

Seveso, Bhopal, Toulouse, kein Ende abzusehen? -Stand und Erwartungen an eine moderne Störfallvorsorge-

Hans-Joachim Uth, Umweltbundesamt

Vorbemerkung.....	1
1. Statistische Entwicklungen von Ereignissen.....	1
2. Industriewachstum	3
3. Schlussfolgerungen	5
4. Welche Bedingungen sind an weitere Verbesserungen geknüpft ? Welche Erwartungen werden an die Technik gestellt ?	6
5. Bestehen systematische Mängel in der bisherigen Praxis ?	6
1. Element: Gestuftes Sicherheitskonzept (Störfälle vermeiden und begrenzen)	6
2. Element: Vorgaben für Planung, Bau und Betrieb der Anlagen nach dem Stand der Sicherheitstechnik	7
3. Element: Anforderungen nach „Art und Ausmaß der zu erwartenden Gefahren“ (Gefahrenorientierung, Verhältnismäßigkeitsgrundsatz)	7
4. Element: Ständige Verbesserung durch Erfahrung	8
5. Element: Erkenntnisquellen der verschiedenen Akteure, „Sicherheitstriade“, Tendenz zu Mängeln bei der Überwachung	8
6. Element: Systemanalyse.....	9
6. Verbesserungspotential durch probabilistische Ansätze im Lichte der Erwartungen. Ist ein neuer Ansatz notwendig ?	9
6.1 Vergleich der systematischen Methoden Deterministik / Probabilistik.....	9
6.2 Grenzwerte - Risiko - Stand der Sicherheitstechnik	11
6.3 Zuverlässigkeit, Kollektivität und Kommunikation.....	12
6.4 Transparenz, Verwendung von RAs im gesellschaftlichen Diskurs	13
Persönliche und gesellschaftliche Risikoakzeptanz	13
Risiko & Nutzen.....	13
Risikokommunikation	13
7. Zusammenfassung: Pro & Contra	14
Pro	14
Contra.....	15
8. Bewertung / Anwendungsempfehlung	15

Vorbemerkung

Störfälle erschüttern immer wieder die Weltöffentlichkeit. In der Folge werden stets die Verantwortlichen gesucht und die Frage gestellt, wie es dazu kommen konnte. Mit Recht fragt dies die Öffentlichkeit, sind doch Wissenschaft und Technik angetreten eine bessere Welt ohne Gefahren für Mensch und Umwelt zu garantieren. Konnte dieses Versprechen eingelöst werden ?

1. Statistische Entwicklungen von Ereignissen

Die Erfolge bei den Bemühungen um Sicherheit im Umgang mit Gefahrstoffen – darauf soll sich im weiteren ausschließlich bezogen werden- können nicht zuletzt an den einschlägigen Statistiken abgelesen werden.

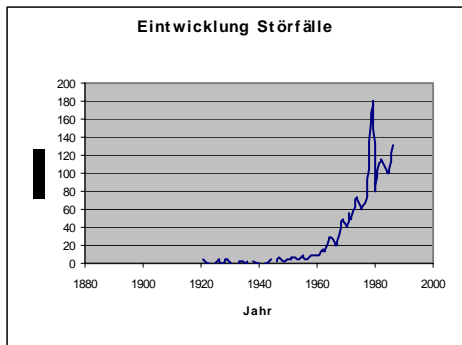


Bild 1 Entwicklung Störfälle (einschl. Transport) im 20. Jahrhundert N=1600, Quelle: UBA Handbuch Störfälle

Die Analysen aus den siebziger Jahren waren seinerzeit wenig ermutigend: Es wurde ein exponentielles Wachstum der Industriestörfälle erwartet. Die Auswertung der Chemie-Störfälle in der Industrie (einschl. Transport) zeigt das Bild 1.

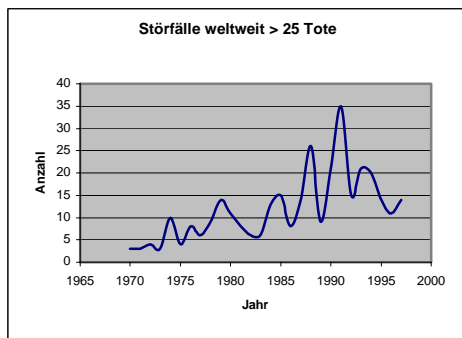


Bild 02. Weltweite MEGA-Störfälle N=330, Quelle: UNEP/OECD Jahrbücher

Dieser Trend hat sich bei den Mega-Störfällen (> 25 Tote, >125 Verletzte, >10.000 Evakuierte oder > 10.000 Abbruch von Wasserversorgung) seit den neunziger Jahren nicht mehr fortgesetzt. (Bild 2)

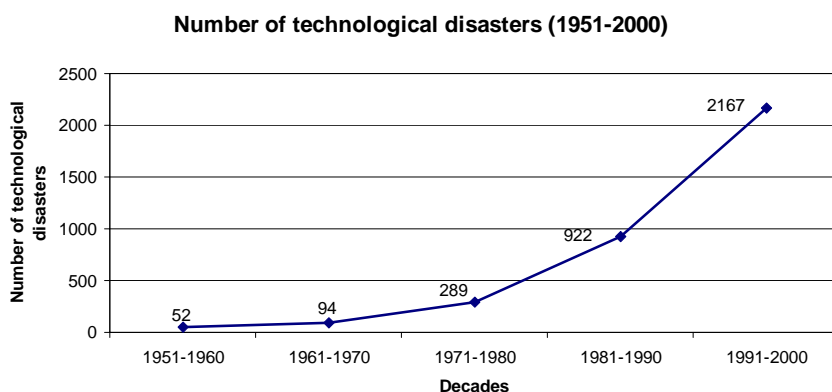


Bild 3 Entwicklung von Störfällen mit > 10 Toten, > 100 Betroffene, Nationaler Notstand Quelle: CRED-Datenbank

Dies gilt aber nicht für Ereignisse, deren Auswirkungen geringer sind. Einer Auswertung auf der weltweit sammelnden Datenbank CRED zufolge ist mit einem Anstieg der Gesamtanzahl der Ereignisse zu rechnen, aber die durchschnittlichen Schäden an Leben und Gesundheit von Menschen nimmt dabei ab. (Bild 3). Diese für Menschen positive Entwicklung gilt aber nicht

in gleichem Maße für die Umwelt. Hier ist eher der Trend zu beobachten, dass die durchschnittlichen Umweltschäden pro Ereignis steigen.

Für die Ereignisse in Europa (MARS-Datenbank) wird dies in den Jahren 1980-2002 bestätigt; N=560 (Bild 5).

Auch die entsprechenden Aufzeichnungen der ZEMA für die BRD zeigen zumindest keinen signifikanten Anstieg, eher ein Schwanken in einem (konstantem ?) Bereich; N= 330 (Bild 6).

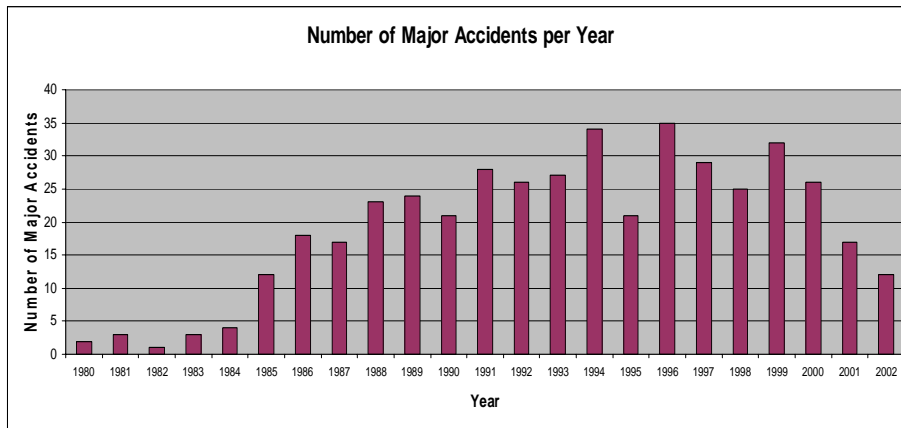


Bild 5 Störfallentwicklung in Europa, Sörfälle pro Jahr, N=560, Quelle: MARS-Datenbank

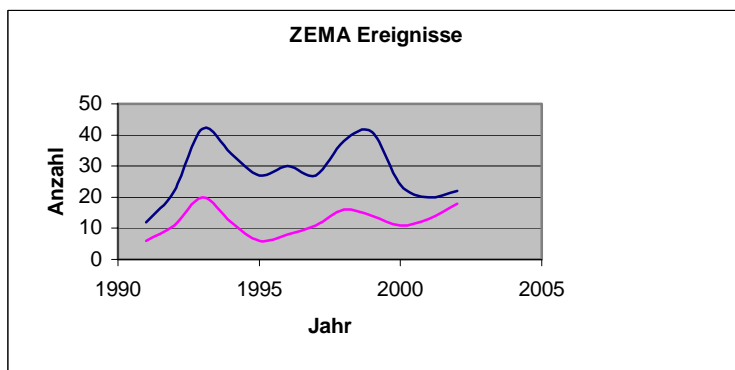


Bild 6 Störfallentwicklung in Deutschland N=330, Quelle: ZEMA Jahresberichte

2. Industriewachstum

Soweit die Entwicklung bei den aufgezeichneten Störfällen aus der Vergangenheit. Bei der Auswertung von Störfallstatistiken ist stets die Entwicklung des gesamten Störfallpotenzials, d.h. in erster Näherung die Produktion und Verteilung von Gefahrstoffen mit zu berücksichtigen.

Bild 7 zeigt das kontinuierliche Anwachsen der Weltproduktion, wenn auch die Beiträge der verschiedenen Regionen unterschiedlich ausfällt. Die höchsten Zuwachsraten sind in den Wirtschaftsräumen Asiens zu erwarten (Bild 08). Aus letzterem Bereich erreichen uns auch in jüngster Zeit die Meldungen über Störfälle mit den größten Auswirkungen.

Eine globalisierte Welt ist nur denkbar mit einer allumfassenden Transportlogistik. Davon macht der Transport gefährlicher Güter, die mitunter das Störfallgeschehen dominieren, keine Ausnahme. Bild 9 zeigt die Warenströme der Europäischen Chemischen Industrie im

jeweiligen Produktionsland, in Europa und den Rest der Welt. Insgesamt ist eine steigende Tendenz zu verzeichnen.



	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
EU	81	84	86	91	92	96	100	102	107	109	112
US	86	88	90	95	97	98	100	98	102	102	107
JAPAN	89	95	96	99	95	99	100	99	99	101	103

Bild 7 Entwicklung der globalen chemischen Produktion in Europa, USA und Asien, Index 2000 = 100% (Quelle: CEFIC)

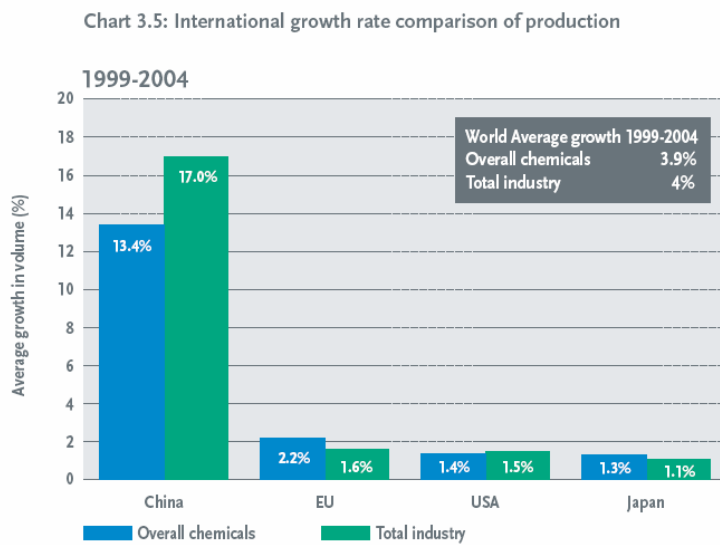
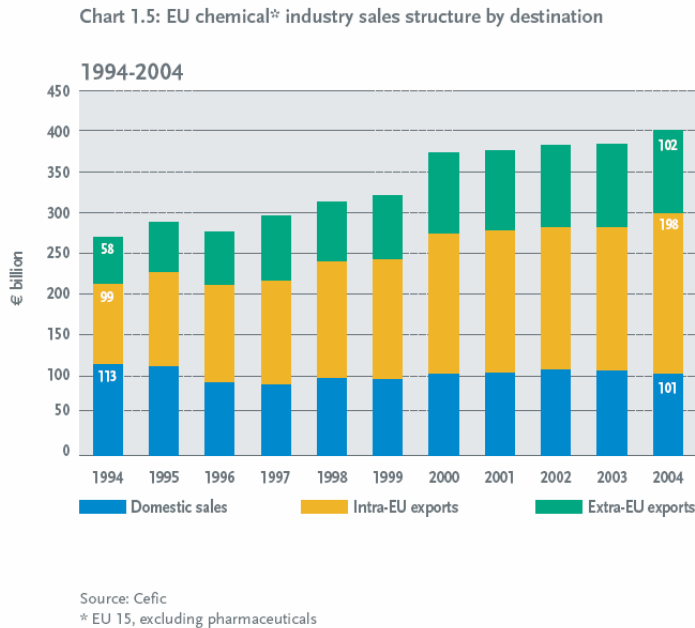


Bild 8 Wachstumsraten der globalen chemischen Produktion in Europa, USA und Asien (in %), 1999-2004 (Quelle: CEFIC)



In bn euro	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Extra-EU exports	58	62	66	80	73	79	100	99	101	104	102
Intra-EU exports	99	116	120	129	145	148	173	175	176	176	198
Domestic sales	113	110	90	87	95	94	101	102	106	105	101

Bild 9 Entwicklung des Warenfluss der chemischen Industrie in Europa 1994-2000, (Quelle: CEFIC)

3. Schlussfolgerungen

- Der Vergleich der Statistiken zeigt die Abnahme der Megastörfällen trotz einer weltweit steigenden Produktion von Chemikalien und deren wachsenden Transport zu Lande und Wasser.
- Die Zahl der Ereignisse unterhalb der Megastörfallschwelle indes ist weiter im Wachsen begriffen.
- Die Bemühungen der letzten Jahrzehnte um verbesserten Arbeitsschutz und integrierte Anlagensicherheit haben die durchschnittliche Schadensgröße eines Störfalls in Bezug auf Humanschäden sinken lassen, bei Umweltschäden zeigt sich eine gegenläufige Tendenz.
- Dabei ist das Störfallgeschehen in den verschiedenen Regionen der Welt stark unterschiedlich. In Europa ist auch im Bereich der Störfälle mit relativ geringen Auswirkungen ein leichter Abwärtstrend auszumachen.
- In Deutschland beobachten wir im letzten Jahrzehnt eine nahezu konstante Rate bei diesen Störfällen.
- Daraus kann geschlossen werden, dass die in den letzten Jahrzehnten eingeschlagenen Wege zur Verbesserung von Arbeitsschutz und integrierte Anlagensicherheit offenbar erfolgreich waren. Gefahrenpotentiale werden insgesamt sicherer gehandhabt.
- Die Reduktion der großen Schäden bei Ereignisse ist insbesondere auf die entwickelten Vorkehrungen zu Begrenzung von Störfallauswirkungen zurückzuführen.
- Die nach wie vor große Gesamtzahl von Ereignisse zeigt aber auch, dass die Vorsorge zur Vermeidung von Störfällen noch weiter verstärkt werden muss.

4. Welche Bedingungen sind an weitere Verbesserungen geknüpft ? Welche Erwartungen werden an die Technik gestellt ?

Die Öffentlichkeit erwartet, dass Mensch und Umwelt durch Technik und Verfahren wirksam geschützt werden, die Verfahren dabei

- zuverlässig,
- transparent,
- nachhaltig sind,
- sowie eine angemessene Beteiligung der Öffentlichkeit bei der Bewertung der Gefährdungen / Risiken erfolgt.

Von Fach- und Interessenskreisen wird insbesondere erwartet, dass die Verfahren

- Transparent und nachvollziehbar auf wissenschaftlich technischer Basis sind (ingenieurgerechte Denkweise);
- eine Verknüpfung mit ökonomischen Optimierungsstrategien zur Kostensenkung zulassen;
- Dokumentationsfreundlich für die Erfüllung interner und externer Berichts- und Nachweispflichten sind;
- Ergebnisse liefern, die gut kommunizierbar sind und mit Risiken anderer gesellschaftlicher Tätigkeiten verglichen werden können;
- Nachweise der Risikostreuung ermöglichen, d.h. Branche/Betrieb wird aus der öffentlichen Diskussion entlastet. Damit ist Akzeptanz und die positive Wirkung auf den „Share-Holder-Value“ verbunden;
- „Objektive“ Entscheidungsgrundlage für Genehmigung und Überwachung der Ansiedlung liefern; Beiträge zu entbürokratisierten Verfahren.
- Zur weiteren Verbesserung des Schutz vor Gefahren aus Störfällen beitragen.

5. Bestehen systematische Mängel in der bisherigen Praxis ?

Zur Analyse der Verbesserungsmöglichkeiten ist eine Bestandsaufnahme der bestehenden Praxis und deren kritische Einschätzung erforderlich. Die betriebliche und rechtliche Praxis hierzulande geht von einem deterministischen Ansatz aus, der in seiner Ausformung insbesondere geprägt ist durch die Elemente:

1. Gestuftes Sicherheitskonzept (Störfälle vermeiden und begrenzen)
2. Vorgaben für Planung, Bau und Betrieb der Anlagen nach dem Stand der Sicherheitstechnik
3. Anforderungen nach „Art und Ausmaß der zu erwartenden Gefahren“ (Gefahrenorientierung, Verhältnismäßigkeitsgrundsatz)
4. Dynamische Fortschreibung des Standes der Sicherheitstechnik durch Erfahrung
5. „Sicherheitstriade“ der Akteure
6. Systemanalyse

1. Element: Gestuftes Sicherheitskonzept (Störfälle vermeiden und begrenzen)

Der Störfallverordnung liegt ein aus der Kerntechnik entlehntes Barrierenkonzept zu Grunde (Bild 10). Wenn die Vermeidung eines Primäreignis nicht gelingt stehen immer noch die Vorkehrungen zur Begrenzung der Störfallauswirkungen zur Verfügung.

Dieses Konzept ist Ausdruck einer Sicherheitsphilosophie und Kernbestandteil des deterministischen Konzepts. Während die Anforderungen zur Vermeidung von

vernünftigerweise auszuschließender Störfällen (§ 3 Abs 1 und 2 StörfallV) der Vorsorge zuzurechnen ist, sind die Vorkehrungen zur Begrenzung der Auswirkungen eine Sache der Gefahrenabwehr (§ 3 Abs 3 StörfallV).

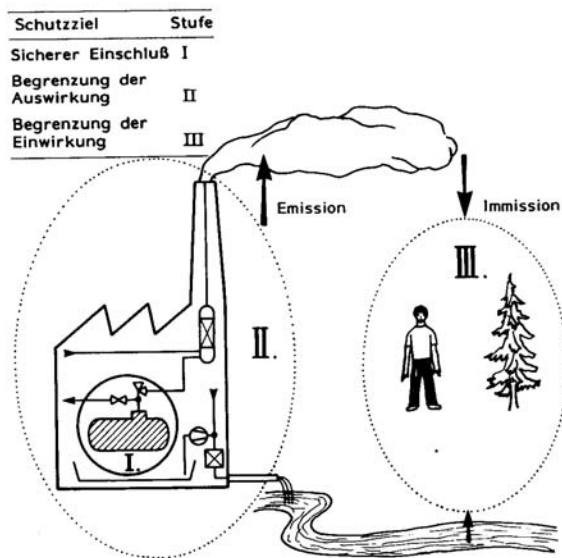


Bild 10 Sicherheitsstufen nach Störfall Verordnung

2. Element: Vorgaben für Planung, Bau und Betrieb der Anlagen nach dem Stand der Sicherheitstechnik

Umfangreiches Regelwerk für technische und organisatorische Maßnahmen, die bei Planung, Bau, Betrieb und Stilllegung beachtet und im Rahmen von z.B. Genehmigungsverfahren nachgewiesen werden müssen.

Die Vorgaben sind ein Instrument der Vorsorge. Sie sind im Grundsatz stets einzuhalten. unabhängig von konkreten Gefährdungsschätzungen.

3. Element: Anforderungen nach „Art und Ausmaß der zu erwartenden Gefahren“ (Gefahrenorientierung, Verhältnismäßigkeitsgrundsatz)

Technik und Verfahren entwickeln sich ständig weiter. Den durchschnittlichen Entwicklungsstand (niedergelegt im Technischen Regelwerk) kann in erster Näherung als der (Norm-)Stand der Technik angesehen werden. Die Wissenschaft stellt indes stets auch noch weitergehende Lösungen zur Verfügung. Deshalb gibt es ein Abwägungsgebot in jedem Einzelfall, wonach der konkrete Stand der Technik nach „Art und Ausmaß der zu berücksichtigenden Gefahren“ (§ 3 Störfall-Verordnung) festzulegen ist. Dabei sind nur solche Fälle bei der Vorsorge zu berücksichtigen, die vernünftigerweise nicht ausgeschlossen werden können (Bild 11). Neben dem Maßstab des Gefahrenschutzes ist dabei auch der Grundsatz der Verhältnismäßigkeit zu beachten. Mit anderen Worten: der Stand der Sicherheitstechnik wird einzelfallbezogen festgelegt. Da die zu „berücksichtigenden Gefahren“ z.B. auch von dem Standort abhängen, gehen in das Abwägungsgebot auch die spezifischen Verhältnisse der Umgebung mit ein. Dabei werden auch mögliche Schadensverläufe berücksichtigt.

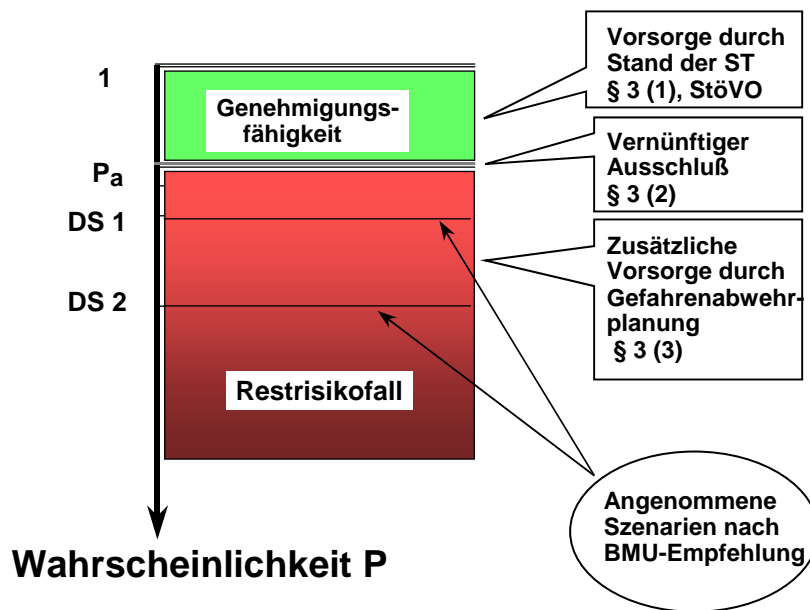


Bild 11 „Vernünftiger Ausschluss“ nach Störfall Verordnung

4. Element: Ständige Verbesserung durch Erfahrung

Der Stand der Technik ist dynamisch angelegt. Alle Erfahrungen werden zur Weiterentwicklung genutzt. Die Grenze für die technische Realisierbarkeit ist die menschliche Erkenntnisgrenze (BVG, Kalkar Urteil).

Diese Grenze hat einen methodischen und kommunikativen Aspekt. Einerseits ist das menschliche Erkenntnisvermögen an den Entwicklungsstand der Wissenschaften gekoppelt, andererseits müssen die Erkenntnisse durch (Risiko-)Kommunikation an den Stellen, wo sie benötigt werden tatsächlich verfügbar sein.

5. Element: Erkenntnisquellen der verschiedenen Akteure, „Sicherheitstriade“, Tendenz zu Mängeln bei der Überwachung

Erfahrungen werden an den verschiedensten Stellen durch ganz unterschiedliche Akteure gemacht. Diese haben oft eine unterschiedliche Auffassung zur Bewertung der Gefahren. Ein umfassendes Bild der Risiken ergibt sich aus der Zusammenschau der Akteure. In DE hat sich hierbei die sog. „Sicherheitstirade“ herausgebildet. Dabei wirken zusammen:

- Betreiber und Anlagenbauer
- Unabhängige Sachverständige, Berufsgenossenschaften, Verbände
- (Staatliche) Überwachungsbehörden und Öffentlichkeit

Der organisatorische Rahmen wird durch ein Genehmigungs- oder Erlaubnisverfahren oft mit Einbeziehung der Öffentlichkeit gebildet.

Das Gleichgewicht der Akteure ist kritisch. Durch europäische Vorgaben (Technisches Regelwerk) und Rückbau der Staatsaufgaben (Deregulierung) wird dieses Gleichgewicht nachhaltig gestört.

Aufgrund begrenzter sachlicher und personeller Kapazitäten können die behördlichen Überwachungsaufgaben nur noch eingeschränkt wahrgenommen werden.

6. Element: Systemanalyse

Komplexe Systeme können nur durch systematische, logische Methoden hinreichend erfasst und durchdrungen werden. Dem wird Rechnung getragen durch den Einsatz von:

- systemanalytischen Untersuchungsmethoden,
- detaillierten Sicherheitsanalysen, unter Berücksichtigung der Bedingungen des Einzelfalls.

Zur Risikoabschätzung (RA) sind mehrere Methoden vorgeschlagen worden. Ihnen allen gemeinsam ist eine systematische Untersuchung inwieweit z.B. gefährliche Stoffe aus sicheren Umschließungen freigesetzt werden können und welche Konsequenzen dies für Mensch und Umwelt hat.

Auf den ersten Blick ist verständlich, dass es sich dabei stets um Einzelfalluntersuchungen handeln muss, ist doch die Wirkung abhängig vom spezifischen Potential des Gefahrstoffs, sowie von der jeweiligen Exposition von Mensch und Umwelt. Bild 12 zeigt eine Übersicht der Einflussgrößen bei szenarischen Betrachtungen. Dazu müssen für jeden Einzelfall Annahmen gemacht werden. Dies erfolgt im Rahmen sogenannter Störfallablaufsznarien (SAZ). Das Ergebnis der Modellierung ist von einer Vielzahl von Annahmen und Schätzungen abhängig.

6. Verbesserungspotential durch probabilistische Ansätze im Lichte der Erwartungen. Ist ein neuer Ansatz notwendig ?

Die fortschreitende Entwicklung des Standes der Sicherheitstechnik schließt grundsätzlich auch die Hinterfragung des gesamten Systematischen Ansatzes mit ein.

Insbesondere aus den Erfahrungen aus anderen Technikbereichen wird der Ersatz oder die Ergänzung deterministischer Verfahrensweisen durch auf Wahrscheinlichkeitsaussagen basierenden Methoden vorgeschlagen.

Inwieweit die neu vorgeschlagene Verfahrensweisen zu einer verbesserten Anlagensicherheit und Störfallvorsorge beitragen muss sich insbesondere an:

- den Erfahrungen in anderen Technikbereichen
- der Bewertung im Verhältnis mit den herkömmlichen Verfahrensweisen und
- den Erwartungen der Öffentlichkeit

messen.

6.1 Vergleich der systematischen Methoden Deterministik / Probabilistik

Kernpunkt aller systematischer Methoden ist die Betrachtung von SAZ. Die Bedingungen für SAZ können auf der Grundlage von:

- systematischen Analysen der Versagenswahrscheinlichkeiten der in dem System vorhandenen Bauteile (z.B. FBA¹, FMEA²) vorgenommen oder
- durch eine systematische Abfrage von Expertenerfahrungen (z.B. HAZOP³) ermittelt werden.

Dabei sind bei ersterer Methode die Erfahrungen mit einzelnen Elementen des Systems gewissermaßen digitalisiert und in einen mathematisch logischen Ablauf gestellt (Quantitativ), bei der zweiten Methode wird anhand von systematischen Checklisten und Leitworten die Expertenschätzungen gesammelt und zu einem SAZ zusammengefasst(Qualitativ).

¹ Fehlerbaumanalyse DIN 25424 Teil 1, Methode und Bildzeichen; September 1981 Teil 2, Handrechenverfahren zur Auswertung eines Fehlerbaums, April 1990

² Ausfalleffektanalyse (Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse DIN 25448 (1990)

³ Hazard and Operability Studies Process Safety Report 2. ICI Ltd., London 1974

Vergleich probabilistischer und deterministischer Ansätze

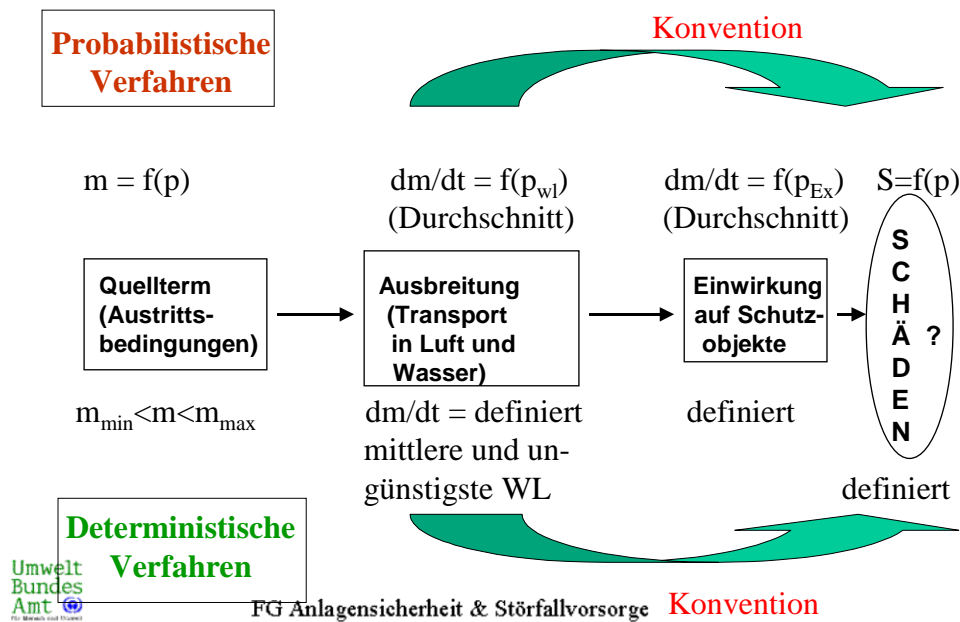


Bild 12 SAZ bei deterministischer und probabilistischer Ansätze

In einem SAZ werden die einzelnen Annahmen des deterministischen Ansatzes bei der probabilistischen Verfahrensweise durch Wahrscheinlichkeitsfunktionen ersetzt (Bild 12). Dies bedeutet die Aufgabe von bewusst eingeplanten Sicherheitsreserven, die den deterministischen Annahmen zugrunde liegen, z.B. Ersatz der ungünstigsten Ausbreitungsbedingungen durch die statistisch häufigsten Wetterbedingungen. Die Sicherheitsmargen des Vorsorgeprinzips werden auf das prognostizierte technisch machbare reduziert.

In Abhängigkeit von der gewählten Methode ist das erhaltene Ergebnis:

- Quantitative Aussagen über den Verlauf des Störfalles und seiner Wahrscheinlichkeit. Dabei werden alle Störfallabläufe in Abhängigkeit von der Wahrscheinlichkeit ermittelt und dargestellt (z.B. f-N Kurve).
- Qualitative Aussagen zu einem oder mehreren Störfällen und ihren Auswirkungen. Im Verfahren werden die Wahrscheinlichkeiten aufgrund von Erfahrungen qualitativ bewertet.

Für die Entscheidungsprozesse liefern die Risikobetrachtungen, unabhängig von ihrer Ausprägung (qualitativ oder quantitativ, deterministisch oder probabilistisch), u.a. Informationen über:

- Mögliche unsichere Betriebszustände, Stör- und Unfallabläufe;
- Mögliche Schäden sowie Schätzungen der zugehörigen erwarteten Eintrittshäufigkeiten
- die Angemessenheit von Anlagenauslegung und Betriebsweise durch Ermittlung derjenigen Anlagenteile und Betriebsweisen, die den größten Beitrag zum Systemausfall liefern.

Damit werden Grundlagen bereitgestellt zur Beurteilung

- des erreichten Sicherheitsniveaus der technischen Anlage
- der sicherheitstechnischen Bedeutung neuer wissenschaftlich-technischer Erkenntnisse oder besonderer betrieblicher Vorkommnisse
- möglicher erfolgversprechender Ansätze zur weiteren Verbesserung der Sicherheit.

6.2 Grenzwerte - Risiko - Stand der Sicherheitstechnik

Mit Einführung einer auf Risiken bezogenen Verfahrensweise zur Ermittlung und Festlegung des anzuwendenden Standes der Sicherheitstechnik besteht die Gefahr, dass der bewährte Weg der Vorsorge verlassen wird. Der Grad des im Einzelfall einzuhaltenden Standes der Sicherheitstechnik wird nicht mehr an „Art und Ausmaß der zu erwartenden Gefahren“ bestimmt, sondern an Schäden und Eintrittswahrscheinlichkeiten, eben Risiken.

Da bei der Ermittlung des Risikos stets die Wahrscheinlichkeit eines definierten Schadens, z.B. Todesfall ermittelt wird, gehen z.B. die statistisch ermittelten Umgebungsbedingungen in die Rechnung ein. Dies führt bei z.B. wenig besiedelten Umgebungen zu deutlich erhöhten zulässigen Emissionen, wenn auf einen festen Grenzwert normiert wird. Im Extremfall kann dies zur Folge haben, wenn entsprechende Umgebungsbedingungen wie z.B. kein Aufenthalt von Menschen, eine bereits geschädigte (kontaminierte) Umwelt vorhanden sind, keine dem durchschnittlichen Stand der Sicherheitstechnik entsprechenden Maßnahmen eingehalten werden müssen, da im Ereignis keine Schädigung zu erwarten ist.

Der Ersatz von „Gefahren“ durch „Risiken“ stellt einen Paradigmenwechsel dar, wobei der anzuwendende Stand der Sicherheitstechnik und guten Managementpraxis nicht mehr an den im Sinne des dynamischen Grundrechtsschutzes erforderlichen anlagenbezogenen Vorkehrungen normiert wird, sondern an den –eher zufälligen- Umgebungsbedingungen. Der Grundsatz des dynamischen Grundrechtsschutzes fordert grundsätzlich eine in die Zukunft hinein offene Formulierung des erforderlichen Sicherheitsniveaus. Dies bedeutet für eine Festlegung von Risikogrenzwerten, dass diese nicht statisch sein und den Erkenntnisfortschritt nicht behindern dürfen.

Volle Risikoanalysen beispielsweise treffen Aussagen über mögliche Schäden in der Nachbarschaft gefährlicher Industrieanlagen. Dabei gehen spezifische Standortparameter wie z.B. Bevölkerungsdichte, Verletzlichkeit, Zustand der Umwelt, etc in die Berechnung ein. Im Vergleich der Ergebnisse mit absoluten Risikogrenzwerten haben Standorte mit geringerer Bevölkerungsdichte oder z.B. schon belasteter Umwelt „Standortvorteile“, da, um das gleiche Risiko zu erreichen, höhere Emissionen rechnerisch zulässig wären. Solche Ergebnisse setzen hinsichtlich einer nachhaltigen Entwicklung die falschen Signale.

Risikobetrachtungen sollten stets umgebungsunabhängige Gefährdungsparameter liefern, auch darüber wäre der gewünschte Vergleich möglich.

Die Frage nach Art und Qualität der Grenzwerte ist von der Fragestellung an die Methode abhängig. Soll z.B. eine Genehmigungsentscheidung erreicht werden, so kann diese von dem zu erwartenden Risiko von Todesfällen in der Umgebung abhängig gemacht werden, aber auch von dem Ausschluss des Auftretens einer Gefahr mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit.

Wird die Methode zur Entscheidung über alternative Ansätze eingesetzt, benötigt man keine Grenzwert, das für und wieder eines Ansatzes kann am größeren oder kleinerem Wert einer beliebigen Rechengröße beurteilt werden.

6.3 Zuverlässigkeit, Kollektivität und Kommunikation

Die entscheidende Frage ist die nach der Zuverlässigkeit der RA Methoden. Dabei kann hinsichtlich der Methoden zwei Hauptgruppen unterschieden werden:

- Methoden, die auf mathematisch logischer Struktur und
- Methoden, die auf einer kollektiven Abschätzung beruhen.

Mathematisch logische Methoden reflektieren den jeweiligen Kenntnisstand des (isolierten) Anwenders. Grundsätzlich benötigen sie keinen Diskurs. Die Ergebnisse sind Zahlenwerte, deren Qualität von der statistischen Streuung der Messgrößen abhängt. Dabei sind insbesondere die Maßzahlen mit großer Unsicherheit behaftet, für deren Ableitung die statistische Grundgesamtheit nicht ausreicht (Singularitätsproblem). Die Zahlen erscheinen als abstrakte Größen in denen die qualitativ unterschiedlichen Einflussgrößen nicht mehr erkennbar sind. Zahlenwerte suggerieren darüber hinaus eine sachlich nicht zu rechtfertigende Objektivität („Scheinobjektivität“). Bei Zahlenwerten stellt sich stets die Frage nach der Richtigkeit und Zuverlässigkeit der Zahl. Dieses Problem kann geschlossen nur durch die Beschreibung der gemachten Annahmen gelöst werden, mit anderen Worten: Zu einem Zahlenwert als Ergebnis einer RA bedarf es immer der genauen Beschreibung der Rahmenbedingungen unter denen diese Zahl ermittelt wurde. Dies kommt einer qualitativen Beschreibung der RA gleich.

Qualitative Expertenschätzungen erfolgen im Team-Diskurs anhand strukturierter Checklisten (z.B. HAZOP), sie sind prinzipiell ergebnisoffen. Dadurch erscheinen sie für komplexer Systembetrachtungen besser geeignet, insbesondere bei Systemen mit qualitativ sehr unterschiedlichen Einflussgrößen, etwa technisches Bauteilversagen, menschlicher Bedienfehler, Sicherheitsmanagementqualität, etc. (s. Bild 13)

Problem: Datenqualität und Unsicherheiten

Methodische Grenzen

- Singularität der Daten (Identität von erfassten und verwendeten Daten)
- Stochastische Prognose
- Nachhaltigkeit
- Risikogrenzwert

Stand der Technik

- Soft-Data (SMS)
- Expertenschätzung
- Erfassung komplexer Abläufe, z.B. DE
- Erfassung komplexer Anlagenstrukturen
- Datenbiografie
- Human Factor

Bild 13 Datenunsicherheit bei QRA

6.4 Transparenz, Verwendung von RAs im gesellschaftlichen Diskurs

Menschliche Tätigkeiten und Verrichtungen sind mit Risiken verbunden. Diese allgemeine Lebenserfahrung kann von jedermann tagtäglich erfahren werden.

Daran sind Menschen gewöhnt, sie haben ihre individuellen Strategien um mit den Alltags-Risiken umzugehen.

Wesentlich ist dabei, dass das Risiko - etwa von der Leiter zu fallen - aufgrund von Erfahrung einschätzbar ist, ebenso die damit verbundene Schadensmöglichkeit und - am wichtigsten- die Entscheidung, ob man das Risiko eingehen möchte oder nicht.

Dies kann zusammengefasst werden zu den Einflussgrößen einer Risikobewertung:

- Freiwilligkeit
- Kontrollierbarkeit
- Prognostizierbarkeit

Ein weiteres, entscheidendes Merkmal ist die Risiko-Nutzen-Bewertung. Der Aufnahme eines Risikos muss ein individueller Nutzen gegenüberstehen.

Im privat-persönlichen Bereich liegt das auf der Hand: Etwa geht man das Unfallrisiko mit einem Auto zu fahren ein, um der Mobilität willen, einen sozialen Kontakt zu pflegen, etc.

Persönliche und gesellschaftliche Risikoakzeptanz

Diese individuelle Risikoinkaufnahme kann indes nicht auf die Situation von Industrierisiken übertragen werden.

Industrielle Risiken erfüllen keine der genannten Kriterien:

- weder sind sie durch den Betroffenen einfach aufgrund von Erfahrungen einschätzbar,
- individuell nicht steuerbar und
- der Nachbarschaft aufgezwungen, d.h. nicht freiwillig.

Die Bewertung des Nutzens ist ebenfalls nur auf einer sehr abstrakten, allgemeingesellschaftlichen Ebene nachvollziehbar.

Aus diesem Grund sind industrielle Risiken schwer einschätzbar und wenig akzeptiert.

Risiko & Nutzen

Industrielle Risiken können in aufgeklärten Industriegesellschaften einem allgemeinem Nutzen des durch die Industriegesellschaft bereitgestellten Lebensstandards gegenübergestellt werden. Übrig bleibt dann das Problem des Risikoausgleichs, d.h. den Nutzen hat die gesamte Gesellschaft, die Risiken trägt eine lokal begrenzte Gemeinschaft. Da dieses Problem geschlossen nicht lösbar ist wählen Industriestaaten einen anderen Weg:

Um einen gerechten Ausgleich zu haben wird eine allgemeine Grenze der zumutbaren Risiken für alle Mitglieder der Gesellschaft gleichermaßen definiert. Diese Normsetzung ist für alle gültig, die Risiken dürfen an keine Stelle mit keiner Risikoquelle überschritten werden.

Dadurch wird der lokale Bezug der Risikoquelle faktisch außer Kraft gesetzt.

Im Zentrum steht die Frage, welche Risiken (Störfälle) sind für die Gemeinschaft akzeptabel, welche nicht mehr. Diese Frage ist ein Problem der gesellschaftlichen Normensetzung.

Allgemein dürfte diese wohl in demokratischen Gesellschaften den verfassungsmäßig legitimierte Gremien vorbehalten sein.

Risikokommunikation

Die Erörterung von Risiken in der Gesellschaft erfolgt nach den Regeln der Risikokommunikation (RK). Inhalt und Form sind dabei stark abhängig von den Diskussionspartnern, erfolgreiche RK muss stets das soziale Umfeld, die spezifischen

Bedingungen der Partner analysieren und danach die Sachinhalte in ihrer Darstellung anpassen. Eine Übersicht der Ebenen der Risikodiskussion zeigt Bild 14
 Konkrete Zahlenwerte sind als Wertaussagen zur Beurteilung eines Risikos nur für einen spezialisierten (technisch wissenschaftlich orientierten) Kommunikationskreis z.B. bei der sicherheitsanalytischen Diskussion hilfreich.



Bild 14 Ebenen der Risikodiskussion

In überwiegendem Maße, insbesondere bei der gesellschaftlichen und sicherheitswissenschaftlichen Risikodiskussion sind aber qualitative Aussagen, verbunden mit transparenter Herkunft der Daten und plausiblen Rahmenbedingungen entscheidend. Da es im Ergebnis des Diskurses häufig um gesellschaftliche (ethische, moralische) Werte geht ist eine RA-Beurteilung in derselben Sprache und Vorstellungswelt die am besten geeignete Form. Dies werden wohl am ehesten qualitative RAs leisten können, sie sind in Bezug auf die relevanten Kommunikationsebenen systemimmanent.

7. Zusammenfassung: Pro & Contra

Pro

- Optimierung von Designalternativen im Planungszustand
- Optimierung von Investitionsentscheidungen für SHE
- Optimierung von Inspektionssystemen (RBI)
- Ermittlung von Domino-Effekten
- Vergleichende Bewertung von SMS
- Festlegung von Fahrgutwegen

Contra

- QRA dient nicht notwendigermaßen der Transparenz
- Verlagerung der (konventionellen) Annahmen in die Festlegung der Rahmenbedingungen
- Generische Ansätze verhindern Einzelfallbetrachtung. Ersatz des kollektiven Elements durch „desk-top“ Entscheidungen.
- Automatische Verfahren tragen zum Kompetenzverlust bei.
- Normierung der Risikogröße auf mögliche oder tatsächliche Schäden führt zu großen Abweichungen.
- Verletzung des dynamischen Grundrechtsschutzes durch Festlegung von Risikogrenzwerten
- Beeinträchtigung des Nachhaltigkeitsgrundsatzes

8. Bewertung / Anwendungsempfehlung

- Deterministische Ansätze haben sich im Grundsatz bewährt und sollten weiterhin die Grundlage sicherheitstechnischer Auslegung und Verfahrensweisen bleiben.
- Die negativen Implikationen der risikobasierten Ansätze können durch die behutsame Anwendung dieser Verfahren im Zusammenspiel mit der grundlegenden deterministischen Verfahrensweise weitgehend vermieden werden, wenn bestimmte Rahmenbedingungen eingehalten werden.
- So können probabilistischen Verfahren z.B. bei der Optimierung deterministischer Ansätze einen wichtigen Beitrag zur Weiterentwicklung des Standes der Sicherheitstechnik leisten. Sie liefern hier objektive Kriterien zur Entscheidung über z.B. Designalternativen bei der Anlagen- und Verfahrensauslegung, Instandhaltungsstrategien, etc. In dieser Anwendungsform schlagen auch die erheblichen Daten und Modellunsicherheiten nur relativ zu Buche.
- Risikogrenzwerte sind für den Einsatz von probabilistischen Methoden nicht zwingend erforderlich.
- Zur Messung der Sicherheit einer Anlage oder Verfahrensweise mit z.B. einem gesetzten Risikogrenzwert erscheinen die QRA Verfahren aufgrund der großen Unsicherheiten nicht geeignet.
- QRA-Verfahren sind wenig transparent, da die eingegangenen Konventionen z.B. durch Daten- und Modellauswahl /-Festlegung nicht mehr sichtbar sind. Ergebnisse aus qualitativen Verfahren sind besser nachvollzieh- und kommunizierbar, da sie auf einem kollektiven Diskurs beruhen. Dies ist eine wichtige Voraussetzung zur wirksamen Umsetzung von Beteiligungsverfahren der Öffentlichkeit (Risikokommunikation).