

Handhabung technischer Risiken – eine fortwährende Herausforderung

Von Seveso bis Eschede: Technische Risiken sind eine Kehrseite des technischen Fortschritts. Solche Risiken systematisch zu identifizieren und Inputs zu einem sinnvollen Umgang mit ihnen zu liefern, ist Aufgabe der Risikoanalytik.

VON WOLFGANG KRÖGER

Die Rolle technischen Fortschritts für Wohlstand und Frieden, die damit einhergehenden unverwünschten Nebenwirkungen (Gross-Risiken) und deren angemessene Kontrolle sind permanente Streitpunkte in der Öffentlichkeit und Fachwelt. Was als angemessen kontrolliertes Risiko beziehungsweise ausreichende Sicherheit gelten kann, hängt stark ab von den Erwartungen, die die Öffentlichkeit an ein Produkt, einen Prozess oder eine Dienstleistung stellt (siehe Haller, ETH Bulletin Nr. 277), und von grundsätzlichen Haltungen, die sie entwickelt. Hier sind starke Verschiebungen auszumachen: Enthusiasmus, der beispielsweise der Hochtechnologie anfangs entgegengebracht wurde, wich Skepsis und Angst. Heute ruhen auf ihr – in anderer Form – Hoffnungen als Vehikel zur globalen Nachhaltigkeit.

Neben den jeweiligen, auch dem «Zeitgeist» unterworfenen Wahrnehmungen spielen technische Möglichkeiten sowie die Qualität und Glaubwürdigkeit wissenschaftlich-technischer Expertisen für solche Verschiebungen eine grosse Rolle. Oft haben

Schlüsselergebnisse, allen voran Katastrophen wie Seveso (76), Bhopal (84), Tschernobyl, Challenger (beide 86), Kehrtwendungen ausgelöst oder Entwicklungen erheblich beschleunigt; auch jüngst aufgetretene Grossschadensereignisse, wie Tunnelbrände (Tauern und Mt. Blanc), der ICE-Unfall in Eschede, der Zyanid-Auslauf in die Theiss und die Feuerwerksexplosion in Enschede, werden Wirkung zeigen.

Risikoanalytik als Input-Lieferant

Diese nur angerissenen Interaktionen verdeutlichen, dass «ausreichende Sicherheit» mit Aussicht auf breite Akzeptanz nur aus dem Zusammenspiel vieler Disziplinen und Kräfte entstehen kann. Dazu gehört die Risikoanalytik, die methodische Voraussetzungen für eine systematische Identifizierung und Charakterisierung von Risiken schafft. Sie ist heute als Input-Lieferant für Entscheidungsprozesse verschiedenster Art und Komplexität unumstritten; allerdings ist sie in ihren Zielen, methodischen Ansätzen und Formen der Berechnung und Darstellung spezifischer Risiken sehr verschieden, was den Nutzer oft vor schwierige Aufgaben stellt.

Die Entwicklung der Risikoanalytik verlief in stark aussengesteuerten Schüben. Ihre Ausrichtung und Einsatzfelder standen in Wechselwirkung mit den angesprochenen Veränderungen, ebenso ihre Wertschätzung. Berechtigte oder auch unberechtigte Kritik nahm man meist als neue Herausforderungen an:

– Die hohen Anforderungen an die Zuverlässigkeit (aus Sorge um hohe Finanz- und Imageverluste) liessen in der Raumfahrt Methoden zur System- und Fehleranalyse (event/fault trees) entstehen;

die Angst vor zu grossen Gefahren und Risiken der Kernenergienutzung (und das dort praktizierte «Vorsorgeprinzip») waren treibende Kraft für die darauf aufbauende Methodik der Probabilistischen Risikoanalyse (PRA). Pioniertat war hier die Rasmussen-Studie (1975) mit ihren Risikokurven.

– Der Kernkraftwerksunfall in Harrisburg 1979 löste methodische Weiterentwicklungen aus und führte zur Anwendung der PRA-Methodik auf fast alle westlichen Reaktoren. Man beschränkte sie auf Kernschadensereignisse (sog. PRA-level 1) und lernte ihren Wert als Schwachstellenanalyse kennen. Die Bestimmung des Risikos für die Öffentlichkeit trat in den Hintergrund.

– Vor allem die Ereignisse des Jahres 1986 (auch «Schweizerhalle») führten zu einer überhitzten Fundamentaldebatte, in der unter anderem die Leistungsfähigkeit von Methoden zur Risikobestimmung und -minimierung stark angezweifelt und – quasi als Reflex – der Gefahrenabwehr Priorität eingeräumt wurden. Umso mehr erstaunt die zeitgleiche Forderung nach Risikoanalysen für die chemische Prozessindustrie (siehe EU Seveso I/II Direktive, «Störfallverordnung» in der Schweiz).

– Ereignisse wie verheerende Bahnunfälle und Brände in Verkehrstunnels lassen heute den Ruf nach systematischen, vorausschauenden (Szenarien-)Analysen in Anwendungsbereichen lauter werden, die als hinlänglich bekannt gelten, bei genauerem Hinsehen aber hoch komplex und neuartig geworden sind: Hochgeschwindigkeits-Verkehrssysteme haben mit der guten alten Eisenbahn wenig gemein.

Dr. Wolfgang Kröger ist ordentlicher Professor für Sicherheitstechnik der ETH Zürich. Zudem leitet er den Forschungsbereich «Nukleare Energie, Sicherheit» am Paul-Scherrer-Institut (PSI).



Bild: Keystone

– Die Marktöffnung mit einhergehendem Kostendruck bringt für die Zuverlässigkeits- und Risikoanalytik neue Herausforderungen mit sich: Beispielsweise soll sie die verlässliche Basis liefern für Investitionsentscheide mit Hilfe von Kosten-Nutzen-Betrachtungen und für neue Genehmigungspraktiken, bei denen nicht mehr pauschale deterministische Vorgaben die Qualitätsanforderungen (einschliesslich Maintenance) an Komponenten und Systeme bestimmen, sondern ihre Bedeutung für das Anlagenrisiko («risk-informed regulation»). Die Risikoanalytik trägt also dazu bei, den Widerspruch von Sicherheit und Wirtschaftlichkeit zu relativieren.

Engagements im ETH-Bereich

Die ETHZ hat Anfang der 90er-Jahre ihr Engagement im Bereich «Risiko – Sicherheit» durch Einrichtung disziplinorientierter Professuren verstärkt und dem Querschnittscharakter dieser Thematik durch ein disziplinübergreifendes Polyprojekt bzw. Kompetenzzentrum (KOVERS, s. ETH Bulletin Nr. 270) entsprochen.

Ausserdem wurde zusammen mit der EPFL und HSG ein interdisziplinärer Nachdiplomkurs geschaffen. Träger ist jeweils das D-MAVT; wesentliche Beiträge kommen auch aus dem PSI, der EAWAG und anderen externen Stellen.

So waren es auch Impulse aus der ETHZ, die das Forum Engelberg 1999 unter das Thema «Risk and Safety of Technical Systems – in View of Profound Changes» stellten und massgeblich zu seinem Gelingen beitrugen. Eine so breit angelegte, international ausgerichtete Auseinandersetzung mit dieser Thematik wurde als nötig erachtet, weil die heutige Handhabung technischer Risiken nicht befriedigen kann und sich für die Zukunft neue Herausforderungen abzeichnen, die international angenommen werden müssen.

Ein Blick auf die Risiken, denen wir ausgesetzt sind, zeigt, dass diese auf sehr verschiedenen Ebenen liegen und dass die Beiträge aus technischen Systemen und insbesondere aus Gross-Schadensereignissen gegenüber den alltäg-

Schlüsselereignisse wie das schwere Zugsunglück im deutschen Eschede am 3. Juni 1998 liessen den Ruf nach systematischer, vorausschauender Risikoanalyse lauter werden.

lichen Risiken überschätzt sind (siehe Tabelle 1). Zwischen «Fakten» und «Meinungen» bestehen oft erhebliche Diskrepanzen, die auch daran ablesbar sind, dass – je nach Ausgangsniveau – die Kosten für sicherheitssteigernde Massnahmen sehr unterschiedlich werden (siehe Tabelle 2). Da unsere Geldmittel aber begrenzt sind, kommt ihrer richtigen Zuteilung eine essenzielle Bedeutung zu.

Hinter dem Begriff «Risikoanalyse» verbergen sich zudem sehr unterschiedliche Methoden und Anwendungsbereiche, beispielsweise

– in der Nuklearindustrie die PRA-Methodik, deren Anwendung praktisch weltweit faktischer Teil von Genehmigungs- und Aufsichtsverfahren ist und für die methodische Leitfäden existieren,

– in der chemischen Prozessindustrie eine pauschale Forderung

Tabelle 1

Geschätzte Wahrscheinlichkeit für Durchschnittsperson aus Gesamtbevölkerung		
...innerhalb eines Jahres ums Leben zu kommen		
infolge		
aller Ursachen	1 zu	88
Krebs	1 zu	360
aller externen Ursachen (Unfälle, Selbstmord etc.)	1 zu	3070
aller Strassenunfälle	1 zu	15 700
aller zivilisationsbedingten Katastrophen a)	1 zu	431 000
Dammüberflutung, radioakt. Freisetzung aus Kernkraftwerk b)	1 zu	10 000 000 oder weniger
Blitzschlag	1 zu	15 000 000
...bei einer freiwilligen Tätigkeit ums Leben zu kommen, z. B. einer		
Bergtour	1 zu	250 000
Flug/Bahnreise	1 zu	10 000 / 148 000

a) eigene Schätzung b) Lees, F.P.: «Loss Prevention in the Process Industries». Vol. 1. Oxford, etc.: Butterworth-Heinemann, 1996, p. 9/96
sonst: «Reducing Risks, Protecting People». London: Health and Safety Executive, 1999, p. 78f.

Tabelle 2

Lebensrettungskosten	
(in 1000 US\$ pro vermiedenen Todesfall)	
PAP-Test	25
Mobile Behandlung von Herzinfarkten	15–30
Sicherheitsgurte in den Vordersitzen (USA)	25–110
Flugverbot für DC-10	30 000
Neue Vorschriften für Hochhausbau (UK)	100 000
Asbestsanierung in Schulen	bis 1 400 000
Wasserstoff-Rekombinatoren in Kernkraftwerken	3 000 000

siehe: Fritzsche A. F.: Wie sicher leben wir?. Köln: Verlag TÜV Rheinland, 1986, p. 116

nach Durchführung einer Risikoanalyse, deren Umsetzung aber von Land zu Land stark variiert, und

– im Transportsektor Regulierung und unspezifizierte Analyseforderungen für gefährliche Güter. (In das Mt.-Blanc-Tunnelfeuer war allerdings kein solcher Stoff verwickelt, sondern Margarine.)

Diese Uneinheitlichkeiten, zusammen mit unterschiedlicher Qualität verwendeter Daten, Analysetiefe und Behandlung von Unsicherheiten, behindern einen weiter verbreiteten Einsatz der Risikoanalyse und rufen nach Harmonisierung (siehe auch EC-JRC Workshop, Mai 2000).

Paradigmawechsel

Den Diskussionen des Forums Engelberg folgend scheint in erster Linie ein Paradigmawechsel

angezeigt zu sein: von der Orientierung an der Gefahr (also der potenziellen Quelle eines Schadens) und ihrer Abwehr um jeden Preis hin zur Orientierung am Risiko (also einer Kombination von Eintrittshäufigkeit und Schwere eines Schadensereignisses) und seiner Reduzierung auf ein tolerierbares Mass.

Hinter diesem Konzept verbirgt sich ein schwieriger Prozess der faktenbasierten Risikoabwägung, der neben dem Nutzen die Bewertung von Optionen und der Kosteneffizienz risikomindernder Massnahmen einbezieht und ein Mass sucht, das sich mit gesellschaftlichen Wertvorstellungen deckt.

Der Risikoanalytik fällt die Aufgabe zu, dafür die verlässliche Wissensbasis zu schaffen und in geeigneter Form in den Entscheidungsfindungsprozess einzubrin-

gen. Um überhaupt eine Chance zu haben, dieses leisten zu können, müsste man

– die Kalkulierbarkeit unterschiedlicher Risiken und den Umgang mit Ungewissheiten methodisch verbessern – und nicht die Resignation vor dem Unvermögen (U. Beck spricht von der «Risikofalle») pflegen;
– Gesamtsysteme konsequent erfassen und für den Vergleich von Alternativen methodisch einwandfreie Bewertungsmatrizen entwickeln; überzeugende Antworten auf die Frage der Vergleichbarkeit unterschiedlicher Schadensarten, der Kombinierbarkeit statistischer und probabilistischer Informationen, einer «sinnvollen» Analysetiefe stehen noch aus.

Auch im ETH-Bereich laufen hierzu viel versprechende Arbeiten; sie erstrecken sich auf

– verbesserte Methoden zur Systemmodellierung und Szenarienanalyse, und das unter Einbezug technischen und menschlichen Versagens;
– Datenbereitstellung, Methodenentwicklung und deren Anwendung zur vergleichenden Risikobewertung, zur Lebenszyklusanalyse, «Tools» zur Unterstützung multikriterieller Entscheidungsprozesse, hauptsächlich im Energiebereich, aber auch in Transportsektoren.

**Forum Engelberg 1999 –
Thesen zu Risiko und Sicherheit
technischer Systeme**

1. Erfahrbarer Nutzen ist die einzige Rechtfertigung für die Hinnahme noch so kleiner Risiken.

2. Globalisierung kann die Sicherheit, die Sicherheitskultur, sogar unser ganzes System gefährden.

3. Risiken mit globalen Auswirkungen erfordern global harmonisierte und nachprüfbar Standards; ihre Handhabung könnte jedoch auf regionaler Basis effizienter sein.

4. Absolute Sicherheit, von der Öffentlichkeit spürbar verlangt, ist eine Illusion.

5. Fortschritt ist ohne Risikoakzeptanz nicht erreichbar, sie sollte aus einem Konsensdialog resultieren; die gerechte Verteilung von Risiken und Nutzen ist eine globale Daueraufgabe.

6. Trotz Verschiedenartigkeit der Gefahren, der Auswirkungen in Zeit und Raum sowie der Interessen und Werte sollten Risiken im Kontext gesehen und systemisch angegangen werden.

7. Der Umgang mit Sicherheit verlangt einen wiederentdeckten pragmatischen Ansatz; eine risikobasierte Entscheidungsfindung scheint angemessen; Messgrößen sind zu erweitern.

8. Sowohl Tatsachen als auch Meinungen sollten bei Entscheidungsfindungen berücksichtigt werden, genauso wie Rollen und Verantwortungen der Akteure.

9. Umfassende Sicherheitsansätze und zugehörige Forschung werden immer ökonomisch attraktiver, höchst dynamischen Entwicklungen hinterherhinken.

10. Vorbeugende Sicherheitsanalysen sind für komplexe gefährliche Systeme erforderlich, oft aber mit grossen Unbestimmtheiten und Unsicherheiten behaftet.

Ob die Resultate mit den technischen und gesellschaftlichen Entwicklungen Schritt halten und eine der Thesen des Forums (These Nr. 9, siehe Kasten) widerlegen können, hängt nicht nur vom Tempo ihrer Bereitstellung (also der Forschungsförderung) ab, sondern auch der Bereitwilligkeit sie umzusetzen.

Neue Risiken und neue Ansätze

Die «klassischen» Anwendungsfelder der Risikoanalytik (komplexe Energie-, Chemie-, Transportsysteme) werden auch in Zukunft bestehen bleiben; Methoden sind weiterzuentwickeln und im Hinblick auf anstehende Vergleiche zu harmonisieren. Schwerpunkte werden sich von den rein technischen mehr in Richtung sozio-technischer verlagern (Sicherheitskultur).

Als neue Problemfelder und Analyseschwerpunkte tauchen Informationssysteme und Netzwerke auf, von denen unsere Gesellschaft zunehmend abhängt. Deren Versagen macht sie verletzlich: Die lang andauernden Stromausfälle in jüngster Zeit in Teilen der USA sind dafür ein Beispiel.

Aus diesem Problembereich resultieren zum Teil bekannte Aufgabenstellungen, wie die Analyse systematischer Fehler oder gesamttaufschlagbestimmender Hilfsysteme. So hängt die Arbeitsfähigkeit des hochcomputerisierten Trading-Centers einer Grossbank ab von der Unversehrtheit des Gebäudes und der fortwährenden Versorgung, beispielsweise mit Strom oder Notstrom. Die prinzipiellen Problemstellungen sind aus anderen Bereichen (zum Beispiel «station blackout» bei Kernkraftwerken) bekannt; für deren Bearbeitung sind dementsprechend methodische Ansätze verfügbar.

Für völlig anders gelagerte Aufgaben sind die «Y2K-Problematik» und «I love you» bereits Synonyme geworden; sie rufen nach der Entwicklung neuer Methoden, zum Beispiel zur System-

simulation mit Hilfe geeigneter «Petri-Netze». Unter dem Schlagwort «critical infrastructure» ist in den USA bereits ein gewichtiges Forschungsprogramm angelaufen.

Jüngste Ereignisse weisen auch darauf hin, dass Anzahl und Schwere von Grossschadensereignissen zunehmen und dass Naturgefahren kaum von zivilisationsbedingten Risiken getrennt werden können. Sie häufen sich in Entwicklungs- und Schwellenländern und zeigen dort oft verheerende soziale Folgewirkungen. So haben 1999 natürliche und menschengemachte Grossereignisse einen Schaden von mehr als 100 Mrd. US-Dollar verursacht, der im Mittel zu 30 Prozent durch Versicherungen abgedeckt war. Der Abdeckungsgrad lag in den entwickelten Ländern bei 90 Prozent, in den weniger entwickelten dagegen nur bei 10 Prozent.

Angesichts dieser Befunde sind neue Ansätze der gekoppelten Analyse verschiedener Risikoquellen in einer Region und neue Formen der integralen Risikovor-sorge problemorientiert zu entwickeln. Diesbezügliches Wissen und Werkzeug zu generieren und an «Problemeigner» zu transferieren, hat sich das Disaster Risk Management Institute zur Aufgabe gestellt. Das Disaster Risk Management Institute wurde kürzlich auf Initiative von ETH-Rat und Virginia Tech, u.a. unterstützt durch die Schweizer Rück, nahe bei Washington gegründet und KOVERS wird dazu mit seinen Vorleistungen beitragen.

Schliesslich muss darauf hingewiesen werden, dass ein Erfolg versprechender Umgang mit Risiken in all seinen Schritten stark von dem jeweiligen sozio-kulturellen und regulatorischen Kontext abhängt. Die Risikoanalytik kann dafür nur einen kleinen, aber grundlegenden Betrag liefern, nämlich die unverzichtbare technisch-wissenschaftliche Basis.