Vorlesung "Auswirkungen der Informatik"

Technikgestaltung und Sicherheit

Lutz Prechelt
Freie Universität Berlin

- Begriffsdefinitionen
- Arten von Gefahren/Risiken
  - Technik
  - Menschen
  - Ereignisse/Kopplungen
  - Anforderungsprobleme
- Beispiele
  - von bedrohlich über kurios bis hin zu schrullig
- Methodik für Gestaltung sicherer Systeme
- Probleme dabei

Perspektive

- Bisher haben wir eine sehr breite Sicht auf die Auswirkungen von Informatiksystemen benutzt
  - Viele Arten von Wirkungen waren zugleich von Interesse

- Diese Einheit wird jetzt spezieller:
  - Wir interessieren uns für Bedrohungen der Sicherheit
    - Insbesondere Gefahren für Leib und Leben
    - aber auch schwächere Arten. (z.B. plötzliche Freiheitseinschränkungen)
  - Die Phänomene reichen aber oft weit über Informatiksysteme hinaus,
    - deshalb stammen die Beispiele aus vielerlei Bereichen.

Definitionen Systembetrieb

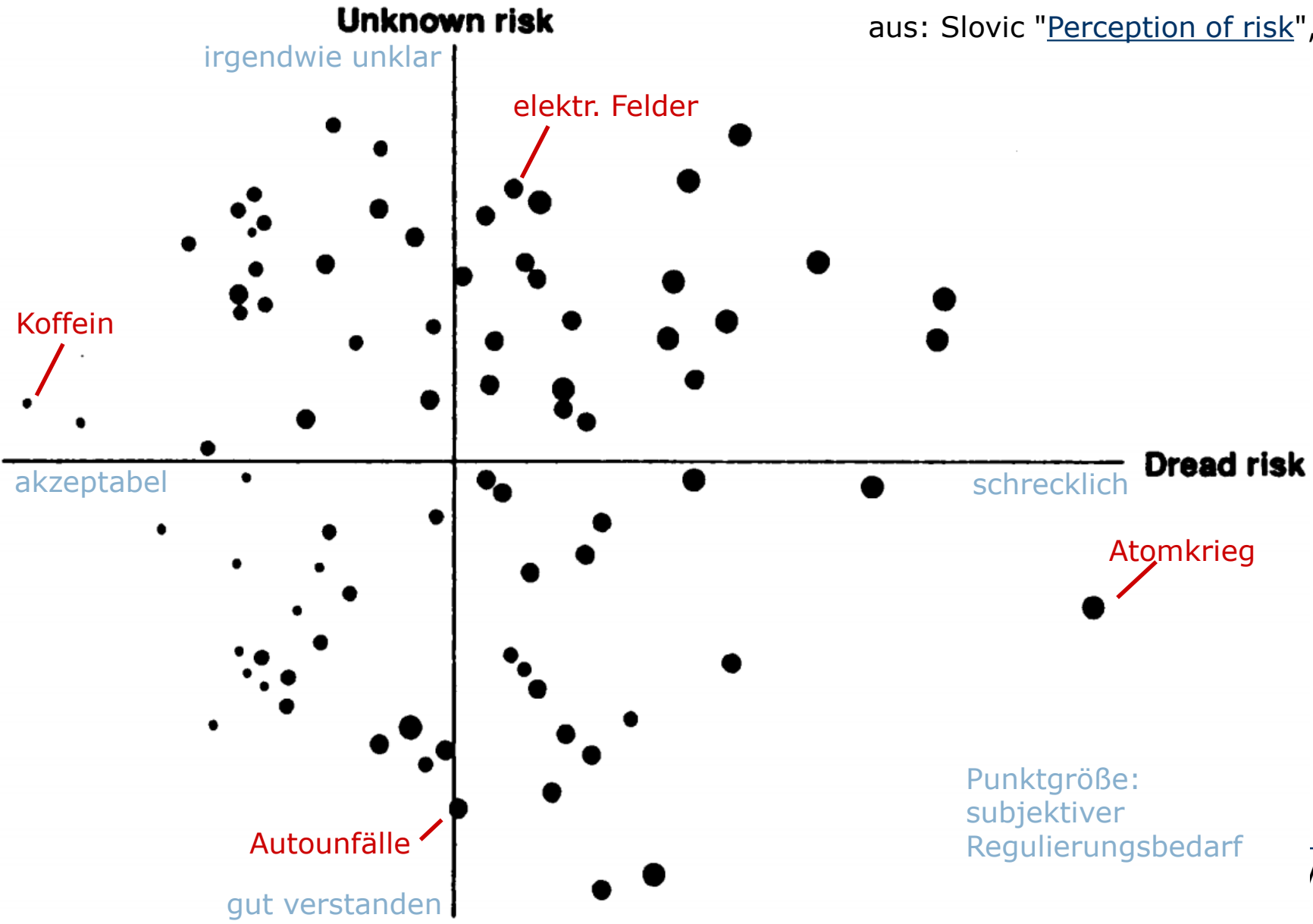
- Sicherheit (*safety*):
  - Zustand des Geschütztseins vor Unfällen
    - d.h. alle Gefahren werden vermieden oder beherrscht
    - oder bestimmte einzelne: "sicher in Bezug auf…"
- Unfall (*accident*):
  - Unerwünschtes, ungeplantes (aber nicht zwingend ganz unerwartetes) Ereignis, das zu einem Schaden führt
    - konkret (nachdem es passiert ist) oder
    - abstrakt (während des Systementwurfs)
- Bedrohung, Gefahr (*threat, hazard*):
  - Eine mögliche Einwirkung auf das System, die zusammen mit anderen zu einem Unfall führen kann

Definitionen Systembetrieb (2)

- Risiko (*risk*):
  - objektiv: Eine im Prinzip quantitative Größe. Produkt aus Eintrittswahrscheinlichkeit eines Unfalls und Schadenshöhe
    - Solche Berechnungen sind aber meist sehr dubios
      - Deshalb Vorsicht mit Quantifizierung!
  - objektiv, schwächer: Die Intensität einer Möglichkeit, wie ein System unerwünschtes Verhalten zeigen kann
    - …was man aber gelegentlich bewusst in Kauf nimmt
    - (meist ist diese Bedeutung gemeint)
  - subjektiv: Gefühlte Stärke einer Bedrohung durch mögliche Unfälle.

Subjektive Wahrnehmung von Risiken

Freie Universität Berlin



aus: Slovic "Perception of risk", **1987**

Punktgröße:
subjektiver
Regulierungsbedarf

Definition "Schutz"

Freie Universität Berlin

und schließlich (siehe spätere Lektion):

- Schutz (*security*):
  - Die Widerstandsfähigkeit eines Systems gegen absichtliche Angriffe. Das System ist sicher (geschützt, *secure*), wenn die Angriffe ohne Unfall überstanden werden
    - Bei Informatiksystemen insbesondere: Informationssicherheit
  - Teilaspekt von Sicherheit

Definitionen Systemkonstruktion

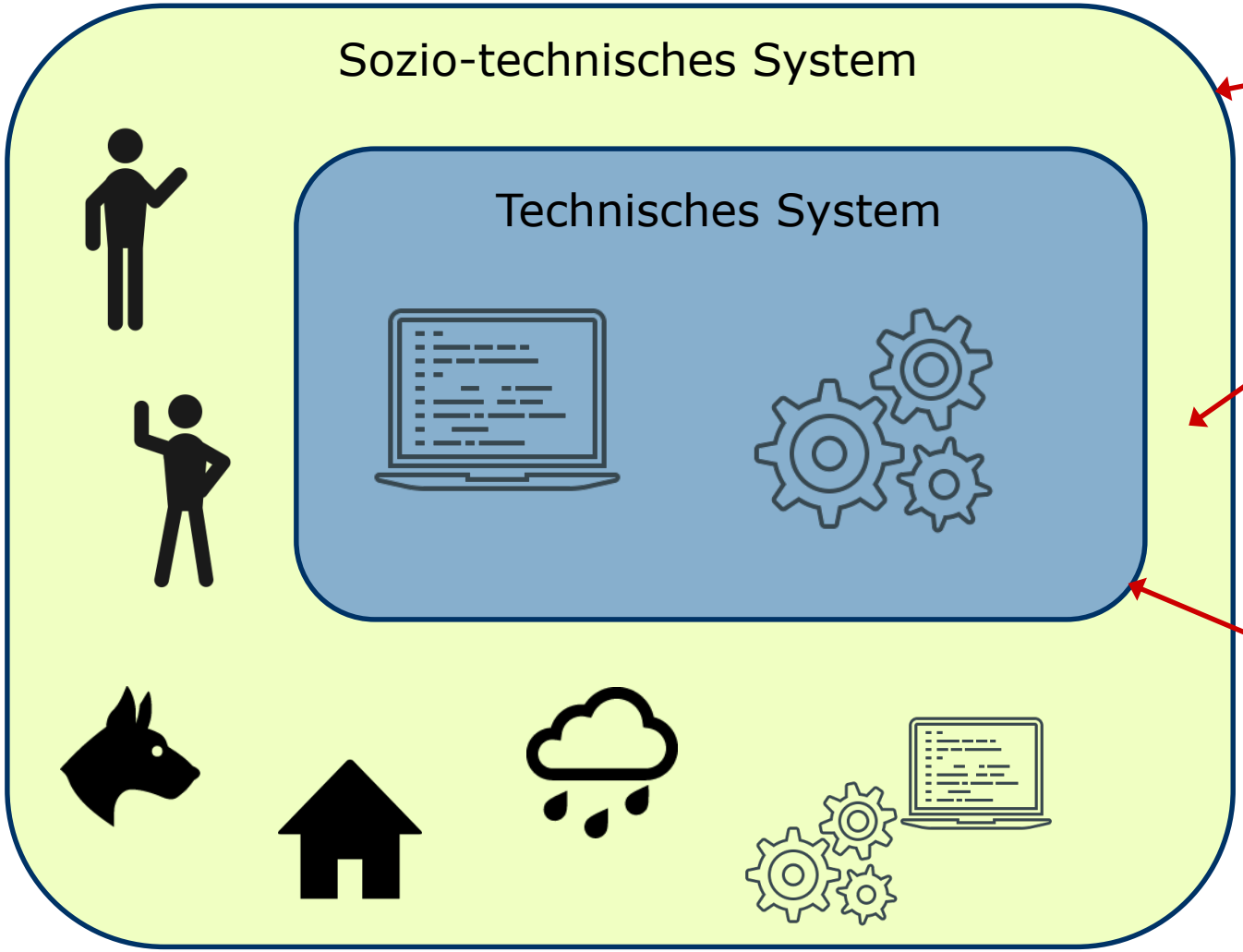
Nachfolgende Konzepte sind auch direkt auf SW anwendbar:

- Versagen (*failure*):
  - Eine untolerierbare Abweichung eines Systems von seiner Spezifikation
    - Kann (direkt oder indirekt) zu Unfall führen, muss es aber nicht
- Zuverlässigkeit (*reliability*):
  - Qualitativ: das Funktionieren eines Systems gemäß der Spezifikation unter allen vorgesehenen(!) Bedingungen
  - Quantitativ: Wahrscheinlichkeit des Nichtversagens
- Robustheit (*robustness*):
  - Grad der Fähigkeit eines Systems, auch unter *unvorhergesehenen* Bedingungen Unfälle auszuschließen

Definitionen Systemkonstruktion (2)

- Fehler (*error*):
  - Ein Ereignis beim Bau eines Systems,
    das zu einem Mangel führt oder führen kann
- Mangel, Defekt (*fault*, *defect*):
  - Eine strukturelle Unzulänglichkeit in einem System,
    die zu Versagen führt oder führen kann
- Defekttoleranz ("Fehlertoleranz", *fault tolerance*):
  - Graduelle Eigenschaft der Konstruktion eines Systems,
    auch im Fall von Defekten oft ohne Versagen davonzukommen.

Definition "Anforderungen"



Anforderungen A ("Benutzeranford."):
Was erreicht werden soll

Domäneneigen-schaften D:
Worauf wir uns verlassen müssen

Spezifikation S ("Systemanford."):
Wie das techn. System sein muss

Unsere Aufgabe:

$D \wedge S \overset{!}{\Rightarrow} A$

Mega-wichtige Folie!

Beispiel für unverstandene Domäneneigenschaft

- 1993: Deutsches Stahlwerk benutzt Computersteuerung für den Abkühlprozess des frischen Stahls und zum Start der Weiterverarbeitung
- Die Programmierer hatten die Zeitmessung auf die Normalzeituhr der PTB abgebildet (amtliche Uhrzeit)
  - Diese Zeit stellt also eine **Domäneneigenschaft** dar
- Umschaltung auf Sommerzeit verkürzte die Kühlzeit um 1 Stunde
- Riesige Sachschäden am Stahlwerk

- Fehler bei Domäneneigenschaft:
  - Uhrzeitunterschied ist nicht das Gleiche wie die abgelaufene Zeit

Arten von Risiken

Es gibt viele Arten, **Risiken** zu **klassifizieren**:

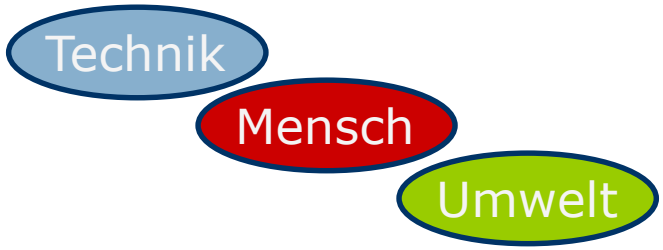
- Nach Art der Abweichung:
  - Ein System zeigt eine erwünschte u. erwartete Eigenschaft nicht
  - Ein System zeigt eine unerwünschte Eigenschaft
- Nach Wahrscheinlichkeit/Häufigkeit des Eintretens:
  - z.B.: sehr gering, gering, erheblich
- Nach Höhe des Schadens:
  - z.B.: vernachlässigbar, gering, erheblich, hoch, untragbar
- Nach Art der Ursachen:
  - menschliches Versagen, technisches Versagen, beides
  - eine Ursache, mehrere Ursachen
- und andere

Was wir jetzt tun werden

- Wir betrachten jetzt diverse wichtige Phänomene im Umfeld von Risiken
  - weitaus nicht alle
- jeweils im Format:
  - These
  - Beispiel(e)
  - Thesen-Fazit

Es kommen also lauter kurze Untereinheiten

- Relevante Aspekte:
  - Technische Faktoren
  - Menschliche Faktoren
  - Äußere Faktoren
  - Fundamentale Fragen



Betroffene Anwendungsdomänen

- Sicherheit ist fast überall relevant, jedoch unterschiedlich stark.
- Wo viel auf dem Spiel steht, z.B.
  - Finanzwesen: viel Geld
  - Verkehrswesen, Medizin: Menschenleben

  wird besonders viel in Sicherheit investiert.
- Insbesondere: Vorkehrungen gegen jede einzelne bekannte Gefahr

Toleranz

- Trotzdem sind auch dort Unfälle nicht komplett zu vermeiden
  - und wir werden ein paar der Mechanismen dafür sehen.

Toleranz

- Nicht selten spielen unvollständig verstandene Anforderungen oder Domäneneigenschaften eine wichtige Rolle

Anfordgn

Thesen (1): Technische Faktoren

- These "Softwaredefekte":
  Auch sorgfältig gebaute Software enthält meist Defekte, die u.U. Unfälle verursachen können.

Technik

Softwaredefekte: Kontoüberziehung Bank of New York

Technik

- In der Buchungssoftware lief ein Zähler über
  - Dadurch **konnte** die Bank einlaufende ***Gutschriften* nicht verbuchen**
  - Die Federal Reserve Bank buchte hingegen die Belastungen von Zahlungsausgängen normal weiter
- Es entstand ein Soll von 32 Milliarden Dollar
- Die BoNY musste sich für einen Tag 24 Milliarden Dollar leihen
  - Die Zinskosten dafür betrugen 5 Millionen Dollar

The BANK of NEW YORK

Thesen (2): Technische Faktoren

- These "Hardwareversagen":
  Auch hochwertige Hardware geht gelegentlich kaputt oder versagt im Einzelfall.

Technik

Hardware geht kaputt: Geldautomaten-Versagen 1993

- Am 13. März 1993 versagten ca. 5000 Geldautomaten in allen Gegenden der USA
- Grund: Das **Dach** des zuständigen Rechenzentrums war eingestürzt
  - Grund: zu hohe **Schneelast** auf dem Dach
- Das Ersatz-Rechenzentrum war nicht verfügbar, weil es wegen des Terroristenangriffs auf das World Trade Center (einen Monat zuvor) bereits belegt war.

Technik ?

Umwelt

Toleranz

Hardware versagt: Telefonausfall New York 1991

- **Notstromgenerator** für eine Vermittlungsstelle sprang nicht an

Technik

- System lief 6 Stunden lang auf Notbatterie, bis diese leer war

Toleranz

- Resultat:
  - ca. 5 Mio. ausgefallene Telefongespräche,
  - 4 Stunden Ausfall aller drei New Yorker Flughäfen

(Das Beispiel kehrt noch mal wieder.)

Thesen (3): Fundamentale Fragen

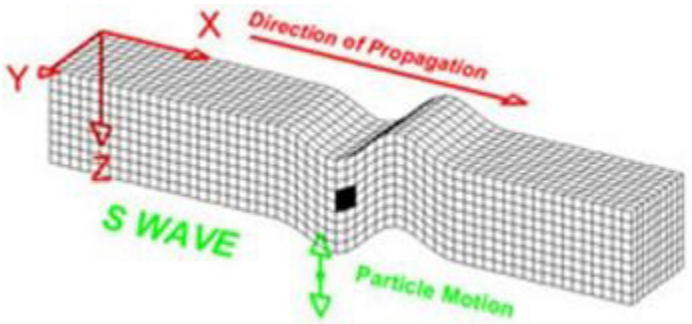
- These "Simulationsethik":
  Wenn die Sicherheit einer Systemkonstruktion nicht per Versuch überprüft werden kann, muss man sich auf eine Simulation verlassen.

Technik

Softwaredefekte: Erdbeben-Simulation 1979

- In einem Programm zur Simulation der Wirkung von Erdbeben auf Gebäude wurde ein kleiner Fehler entdeckt:
  - An einer Stelle hätte man $\text{sum}_k(|x_k|)$ berechnen müssen, es wurde aber $\text{sum}_k(x_k)$ berechnet
  - Wurde nur entdeckt, weil ähnliche Läufe unerklärlich unterschiedliche Resultate ergaben

Technik



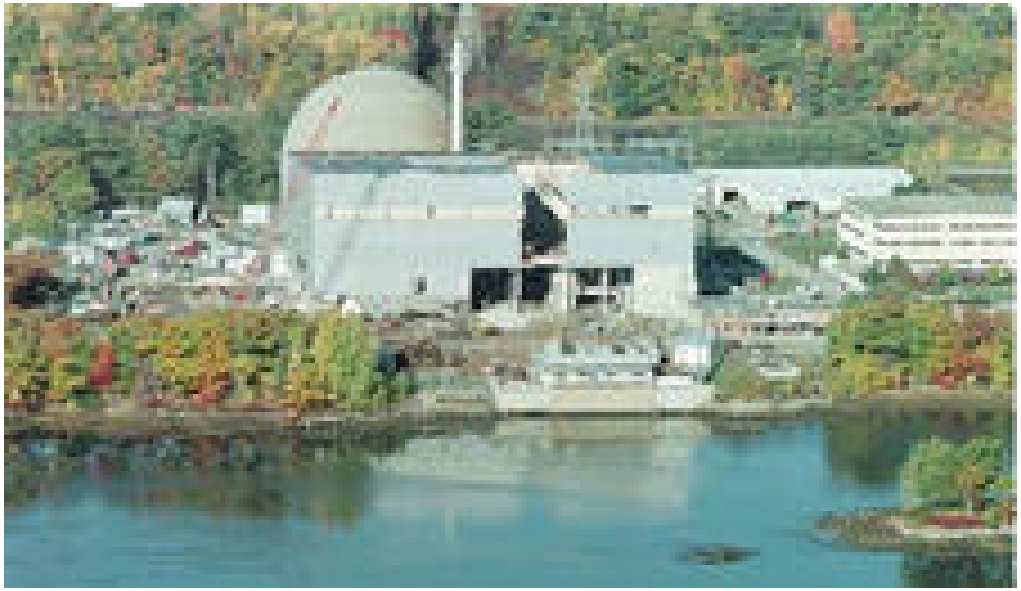
- Das Programm war verwendet worden, um die Erdbebenfestigkeit von Reaktorgebäuden für Kernkraftwerke sicherzustellen
  - Laut Gesetzgebung müssen diese den stärksten je in der Region erlebten Beben stand halten

- 5 Kernkraftwerke wurden deshalb dauerhaft abgeschaltet:
  - in Maine, New York, Pennsylvania, Virginia, Virginia

Toleranz

Softwaredefekte: Erdbeben-Simulation 1979 (2)

- Interessante Technikfolgenbewertungs-Frage hier:
  - Darf und will man sich für kritische Entscheidungen auf eine Simulation verlassen, die man nicht experimentell überprüfen kann?



Toleranz

Thesen (3): Fundamentale Fragen

- These "Simulationsethik":
  Wenn die Sicherheit einer Systemkonstruktion nicht per Versuch überprüft werden kann, muss man sich auf eine Simulation verlassen.

Thesen (4): Menschen machen Fehler

- These "Menschliches Versagen":
  Menschen machen Fehler, insbesondere bei Müdigkeit und unter Stress.
  Es ist schwierig, Systeme dagegen voll abzusichern.

Mensch

Menschen sind fehlbar: Frontaler Zugcrash Berlin 1993

- Während Bauarbeiten zur Elektrifizierung der Strecke war Wochentags nur einspuriger Betrieb bei Wannsee

- Am Karfreitag konnten beide Spuren benutzt werden
  - Der **Fahrdienstleiter** stellte den Schalter jedoch versehentlich trotzdem auf "einspurig" ein — Mensch
  - Der Computer setzte korrekt ein Signal auf "Halt"
  - Der **Fahrdienstleiter** hielt dies für ein Versagen. Er stellte das Zusatzsignal (extra für Bauarbeiten!) auf "Weiterfahren", weil ein Zug durch sollte — Mensch
  - Er übersah einen entgegenkommenden, nicht fahrplanmäßigen Zug — Mensch
  - Er fragte nirgends wegen des "Versagens" zurück — Mensch

- Aber: Es gab "nur" 3 Tote und 20 Verletzte
  - Denn beide Züge fuhren (wegen einspurig) nur Tempo 30 — Toleranz

http://catless.ncl.ac.uk/Risks/14.50.html

Menschen sind fehlbar: Beinahe-Unfall Space Shuttle 1986

- Übermüdete **Techniker** interpretierten die Anzeige eines Ventilversagens falsch
- Sie ließen deshalb eine Sauerstoffleitung offen
  - Dadurch flossen 5 Minuten vor dem Start 68.000 Liter flüssiger Sauerstoff aus dem externen Tank ab

Mensch

- Im Startfall hätte das Shuttle seine Umlaufbahn nicht erreichen können
- Aber: Der Countdown wurde bei -31 sec abgebrochen, nachdem ein Temperaturfühler durch den Abfluss unerlaubt niedrige Werte angezeigt hatte

Toleranz

Thesen (4): Menschen machen Fehler

- These "Menschliches Versagen":
  Menschen machen Fehler, insbesondere bei Müdigkeit und unter Stress.
  Es ist schwierig, Systeme dagegen voll abzusichern.

Mensch

Thesen (5): Mangel an Vorsicht

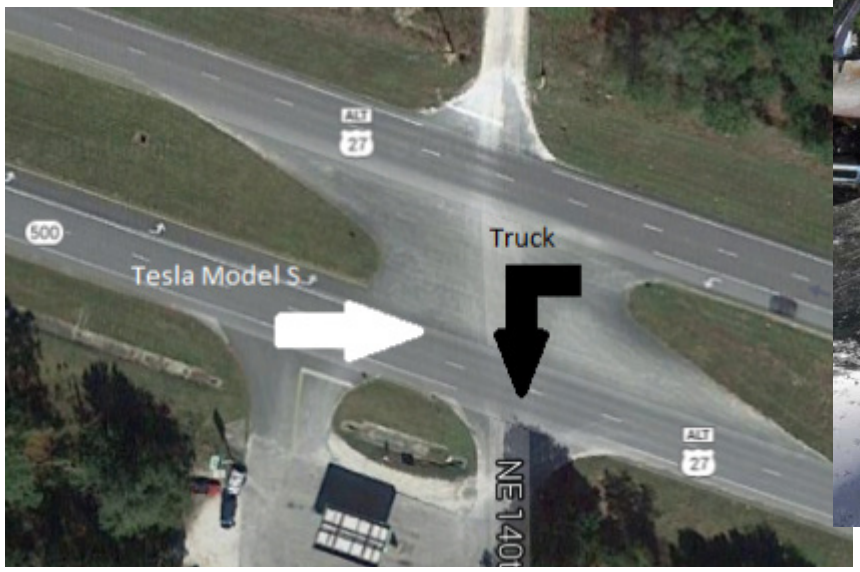
- These "Leichtsinn":
  Menschen sind manchmal unvorsichtig, insbesondere wenn sie sich sicher fühlen. Dadurch kann eine bessere technische Absicherung zu schlechterer Sicherheit führen.

Mensch

Menschen sind unvorsichtig: Crash mit Tesla S Autopilot

Freie Universität Berlin

- Okt. 2014: Tesla S erhält Lenk-/Bremsassistenten "Autopilot"
  - Hält Spur und Abstand per Kamera+Radar
  - Tesla: "Fahrer muss reaktionsbereit bleiben"
- Mai 2016: Ein Fahrer guckt statt dessen Harry Potter
  - der Wagen übersieht bei Tempo 119 einen quer kommenden hellen Laster. Fahrer tot. Keine Systemfehler wurden gefunden.



Toleranz

Anfordgn

?

Mensch

Quellen: 1, 2, 3, 4

Menschen sind unvorsichtig: Osprey-Schwenkrotor-Flugzeug

- Die Konstruktion enthält eine computerunterstützte Steuerung
- Diese benutzt z.B. Rollraten-Sensoren
- Zur Ausfallsicherheit gibt es diese Sensoren dreifach

- Ein Prototyp stürzte ab, weil 2 der 3 Sensoren verpolt angeschlossen waren
  - Bei 2 weiteren Prototypen entdeckte man daraufhin je 1 verpolten Sensor
    - Quelle
  - Arglosigkeit der **Entwerfer** (k. Warnung)
  - Schlamperei der **Monteure**

Toleranz

Mensch

Anfordgn

Mensch

Thesen (5): Mangel an Vorsicht

- These "Leichtsinn":
  Menschen sind manchmal unvorsichtig, insbesondere wenn sie sich sicher fühlen. Dadurch kann eine bessere technische Absicherung zu schlechterer Sicherheit führen.

Mensch

Thesen (6): Sozio-Technik-Ignoranz

- These "Gestalter-Ignoranz":
  Technikgestalter_innen sind evtl. ignorant gegenüber erwartbaren sozio-technischen Effekten, die die Sicherheit beeinträchtigen.

(Von Ignoranz handelt ca. der halbe Kurs)

Menschen sind oftmals ignorant: U-Bahn ohne Fahrer 1993

- Eine U-Bahn-Tür klemmte und schloss nicht richtig.
- Der **Fahrer** stieg aus, um das zu beheben.
- Sobald die Tür schloss, fuhr der Zug los – ohne den Fahrer

- Der **Fahrer** hatte den Knopf zum Losfahren mit Klebeband in "gedrückt"-Stellung festgeklebt

Mensch

  - Bahn stoppte automatisch und fuhr automatisch los, sobald (aber erst wenn) die Türen wieder geschlossen waren
  - Fahrer hatte die Betriebsvorschrift verletzt, niemals die Führerkabine eines solchen Zugs zu verlassen

Mensch

Toleranz

  - und nicht an die Konsequenzen gedacht

- **Entwerfer** hatte die Faulheit des Fahrers vorherzusehen versäumt

Anfordgn

Thesen (7): Wahrscheinlich vs. sicher

- These "Unwahrscheinlichkeit":
  Auch unwahrscheinliche Ereignisse treten gelegentlich ein.
  Oft werden solche Wahrscheinlichkeiten erheblich unterschätzt.

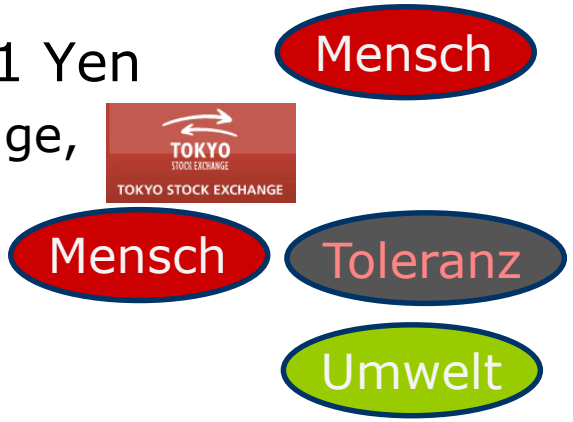
Umwelt

Unwahrscheinliche Ereignisse: Telefonausfall New York 1991

- **Notstromgenerator** für eine Vermittlungsstelle sprang nicht an — Technik
- System lief 6 Stunden lang auf Notbatterie, bis diese leer war — Toleranz
- Die vorgesehenen Signale, um Personal zu Hilfe zu holen, sprangen nicht an — Toleranz
  - weil sie außer Betrieb genommen worden waren:
  - sie hatten zuvor mehrfach wegen Bauarbeiten falschen Alarm gegeben — Umwelt
- Hätten auch nicht zwingend geholfen, denn *beide* zuständigen Notfallbearbeiter waren abwesend — Umwelt, Toleranz
  - (Zum Lachen: sie besuchten einen Kurs über Stromversorgungs-Notfälle)
- Resultat:
  - ca. 5 Mio. ausgefallene Telefongespräche,
  - 4 Stunden Ausfall aller drei New Yorker Flughäfen

Unwahrscheinliche Ereignisse: Kleine Eingabepanne wird groß

- Mitarbeiter von Mizuho Securities wollte verkaufen 1 Aktie von J-Com für 610.000 Yen (~6.000 USD)
- Er vertauschte zwei Felder und gab ein: verkaufe 610.000 Aktien von J-Com für je 1 Yen
  - Transaktionssystem der Tokyo Stock Exchange, 8. Dezember 2005, 9:27 Uhr
  - Warnung *"Beyond price limit"* ignoriert
- 9:29-9:35 Uhr: Der **Auftrag lässt sich nicht löschen**
  - Subtiler Fehler im Ordersystem; *seit 5 Jahren unentdeckt!*
- ab 9:35 Uhr: Mizuho kauft von sich selber die Aktien zurück
  - Es gab vom J-Com überhaupt nur 14.500 Aktien
  - Mizuho konnte 510.000 zurückkaufen, 100.000 nicht
    - zahlte dafür bis zu je 912.000 Yen
- Gesamtverlust: ~40 Milliarden Yen (~400 Mio. US-Dollar)



Thesen (7): Wahrscheinlich vs. sicher

- These "Unwahrscheinlichkeit":
  Auch unwahrscheinliche Ereignisse treten gelegentlich ein.
  Oft werden solche Wahrscheinlichkeiten erheblich unterschätzt.

Umwelt

Thesen (8): Ereigniskopplungen

- These "Verblüffende Kopplung":
  Immer wieder stellen sich vermeintlich unabhängige (unwahrscheinliche unerwünschte) Ereignisse im falschen Moment als stark gekoppelt heraus.

Gekoppelte Ereignisse: ARPAnet-Versagen 1986

- Das ARPAnet (direkter Vorläufer des Internet, ab 1969) war stets für Fehlertoleranz entworfen
- Deshalb war z.B. die Region Neuengland an den Rest des ARPAnet nicht nur über 1 Leitung, sondern über **7 getrennte Leitungen** angebunden

- Alle diese 7 Leitungen wurden am 12.12.1986 gleichzeitig bei Baggerarbeiten durchtrennt
- Denn sie liefen inzwischen **alle über das selbe Glasfaserkabel**
  - Quelle: SEN 12(1):17, 1987

Umwelt

Ende der Thesen und Beispiele

- *Im Prinzip* ist die Rolle von Computern und Informatik bei Sicherheitsproblemen keine besondere

- Aber Computer haben die Entwicklung höchst komplizierter und riskanter Systeme *extrem verstärkt*:
  - Größere solche Systeme als je zuvor
  - Stärkere Wechselwirkungen zwischen ihnen
  - Mehr und schnellere Veränderungen an ihnen
  - Manchmal ein naives Vertrauen in ihre Verlässlichkeit

Was man aus den Beispielen lernen kann

1. Vollständigkeit von Anforderungen ist kritisch
2. Menschliches Versagen ist allgegenwärtig
   - auch da, wo man es nicht dulden will
3. Technisches Versagen ist häufiger als uns lieb ist
   - und kann auch indirekt von Mensch, Tier oder Natur verursacht sein
4. Für schwere Unfälle gibt es meist mehr als eine Ursache
5. Wir lassen uns von Vorsichtsmaßnahmen gern einlullen
6. Je komplexer ein System wird, desto mehr Risiken hat es
   - leider steigern Gegenmaßnahmen gegen Risiken oft die Komplexität noch weiter…
   - Klarheit und Einfachheit sind hohe, aber schwierige Ziele

Methoden zum Entwurf sicherer Systeme

Hierarchische Sicht von Unfällen

Zum Verstehen eines Unfalls sollte man drei Ebenen unterscheiden:

1. Mechanismen:
   - konkreter Hergang beim Unfall. Rein beschreibend.
2. Bedingungen:
   - Zustand des Systems und seiner Umgebung bei Beginn des Unfalls. (Zum Verstehen des Hergangs.)
3. Urgründe (*root causes*):
   - Allgemeine Bedingungen im Umfeld des Systems, die zu den konkreten Bedingungen bei Unfallbeginn geführt haben. (Zum Vermeiden ähnlicher Unfälle in der Zukunft.)

Urgrund-Analyse wird leider selten gemacht, weil Sie fast immer einige Beteiligte beschämt.

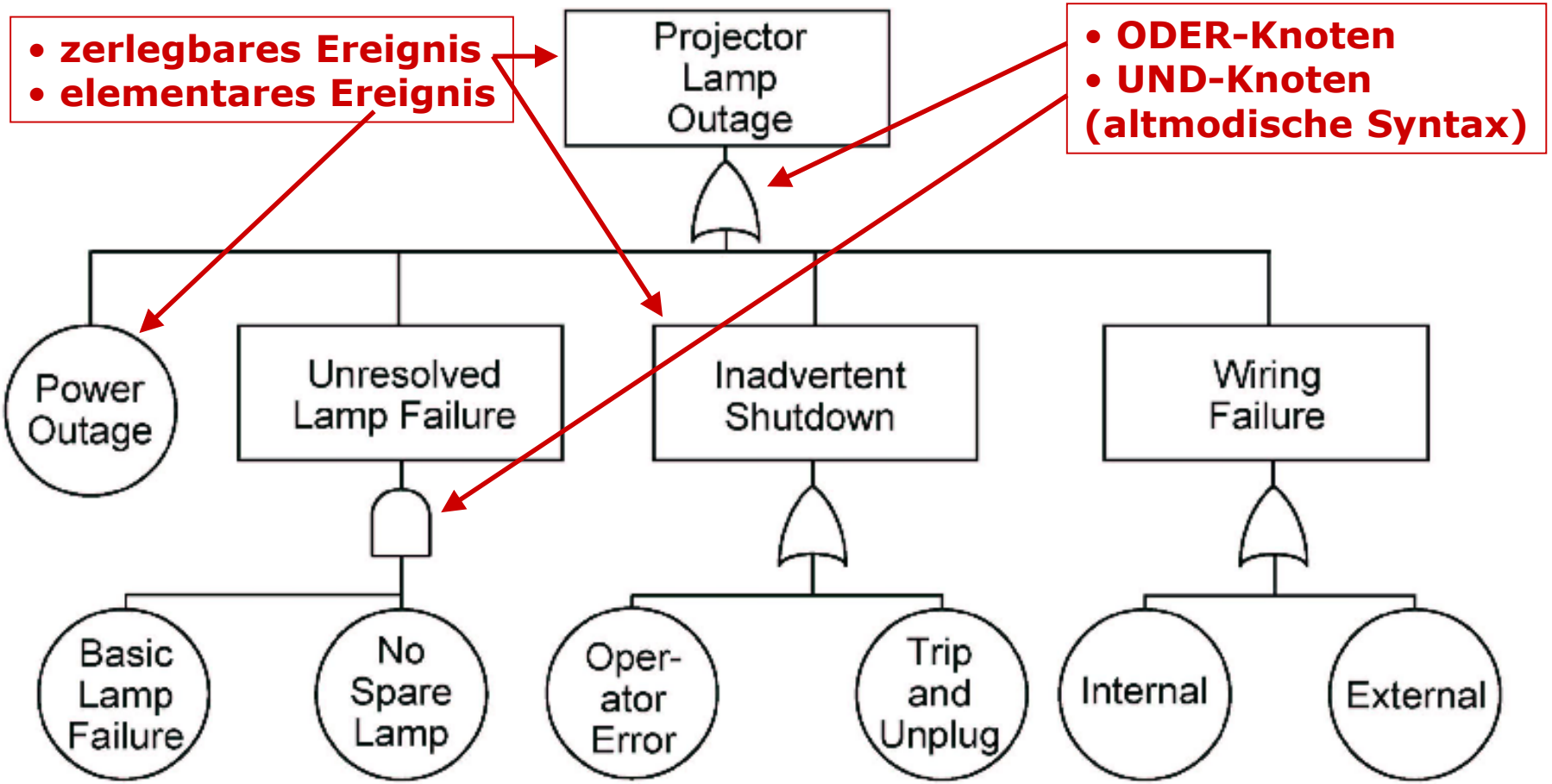
Vorgehen zum Bau risikoarmer Systeme

Freie Universität Berlin

1. Gefahrenbestimmung und -analyse
   - Welche Gefahren gibt es?
2. Risikoanalyse
   - Zu jeder Gefahr: Wie hoch ist das Risiko? Kann man es ganz umgehen? Lohnen sich Vorbeugung oder Abwehr?
3. Entwurf
   - Gegenmaßnahmen erfinden und umsetzen. Vorrangfolge beachten (siehe unten).
4. Entwurfssicherheitsprüfung
   - Ähnelt Gefahrenbestimmung, aber viel konkreter. Nötigenfalls Entwurf nachbessern und Prüfung wiederholen.
5. Bau
6. Abnahmesicherheitsprüfung
   - Noch konkreter. Bau bewirkt stets Entwurfsänderungen.

Gefahrenanalyse: Fehlerbaumanalyse

- Idee: Gefahrereignisse so lange hierarchisch in Bedingungen zerlegen, bis Gefahr verstanden ist



Vorgehen: Grundregeln

- Baue Sicherheit von vornherein ein
  - Mehr dazu nächste Stunde
- Betrachte das System als Ganzes, nicht seine Teile
  - Sicherheit ist eine Eigenschaft des Systems, nicht der Teile
  - Selbst wenn alle Teile versagensfrei sind, kann das System vielfältig unsicher sein
- Verlasse Dich nicht allein auf Erfahrungen und Standards
  - Jedes System ist anders. Analysiere es!
- Verwende qualitative statt quantitative Methoden
  - Zahlen führen leicht in die Irre (falsche Prioritäten)
- Gestehe ein, dass Abwägungen nötig sind und Konflikte auftreten; perfekte Sicherheit gibt es nicht

Vorgehen: Grundregeln (2)

Beachte die Vorrangfolge beim Umgang mit Gefahren:

- ***Bsp:*** *Datenqualität: Gefahren durch Fehler in Datenbeständen*

1. Gefahr eliminieren ("intrinsische Sicherheit")
   - Bsp: eine Information, die nicht gespeichert wurde, kann auch nicht falsch sein
2. Gefahr reduzieren
   - Bsp: falsche Dateneingabe durch Plausibilitätsprüfungen unwahrscheinlicher machen
3. Gefahr beherrschen (passiv, aktiv)
   - passiv: Bsp: Schadenersatz vertraglich ausschließen
   - aktiv: Bsp: Datenqualität regelmäßig überwachen, Korrekturen
4. Schaden verringern
   - Bsp: Schadenersatzhöhe begrenzen,
     potentiell falsche Daten nur für mäßig wichtige Zwecke verwenden

Risiken der Risikoanalyse

Es gibt nur drei Möglichkeiten, alle sind problematisch:

1. Risiken werden unterschätzt
   - Vermeidbare Schäden beim Systembetrieb treten ein
     - Die klassische Niederlage

2. Risiken werden überschätzt
   - Vermeidbare Kosten beim Systembau treten ein
     - Eine teilweise Niederlage

3. Risiken werden richtig eingeschätzt
   - Gerade weil nun Unfälle vermieden werden,
     kann der Wert der Risikoanalyse nicht bewiesen werden
   - Das kann die *nächste* Risikoanalyse beeinträchtigen
     - Ggf. eine indirekte Niederlage

Probleme beim Entwurf sicherer Systeme

Freie Universität Berlin

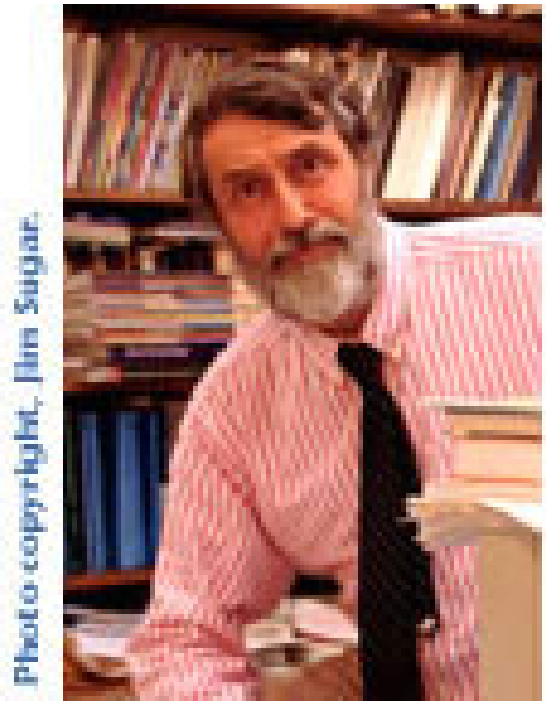
- Sicherheit kostet zusätzliches Geld
  - "Amortisation" ist unklar
- Risikobetrachtungen haben negativen "Geruch"
  - sind deshalb schwer zu vermitteln
- Sicherheitsmaßnahmen sind nicht sexy
  - Nicht so imponierend wie Funktionalität.
    Schwer zu verkaufen.
- Oft wird das Vorhandensein guter Sicherheitsmaßnahmen mit vollständiger Sicherheit gleichgesetzt
  - "Titanic-Effekt"
- Oder es herrscht die Haltung
  "Man bekommt es sowieso nicht sicher hin" (binäres Denken)

Quellen

Quellen für die Beispiele ohne Quellenangabe:

- Peter G. Neumann: *Computer-related Risks*, Addison-Wesley 1995
  - ist ein "best of" der SEN RISKS-Meldungen
- ACM Sigsoft Software Engineering Notes (SEN)
  - enthält ein "best of" des RISKS Forums
  - http://www.acm.org
    - Volltext verfügbar aus dem FU-Netz
- The RISKS Forum
  - http://www.risks.org

Peter G. Neumann



Zusammenfassung

- Informatiksysteme bergen vielfältige Risiken
  - nicht unbedingt gleich für Leib und Leben
- Die Risiken entstammen vielen verschiedenen Quellen
  - die meisten davon sind nicht technischer Natur
- Risiken lassen sich nur beherrschen, wenn das System im Ganzen betrachtet wird
  - und nicht nur die Software oder nur das technische System

- Unfälle entstehen vor allem durch das Zusammenwirken mehrerer Gefahren
  - Ihre Vermeidung verlangt also entsprechend vernetztes Denken beim Systementwurf
  - Zwei solche Fälle (samt ihrer Prozessdimension) werden wir ausführlicher in der nächsten Stunde betrachten

Danke!

Es folgen noch einige Bonusfolien

Vorgehen: Gefahrenbestimmung

- Nutze historische Daten
  - Sicherheitserfahrungen, Problem- und Unfallberichte
- Nutze öffentliche Checklisten, Standards, Vorgehensbeschreibungen
- Für physische Gefahren: Untersuche Energiequellen, Energieflüsse, gefährliche Materialien
- Untersuche die Mensch-Maschine-Schnittstelle
  - Ist sie verständlich? Für jeden? Ist sie robust?
- Untersuche den Prozess des Systembaus (insbes. SW)
  - Solide Ingenieurpraktiken?
- Untersuche alle normalen/besonderen Betriebszustände
  - insbes. Übergänge (Start, Stopp, Zusammenbruch, Reparatur, etc.)

Vorgehen: Gefahrenbestimmung (2)

- Untersuche denkbare ungewöhnliche Umstände des Betriebs
  - Umwelteinflüsse (Wetter, Tiere, Erdbeben, …)
  - Infrastrukturversagen: Strom, Kühlung, …
  - Hardwareversagen (endgültig, vorübergehend)
  - Missbenutzung: Fehlinstallation, Fehlbedienung, Gebrauch zu anderem Zweck, Missachtung von Meldungen, vorsätzlicher Missbrauch

- Beachte die langfristige Perspektive
  - Änderungen am System; Änderungen am technischen, organisatorischen oder sozialen Umfeld
- Gehe schrittweise durch Gesamtprozess des Systems
  - Was kann schief gehen? Wie kann man es vermeiden?
  - Was ist zu tun, wenn der schlimmste Fall eintritt?

Mythen über Software und Sicherheit

Relevant bei Ersatz elektromechan. Sicherheitsmechanismen durch SW-Mechanismen:

- Mythos: *"Computer sind billiger als analoge oder elektromechanische Sicherheitssysteme"*
  - Stimmt nur bei hohen Stückzahlen, weil die Entwicklung sicherer SW sehr teuer ist
- Mythos: *"Software ist leicht zu ändern"*
  - Aber sehr schwer korrekt zu ändern
- Mythos: *"Computer sind zuverlässiger als analoge oder elektromechanische Systeme"*
  - Hardwareseitig ja, aber es kommen häufig Softwaredefekte hinzu, die die Sicherheit beeinträchtigen
    - z.B. Space Shuttle: Höchste denkbare Qualitätsansprüche bei der Entwicklung. Extrem konservativer Ansatz.
      1980–95 wurden dennoch 16 gefährliche Defekte aufgedeckt.

Mythen über Software und Sicherheit (2)

- Mythos: *"Erhöhung der SW-Zuverlässigkeit steigert die Sicherheit"*
  - Stimmt oft, aber nicht immer, weil viele Sicherheitsprobleme in Anforderungen oder Entwurf begründet sind und nicht von mangelnder Korrektheit herrühren
  - Stimmt tendenziell nicht, weil ein Bewusstsein hoher SW-Zuverlässigkeit die Vorsicht untergraben kann

- Mythos: *"SW-Wiederverwendung steigert die Sicherheit"*
  - kann stimmen wegen höherer Zuverlässigkeit (siehe oben)
  - kann aber auch falsch sein: Ein sicherheitskritisches System wird so entworfen, dass die Sicherheitsargumente möglichst einleuchtend werden.
    Das ist bei Wiederverwendung oft nicht mehr möglich.

Regeln für gutes Ingenieurverhalten

- Risiken müssen ernst genommen werden
  - Wo keine ausdrücklichen gesetzlichen Vorschriften bestehen (und selbst dort), ist das leider oft nicht der Fall
- Stillschweigende Annahmen müssen sichtbar gemacht werden
  - damit sie überprüft werden können
  - und dann müssen sie überprüft werden!
- Sorgfältige Implementierung ist unverzichtbar
  - denn selbst gute Fehlertoleranzmaßnahmen sind begrenzt
- Ganzheitliches Denken ist unverzichtbar
  - Nicht nur die SW, sondern das ganze System betrachten
  - Nicht nur das System, sondern auch sein Umfeld betrachten

Weitere spektakuläre Unfallbeispiele

Menschen sind unvorsichtig: Untergang der Titanic

- Ein Paradebeispiel ist der Untergang der Titanic (1912)
  - er kam nur zustande durch extremen Leichtsinn
  - dieser wurde möglich, weil das Schiff als unsinkbar galt:
    - 4 von 16 Abteilungen durften volllaufen, ohne dass das Schiff sinken würde. So ein Fall war noch nie vorgekommen
    - Das späte Ausweichen vor dem Eisberg führte zum Aufschlitzen von 5 Abteilungen
    - Man hatte keine Sicherheitsübungen gemacht und 50% zu wenig Boote an Bord
- Oft ist die Wirkung des Leichtsinns aber subtiler

Mensch

Toleranz

Anfordgn

Menschen sind unvorsichtig: Chernobyl 1986

- Aufgrund einer Kernschmelze im Reaktor Chernobyl 4 traten große Mengen Radioaktivität aus
  - Mehrere Tausend Tote, ca. 0,5 Millionen Verseuchte

- Der Unfall geschah während der Durchführung von Experimenten zum Thema "Wie weit reicht Notstrom zum Kühlen aus?"
  - Für die Experimente hatten die **Techniker** mehrere Sicherheits-systeme abgeschaltet: Notkühlsystem, Leistungsregelg., automatische Notabschaltung

- Die **Konstruktion des Reaktors** war inhärent gefährlich und schwer zu kontrollieren
  - z.B. Grafit (brennbar!) für die Moderatorstäbe

Mensch

Anfordgn

Unwahrscheinliche Ereignisse: McMuffin

- McDonalds hatte ein seit Jahren korrekt funktionierendes Arbeitszeit-Erfassungssystem
- Plötzlich **liefen dessen Uhren weitaus zu schnell**
  - Die Angestellten bekamen 2 bis 4 Stunden zu viel Arbeitszeit zugerechnet
  - und erhielten entsprechend höhere Lohnzahlungen

- Ursache waren die Zeitgeber in den neuen Toastern für das neue Produkt McMuffin
  - Diese erzeugten Impulse im Stromnetz, die die Uhren beeinflussten
  - Zugleich kam es zusätzlich zu Phantombestellungen in den Kassen, die das Inventar- und Kassenfinanzsystem ebenfalls durcheinander brachten

Technik

Technik

Menschen sind ignorant: Shirley Jackson

Freie Universität Berlin

- Eine Shirley Jackson wurde polizeilich gesucht
  - per Haftbefehl im Rechner des National Crime Information Center (NCIC)
- Eine andere Frau wurde von der **Polizei** festgenommen,
  - trotz anderem Namen: Sheila Jackson Stossier
  - trotz anderer Körpergröße: 15 cm Unterschied
  - trotz anderem Körpergewicht: 31 kg Unterschied
  - trotz der Tatsache, dass die Gesuchte bereits im Gefängnis saß
- Es wurde sogar ein Eintrag über die Inhaftierung in der Datenbank des NCIC angelegt

Mensch

Menschen sind ignorant: Terry Dean Rogan

- US-Bürger Terry Dean Rogan verlor seine Brieftasche
  - samt Führerschein und Kreditkarten
  - der **Finder** nahm seine Identität an und verübte zwei Morde und zwei Raubüberfälle
  - Es wurde ein Haftbefehl auf Terry Dean Rogan ausgegeben

- Er wurde binnen 14 Monaten 5 mal von der Polizei festgenommen,
  - obwohl er seit dem ersten Mal beständig versuchte, die Datenbankeinträge korrigieren zu lassen
  - Ihm wurden vor Gericht $ 55.000 Schadenersatz zugesprochen, zahlbar von der Polizei von Los Angeles

Mensch

Toleranz ?

Bsp: Geld als Weihnachtsgeschenk

- Am 24.12.1987 überwies ein holländischer **Bankangestellter** sich selbst 8,4 Millionen Dollar und 6,7 Millionen Dollar auf ein Schweizer Konto

Mensch

- Das Sicherheitssystem der Bank sah vor, dass Überweisungen von zwei Personen autorisiert werden müssen (4-Augen-Prinzip)
- Der Mann kannte jedoch das Passwort eines Kollegen

Toleranz

- Die zweite Überweisung gelang wegen eines technischen Fehlers nicht
  - nur dadurch flog das Ganze am nächsten Tag auf

Umwelt