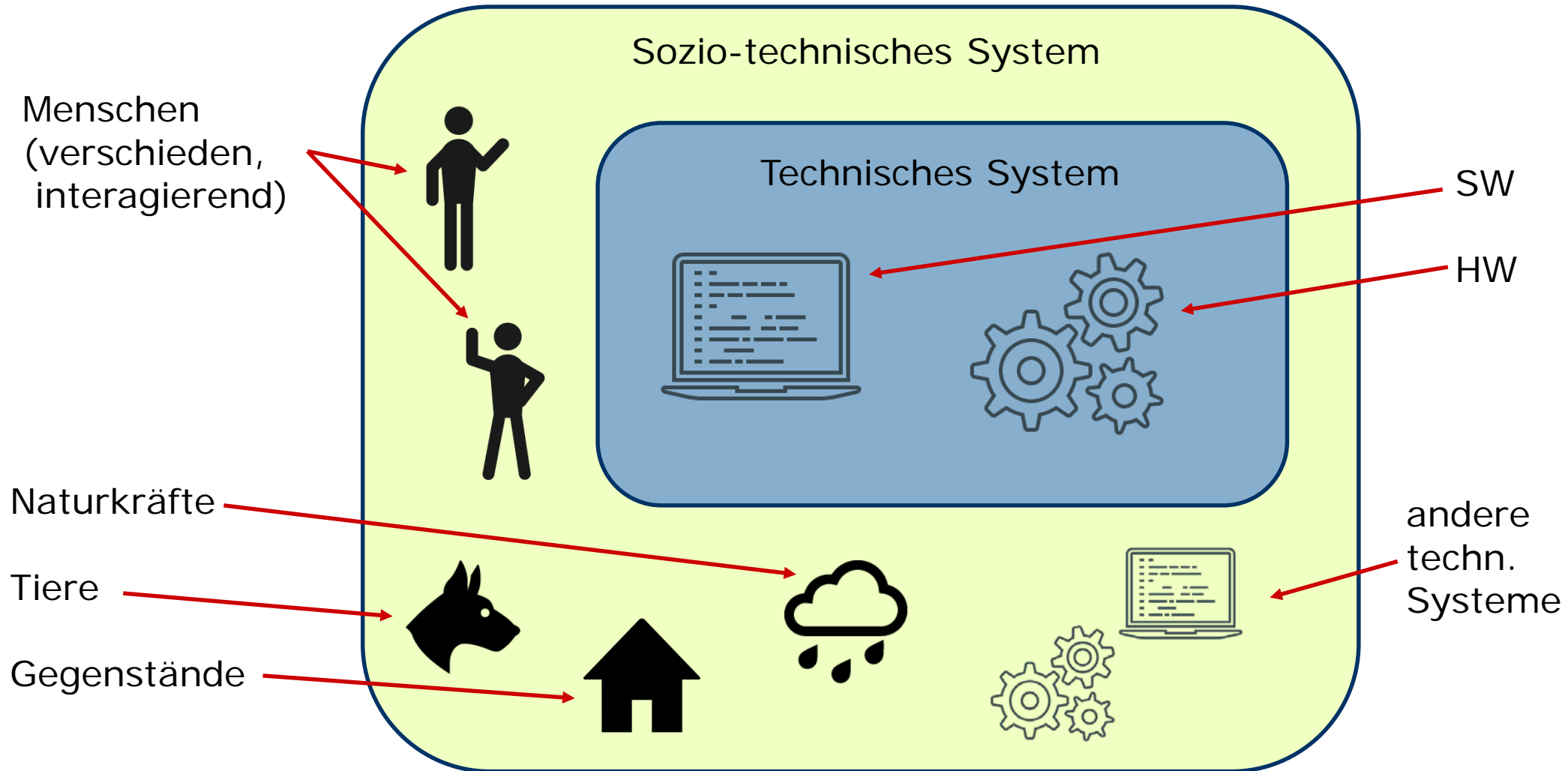
- "System": Ein aus Teilen zusammengesetztes Ganzes
 - meist "komplex" im Wortsinn
 - oft einschließlich der resultierenden Abläufe

- "Emergenz": (lat. "Auftauchen"):

Bildung neuer Eigenschaften durch das Zusammenspiel vorhandener Teile.



Rad



Beispiel (als Beleg für die These): Smartphones

Sozio-technische Effekte von Smartphones:



Hat jemand Zweifel
an der These?



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 emergente Wirkungen verstärken
- Unerwünschte emergente Wirkungen vermeiden

Welche Wirkungen entstehen?

- "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)
 - siehe z.B. in [EWD1058](#)

E.W. Dijkstra



- 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 zusätzlich auch "**Orientierungswissen**":

Wirkungssicht

Technische Sicht

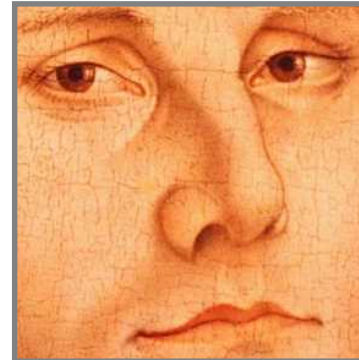
- Wo wollen wir hin? (Ziele)
- Warum machen wir das eigentlich? (Begründungen)
- Wozu führt das? (Wirkungen)
 - anschließend: Finde ich das richtig? (Bewertungen)
- Wie könnte man das ggf. ändern? (Alternativen)

- 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

Das ist die Perspektive dieser Veranstaltung

- Die Auswirkungen sind von den technischen Fragen nicht trennbar, da beide sich intensiv gegenseitig beeinflussen

- Gut 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
- These "**Verwickelung**": *Das verlangt jedoch, dass man die gewünschte Lösung präzise vorab spezifiziert. Dies ist aber nur selten möglich.*
 - *Denn die Wünsche entwickeln sich meist 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**



Beispiel: Facebook Version 1



The screenshot shows the original 'thefacebook' website. At the top left is a pixelated profile picture of Mark Zuckerberg. The header features the text '[thefacebook]' in a large, blue, monospace font, with 'login register about' links below it. On the left side, there is a registration form with fields for 'Email:' and 'Password:', and two buttons labeled 'register' and 'login'. The main content area has a blue header that says 'Welcome to Thefacebook!'. Below this, the text reads: '[Welcome to Thefacebook]', 'Thefacebook is an online directory that connects people through social networks at colleges.', and 'We have opened up Thefacebook for popular consumption at **Harvard University**.' A list of features follows: 'You can use Thefacebook to:' followed by four bullet points: 'Search for people at your school', 'Find out who are in your classes', 'Look up your friends' friends', and 'See a visualization of your social network'. At the bottom of the main content area, it says 'To get started, click below to register. If you have already registered, you can log in.' with 'Register' and 'Login' buttons. The footer contains links for 'about contact faq terms privacy', 'a Mark Zuckerberg production', and 'Thefacebook © 2004'.

- kein "share"!
- kein "like"!



- 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



Daraus ergibt sich Verantwortung:

These "Verantwortlichkeit"



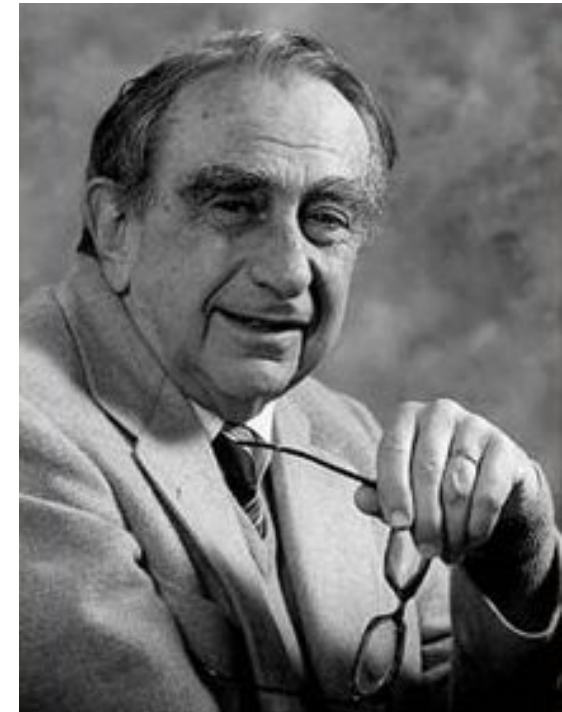
*Es ist ethisch fragwürdig, Informatik als
rein technische Disziplin zu betrachten.*

Idee der Gestaltungswissenschaft: Warum ist das relevant?

- 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 sollte *rein technisch* sein, ohne Auswirkungen zu betrachten
 2. Die Informatiker sind für diese Auswirkungen *mitverantwortlich*
 - Folgerung: Dann muss die Informatik eine *Gestaltungswissenschaft* sein, da anders die einzelnen Informatiker*innen ihrer Verantwortung nicht gerecht werden könnten

Zwei Beispiele für diese Positionen:

- 1908–2003, Kernphysiker (also kein Informatiker)
 - 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**



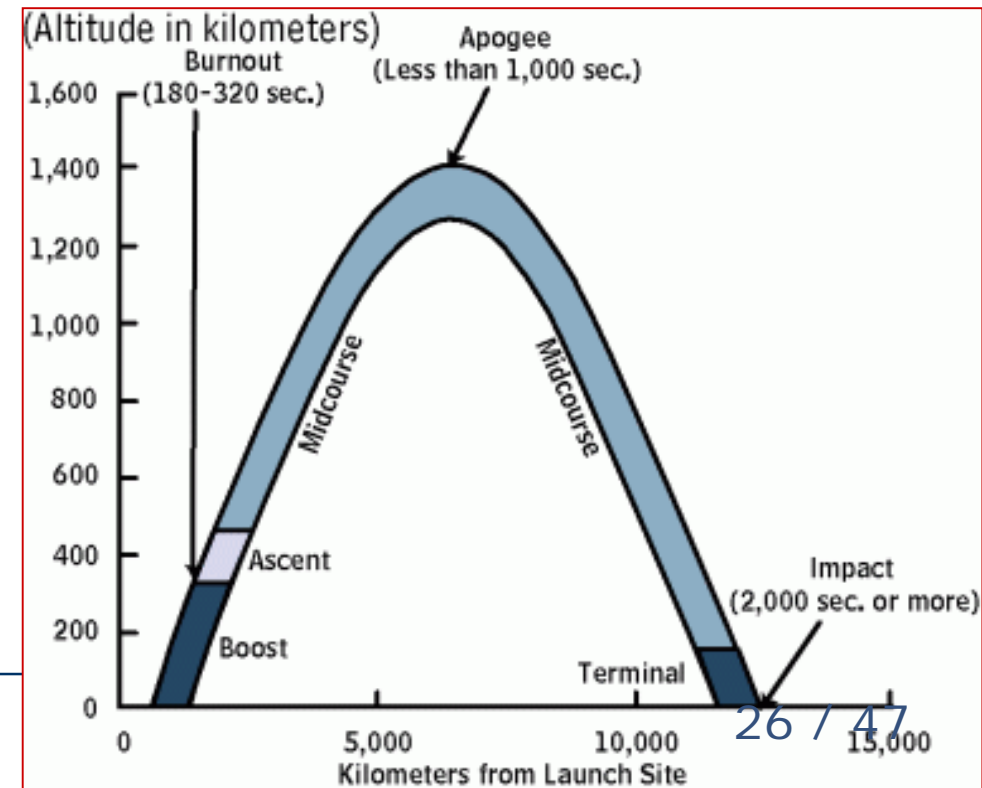
Aussagen und Standpunkte Tellers:

- 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")
- Ziel: Abwehr massiver Interkontinentalraketen-Angriffe
 - In Startphase, Flugphase, Eintrittsphase
 - Bodengestützt, seegestützt, weltraumgestützt
 - Waffensysteme, Sensorsysteme, Steuerungssysteme
 - mit normalen Geschossen, Großhindernissen, Lasern, Röntgenlasern, Nuklearwaffen, Magnetkanonen
- Immense technische, ökonomische und strategische Komplexität



- Software-Ingenieur, Forscher und Praktiker
 - Hauptinteresse: Software-Entwurf
- "Erfinder" des Geheimnisprinzips, des flexiblen Modulentwurfs und des Entwurfs von Programmfamilien
- Berufliche Stationen:
 - Carnegie Inst. 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 L. Parnas: "[*A Life of Indecision*](#)",
ACM Software Engineering Notes , 24(4):47–49, July 1999

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

Ist die These damit gut genug belegt?



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
 - siehe auch [hier](#)



Was bedeutet das konkret?

Zivilcourage/Verantwortung ist relevant

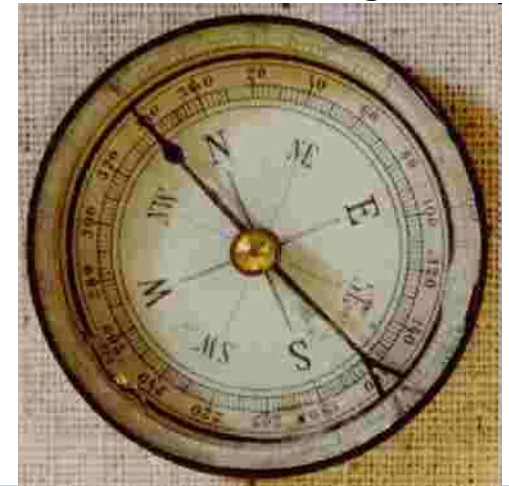
1. z.B. wo [jeweils immer: durch die zu bauende SW] die Sicherheit von Menschen bedroht wird
2. z.B. wo Freiheit eingeschränkt/Unterdrückung erleichtert wird
3. z.B. wo Einkommen und Arbeitsplätze bedroht werden
4. z.B. wo Lebensqualität bedroht wird
5. z.B. wo die Privatsphäre von Menschen verletzt wird
6. z.B. wo vermeidbare Ungerechtigkeit nicht ausgeglichen wird
7. ...
8. u.a.m.

**Also:
Sehr oft!**

- Diese Vorlesung geht davon aus, dass die Informatik eine Gestaltungswissenschaft sein sollte
- Sie vermittelt Orientierungswissen
 - und beleuchtet dazu einige Wirkungen der Informatik
 - und einige der Ansätze, um diese Wirkungen positiv zu gestalten

- Orientierungswissen bedeutet (Teil)Antworten auf die folgenden Fragen:
 - Welche Phänomene treten beim Einsatz von Software auf?
 - Wie kommen Sie zustande? Was halte ich von ihnen?
 - Welche Optionen habe ich, diese Phänomene zu beeinflussen?
 - Und welche Wirkungen sind wiederum von denen zu erwarten?
- **Beachte:** Die Frage, was man für gut/schlecht oder richtig/falsch hält, kann immer vom restlichen Orientierungswissen getrennt werden
 - Trennung zwischen
 - "**Technikfolgenabschätzung**" (mittels Orientierungswissen, z.B. beim [TAB](#)) und
 - "**Technikfolgenbewertung**" (mittels persönlicher oder gesellschaftlicher Wertsetzungen, z.B. im [Bundestag](#))

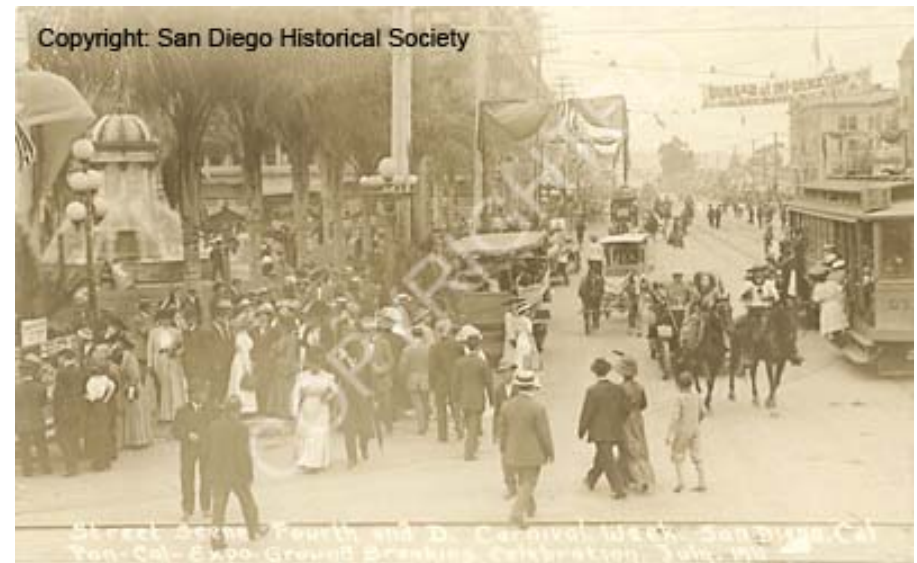
Abschätzung!



- Man könnte denken, die Wirkungen der Informatik seien offensichtlich
 - und ebenso die richtigen Maßnahmen oder Gegenmaßnahmen
- Das ist aber sehr unwahrscheinlich:
 - Viele Effekte sind zu weitreichend, 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 schafft verstärkte Mobilität
 - Autofahren macht Vergnügen



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 ärmerer Stadtbezirke
 - Große Straßen trennen sie plötzlich vom Rest der Stadt ab
 - Mittelklasse flüchtet in Vororte
 - Einkaufszentren Ortskerne veröden



Beispiel aus Deutschland: Nürnberger Hauptbahnhof

ca. 1900



Man spürt fast die Ruhe!

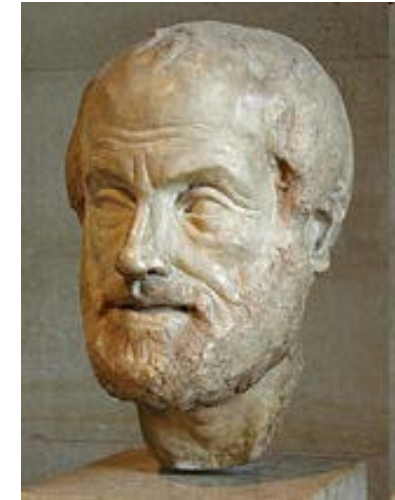
- Sehr viele sind schwer erkennbar, z.B. weil Skaleneffekte
- Erwünschte:
 - Höhere Mobilität *enorme* private u. berufliche Möglichkeiten,
 - wirtschaftlicher Aufschwung *vielfältige* Wohlstandsgewinne
- Unerwünschte:
 - Abgasbelastung (vs. Pferdeäpfel), Stau (vs. langsame Kutschen), volkswirtschaftliche Verletzlichkeit (Ölpreis, Industriesektor), Lärm, Verkehrstote, Klimakatastrophe, Pendeln, Fernbeziehungen, versprengte Familien, Iran-/Saudi-Arabien-/Irak-Problematik, ...
- Und ferner ambivalente:
 - Auto als Hobby
 - Auto als Statussymbol
 - Auto als Identitätsmerkmal

- 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, Psychologie und Stadtentwicklung wären sie aber zumindest als möglich zu erkennen gewesen
- Das gleiche gilt vermutlich heute für das weitere Fortschreiten der Computerisierung:
 - Künstliche Intelligenz?, Autonome Fahrzeuge?, Robotik?, Zukunft manueller Arbeit? Big Data?, Zukunft von Wissensarbeit?, Zukunft der Presse?, Cybercrime?, Zukunft der Kriegführung? Zukunft der Demokratie?, Unterdrückungssoftware?
 - Welche/r Informatiker/in wird mit keinem dieser Aspekte etwas zu tun haben?
 - (Das war bei Automobilingenieuren anders!)

Wir gestalten
alle mit!

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
- Also ist die ganze Technik ein Teil der Moralphilosophie: Gestaltung eines techn. 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/in 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

- 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 evtl. unerwünschte Nebenwirkungen bzw.
 - Vermeiden unerwünschter Wirkungen verlangt nach technisch sehr aufwändigen Lösungen
 - z.B. hoher Programmieraufwand, viele Nachbesserungen nach Benutzbarkeitsprüfungen, etc.

*Es ist ethisch fragwürdig, Informatik als
rein technische Disziplin zu betrachten.*

Denn wir gestalten nun mal;
die Wirkungen sind weit reichend und
gute oft nur mit technischem Verständnis erreichbar



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, wirtschaftliche Aspekte, Erzwingung neuer Tätigkeiten, Komplizierung bisheriger Tätigkeiten, Veränderung gewohnter Abläufe, Verlust von Fähigkeiten, Kontrollzuwachs oder –verlust, neue Versagensrisiken, Veränderung sozialer Interaktionen, Machtverschiebungen, neue Kriminalitätsformen usw. usf.
- Ein gutes Verständnis erlangt nur, wer möglichst viele der Facetten zugleich (zumindest grob) zu betrachten schafft

1. Man kann die Betrachtung der Informatik entweder
 - auf ausschließlich technische Fragestellungen beschränken
 - oder auch die Wirkungen der Systeme mit einbeziehen.
2. Aber Wirkungen treten unausweichlich ein.
Sie können sehr erheblich sein
 - und sind oft nur schwer vorherzusehen.
3. 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 (Verantwortung).
4. Dafür braucht man Orientierungswissen,
 - um die Wirkungen überhaupt verstehen zu können.

Solches Orientierungswissen will diese Vorlesung anschieben

- 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!