Sicherheit - eine gesellschaftliche Herausforderung an den Ingenieur

Autor(en): **Schneider, Th.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **106 (1988)**

Heft 15

PDF erstellt am: **12.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-85684

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

der Faktor «Mensch» missachtet wird. Wirkliche Sicherheit kann aber nicht erreicht werden, wenn die Gefahren – wie der heutige Trend befürchten lässt – nur gefühlsmässig eingeschätzt werden und dann auch entsprechend gehandelt wird. Risiken muss man so weit als möglich rational angehen. Dies ist schliesslich sogar eine ethische Frage, denn übertriebene Sicherheit am falschen Ort schafft Ungerechtigkeiten und dient unserer Gesellschaft schlecht.

Uns Fachleuten liegt das rationale Vorgehen nahe. Wir müssen aber viel bewusster auch die menschlichen Aspekte als Realität zur Kenntnis nehmen. Diese beeinflussen, mehr als wir bisher bereit waren anzuerkennen, auch unsere berufliche Tätigkeit. Ohne eine offene Verständigung mit der Öffentlichkeit kann unsere Arbeit nicht die erhofften Früchte tragen.

Durch vermehrte Einsicht in das Menschliche in uns selbst und bei unseren Mitbürgern werden viele sonst unbegreifliche Meinungen verständlicher. So können wir der Ursache vieler Kontroversen näher kommen, anstatt sie auf Voreingenommenheit oder gar auf bösen Willen zurückzuführen. Hier liegt denn auch der Ansatz zu einer besseren Verständigung.

Als Techniker, die in vielen Bereichen für die Sicherheit verantwortlich sind, haben wir auch eine Informations- und Erziehungspflicht, die wir mit Geduld und Beharrlichkeit zum Wohle unserer Gesellschaft erfüllen müssen. Es ist dies, wie wir gesehen haben, keine leichte Aufgabe. Unsere Ausbildung hat uns zu wenig auf sie vorbereitet. Zu viele unserer Fachkollegen sehen auf uns herab, wenn wir den Mut aufbringen, die meist so komplexen Zusammenhänge zu vereinfachen, wie dies für eine erfolgreiche Kommunikation unerlässlich ist! Gegenüber starken, unseren Gesprächspartnern nicht einmal bewussten Gegenkräften aus dem Unbewussten müssen wir unseren rationalen Argumenten die ihnen gebührende Geltung verschaffen. Dabei machen uns die Massenmedien, welche tagtäglich gerade auf diesen irrationalen Saiten unseres Unbewussten spielen, die Aufgabe zusätzlich schwer.

Ein gedeihlicher Weiterbestand unserer modernen Gesellschaft hängt aber davon ab, dass wir Fachleute dem *monsieur tout le monde* Wissenschaft und Technik und nicht zuletzt die vielen Aspekte des Themas «Risiko» verständlich machen können.

Adresse des Verfassers: *A. F. Fritzsche*, Dr. sc. techn., dipl. Masch-Ing. ETHZ/SIA, Chesa Crast'ota, 7504 Pontresina.

Literatur

[1] *Kowalski, E.*: Die Magie der Drucktaste; Von den unkontrollierten Einflüssen auf unser Leben, Econ-Verlag, 1975

[2] *Wünschmann, A.*: Unbewusst dagegen; Zur Psychologie der Kernenergie-Kontroverse, 2. erweiterte Auflage, Bonn Aktuell GmbH, April 1982

[3] *von Ditfurth, H.*: Der Geist fiel nicht vom Himmel; Die Evolution unseres Bewusstseins, Hoffmann und Campe Verlag, Hamburg, 1976

[4] *Fritzsche, A. F.*: Wie sicher leben wir? Risikobeurteilung und -bewältigung in unserer Gesellschaft, Verlag TÜV Rheinland, Köln, 1986

[5] *Goodfield, J.*: Wissenschaft und Medien, Birkhäuser Verlag, Basel, Schriftenreihe Offene Wissenschaft, 1983

[6] *Combs, B., Slovic, P.*: Newspaper Coverage Of Causes of Death, Journalism Quarterly, 56, 1979, 837-843, 849

[7] Europäische Gemeinschaft: Nuclear and non-nuclear risk – An exercise in comparability, Final Report, Pollution Prevention (Consultants) Ltd., Crawley, England, EUR 6417 EN, 1980

[8] *Siddall, E.*: Risk, fear and public safety, Atomic Energy of Canada Ltd., AECL-7404, April 1981

[9] *Cohen, B. L.*: Society's valuation of life saving in radiation protection and other contexts, Health Physics, 38, 1980, 33-51

Sicherheit – eine gesellschaftliche Herausforderung an den Ingenieur

Sicherheit ist heute eines der konfliktträchtigen Probleme der technischen Entwicklung. Im Vordergrund stehen dabei zahlreiche Wertungsfragen, die nur in einem anspruchsvollen Konsensfindungsprozess geklärt werden können. Der Ingenieur spielt in diesem Prozess in verschiedener Hinsicht eine wichtige Rolle. Um diese wahrnehmen zu können, muss er sich eingehender und umfassender mit der Sicherheitsfrage auseinandersetzen.

Ausgangslage

VON TH. SCHNEIDER, ZOLLIKON

Wer sich heute mit der Frage der Sicherheit in unserer hochtechnisierten Gesellschaft befasst, stösst unweigerlich auf folgende Diskrepanz: Einerseits erfreuen wir uns einer noch nie dagewesenen Lebenserwartung. Krankheiten, Naturgefahren, aber auch die übrigen Gefahren unseres Alltags bewältigen wir immer besser. Sowohl die Statistiken wie auch der steigende Aufwand für Sicherheitsanstrengungen unterstreichen dies. Anderseits wird Sicherheit immer mehr zum Schlagwort, bewegt die Gemüter und ist Gegenstand heftiger Auseinandersetzungen.

Wir könnten es uns einfach machen und sagen, dass mit steigendem Wohlstand auch hier die Ansprüche steigen. Wir könnten ferner vermuten, dass auch hier die Mittel und Wege sich verbessert haben, mehr machbar ist und deshalb die Erwartungen höher sind. Wir könnten schliesslich annehmen, es werde erst jetzt erkannt, dass Sicherheitsanstrengungen sich lohnen und Vorbeugen letztlich billiger ist als Heilen. All diese Aspekte haben sicher ihre Bedeutung, und allein schon aus dieser Sicht scheint es vernünftig, heute mehr für Sicherheit zu tun als früher.

Aber ganz werden wir die heutige Situation damit nicht erfassen und verstehen. Diese Argumente würden an sich schon lange gelten. In der modernen Sicherheitstechnik verfügen wir schon seit vielen Jahren über Methoden, um Sicherheitsprobleme besser zu lösen, als wir es bis heute im allgemeinen tun! Als Beispiel seien die Anstrengungen verschiedener Firmen (z.B. Du Pont de Nemours) erwähnt, die gezeigt haben, wie man Arbeitsunfälle um eine Grössenordnung reduzieren kann. Aber die Möglichkeit, unsere «normalen» Sicherheitsprobleme noch besser zu lösen, hat uns bisher wenig motiviert, uns grundsätzlicher mit Sicherheitsfragen zu befassen. Wir haben uns daran ge-

wöhnt, mit diesen «normalen» Risiken zu leben, obwohl wir dabei viel Unnötiges an Blut und Tränen in Kauf nehmen (z.B. jährlich gegen 100 Tote im Baugewerbe, von den Verletzten ganz zu schweigen). Wir betrachten dies offenbar als akzeptablen Tribut für unsere Lebensweise.

Der Druck zu einer eingehenderen Auseinandersetzung mit der Sicherheitsfrage kommt von einer anderen Seite. Ereignisse wie jene von Seveso, Tschernobyl, Schweizerhalle u.a.m. haben eine neue Dimension aufgezeigt. Diese neue Dimension war bisher nur in den mehr oder weniger abstrakten Diskussionen um die Kernenergie zum Vorschein gekommen. Nennen wir sie zunächst einfach einmal das Phänomen der Katastrophe. Worum geht es dabei?

Katastrophen sprengen den Rahmen des Normalen, des im normalen Rahmen Verdaubaren. Angesprochen ist dabei zunächst die rein praktische, reale Verdaubarkeit. Rettungsdienste und Gesundheitswesen sind typischerweise überfordert. Aber auch die betroffene menschliche Gemeinschaft *verdaut die Auswirkungen einer konzentrierten Katastrophe viel schwerer, als wenn der gleiche Schaden zeitlich und geographisch verteilt auftritt,* wie dies bei den «normalen» Alltagsrisiken der Fall ist.

Tausend Opfer, wie wir sie Jahr für Jahr im Strassenverkehr in Kauf nehmen, wären als jährliches Einzelereignis undenkbar! Und was erst, wenn praktisch ein ganzer Kontinent in Mitleidenschaft gezogen wird wie im Falle von Tschernobyl! Wie hätten wir so etwas verdaut, wenn die Verstrahlung grösser gewesen wäre? Dazu kommt – und dies betrifft wohl eine wesentlich grössere Personenzahl – die emotionale Verdaubarkeit. *Über Katastrophen ist heute jeder informiert.* Dabei wird nicht nur über die aktuellen Fakten berichtet. Vielmehr kommen alle Fragen, Zweifel und Ängste zur Sprache, die in diesem Zusammenhang immer wieder auftauchen. Diese Emotionen werden bei Katastrophen typischerweise nicht verdaut. Der Alltag schiebt bald neue Aktualitäten in den Vordergrund, die Fachleute ziehen einige Konsequenzen, die unmittelbar Betroffenen sehen sich bald vergessen und der Rest trägt den unverdauten Klumpen mit sich herum, bis er beim nächsten aktuellen Anlass wieder hochkommt.

Mit besonderer Schärfe stellt sich die Frage nach der Verdaubarkeit, wenn *Katastrophen mit langfristigen Wirkungen* auf den Menschen oder die Umwelt gekoppelt sind. Dann geht es nicht nur darum, wie wir kurzfristig mit ihren Folgen fertig werden, vielmehr bleibt die Ungewissheit, was überhaupt auf uns zukommt. Besonders schwer ins Gewicht fällt diese Ungewissheit, wenn nicht nur unser Leib und Leben, sondern dasjenige zukünftiger Generationen gefährdet ist.

Allerdings gab es auch schon früher Katastrophen, zum Teil gigantischen Ausmasses: Seuchen, Hungersnöte, Naturkatastrophen, Feuersbrünste. Ihr Beitrag zum Risiko des einzelnen war wohl kaum geringer, als er es heute ist. Aus dieser Sicht bleibt somit als wirklich neuartige Dimension *die nachhaltige Zerstörung und Beeinträchtigung der Umwelt* als natürliche Lebensgrundlage des Menschen. Wenn sich hier zunehmend ein ungutes Gefühl breitmacht, so hat dies noch einen zusätzlichen Grund. Längst sind wir nicht mehr überzeugt, dass alle Errungenschaften der Technik auch sinnvoll sind. Wenn wir aber allmählich spüren, dass wir unsere Lebensgrundlage für etwas zerstören, das es eigentlich gar nicht wert ist, dann dürfen wir wohl froh sein, wenn es uns dabei nicht mehr ganz wohl ist. Dieses Spannungsfeld zwischen gravierenden Risiken und fraglichem Fortschritt ist entscheidend für die weitere Entwicklung unserer Gesellschaft. Eine ernsthafte Auseinandersetzung, ein Ringen mit den Konflikten, ein Abwägen der Vor- und Nachteile und schliesslich eine Konsensfindung tun Not.

Liegen diese Fragen aber nicht auf einer höheren Ebene, als wir Ingenieure sie zu beeinflussen vermögen? An die einfache Vorstellung, dass der Ingenieur wertfrei technische Lösungsmöglichkeiten in der gesamten Breite aufzeigt und der Politiker dann souverän aus der Sicht übergeordneter Ziele entscheidet, glauben wir wohl nicht mehr so recht. Die Meinungsbildung und die Entscheidungsmechanismen in unserer Gesellschaft sind komplexer. Eines ist gewiss: Wir sind alle mehr oder weniger daran beteiligt und für die weitere Entwicklung verantwortlich. Gerade als Ingenieure tragen wir in erheblichem Masse und in mannigfaltiger Weise zum Stand unserer technischen Zivilisation bei, vielleicht mehr, als wir uns einzugestehen bereit sind.

Ziel der heutigen Anstrengungen

Die heute anstehenden Probleme im Sicherheitsbereich sind grundsätzlicher Natur. Sie liegen auf einer Ebene, auf der Technik, Recht, Ökonomie und psycho-soziale Aspekte eng miteinander verflochten sind. Aus diesem Grunde ist es unmöglich, diese Probleme einzig aus einer Disziplin kommend zu lösen. Fortschritte im Bereich der Sicherheitstechnik allein genügen nicht, auch unsere Rechtsnormen müssen sich entsprechend weiterentwickeln bis hin zu der Auseinandersetzung der Öffentlichkeit. Dies ist voraussichtlich ein langer Prozess, der ohne Zweifel iterativ sein muss.

Die Technik kann und muss aber zum Gelingen dieses Prozesses einen wesentlichen Beitrag leisten. Die Stossrichtung ist dabei klar: Allem voran *müssen die massgeblichen Sachverhalte und Zusammenhänge wirklichkeitstreuer und transparenter dargestellt werden.* Bis heute sind wir uns in der Technik gewöhnt, häufig mit Regeln und Modellen zu arbeiten, die eher auf eine möglichst einfache Arbeitsweise als auf eine verständliche Wiedergabe realer Vorgänge ausgelegt sind. So sind beispielsweise alle Arten von Sicherheitsfaktoren und -koeffizienten zwar für die tägliche Anwendung zweckmässig; wie und welche Risiken damit im Einzelnen abgedeckt werden und vor allem in welchem Masse, bleibt jedoch weitgehend verborgen. Erst die Erfahrung im Laufe der Jahre liefert die Bewährungsprobe. Es ist leicht einzusehen, dass dies in sehr vielen Fällen ein durchaus gangbarer Weg ist, wenn auch die Frage offen bleibt, ob er optimal ist. Dieses Vorgehen findet vor allem dort Anwendung, wo es um relativ häufige Schadenfälle geringen Ausmasses geht. Allerdings sei darauf hingewiesen, dass uns diese häufigen Ereignisse «geringen Ausmasses» jährlich rund 3000 Todesfälle kosten,zudem ein Mehrfaches an Verletzten sowie grosse Sachschäden.

Sobald es um die Beherrschung seltener Ereignisse mit möglicherweise katastrophalem Ausmass geht, bringen uns diese Erfahrungen – auch wenn sie sich über Jahrzehnte erstrecken – nur sehr beschränkte Hinweise. «Denken Sie nur an die jüngste Explosion in Schweizerhalle, in einer Anlage, die dreizehn Jahre lang ohne Zwischenfall funktioniert hat und eines Tages plötzlich in die Luft fliegt ...!» Dies war unlängst in einer Zeitung zu lesen und zeigt deutlich, dass wir in diesem Bereich noch nicht über eine realistische Beziehung zur Dimension Zeit verfügen. Ein Ereignis in 10 000 oder gar 100 000 Jahren stellen Wahrscheinlichkeiten dar, die für bestimmte Katastrophenereignisse bereits als gross gelten.

Zurück zur Frage der weiteren Entwicklung der Sicherheitswissenschaft. Wenn wir die Konflikte und Kontroversen um Sicherheitsprobleme angehen oder gar lösen wollen, sind zwei Dinge nötig: Zunächst müssen wir uns bemühen, *Tatsachen und Meinungen* zu unterscheiden. Jedes Sicherheitspro-

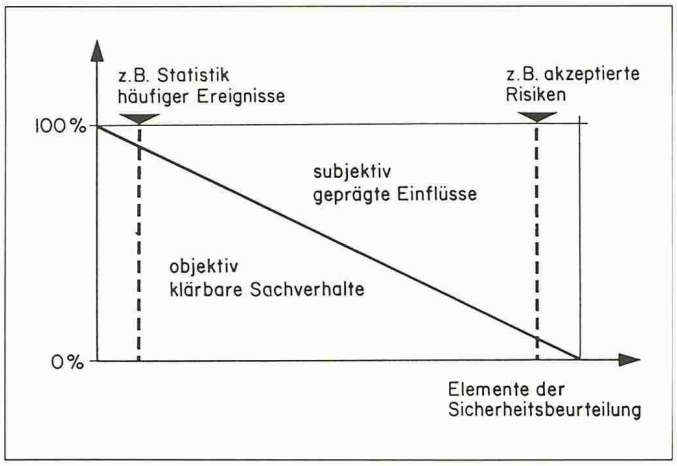


Bild 1. Die Sicherheitsfrage umfasst Aspekte, die von rein objektiven Sachverhalten bis zu rein subjektiven Werturteilen reichen. Die Übergänge sind dabei kontinuierlich.

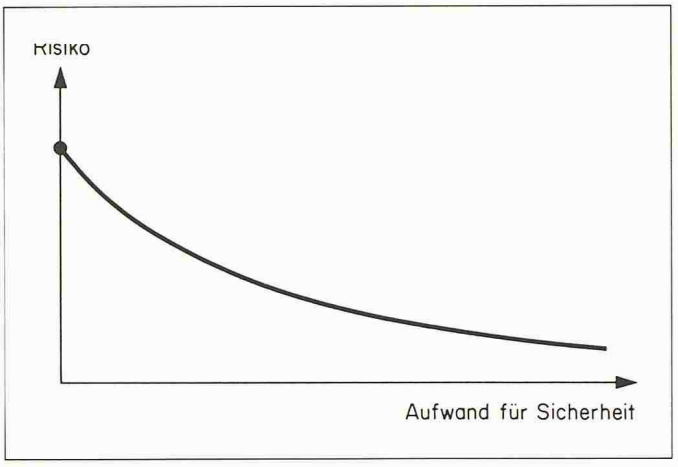


Bild 3. Mit zunehmendem Aufwand für Sicherheitsmassnahmen lässt sich das Risiko eines Systems kontinuierlich abmindern. Die entsprechende Kurve sieht für jedes System wieder anders aus, weist aber qualitativ stets den obenangedeuteten Verlauf auf.

blem beinhaltet Fragen, die objektiv abklärbar sind, bis hin zu Fragen, die rein subjektive Werturteile darstellen. Man ist sich heute im klaren, dass der Übergang von einem zum anderen Extrem kontinuierlich ist (Bild 1). Einerseits sind viele an sich sachliche Fragen nicht restlos abklärbar und fehlendes Wissen muss durch stets subjektiv gefärbte Expertenvorstellungen ersetzt werden. Anderseits gibt es Wertvorstellungen, über die ein breiter Konsens besteht, so dass sie beinahe wie Fakten behandelt werden können. Dennoch ist es wichtig, den grundsätzlich verschiedenen Charakter technischer Sachverhalte und menschlicher Wertvorstellungen zu unterscheiden, weil diese Fragen auf unterschiedlicher Ebene behandelt werden müssen.

Es hat sich heute in breiten Kreisen eingebürgert, diese beiden Fragenkomplexe mit den Begriffen Risikoanalyse und Risikobewertung zu charakterisieren (Bild 2). Die Risikoanalyse hat die Frage *«Was kann passieren?»* zu beantworten. Sie versucht also, die technisch-wissenschaftlichen Sachverhalte nach bestem Wissen und Gewissen darzustellen. Die Risikobewertung befasst sich mit der Frage *«Was darf passieren?»* Sie muss letztlich die Frage nach der Akzeptierbarkeit von Risiken beantworten. Bis heute haben oft Ingenieure und Techniker beide Fragen in einem Zug beantwortet, z.B. beim Aufstellen technischer Normen. Wir müssen aber als Techniker und Ingenieure einsehen, dass wir hier an sich unsere Kompetenzen überschreiten. Solange die Gesellschaft das bei «problemlosen» Risiken toleriert (oder gar erwartet!), mag das angehen. Sobald aber Konflikte auftreten, müssen wir zurücktreten.

Manch einer mag fragen: «Ja, wer entscheidet dann? Etwa diejenigen, die von der ganzen Sache nichts verstehen?» Das ist sicher eine sehr heikle Frage. Grundsätzlich muss man aber von technischen Sachverhalten nicht viel verstehen, um die Frage akzeptierbarer Risiken zu beantworten. Es ist Aufgabe der Sachverständigen, die Dinge so darzustellen, dass der Bürger erkennen kann, worum es geht und welche Optionen er hat. Das ist nicht immer einfach, und es ist verständlich, dass wir das bis heute im allgemeinen nicht getan haben. Die Konsequenz daraus ist, dass wir uns heute sehr schwer mit dieser Problematik tun. Wir haben die nötige Erfahrung nicht gesammelt, wir sind uns über viele Zusammenhänge nicht im klaren, ja wir haben nicht einmal die nötigen Institutionen, um den entsprechenden Meinungsbildungs- und Konsensfindungsprozess abzuwickeln.

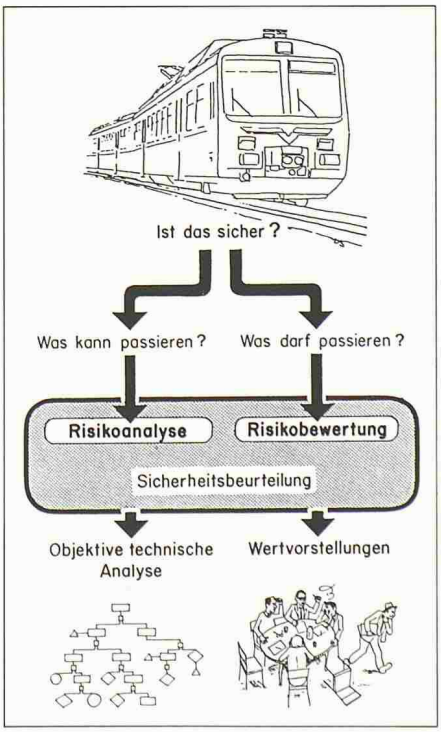
Was ist zu tun?

Die zentrale Aufgabe besteht also darin, die massgebenden Aspekte der Risikoanalyse, vor allem aber der Risikobewertung differenzierter zu untersuchen, immer besser zu verstehen und sich zu einigen, wie wir sie in der Praxis handhaben wollen. Damit sollten wir für unsere Tätigkeit auf der praktischen Ebene die allgemein anerkannten Grundlagen schaffen, die bis heute fehlen.

Risikoanalyse

Im Bereich der *Risikoanalyse* sind schon seit einigen Jahrzehnten entsprechende Methoden und Vorstellungen entwickelt und laufend verbessert worden. Diese Methoden befassen sich im wesentlichen mit der Ermittlung der Wahrscheinlichkeit und Auswirkungen möglicher Schadenereignisse. Als Beispiel für eine der klassischen Methoden sei die Fehlerbaumanalyse genannt, mit der die Wahrscheinlichkeit unerwünschter Ereignisse analytisch untersucht werden kann. Dabei wird versucht, die Wahrscheinlichkeit komplexer Ereignisabläufe basierend auf Kenntnissen über einfachere, häufigere Ereignisse zu ermitteln. Im Umgang mit vielen heiklen Fragen, wie gerade der Abschätzung von Wahrscheinlichkeiten, wurden unterdessen umfangreiche Erfahrungen gesammelt. Zahlreiche technologische Entwicklungen wä-

Bild 2. Die wichtigste Unterscheidung in der Sicherheitsfrage ist zwischen der Analyse und der Bewertung von Risiken vorzunehmen.



ren undenkbar gewesen ohne diese Fortschritte in der Risikoanalyse. So hätten es sich z.B. die Flugzeug- oder Raumfahrtindustrie, aber auch die Nuklearindustrie nicht leisten können, die nötigen Erfahrungen bei der praktischen Erprobung zu sammeln. Auch in anderen Bereichen finden diese Methoden in den letzten Jahren allmählich Eingang, so z.B. in der Off-shore-Technologie, in der chemischen Industrie und punktuell in vielen weiteren Bereichen. Im Gegensatz zu den USA sind aber in vielen europäischen Ländern und auch in der Schweiz diese Instrumente noch wenig bekannt, und nur wenige Fachleute haben Erfahrung bei ihrer praktischen Anwendung.

Die Probleme der Risikoanalyse liegen heute weniger bei ihren theoretischen Grundlagen als in der Kunst ihrer praktischen Anwendung. Bis heute wird ihr immer noch viel Skepsis entgegengebracht. Dies ist verständlich, wenn man die zahlreichen schwierigen Fragen bedenkt, mit denen man dabei konfrontiert wird. Allen voran ist es der Umgang mit einer in der Regel unvollständigen Datenbasis und den damit verbundenen Unsicherheiten. Im Gegensatz zu früheren, zwar einfacheren, aber meist rudimentären Gedankenmodellen will aber die moderne Risikoanalyse die bestehenden Wissenslükken nicht umgehen, sondern eben gerade aufdecken.

Die Risikoanalyse ist in ihrem Grundansatz umfassender als alle anderen Lösungswege, weil sie sich zum Ziel setzt, die wirklichen Vorgänge so gut als möglich zu erfassen und zu verstehen. Alle pragmatischen Ansätze gehen insofern in ihr auf, als irgendwo dieser Grundgedanke auch mitschwingt; in diesem Sinne sind sie vereinfachte und rudimentäre Formen der Risikoanalyse. Viele Zusammenhänge bleiben dabei allerdings ungeklärt und unbewusst.

Von zentraler Bedeutung bei der Risikoanalyse ist die Aussage, wie gross die Risiken eines betrachteten Systems sind. Sie versucht aber auch, im selben Sinne die Frage der Wirksamkeit von Sicherheitsmassnahmen zu beantworten. Diese beiden Fragen sind für eine Sicherheitsbeurteilung von ausschlaggebender Bedeutung. Der Zusammenhang, wie er in Bild 3 angedeutet ist, ist entscheidend für die Diskussion über erforderliche Massnahmen bzw. akzeptierbare Risiken. Es ist dabei die Aufgabe der technischen Fachleute, die bestmögliche Vorstellung vom erwarteten Funktionieren bzw. Nichtfunktionieren technischer Systeme darzustellen, und zwar nicht auf der Ebene von Schrauben und Ösen, sondern ausgedrückt in Form möglicher Auswirkungen. Das immer wieder vorgebrachte Argument, wir könnten solche Aussagen nicht zuverlässig bzw. genau genug machen, ist nicht stichhaltig. Wenn wir uns entschliessen, ein bestimmtes System zu realisieren, sind wir offenbar der Auffassung, seine Risiken seien akzeptabel. Diese Meinung können wir nicht haben ohne Vorstellung dieser Risiken. Diese Vorstellungen darzulegen, ist eine der zentralen Aufgaben der Risikoanalyse. Der Grad der Zuverlässigkeit, mit der wir dies sagen können, ist dabei ein wesentlicher Bestandteil der Aussage. Den technischen Fachmann mag diese Art Aussage unter Umständen wenig interessieren. Er schöpft seine Zuversicht, dass ein System in Ordnung ist, meist aus einem umfassenden Fundus von Wissen und Erfahrung. Der Öffentlichkeit aber genügt dies aus verständlichen Gründen nicht.

Risikobewertung

Noch dringender als bei der Risikoanalyse ist die Klärung der Zusammenhänge im Bereich der *Risikobewertung*. Fortschritte im Bereich der Risikoanalyse sind wesentlich leichter zu erzielen. Da es sich um technisch-methodische, also quasi objektive Fragen handelt, kann an breiter Front an diesen Problemen gearbeitet werden, und ein Austausch der Erkenntnisse ist an sich unproblematisch. Im Bereich der Risikobewertung ist hingegen schon die Betrachtungsweise der Zusammenhänge und natürlich erst recht die Gewichtung verschiedener Aspekte nicht mehr an objektiven Massstäben beurteilbar. Damit besteht schon unter Risikoforschern ein ausgeprägtes Abstimmungsbedürfnis. Diese Abstimmung allein genügt aber nicht. Da es um Fragen geht, in welche schliesslich die Wertvorstellungen der Gesellschaft einfliessen sollen, ist eine Abstimmung im breitesten Sinne notwendig. Dazu kommt, dass einmal gewonnene Erkenntnisse in diesem Bereich nicht abschliessend sind; vielmehr sind sie einem Wandel unterworfen. Schliesslich können wir bei der Risikoanalyse auf zahlreiche strukturierte Denkansätze aus den verschiedensten Fachgebieten zurückgreifen. Im Bereich der Risikobewertung hingegen liegen solche strukturierte Denkansätze erst seit allerneuester Zeit vor.

All diese Umstände machen eine Klärung um so bedeutungsvoller, will man nicht in Willkür verfallen oder zum Spielball kurzfristiger Schwankungen werden. Nichts illustriert dies besser als die Haltungen vor und nach spektakulären Ereignissen, welche von grenzenloser Sorglosigkeit bis zu unbeschränkten Forderungen nach Sicherheitsmassnahmen reichen. Diese Phänomene sind geeignet, Zwist und Konflikte zwischen den verschiedensten Gruppierungen hervorzurufen, auch unter Fachleuten.

Zahlreiche Grundfragen der Risikobewertung sind schon seit langem erkannt worden. Zu den bekanntesten Faktoren, die in diesem Zusammenhang diskutiert werden, gehört z.B. *der Freiwilligkeitsgrad,* mit dem wir Risiken eingehen. Es ist offensichtlich, dass wir freiwillig beispielsweise im Sport oder Strassenverkehr viel höhere Risiken in Kauf zu nehmen bereit sind, als wenn uns Risiken unfreiwillig auferlegt werden, wie es z.B. bei Industriekatastrophen der Fall ist. Die mannigfaltigen Diskussionen um Themen dieser Art haben insbesondere deutlich gezeigt, dass verschiedene Risiken nicht ohne weiteres vergleichbar sind. So bringt in der Diskussion um Katastrophenrisiken der Hinweis auf den Strassenverkehr gar nichts, weil für die meisten keine gedankliche Verbindung zwischen diesen Risiken herstellbar ist. Anderseits zeigt sich, dass z.B. aus rein praktischen Gründen für einen Fabrikarbeiter nicht ein gleich hoher Sicherheitsgrad erreichbar ist, wie für einen Anwohner ausserhalb des Fabrikareals. Wieviel mehr Risiko aber ist einem Fabrikarbeiter zumutbar? Welche Faktoren spielen dabei eine Rolle? Dies sind alles Fragen, die nicht rein objektiv beantwortbar sind. Gerade in diesem Beispiel ist die Beziehung zu Rechtsfragen offensichtlich. Aber bis heute sind diese Fragen nie systematisch im Hinblick auf einen Konsens diskutiert worden. Es ist deshalb auch nicht verwunderlich, wenn eine Darstellung unserer heutigen Risikosituation, beispielsweise für Berufsrisiken, eher wie ein Sternenhimmel aussieht (Bild 4). Eine Systematik ist nicht zu erkennen, eine Begründung ist nur schwer vorstellbar.

Ein anderes Beispiel hängt mit dem Katastrophenphänomen zusammen. Seit vielen Jahren weiss jeder, der sich eingehender mit Sicherheitsfragen befasst, dass beispielsweise *ein Unfall mit 100 Opfern schlimmer empfunden wird als 100 Unfälle mit je einem Opfer.* Für die Beurteilung von Risiken und eine darauf basierende Massnahmenplanung ist diese Haltung, insbesondere in jenen Fällen, in denen sehr seltene Ereignisse mit sehr grossen Auswirkungen möglich sind, oft von ausschlaggebender Bedeutung. In diesem Zusammenhang wird seit Jahren von einer sogenannten Risikoaversion gesprochen, welche Risiken mit grossen Auswirkungen ein überproportionales Gewicht gibt. In zahlreichen Fällen können aufwendige Massnahmen nur auf der Basis einer solchen Risikoaversion verstanden bzw. begründet werden. Es wäre daher ausserordentlich wichtig, sich über den

Stellenwert und die praktische Anwendung einer solchen Risikoaversion zu unterhalten und zu einigen.

Ein weiteres Beispiel sei angedeutet: Bei näherer Betrachtung zeigt sich deutlich, dass die Beurteilung eines Risikos vom Standpunkt des Beurteilenden abhängt. Das einzelne Individuum fragt sich zunächst nach dem Grad seiner persönlichen Gefährdung, also nach dem sogenannten individuellen Risiko. Ganz anders fällt die Beurteilung eines Risikos aber unter Umständen aus, wenn man es vom Standpunkt der Gemeinschaft, des Kollektivs, betrachtet. Auch wenn der Einzelne nur wenig gefährdet ist, ergibt sich bei einer grossen Anzahl von Gefährdeten eine unter Umständen unakzeptabel grosse Anzahl Opfer.

Eine gefährliche Strasse ist ein Beispiel für eine solche Situation. Nicht ein einzelnes, konkretes Individuum ist hier im Übermass gefährdet; über die Jahre kann jedoch eine übermässige Anzahl (zufälliger) Opfer ein grosses kollektives Risiko ergeben. Das Verhältnis von individuellem zu kollektivem Risiko kommt auch bei der Darstellung der Berufsrisiken in Bild 4 zum Ausdruck. Noch einmal anders sieht es aus, wenn beispielsweise der Betreiber einer gefährlichen Anlage die Sicherheitsfrage beurteilt. Natürlich muss er die Sicherheit der Mitarbeiter und Anwohner gewährleisten. Darüber hinaus ist er aber in erster Linie daran interessiert, seine Anlage zu betreiben. Dies kann er nur, wenn sie technisch zuverlässig ist, aber auch, wenn die Öffentlichkeit ihm das entsprechende Vertrauen entgegenbringt und z.B. die nötigen Bewilligungen erteilt. Dieser Standpunkt ist in vielen Fällen für das Sicherheitskonzept einer Anlage sogar ausschlaggebend. Im heutigen Recht wird die Frage solch unterschiedlicher Standpunkte nicht explizit angesprochen. Es scheint, als ob es nur eine Sicherheit gäbe! Eine Diskussion über Sicherheitsziele kann aber nicht sinnvoll geführt werden, ohne Unterscheidung dieser Standpunkte (Bild 5).

Die hier aufgeführten Beispiele illustrieren die mangelnde systematische Auseinandersetzung mit wichtigen Grundfragen der Risikobewertung. Die Gründe dafür sind unterschiedlicher Natur. Insbesondere besteht oftmals eine Scheu, sich mit Phänomenen, die nicht mehr objektiv fassbar sind, zu befassen. Dabei wird allerdings verkannt, dass diese Phänomene ohnehin unser Verhalten und unsere Beurteilungen beeinflussen. Solange man sich aber nicht systematisch damit befasst, ist die Gefahr ihres willkürlichen Einflusses viel grösser. Eine Risikobewertung

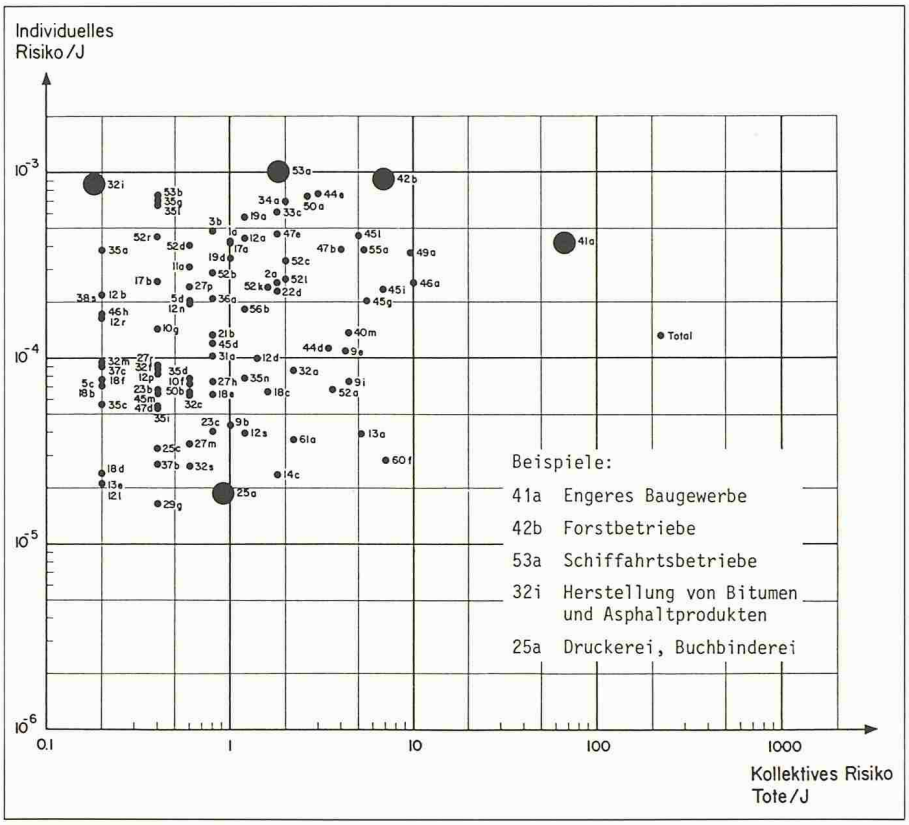


Bild 4. Darstellung des individuellen Risikos (mittlere Todesfallwahrscheinlichkeit pro Person und Jahr) und des kollektiven Risikos (Todesopfer pro Jahr) für verschiedene Berufsgattungen gemäss Unfallstatistik 1978–82 der Suva.

kann nicht objektiv wissenschaftlich «richtig» vorgenommen werden. Es kann sogar gefährlich sein, sich in Wertungsfragen hinter Scheinobjektivität zu verschanzen.

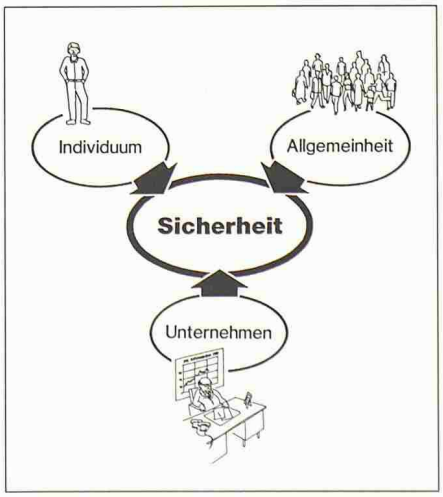
Woran fehlt es?

Die Scheu vor einem konsequenten Einstieg in eine systematische Auseinandersetzung mit der Sicherheitsfrage ist nicht zuletzt auch die Folge eines circulus vitiosus. Die Vorteile, Stärken und Erkenntnisse moderner Sicherheitsmethodik sind bei uns immer noch wenig bekannt. Daher wird diese Disziplin und ihre praktische Anwendung wenig gefördert, was wiederum zu einer nur langsamen Verbesserung des Verständnis- und Erfahrungsstandes und damit der Motivation zu einer Weiterentwicklung führt. *Mangelnde Ausbildungsmöglichkeiten, geringe Anwendungserfahrung und fast fehlende Forschung gehen Hand in Hand.*

Die wenigen Spezialisten auf diesem Gebiet haben sich ihr Wissen aus verschiedenen Quellen selber erarbeitet. Kein Wunder, wenn schon unter ihnen recht unterschiedliche Auffassungen herrschen. Wie aber soll in dieser Situation eine Diskussion in der Öffentlichkeit sinnvoll gestaltet werden? An sich sollten diese Fragen gar nicht die Domäne ausgesprochener Spezialisten sein. *Früher oder später müssen Kenntnisse auf diesem Sektor zum Rüstzeug jedes Ingenieurs gehören.* Das grundsätzliche Gedankengut muss sich auf die breite Basis aller technischen Fachleute abstützen.

Ein weiterer Aspekt sei genannt, der vielleicht sogar entscheidend ist für die Schwierigkeiten in diesem Bereich. Wenn wir ein Sicherheitsdenken entwickeln wollen, das wirklich interdisziplinär ist, und zwar nicht nur quer

Bild 5. Sicherheit ist keine eindeutig definierbare Grösse, sondern weitgehend eine Frage des Standpunktes.



durch die technischen Fachdisziplinen, sondern darüber hinaus in Recht, Wirtschaft und Politik reicht, so ist das schwerlich möglich, wenn nicht jemand eine *Führungsrolle* übernimmt. Andernfalls besteht nicht nur die Gefahr einer babylonischen Sprachverwirrung, vielmehr ist es kaum vorstellbar, wie sich im Laufe der Zeit quasi von selber ein Konsens einstellen soll. Ja, es besteht sogar die Gefahr, dass mehr Konfusion als Verständnis entsteht und sich der Ruf zurück zur traditionellen Technokratie durchsetzt. Wer aber kann so eine Führungsrolle überhaupt übernehmen? Denkbar wären beispielsweise Fachorganisationen, Hochschulinstitute, eine eidgenössische Kommission für technologische Risiken. Die Vor- und Nachteile verschiedener Varianten wären sorgfältig gegeneinander abzuwägen.

Heute besteht die Gefahr, dass für ein und dasselbe Grundproblem verschiedene Wege gesucht werden, im Energiebereich, für chemische Risiken, im Verkehrsbereich usw. Sicher hat Vielfalt ihre Vorteile, sie hat aber auch Nachteile. Es gibt Grundfragen, die nicht einfach jedermanns Privatsache sind (oder eines Fachgebietes). Dies gilt ganz besonders für die Frage von Sicherheitszielen. Wenn wir eine sinnvolle Basis für unsere weitere technische Entwicklung schaffen wollen, ist die Einigung über «Was ist Sicherheit?», «How safe is safe enough?» und über die Grundzusammenhänge der Risikobewertung ein zentrales Anliegen. Dies anzugehen ist von grosser Bedeutung, wobei dazu schon die Frage gehört, wer dies tun soll und wie dies geschehen soll.

In diesem Zusammenhang sei erwähnt, dass die Schweiz im Bereich der Sicherheitsvorschriften der Armee für den Umgang mit Explosivstoffen und Munition über eine *der wohl weltweit modernsten Sicherheitsvorschriften* verfügt. Sie stützt sich auf die modernen, quantitativen Methoden der Risikoanalyse. Insbesondere aber beinhaltet sie auch konkrete Sicherheitsziele, die sich in jahrelanger Praxis bewährt haben und im übrigen auch schon in den verschiedensten anderen Bereichen Anwendung gefunden haben. Dieses Sicherheitskonzept hat nicht nur die Lagerung und Fabrikation solcher Güter in der Schweiz auf eine realistische Basis gestellt; es hat vielmehr bei gleichzeitiger Erhöhung der Sicherheit zu einer Verbesserung der Wirtschaftlichkeit geführt. Erfahrungen dieser Art wären auszuwerten.

Konkrete Vorschläge

Zusammenfassend sind folgende Punkte zu nennen, die zu einer Weiterentwicklung der Sicherheitsfrage beitragen können (Reihenfolge ohne Aussage über Priorität):

- Schaffung institutionalisierter Ausbildungsmöglichkeiten auf Hochschulebene
- Förderung der Forschung, insbesondere auch im politisch-gesellschaftlichen Bereich
- Systematische und konsequente Anwendung des erreichten Kenntnisstandes in konkreten Fallbeispielen; Auswertung und Weitergabe der Erfahrungen
- Schaffung oder Bezeichnung eines Koordinationsorgans für konzeptionelle Sicherheitsaspekte
- Erarbeitung eines Grundsatzdokumentes zur Frage der Risikoakzeptanz bzw. von Sicherheitszielen
- Erforschung und Erprobung neuer Konsensfindungsmechanismen

Es wäre durchaus denkbar, dass der SIA eine bedeutende Rolle im Rahmen dieser Anstrengungen übernimmt.

Bedeutung und Rolle des Ingenieurs

Die Konsequenzen für den Ingenieur reichen von der technischen Ebene bis zu Grundsatzfragen.

Zunächst präsentiert sich ihm *ein zum Teil neues Fachgebiet,* auf dem er sich Wissen und Erfahrung anzueigenen hat. Ob und wie ihm dies gelingt, ist bedeutsam für seine Rolle in den bevorstehenden Auseinandersetzungen. Die Fragestellung und Denkweise, wie sie die moderne Sicherheitsforschung mit sich bringt, fördert aber darüber hinaus einen Wandel in der Grundhaltung des Ingenieurs. Im Gegensatz zum Wissenschaftler ist der Ingenieur doch in erster Linie der Realisator, der Macher. Es zeigt sich aber immer mehr, dass die Komponente des Verstehens der Zusammenhänge gegenüber der des Realisierens von Massnahmen an Bedeutung gewinnt. Bis heute waren wir oft stolz darauf, mit wenig Grundlagen zu Entscheiden zu kommen. Studien und Abklärungen sind immer noch vielerorts verpönt, und der Betonfranken sitzt in der Regel um Grössenordnungen lockerer als der Studienfranken. Ob das je klug war, ist fraglich; in Zukunft werden sich die Gewichte sicher verschieben.

Die *Sinnfrage wird im Zusammenhang mit der technischen Entwicklung einen zunehmenden Stellenwert* erhalten. Sie wird oft durch Sicherheitsaspekte aktiviert. Wenn der Ingenieur sich dieser Sinnfrage entzieht, darf er sich nicht über mangelndes Image und eine eher geringe gesellschaftliche Stellung beklagen. Eine einfühlende, differenzierte Auseinandersetzung mit den Grundfragen der technischen Entwicklung hingegen wird ihn zu einem wichtigen Gesprächspartner machen. Er hat einen wesentlichen Beitrag zu leisten. Er muss ihn aber so leisten, dass eine Kommunikation und Verständigung mit anderen Disziplinen, aber auch dem Politiker und der Öffentlichkeit möglich ist. Er muss verstanden werden und er muss andere verstehen. Er muss die Bedeutung, aber auch die Grenzen seiner Rolle sehen.

Allzu sehr wird die heutige sogenannt technikfeindliche Entwicklung von Ingenieuren immer noch als einengend und damit frustrierend empfunden. Im Grunde jedoch führt die kritische Auseinandersetzung mit der Technik zu einer *Vertiefung und Veredlung der Ingenieuraufgabe.* Technische Möglichkeiten sind wertfrei. Ihre Anwendung ist es aber nicht. Immer wieder zu prüfen, wo und wie Technik Segen bringt und wo sie ein Zauberlehrling ist, bringt erst die menschliche Dimension in unser Tun.

Adresse des Verfassers: *Th. Schneider,* dipl. Bauing. ETH/SIA, Ernst Basler & Partner AG, Zollikerstrasse 65, 8702 Zollikon.