

## Risiko - Management technischer Systeme - Geschichte, Vorgehen und heutige Situation

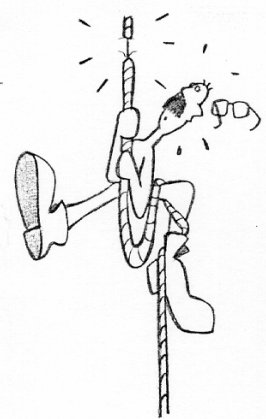
Der Psychologe Rainer Klingolz hat 1992 ein typisches Verhalten beim Umgang mit Risiken beschrieben:



„Er rast mit 200 Sachen über die Autobahn und grübelt über Pestizidspuren im Frühstücksjoghurt.“

Er lässt sich gegen alle Unbilden des Lebens versichern, hat Angst vor dem Atom - GAU und sucht das Freizeitrisiko in der Felswand.

Doch... so absurd es klingt, dieses Verhalten ist ganz und gar menschlich.“



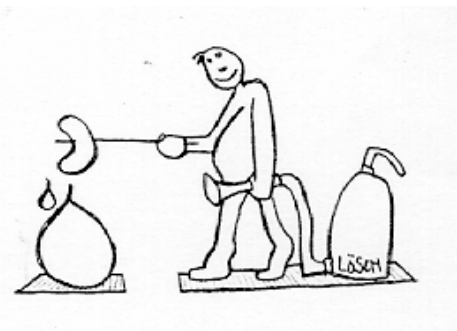
Ein Punkt wird hier deutlich: Wenn heute Risiken angesprochen werden, dann sind spontan wohl die *technischen Risiken* gemeint. Viele empfinden, dass sich durch die Technik für unsere Gesellschaft eine besonders schwierige Situation entwickelt habe. Die Festungsarchitektur von geschlossenen und bewachten Burgen von früher, ist heute auf die eingezäunten und überwachten Industrieanlagen übergegangen.

Früher war die Gefahr aussen, die Sicherheit innen. Das scheint nun umgekehrt zu sein. Deshalb sollen folgerichtig diese Risiken beseitigt oder mindestens vermindert, das heisst mehr Sicherheit geschaffen werden. Das ist die Aufgabe des Risiko - Managements technischer Systeme - und das ist schon so, seitdem wir Schneidwerkzeuge und Feuer für unsere Zwecke einsetzen. Wir gehen mit dem Feuer um und suchen uns gleichzeitig davor zu schützen.

Friedrich Schiller hat im „Lied von der Glocke“ geschrieben:

„Wohltätig ist des Feuers Macht,  
wenn sie der Mensch bezähmt, bewacht.“

Diese altbekannte, aber hier so treffend formulierte Feststellung zeigte bereits im Mittelalter *technische, organisatorische und personelle* Konsequenzen.

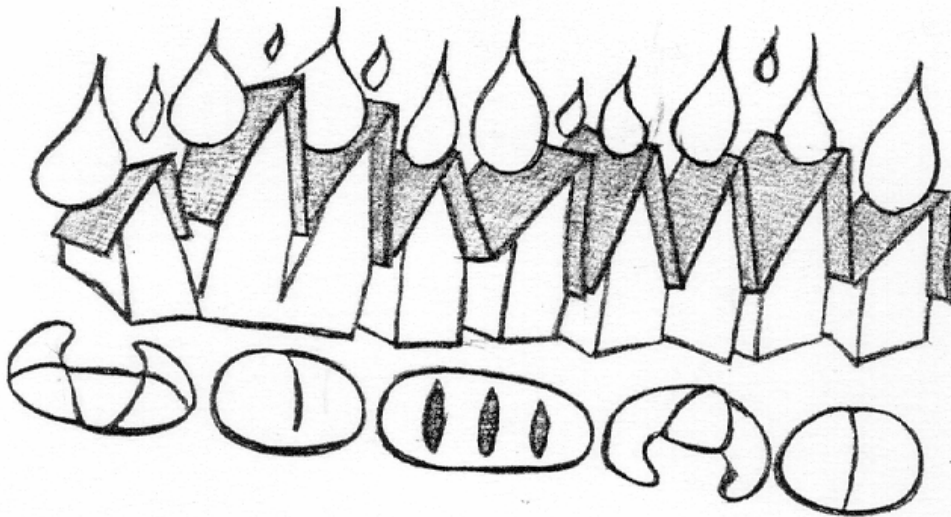


Das Luzerner Ratsbüchlein, eine Sammlung von sitten-, markt- und baupolizeilichen Vorschriften und Verboten, dokumentiert in vielen Details, wie der Alltag am Ende des 13. Jahrhunderts geregelt war:

Eine ganze Stadt aus Holz gebaut - das war nicht ohne Gefahren. Rund ein Viertel der 1270 erlassenen Paragraphen galt der Verhütung von Bränden.

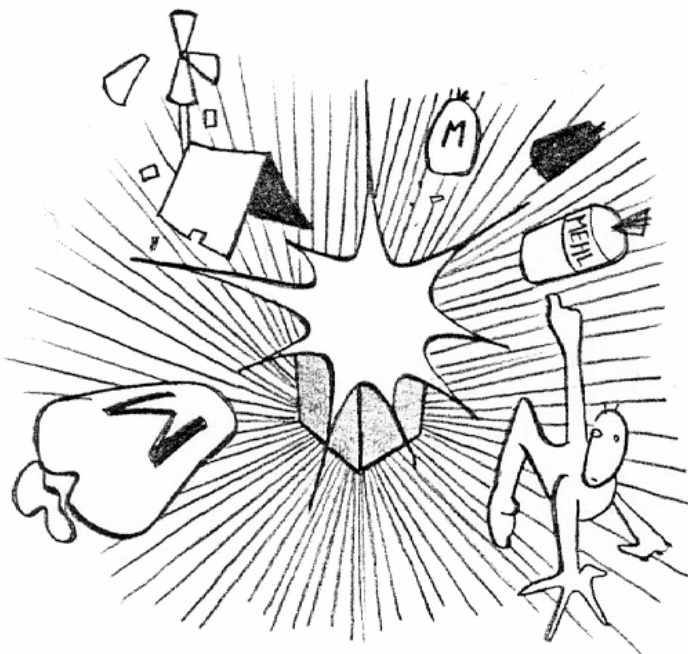
- Jeder Bürger musste einen Wassereimer im Haus bereithalten, ebenso ein gefülltes Fass mit Wasser.
- Er musste den Beamten die Steinplatte vorweisen können, mit der er nachts das Mundloch seines Ofens abdeckte.
- Abends, nach dem Ertönen der Vesperglocke, durfte hier kein Feuer mehr brennen.
- Streng gebüsst wurde, wer offenes Feuer oder glühende Kohlen zum Heizen ins obere Stockwerk brachte - ebenso, wer nachts am Küchenfeuer seien „Gumpist“ sott.
- Alle mit Feuermachen verbundenen Arbeiten mussten bei Tageslicht ausgeführt werden - so das Schmelzen von Unschlitt oder das Dörren von Getreide. Hafer durfte nur in den Vorstädten gedörrt und Harz gar nur im unbebauten Gelände vor der Stadt gesotten werden.
- Wer mit leicht brennbarer Ware handelte wie Tuchscherer, durfte keinerlei offenes Feuer im Lokal entzünden und als Arbeitslicht in dunklen Räumen ausschliesslich eine von einer Laterne geschützte Kerze benützen.
- Viele Vorschriften richteten sich direkt an die Pfister - so hiessen früher die Bäcker. Das morgendliche Glockenläuten, das ihnen das Einheizen der Backöfen gestattete („zu den Pfistern läuten“), hatte seinen Namen von diesem Berufsstand. Aus Sicherheitsgründen liess man die meisten Bäcker auch in derselben Gasse wohnen - der Pfistergasse.
- Gab der Nachtwächter Feueralarm oder bimmelte die Feuerglocke, musste sich jeder Bürger an der Brandbekämpfung beteiligen. Laut Ratsbüchlein musste er so schnell wie möglich mit einem wassergefüllten Eimer zum Brandherd eilen. An vorderster Front bei der Brandbekämpfung standen die Zimmerleute, die mit ihren Äxten einzurücken hatten. Jeder Bürger hatte so lange zur Verfügung zu stehen, bis ihn Rat oder Schultheiss ausdrücklich nach Hause entliess.

Als im Jahre 1398 der Glockengiesser Kupferschmied ein Haus baut, erhält er als Subvention für seinen Steinbau mit dem geringeren Brandrisiko die gebrannten Ziegel für das Dach bezahlt. Der Schutz des Nachbarn wurde so auch zum eigenen Schutz - eine *Solidarität* bei risikovermindernden Massnahmen.



Nicht umsonst hat man den Bäckern eine Strasse am Stadtrand zugewiesen - ein *Risikogebiet*. Die Pfistergasse führt in Luzern vom Krienbach zum Baslerter; ihre Häuser gingen in den Jahren 1412 bis 1462 tatsächlich drei Mal in Flammen auf. Aber nicht nur bei uns hatte dieses Risiko grosse Bedeutung. In der Nacht vom 1. auf den 2. September brach, nach einem trockenen Sommer 1666 an einem Sonntag um zwei Uhr im Backofen des Bäckermeisters Farriner in der Puddington Lane Feuer aus. Es zerstörte in fünf Tagen fünf Sechstel der Stadt von London, 89 Kirchen, 52 Guildhalls und 13'200 Häuser - hier hatte man die risikoreichen Betriebe nicht abgesondert.

Die Bäcker haben durch diese Massnahmen die Anderen, aber auch selbst geschützt. Das war Risiko - Management in früheren Zeiten, und man kann schon hier den Schluss ziehen, dass all diese Massnahmen in einem einfachen Bereich wirksam waren, weil die eigentliche Stadt, zwar nicht vollkommen, aber etwas geschützt blieb. Wieso einfach? Beim Brandschutz sind die Gefahren bekannt: das Brennmaterial, der Sauerstoff und der zündende Funke.



Verborgene lauernde Gefahren müssen entdeckt werden, oder sie treten überraschend zu Tage. Dazu können uns die Mehllieferanten der Bäcker, die Müller, ein Beispiel geben.

1887 zerstörte eine Staubexplosion von Getreide einen Teil der Wesermühle zu Hammeln. In der VDI - Zeitschrift von 1887 steht als Kommentar zur Explosion der Mühle:

„Das Ereignis steht auf dem Kontinent ohne Beispiel da, jede Vorstellung von der gewaltigen zerstörenden Kraftäusserung fehlte bisher.“

Diese Ingenieure scheinen nicht gewusst zu haben, dass schon früher schlechte Erfahrungen in Müllereien gemacht worden sind:

Einige Staubexplosionen **vor** dem Unfall in Hammeln

Jahr	Ort	Anlage	Staubart	Schaden
1785	Turin	Lagergebäude	Mehl	Gebäude zerstört
1858	Stettin	Walzenmühle	Getreide	Gebäude zerstört
1860	Milwaukee	Mühle	Mehl	Gebäude zerstört
1864	Mascoutah	Mühle	Mehl	Gebäude zerstört
1869	?? Deutschland	Mühle	Erbsenmehl	Mühle beschädigt
1887	Hammeln	Silo	Getreide	Silo und Gebäude zerstört

(W. Bartknecht, VDI- Kolloquium, 1983)

Dieses Informationsdefizit ist eine schwerwiegende Lücke, denn der wichtigste Teil der Risikoanalyse ist die *Gefahrenerkennung*, weil Gefahren, welche nicht erkannt werden, mit keinem Aufwand und keiner Methode in ihrem Risiko analysiert, beurteilt und damit vermieden oder vermindert werden können.

Staubexplosionen blieben aber auch nach diesem Unfall exotische Ereignisse, sie wurden kaum wissenschaftlich untersucht und waren nicht Allgemeinwissen von Anlagebauern. Die Kette der Unfälle setzte sich somit unvermindert fort.

1888 - 1922 sind in den USA und Canada weitere 217 Staubexplosionen abgelaufen:

Anzahl Explosionen	Anlagegruppe
34	Mehlmühlen
34	Elevatoren, Getreidesilos
30	Getreide-, und Futtermühlen
19	Stärke- und ähnliche Fabriken
13	Brauereien, Mälzereien
12	Zuckerraffinerien
27	holzverarbeitende Werke
48	Anlagen für Aluminium, Zelluloid, Schokolade, Papier, Gummi etc.

Und diese Unfallserien brachen noch lange nicht ab.

Erst in den 60iger Jahren dieses Jahrhunderts begann man das Phänomen der Staubexplosionen systematisch praktisch und theoretisch zu erforschen und Gegenmassnahmen zu erproben. Als Folge davon sind Unfälle in diesem Bereich drastisch zurückgegangen - ganz vermeiden liessen sie sich nicht.

An diesem Beispiel zeigt sich deutlich, dass wir, wie so oft, besondere Eigenheiten zeigen mit unangenehmen neuen Erkenntnissen umzugehen. Der Physiker und Morphologe Fritz Aebi hat die dahinter verborgene *Einstellung* treffend in drei Schritten zusammengefasst:

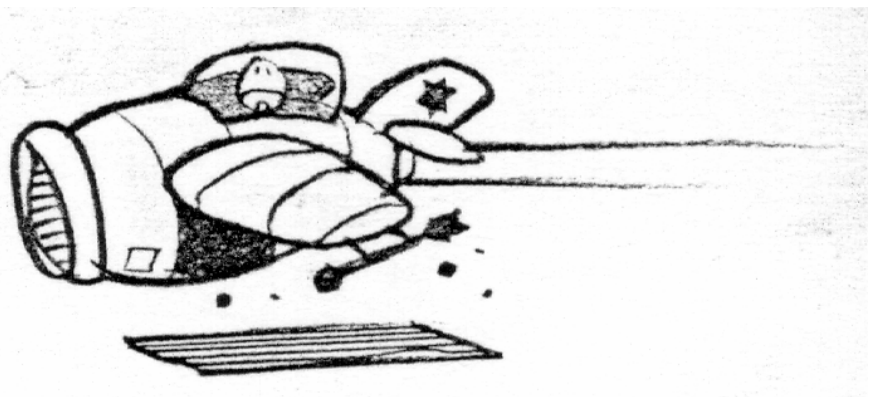
1. Es ist nicht wahr (wir sind überrascht und glauben es nicht, Hammeln)
2. Es ist wahr, aber nicht wichtig (das ist uns zu exotisch, weitere 80 Jahre).
3. Es ist wichtig, aber nicht neu (das kennen und beherrschen wir, heute).“

Und jetzt ist bei verantwortungsvollen Firmen eine Situation erreicht, die sie als genügend sicher betrachten. Zu ihrem Leidwesen ist sie aber für Diskussionen trotzdem noch offen, ganz im Sinne der Aussage des Philosophen und Physikers Karl Popper:

„Es ist nicht unmöglich, auch das Allersicherste noch sicherer zu machen.  
Es gibt immer noch eine höhere Sicherheit.“

Wir können immer mehr technische Sicherheit fordern und auch erreichen, bestimmend sind letztlich meist ökonomische Möglichkeiten.

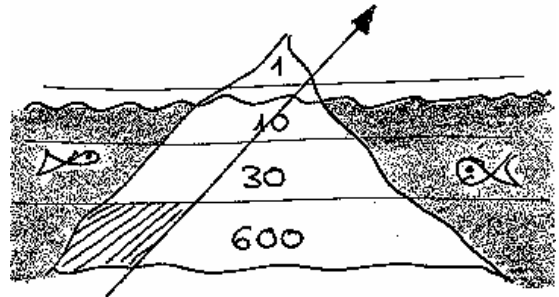
Wohl der grösste Fortschritt in Sicherheit konnte, wie uns das Beispiel der noch jungen Luftfahrt deutlich macht, in einem hoch-technischen, äusserst komplexen Bereich erreicht werden. Hier dürfen Unfälle gar nicht erst auftreten, *primäre Sicherheit* ist gefragt. Um das zu erreichen, wurden *Details* sehr ernst



genommen, Fastunfälle gründlich analysiert und Massnahmen auf allen Stufen getroffen - die Pflichten eines Sicherheitsbeauftragten wurden durch eine umfassende, vor allem auf den Menschen ausgerichtete und deshalb vertrauenswürdige Sicherheitskultur ergänzt. Hier hat man die grundlegende Erkenntnis des *Eisbergsyndroms* erkannt und umgesetzt. Man kann das auch mit Karl Popper formulieren:

Das neue Grundgesetz ist, dass wir, um zu lernen, Fehler möglichst zu vermeiden, gerade von unseren Fehlern lernen müssen.

Auf 600 Bagatellfälle kommen aus Erfahrung etwa 30 Zwischenfälle mit leichten Verletzungen, 10 Fälle mit schweren Verletzungen und 1 Todesfall. Wie bei einem Eisberg wird nur die aus dem Wasser aufgetauchte Spitze zur Kenntnis genommen. Die möchte man abschneiden, aber dabei taucht der Eisberg einfach wieder auf.

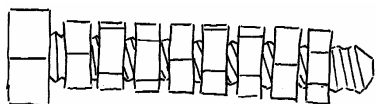


Wird der Eisberg von der Basis her abgegraben, dann wird gleichzeitig auch die Spitze kleiner!! Die Aufgabe dabei ist, alle, auch kleine Zwischenfälle zu vermeiden. Dieses Vorgehen, die Pyramide vor allem an der Basis, beim Detail abzubauen, ist einfach in der Aussage, aber schwierig in der Durchführung. Trotzdem, nur so wird die gefährliche Spitze des Eisbergs kleiner. Das ist unspektakulär. Fast unmodern geht es tagtäglich darum, jeden noch so kleinen Fehler zu verhindern, und alte Tugenden wie *Ordnung* und *Disziplin* wieder aufleben zu lassen. Spielt beim Detailwissen nicht gerade die Erfahrung und bei der *Sorgfalt* eine ebenso „verknöcherte Qualifikation“ eine grosse Rolle?

Leider lässt sich mit dieser Strategie nie nachweisen, welche Unfälle vermieden worden sind - damit sind keine Lorbeeren zu holen, schon gar nicht von einem Einzelnen. Die seriöse Detailarbeit verbessert aber gleichzeitig auch die *Zuverlässigkeit*, die *Verfügbarkeit* und die *Qualität* - sie ist wirkungsvoll und wirtschaftlich. Jeder Arbeitsunfall kostete 1994 im Durchschnitt 40'000 Franken. Eine Firma, die dieses Konzept konsequent durchgeführt hat, weist 100 mal weniger Arbeitsunfälle und - verwunderlicherweise - halb so viele Nichtbetriebsunfälle, wie vergleichbare Industrien auf. Dieses Vorgehen verlangt Vertrauen und Verständnis, sonst wird beispielsweise jeder Alarmknopf zur bestgemiedenen Umgebung - wer will schon das Gespött oder gar die Konsequenzen eines Fehlalarms auf sich nehmen?

Und bei Inspektionen? Das sind definitionsgemäss immer nur *Stichproben*, nie kann alles kontrolliert werden. Das müssen wir offen eingestehen. Das Eisbergsyndrom lehrt uns, hier vor allem die Details zu beachten. Wo Mängel auftreten, ist sicher unnötiges Risiko vorhanden.

Es gilt ebenso die *Umstände* zu erkennen, wo der Mensch geradezu zu Fehlern gedrängt wird. Das sind sicher Temperatur, Zeitdruck, aus Erfahrung auch Arbeiten in der Nacht zwischen zwei und fünf Uhr, simultane Bearbeitung mehrerer Aufgaben, schlechtes Arbeitsklima, zu wenig Wissen, Können oder Erfahrung, aber auch sture *Routine*. Nicht selten sind es schlicht auch Fehleinschätzungen, einfach, weil wir das Resultat schon zu kennen glauben. Wir schreiten weiter, wenn wir das Hauptziel erreicht haben. So ist es verständlich, dass bei Fotokopierern als häufigster Fehler das Vergessen des Originals zu beobachten ist. *Der Mensch* kann mit seiner Kreativität, seiner Intuition, der Erfahrung, den Kenntnissen und den Fähigkeiten das *stärkste Glied der Risiko - Kette* sein, wir müssen ihm dazu nur das richtige Umfeld schaffen. Dann kann er Fehler sehen, riechen, hören oder spüren und unvorhergesehene, schwierige Situationen meistern.

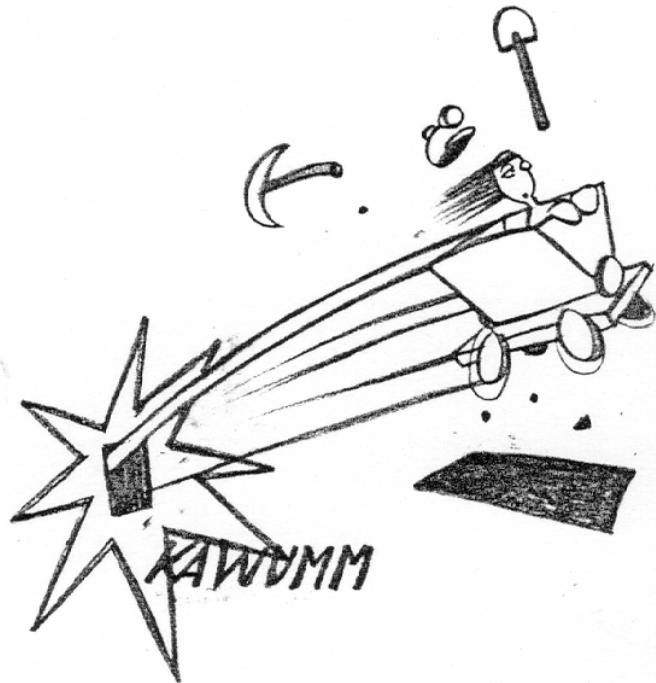


Das Ziel von *Reparaturen, Wartung und Unterhalt* ist, ein System in einen besseren Zustand zu bringen - sicherer zu machen. Die Erfahrung zeigt aber, dass ausgerechnet bei diesen Arbeiten oft Zwischenfälle, Unfälle oder gar Katastrophen auftreten, die man ja just vermeiden wollte - Windscale und Bhopal sind zwei ausgewählte Beispiele, die

Flugzeugwartung und die tägliche Erfahrung könnten hier das Spektrum nahtlos ergänzen. Lässt sich das aber auch verstehen? Wir haben sicher schon selbst erlebt, dass es viel einfacher ist, ein technisches Gerät zu zerlegen, als es dann wieder korrekt zusammenzubauen. Dazu ein ganz einfaches Beispiel. Auf einer Schraube sind 8 Muttern - diese zu entfernen ist simpel. Um sie nun aber wieder in genau derselben Reihenfolge auf die Schraube zurückzubringen gibt es mehr als 40'000 Möglichkeiten!! Erkenntnisse dieser Art gilt es noch besser umzusetzen.

Ist eine Gefahr erkannt, dann gelang und gelingt es immer wieder, wirksame Sicherheits - Massnahmen zu treffen. Die Explosionen in Bergwerken sind ein eindrückliches Beispiel dafür.

Um 1815 erfindet der Engländer Sir Humphrey Davy die Sicherheitslampe, welche die Zündung von explosionsfähigen Gasgemischen durch eine brennende Lampe sehr stark verringert. Damit sollen die Grubenexplosionen, die schlagenden Wetter, ausgelöst durch die offenen Flammen der Lampen der Bergleute, vermindert und die Sicherheit erhöht werden.

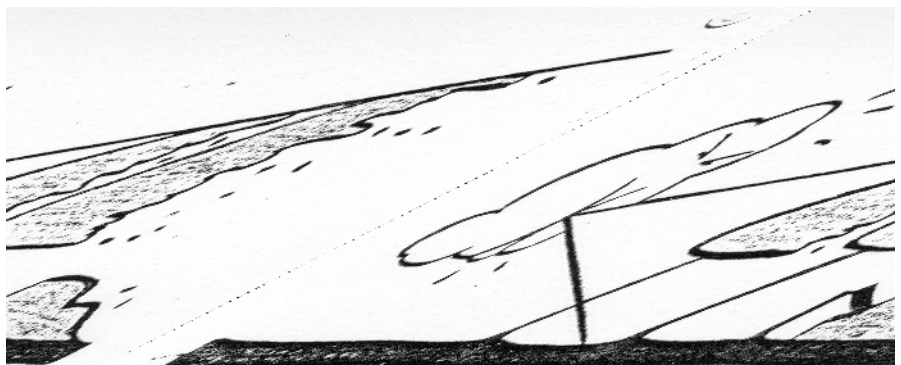


Die Zahl der Grubenunfälle beginnt nach dieser entscheidenden Verbesserung aber zu steigen, weil nun Bereiche in den Gruben

befahren werden, welche früher als zu gefährlich galten. 1860-1890 erreicht die Zahl der Grubenunfälle in England ein Maximum. Erst als um 1911 der Coal Mines Act in Kraft tritt, welcher die Sicherheit in Bergwerken detailliert regelt, sinkt die Anzahl der Grubenunfälle wesentlich.

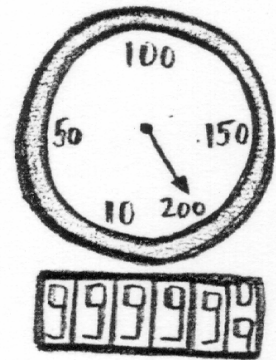
Man hat mit dieser Sicherheitslampe mehr Sicherheit ermöglicht, diese aber sofort durch ein höheres Risiko kompensiert - das nennen wir *Risikokompensation* - ein durchaus natürliches Verhalten, welches in jedem Wald beobachtet werden kann.

Im Kampf ums Licht, nach mehr Sicherheit bei der Energie, werden die Stämme der Bäume in einem dichten Wald lang und dünn, auch wenn das Risiko für Sturmschäden damit massiv steigt. Für Tiere ist die einfachste Form der passiven Sicherheit ein unauffälliges Feder- oder Haarkleid. Solche Arten



mit „Tarnfarben“ verhalten sich beim Annähern eines Feindes meist ruhig, vertrauen darauf, dass sie farblich mit der Umgebung „verschmelzen“. Sie fliehen oft mit grossem Risiko erst im allerletzten Zeitpunkt. Andererseits gibt ein Panzer bei Schildkröten, Gürteltier oder Schuppentier eine Sicherheit, die mit einer Einschränkung der Beweglichkeit erkaufte wird. Risikokompensation ist somit Teil der natürlichen Überlebensstrategien.

Der Mensch, auch der Techniker, verhält sich da ganz analog. Die Entwicklung besserer Baustoffe nutzten schon die Römer nicht für eine Zunahme der Sicherheit, sondern für den Bau grösserer Kuppeln. Bessere Stähle ermöglichten grössere Schiffe, leistungsfähigere Flugzeugtriebwerke erlauben eine längere Strecke über dem offenen Meer. Die Verbesserungen bei den Autos haben nicht mehr Sicherheit, sondern höhere Geschwindigkeiten und eine Zunahme der gefahrenen Strecken gebracht. Ein Zuwachs an Sicherheit, zum Beispiel bessere Pneus, wird umgehend mit einem grösseren Risiko, hier mit einer höheren Kurvengeschwindigkeit, kompensiert.



Diese Risikokompensation war und ist die eigentliche Triebfeder des industriellen Fortschritts. Das ist solange nicht beunruhigend, als damit keine gravierende Änderung der Risikosituation verbunden ist. Dem ist aber nicht so. Grössere Anlagen sind bei Staudämmen, Produktionsanlagen und Transporten wirtschaftlicher - entsprechend dem *Economies of Scale*. Also hat der ökonomische Druck auf die technische Entwicklung grössere Anlagen zur Folge - und damit grössere Gefahrenpotentiale. Erfahrung durch *trial and error* kann hier kaum mehr gewonnen werden, die Konsequenzen wären zu gross. So werden technische Massnahmen für kleinere Eintretenswahrscheinlichkeiten eher theoretisch angegangen, die seltenen Bewährungsproben haben sie meist bestanden. Die Entwicklung der Technik hat bei gleichem oder kleinerem Risiko kleinere Eintretenswahrscheinlichkeiten aber grössere Gefahrenpotentiale gebracht, und dies im Umfeld höherer Bevölkerungsdichten, höherer Wertdichten, grösserer Verkehrsdichten, also einer erhöhten Verletzbarkeit.

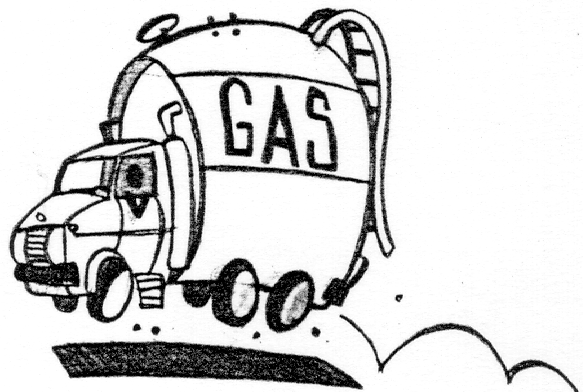
Die Chancen für einen Unfall sind kleiner, dessen Auswirkungen aber grösser geworden, das unfreiwillige *individuelle Risiko* hat ab-, das *kollektive Risiko* hingegen zugenommen.

Dazu ein Beispiel. Der Regierungsrat des Kantons Basel - Stadt hat am 3. Januar 1897 für gefährliche Güter eine Fahrordnung erlassen, in welcher bestimmt wurde dass:

1. Dynamit- und Pulvertransporte nur durch die äusseren Stadtteile erfolgen durften und hierfür eine besondere polizeiliche Bewilligung einzuholen war;
2. Kohlesäurezylinder auf dem Transport vor erheblicher Erwärmung zu schützen waren.

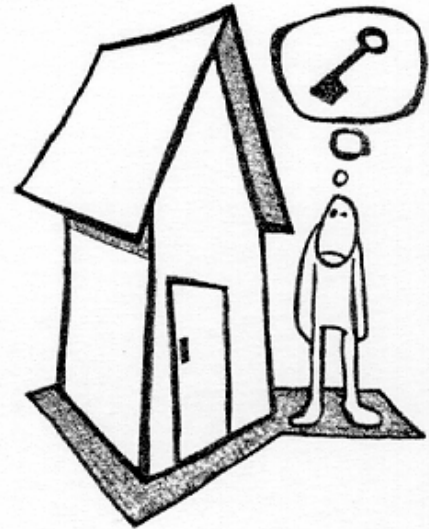
Heute durchqueren sicherere Transporte mit 120 Kubikmetern unter Druck gelagerten, brennbaren Gasen Dörfer und Städte - Unfälle können damit gewaltige Ausmasse annehmen. Die *Logistik* sorgt dafür, dass immer grössere Gebiete immer rascher versorgt werden.

Für solch grosse Potentiale sind nicht nur kleine Versagenswahrscheinlichkeiten, sondern zusätzlich *robuste Systeme* notwendig. Sie zeichnen sich dadurch aus, dass sie kleine Fehler tolerieren, zum Beispiel dicke, zähe Tanks, Ventile als Auslaufsicherung oder tiefe Schwerpunkte der Fahrzeuge.



Und doch sollten wir nicht solche Detailregelungen, sondern *Ziele vorgeben*, sonst erleben wir unliebsame Überraschungen.

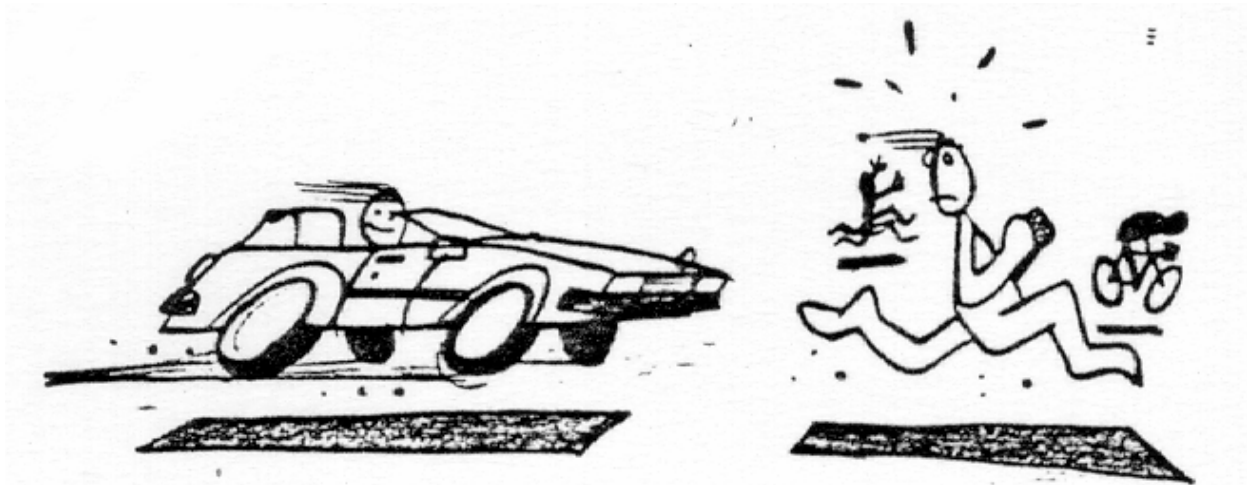
So kann im Bestreben, in einem Bereich mehr Sicherheit zu erreichen, unbeabsichtigt an einem anderen Ort zusätzliches Risiko geschaffen werden. Um Dampfkessel und deren Umgebung vor Explosionen zu schützen, wurden als Sicherheitsmassnahme Entlastungsventile angebracht. Der dabei abblasende Wasserdampf war heiss, für die Umgebung aber kaum der Beachtung wert. Dieses Relikt aus der Dampfmaschinenzeit, die Sicherheitsventile, wurden in der Folge auch für Tanks mit giftigen und brennbaren Stoffen übernommen. Bei einem Überdruck ist auch bei diesen gefährlichen Stoffen der Tank vor Explosion geschützt, dafür geht die Umgebung auf die unsichere Seite. Schwerwiegende Auswirkungen von abblasenden Druckentlastungen sind bekannt - einige Beispiele dazu sind Seveso, Bhopal oder Höchst in Frankfurt. Diese Art von Sicherheitsbemühungen können unter dem Begriff *Sicherheitsparadoxon* zusammengefasst werden, weil paradoxerweise die Zunahme der Sicherheit an einer Stelle, an einem anderen Ort neue Risiken erzeugt. So ist beispielsweise die Katastrophe von Tschernobyl bei einem lausig durchgeführten Experiment eingetreten, mit dessen Ergebnis die Sicherheit hätte erhöht werden sollen. Solche Situationen sind oft dort zu erwarten, wo Sicherheitskomponenten auf Systeme als zusätzliche Massnahmen aufgefropft werden - oder, wer ist nicht schon einmal unfreiwillig durch ein selbstschliessendes Schnappschloss ausgesperrt worden?



Sichere Systeme sind einfache Systeme, so ganz im Sinne von Antoine de Saint Exupéry:

„Vollkommenheit entsteht offensichtlich nicht dann,  
wenn man nichts mehr hinzuzufügen hat, sondern,  
wenn man nichts mehr wegnehmen kann.“

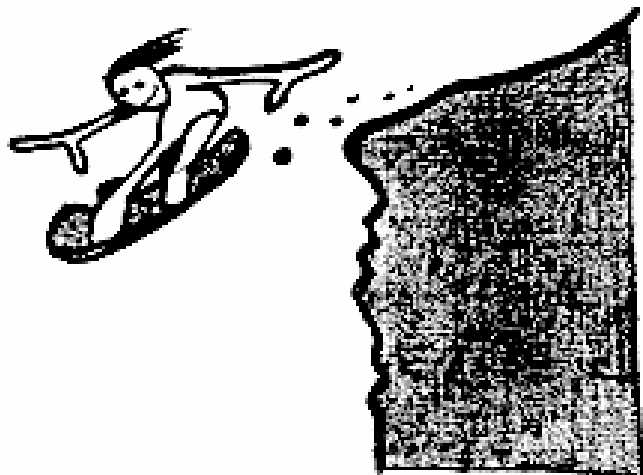
Weil uns Naturwissenschaftlern und Technikern bekannt ist, dass *alle Systeme aus Prinzip unsicher* sind, haben wir wirksame Massnahmen entwickelt, unsichere Systeme sicherer zu machen. Ein Ziel sind *fail safe Systeme*. Das sind Systeme, die bei einem Ausfall in einen sicheren Zustand übergehen, zum Beispiel eine Schmelzsicherung. Kommt zuviel Strom, dann wird die Stromzufuhr selbständig unterbrochen. Ein weiteres Prinzip kennen wir unter dem Sprichwort: „Doppelt genäht hält besser“. Das nennen wir *Redundanz, Barrierenprinzip oder Abwehr in der Tiefe*. Statt einem Bremskreis verwenden wir zwei. Fällt einer aus, dann haben wir noch eine Reserve. Um bei redundanten Systemen Ausfälle aufgrund derselben Ursache zu vermeiden oder gleichartige Folgen zu verhindern, werden gleichzeitig verschiedenartige Systeme eingesetzt. Das heisst bei uns *Diversifikation*. Statt zweier Sicherheitsgurten verwendet man eine Gurte und einen Airbag. Mit dieser Methodik wurde so hohe *sekundäre Sicherheit* erreicht, dass das Versagen der Technik bei den Auto - Unfällen keine wesentliche Rolle mehr spielt. Der Mensch rückt immer mehr ins Zentrum der technisch gut beherrschten Bereiche. Denn die Folge dieser erhöhten Sicherheit ist als *Risikokompensation* eine Zunahme der Geschwindigkeiten und Beschleunigungen, und als *Sicherheitsparadoxon* eine grössere Gefährdung der Fussgänger und Velofahrer.



Es wird nun immer offensichtlicher, dass zwischen Sicherheit und Risiko ein Zusammenhang bestehen muss, der dem technischen Risiko - Management Grenzen setzt. Dabei sind nicht nur die technischen Möglichkeiten, sondern noch stärker die ökonomischen Forderungen bestimmende Kriterien. Die wissenschaftlich - technischen Voraussetzungen werden immer besser, die Werkstoffe immer perfekter, die Auslegungen immer genauer, die Geschwindigkeiten immer höher, die Energienutzung immer grösser. So wird die Produktivität gesteigert, die Produktionsmengen pro Anlage und pro Zeit nehmen zu. Die Kosten pro Einheit sind bei Grossanlagen kleiner, ganz im Sinne von Economies of Scale. Bei Chemieanlagen der Grundstoffchemie hat in den letzten 70 Jahren die Produktionsleistung pro Anlage um rund einen Faktor 100 zugenommen!! Damit haben *Gewerbebetriebe von heute Potentiale, die denen von Grossindustrien vor 70 Jahren entsprechen*. Nach jedem Unfall in solch grossen Anlagen werden rasch die Forderungen nach mehr Sicherheit laut.

Vor diesem Hintergrund der grossen Potentiale gilt auch für kleine Firmen: Wer sich eine hohe Sicherheit nicht leisten kann, hat erst recht nicht die Kraft, die Folgen eines Unfalls selbst aufzufangen.

Und in dieses sensible Umfeld kommen Leute, deren Verhalten von Susanne Scheuer in einem Artikel im Heft „SNOW“ 1994 über das Klippenspringen mit dem Snow Board wie folgt beschrieben wurde:



„Am Anfang ist die Angst. Die Angst, die in die Poren kriecht, den trockenen Geschmack in den Mund treibt, in der Magengrube explodiert. In Sekundenschnelle wird die Situation abgecheckt: Der Absprung, die Landung, der Schnee - der Rest ist Risiko. Das heisst Verletzung oder sogar Tod. Und ist der Cliff dann geschafft, vielleicht sogar gestanden, tritt Euphorie anstelle der Angst. Unsagbarer Stolz, in einer Vollkasko - versicherten Welt existentielle Angst überwunden, eigene Grenzen gespürt zu haben. Der nächste Kick wird ein noch höheres Cliff sein, wieder eine neue Grenze setzen und überschreiten. Das kann zur Sucht werden und wie jede Sucht masslos bis zur Zerstörung.“

Junge Leute mit dieser Einstellung, „no risk, no fun“, übernehmen auch die Verantwortung über modernste technische Anlagen. Ihr abgesichertes tägliches Leben und der Drang nach Risiko in der selbstbestimmten Freizeit hat der Verhaltensforscher Felix von Cube im "Sicherheits - Risiko - Gesetz" wie folgt formuliert:

"Der Mensch strebt nach Sicherheit und Geborgenheit, er strebt aber auch nach Abenteuer und Risiko. Dabei gilt: *Je sicherer er sich fühlt, desto grössere Risiken geht er ein.*"



Hier ist die Risikokompensation angesprochen, eine Verbindung von der jetzt empfundenen Sicherheitslage hin zum Entschluss, Risiken einzugehen. Diese angesprochene Kopplung und Rückkopplung von Sicherheit und Risiko hat Konsequenzen. Diese lassen sich mit der *Chaos - Theorie* modellmässig erfassen und interpretieren. Ganz spannend kommt man bei solchen Überlegungen zu wichtigen Randbedingungen, die erfüllt sein müssen, wenn ein System kontrollierbar, und damit letztlich auch versicherbar bleiben soll. Eine davon ist für Grosssysteme die schon angesprochene Strategie, dass kleine Zwischenfälle oder Fast - Unfälle als bedeutsam angesehen werden müssen - ganz im Sinne des Eisbergensyndroms. Nur so ist es möglich die Verkettung unglücklicher, an sich kleiner Ereignisse bis zu einer Katastrophe, sogenannte *Ereigniskaskaden* oder *Dominoeffekte*, frühzeitig zu unterbrechen. Gerade bei diesen Details ist der Fachmann gefordert. Oder wie würden Sie die gefährlichen Wirkungen von Schwefelsäure beurteilen? Da denkt sicher jedermann, auch der Chemiker, zuerst an die Verätzungen.

Schwefelsäure, Häufigkeitsverteilung der Unfälle

Unfallart	Anteil in %
Explosion, Brand	44
Gasaustritt (SO <sub>2</sub> /SO <sub>3</sub> )	36
Freisetzung von Schwefelsäure Allgemeingefährdung, Verätzung	20

Fast die Hälfte aller Unfälle mit Schwefelsäure sind Explosionen. Diese statistisch signifikant erfassten Beobachtungen sind überraschend, denn ausgerechnet die unbrennbare Schwefelsäure, soll in erster Linie für Brände und Explosionen verantwortlich sein. Die Erklärung findet sich beim Wasserstoff, der von der Säure bei der Reaktion mit den häufig vorkommenden Metallen gebildet werden kann. Und dieser Wasserstoff bildet mit dem Sauerstoff der Luft das explosive Knallgas. Unsere Intuition scheint für solche Fälle unbrauchbar zu sein, und sie zeigt sich im technisch - naturwissenschaftlichen Bereich nur zu oft so, wie sie der Dichter Friedrich Dürrenmatt umschrieben hat:

„Unter Intuition versteht man die Fähigkeit gewisser Leute, eine Lage in Sekundenschnelle falsch zu beurteilen.“

Dem zu entgehen ist nicht einfach. George Miller hat zeigen können, dass die *Gedächtnisspanne eines Menschen irgendwo zwischen fünf und neun verschiedenen Elementen liegt*, die unterscheidbar, erinnerbar und logisch verknüpfbar sind. Diese Zahl, "sieben plus minus zwei" zeigt eine zentrale Begrenzung unseres Gedächtnisses auf, sie verlangt geradezu, dass für rationale Überblicke über grössere Bereiche wirksame Instrumente und Methoden bereitzustellen sind. Da kommt uns die Mathematik entgegen, welche ermöglicht, logische Schlüsse über viele Schritte korrekt und nachvollziehbar zu ziehen. Leider lässt sich das Vorgehen dieser abstrakten Wissenschaft nur schlecht mitteilen, und wenn dann erst noch physikalische oder chemische Problemstellungen vorliegen, ist die Versuchung gross, sich statt auf eine systematische Analyse, auf eine rasche, vordergründig einleuchtende Meinung, zurückzuziehen. Trotzdem, auch wenn es noch so anforderungsreich ist, um eine Situation korrekt zu beurteilen, sollten wir uns bemühen müssen, die Realität und unsere *Vorstellungen über die Realität* dauernd zu überprüfen - die Wucht von Mehl kann bei Staubexplosionen ganz unbiologisch Stahlbeton - Silos zerstören. Diese Grundlage ist für jede sinnvolle Risiko - Diskussion unabdingbar, leider aber keineswegs üblich. Ganz einfach wird in solchen Situationen mit der Angst begründet, alles Neue und Technische abzulehnen. Dann muss keine rationale, auch im Detail nachvollziehbare Aussage gemacht werden. Damit wird vorgegeben, die Umwelt besonders sensibel wahrzunehmen. Carl Friedrich von Weizsäcker sieht das ganz anders, wenn er sagt:

„Angst blendet die Sensibilität ab, die zur rettenden Selbstkritik führen könnte, und projiziert statt dessen die Kritik auf den äusseren Gegner.“

Risiko - Management kann sich bei der Analyse nicht auf diese, heute so aktuelle Gefühlsebene zurückziehen, auch wenn sie bei der *Risiko - Beurteilung* wichtig ist. Technisches Risiko - Management geht als Basis davon aus, dass in unserer Gesellschaft viele technische Prozesse notwendig und sinnvoll sind, es will eine optimale Situation schaffen, die Kosten und Nutzen, Risiko und Sicherheit umfasst. Risiko - Management heisst nicht nur Gefahren verhindern, sondern auch Chancen nutzen. Deutlich sei hervorgehoben, dass dabei nie eine Maximierung zum utopischen Nullrisiko gemeint sein kann. Diese nur *relative Sicherheit* wird nach vielen Unfällen zum Vorwurf. Und dabei ist es so schwer, einen Sicherheitsstandard zu halten - Sicherheit ist nicht produktiv, sie ist eigentlich auch nicht optimistisch. Damit erklärt sich ein Verhalten: Wenn längere Zeit nichts passiert, wird *Sicherheit unnütz oder gar als Schikane* empfunden, sie wird abgebaut.

Vor diesem Hintergrund der *Unzuverlässigkeit* und *Unsicherheit* sind bei technischen Systemen die schon erwähnten Massnahmen der *Redundanz* und *Diversifikation* eingeführt worden: Zwei Triebwerke anstelle von einem. Netz, Notstromdiesel und Batterien als Energieversorgung in Spitälern. Die Auslegung wird immer besser, immer sicherer - aber nie perfekt. Der Schaden ist noch immer möglich, nur seltener zu erwarten. So führt der Umgang mit unvollkommenen Systemen, zwangsläufig auf den sehr schwierigen *Begriff der Wahrscheinlichkeit*, den wir intuitiv kaum erfassen können. Schon der Physiker Daniell Bernoulli konnte im 16. Jahrhundert bei Würfel- und Wettspielen zeigen, dass für Ereignishäufigkeiten von 1: 1000 bis 1: 10'000 jedes rationale Verhalten verloren geht. Und selbst berühmte Physiker haben die Wahrscheinlichkeit als Grundlage für das Verständnis der Atome abgelehnt. Aber ausgerechnet dieser schwierige Begriff wird bei der Risiko - Analyse grosser Systeme zentral und ist dabei bei grossen Systemen erst noch mit sehr kleinen Wahrscheinlichkeiten, weit unterhalb der intuitiven Grenze, verbunden. Erschwerend kommt hinzu: Für jeden einzelnen von uns sagt die Wahrscheinlichkeit überhaupt nichts aus. Den Kern dieser Problematik hat Karl Valentin mit einem Sketch erfasst:

„Besser sicher oder selten? Ein Gespräch von Lisl Karlstadt mit Karl Valentin:

Karl Valentin:

Ich suche ein altes, tausend Meter tiefes  
Bergwerk zu mieten.

Liesl Karlstadt:

Und das wollen Sie dann bewohnen?

Karl Valentin:

Selbstverständlich!!

Liesl Karlstadt:

Das ist ja unheimlich!

Karl Valentin:

Aber *sicher*!

Liesl Karlstadt:

Vor wem?

Karl Valentin:

Vor Meteorsteinen

Liesl Karlstadt:

Aber Meteorsteine sind doch ganz *selten*.

Karl Valentin:

Schon, aber mir geht die Sicherheit über die Seltenheit.

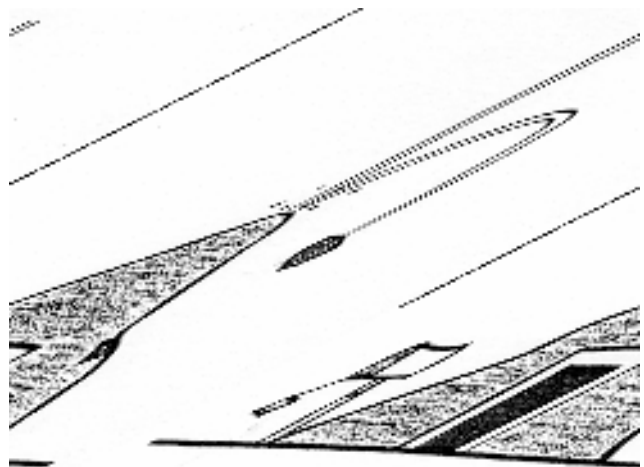
Ist diese Sicherheit exotisch? Nein! Bilder von Meteoriteneinschlägen sind in der Zeitung für alle bekannt geworden.

Dass sich mit solch schwierigen Begriffen eine breit abgestützte Meinung nur schwer finden lässt, ist nicht verwunderlich. Bei *ökologischen Beurteilungen* ist es nicht besser. Dort sind Eintretenswahrscheinlichkeiten nahe Eins, die Schadstoffe werden ständig freigesetzt. Dafür sind die Auswirkungen oft so klein, dass sie, wenn überhaupt, nur epidemiologisch über sehr grosse Zahlen erfassbar und somit nur statistisch interpretierbar sind. In beiden Fällen muss man Messungen und Rechnungen mehr trauen, als seiner gefühlsmässigen

Einschätzung. Das ist ein gewaltiges Hindernis für die Kommunikation über Risiko - Analysen technischer Systeme. Die abstrakten Theorien, die naturwissenschaftlichen Erkenntnisse und die technischen Entwicklungen werden mit Sprachen umschrieben, die sich von der täglichen Erfahrung meilenweit entfernt haben. Wir sprechen von Wahrscheinlichkeit und Statistik, von Fehler- und Ereignisbäumen, von MSR - Technik und HAZOP - Analysen, von Gen- und Biotechnologie, von ionisierender Strahlung, FCKW und Ozon, wie wenn es sich um eine Science - Fiction - Welt handeln würde. Die Begriffe und die dahinterliegenden Realitäten sind schwierig geworden, wir blicken darum so gerne zurück. Antoine de Saint-Exupéry versuchte dieses sehnsüchtige Zurückblicken schon vor Jahrzehnten zu erklären, als er schrieb:

„Um die Welt von heute zu deuten, gebrauchen wir eine Sprache, die für die Welt von gestern geschaffen wurde.

Darum scheint uns auch das Leben der Vergangenheit naturgemässer zu sein, nur weil es unserer Sprache gemässer ist.“

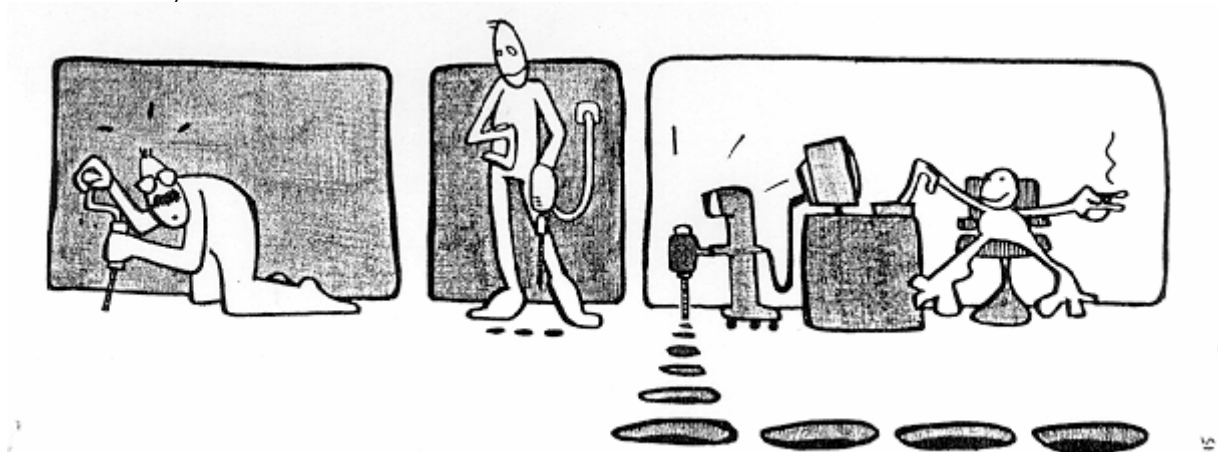


In diesem komplexen Umfeld ziehen wir uns gerne auf einfache Verhaltensweisen zurück. Wir wissen, die Wahrscheinlichkeit lässt sich für viele Systeme abschätzen - das ist ein analoger Prozess. Trotzdem wird die ganze Technik fast immer nach ihrem *letzten Erfolg oder Misserfolg* (Unfall, Katastrophe: Tschernobyl, Challenger, Ariane 5 etc.) beurteilt - ein digitales, Schwarz - Weiss - Verhalten.

Trotz der Spezialisierung und all den vorhandenen Unsicherheiten und Ungenauigkeiten wird von den Fachleuten verlangt, heute *vernünftige Entscheidungen* zu fällen. Das ist eine Gratwanderung: Wer zu geringe Massnahmen ergreift, verliert das Vertrauen, wer zu extreme Massnahmen anordnet, verliert die Glaubwürdigkeit. Dabei sind vor dem Hintergrund der immer rascheren und immer grösseren Veränderungen, die Prognosen immer kürzer und unsicherer geworden.

Peter Cochrane hat diese Situation umschrieben:

„My father had a working life of 100'000 hours.  
I can now do what he did in 10'000 hours,  
and my son will be able to do it in 1000 hours.“



Für immer weiterreichende Entscheidungen ist in vielen Fällen als Entscheidungsgrundlage nur wenig *Information* vorhanden, manchmal gerade ein Bit, Kopf oder Zahl, Schwarz oder Weiss. Das würde für eine Wetterprognose bedeuten, dass nur zwischen gutem und schlechtem Wetter unterschieden werden kann - ob eine kleine Wolke am Mittagshimmel nun die gute oder die schlechte Prognose bestätigt, lässt sich mit diesem einen Bit nie entscheiden. Sogenannte kontradiktorische Expertenstreits über derart dürftig abgestützte Aussagen sind sinnlos, wurden und werden aber beschämenderweise nur zu oft geführt. Was dabei an Vertrauen bleibt, entspricht haargenau dem diskutierten *Informationsgehalt* - fast nichts - die Laien haben in diesen Fällen korrekt mit Ablehnung des Neuen reagiert.

Dabei haben wir uns mit der Analytik in eine aussergewöhnliche Situation manövriert - wir können viel mehr messen, als wir interpretieren können. 1 ppt - das kann man messen - bedeutet 1 Weizenkorn auf 1000 Tonnen - einen Güterzug mit Weizen. Steigt der Gehalt von Atrazin im Trinkwasser von 1 auf 2 ppt, so ist das eine Verdoppelung, das ist alles, was uns an Aussage bleibt - nichts. Das müssen und können wir verbessern.

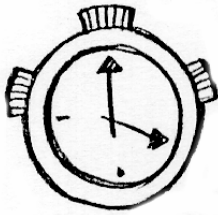
Eine optimistische und positive Grundhaltung bei der Beurteilung von Systemen hat bei uns, wie die Entwicklung der Lebenserwartung zeigt, gute Lebensbedingungen geschaffen. Und trotzdem sind wir in unserer Beurteilung sehr oft gespalten, sektiererische Standpunkte sind nicht selten. Immer mehr gibt man dem Druck nach, Meinungen und Modeströmungen mit Pseudo - Risiko - Analysen zu bestätigen, statt die Meinungsbildung dem gesellschaftlichen Prozess der Risiko - Beurteilung zu überlassen. Wir sollten den ausgebildeten und erfahrenen Fachleute vertrauen und wollen doch keine Expertokratie. Wir wollen den Fortschritt in unseren engsten

Bereichen, können ihn an anderen Orten nicht ganz verstehen und suchen ihn wohl darum dort zu bremsen. Was bleibt uns als Ausweg? Der Zürcher Philosoph Hermann Lübbe sieht das so:

„Es hat noch nie eine Zivilisation gegeben, die kraft individueller Lebenserfahrung ihre Lebensbedingungen weniger verstanden hätte, als unsere eigene.

In einer solchen Gesellschaft kann man nur leben, indem man *Vertrauen* aufbringt. Vertrauen ist hier gemeint als Vertrauen in der schlichten funktionalen Nötigkeit des Vertrauens in die *Solidarität der Leistungen* des uns jeweils benachbarten *Fachmanns*.

Das Gefühl der Sicherheit entsteht durch Vertrautes, das mir ja keine neuen Informationen liefert.“

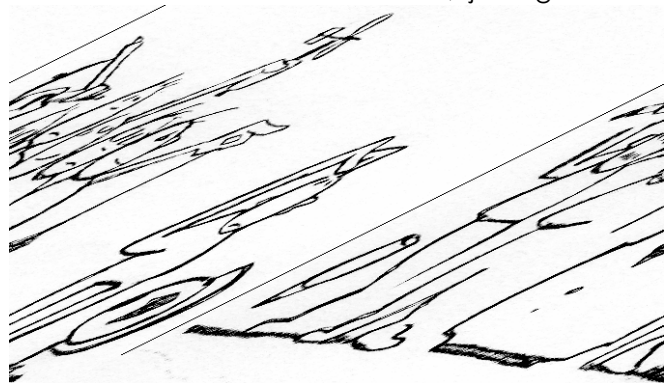


Die Aufgabe des Risiko - Managements muss folglich ganz wichtig auch darin bestehen, das hier geforderte *Vertrauen*, Vertrautes zu schaffen. Das geht bei technischen Systemen über die technischen Bereiche weit hinaus. Die rasante Entwicklung zwingt aber Naturwissenschaftler und Techniker immer mehr dazu, sich auf das absolut Nötigste und Wichtigste in ihrem Fachbereich zu beschränken. Verwunderlich ist das nicht, ja sogar leicht verständlich. Gerald

Holton und Sola Price haben ausgerechnet, dass 80-90% aller in der gesamten Menschheitsgeschichte bekannten Wissenschaftler heute leben - gerade jetzt; nur 10 - 20% waren in den vorigen 50'000 Jahren tätig. Dieses Wissen zu verarbeiten braucht viel Zeit, für das persönliche Umfeld bleibt nur wenig übrig.

Trotzdem ist es sinnvoll, notwendig und nützlich, wenn sich die „Experten“ einen wahrhaften „Vertrautenkreis“ schaffen um über Vertrauen ihre Tätigkeit zu

rechtfertigen. Das ist sehr wichtig, denn wenn es darum geht Risiken zu beurteilen, das zeigen umfangreiche Umfragen, vertrauen wir Freunden mehr, als Behörden und Wissenschaftlern.



Gleichzeitig mit diesem dauernden Wandel, neben dieser unüberschaubaren Informationsflut wird durch das Gesetz gefordert, die technischen Systeme dem Stand von Wissenschaft und Technik anzupassen. Die europäischen Vorschriften über Produkthaftung verlangen zusätzlich noch *fault tolerant* und *fool proof*. Man will die Zukunft nicht verpassen und auch Neues mitgestalten - aber gleichzeitig die alten Erfahrungen nutzen - das wird zur Quadratur des Kreises. Wir wollen wissen, welche Folgen zum Beispiel die Biotechnologie in Zukunft zeitigen wird; vor allem sollen die schlechten Varianten mit Gewissheit ausgeschlossen werden. Eine Beurteilung der zukünftigen Situation, wenn immer möglich mit dem zukünftigen Wissens- und Entwicklungsstand, wäre gerade angemessen. Da verlangen wir, wie Karl Popper das kristallklar erkannt hat, zu viel, denn:

„Wenn wir heute wüssten,  
was wir einst wissen werden,  
so wüssten wir es bereits jetzt.“



Die Situation ist schwieriger, als sie vordergründig erscheint. Das musste ich persönlich mit einem selbst entwickelten, sehr einfachen Behelf für die Beurteilung von giftigen Gaswolken erfahren. Dieser wird von Feuer- und Chemiewehren eingesetzt. Man kann bei Unfällen die gefährlichen Distanzen abschätzen und so eine rechtzeitige Alarmierung und damit einen wirkungsvollen Schutz der Bevölkerung erreichen. Es ist in wenigen Minuten möglich, unterschiedliche Wetterlagen, Mengen und Giftigkeiten zu berücksichtigen. Es kann in den gefährdeten Bereichen rechtzeitig gewarnt, abgesperrt und korrekt informiert werden - ein eindeutiges Werkzeug für die Sicherheit - bis ich darauf hingewiesen wurde, dass sich mit diesem Behelf auch der wirksamste böswillige Einsatz von giftigen Gasen planen lässt.

Das Risiko - Management muss sich somit mit bescheidenen Zielen zufrieden geben, es kann eine Situation mit den heute vorhandenen Mitteln, Methoden und Kenntnissen analysieren, es kann *Gefahren aufspüren, Wirkungen abzuschätzen, mögliche Konsequenzen darstellen* und Massnahmen vorschlagen. Ein Teil, ein wichtiger Teil der Risikobewältigung, muss trotzdem dem situativen Handeln und der *Improvisation* überlassen bleiben. Und da steht nebst *Training und Charakter* das Vertrauen in die Ausführenden im Zentrum. Eine Klippe muss dabei umschifft werden: Da unsere Darstellung der Wirklichkeit so viel leichter zu begreifen ist als die Wirklichkeit selbst, neigen wir dazu, die beiden zu verwechseln.

Ein modernes Risiko - Management von technischen Systemen verwendet die besten Methoden, ist sich aber seiner Grenzen bewusst. Es hat bis heute viel, sehr viel erreicht, es hat aber auch schon oft versagt. Unser Informationszeitalter ist eine Chance, die gemachten guten, ebenso wie die schlechten Erfahrungen besser zu nutzen, damit die Systeme noch sicherer geplant werden. Staubexplosionen, wie die der Mühle von Hammeln, sollten heute nicht mehr übersehen werden. *Erfahrung* hat so, gerade in der schnelllebigen Zeit, für die Sicherheit eine unschätzbare grosse Bedeutung - aber wird beim Outsourcing nicht auch Knowhow und Erfahrung ausgelagert?

Die Gefahrenpotentiale sind mit der Industrialisierung gewachsen, die Eintretenswahrscheinlichkeiten gesunken. Damit spielt sich die ganze Risikodiskussion auf einer immer höheren Ebene der möglichen Auswirkungen ab. Die *Versicherungen* sind zum Teil nicht mehr, oder nur mit Auflagen und sehr hohen Prämien bereit, die ganz grossen Potentiale zu versichern. Wo sie nicht mehr mitmachen, ist die obere Grenze, an welcher die Economies of Scale enden. Doch im Alltag treten schon bei kleineren Potentialen Probleme auf. Politisch gesehen sind die häufigen kleinen Unfälle nicht sehr wichtig, ganz im Gegensatz zu den wenigen Katastrophen. Diese Spitze des Eisbergs sollte unbedingt vermieden werden - das sind immer wieder die Wünsche und oft die Forderungen der Geschäftsleitungen und Politiker. Leute, die vorgeben diese Aufgabe bedingungslos erfüllen zu können, qualifizieren sich, ebenso wie die mutlosen Angstmacher, nach den Worten von Carl Friedrich von Weizsäcker selbst, wenn er meint:

„Wer sicher zu wissen behauptet, wie die Katastrophe vermieden werden kann, beweist schon dadurch seine Unglaubwürdigkeit, genau wie der, der sicher zu wissen behauptet, dass die Katastrophe unvermeidbar sei. Wir müssen handeln, ohne die Folgen vorher zu wissen.“

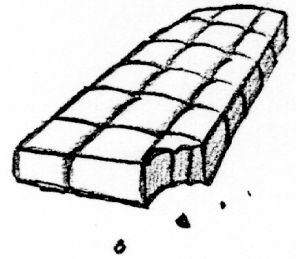
Grob skizziert könnte das heissen: Bemühen wir uns, die Realität von den Vorstellungen über die Realität zu unterscheiden. Versuchen wir mit den realen Wahrscheinlichkeiten und Unsicherheiten umzugehen. Handeln wir überlegt und sorgfältig - einfach verantwortungsbewusst und vertrauenserweckend. Risiko - Management bei technischen Systemen ist dann eine permanente Aufgabe, ein *Vorgehensprinzip*. Und gerade dieses ist anspruchsvoll, aufwendig, fordernd, endlos - die Pflege des Details, der Abbau des Eisbergs an der Basis. Bei diesem Bemühen riskieren wir dauernd über die so menschlichen 5 Punkte von Konrad Lorenz zu stolpern:

- "Gesagt ist noch nicht gehört,
- gehört noch nicht verstanden,
- verstanden noch nicht einverstanden,
- einverstanden noch nicht angewandt
- und angewandt noch nicht beibehalten."

Aber irgendwie laufen diese Notwendigkeiten, das Detail, die Disziplin zu pflegen, dem jugendlichen Trend entgegen, nicht so „kleinkariert“ sondern tolerant und grosszügig, auch gegenüber Fehlern, zu sein. Es bleibt nur zu hoffen, dass das „Lockere und Lässige“ für die Freizeit als Kompensation für die Konzentration und das Pflichtbewusstsein im Umgang mit technischen Systemen aufgespart wird.

Was sind nun aber die Besonderheiten des Risiko - Managements technischer Systeme?

Es handelt sich bei technischen Risiken nur für ganz wenige Leute um selbst steuerbare Risiken. Es sind selten eigene Entscheidungen diese Risiken einzugehen, es ist die Eisenbahn mit den Gefahrguttransporten, das Tanklager, die Staumauer oder das Kernkraftwerk. Es handelt sich hauptsächlich um Risiken, die wir aus eigener Erfahrung nicht durchschauen. Spezialisten für technisches Risiko - Management analysieren diese *fremdbestimmten, unbekanntenen Risiken* mit kleinen Wahrscheinlichkeiten. Sie schlagen Massnahmen vor, um gewisse Risiken auszuschalten. Sie machen Vorschläge um die Entscheidung zu fällen, was noch mehr Sicherheit kosten würde. Und da wundern Sie sich, dass so häufig hitzige Diskussionen über technische Risiken geführt werden? Die Zielvorstellung von Technik ist Sicherheit, und somit kann man sich keine Lorbeeren holen, wenn man am Schluss eingestehen muss, dass da immer etwas von der vollkommenen Sicherheit fehlt. Das ist, wie wenn man als Geschenk eine angebissene Schokolade überreichen würde. Das bleibt unser Problem vom *Restrisiko*.

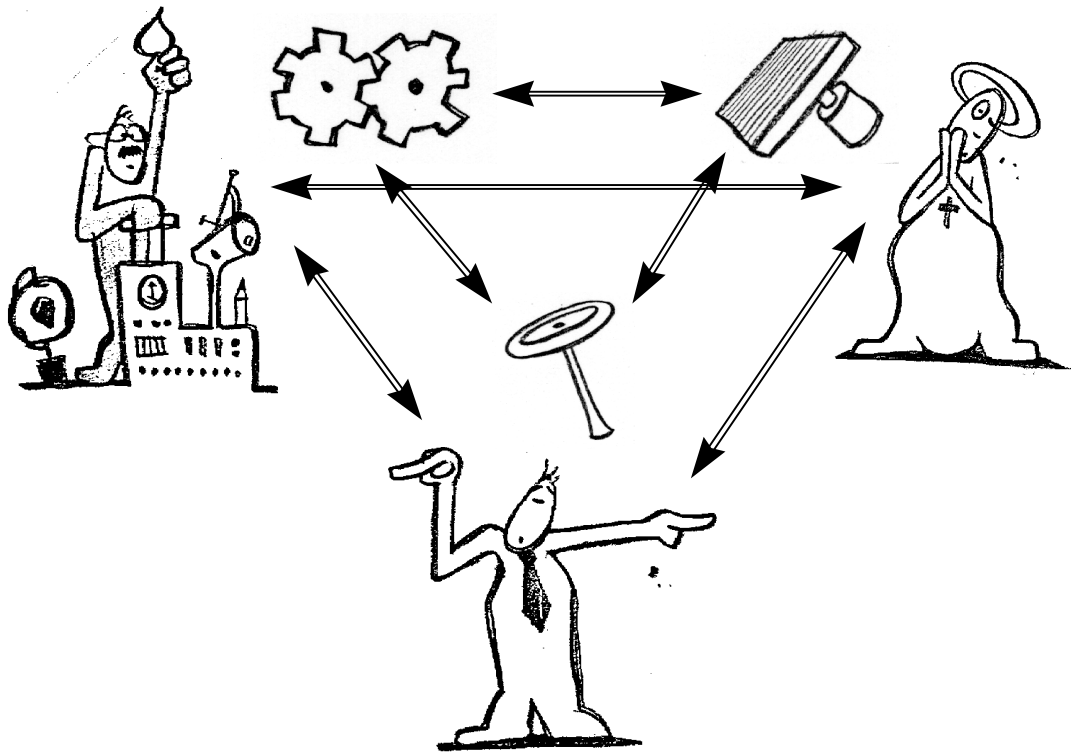


Und dann brauchen wir *Taten statt Worte*, vor allem bei der Risiko - Kommunikation. Die Verantwortlichen sollten wieder mit ihren Angehörigen in einem angenehmen Heim mitten auf dem Areal ihres Betriebes wohnen. Sie müssen bereit sein, nicht nur den grössten Nutzen zu geniessen, sondern auch das von ihnen geschaffene Risiko dauernd und direkt zu ertragen. Ich glaube, damit würde die Sicherheit entscheidend verbessert, wichtige Details besser beachtet.

Zum Abschluss kommen wir zurück auf das Auto, als Beispiel für unsere Technik zurück. Ein Auto braucht im Wesentlichen

- einen Antrieb,
- eine Steuerung und
- eine Bremse.

In Anlehnung daran sieht das Modellbild unserer Gesellschaft nach Mary Douglas aus:



Die Technik hatte anfänglich vorrangig das Ziel des Fortschritts, die Forscher, Techniker und Unternehmer fühlten sich als *Pioniere* - der *Antrieb*. Dann zeigten sich Unfälle, Regelungen mussten getroffen werden, die *Bürokraten* traten auf den Plan, sie begannen zu regeln - das *Steuer*. Und heute riskieren gewisse Bereiche über das Ziel hinauszuschiesen, die Energie, das Kohlendioxid, die immer grösseren Anlagen. Einige Entwicklungen müssen mit Argumenten der Ethik verlangsamt werden. Das ist die Rolle der *Moralisten* - die *Bremse*.

Ein Dreieck von *vorwärtsdrängender Risiko - Bereitschaft*, *ausgewogener Risiko - Akzeptanz* und *mahnender Risiko - Aversion*. Alle drei sind notwendig für eine gesunde, ausgewogene Gesellschaft. Und weil hier drei, auch kulturell beeinflusste Pole wirksam sind, lässt sich verstehen, dass *verschiedene Kulturen* auch zu unterschiedlichen Ergebnissen gelangen. Das Risiko - Management technischer Systeme, der Umgang mit Technik, kreist zwischen diesen drei Polen - es gilt hier für die Zukunft, die eigene Mitte noch besser zu finden und dabei die Ebene der Realität nicht zu verlassen. Und diese Zukunft hat mit unserer gehetzten Informationsgesellschaft schon begonnen.

Unter dem gewaltigen Zeitdruck der Entwicklung der Ariane V Rakete, wurde für das Trägheitsnavigationssystem die sehr bewährte Computersoftware der Vorgängerin, der Ariane IV übernommen. Die neue Rakete mit der doppelten Masse und dem mehr als doppelt so grossen Schub war damit rascher startbereit. Die Entwicklungszeit wurde drastisch abgekürzt, ebenso die Testzeit. Der erste Start am 4. Juni 1996 der Ariane V, Flug 501, führte zu einem Totalverlust der Rakete, des Satelliten und dem Vertrauen in die neue Rakete. Die Unfallauswertung zeigte auf, dass Unterschiede der Geschwindigkeiten zu der Vorläuferrakete Ariane IV bei der Software nicht korrekt angepasst worden waren - beide redundanten Navigationssysteme fielen aus - ein *common cause failure*. Nebst dem Verlust der Rakete und der Satelliten wurden ca. 400 - 600 Millionen Franken für die Anpassungen der Qualitätssicherung und für verbesserte Nachkontrollen notwendig. Der zunehmende Termindruck und die zunehmende Tragweite von kleinsten Fehlern haben auch an diesem Beispiel neue Dimensionen des Risikos aufgedeckt. *Bewährtes* lässt sich eben nur dann auf neue Situationen übertragen, wenn alle Randbedingungen erfüllt sind!!

Einige Grenzen haben wir kennengelernt. Das sind die nicht erkannten Gefahren und als Folge der Risikokompensation, die *grossen Gefahrenpotentiale*. Inzwischen hat in der Technik ein Wandel stattgefunden. Nicht mehr unbedingt der Grosse ist besser als der Kleine - meist ist es der Raschere. Da sei eine Prognose gewagt: Eine nächste Grenze, die es im technischen Risikomanagement vermehrt zu beachten gilt, wird im *Erfahrungsverlust* und der *Geschwindigkeit* zu suchen sein.

Wir sind alle abhängig von den industriellen Produkten und von der Technik. Ein Leben ohne Technik und die Erkenntnisse der Wissenschaften ist keinen Tag mehr denkbar.  
Ein Mensch, der Sklave dessen ist, was er verachtet, stürzt in eine Katastrophe.  
Jeanne Hersch

Sicherheit wurde zu lange als Aufgabe gesehen, die man nach der wesentlichen Planung einfach noch einbringen musste, ein Sicherheitsventil sollte noch einen möglichen Überdruck abfangen. Die neue Entwicklung um ökologische Auswirkungen zu minimieren und Störfälle zu verhindern, berücksichtigt den Sicherheitsaspekt bei allen Überlegungen.

Normales Denken bezüglich einer potentiellen Gefahr bedeutet, (bewusst und unbewusst) zu glauben, dass diese Gefahr mit einem bestimmten Wahrscheinlichkeitsgrad eintritt.  
Paranoides Denken beruht auf der Annahme, dass eine logische Möglichkeit des Eintretens dieser Gefahr besteht, und fordert eine absolute Sicherheit.  
Erich Fromm

Sichere Systeme sind einfache Systeme, so ganz im Sinne von Antoine de Saint Exupéry:  
„Vollkommenheit entsteht offensichtlich nicht dann,  
wenn man nichts mehr hinzuzufügen hat, sondern,  
wenn man nichts mehr wegnehmen kann.“

Wir verfügen nur noch über kleine Teilbereiche des Wissens, verweigern den Experten aber unser Vertrauen.

- Generell überschätzen wir die Gefahren, die uns selber berühren, und unterschätzen wirkliche und häufige Bedrohungen.
- Die meisten Menschen überschätzen ihre eigenen Fähigkeiten. Deshalb haben wir wohl weniger Angst vor Dingen, die wir glauben selbst steuern zu können.
- Weit mehr fürchten wir uns vor allem, was unbekannt ist und ausserhalb unserer Kontrolle liegt.
- Wir haben Probleme im Abschätzen von Wahrscheinlichkeiten.

Wir haben uns von der Produktion entfernt, wollen aber die Produkte. Wir verlangen von andern Sicherheit und suchen selbst das Risiko. Intuitiv beurteilen wir Wirkungen, vor allem aber die Wahrscheinlichkeiten von Risiken meist falsch, und gerade diese sind Drehpunkt der Beurteilung.

Wenn Sie nun den Eindruck haben, die Basis der Risiko - Managements technischer Systeme sei eigentlich in anderen Bereichen auch zu finden, wenn Sie meinen, dass sie sich nur in den naturwissenschaftlichen Methoden und technischen Werkzeugen unterscheiden, dann sind sie auf den Kern der Ausführungen gestossen. Wie wäre es sonst möglich, dass wir in unserem täglichen Leben Chancen suchen, dabei Risiken eingehen und gleichzeitig für Sicherheit sorgen?