

Workshop – Risikomanagement

„Nutzung probabilistischer Methoden in der europäischen Genehmigungspraxis und deren Nutzbarkeit im deutschen Störfallrecht, insbesondere aus Sicht der Umweltverbände“

30. September und 1. Oktober 2005
Gustav-Stresemann-Institut , Bonn

PROGRAMM

Workshop – Risikomanagement

„Nutzung probabilistischer Methoden in der europäischen Genehmigungspraxis und deren Nutzbarkeit im deutschen Störfallrecht, insbesondere aus Sicht der Umweltverbände“

30. September und 1. Oktober 2005, Gustav-Stresemann-Institut , Bonn

Workshop Risikomanagement		
1. Tag – 30.9.2005		
Zeit	Thema	Referent
11:30	Eröffnung, Begrüßung	Prof. Dr. Christian Jochum
11:45	Einführung in die Thematik aus Sicht des BMU - <i>anschl. Fragen Diskussion</i> -	Dr. Wolfgang Gierke (BMU, Referat IG I 4)
12:30	Grundlagen, Grundbegriffe - <i>anschl. Fragen Diskussion</i> -	Stephan Kurth (Öko-Institut e.V.)
13:15	PAUSE	
14:15	Berücksichtigung probabilistischer Ansätze bei der Aktualisierung des kerntechnischen Regelwerkes in Deutschland - <i>anschl. Fragen Diskussion</i> -	Dr. Christine Wassilew (BMU, Referat RS I 3)
15:15	Erfahrungsbericht NL - <i>anschl. Fragen Diskussion</i> -	Robert Geerts (AVIV B.V.)
16:15	PAUSE	
16:45	Risikomanagement und Anlagensicherheit - <i>anschl. Fragen Diskussion</i> -	Dr. Hans-Joachim Uth (UBA, FB III 1.5)
17:45	Handlungsoptionen aus Sicht der Umweltverbände - <i>anschl. Fragen Diskussion</i> -	Prof. Wilfried Kühling (BUND)
19:00	ENDE 1. Tag	

Workshop Risikomanagement			
2. Tag – 1.10.2005			
Zeit	Nr.	TOP	Referent
9:00		Begrüßung	
9:15	8	Rechtliche Hintergründe zum Risikomanagement im Bereich der Störfallverordnung <i>- anschl. Fragen Diskussion -</i>	RA Wolfgang Baumann
10:00	9	Risikogrenzwerte im Zusammenhang mit der Seveso II-Richtlinie - Position und Aktivitäten der EU-Kommission <i>- anschl. Fragen Diskussion -</i>	Michael Struckl (BMW-A)
11:00	10	Erfahrungsbericht CH <i>- anschl. Fragen Diskussion -</i>	Peter Locher (Ernst Basler + Partner AG, CH)
12:00		Pause	
12:45	11	Schlussrunde Diskussion, Ergebnisse, Ausblick	
14:00		ENDE 2. Tag	

Vorträge



Nutzung probabilistischer Methoden in der europäischen Genehmigungspraxis und deren Nutzbarkeit im deutschen Störfallrecht, insbesondere aus Sicht der Umweltverbände

– Einführung in die Thematik aus Sicht des BMU –

Wolfgang Gierke

Workshop Risikomanagement

Gustav-Stresemann-Institut

Bonn, 30. September – 1. Oktober 2005



Rechtlicher Rahmen (1)

Seveso II, Annex II

IV. Identification and accidental risk analysis ...

A. detailed description of the possible major-accident scenarios and their **probability** or the conditions under which they occur ...

IV. Ermittlung und Analyse möglicher Unfälle ...

A. Eingehende Beschreibung der Szenarien möglicher schwerer Unfälle nebst der **Möglichkeiten** und Bedingungen für ihr Eintreten ...

StörfallIV, Anhang II

IV. Ermittlung und Analyse der Risiken von Störfällen ...

1. Eingehende Beschreibung der Szenarien möglicher Störfälle nebst ihrer **Wahrscheinlichkeit** oder den Bedingungen für ihr Eintreten ...



Rechtlicher Rahmen (2)

Seveso II, Annex III c

- (ii) Identification and evaluation of major hazards – adoption and implementation of procedures for systematically identifying major hazards ... and **the assessment of their likelihood** and severity;
- (ii) Ermittlung und Bewertung der Risiken schwerer Unfälle – Festlegung und Anwendung von Verfahren zur systematischen Ermittlung der Risiken schwerer Unfälle ... sowie **Abschätzung der Eintrittswahrscheinlichkeit** und Schwere solcher Unfälle.

StörfallIV, Anhang III.3

- b) Ermittlung und Bewertung der Gefahren von Störfällen
Festlegung und Anwendung von Verfahren zur systematischen Ermittlung der Gefahren von Störfällen ... sowie **Abschätzung der Wahrscheinlichkeit** und Schwere solcher Störfälle.



Rechtlicher Rahmen (3)

Seveso II, Art. 8 (1)

Member States shall ensure that the competent authority identifies establishments or groups of establishments **where the likelihood** and the possibility ... of a major accident **may be increased** ...

StörfallV, § 15

Die zuständige Behörde hat gegenüber den Betreibern festzustellen, bei welchen Betriebsbereichen oder Gruppen von Betriebsbereichen ... eine **erhöhte Wahrscheinlichkeit** oder Möglichkeit von Störfällen bestehen kann ...



Rechtlicher Rahmen (4)

Seveso II, Art. 12 (1)

Die Mitgliedstaaten sollen

- a) die Ansiedlung neuer Betriebsbereiche,
- b) Änderungen bestehender Betriebsbereiche,
- c) neue Entwicklungen in der Nachbarschaft bestehender Betriebsbereiche wie Verkehrswege, Örtlichkeiten mit Publikumsverkehr, Wohngebiete,

überwachen (engl.: control), „wenn diese Ansiedlungen oder Maßnahmen das **Risiko** eines schweren Unfalls **vergrößern** oder die Folgen eines solchen Unfalls verschlimmern können“.



Rechtlicher Rahmen (5)

StörfallV, § 3 Abs. 2

Bei seiner Pflicht zur Verhinderung von Störfällen gemäß § 3 Abs. 1 StörfallV hat der Betreiber

1. betriebliche Gefahrenquellen,
2. umgebungsbed. Gefahrenquellen,
3. Eingriffe Unbefugter

„zu berücksichtigen, es sei denn, dass diese Gefahrenquellen oder Eingriffe als Störfallursachen vernünftigerweise ausgeschlossen werden können“.

Vollzugshilfe des BMU zur Störfall-Verordnung (März 2004)

„Bei der Auswahl möglicher Gefahrenquellen wird zunächst im Sinne einer Wahrscheinlichkeitsbetrachtung zwischen vernünftigerweise auszuschließenden und vernünftigerweise nicht auszuschließenden Gefahrenquellen unterschieden.“



Ausgangssituation im Jahr 2000

- Im Rahmen der Umsetzung der Seveso-II-RL sind die Begriffe „Risiko“ und „Wahrscheinlichkeit“ in die StörfallV übernommen worden.
- In Deutschland werden im Risikomanagement traditionell deterministische („consequence based“) Verfahren zur Abschätzung und Beschreibung der Wahrscheinlichkeit von Störfällen eingesetzt; es gibt aber Hinweise auf ein Umdenken in Teilen der deutschen Industrie.
- Außerhalb Deutschlands sind probabilistische Verfahren („risk based“) in wichtigen Industrieländern etabliert und finden zunehmend Anwendung.
- Deutschland muss sich hinsichtlich des Vollzugs seines Störfallrechts im europäischen Vergleich positionieren.



Beratung in SFK und AK-TRV (1)

- Januar 2000: In der 33. Sitzung der SFK nennt Frau PSt'in Probst das Thema „Risiko“ als eines der aus Sicht des BMU von der SFK zu bearbeitenden Felder. Die SFK beschließt daraufhin die Bildung einer ad-hoc-Gruppe „Risiko“.
- Juni 2000: Auf Empfehlung ihrer ad-hoc-Gruppe „Risiko“ beschließt die SFK in ihrer 34. Sitzung die Einsetzung eines Arbeitskreiss „Technische Systeme, Risiko und Verständigungsprozesse“ (AK-TRV).
- Oktober 2000: In der 35. Sitzung der SFK stellt der AK-TRV eine Vorschlagsliste der von ihm zu behandelnden Themen vor, darunter:
„Was fordert die StörfallV 2000 –
deterministisch bzw. probabilistisch?“



Beratung in SFK und AK-TRV (2)

April 2004: Der AK-TRV legt der SFK zu ihrer 46. Sitzung nach 19 Sitzungen des Arbeitskreises und einer Reihe von Sitzungen verschiedener Unterarbeitsgruppen den Bericht „Risikomanagement im Rahmen der Störfall-Verordnung“ sowie ein gesondertes Positionspapier mit Aussagen aus diesem Bericht zur Zustimmung vor.

Die SFK nimmt den Bericht des AK-TRV mehrheitlich zustimmend zur Kenntnis. Der Bericht erhält die Kennung „SFK-GS-41“.

Weiterhin stimmt die SFK mehrheitlich dem vom AK-TRV vorgelegten Positionspapier zu und beauftragt den AK u.a., „die im Positionspapier aufgezählten Schwerpunkte weiter zu bearbeiten und über das Arbeitsprogramm in der nächsten SFK-Sitzung zu berichten“.



Positionspapier vom April 2004 (Auszug)

- Die SFK sieht die probabilistische Risikoanalyse als mögliche Ergänzung der in Deutschland üblichen deterministischen Sicherheitsbeurteilung und als Beitrag für Sicherheitsberichte.
- Dies erfordert die Festlegung der Randbedingungen zur Durchführung von probabilistischen Risikoanalysen beim Vollzug des Störfallrechts.
- Die SFK hält es für notwendig, dass die Risikobeurteilungskriterien in einem gesellschaftlichen und politischen Konsens mit parlamentarischer Entscheidung festgelegt werden.
- Die Diskussion über vertretbare Risiken und besonders die Anwendung probabilistischer Methoden und Risikobeurteilungskriterien verlangt zusätzliche Anstrengungen auf dem Gebiet der Risikokommunikation. ...



Ausgangsposition 2004

- Bericht SFK-GS-41 mit Positionspapier und zugehörigen SFK-Beschlüssen
- Seveso-II-ÄnderungsRL (RL 2003/105/EG), Art. 12 (1a): Einrichtung einer Datenbank durch die EU-Kommission
- Stellungnahme der SFK zum geplanten Ausbau des Flughafens Frankfurt/Main, Diskussion über die absturzbedingte Störfallhäufigkeit im benachbarten Werk der Ticona AG



Seveso-II-Änderungsrichtlinie

Seveso II, Art. 12 (1a)

"Die Kommission wird ersucht, bis zum 31. Dezember 2006 in enger Zusammenarbeit mit den Mitgliedstaaten Leitlinien zur Definition einer technischen Datenbank einschließlich **Risikodaten** und **Risikoszenarien** aufzustellen, die der Beurteilung der Vereinbarkeit zwischen den unter diese Richtlinie fallenden Betrieben und den in Absatz 1 genannten Gebieten dient. ..."



Flughafen Frankfurt (1)

Absturzbedingte Störfallhäufigkeit auf dem Gelände der Ticono AG

Planfall Nordwest 2015
(TÜV Pfalz 2004)

ca. $4 \times 10^{-5} / a$
(ein Ereignis in 25.000 Jahren)

SFK-Stellungnahme vom Februar 2004:

- absturzbedingter Störfall führt zu Totalverlust der Anlagen
- allein durch Hitzeeinwirkung sind deutlich über 100 Tote auf dem Gelände der Ticono AG zu erwarten
- CH verlangt bei 100 betroffenen Personen eine Störfallhäufigkeit von $< 10^{-7} / a$
- Übertragung der Schweizer Risikowerte für Externe auf die Beschäftigten der Ticono AG

➔ Störfallrisiko im Planfall Nordwest ist **nicht** akzeptabel



Flughafen Frankfurt (2)

Absturzbedingte Störfallhäufigkeit auf dem Gelände der Ticona AG

Planfall Nordwest 2015
(TÜV Pfalz, Neuberechnung 2005)

$3.3 \times 10^{-5} / a$
(ein Ereignis in 30.049 Jahren)

Ist-Situation 2005
(TÜV Pfalz 2005)

$1.6 \times 10^{-5} / a$
(ein Ereignis in 61.400 Jahren)

Anteil der Landeunfälle an der
absturzbedingten Störfallhäufigkeit
in der Ist-Situation 2005
(TUV Pfalz 2005)

$9.95 \times 10^{-7} / a$
(ein Ereignis in 1.004.600 Jahren)



Beratung in SFK und AK-TRV (3)

August 2004: Die AG „Grenzwerte“ des AK-TRV beschließt einen Vorschlag für ein Arbeitsprogramm. Sie will u.a.

„Anwendungsoptionen (z.B. Kommunikation, Verständigung, vergleichende Beurteilung von Betriebsbereichen/Anlagen, Genehmigungsverfahren) von probabilistischen Methoden aufzeigen und hierfür Risikogrenzwerte (bzw. -korridore) vorschlagen“.

Weiterhin soll die SFK gebeten werden, der Vergabe eines Gutachtens zur fundierten Recherche der probabilistischen Konzepte in europäischen Ländern und Nordamerika zuzustimmen.



Beratung in SFK und AK-TRV (4)

Sept./Okt. 2004: In der 47. Sitzung der SFK wird über die Arbeitsprogramme der TRV-Arbeitsgruppen und den Projektvorschlag der AG „Grenzwerte“ kontrovers diskutiert.

BMU bittet, zunächst konkrete Anwendungsbereiche für probabilistische Methoden vorzuschlagen, bevor über die Notwendigkeit der Festlegung von Grenzwerten diskutiert wird.

Die SFK beauftragt den AK-TRV, „über die Struktur seiner Tätigkeit zu diskutieren und der SFK in seiner nächsten Sitzung einen Vorschlag über die zukünftigen Arbeiten vorzulegen“.



Beratung in SFK und AK-TRV (5)

Dezember 2004: In der 21. Sitzung des AK-TRV wird die AG „Grenzwerte“ in AG-MKR („Methoden und Kriterien für die Risikobeurteilung“) umbenannt.

Es werden Arbeitsprogramme für den AK-TRV sowie seine Arbeitsgruppen AG-MKR und AG „Verständigungsprozesse“ beschlossen.

Die AG-MKR soll

„Anwendungsbereiche (z.B. Kommunikation, Verständigung, vergleichende Beurteilung von Betriebsbereichen/Anlagen, Genehmigungsverfahren) von probabilistischen Methoden aufzeigen und hierfür Beurteilungskriterien vorschlagen“.



Beratung in SFK und AK-TRV (6)

Januar 2005: Die SFK nimmt in ihrer 48. Sitzung die Arbeitsprogramme des AK-TRV und seiner Arbeitsgruppen mehrheitlich zustimmend zur Kenntnis.

BMU möchte sich ein möglichst umfassendes Bild über die nach wie vor sehr kontroversen Auffassungen verschaffen und schlägt deshalb vor, ein Auftragspaket aus drei Projekten zu vergeben, mit denen dieses breite Meinungsspektrum bestmöglich abgedeckt werden soll.



Beratung in SFK und AK-TRV (7)

Projektvorschläge des BMU in der 48. Sitzung der SFK:

- Vergleichende Bewertung deterministischer und probabilistischer Methoden einschließlich eines peer review
- Vergleichendes Gutachten zur Praxis bei der Ermittlung von Risiken von Betrieben nach der Seveso-II-Richtlinie in Europa und entsprechenden Betrieben in Nordamerika
- Workshop zum Thema „Nutzung probabilistischer Methoden in der europäischen Genehmigungspraxis und deren Nutzbarkeit im deutschen Störfallrecht, insb. aus Sicht der Umweltverbände

Die SFK nimmt das Projektpaket bei einer Enthaltung an. Sie drückt ihre Erwartung aus, dass der AK-TRV und seine Arbeitsgruppen die Projekte verfolgen und begleiten und die Projektergebnisse in angemessener Weise in ihren Arbeitsprogrammen berücksichtigen.

„Nutzung probabilistischer Methoden in der europäischen Genehmigungspraxis und deren Nutzbarkeit im deutschen Störfallrecht, insbesondere aus Sicht der Umweltverbände“

Programmüberblick

Grundlagen, Grundbegriffe

Dipl.-Ing. Stephan Kurth
Öko-Institut e.V., Darmstadt
Bereich Nukleartechnik und Anlagensicherheit

Zeit	Thema	Referent
11:30	Eröffnung, Begrüßung	Prof. Dr. C. Jochum
11:45	Einführung in die Thematik aus Sicht des BMU	Dr. W. Gierke (BMU, IG I 4)
12:30	Grundlagen, Grundbegriffe	S. Kurth (Öko-Institut e.V.)
13:15	PAUSE	
14:15	Berücksichtigung probabilistischer Ansätze bei der Aktualisierung des kerntechnischen Regelwerkes in Deutschland	Dr. C. Wassilew (BMU, RS I 3)
15:15	Erfahrungsbericht NL	R. Geerts (AVIV B.V.)
16:15	PAUSE	
16:45	Risikomanagement und Anlagensicherheit	Dr. H.-J. Uth (UBA)
17:45	Handlungsoptionen aus Sicht der Umweltverbände	Prof. Dr. W. Kühling (BUND)

Programmüberblick – 2. Tag

Zeit	Thema	Referent
9:00	Begrüßung	
9:15	Rechtliche Hintergründe	RA W. Baumann
10:00	Risikogrenzwerte im Zusammenhang mit der Seveso II-Richtlinie Position und Aktivitäten der EU-Kommission	M. Struckl (MAHB, BMWA (A))
11:00	Erfahrungsbericht CH	P. Locher (Basler + Partner, CH)
12:00	Schlussrunde (Ergebnisse, Ausblick)	Prof. Dr. C. Jochum
13:00	Imbiss	

- Sicherheit
- Sicherheitskonzept
- Analysen, Nachweise
- Deterministische Verfahren
- Probabilistische Verfahren
- Risiko
- Risikomanagement und Vorsorge
- Risikoermittlung
- Risikobewertung
- Risk-... Regulation

- „Zustand, der frei von unvermeidbaren Risiken der Beeinträchtigung ist oder als gefahrenfrei angesehen wird“ (DIN EN 61508).
Zustand der voraussichtlich störungsfreien und gefahrenfreien Funktion
- Relativer Zustand der Gefahrenfreiheit, d.h. nur gegeben
 - für einen bestimmten Zeitraum,
 - eine bestimmte Umgebung oder
 - unter bestimmten Bedingungen.
- Sicherheit ist abhängig von
 - der Definition im spez. Kontext
 - der akzeptierten Unsicherheit (Unvollständigkeit)

Das **erforderliche Sicherheitsniveau** resultiert aus einem vorgegebenen Sicherheitsanspruch.

Umschreibungen / Erkenntnisquellen:

- allgemein anerkannten Regeln der Technik
- Stand der Technik (z.B. Störfall-Verordnung)
- Stand von Wissenschaft und Technik (z.B. Atomgesetz)

Darüber hinaus sind ggf. zu beachten:

- Besondere Bedingungen des Einzelfalls
- Minimierung / Optimierung
- Umsetzung von Unternehmenszielen (z.B. Priorität für Sicherheit)

Sicherheitskonzept

- Gewährleistung eines (definierten) Zustands von Sicherheit. Einhaltung von Sicherheitsanforderungen und Grenzwerten inkl. notwendiger Sicherheitsabstände.
- Basierend auf einer (vollständigen) Analyse möglicher Szenarien, die zu einer Beeinträchtigung der Sicherheit führen können
 - Gefahrenpotentiale
 - Ereignisabläufe
 - Bewertung von Gegenmaßnahmen
 - Auswirkungen auf die Umgebung
- Implementierung sicherheitstechnischer Einrichtungen und Maßnahmen.
 - Vermeidung von Ereignissen
 - Beherrschen von Ereignissen
 - Begrenzung der Auswirkungen von Ereignissen

- Systematisch Untersuchung und Bewertung der relevanten Effekte zum Nachweis
 - der Erfüllung von Sicherheitsanforderungen
 - der Wirksamkeit des Sicherheitskonzeptes
- Angewendet werden **deterministische** und **probabilistische** Ansätze
 - Entwicklung von Sicherheitskonzepten
 - Nachweisführung.

- An jedem Punkt des Prozesses ist bestimmt, wie weiterverfahren werden soll.
- Spezifische Festlegung von Auslegungs- und Ausführungsanforderungen werden ohne explizite Berücksichtigung von Wahrscheinlichkeitsaspekten getroffen, z.B.
 - Belastungen, Bemessungsgrößen
 - zu berücksichtigende Ereignisse, Szenarien
 - Berechnungsvorschriften
 - Schutzvorkehrungen
 - Postulate, Randbedingungen
- Meist konservative Annahmen zur Abdeckung von Unsicherheiten. Die daraus resultierenden Sicherheitsabstände können aber i. A. nicht explizit ausgewiesen werden.

- Nachvollziehbarkeit und Transparenz der deterministischen Festlegungen sind nicht immer gegeben
- Eindeutige Aussagen / Ergebnisse sind möglich bezüglich
 - Einhaltung spezifizierter Werte
 - ggf. Schlussfolgerungen zum Sicherheitsniveau
- Eindeutige und vollständige Festlegungen ermöglichen eine einheitliche Umsetzung.
- Langjährige Erfahrungen mit der Umsetzung der deterministischen Anforderungen.
Das technische Regelwerk ist vom Grundsatz her deterministisch aufgebaut.

Probabilistische Verfahren

- Ermittlung der Häufigkeit von Ereignisabläufen und entsprechenden Endzuständen. Alle Einflussfaktoren sollen mit ihrem Einfluss auf das Ergebnis berücksichtigt werden.
- Ausgangsdaten:
 - Systemanalysen, systemtechnische Zusammenhänge
 - Funktionsanalysen, Ausfallverhalten von Komponenten
 - Zuverlässigkeitskenngrößen, Eintrittshäufigkeiten von Störungen
 - technischer Einrichtungen,
 - menschliche Fehlhandlungen,
 - gemeinsam verursachte Ausfälle
- Quantitative Werte als Ergebnis einer statistischen Auswertung. Zahlenwerte, die die Funktionssicherheit komplexer Systeme bzw. Konsequenzen aus dem Versagen von Sicherheitssystemen quantifizieren

Probabilistische Verfahren

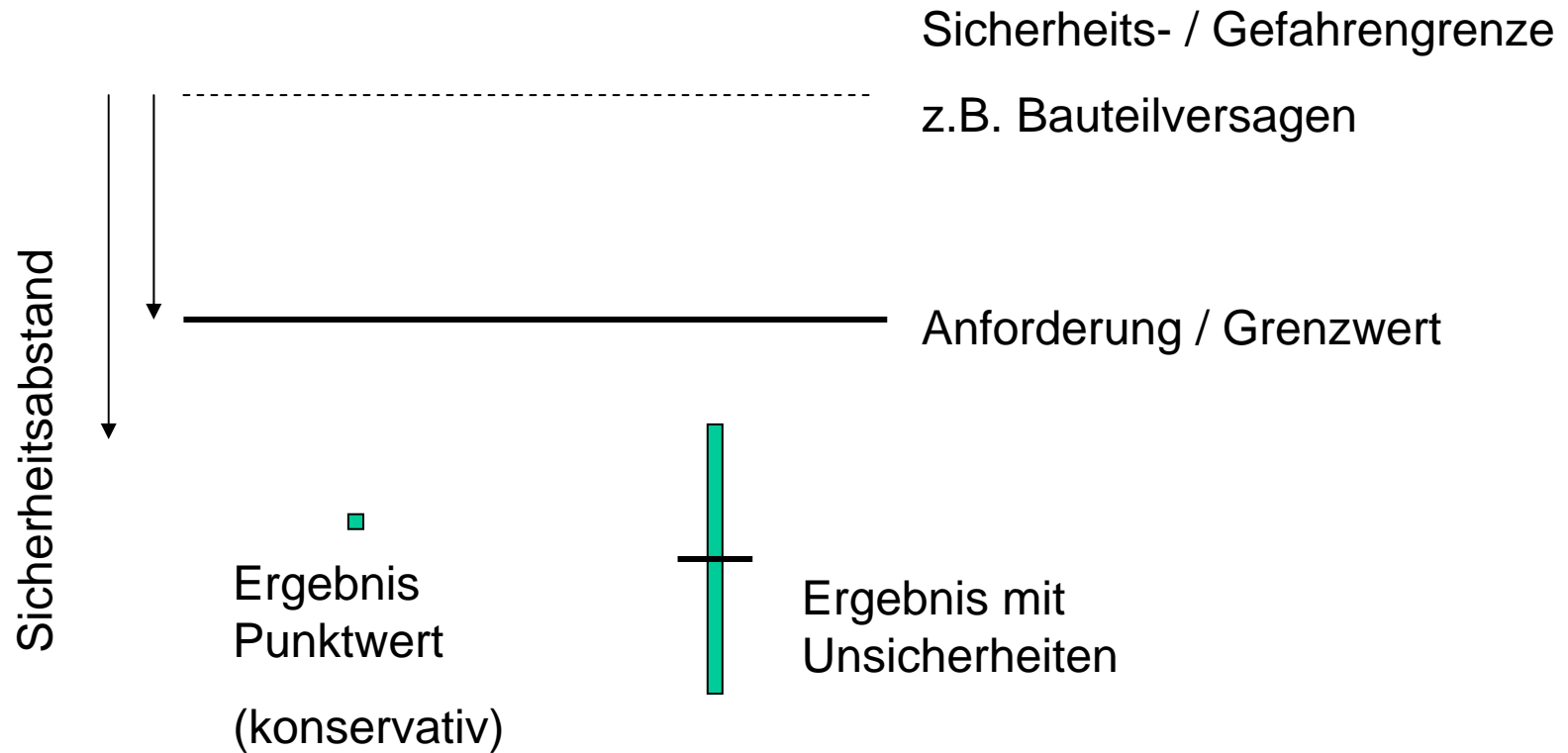
- Die erforderlichen Analyseschritte erfordern eine intensive Beschäftigung mit den anlagenspezifischen Gegebenheiten
- Für eine hohe Aussagesicherheit ist eine möglichst exakte Modellierung der Abläufe und Zusammenhänge erforderlich.
- Modellunsicherheiten ergeben sich aus Kenntnislücken und Vereinfachungen
 - es werden nur bekannte Phänomene abgebildet
 - bestimmte Phänomene lassen sich mit statistischen Methoden nur unzureichend beschreiben (z.B. menschliches Verhalten, externe Einwirkungen)
 - zur Vereinfachung und Begrenzung des Betrachtungsumfangs werden Modellannahmen eingeführt
- Die Daten werden i. W. aus der Betriebserfahrung gewonnen. Die Datengrundlage ist insbesondere bei einer Gesamtheit von sehr heterogen aufgebauten Anlagen unzureichend für eine statistisch abgesicherte Aussage.

Probabilistische Verfahren

- Die Ergebnisse probabilistischer Analysen können mit sehr großen Ergebnisunsicherheiten behaftet sein. Ein probabilistisches Ergebnis ohne Unsicherheitsangabe ist unvollständig. Festlegung zur Akzeptanz von Unsicherheiten sind erforderlich.
- Die Ergebnisse werden stark von der Wahl der Modellannahmen beeinflusst.
- Eine allgemeine Übertragbarkeit und Vergleichbarkeit der Ergebnisse ist i. d. R. nicht möglich. Genaue Vorgaben zu Methodik und Daten sind erforderlich.
- Aussagen sind anlagenspezifisch und nur innerhalb der Grenzen der Modellierung möglich
 - z.B. Trendverfolgung bei technischen Änderungen
 - Identifikation von Schwachstellen
 - Optimierung und Ausgewogenheit des Sicherheitskonzeptes

Unabhängigkeit der Verfahren ?

- Deterministische Verfahren enthalten (implizit) auch probabilistische Aspekte, z.B. Ausschlusskriterien für „unwahrscheinliche“ Abläufe
 - „vernünftigerweise ausgeschlossen“
 - „praktisch ausgeschlossen“
 - „vernachlässigbar“
- Probabilistische Verfahren basieren z.T. auf deterministisch festgelegten Modellannahmen und Daten
- Probabilistische Verfahren werden oft als Ergänzung zum deterministischen Grundkonzept eingesetzt.
- Eine Vermischung probabilistischer und deterministischer Vorgehensweisen führt zu Inkonsistenzen. Deterministische Aspekte können durch probabilistische Nachweise nicht ohne weiteres äquivalent abgebildet werden.



- Der Begriff „**Risiko**“ wird unterschiedlich verstanden, z.B.
 - Eintrittsmöglichkeit eines unerwünschten Zustandes oder Ereignisses
 - Synonym zu „Gefährdung“, „Gefahr“
 - nicht durch „Sicherheit“ abgedeckter Bereich
 - Gegenteil zur Vorsorge (Vorsorgeprinzip)
- Nach der im technischen Kontext verwendeten Definition ist das Risiko der Quotient aus Eintrittshäufigkeit und Schadensausmaß

Ein umfassendes **Risikomanagement** beinhaltet:

- Festlegungen von Strategie und Zielen
- Definition von Kriterien zur Wirksamkeitskontrolle
- Identifikation und Ermittlung von Risiken
- Risikobewertung und –steuerung, Maßnahmen
- Risikokommunikation, Dokumentation

Das **Vorsorgeprinzip** hat zentrale Bedeutung für die Ausgestaltung des Risikomanagements.

- Schädliche Einwirkungen frühzeitig erkennen (konkreter Anlass) und begrenzen
- Minimierung von Auswirkungen soweit dies technisch und betrieblich möglich und vertretbar ist.
- Beweislast: Nachweis der Unschädlichkeit

Zur **Risikoermittlung** werden ununterschiedliche Methoden eingesetzt

Quantitative Verfahren (statistische Verfahren) ermitteln exakte Risikozahlen als absolute Größen

- Eintrittswahrscheinlichkeiten aus probabilistischen Analysen
- Auswirkungsermittlung erfordert eine differenzierte Betrachtung und entsprechende Festlegungen, z.B. zu
 - Schutzgütern
 - Wirkmechanismen, Gefahrenpotenzialen
 - standortspezifischen Besonderheiten

Quantitative Risikoanalysen werden in verschiedenen Umfängen durchgeführt

- Ermittlung von Schadenszuständen
- Zusätzliche Ermittlung von Quelltermen
- Zusätzliche Ermittlung von Konsequenzen (Auswirkungen in der Umgebung)

Qualitative Verfahren liefern verbale Umschreibungen von Risikoeinschätzungen in festgelegten Kategorien. Sie beruhen i. A. auf subjektiven Einschätzungen bzw. individuellen Festlegungen.

Halb-quantitative Verfahren ermitteln spezielle Kennzahlen oder Indikatoren als relative Größen für eine anlagenspezifische Betrachtung nach individuell festgelegten Vorgehensweisen. Die methodischen Ansätze sind sehr unterschiedlich und meist auf spezielle Risiken bzw. Gefahren ausgerichtet.

Eine differenzierte Auswirkungsbetrachtung erfolgt i. A. nicht. Diese Methoden führen nicht zu allgemein vergleichbaren Ergebnissen und sind im Betrachtungsumfang begrenzt.

Die Risikobewertung

- erfordert eine genaue Kenntnis der eingesetzten Methoden und verwendeten Daten
- Ist auf den spez. Anwendungsfall bezogen (z.B. spez. Betriebliche Belange)

Risikogrenzwerte kennzeichnen die Akzeptanz von Risiken. Allgemeingültige Grenzen sind normative Festlegungen und können nicht auf der Ebene einer technischen Risikoanalyse definiert werden.

Sie erfordern darüber hinaus einen transparenten gesellschaftlichen Kommunikationsprozess.

Die Risikokommission hat diesbezüglich Empfehlungen vorgetragen.

(risk-based, risk-informed, risk-oriented)

allg.: Einbeziehung von Risikoaspekten in die behördlichen Entscheidungen bei aufsichtlichen Aufgaben.

Praxis:

- Risikoansätze werden z.B. in folgenden Ländern in unterschiedlichen Anwendungsbereichen verfolgt: USA, Großbritannien, Schweiz, Schweden, Niederlande,
- Gebräuchliche Begriffe: risk-based, risk-informed, risk-oriented (dt. Übertragung: risikobasiert, risikoorientiert)
- Die bisherigen Ansätze lassen bislang keine einheitliche, international akzeptierte Vorgehensweise erkennen. Das Verständnis der Begriffe ist unterschiedlich. Sie werden häufig auch parallel verwendet.

In den USA (US NRC) wird wie folgt unterschieden:

- risk-based: Weitgehende Einbeziehung von Ergebnissen probabilistischer Untersuchungen als einzige Basis der Entscheidungsfindung
- risk-informed: Einbeziehung probabilistischer Erkenntnisse ergänzend zu deterministischen Grundlagen.

Häufig wird ein pragmatischer Weg für eine risk-informed regulation vorgeschlagen:

Probabilistische Werte werden ermittelt, diese werden jedoch nicht mit national oder international verbindlichen probabilistischen Akzeptanzkriterien abgeglichen.

Probleme / Diskussionspunkte vor einer Einführung :

- Die Nutzung probabilistischer Analysen ist nur in Ansätzen im Regelwerk verankert und ist auf dieser Grundlage auch nicht systematischer Bestandteil der regulatorischen Praxis.
- Ein Voraussetzung ist die Ermittlung belastbarer anlagenspezifischer Vergleichswerte im Rahmen von probabilistischer Sicherheitsanalysen.
- Es bestehen Unzulänglichkeiten (Vollständigkeit, Unsicherheiten) bei den verfügbaren Methoden, z.B. bei der Modellierung von SM- bzw. HF-Aspekten sowie bei der Datengrundlage.
- Vorgaben für die heranzuziehenden Methoden und Daten sind nicht in ausreichendem Detaillierungsgrad entwickelt. Aufgrund unzureichender Vorgaben sind erhebliche Abweichungen bei der Risikoermittlung in einzelnen Anlagen zu erwarten. Ergebnisse sind nicht vergleichbar
- Voraussetzungen für eine einheitliche Bewertung der Ergebnisse sind nicht gegeben. Allgemein akzeptierte Risiko-Akzeptanz-Kriterien fehlen.

Priority to Safety



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit

Berücksichtigung probabilistischer Ansätze bei der Aktualisierung des kerntechnischen Regelwerks in Deutschland

Dr. Christine Wassilew



Berücksichtigung probabilistischer Ansätze bei der Aktualisierung des kerntechnischen Regelwerks in Deutschland

- *Die Methodik der Probabilistischen Sicherheitsanalyse*
- *Konzepte zur Sicherstellung der nach dem Atomgesetz vorgeschriebenen
Vorsorge gegen Schäden*
- *Regulatorische Anforderungen an PSA für Kernkraftwerke in
Deutschland*
- *Sicherheitsverbesserungen auf der Grundlage von PSA Untersuchungen*
- *Schlussfolgerungen*

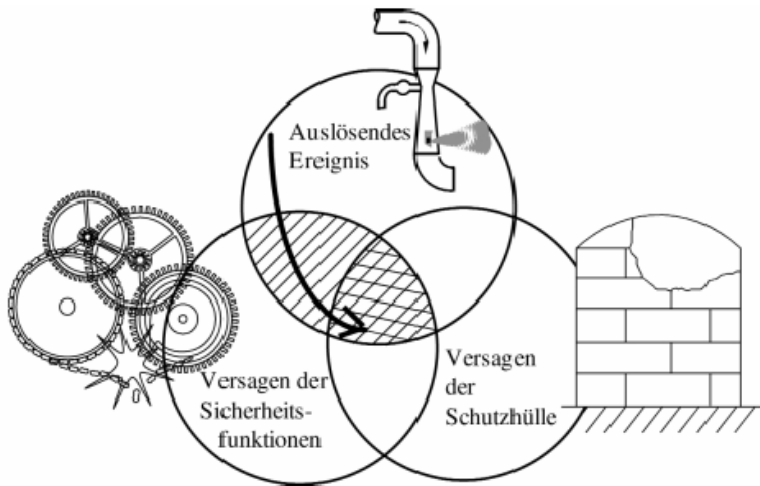


Die Methodik der Probabilistischen Sicherheitsanalyse (1)

Ausgehend von einem sogenannten **auslösenden Ereignis** werden **Ereignisabläufe** dahingehend untersucht, ob durch diese ein **Kernschaden** entstehen kann.

Benötigt werden Listen auslösender Ereignisse und deren Häufigkeiten.

Die **Wahrscheinlichkeiten** für die Verzweigungen der Ereignisabläufe werden aus der Betriebserfahrung bzw. aus Fehlerbäumen bestimmt.

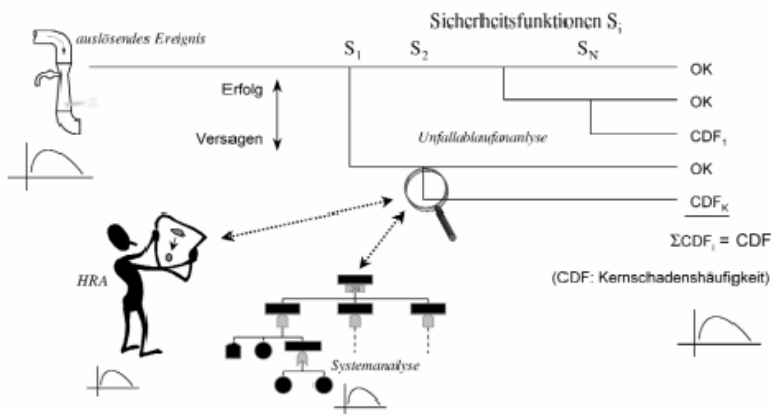




Die Methodik der Probabilistischen Sicherheitsanalyse (2)

Darstellung einer Unfallablaufanalyse

Figur 4.2: Stufe-1-Analyse



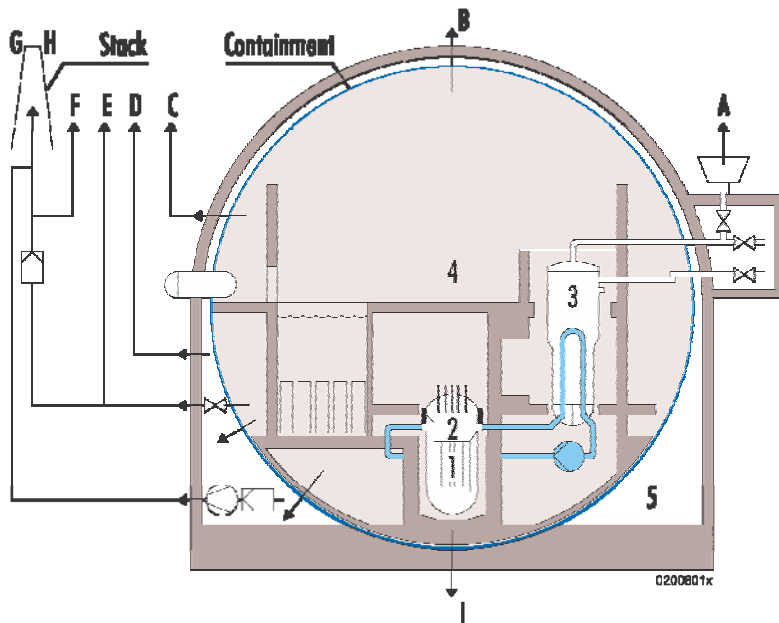
PSA der Stufe 1 endet mit dem Schaden des Kerns.

PSA der Stufe 2 endet mit der unfallbedingten Freisetzung von Radionukliden.

PSA der Stufe 3 umfasst zusätzlich die Konsequenzen in der Umgebung.



PSA der Stufe 2: Freisetzungspfade in die Umgebung am Beispiel eines DWR



- A: sekundärseitige Ventile
- B: SHB-Reaktorkuppel
- C: SHB-Lüftung
- D: Ringraum-Lüftung, Zuluft
- E: SHB-Venting (Filterumgehung)
- F: SHB-Venting (Leitungsleck nach Filter)
- G: SHB-Venting (Kamin)
- H: Ringraumabsaugung
- I: Erdboden

- 1: Reaktorkern
- 2: RDB
- 3: DE Sekundär-Seite
- 4: Anlagen- und Betriebsräume
- 5: Ringraum



Konzepte zur Sicherstellung der nach Atomgesetz vorgeschriebenen Vorsorge gegen Schäden

Atomgesetz § 7 (2)

*Die Genehmigung darf nur
erteilt werden, wenn*

....

*3. die nach dem Stand von
Wissenschaft und Technik
erforderliche **Vorsorge gegen
Schäden** durch die **Errichtung
und den Betrieb** der Anlage
getroffen ist, ...*

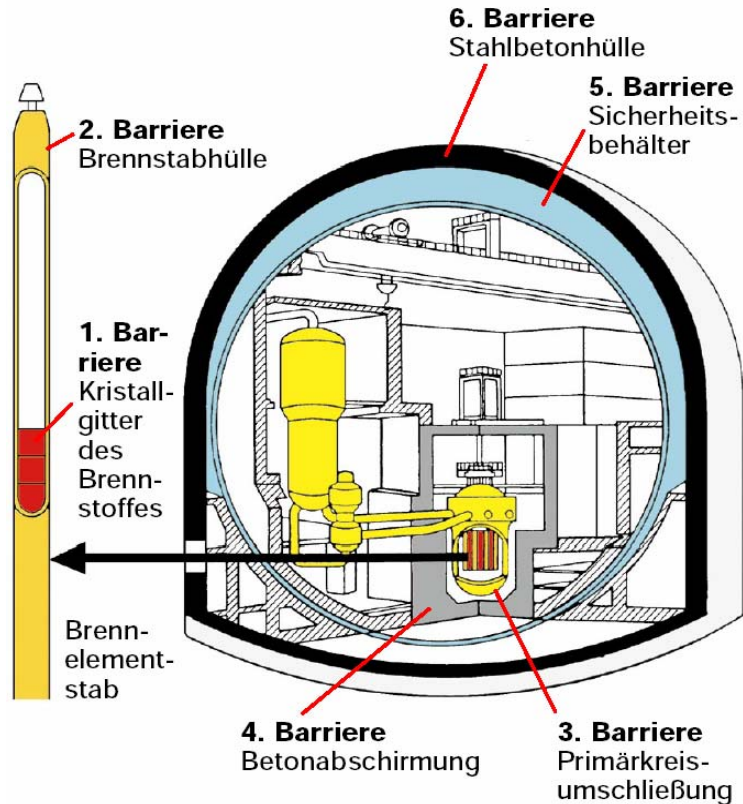
Konzept der Ingenieur-
technischen Sicherheitsmaßnahmen –
Barrierenkonzept

- Konzept der Auslegungsstörfälle

Konzept der Probabilistischen
Sicherheitsanalyse



Konzept der Ingenieur-technischen Sicherheitsmaßnahmen



„das Barrierenkonzept“

Hintereinander gestaffelte
Barrieren zum Rückhalt der
Aktivität



Konzept der Auslegungsstörfälle

Ziel: Schutz der Aktivitätsbarrieren

Methode:

Festlegung von Auslegungsstörfällen, die das gesamte Störfallspektrum abdecken, da sie die schärfsten Anforderungen an die Sicherheitssysteme stellen.

Nachweis, dass die Auslegungsstörfälle mit den Sicherheitseinrichtungen beherrscht werden.

Leitlinien zur Beurteilung der Auslegung von Kernkraftwerken mit Druckwasserreaktoren gegen Störfälle im Sinne des § 28 Abs. 3 StrISchV
- Störfall-Leitlinien -

Teil 2: Auslegungsbestimmende Störfälle
Die nachfolgenden Tabellen I und II enthalten diejenigen Störfälle, die aufgrund der bisherigen Praxis und Erfahrungen bei der sicherheitstechnischen Analyse, der Begutachtung und dem Betrieb von Druckwasserreaktoren für die Auslegung von Kernkraftwerken gegen Störfälle bestimmend sind.



Konzept der Auslegungsstörfälle (2)

Tabelle I

Störfälle, gegen die anlagentechnische Schadensvorge getroffen werden muß und die bezüglich ihrer radiologischen Auswirkungen auf die Umgebung relevant sind

Störfallgruppe	Störfalldefinition	Analyse für	Bemerkungen
I.1	Kühlmittelverlust aus dem Primärkreislauf innerhalb des Sicherheitsbehälters		
I.1.1	ohne Notwendigkeit sekundärseitiger Wärmeabfuhr <i>Leck in der Hauptkühlmittelleitung</i>	RA	<i>Der Berechnung der radiologischen Auswirkungen ist ein Leckquerschnitt von der doppelten offenen Querschnittsfläche (2 F) der Hauptkühlmittelleitung zugrunde zu legen (vgl. Störfallberechnungsgrundlagen).</i>
		AS	Der Analyse zur Auslegung der Notkühlsysteme und des Sicherheitsbehälters einschließlich seiner Einbauten ist ein Leckquerschnitt gemäß RSK-Leitlinie 21.1 (2) Ziffern 1 und 2 zugrunde zu legen.
		SI	Der Analyse zur Standsicherheit der Großkomponenten sind die Annahmen gemäß RSK-Leitlinie 21.1(2) Ziffer 3 zugrunde zu legen.
		SI	Der Analyse der Auswirkungen von Reaktions- und Strahlkräften auf Rohrleitungen, Komponenten, Komponenteneinbauten und Gebäude- teile ist ein Leckquerschnitt gemäß RSK-Leitlinie 23.1(1) Ziffer 1 und 2 zugrunde zu legen.
I.1.2	mit Notwendigkeit sekundärseitiger Wärmeabfuhr Kleines Leck innerhalb des Sicherheitsbehälters	AS	
I.2	Schäden an Dampferzeuger- heizrohren Dampferzeugerheizrohrversagen ohne Notstromfall	AS	Die Analyse dieses Störfalles dient auch zur Festlegung entsprechender Abfahreranweisungen im Betriebshandbuch.
	Dampferzeugerheizrohrversagen mit Notstromfall (kurzzeitig)	AS	
I.3	Kühlmittelverlust aus dem Sekundärkreislauf		
I.3.1	mit Betriebsleckagen aus dem Primärkreislauf <i>Langdauernder Ausfall der Hauptwärmesenke bei betrieblichen Leckagen an den Dampferzeugerheizrohren</i>	RA	<i>Vgl. Störfallberechnungsgrundlagen</i>



Meilensteine der PSA-Entwicklung für KKW in Deutschland

vor 1975: Zuverlässigkeits- und Systemanalysen

- Konservative Störfallanalysen : Deterministische Sicherheitsnachweise sind mit realistischen Modellen und Berechnungsverfahren unter Benutzung konservativ abdeckender Randbedingungen zu führen. Gesichtspunkte der Häufigkeit bzw. Wahrscheinlichkeit spielen dabei nur indirekt oder partiell eine Rolle.

1975: Reactor Safety Study WASH 1400 „Rasmussen Report“

1979 Three Mile Island

1979: Deutsche Risikostudie Phase A (PSA für die Anlage Biblis B)

80er Jahre: Vorlage von PSAs im Rahmen der Genehmigung der Konvoianlagen

1986 Tschernobyl

1990: Deutsche Risikostudie Phase B (PSA für die Anlage Biblis B)

90er Jahre: Beginn der Erstellung anlagenspezifischer PSA der Stufe 1 unter Berücksichtigung von Notfallmaßnahmen im Rahmen der PSÜ



Regulatorische Anforderungen an PSA für Kernkraftwerke in Deutschland

- 1977 Sicherheitskriterien für Kernkraftwerke
- 1996/97 Leitfäden zur Periodischen Sicherheitsüberprüfung
(Sicherheitsstatusanalyse und PSA)
- 2002 Atomgesetz § 19a Sicherheitsüberprüfung
- 2005 Aktualisierung des Leitfadens PSA
- 2005 **Neues BMU-Regelwerk:
„Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke (Entwurf)“**



Sicherheitskriterien für Kernkraftwerke

(vom 12. Oktober 1977)

Kriterium 1.1: Grundsätze der Sicherheitsvorsorge

Ein Kernkraftwerk muß so beschaffen sein und so betrieben werden, daß die Reaktoranlage jederzeit im bestimmungsgemäßen Betrieb und bei Störfällen sicher abgeschaltet und in abgeschaltetem Zustand gehalten, die Nachwärme abgeführt und die Strahlenexposition des Personals und der Umgebung unter Beachtung des Standes von Wissenschaft und Technik auch unterhalb derjenigen Dosisgrenzwerte so gering wie möglich gehalten werden kann, die durch die Vorschriften des Atomgesetzes und der auf Grund des Atomgesetzes erlassenen Rechtsverordnungen festgesetzt sind. Die **hierzu nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderliche Sicherheitsvorsorge** ist nach folgenden Grundsätzen vorzunehmen:

....

2. Als zweiter Grundsatz sind darüber hinaus Maßnahmen zur Beherrschung von Störfällen zu treffen. Hierfür **sind ausreichend zuverlässige ¹⁾ technische Sicherheitseinrichtungen** vorzusehen. ...

Fußnote:

[1]"Anmerkung zur Methodik": Zur Überprüfung der Ausgewogenheit des Sicherheitskonzeptes sind - in Ergänzung der Gesamtbeurteilung der Sicherheit des Kernkraftwerkes auf Grund deterministischer Methoden - die Zuverlässigkeiten sicherheitstechnisch wichtiger Systeme und Anlageteile **mit Hilfe probabilistischer Methoden** zu bestimmen, **soweit dieses nach dem Stand von Wissenschaft und Technik mit der erforderlichen Genauigkeit möglich ist.**



Entwicklungen bis 2002 zur Durchführung von Sicherheitsüberprüfungen PSÜ (SSA und PSA)

- 1986: RSK-Empfehlung: Sicherheitsüberprüfung aller Kernkraftwerke
- 1988: RSK-Empfehlung: Durchführung einer PSÜ (SSA und PSA) etwa alle 10 Jahre (238. Sitzung am 23.11.1988)
- 1995: RSK-Empfehlung: Konkretisierung zur Durchführung einer PSÜ (291. Sitzung am 17.05.1995)
- 1997: **Leitfaden PSÜ**
- im Arbeitskreis "PSÜ" des Fachausschusses Reaktorsicherheit des Länderausschusses für Atomkernenergie (LAA) werden bundeseinheitliche Leitfäden für PSÜ unter Anhörung von Betreibern und Sachverständigen erstellt (1995 bis 1997) und vom LAA gebilligt

- parallel zur Leitfadenentwicklung wurden erste anlagenspezifische PSÜ-Untersuchungen durchgeführt



Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren vom 22. April 2002 (Atomgesetz)

Die Sicherheitsüberprüfung (SÜ) nach § 19a AtG

(1) Wer eine Anlage zur Spaltung von Kernbrennstoffen zur gewerblichen Erzeugung von Elektrizität betreibt, hat eine Sicherheitsüberprüfung der Anlage durchzuführen und deren Ergebnisse bis zu dem in Anlage 4 zu diesem Gesetz genannten Datum, soweit dieses nach dem 27. April 2002 liegt, der Aufsichtsbehörde vorzulegen. Zehn Jahre nach dem in Anlage 4 genannten Datum sind die Ergebnisse einer erneuten Sicherheitsüberprüfung vorzulegen.

aus der Vereinbarung der Bundesregierung mit den Energieversorgungsunternehmen vom 14. Juni 2000:

*Die EVU werden ... Sicherheitsüberprüfungen (SSA und PSA) durchführen und die Ergebnisse den Aufsichtsbehörden vorlegen. ... Die Prüfungen sind **alle 10 Jahre** zu wiederholen. ... Die Sicherheitsüberprüfung erfolgt **auf der Grundlage des PSÜ-Leitfadens**. Bei einer Fortentwicklung des Leitfadens wird BMU die Länder, die Reaktorsicherheitskommission und die Betreiber der KKW beteiligen.*



Neues BMU-Regelwerk „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke“ (1)

„Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke: Grundlegende Sicherheitsanforderungen“

Modul 1, Rev A., (September 2005, Entwurf)

8. Anforderungen an Dokumentation und Nachweisführung

8 (7a) Ergänzend zu deterministischen Sicherheitsanalysen wird durch probabilistische

Sicherheitsanalysen (PSA) die Ausgewogenheit der sicherheitstechnischen Auslegung

überprüft, um eventuell vorhandene Schwachstellen zu identifizieren.

8 (7b) In Ergänzung der (deterministischen) Nachweisführungen werden probabilistische

Analysen (PSA) angewendet, um die sicherheitsrelevanten Auswirkungen von Änderungen in der Anlage zu beurteilen, bei denen ein nennenswerter Einfluss auf die Ergebnisse der PSA nicht offensichtlich auszuschließen ist.

8 (7c) Probabilistische Analysen werden entsprechend den Anforderungen der diesbezüglich gültigen behördlichen Vorgaben durchgeführt.



Neues BMU-Regelwerk „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke“ (2)

„Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke: Anforderungen an Nachweisführungen“ Modul 6, Rev A., (September 2005, Entwurf)

4. Anforderungen an probabilistische Analysen

4.1 Aufgabenstellung und Durchführung der PSA

4.1 (1) Aufgabenstellung der PSA ist es,

- die **deterministische Nachweisführung zu ergänzen**, um durch Bewertung der **Ausgewogenheit** der sicherheitstechnischen Auslegung ggf. vorhandene **Schwachstellen** zu identifizieren,
- bei wesentlichen Änderungen die **relativen Auswirkungen** der beantragten Änderungen zu ermitteln.

4.1 (2) Umfang und Methoden der PSA werden entsprechend den Anforderungen des PSA Leitfadens und seiner Anhänge durchgeführt, erforderliche Aktualisierungen der PSA gemäß Ziffer 4.2.

4.1 (3) Wird die PSA **im Auftrag des Betreibers** von dritter Seite durchgeführt oder aktualisiert, so wird **sachkundiges Personal des Betreibers** an der Durchführung oder Aktualisierung der PSA beteiligt.

4.1 (4) Die **Betriebserfahrung** wird im Hinblick auf die in der PSA verwendeten Zuverlässigkeitskenngrößen und weitere PSA-relevante Informationen kontinuierlich verfolgt.

4.2 Anforderungen an die Aktualisierung der PSA

4.2 (1) Die PSA wird aktualisiert,

- a) bei sicherheitstechnisch wesentlichen Änderungen von Systemen oder der **Betriebsweise**,
- b) **wenn sicherheitsrelevante Ereignisse oder Effekte** bekannt werden, die in der vorliegenden PSA nicht berücksichtigt sind,
- c) wenn aus der anlagenspezifischen Auswertung der Betriebserfahrung Zuverlässigkeitskenngrößen oder andere PSA-relevante Informationen bekannt werden, die von den bisher in der PSA verwendeten Werten abweichen (siehe Ziffer 4.1 (4)).



Was kann eine PSA leisten? Was nicht? Eckpunkte für Anwendungsbereich und Anwendungsgrenzen in Deutschland

- ☑ PSA Analysen sind ein **wertvolles Werkzeug** zur Bestimmung der Anlagensicherheit, ab man muss sich ihrer **Grenzen** bewusst sein (Modellierungsumfang, Detaillierungsgrad, Unsicherheiten,...)

- ☑ PSA Analysen liefern in erster Linie **relative Risikoaussagen**, und sind sinnvoll, will man **Entscheidungen zur Priorisierung von Sicherheitsverbesserungen** treffen. Die Absolutwerte der Ergebnisse sind mehr als fraglich.

- ☑ Die Strategie des Regulators ist es, die Sicherheit zu verbessern (und nicht nur sie zu erhalten). Insofern ist es nicht sinnvoll Sicherheitsziele mit Zahlenwerten zu versehen, denn dies mag möglicherweise zu einem gegenteiligen Effekt führen. Sobald ein Regulator einen **Zahlenwert als Grenzwert** akzeptiert hat, besteht für den Betreiber **kein Anreiz mehr**, die Sicherheit zu verbessern – auch wenn hierfür ggf. nur geringe zusätzliche Kosten entstehen würden.

- ☑ Ergebnisse von PSA Analysen sollten insofern stets **in Ergänzung zu weiteren Ansätzen** verwendet werden, hierzu gehören **deterministische Grundprinzipien** (defence-in-depth, Redundanz, Diversität, u.a.), die Auswertung der **Betriebserfahrungen** und **internationale Erfahrungen**.



Sicherheitsverbesserungen auf der Grundlage von PSA Untersuchungen Spektrum der Anwendungsbereiche einer PSA

- Bewertung der Sicherheitsauslegung
- Bewertung von Modifikationen bestehender Anlagen
- Unterstützung der Entwicklung von anlageninternen Notfallmaßnahmen
- Bewertung von Technischen Spezifikationen
- Bewertung von Strategien für Instandhaltung / Wartung
- Bewertung von Störungen und Störfällen – „Precursor Analysen“
- Rechtfertigung von „burden relief“ (USNRC RG 1.174)
- Modifikation von (deterministischen) Sicherheitsanforderungen
- Unterstützung der Entwicklung von „Safety Performance Indicators“



Sicherheitsverbesserungen auf der Grundlage von PSA Untersuchungen Modifikationen einzelner Anlagen

Bereits die Deutsche Risikostudie DRS-A (1979) führte zu > 40 Modifikationen bei Biblis B. Häufigkeit nicht beherrschter Abläufe durch Verbesserung der Anlage um Faktor 6 vermindert (DRS A -> B)

Durch Accident Management Maßnahmen (aufgrund DRS-B) wurde Häufigkeit Kernschmelzen um Faktor 8, Häufigkeit HD-Kernschmelzen um Faktor 60 vermindert (Nichtverfügbarkeit AM = 0.01)

Modifikationen wurden vor allem bei Leittechnik, Funktionsprüfungen und im Betriebshandbuch (BHB) durchgeführt

Aufwendigste Maßnahme: Zusätzliches Nachkühlsystem (ZUNA) beim SWR-72 (ursprünglich nicht durch PSA veranlasst) Durch ZUNA wird Häufigkeit nicht beherrschter Unfälle von $5 \cdot 10^{-5}/a$ um den Faktor 10 vermindert

1990 (F)/1998 (D) Risiko des Nichtleistungsbetriebes, d.h. während des Stillstandes der Anlage, ist in der gleichen Größenordnung wie beim Leistungsbetrieb



Verbesserung der Sicherheitskonzeption aufgrund PSA Erkenntnissen

- ☑ Anlageninterne Notfallmaßnahmen
- ☑ Untersuchung eines erweiterten Störfallspektrums
- ☑ Erhöhte Zuverlässigkeitsanforderungen an Notspeisewasserversorgung
- ☑ „Ausschluss“ abhängiger Ausfälle
- ☑ Optimierung der „Konvoi“-Auslegung aufgrund der DRS-A



⌋ Anlageninterne Notfallmaßnahmen

- Ergänzung des mehrstufigen Sicherheitskonzepts auf der vierten Ebene durch anlageninterne Notfallmaßnahmen
- Annahme in frühen Risikostudien: Versagen der auslegungsgemäßen Funktion von Sicherheitssystemen führt zum Kernschmelzen
- Detaillierte „best-estimate“-Analysen zeigten erhebliche Sicherheitsreserven der vorhandenen Systeme
- Diese Sicherheitsreserven – z.T. optimiert durch gezielte System-Modifikationen - können für präventive und für schadensmindernde Notfallmaßnahmen genutzt werden

⌋ Untersuchung eines erweiterten Störfallspektrums

- PSAs haben gezeigt, dass es erforderlich ist, ein breites Spektrum störfallauslösender Ereignisse im einzelnen zu untersuchen
- Das „Große Leck in einer Hauptkühlmittelleitung“ – zunächst „Größter anzunehmender Unfall“, dann führender Auslegungsstörfall – ist für die Häufigkeit nicht beherrschter Abläufe unwesentlich
- Relativ hohe Bedeutung von kleinen Lecks, Transienten, „interfacing systems“-Lecks, Dampferzeugerheizrohrlecks
- Grundlegende Sicherheitsanforderungen (Abschaltung, Kernkühlung, Nachwärmeabfuhr, Radionuklidrückhaltung) und damit die erforderlichen Sicherheitsfunktionen sind weitgehend unabhängig vom auslösenden Ereignis
- Aber: Die Anforderungen an die Aktivierung und Steuerung der sicherheitstechnischen Systemfunktionen können sich – je nach auslösendem Ereignis – erheblich unterscheiden
- Beispiel: Kleines Leck in HKML ./ Kleines Leck am Druckhalter ./ Dampferzeugerheizrohrleck
- Zahlreiche Modifikationen aufgrund von PSA, um Instrumentierung und Regelung sowie Störfallprozeduren im Betriebshandbuch an die Erfordernisse spezieller auslösender Ereignisse anzupassen

⌋ Erhöhte Zuverlässigkeitsanforderungen an Notspeisewasserversorgung

- PSAs zeigten, dass hohe Zuverlässigkeit der DE-Bespeisung von großer Bedeutung für die Beherrschung von Betriebstransienten ist
- Häufigkeit Betriebstransienten 0,1 ... 1 pro Jahr Nichtverfügbarkeit DE-Bespeisung << 10⁻⁴ erforderlich
- KKW wurden zum Schutz vor übergreifenden Einwirkungen von außen – zunächst unabhängig von PSA-Ergebnissen – mit Notstandssystemen ausgerüstet
- Erfüllung deterministischer Zuverlässigkeitsanforderungen (Einzelfehler- + Reparatur-Kriterium) reicht bei Notspeisewassersystem nicht aus

⌋ „Ausschluss abhängiger Ausfälle

- Durch abhängige Ausfälle mehrerer (redundanter) Komponenten kann Systemzuverlässigkeit erheblich beeinträchtigt werden
- Auslegung ist darauf ausgerichtet, abhängige Ausfälle zu vermeiden (Diversität, räumliche Trennung, baulicher Schutz, ...)
- Wahrscheinlichkeit abhängiger Ausfälle gering, daher schwer zu quantifizieren
- Beiträge zur Systemnichtverfügbarkeit häufig dominierend
- Abhilfe durch zusätzliche Maßnahmen zum „praktischen Ausschluss“ abhängiger Ausfälle (z.B. diversitäre Vorsteuerventile beim SWR)

⌋ Optimierung der „Konvoi“-Auslegung aufgrund der DRS-A

- Entmaschung von Betriebs- und Sicherheitssystemen
- Physische und funktionale Trennung redundanter Stränge
- Höherer Automatisierungsgrad (z.B. automatisiertes 100 K/h Abfahren)
- Höherer Redundanzgrad von Speisewasserversorgung und Frischdampfabgabe
- Verbesserte Eigenbedarfs- und Notstromversorgung (Haupt- und Reserve-Netzanschluss, zwei unabhängige Notstromsysteme)
- Auslegung der Druckhalterventile für das Abblasen von Nassdampf und Wasser (ATWS, AM)
- Erweiterte störfallfeste Auslegung von Komponenten (u.a. Instrumentierung)



Schlussfolgerungen

- ☑ PSA ist ein sinnvolles Werkzeug um die **Sicherheit der Anlagen zu verbessern**, insbesondere dafür **Prioritäten zu setzen**

- ☑ Bei der Verwendung von PSA Analysen sollte man sich der **Grenzen der Methodik** bewusst sein:
 - Analyseumfang, Modellierungstiefe
 - Unsicherheiten

- ☑ **Probabilistische Orientierungswerte** können eine hilfreiche Orientierung sein, **sind aber kein ausreichendes Sicherheitsziel**.
 - Die Teilergebnisse der PSA zeigen Möglichkeiten zur Verbesserung der Sicherheit auf, das Endergebnis, die Kernschadenshäufigkeit, zeigt jedoch keine speziellen Verbesserungsmöglichkeiten auf.

- ☑ Probabilistische Bewertungen können **in Ergänzung zu deterministischen Betrachtungen** herangezogen werden.

Erfahrungsbericht PRB

Probabilistische Risiko Bewertung
Probabilistic Risk Assessment

Ir. Robert Geerts

CV

1978 Universität Twente

1978 – heute Berater Risikomanagement

Managing director AVIV bv Enschede

Einleitung

- Warum und Wie die PRB
- Was war damals die Absicht?
- Was ist heute die Situation?
- Hartnäckige Missverständnisse

Themen zur Discussion

- Für welche Art von Problemen nützt die PRB im Rahmen von Risikomanagement
- Risikomanagement /PRB für das Unternehmen andere Ziele als für die Behörde
- Welche Bedingungen, Voraussetzungen für die Anwendung PRB und sind sie vollständig zu realisieren

Warum und wie die PRB

Ein deskriptiver Abriss

Mile stones



Ziel



1974 WASH 1400

zeigen, dass die Risiken vernachlässigbar sind

1976 RASIN

1981 COVO-studie

PRA Versuch, die Risiken in sechs Chemieanlagen zu beschreiben
(Unterstützung Führung des Ministerium)

1984 LPG integral studie

Unterstützung Führung des Ministerium
VROM von Sicherheitsgesetzgebung
Flüssiggas Kette

1984 Note min. VROM

Absicht des Ministerium VROM Regeln
(Richtlinien) für Risikoakzeptanz
gesetzlich zu gründen.

<<Umgehen mit Risiken>>

Warum und wie die PRB

1978-1984

Politisch gesellschaftlicher Diskurs
Grundlagen der Risiko-Akzeptanz
Die Bedeutung der quantitativen /
probabilistischen Beschreibung der
Risiken für die Risiko-Akzeptanz

1984

1^{es} Gutachten des Gesundheitsrat (Die feste
unabhängige Beratungskommission für die Regierung)

<< Externe Sicherheit >>

1996

2^{es} Gutachten des Gesundheitsrat

<< Risiko: nicht nur eine Zahl >>

Zwei dimensionen zur Risikoakzeptanz/-Toleranz

1

Der Schutz *der individuellen Bürger* für die Risiken Anlagen gefährlicher Güter

2

Der Schutz einer *Gemeinschaft* für die Risiken von Anlagen gefährlicher Güter

Zwei Kennzahlen

Die Schutz der
individuellen
Bürger für die
Risiken Anlagen
gefährlicher
Güter

**Das Umgebungseigene
Risiko (UR)** (Todeschance in einem Abstand
von der Anlage $\leq 10^{-6}$ pro Jahr)

Die Schutz einer
Gemeinschaft für die
Risiken Anlagen
gefährliche gütter

**Das Gesellschaftliche oder
Kollektiv-Risiko (KR)** (societal
risk)

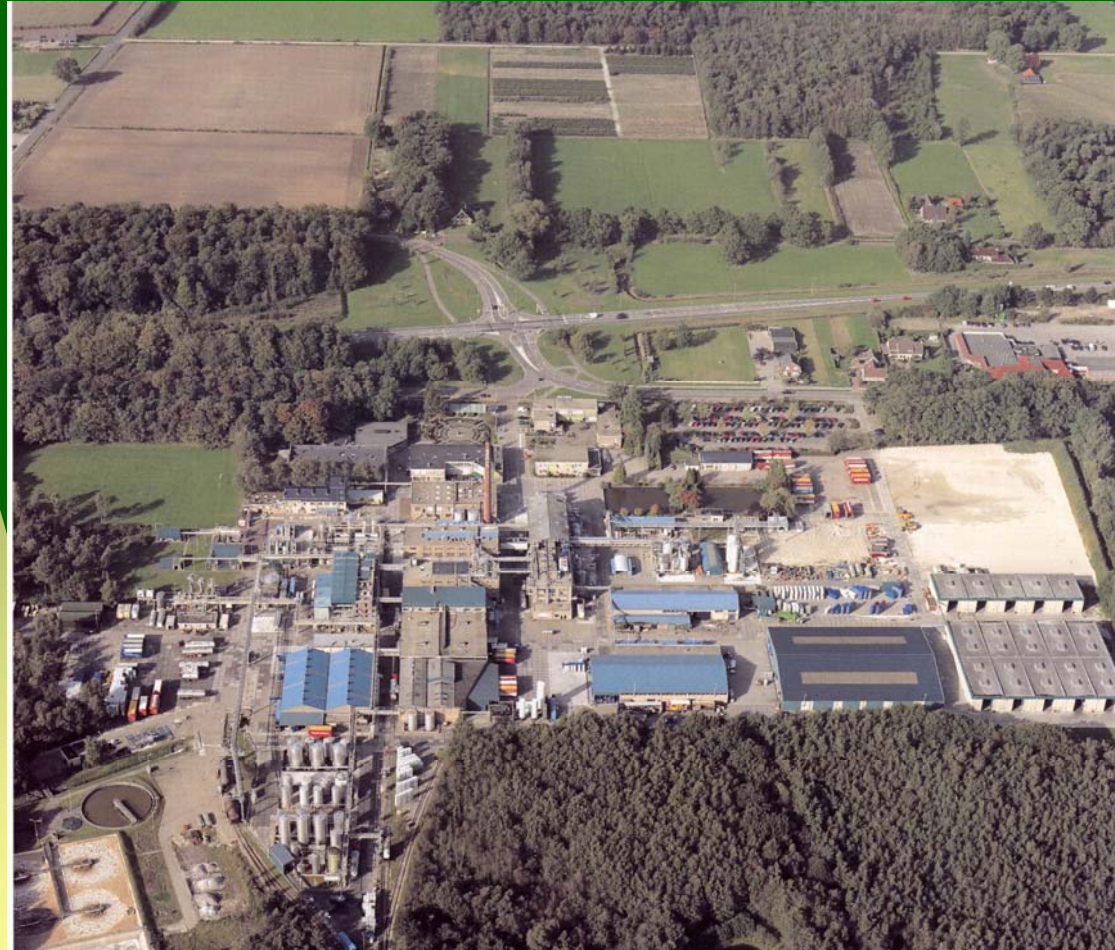
Kennzahl für Risiko-Akzeptanz

Beispiel UR

Der Schutz der individuellen Bürger für die Risiken Anlagen gefährlicher Güter.



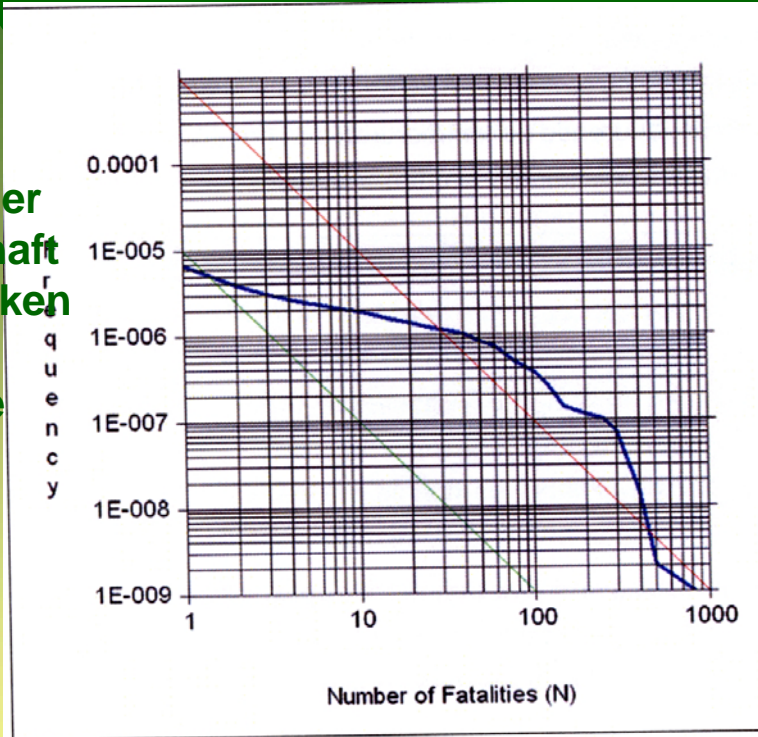
Kennzahl für Risiko-Akzeptanz



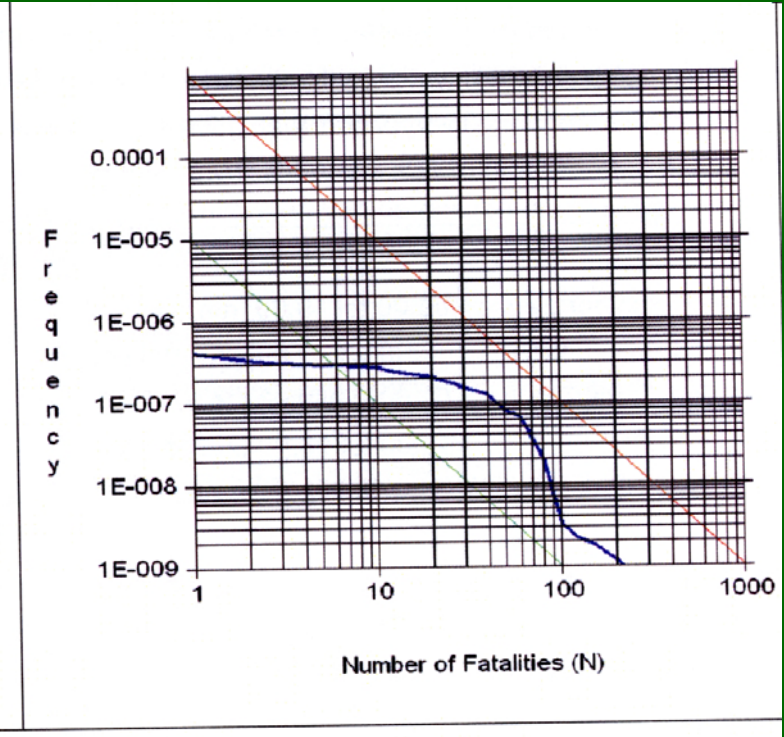
Kennzahl für Risiko-Toleranz

Beispiel KR

Der Schutz einer
Gemeinschaft
für die Risiken
Anlagen
gefährliche
Güter



Groepsrisico Chemelot totaal



Groepsrisico Tankenpark 3 zonder werkbevolking
Vouershof / Krawinkel

Was war damals die Absicht

1984

- Eine quantitative Risikokennzahl verwendbar für die Raumordnung und Planung bei Genehmigung von Anlagen für gefährliche Güter.

Damit ein:

- Maßstab für die Bestimmung wie weit die Bürger von Anlagen für gefährliche Güter entfernt wohnen und leben sollen und visa versa.

Daneben ein:

- Maßstab für die *Beschränkung der Chance* einer Katastrophe/schweren Unfalls

Zwei komplementäre Annäherungen

- Reduzierung Risiko an der Quelle (Sicherheits-Maßnahmen Anlage)
- Reduzierung Risiko durch Raumordnung und Planung

Die Philosophie
der 96/82/EU

“Seveso II Richtlinie

Zusätzlich

- Katastrophenschutzpläne

Anwendung PRB

Ab 1988

- **Seveso I Unternehmen**

Praktische Bedeutung bei Genehmigung und Raumordnung & Planung sehr beschränkt.
Ursache: keine gesetzliche Verpflichtung Grenzwerte anzuwenden

Ab 1999

- **Seveso II Unternehmen**

Ab 2004

- **Seveso II Unternehmen + spez. nicht Seveso II Unternehmen**

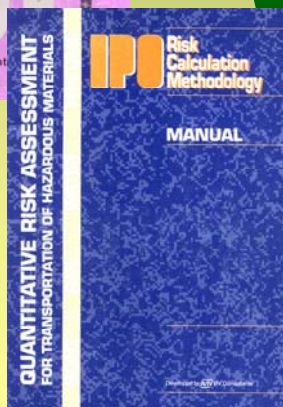
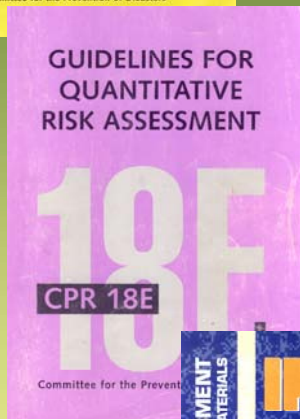
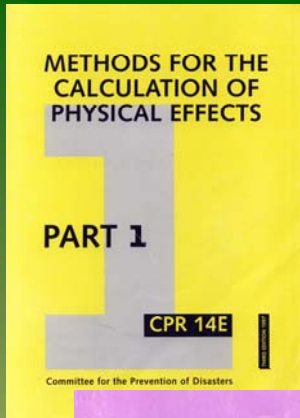
Einführung gesetzlicher Grenzwerte für das Risiko zum Schutz individueller Bürger. Nicht für Katastrophen (KR)!

Was ist heute die Situation

- PRB im Rahmen Störfall-Verordnung (Seveso II Unternehmen) nur für die Bewertung vom Abstand zwischen Umgebung und Anlagen. Risiko-Kennzahl: UR
- Auch Transport gefährlicher Güter
- Idem im Rahmen der Genehmigung von nicht-Seveso Unternehmen
- PRB für Beurteilung Toleranz Katastrophen (Schwerunfälle) aber gesetzlich kein Grenzwert ! Risiko-Kennzahl: KR

Was ist heute die Situation

- Paket von Richtlinien zur quantitativen Bestimmung des Risikos. (Insgesamt vier Ausgaben; über 1000 Seiten)
- Uniformität der Risiko-Berechnungen
- Bestehende Situationen prüfen an Grenzwerten
- Neue Situationen prüfen an Grenzwerten



**PRB & Risikomanagement im
Rahmen der Raumordnung
und Planung**

Was ist heute die Situation

- Verpflichtung PRB im Rahmen der Störfall-Verordnung (Niederlande Brzo1999) beschränkt zur Beschreibung des UR & KR
- Nutzung der Risikomatrix bei Risikomanagement des Unternehmens
- Standardisierung des Sicherheitsgutachten der Unternehmen
 - Risikomatrix semi quantitativ. Grenzwerte eigene Verantwortlichkeit des Unternehmens
 - Seveso II Unternehmen: keine Beurteilung durch die Behörde von Risikomaßnahmen auf Grund PRB



PRB im Rahmen Niederländischer Störfall-Verordnung: gesetzlich verpflichtet beim Genehmigungsverfahren bei Raumordnung/Planung

Was ist heute die Situation

PRB wird eingesetzt für Raumordnung/Planung aber ...

- Viel Geld für die Ausbildung der Behörde (auch im Rahmen der Störfall-Verordnung)
- Undeutlichkeit bei der Bewertung des KR
- Ministerium für Arbeit (SZW) , Min. für Raumordnung/Planung & Umwelt (VROM) + Min. BZK (Feuerwehr, Katastrophenschutzpläne, ..) müssen zusammenarbeiten im Rahmen der Störfall-Verordnung
- Das RIVM als Expertisezentrum für Unterstützung des Externen Risikomanagement der Behörde

Was ist heute die Situation

PRB wird eingesetzt für Raumordnung/Planung aber ...

- PRB hat seine eigene Dynamik bekommen
Die ursprünglichen Absichten sind zwar realisiert aber die Methode der PRB ist ein mühsamer und unvollkommener Weg zur Lösung des Risiko-Akzeptanz Problems zur Sicherheit der Bürger.

Diskurs über Risiko-Akzeptanz/Toleranz geht weiter

- Note Min. VROM <<*Nuchter Umgehen met Risiken*>>
- Note Rat für Verkehr Und VROM-Rat <<*Verantworte Risiken, Sichere Raum*>>

2003

Missverständnisse

- Die Risikobewertung nicht in allen Fällen begründet auf $R=H \times S$

Im Falle Katastrophenrisiko (GR);

$$\text{Risiko} = F\{H, S\}$$

- Das Abgrundkonzept: wenn S zu (sehr) groß dann wird R perzipiert als nicht akzeptabel ungeachtet der Chance/Häufigkeit

Diskussion

- Die PRB macht die Bewertung der Sicherheit für die Bürger unnötig kompliziert.
- Die PRB geht von kleinen Unfällen aus + mittlere Unfälle + große Unfälle. Jeder hat seine eigene typische Eintrittshäufigkeit

Die Wahl: Sicherung gegen kleine u/o mittlere Unfälle oder gegen Großunfälle? In den Niederlanden ist der Bürger gesichert gegen kleine und mittlere Unfälle bei Anlagen; nicht (im allgemeinen) gegen Großunfälle. Die Chance tödlich getroffen zu werden durch Großunfälle wird defacto toleriert/akzeptiert.

Auf Grund der Wahl, welche Art von Unfällen maßgebend sind für die Sicherheit (maw welche Häufigkeit wird nicht akzeptiert) genügt es die Schadendistanz als Ausgangspunkt zu nehmen.

Resultat: Vereinfachung und dasselbe Ziel erreichen.

Workshop

Nutzung probabilistischer Methoden in der europäischen Genehmigungspraxis und deren Nutzbarkeit im deutschen Störfallrecht, insbesondere aus Sicht der Umweltverbände

30.09. und 1.10.2005, Bonn

Deterministik – Probabilistik- Konsequenzen für die integrierte Anlagensicherheit

Erwägungen

- ❖ **Auseinandersetzung mit herrschender Praxis**
 1. Entwicklung der bestehenden Praxis
 2. Bestehen systematische Mängel in der bisherigen Praxis ?, Ist ein neuer Ansatz notwendig ?
 3. Erwartungen an den neuen Ansatz
- ❖ **Verträglichkeit mit bestehender Sicherheits-Kultur**
 1. Konsequenzen der veränderten Praxis
 2. Einpassung in Störfall-Recht

Entwicklung der bestehenden Praxis 1/6

Sicherheitsanalyse – Risikoanalyse – historische Entwicklung StörfallV und StörfallVwV

1978	Vorentwurf des BMI zur StörfallV	Forderung der Berücksichtigung von Eintrittswahrscheinlichkeiten in der Sicherheitsanalyse
1979	Entwurf des BMI zur StörfallV	Forderung der Abschätzung von Risiken in der Sicherheitsanalyse
1980	StörfallV, § 7 Abs. 1 Nr. 2	„eine Beschreibung ... der Gefahrenquellen und der Voraussetzungen, unter denen ein Störfall eintreten kann“
1981	VwV zur StörfallV NRW, Nr. 7.3	„Die Störfall-Verordnung enthält <i>keine Regelung</i> darüber, nach welchen Methoden der Anlagenbetreiber die in die Sicherheitsanalyse aufzunehmenden Daten zu ermitteln hat. ..neben bewähren deterministischen Methoden (kommen) auch andere Verfahren in Frage, wie z.B. PAAG-Verfahren, Checklisten oder Matrizen, Ausfall-Effektanalyse DIN 25448, Störfallablaufanalyse DIN 25419, Fehlerbaumanalyse DIN 25424 “
1982	2.VwV zur StörfallV, Nr. 3.1.1	„Dabei (als Methoden) kommen deterministische Methoden ... oder andere Methoden in Betracht (z.B. tabellarische Auflistungen, PAAG-Verfahren, Ausfalleffektanalyse, vorläufige Gefahrenanalyse, Fehlerbaumanalyse, Störfallablaufanalyse “

Entwicklung der bestehenden Praxis 2/6

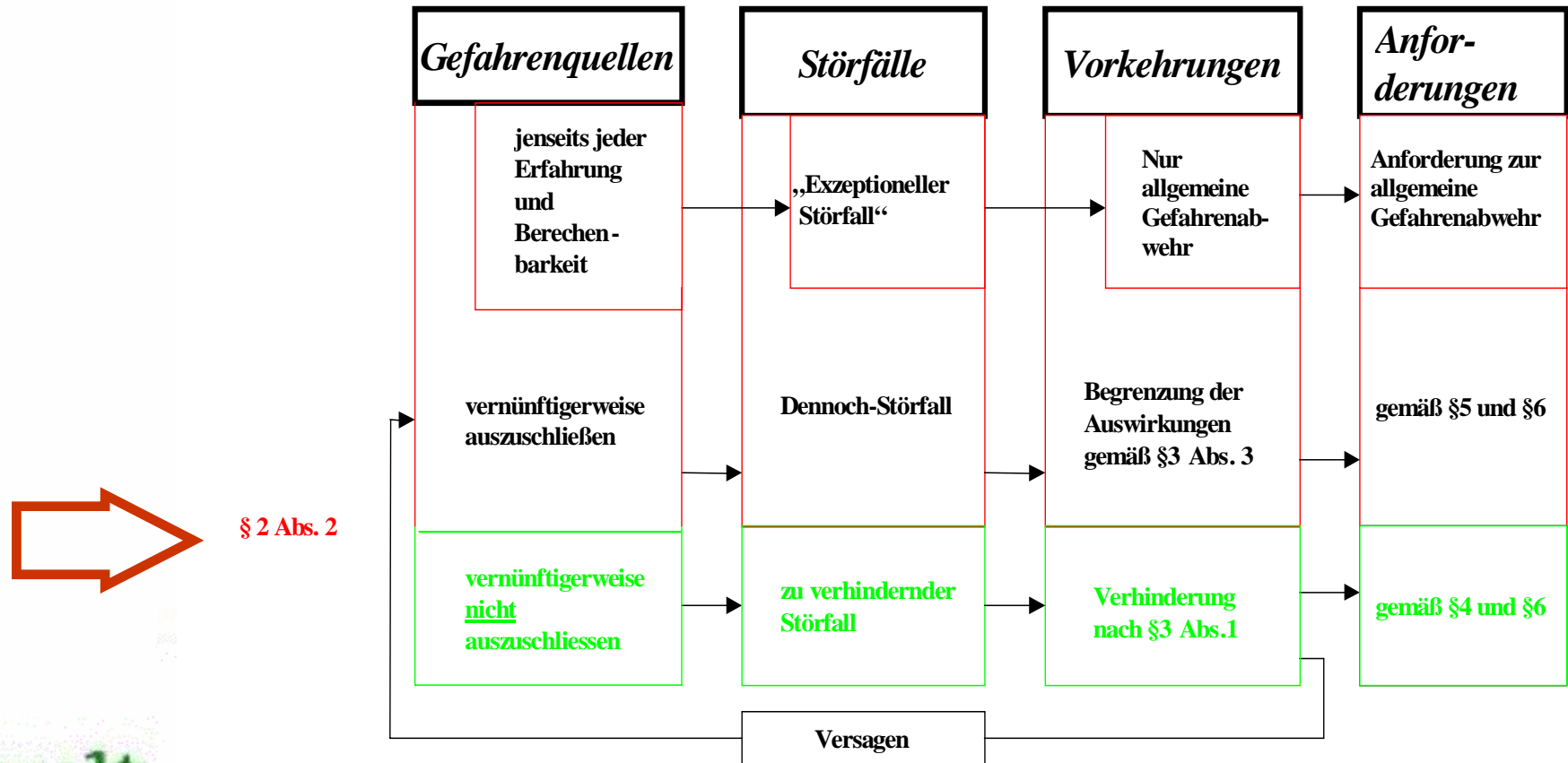
Sicherheitsanalyse – Risikoanalyse – historische Entwicklung Forschung und Praxis (Auswahl)

1984	UBA-FB 83-102	GRS: Hauptmanns et al: „Ermittlung der Kriterien für die Anwendung systemanalytischer Methoden zur Durchführung von Sicherheitsanalysen für Chemieanlagen“
1985	BMI, SFK, UBA	Beispielsammlung für Sicherheitsanalysen nach § 7 Störfallordnung: Nur (einfache) deterministische Verfahren
2001	LUA NW	Vergleich QRA und deterministische Methoden bei konkreter Anlage in NL und D
2003	BMU	Vollzugshilfe StörfallV, wie 2.VwV

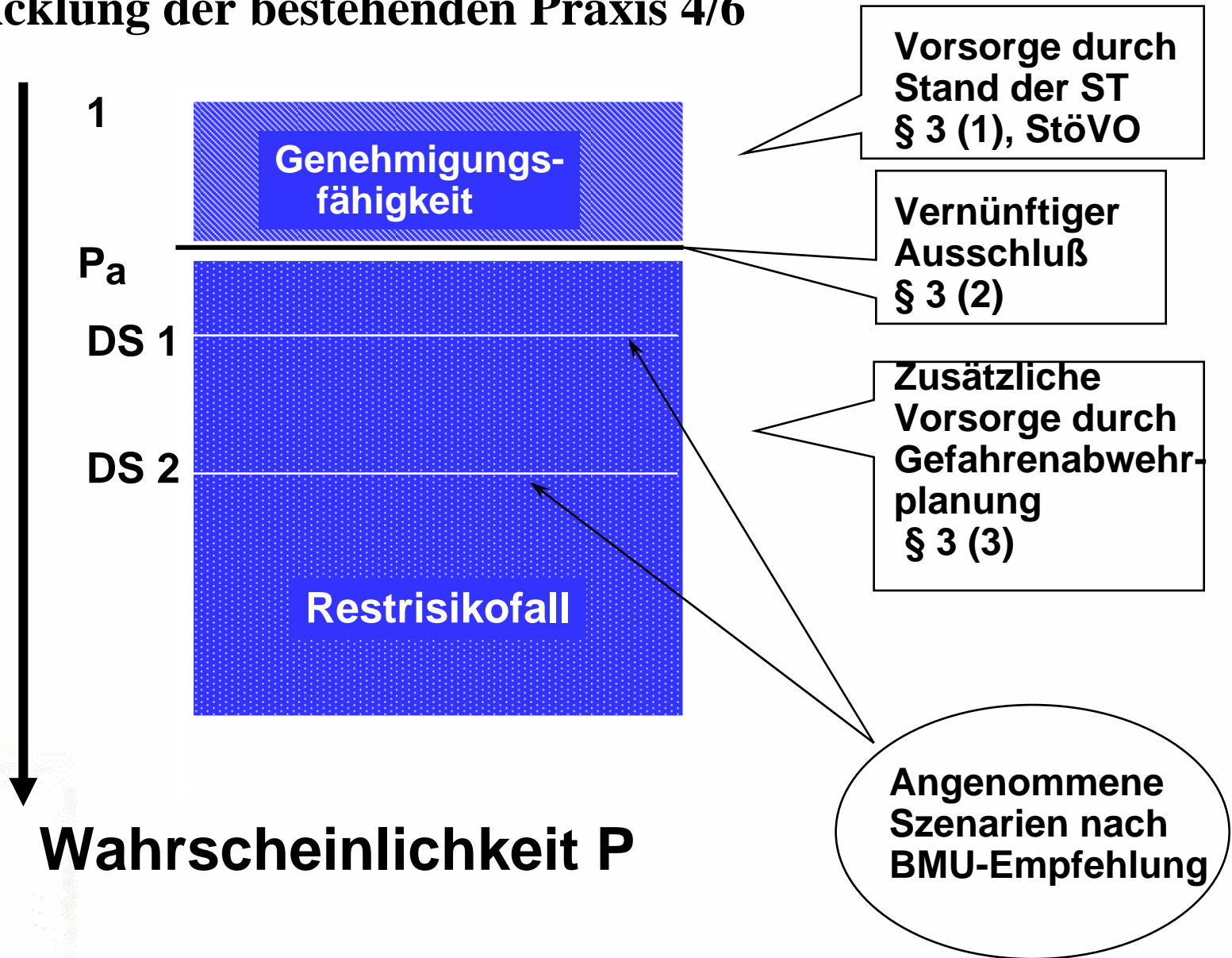
Entwicklung der bestehenden Praxis 3/6

Auswirkungsbegrenzung von Dennoch-Störfällen

(nach Störfallverordnung)

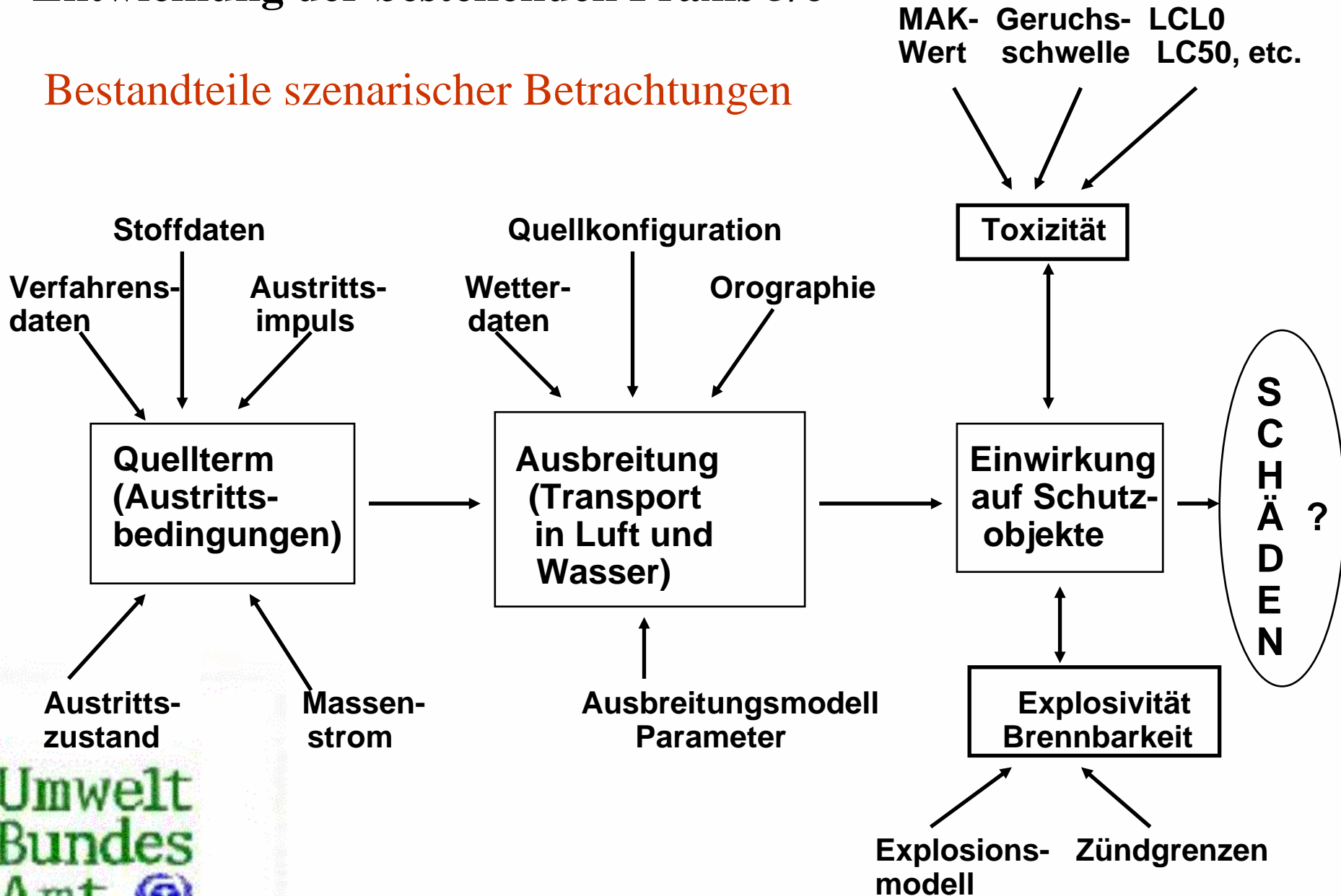


Entwicklung der bestehenden Praxis 4/6



Entwicklung der bestehenden Praxis 5/6

Bestandteile szenarischer Betrachtungen

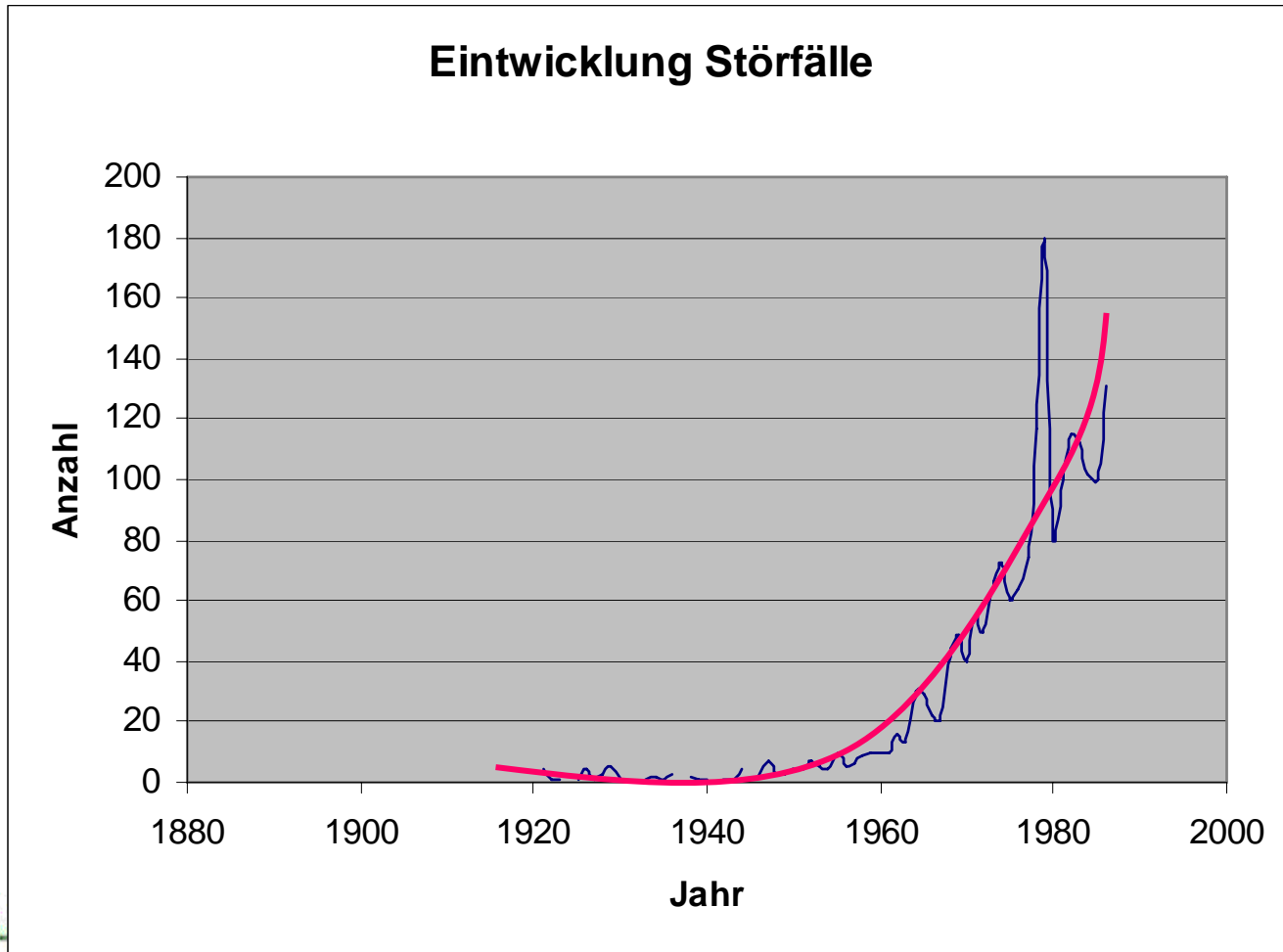


Entwicklung der bestehenden Praxis 6/6

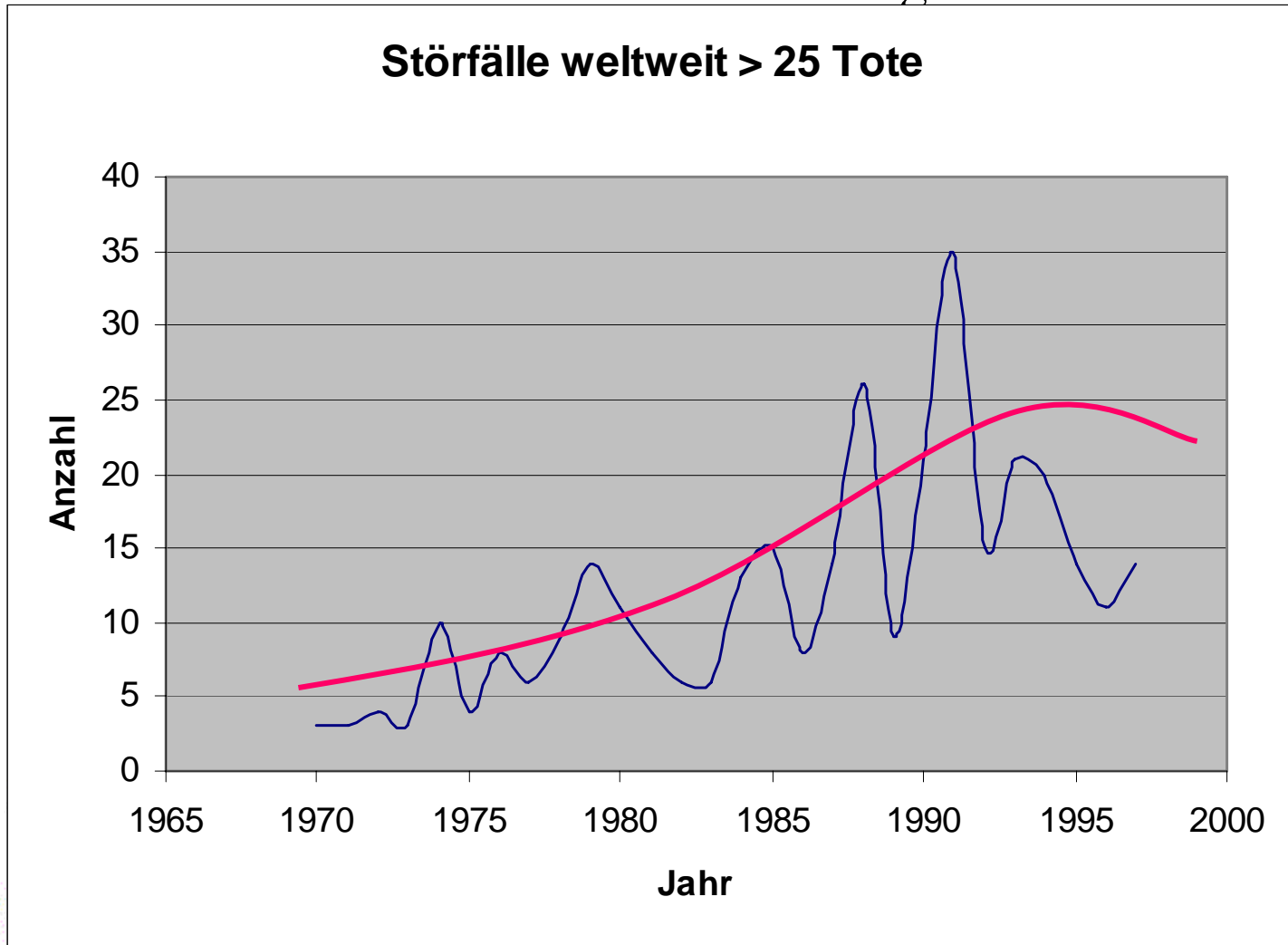
Anforderungen an Szenarien in StörfallV (Anhang 2 und 3)

- ❖ Eingehende **Beschreibung** der Szenarien möglicher Störfälle nebst ihrer **Wahrscheinlichkeit** und den Bedingungen für ihr Eintreten, einschließlich einer Zusammenfassung der Vorfälle, die für das Eintreten jedes dieser Szenarien ausschlaggebend sein könnten, unabhängig davon, ob die Ursachen hierfür innerhalb oder außerhalb der Anlage liegen.
- ❖ **Abschätzung** des **Ausmaßes** und der **Schwere** der Folgen der ermittelten Störfälle
- ❖ Festlegung und Anwendung von Verfahren zur systematischen Ermittlung der Gefahren von Störfällen bei bestimmungsgemäßem und nicht bestimmungsgemäßem Betrieb sowie **Abschätzung** der **Wahrscheinlichkeit** und der **Schwere** solcher Störfälle..

Bestehen systematische Mängel in der bisherigen Praxis ?,
Ist ein neuer Ansatz notwendig ?

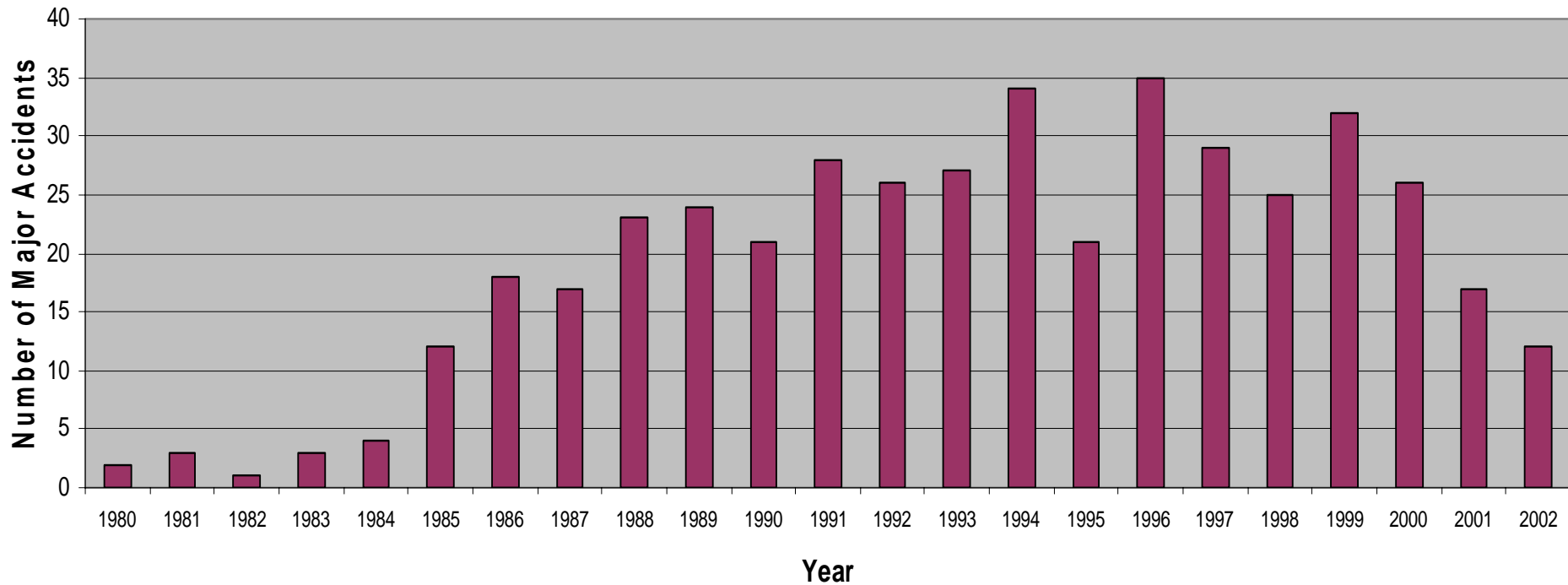


Bestehen systematische Mängel in der bisherigen Praxis ?, Ist ein neuer Ansatz notwendig ?

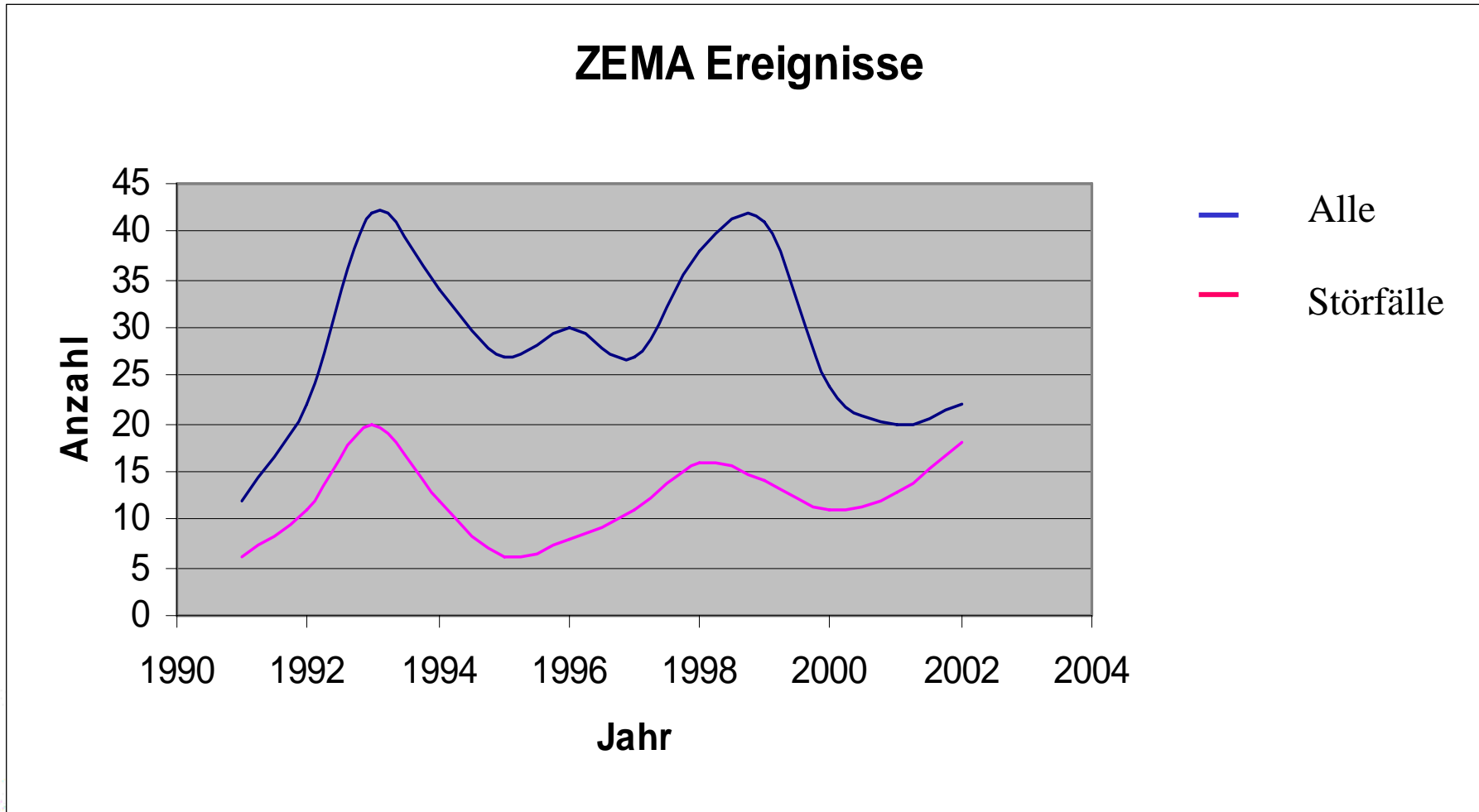


Bestehen systematische Mängel in der bisherigen Praxis ?, Ist ein neuer Ansatz notwendig ?

Number of Major Accidents per Year



Bestehen systematische Mängel in der bisherigen Praxis ?, Ist ein neuer Ansatz notwendig ?



Quelle: ZEMA Jahresberichte; N=330

Bestehen systematische Mängel in der bisherigen Praxis ?, Ist ein neuer Ansatz notwendig ?

- ❖ Fazit aus dem Unfallgeschehen: Kein unmittelbarer Handlungsbedarf
- ❖ Bestehende Praxis garantiert hinreichende Sicherheit.
- ❖ Stand der Sicherheitstechnik ist dynamisch und verändert sich mit der Wissensentwicklung
- ❖ Öffentliches Sicherheitsbewusstsein wächst.
- ❖ Neue Ansätze müssen hinsichtlich ihrer Chancen und Risiken bewertet werden.

Welche Erwartungen sind mit der Einführung probabilistischer Methoden verbunden ?

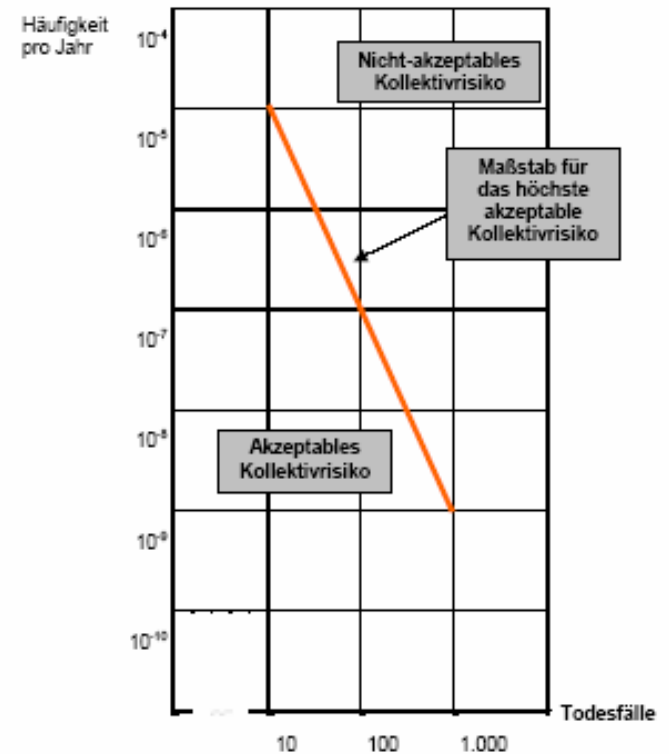
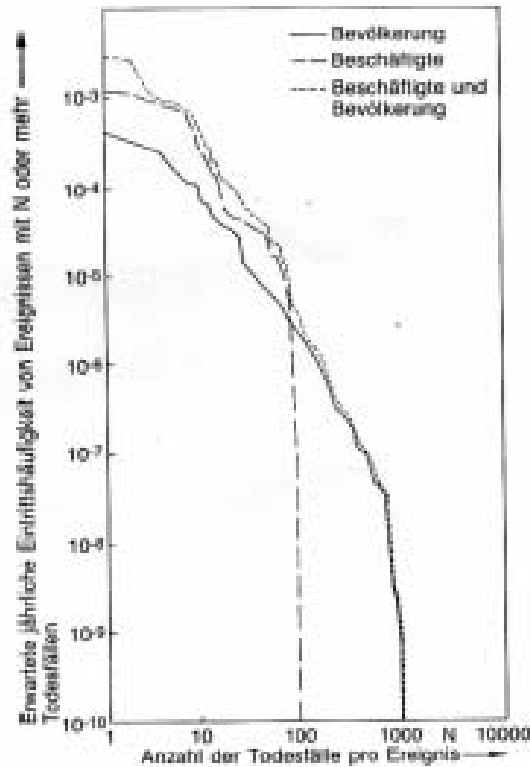
- ❖ Transparentes Verfahren auf wissenschaftlich technischer Basis (ingenieurgerechte Denkweise)
- ❖ Verknüpfung mit ökonomischen Optimierungsstrategien zur Kostensenkung
- ❖ Dokumentationsfreundlichkeit für interne und externe Berichts- und Nachweispflichten
- ❖ Ergebnisse sind gut kommunizierbar und können mit anderen Risiken gesellschaftlicher Tätigkeiten verglichen werden
- ❖ Nachweis der Risikostreuung, d.h. Industrie/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, entbürokratisierte Verfahren.
- ❖ Verbesserung des Schutz vor Gefahren aus Störfällen

Risiko: Rechengrundformel

$$\mathbf{R = P \times S}$$

- ❖ Wahrscheinlichkeit (P)
- ❖ Wirkungen (S)
- ➔ Verknüpfung zu einer Maßzahl

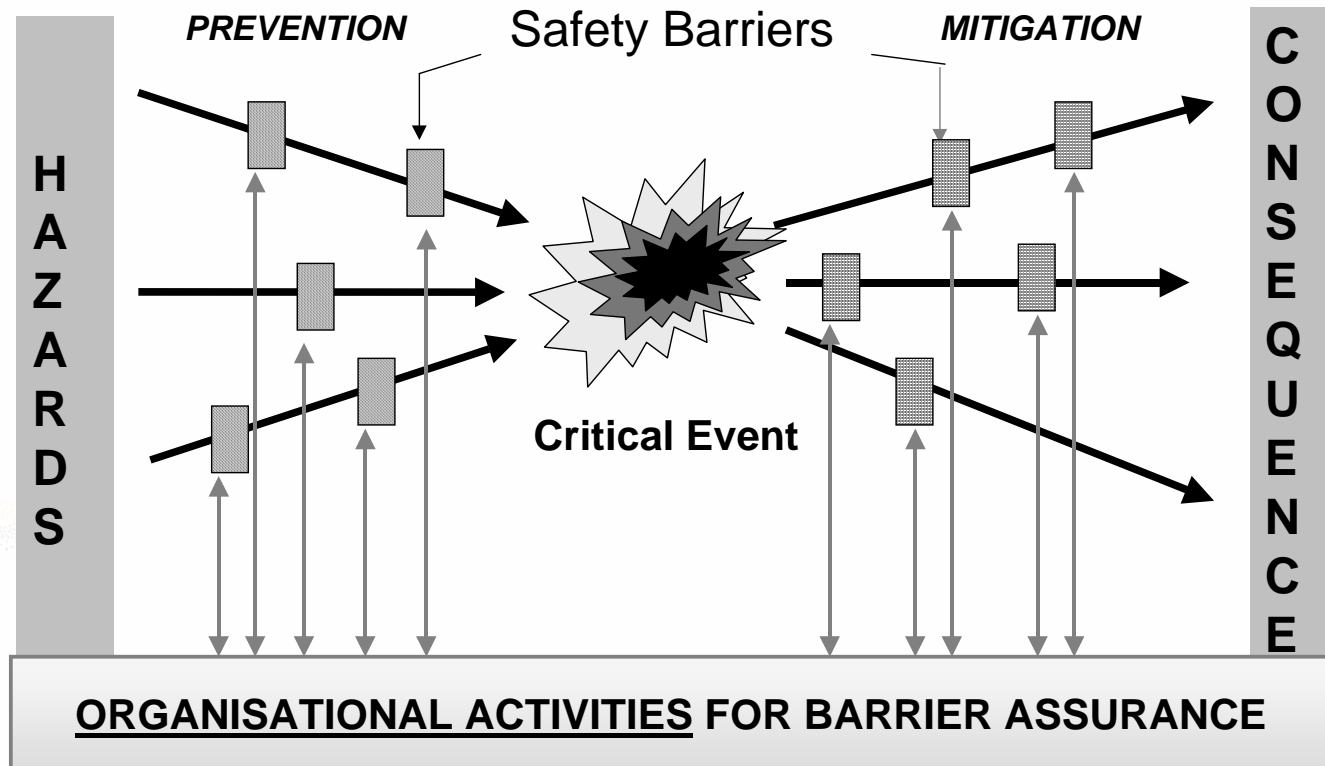
Ergebnisse von Risikorechnungen (f-n-Darstellungen)



Unterscheidung: Kollektiv- und individual Risiko

QRA benötigt Szenarien

- ❖ Rückwärtsbetrachtung (z.B. Individuelles Todesrisiko)
- ❖ Vorwärtsbetrachtung (z.B. Behälterversagen)



Problem: Datenqualität und Unsicherheiten

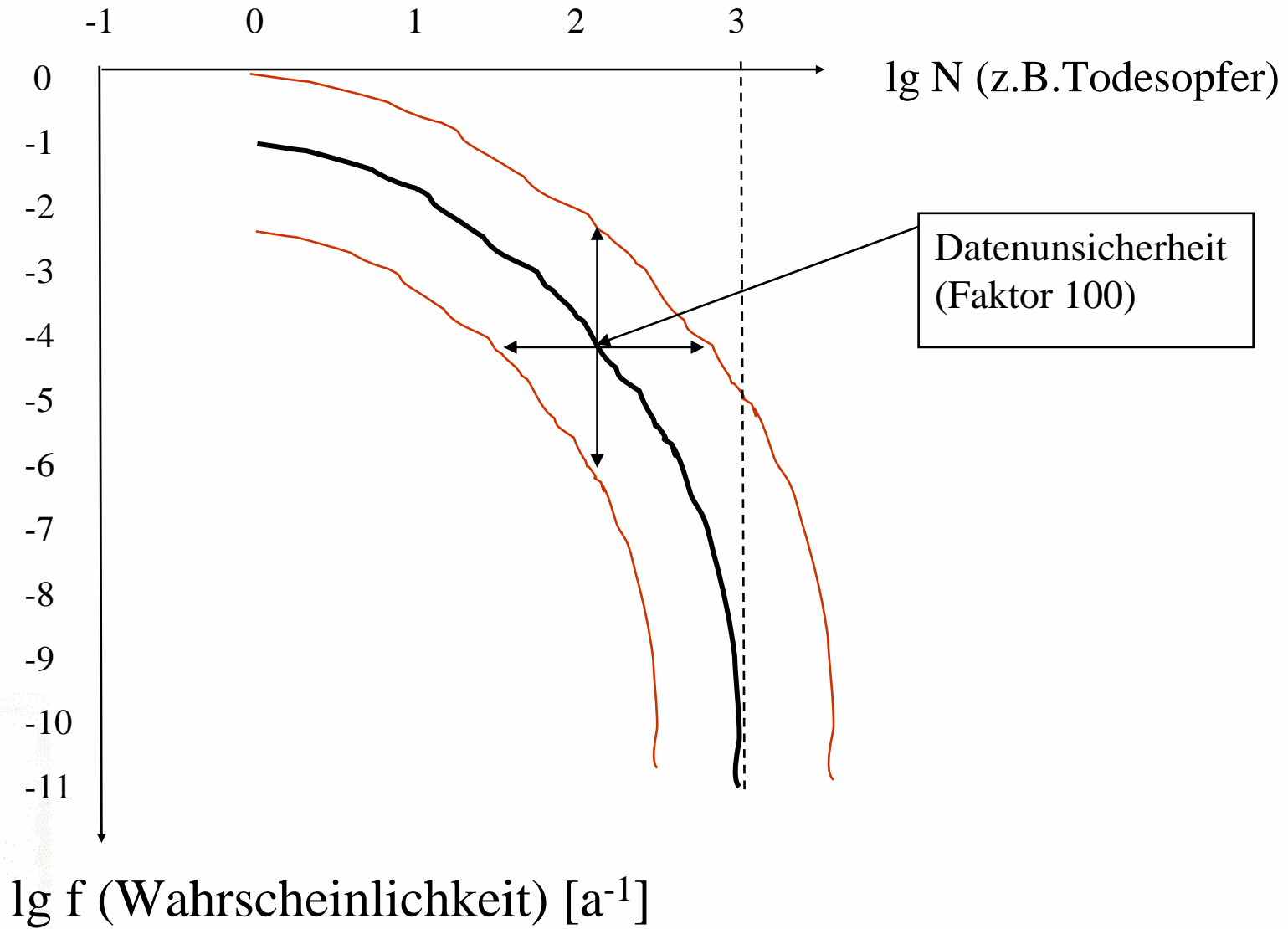
Methodische Grenzen

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

Stand der Technik

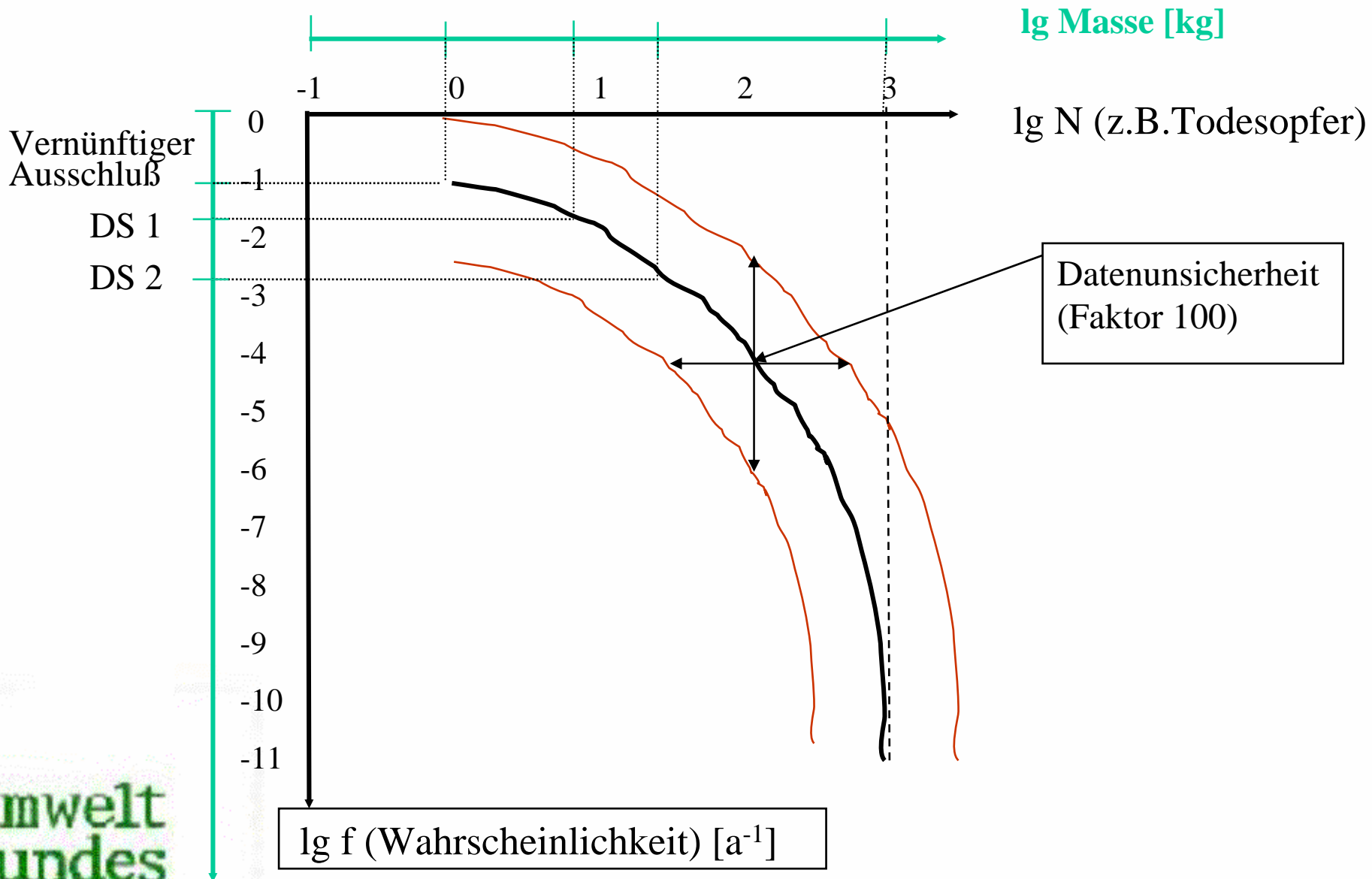
- ❖ Soft-Data (SMS)
- ❖ Expertenschätzung
- ❖ Erfassung komplexer Abläufe, z.B. DE
- ❖ Erfassung komplexer Anlagenstrukturen
- ❖ Datenbiografie
- ❖ Human Factor

Schematischer Vergleich 1/2



Schematischer Vergleich 2/2

SA M_k GZM Inventar (max)



Qualitatives Maß für die Wahrscheinlichkeit

Konsequenzen der veränderten Praxis

- ❖ 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.
- ❖ Gesellschaftlich legitimierte Festlegung von Grenzwerten
- ❖ Beeinträchtigung des Nachhaltigkeitsgrundsatzes

Anwendungsmöglichkeiten von QRA

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

Fazit

- ❖ Methode der QRA ist im Rahmen seiner Grenzen Stand der Technik
- ❖ Entscheidend ist die spezifische Datenqualität
- ❖ QRA kann in Teilsystemen erfolgreich eingesetzt werden
- ❖ QRA Ergebnisse sind schwer mit absoluten Grenzwerten zu vergleichen
- ❖ QRA muß in das gesellschaftliche Normengefüge passen
- ❖ QRA und andere Methoden ergänzen sich

Ende



Anwendungsgrenzen von QRA

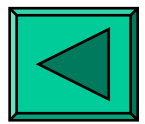
Deterministische Sicherheitsanalyse		probabilistische Risikoanalyse	
Methodik	Anwendung	Methodik	Anwendung
<ul style="list-style-type: none"> Ø Subjektive „Experten“-Schätzung der Eintrittswahrscheinlichkeit von Gefahrenquellen Ø Definition der Verfügbarkeit von (Sicherheits-)Schutzsystemen als 100% • Definition der Wirksamkeit von (Sicherheits-)Schutzsystemen als 100% 	<ul style="list-style-type: none"> Ø Menschliche Fehler werden nicht ausreichend betrachtet Ø Bei Einhaltung Technischer Regeln werden Gefahrenquellen ausgeschlossen (z.B. Bauteilversagen = 0) Ø Unausgewogenes Konzept von Sicherheitsmaßnahmen Ø Keine Vergleichbarkeit des erzielten Sicherheitsniveaus 	<ul style="list-style-type: none"> Ø Umsetzung des Standes der Sicherheitstechnik wird nicht geprüft (Vorbeugungspflicht) Ø Mangelnde Verfügbarkeit zutreffender Daten Ø Ja/nein Bewertung des Zustandes von Komponenten für Chemieanlagen ungeeignet Ø Ausrichtung auf TOP-Ereignisse für Chemieanlagen ungeeignet Ø Menschliche Fehler werden nicht/nicht angepasst berücksichtigt Ø neue Komponenten werden nicht genutzt, da keine ausreichenden Verfügbarkeitsdaten Ø bei rechtsverbindlichem Risikogrenzwerten entfällt Drittschutz der StörfallV 	<ul style="list-style-type: none"> Ø Beschränkung wegen hohem Aufwand / Analyse von Störfallszenarien statt Analyse der Anlage Ø Nur das individuelle Todesfallrisiko wird betrachtet Ø Mangelnde Dokumentation/ Transparenz der genutzten Daten Ø Keine Vergleichbarkeit der Ergebnisse da genutzte Daten unzutreffend Ø Wechselwirkungen zwischen Komponenten werden nicht abgebildet Ø Menschliche Fehler werden nicht betrachtet Ø Sicherheitsmassnahmen werden nicht abgeleitet

Deterministische Sicherheitsanalyse, z.B. PAAG – Verfahren (Stand 2004) nach BG Chemie

Prüfung von Anlagen, unterteilt in Anlagenteile im Expertenteam durch

1. Prognose des Eintritts von Gefahrenquellen auf der Basis systematischer Leitworte
2. Analyse der Ursachen
3. Abschätzung der Auswirkungen
4. Festlegung von Gegenmaßnahmen:

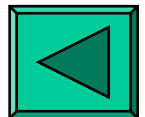
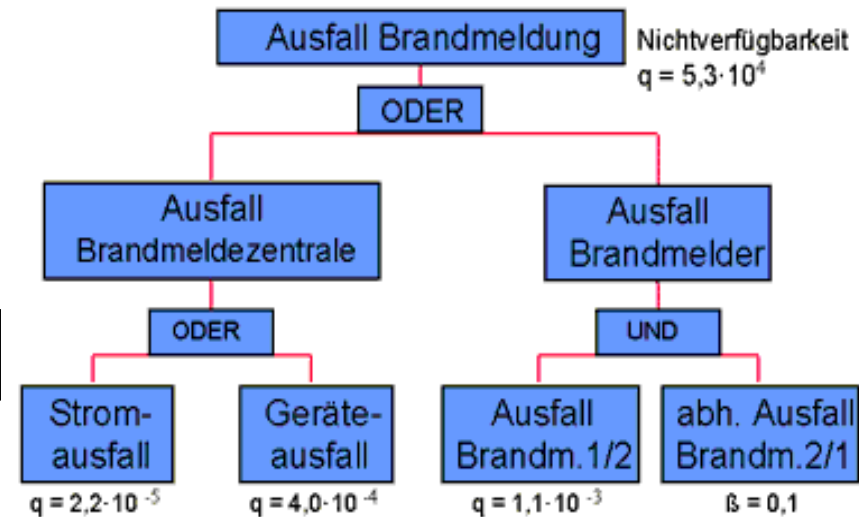
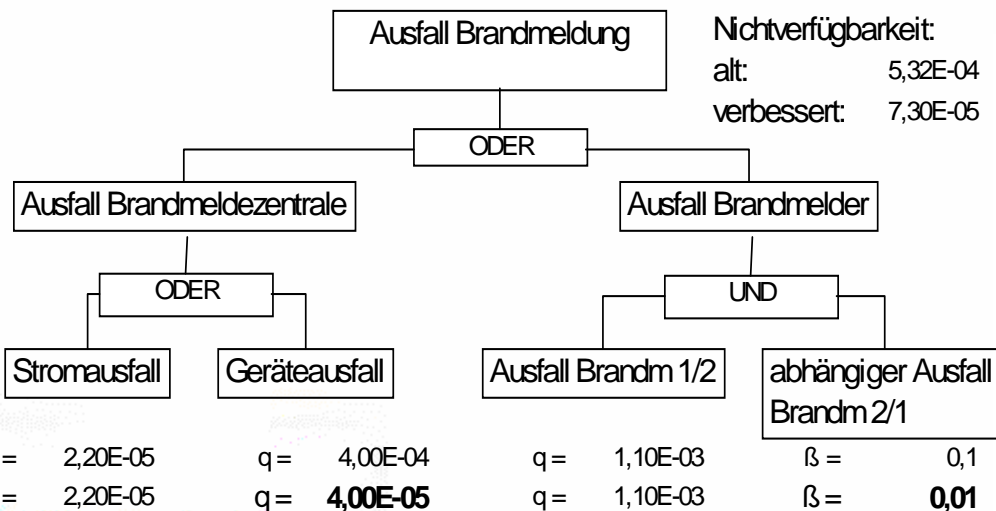
Verfahren:						Stand:				
Betriebsgelände:			Gebäude:			Anlage:				
Fliesbild Nr.:			Teilanlagen/Apparat:			Sollfunktion:				
N r.	Abweichung	Ursache	Auswirkungen	S/B	Gegenmaßnahmen	Typ	V h.	Vera ntw.	Term in	Bemerkungen
1	Stoffverwechslung									
2	Dosiermenge zu viel									
3										
4										
...	...									
6	...									
7										



Probabilistische Risikoanalyse – Fehlerbaumanalyse DIN 25424

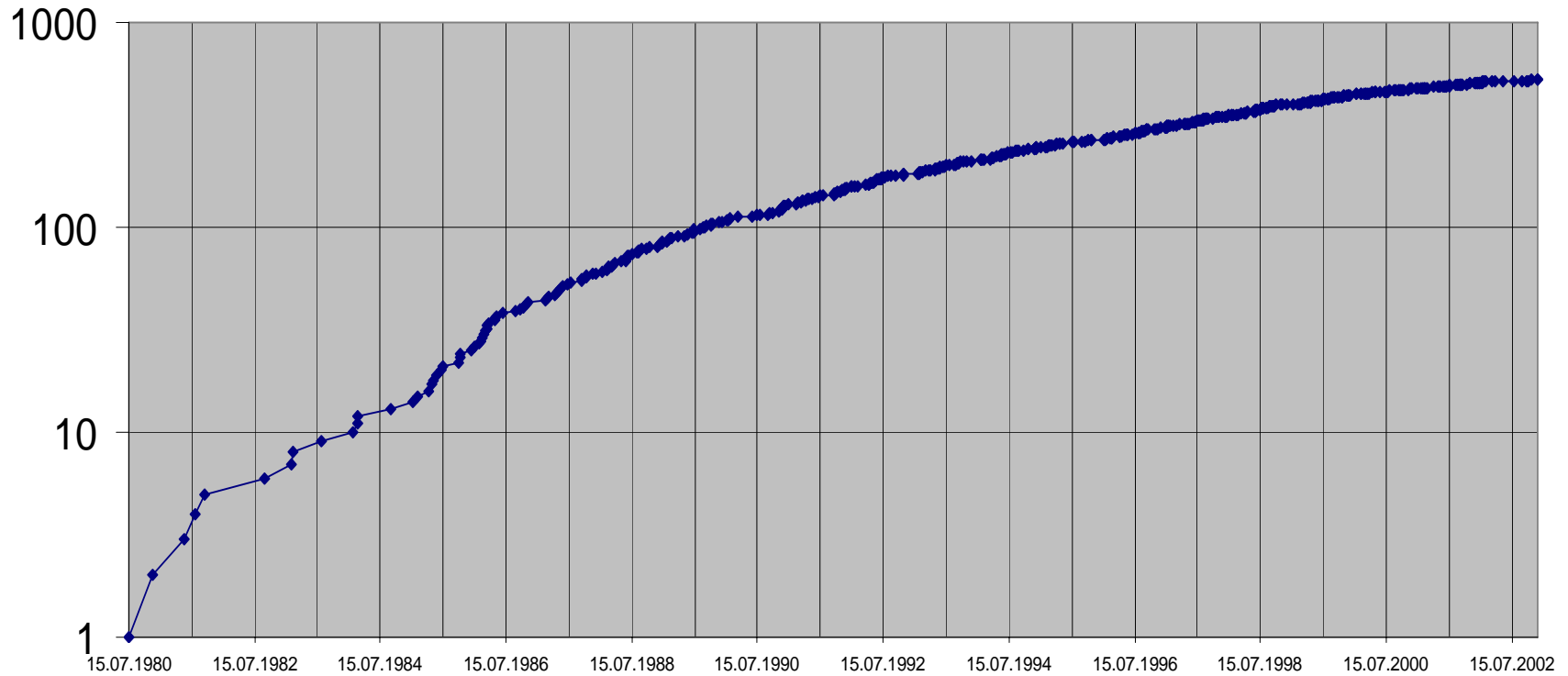
1. Systemanalyse
2. „Festlegung“ der unerwünschten (TOP-)Ereignisse (Teilergebnisse bis Störfälle)
3. Aufstellung von Fehlerbäumen / Identifikation von (und/oder) Verknüpfungen
4. Zuordnung von Eintrittswahrscheinlichkeiten für Gefahrenquellen/primäre Ereignisse und Komponentenverfügbarkeit (Verfügbarkeit von Sicherheits- / Schutzsystemen)
5. Berechnung der Eintrittswahrscheinlichkeit der TOP-Ereignisse und der Unsicherheiten
6. Abschätzung der Auswirkungen der TOP-Ereignisse/ der Risiken
7. Identifikation der Zweige von Fehlerbäumen, die Hauptbeiträge zu Risiken liefern (minimal-cut-sets)
8. Umsetzung optimierter Risikoreduktionsmaßnahmen

Quelle: TÜV Nord

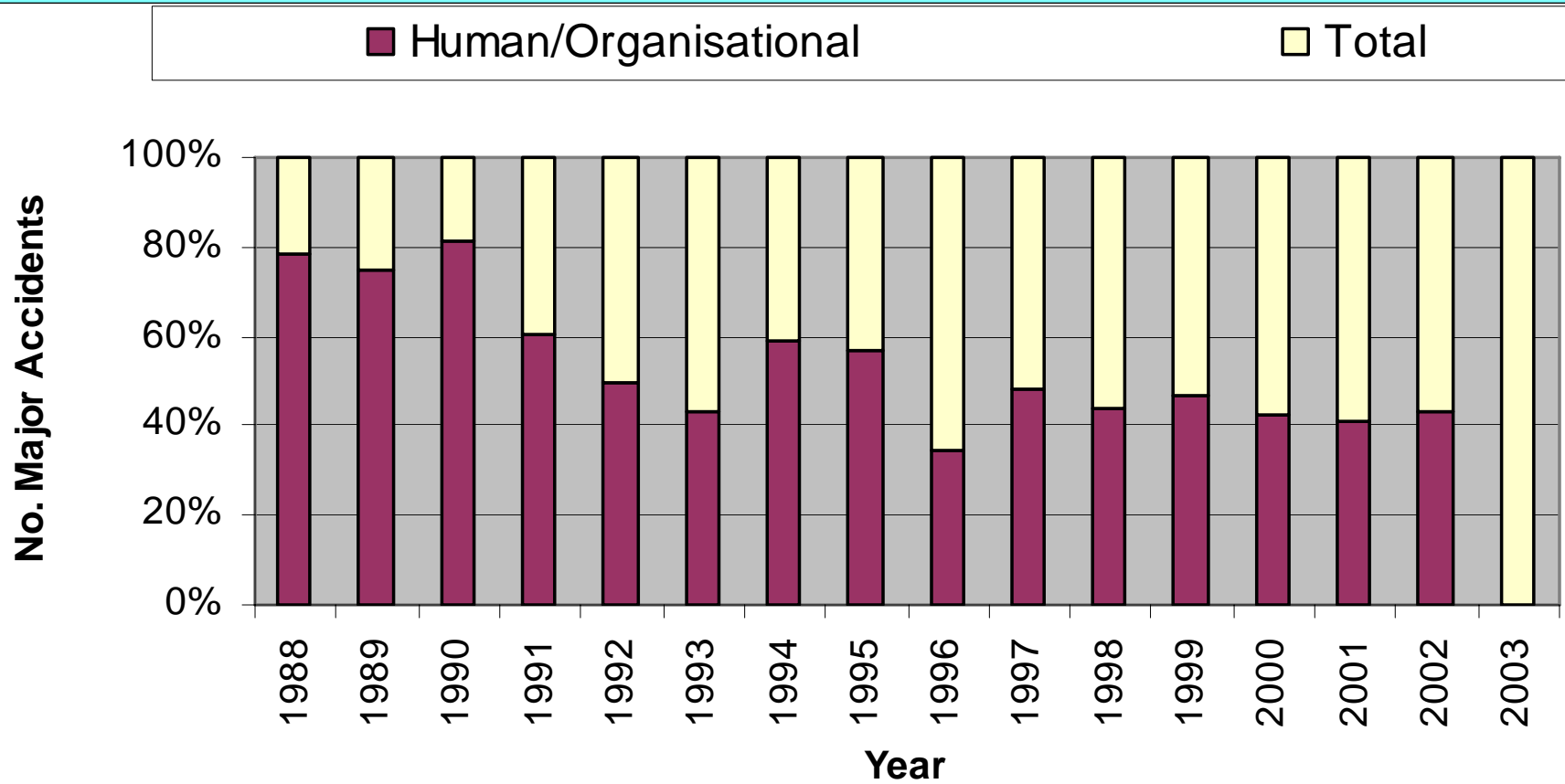


Start Date of Incidents

◆ No of Incidents

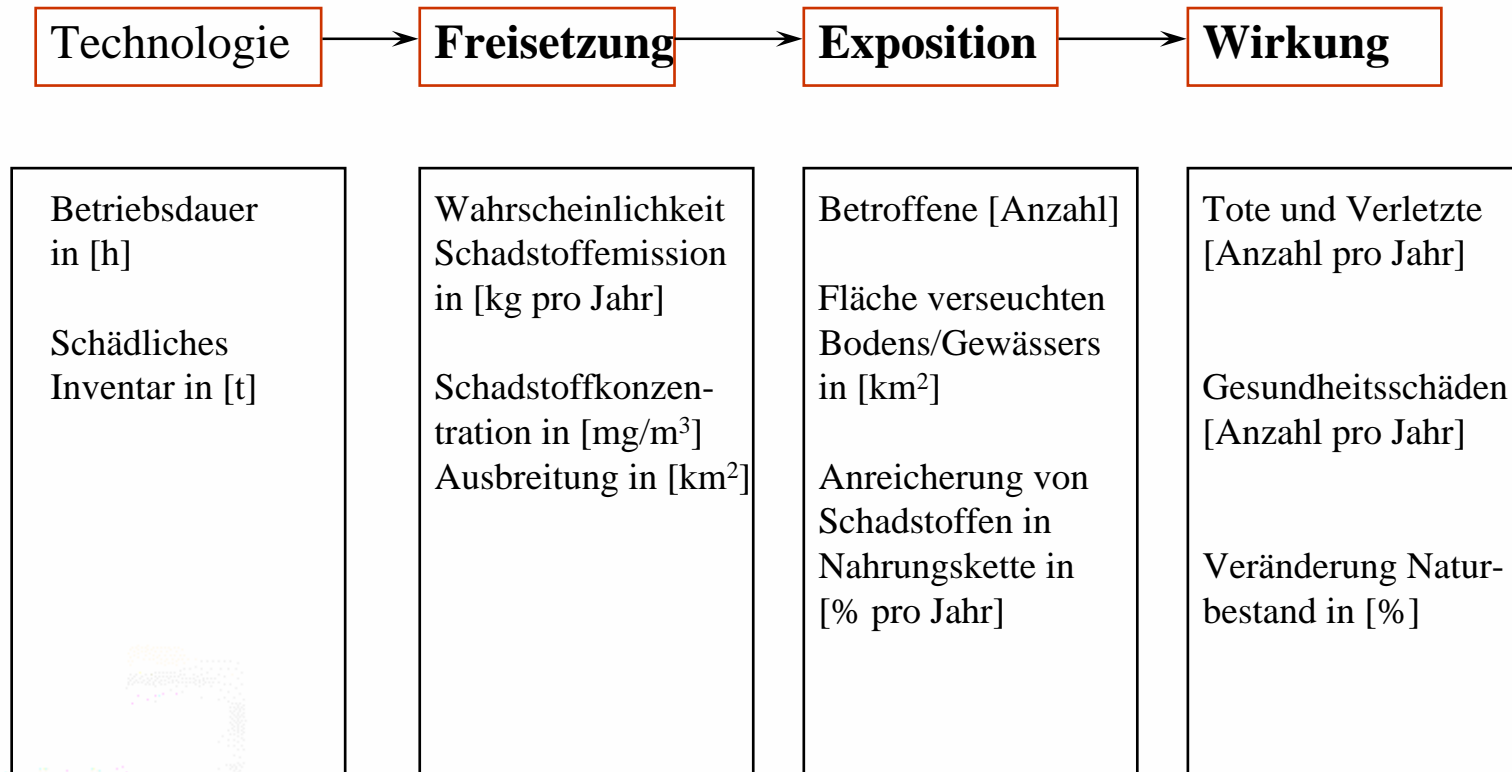


Quelle: MARS-Datenbank; N=560

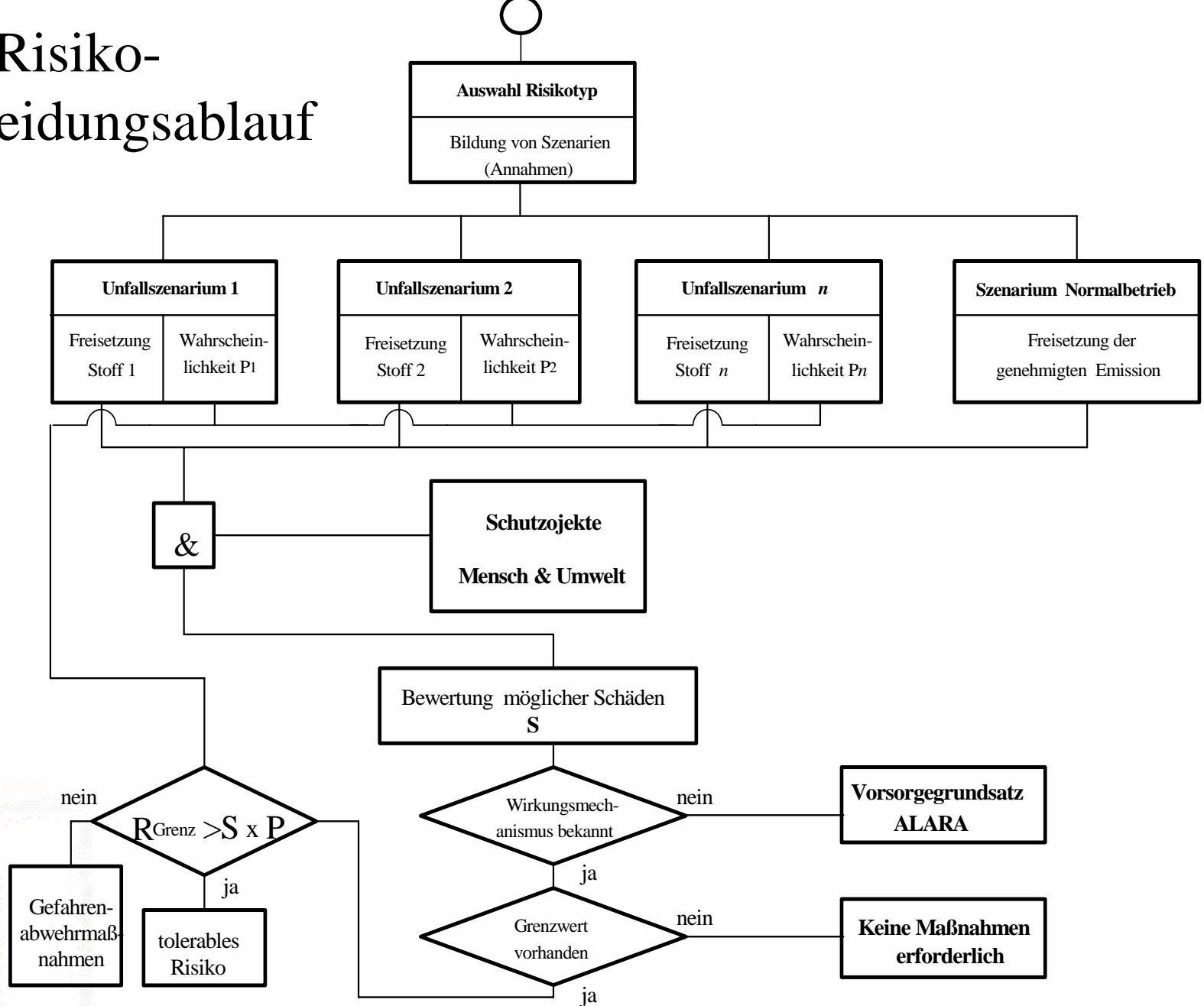


Quelle: MARS-Datenbank

Quantitative Risikobeschreibungsmöglichkeiten



Risiko- Entscheidungsablauf



Umweltbundesamt FG III 1.2 Anlagensicherheit

Wilfried Kühling

BUND-Bundesarbeitskreis Immissionsschutz

30.09.2005

TOP „Handlungsoptionen aus Sicht der Umweltverbände“

Kritikpunkte am Bericht „Risikomanagement im
Rahmen der Störfall-Verordnung (SFK-GS-41)“

Übersicht

- Vorbemerkungen, Einordnung des Themas
- Kritikbereiche
 - Rechtliche Grundlagen?
 - Risikobegriff?
 - Beschränkung auf Risikogrenzwerte?
 - Gesellschaftlich-politische Güterabwägung?
 - Ergebnisse Risikokommission?
 - Vor- und Nachteile der probabilistischen Vorgehensweise?
- Fazit

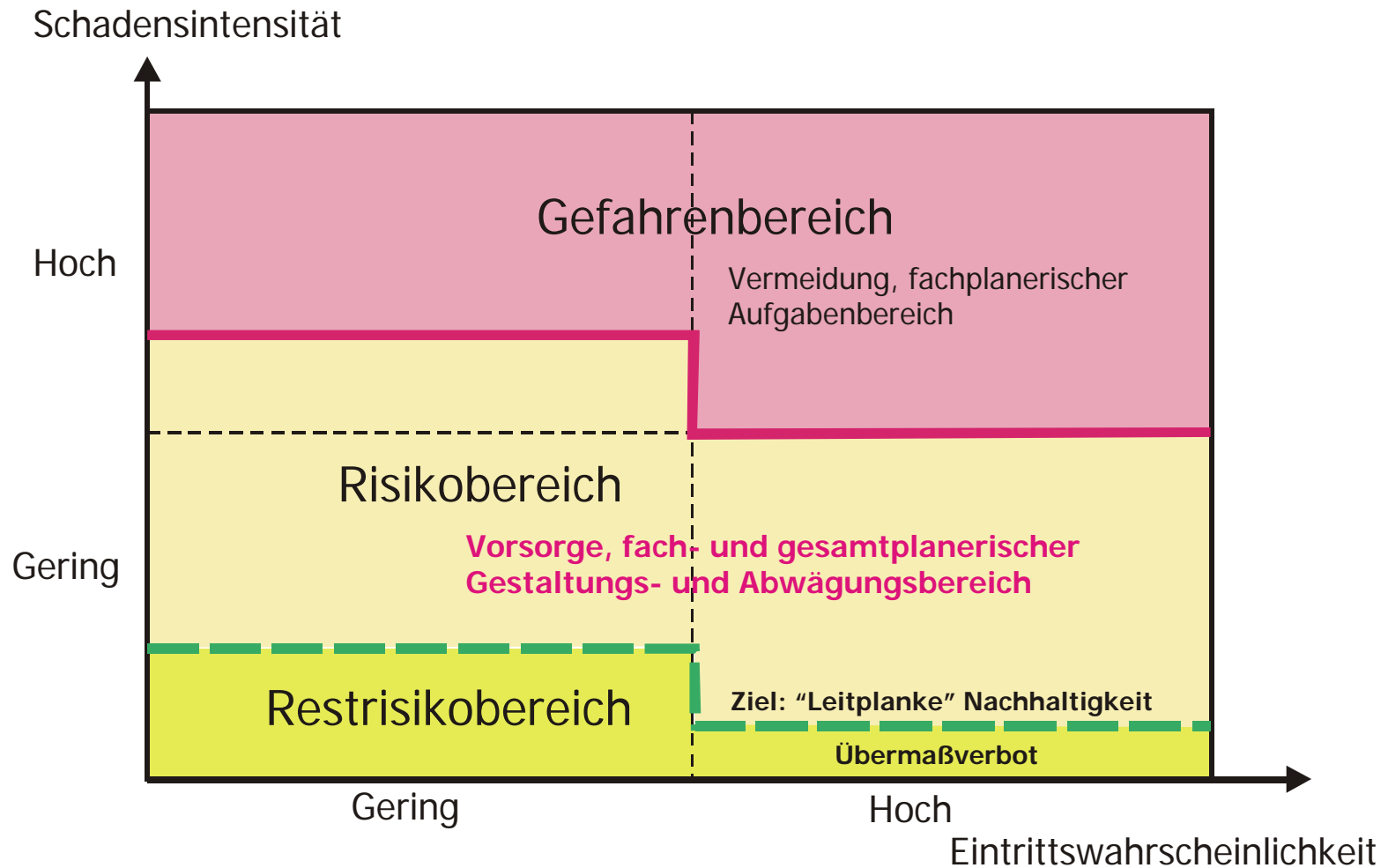
1. Rechtliche Grundlagen: nicht konsistent

- **Betreiberpflichten** nach § 5 BImSchG werden **nicht** abgebildet:
 - Betreiberpflicht zur Gefahrenvorbeugung unterhalb der Gefahrenschwelle gemäß § 5 Abs. 1 Nr. 1 BImSchG?
 - Betreiberpflicht zur Vorsorge?
 - **Schutzanspruch Art. 2 GG** wird mit Begriffen wie: „nicht unzumutbare Beeinträchtigung“ belegt
 - **Vorsorge** insgesamt wird nicht erwähnt, es fehlt die Berücksichtigung Art. 20a GG.
 - **Umweltanforderungen** werden mit „*nicht zerstört* oder *irreversibel geschädigt*“ benannt (Widerspruch zur „wirksamen Umweltvorsorge“ in der Umweltgesetzgebung)
 - Es wird von einer „nachhaltigen Ressourcennutzung“ gesprochen (Ressourcen sollen allerdings nicht nachhaltig genutzt, sondern nachhaltig **geschützt** werden)
- Störfallrisiken in Zusammenhang mit GG und BImSchG?

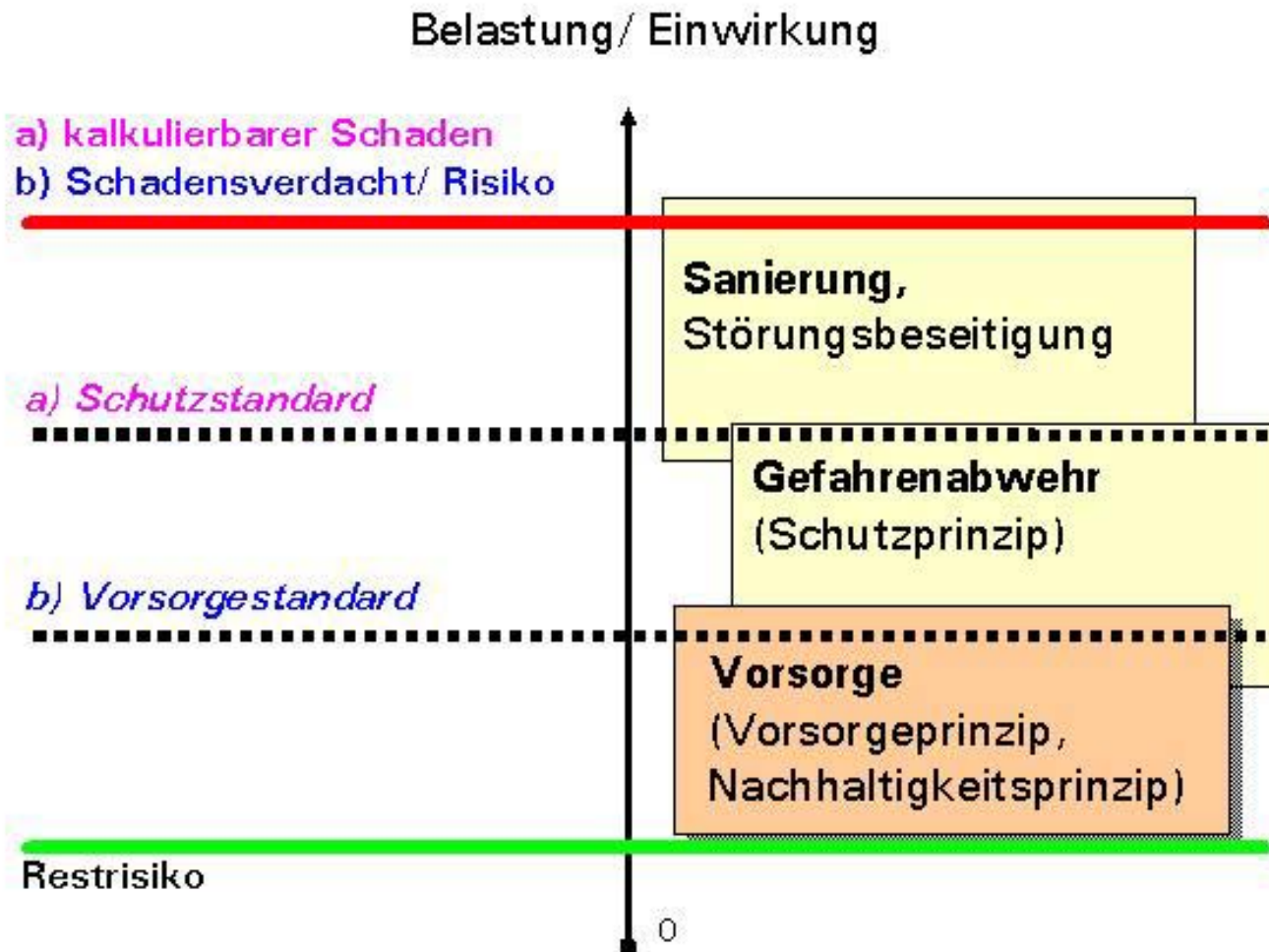
2. Risikobegriff unverständlich

- Begriff aus der Normung?
 - Grenze zwischen Gefahr/Sicherheit?
 - Risikobegriff im europäischen und nationalen Kontext?
 - Wer entwickelt die Grenzlinie des „größten vertretbaren Risikos/Grenzrisikos“?
- fachlich-rechtliche Fundierung?
- Verfahren zur gesellschaftlichen Abwägung zwischen Nutzen und Risiken/Transparenz?

Prinzipiskizze: fachliche Aufgaben- und Handlungsbereiche (rechtliche Sicht)



Arbeitsbereiche des Umweltschutzes



3. Beschränkung auf Risikogrenzwerte

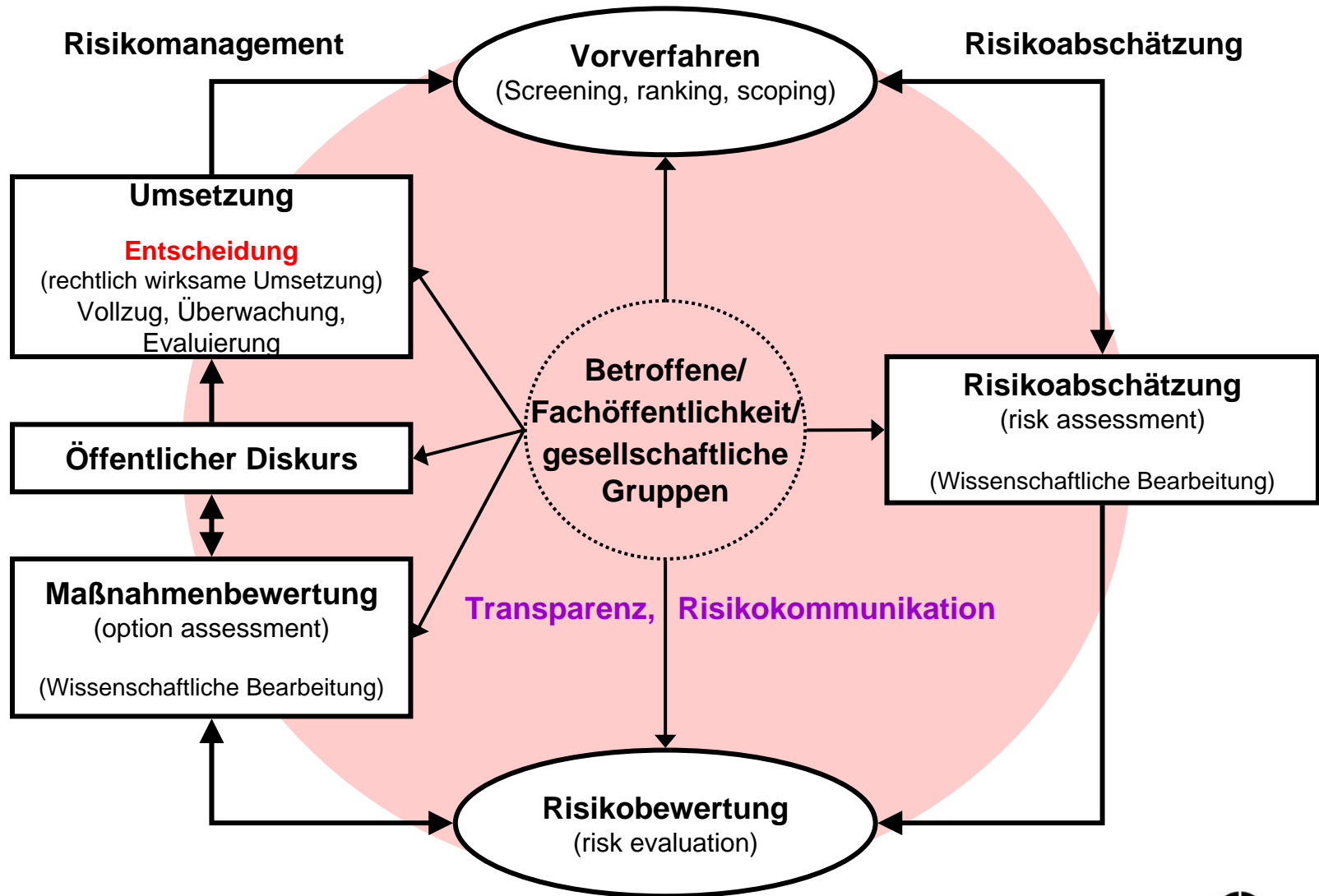
- Risikogrenzwerte: Zahlenmäßig erfassbare technische Details, Steuerungsmöglichkeiten, Perspektiven etc.?
 - Herleitung durch Außenstehende ohne konkrete, verbindliche Vorgaben nachvollziehbar?
 - Risikogrenzwerte durch „Festlegung“ (gesellschaftlich-politische Entscheidung) versus dynamische Weiterentwicklung des Standes der Sicherheitstechnik zur Vorsorge? **Drittschutz?**
 - „Probabilistische Risikoanalyse als **mögliche Ergänzung**“: bei einer rechtlichen Festlegung keine Freiwilligkeit mehr möglich!
- Auseinandersetzung zwischen Probabilistik und Stand der Sicherheitstechnik (vorsorgliche Risiko-Minderung)?

4. Gesellschaftlich-politische Güterabwägung

- Wie soll die unabdingbare **Voraussetzung** einer gesellschaftlichen **Abwägung** konkret erfolgen?
 - „verbindliche Festlegung der Risikoermittlung und Ausgestaltung der Risikovorsorge durch Exekutive“ (ohne Rechtsprechung/Gesetzgeber)?
- gravierender Widerspruch zum Anliegen der **Risikokommunikation**/ zum modernen **Risikomanagement** (transparente Verfahren mit rechtlicher Verbindlichkeit)
- „Konsens“ über vertretbare Risiken möglich?

5. Ergebnisse Risikokommission nicht berücksichtigt

Prozess der Risikoregulierung



6. Vor- und Nachteile der probabilistischen Vorgehensweise dargestellt?

- Vielzahl von Annahmen, verschiedene Bearbeiter: Interpretationsspielräume? Wie können diese Unsicherheiten eingedämmt werden?
- Verfügbarkeit belastbarer Daten für probabilistische Risikoanalysen?
- Abhängigkeiten von verwendeten Methoden und Daten (Konventionen, Annahmen)?
- Reale Risiken versus ein lediglich zu Vergleichenden nutzbarer Zahlenwert?
- Summarische Betrachtung von Einzelrisiken?
- Betrachtung der Schutzgüter Gesundheit, Umwelt, Beschäftigte?
- Langzeit-Wirkungen versus Berechnung des Todesfall-Risikos? (Schutzgut Gesundheit – Todesfallrisiko?)

Zusammenfassendes Fazit/ Handlungsoptionen

Es erscheint als dringend erforderlich:

- die Berücksichtigung der **rechtlichen Grundlagen** im SFK-Bericht zu **überprüfen**, Konsequenzen darzustellen;
- die **Vor- und Nachteile** der deterministischen und probabilistischen Methoden **explizit zu untersuchen** und gegenüberzustellen;
- die daraus folgenden Anforderungen und **Rahmenbedingungen** für eine Anwendung festzulegen;
- den Prozess erforderlicher **Beteiligungen** und politischer **Abwägungen explizit** abzubilden;

→ damit einem Missbrauch auf Grund der nachgewiesenen Unklarheiten und Interpretationsspielräume entgegengewirkt werden kann.

Workshop
des Technischen Ausschusses für Anlagensicherheit der
Störfallkommission „Nutzung probabilistischer Methoden
in der europäischen Genehmigungspraxis und deren
Nutzbarkeit im deutschen Störfallrecht“

Vortrag:
**„Rechtliche Grundlagen zum
Risikomanagement im Bereich der
Störfallverordnung“**
(Kurzfassung/30Thesen)

Rechtsanwalt Wolfgang Baumann
Fachanwalt für Verwaltungsrecht

1. Oktober 2005

„Die Sicherheit im Bereich der Technik ist Gegenstand einer eigenständigen Sicherheitsphilosophie. In ihr wird die Sicherheit der Technik, verstanden als funktionelle Zuverlässigkeit, die als Schutz des Menschen vor ihren Auswirkungen bei zweckbestimmter Funktionsweise und vor allem im Versagensfall, einer im Idealfall umfassenden Betrachtungsweise unterzogen. In ihrer praktischen Anwendung beruht die Sicherheitsphilosophie auf einer relativistischen Denkweise mit eindeutig pragmatischer Zielsetzung: Sicherheitsphilosophie ist eine nach dem Stand der Erkenntnis entwickelte Denkweise, die das erforderliche Schutzbedürfnis der Beschäftigten und der Bevölkerung gegen die gegebenen und erwartenden Risiken abwägt und daraus konkrete Forderungen an die Technik ableitet, wobei die Kriterien der Verhältnismäßigkeit und Praktikabilität berücksichtigt werden.“ (Bundesminister für Forschung und Technologie: Zur friedlichen Nutzung der Kernenergie, Eine Dokumentation der Bundesregierung, Bonn 1977).

I.

1. Die an konventionelle technische Anlagen zu richtenden sicherheitstechnischen Anforderungen sind in zahlreichen Gesetzen, Verordnungen, technischen Regeln, Richtlinien und Empfehlungen festgelegt. Sie betreffen die **Qualitätssicherung** von Materialien und Komponenten ebenso wie das Verhalten der Beschäftigten sowie die Definition schädlicher Umwelteinwirkungen. Zu diesem Instrumentarium gehören auch das Bundes-Immissionsschutzgesetz (vom 15. März 1974, bekannt gemacht am 26. September 2002 – BGBl. I S. 3830) und die Störfallverordnung vom 26. April 2000 (BGBl. I S. 603). Das so über lange Zeit entstandene **rechtliche und technische Regelwerk** ist relativ flexibel und unterliegt einem **fortwährenden Anpassungsprozess**.
2. Die gesamte Entwicklung ist freilich durch ein im ethischen Sinne **unbefriedigendes, jedoch unvermeidbares Faktum geprägt**, nämlich dem Lernen aus Erfahrung, die aus bestimmten Versagungsmechanismen und Unglücksfällen herrührt. Eine Verbesserung der Regeln und Vorschriften erfolgte im Allgemeinen nach einem nicht abgedeckten Schadensfall, also nach dem Beweis der Unzulänglichkeit. Diese **empirisch determinierte Vorgehensweise** der Sicherheitsgewährleistung nach dem Prinzip „trial and error“ wird aus zwei Gründen für akzeptabel gehalten, nämlich:
 - wegen der räumlichen und personellen Beschränktheit der technischen Einrichtungen sowie ihr zumeist geringer Auswirkungsbereich mit begrenzten Unfallfolgen,
 - wegen der kontinuierlichen, über einen vergleichsweise langen Zeitraum sich erstreckenden Entwicklung der verschiedenen Techniken.

Damit ist klaggestellt, dass bei großen Gefährdungspotentialen die bisherigen juristisch-technischen Handlungsformen risikoorientierter Innovationssteuerung (Kahl) nicht einfach fortgeschrieben werden konnten. Gerade im Bereich der Großindustrie mit großdimensionierten chemischen Anlagen und Raffinerien auf Grund verschiedene Katastrophen (wie z. B. in Flixborough und Seveso) wurden alsbald andere Maßstäbe ange-dacht.

3. **Fortschrittliche Risikobewertungen** wurden aber im anderen Zusammenhang disku-tiert. Eine ganz neue Risikodimension entstand **im Bereich der Kernenergienutzung**, bei der Schadensmöglichkeiten denkbar waren, für die zwar wohl nur sehr geringe Ein-trittswahrscheinlichkeiten angenommen wurden, die aber ohne Vorsorgemaßnahmen – bedingt durch die beträchtliche Menge an radioaktiven Stoffen – zu katastrophalen Auswirkungen für große Bevölkerungsteile zu führen geeignet waren. Auf dem Gebiet der Kerntechnik ist man – erstmalig in dieser systematischen und umfassenden Weise – von dem Prinzip nachvollziehender Anpassung der Erfordernisse als Folge negativer Erfahrungen abgegangen. Statt dessen wurde versucht, aufgrund theoretischer Über-legungen und wissenschaftlicher Untersuchungen mögliche Störfälle vor auszusehen und die erforderlichen Schutzmaßnahmen im Sinne einer antizipierenden Sicherheits-philosophie einzuplanen.
4. In Sicherheitsanalysen hat man – allerdings zunächst in **deterministischer Weise** – alle anzunehmenden Störfälle, bestimmte Schadensereignisse bis hin zu auslegungs-bestimmenden Störfällen ohne Berücksichtigung ihrer Eintrittswahrscheinlichkeit unter-stellt. Schon damals war freilich der Ruf aufgekommen, in Richtung auf eine systemati-sche Sicherheitsanalyse die **Eintrittswahrscheinlichkeit** von Ereignissen quantitativ zu berücksichtigen. Durch diese Erweiterung gelangte man zur „**probabilistischen Betrachtungsweise**“ bei der im Rahmen der Sicherheitsanalyse nach dem probabi-listischen Konzept Störfallabläufe grundsätzlich unter Berücksichtigung der Ausfall-wahrscheinlichkeit von Systemen und Komponenten untersucht wurden, so dass eine Gesamtwahrscheinlichkeit und ein Gesamtschaden angegeben werden konnten, die miteinander modifiziert das Risiko des jeweils betrachteten Störfalls darstellten.
5. Über **auslegungsbestimmende Störfälle** hinausgehende sog. **hypothetische Stör-fälle** wurden in Großbritannien von Baettie und Bell, in Schweden von Haarkansson, in den USA im Rasmussen-Bericht untersucht. Es folgten dann die „Deutsche Risikostu-die Kernkraftwerke der Gesellschaft für Reaktorsicherheit“ (GRS, beauftragt im Früh-

jahr 1976, beendet 1980 mit einem Hauptband und 7 Fachbänden) sowie die „Risiko-untersuchungen zu Leichtwasserreaktoren - Analytische Weiterentwicklung zur ‚Deutschen Risikostudie Kernkraftwerke‘ des Öko-Instituts (in 3 Bänden von 1983).

6. Es wurden auf dieser Grundlage Anforderungen wie die **Mehrfachauslegung** (Redundanz) und die **räumliche Trennung** wesentlicher Sicherheitseinrichtungen sowie die Verwendung unterschiedlicher Konstruktionsprinzipien bei mehrfach vorhandenen Sicherheitseinrichtungen (**Diversität**) formuliert.

II.

7. Dass mit der Festlegung von Art und Umfang der erforderlichen Vorsorgemaßnahmen gegen Schäden in oder durch eine technische Anlage trotz allem **Schadensereignisse nicht gänzlich ausgeschlossen werden können**, ist der Technik immanent. Es verbleibt also ein **Risikorest**, den man „**Restrisiko**“ genannt hat, das als solches zulässig ist, wenn – gemessen am **Maßstab der „praktischen Vernunft“ ein „Restschaden“ nicht zu befürchten** ist.
8. Dennoch, je innovativer eine Technologie ist, desto größer ist der **Risikorest**. Er speist sich nämlich aus drei Ursachen, nämlich aus einer **fehlerhaften oder unzureichenden Sicherheitsanalyse**, der **Nichtauslegung gegen Störfälle** und insgesamt dem **Faktor Mensch**,

da die Technik immer vom planenden und kontrollierenden Menschen abhängig ist und eine vollständige Absicherung technischer Einrichtungen gegenüber menschlichem Fehlverhalten nicht möglich ist (z. B. Planungsfehler, Fertigungs-, Montage- und Bedienungsfehler; aber auch Sabotage und Terroraktionen). Hinzu kommen **Kriegseinwirkungen**, die überhaupt nicht abschätzbar sind und sich einer derartigen Risikobewertung entziehen.
9. Sowohl das Bundesverfassungsgericht (Kalkar-Entscheidung, BVerfGE 49, 89 ff., Mülheim-Kärlich-Entscheidung, BVerfGE 53, 30, 57 f.) als auch die höchst richterliche Verwaltungsrechtsprechung des Bundesverwaltungsgerichts haben das **Restrisikokonzept akzeptiert**. Das Bundesverfassungsgericht hat 1978 in der Kalkar-Entscheidung hervorgehoben, dass eine Risikoabschätzung „weitgehend auf Schlüsse aus der Beobachtung vergangener tatsächlicher Geschehnisse auf die relative Häufig-

keit des Eintritts und den gleichartigen Verlauf gleichartiger Geschehnisse in der Zukunft angewiesen (ist)“. Fehle eine hinreichende Erfahrungsgrundlage hierfür, müsse man sich auf Schlüsse aus simulierten Verläufen beschränken. Ein Erfahrungswissen dieser Art sei – selbst wenn es sich zur Form des naturwissenschaftlichen Gesetzes verdichtet habe – immer nur Annäherungswissen, das nicht volle Gewissheit vermittelt und sich immer nur auf den neuesten Stand unwiderlegten möglichen Irrtums befindet. Daher könne unter dem Blickwinkel der Schutzpflicht des Staates **keine Regelung gefordert werden, die mit absoluter Sicherheit Grundrechtsgefährdungen ausschließt**, die aus der Zulassung technischer Anlagen und bei deren Betrieb möglicherweise entstehen können. Diese Überlegungen gelten sowohl für die Legislative als auch für Exekutive. Sie lassen sich grundsätzlich auch auf nicht atomare Anlagen übertragen, die der Störfallverordnung unterliegen.

III.

10. Die heutige Diskussion über „Risikomanagement im Rahmen der Störfallverordnung“ – ausgelöst durch den gleichnamigen Bericht des Arbeitskreises Technische Systeme, Risiko und Verständigungsprozesse der Störfallkommission (SFK – GS - 41) vom 21. April 2004 – greift die früheren Überlegungen auf und versucht probabilistische Risikobetrachtungen im Rahmen der Erstellung von **Sicherheitsberichten gem. § 9 Störfallverordnung** zu implantieren. Es ist daher zu prüfen, ob die neue Störfallverordnung dazu Anlass gibt, probabilistische Elemente in die Sicherheitsbewertung aufzunehmen. Hinsichtlich der Sicherheitspflichten unterscheidet auch die neue Störfallverordnung – wie bisher – zwischen Grundpflichten und erweiterten Pflichten.
11. Als wichtige Neuerung verpflichtet die Störfallverordnung in § 8, vor der Inbetriebnahme und vor einer Änderung der Anlage ein schriftliches **Konzept zur Verhinderung von Störfällen** auszuarbeiten und umzusetzen bzw. zu überprüfen und erforderlichenfalls zu aktualisieren. Das Konzept muss ein **Sicherheitsmanagementsystem** vorsehen, das den Grundsätzen des Anhangs III der Verordnung Rechnung trägt. Bei Betriebsbereichen, für die die erweiterten Pflichten gelten (§ 1 Abs. 1 S. 2 und Abs. 2.), muss ein **Sicherheitsbericht** erstellt werden, der neben den Angaben, die bisher in der Sicherheitsanalyse aufgenommen werden mussten, auch eine Darstellung verlangt, dass das Konzept zur Verhinderung von Störfällen umgesetzt wurde und dass ein Sicherheitsmanagementsystem vorhanden ist (§ 9).

12. Wie bisher hat der Betreiber gem. § 3 der Störfallverordnung die über die sonstigen immissionsschutzrechtlichen Vorschriften hinaus gehende **allgemeine Pflicht**, „die nach Art und Ausmaß der möglichen Gefahren erforderlichen Vorkehrungen zu treffen, um Störfälle zu verhindern.“ Gemäß § 3 Abs. 2 sind dabei betriebliche Gefahrenquellen, umgebungsbedingte Gefahrenquellen (wie Erdbeben oder Hochwasser) und Eingriffe Unbefugter zu berücksichtigen, es sei denn, dass diese Gefahrenquellen oder Eingriffe als Störfallursachen vernünftigerweise ausgeschlossen werden können. Zusätzlich sind vorbeugende Maßnahmen zu ergreifen, um die **Auswirkungen von Störfällen so gering wie möglich** zu halten (§ 3 Abs. 3). In jedem Fall müssen die Beschaffenheit und der Betrieb der Anlagen des Betriebsbereichs dem **Stand der Sicherheitstechnik** entsprechen (§ 3 Abs. 4).
13. Die Anforderungen zur Verhinderung von Störfällen ergeben sich aus § 4: Insbesondere sind Maßnahmen zu treffen, damit **Brände und Explosionen** vermieden werden und keine sicherheitsrelevanten Auswirkungen haben, den Betriebsbereich mit ausreichenden **Warn-, Alarm- und Sicherheitseinrichtungen** sowie mit **zuverlässigen Messeinrichtungen und Steuer- oder Regeleinrichtungen** auszurüsten, letztere ggf. redundant, voneinander unabhängig und dem Diversifizierungsgebot entsprechend. Daneben sind die sicherheitsrelevanten Teile des Betriebsbereichs vor **Eingriffen von außen** zu schützen (§ 4 Nr. 4).
14. Störfallauswirkungen sind gem. § 5 **durch technische und organisatorische Maßnahmen bzw. Schutzvorkehrungen zu minimieren**. Die §§ 6 und 7 der Störfallverordnung regeln weitere umfangreiche Verpflichtungen des Betreibers.
15. Bei der Auslegung der Störfallverordnung müssen Inhalt und Umfang der Ermächtigungsnormen beachtet werden. Soweit immissionsschutzrechtlich nicht genehmigungsbedürftige Anlagen innerhalb von Betriebsbereichen liegen, werden sie vom Anwendungsbereich der Störfallverordnung erfasst.

IV.

16. Risikobewertungen gehen in das Konzept zur Verhinderung von Störfällen und in den Sicherheitsbericht ein, dessen Erstellung zu den erweiterten Betreiberpflichten gehört. Sowohl das Konzept als auch der Sicherheitsbericht muss gem. **Anh. III Nr. 3 b ein Sicherheitsmanagementsystem** enthalten, durch das auch die Ermittlungen und Bewertung der Gefahren von Störfällen geregelt werden; dabei geht es um die Festlegung und Anwendung von **Verfahren** zur systematischen Ermittlung der Gefahren von Störfällen bei bestimmungsgemäßigem und nicht bestimmungsgemäßigem Betrieb sowie um die **Abschätzung der Wahrscheinlichkeit und der Schwere solcher Störfälle**. Anhang III Nr. 3 b ist somit der einzige konkrete Anhaltspunkt dafür, dass der Gesetzgeber dem Betreiber abverlangt, neben dem Schadensausmaß auch die Wahrscheinlichkeit des Schadenseintritts zu berücksichtigen. Da der Anh. III die Rechtsqualität der Störfallverordnung teilt, ist diese Regelung verbindlich.
17. Gleichwohl kann aus der Erwähnung probabilistischer Methoden nicht umgekehrt geschlossen werden, dass deterministische Methoden ausgeschlossen seien. Dies ist eindeutig zu verneinen. Unter Berücksichtigung der historischen Entwicklung, vom Sinn und Zweck des Bundes-Immissionsschutzgesetzes sowie der systematischen Einbettung der Störfallverordnung in das System des Sicherheitsrechts, vor allem aber wegen der expliziten Erwähnung des Stands der Sicherheitstechnik (§ 3 Abs. 4 StFVO) ergibt sich, dass deterministische Methoden keinesfalls ausgeschlossen sein sollen. Alles andere wäre auch sachwidrig.
18. Vieles spricht dafür, dass die **Probabilistik** einen **transparenteren und nachvollziehbareren Risikomanagementprozess** ermöglichen und zu einer genaueren Untersuchung der auslösenden Ereignisse und Teilereignisse im Hinblick auf Eintrittshäufigkeiten und Eintrittswahrscheinlichkeiten führen kann, indem Fehlerbaumanalysen (FBA) und Ergebnisablaufanalysen (EA) durchgeführt werden und entsprechende **Unsicherheitsbeiwerte** bestimmt werden können. Nach einer Zusammenführung einzelner Ereignisabläufe lassen sich dann im deterministischen Konzept einzelne Auslegungstörfälle und entsprechende Vorkehrungen zu deren Vermeidung – nach Auffassung von Risikoforschern – belastbarer festlegen (SFK – GS - 41, S. 41 ff). Die probabilistische Risikobetrachtung bietet sich somit als **Ergänzung** für die erfolgreich geübte Praxis der Sicherheitsbeurteilung.

19. Es wird allerdings kritisch berichtet, dass die probabilistische Methode mit Fehlerbaum- und Ereignisablaufanalysemethodisch auch spezifische **Probleme** aufwirft.
- Die Mathematisierung komplexer Systeme ist – ganz gleich mit welcher Methode sie erfolgt – nicht ohne tief greifende **Apriori-Annahmen und Vereinfachungen** denkbar, deren Einfluss auf die Ergebnisse nur in der Rückschau erkennbar wird.
 - **Qualitative Vorentscheidungen**, wie etwa die Auswahl risikorelevanter Beiträge, beeinflussen das Ergebnis in erheblicher Weise und zwar immer in Richtung auf eine Unterschätzung von Unfallhäufigkeiten.
 - Eine **umfassende** nicht in Teilfehlerbäume unterteilte **Fehlerbaumanalyse**, die eventuell in der Lage wäre, weitestgehend belastbare Ergebnisse zu produzieren, soll schon wegen des möglichen Aufwands **kaum machbar** sein; die üblichen Fehlerbaumanalysen liefen Gefahr, den Erkenntniszweck, unberücksichtigte Unfallpfade zu finden durch die Koppelung an die deterministischen Ereignisabläufe zu verlieren.

Kritiker monieren im Ergebnis die getopte **Scheinrationalität der Ergebnisse** probabilistischer bzw. kombinierter Untersuchungsmethoden (vgl. Öko-Institut „Risikountersuchungen zu Leichtwasserreaktoren“, Bd. I, S. 198; auch Kühling, in: KGV 4/2004, S. 11).

20. Dies führt auch bei einem Teil der Literatur zur **Ablehnung einer Absolutbestimmung von Gesamtunfallhäufigkeiten**. Begründet wird dies mit methodischen Unzulänglichkeiten, wie sie sich auf Seite 51 des SFK – GS - 41 Berichts andeuten, wenn dort beschrieben wird, es könnten durch die unterschiedlichen Herangehensweisen auch unterschiedliche Ergebnisse „in der deterministischen und probabilistischen Risikoabschätzung erzielt werden, die dann einer unterschiedlichen Risikobewertung bedürfen.“ Wie diese Risikobewertungen zusammen geführt werden sollen, bleibt unklar.
21. Es ist **Aufgabe der einschlägigen Wissenschaft** nicht der Rechtsordnung, die Belastbarkeit probabilistischer Methoden zu überprüfen und ggf. im Einzelfall zu verwerfen. Grundsätzlich ist die probabilistische Risikobetrachtung für die Ermittlung des Risikos eine geeignete fortschrittliche Methode, sofern sie im Einzelfall zum Erkenntnisfortschritt beitragen kann.

V.

22. Damit stellt sich die Frage, wer die **Prärogative** hat, über die Zulässigkeit von Risiken zu befinden. Denn mit der Ermittlung von bestimmten Risikozahlen im Rahmen der Risikoermittlung ist noch nicht darüber entschieden, ob dieses Risiko vertretbar ist und ob die vorgesehene Planung unter Risikogesichtspunkten ggf. nachgebessert werden muss: Die scientific community über Risikoakzeptanzwerte (z. B. in technischen Regelwerken), der Gesetzgeber, die Genehmigungsbehörde.

Die Frage, ob Risiken vertretbar sind, ist eine wertende Entscheidung, die **gesellschaftlich zu verantworten** ist. Daher ist der technische Normengeber allenfalls befugt, im Rahmen der Risikoermittlung entsprechende Vorgaben einzubringen, die der Verordnungsgeber beispielsweise in Form einer Anlage zur Störfallverordnung sanktionieren könnte.

23. Der Gesetzgeber, auch der Verordnungsgeber, ist verfassungsrechtlich gleichwohl nicht gehalten, die **Verfahren zur Risikoermittlung** zu regeln. Nach Auffassung des Bundesverfassungsgerichts wäre dies dem Schutzzweck und dem Vorsorgegrundsatz des Gesetzes und damit auch zum Schutz verfassungsrechtlicher Rechtsgüter eher abträglich. Dies hat das Bundesverfassungsgericht im Kalkar-Beschluss (S. 139) deutlich gemacht: „Die Ermittlung von Risiken einer Anlage ist, neben den i. d. R. gewichtigen Standortverhältnissen, von sehr zahlreichen Faktoren und ihrem Wirkungszusammenhang abhängig, etwa den Berechnungsmethoden, der Stand- und Druckfestigkeit von Anlagen, der Schadensanfälligkeit von Werkstoffen und Vorrichtungen, der Störanfälligkeit von technischen Verfahren bis hin zur Ermittlung von Belastungsgraden und der Abschätzung menschlichen Verhaltens.“ Zahlreiche dieser Faktoren seien mit dem Fortgang der wissenschaftlichen, technologischen und technischen Entwicklung einer laufenden Veränderung unterworfen.“ (aaO).
24. Eine **generelle verbindliche Regelung** eines „harten“ Wahrscheinlichkeitswertes für das **individuelle Lebensrisiko bzw. eines zulässigen Bevölkerungsrisikos** als Vorgabe für rechtliche Entscheidungsprozesse (z. B. für die Anlagenzulassung) das gesamte Umwelt- und Planungsrecht sowie sämtliche Lebensbereiche betreffend, könnte nur vom formellen Gesetzgeber (Bundestag) getroffen werden. Der Grund dafür ist, dass diese Regelung so wesentlich wäre, dass diese dem Gesetzgeber vorbehalten sein muss. Auch regelungstechnisch käme nur eine Grundnorm in einem Artikelgesetz

oder eine Grundgesetzregelung in Betracht. Zweifelhaft ist, ob eine solche gesetzliche Regelung von ihren Inhalten her verfassungsrechtlich zulässig wäre. M. E. könnte es sich nur um Mindestwerte handeln, die der Gesetzgeber festlegt. So könnte eine generelle Risikoobergrenze als Lebensrisiko definiert werden, die bei niemanden überschritten werden darf. Im einzelnen Genehmigungsverfahren müssten dann weitere Anforderungen an eine Anlage gerichtet werden können, insbesondere Ausnahmesituationen berücksichtigungsfähig sein. Unklar ist auch, wie der Vorsorgegrundsatz durch numerische Risikoakzeptanzwerte gewahrt werden soll, da die Vorsorgemaßnahmen meist Ergebnis von weiteren Abwägungsprozessen sind.

25. Gegen eine gesetzliche Regelung **partieller numerischer Risikowerte**, die sich auf Anlagentypen bezögen, bestünden Bedenken, weil – wie auch das Bundesverfassungsgericht festgestellt hat – zahlreiche Faktoren mit dem Fortgang der wissenschaftlichen, technologischen und technischen Entwicklung einer laufenden Veränderung unterworfen sind. Vor allem wären Änderungen des Standes der Technik bei starren numerischen Risikowerten nur schwer berücksichtigungsfähig. Risikoakzeptanzwerte müssten durch den Gesetzgeber häufig angepasst werden. Ein Verstoß gegen den Gleichheitsgrundsatz (Art. 3 GG) wäre bei dann von Anlagentyp zu Anlagentyp unterschiedlichen Risikowerten naheliegend.
26. Keinesfalls können **konstante Risikofaktoren daher als absolute Beschränkung behördlicher Anordnungen und damit für Anforderungen der Behörde** an die zu genehmigende Anlage geregelt werden. Dies ergibt sich daraus, dass eine Genehmigungsentscheidung eine Vielzahl von **standortbedingten Faktoren** berücksichtigen muss, die kaum in einem numerischen Risikoakzeptanzwert eingefangen werden können. Auch die Anforderungen des **Verhältnismäßigkeitsgrundsatzes** konkretisieren sich erst in der individuellen Genehmigungssituation, und zwar im Spannungsverhältnis zwischen dem Schutzgut, Leben, Gesundheit und körperliche Unversehrtheit (Art. 2 Abs. 2 S. 1 GG), als subjektiv öffentliches Recht von Betroffenen aber auch als objektiver Wertanspruch des Staates wegen des Bevölkerungsrisikos auf der einen Seite und den Unternehmerrechten sowie entsprechenden öffentlichen Interessen z. B. an einer Arbeitsplatzsicherung auf der anderen Seite. Auch der **Vorsorgegrundsatz** entfaltet seine Bedeutung in diesem Spannungsverhältnis, das im Einzelfall aufgelöst werden muss durch eine Entscheidung zu Gunsten der einen oder anderen Seite, je nach Gewichtung der in die Waagschale gelegten Belange. Insoweit würde eine starre

Regelung von Wahrscheinlichkeitswerten der von der Rechtsprechung für erforderlich gehaltenen Dynamisierung des Rechtsgüterschutzes widersprechen.

27. Falls keine rechtlichen Regelungen getroffen würden, bliebe es bei der jetzigen Situation mit dem Unterschied, dass die laufenden Bemühungen zu einer **Änderung des Standes der Technik** führen könne: Sollte die scientific community überwiegend der Auffassung sein, dass probabilistische Methoden in die Risikobewertung zwingend aufgenommen werden müssen, wäre diese probabilistische Risikobewertung gerichtlich voll überprüfbar („Stand der Technik“ i. S. d. § 3 Abs. 6 BImSchG). Selbst dann wird allerdings das Schutzniveau an der Berücksichtigung der Betroffenen im immissionsschutzrechtlichen Verfahren gemessen.
28. Unter dem Gesichtspunkt der Sachgerechtigkeit erscheint eine **Mischlösung** geboten: Die **kumulative Anwendung deterministischer und probabilistischer Risikoermittlungs- und -bewertungsmethoden** könnte einerseits helfen, relativ größere Risikopotentiale zu erkennen und durch deterministische Annahmen zu minimieren. Dies hätte den positiven Effekt, dass nicht unverhältnismäßig hohe Mittel für die Beseitigung relativ geringer Risiken eingesetzt werden und so der Grenznutzen des Mitteleinsatzes annähernd ausgeglichen werden könnte.

VI.

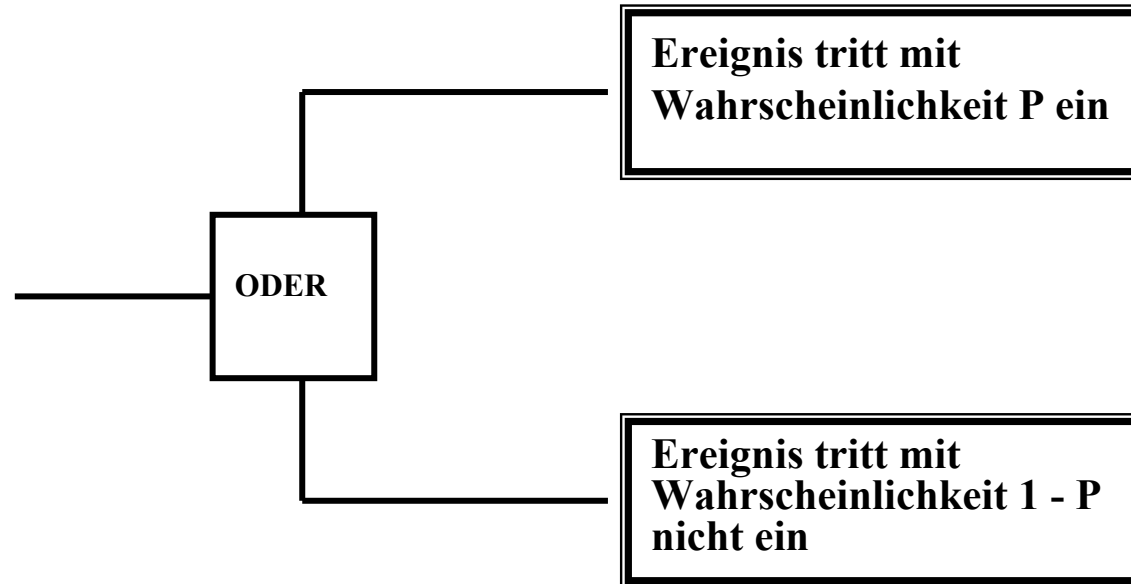
29. Voraussetzung für eine **probabilistisch-orientierte Projektzulassung** ist allerdings, dass eine **belastbare Datenbasis** über die Schadensereignisse vorhanden ist. Heute erscheinen die Probleme der Datendokumentation – auch auf EU-Ebene – noch so groß zu sein, dass die Vergleichbarkeit der Daten (noch) nicht gewährleistet ist. Folge ist, dass hiermit allenfalls innenbetriebliche Rankings absolviert werden können. Eingriffe in Rechte von Unternehmen oder von Bürgern auf dem Wege der probabilistischen Risikozuweisung sind daher heute rechtlich höchst zweifelhaft.
30. Die Datenerfassung wäre nur möglich, wenn die Gesetzgebung **weitere Offenlegungspflichten der Projektträger** gegenüber der Genehmigungsbehörde und damit den Zugang zu den erforderlichen Informationen gewährleisten würde. Dies betrifft auch Daten von Versicherungen, Berufsgenossenschaften und der Gewerbeaufsicht über Betriebsstörungen. Diese Daten müssten so detailliert sein, dass daraus auch konkrete Erwartungswerte für schädigende Ereignisse ableitbar sind.



Risikogrenzwerte in Zusammenhang mit der Seveso II - Richtlinie

Michael Struckl, *European Commission – JRC – MAHB*







Relevanz der Richtlinie

Member State	Nr. Seveso Anlagen	Member State	Nr. Seveso Anlagen
Österreich	140	Lettland	44
Belgien	187	Litauen	?
Zypern	11	Luxemburg	10
Tschech. Republik	154	Malta	?
Dänemark	23	Niederlande	310
Estland	28	Polen	247
Finnland	202	Portugal	54
Frankreich	1103	Slowakei	34
Deutschland	1657	Slowenien	?
Griechenland	83	Spanien	508
Ungarn	?	Schweden	321
Irland	64	Großbritannien	1271
Italien	1125	Σ	7576 (vorläufig)



Relevanz der Richtlinie





Hintergrund: Seveso II Artikel 6 (d) und 12 (1a)

- Art 9 (6d) – Sicherheitsbericht: Die Kommission wird ersucht, bis zum 31. Dezember 2006 die geltenden Leitlinien für die Abfassung eines Sicherheitsberichts („Guidance on the Preparation of a Safety Report“) in enger Zusammenarbeit mit den Mitgliedstaaten zu überprüfen.
- Art 12 (1a) – Flächennutzung: Die Kommission wird ersucht, bis zum 31. Dezember 2006 in enger Zusammenarbeit mit den Mitgliedstaaten Leitlinien zur Definition einer technischen Datenbank einschließlich Risikodaten und Risikoszenarien aufzustellen, die der Beurteilung der Vereinbarkeit zwischen den unter diese Richtlinie fallenden Betrieben und den in Absatz 1 genannten Gebieten dient. Die Definition dieser Datenbank berücksichtigt so weit wie möglich die Beurteilungen der zuständigen Behörden, die Informationen der Betreiber und alle übrigen einschlägigen Informationen wie etwa den sozio-ökonomischen Nutzen der Entwicklung von Notfallplänen und ihren Linderungseffekt.

Publikationen bzw. Produkte des Major Accidents Hazards Bureau in Zusammenhang mit der Änderungsrichtlinie 2003/105/EG

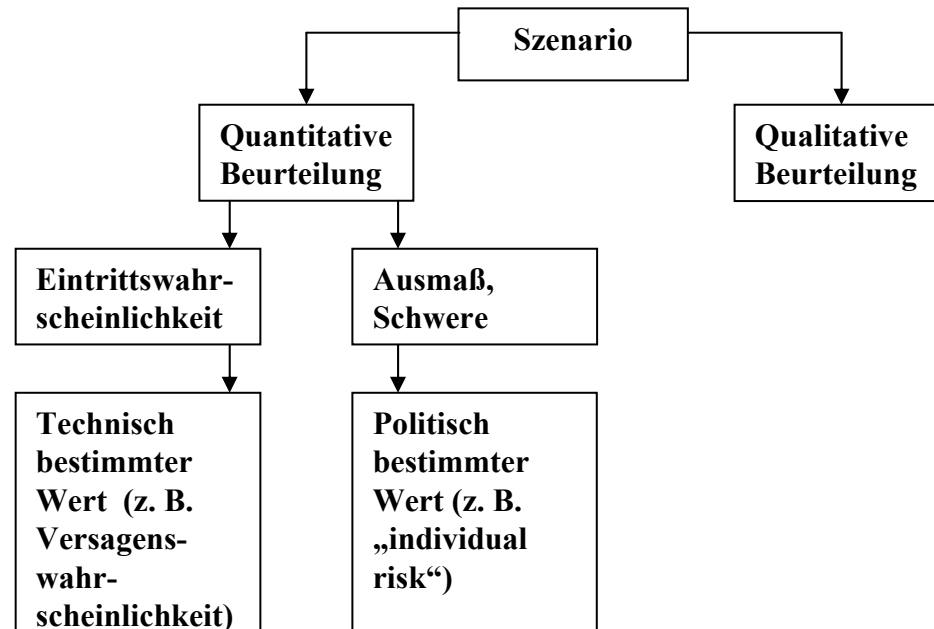
- Sicherheitsbericht: Revidierte Fassung der „Guidance“ aus dem Jahr 1997 mit einem erweiterten Kapitel zu Teil IV/A des Anhangs II der Seveso II – Richtlinie (*Eingehende Beschreibung der Szenarien möglicher schwerer Unfälle nebst der Möglichkeiten und Bedingungen für ihr Eintreten, einschließlich einer Zusammenfassung der Vorfälle, die für das Eintreten jedes dieser Szenarien ausschlaggebend sein könnten*)
- Flächennutzung: Revidierte Fassung der “Guidance” aus dem Jahr 1999; es wird die Verwendung von Szenarien als Entscheidungsgrundlage empfohlen, für die Szenarienauswahl werden Kriterien definiert. Zusätzlich wurde ein gesondertes Dokument über notwendige Elemente eines Systems für Risikoanalysen in der Flächennutzung erstellt (“roadmaps”) und es wird an einer Datenbank für “Risikodaten und Risikoszenarien” gearbeitet

Zentrales Element: Szenarien

- ❑ Als Szenario wird dabei zumeist das Versagen der sicheren Umschließung (Loss of Containment), entweder gemeinsam mit den resultierenden Effekten (Freisetzung, Explosion, Brand) oder getrennt davon; in Einzelfällen ist der "Verlust des sicheren physikalischen Zustandes" (= Selbstzersetzung; Loss of Physical Integrity) das Szenario
- ❑ Mit einem Szenario kann nachgewiesen werden dass
 - die getroffenen Sicherheitsmaßnahmen (Vermeidung, Begrenzung) ausreichend sind,
 - zusätzliche Maßnahmen erforderlich sind oder
 - ein geplanter Standort, eine Kapazitätserweiterung oder eine Verfahrensänderung wegen möglicher Auswirkungen wegen der erforderlichen Maßnahmen nicht verwirklicht werden sollen.
- ❑ Die Auswahl der Szenarien soll nach Eintrittswahrscheinlichkeit und dem Ausmaß möglicher Auswirkungen vorgenommen werden; innerhalb dieses Rahmens können sie verschiedenen Ebenen zugeordnet werden: Anlagensicherheit (Vermeidung, Begrenzung der Folgen im Betrieb), Raumplanung und Flächennutzung, externer Katastrophenschutz

Risikodaten wofür

Entsprechend der Definition eines Szenarios gibt es zwei Anwendungsbereiche für "Risikodaten". Die Grenzwerte für das Ausmaß sind politisch bestimmt und nicht Gegenstand der MAHB – Aktivitäten; diese befassen sich nur mit den technisch bestimmten Werten für Versagenswahrscheinlichkeiten





Datenbank für "Risikodaten und Risikoszenarien"

- Die Aktivitäten der EU-Kommission bez. Risikodaten stehen in Zusammenhang mit der Datenbank gem. Art. 12 Seveso II
- Die Datenbank soll eine systematische Auswahl von Referenzszenarien für die Risikoanalyse in der Flächennutzung ermöglichen
- Die Auswahl kann nach qualitativen oder quantitativen Kriterien erfolgen
- Für die quantitative Auswahl sind Wahrscheinlichkeitswerte für das Versagen der "sicheren Umschließung" erforderlich, ebenso probabilistische Zuverlässigkeitswerte für Maßnahmen
- Die Datenbank soll im Internet frei zugänglich sein, somit können nur Daten aus "open sources" verwendet werden
- Die verfügbaren Daten stammen z. T. aus "historischen" Quelle, diverse Randbedingungen sind nicht bekannt



Herkunft der Daten für Versagenswahrscheinlichkeiten

- Rasmussen-Report (1975): Zusammenstellung von Daten aus 2 Jahren Erfahrung in 17 Atomkraftwerken, die 1972 in Betrieb waren
- Canvey-Report der HSE (1978/81): Studie über die Risikoverträglichkeit eines Raffinerieprojekts; Referenzdaten aus 1956 – 1977
- Rijnmond – Report , auch “COVO-Study” (1982): Risikostudie zu Industriestandorten im Rheindelta; Referenzdaten aus 1966 – 1976
- Cox/Lees/Ang: *“Classification of Hazardous Locations”* (1992): Referenzdaten aus 1969 – 1989
- Mannan/Lees: *“Loss Prevention in Process Industries”* (2005): Referenzdaten aus 1972 - 2000

Daten für Versagenswahrscheinlichkeiten mit nationaler „Anerkennung“

- „Purple Book“ (NL): 13 Committee for the Prevention Disasters (CPR), 1999, *“Guideline for Quantitative Risk Assessment-“Purple Book”* CPR18E
- Handboek Kanscijfers – auch AMINAL (Belgien – Flandern): Handboek Kanscijfers voor het opstellen van een Veiligheidsrapport, 1/10/2004, AMINAL – Afdeling Algemeen Milieu- en Natuurbeleid
- HSE/FRED (GB): *“Failure rate and event data for use in risk assessment (FRED)”*, issue 1, Nov 99 (RAS/99/20) – HSE, *“New failure rates for land use planning QRA Update”* RAS/00/22 - HSE, *“Chapter 6K: Failure rate and event data for use within risk assessments”* 2/09/2003

Vergleich der „national anerkannten“ Werte

Vergleich von Versagenswahrscheinlichkeiten	
Quelle	Wert
Druckbehälter, 10 mm Leck	
Purple Book	$1 \cdot 10^{-4}$
FRED (13 mm)	$1 \cdot 10^{-5}$
AMINAL	$1,13 \cdot 10^{-5}$
Rohrleitung, Komplettbruch	
Purple Book < 75mm	$1 \cdot 10^{-6}$
Purple Book 75 mm – 150 mm	$3 \cdot 10^{-7}$
Purple Book > 150 mm	$1 \cdot 10^{-7}$
FRED < 50 mm	$1 \cdot 10^{-6}$
FRED 50 – 150 mm	$5 \cdot 10^{-7}$
FRED > 150 mm	$2 \cdot 10^{-7}$
AMINAL	$4,72 \cdot 10^{-7}$ L/D

Bisherige Projekte der EU – Kommission zum Thema

- ASSURANCE (Assessment of Uncertainties in Risk Analysis of Chemical Establishments): Risikoanalyse von 7 Teams für eine hypothetische Anlage, 6 davon mit probabilistisch/quantitativem Ansatz; im Ergebnis z. T. gravierende Unterschiede in den angenommenen Wahrscheinlichkeiten
- ARAMIS (Accidental Risk Assessment Methodology for Industries in the context of the Seveso II Directive): Versuch der Entwicklung einer kombinierten deterministisch-probabilistischen Analysemethode; im Rahmen der Arbeiten auch umfangreiche Literaturstudie zu Wahrscheinlichkeiten und Bewertung der Daten

Streuung der Daten

Vergleich Versagenswahrscheinlichkeiten aus ASSURANCE				
ANLAGENTEIL	SCENARIO	Versagenswahrscheinlichkeit		Einheit
		Min.	Max.	
Rohrleitungen	Ø 20 cm, Leck	1,8.10⁻⁸	4,6. 10⁻⁷	Pro M. & Jahr
	Ø 10 cm, Bruch	7,3.10⁻⁸	1,4.10⁻⁶	Pro M. & Jahr
Druckbehälter	Versagen	4,0.10⁻⁷	1,3.10⁻⁵	Pro Jahr
Behälter f. tiefkalte Lagerung	Versagen	1,0.10⁻⁸	1,0.10⁻⁶	Pro Jahr
Verladeeinrichtung LKW	Rohrabriss	1,5.10⁻⁷	2,1.10⁻⁴	Pro Vorgang & Jahr

Versagenswahrscheinlichkeiten nach ARAMIS

	Austrittsquerschnitt			
	Ø 10 mm	Ø 35 mm	Ø 100 mm	Vollst. Versagen
Anlagenteil	Versagenswahrscheinlichkeit pro Jahr			
Druckbehälter	$5 \cdot 10^{-5}$	$5 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-6}$	
Atmosph. Behälter	$1 \cdot 10^{-4} - 1 \cdot 10^{-5}$	$1,8 \cdot 10^{-5} - 2 \cdot 10^{-6}$	$5 \cdot 10^{-6} - 5 \cdot 10^{-7}$	$5 \cdot 10^{-6} - 5 \cdot 10^{-7}$
	Versagenswahrscheinlichkeit pro Betriebsstunde			
Verladearm	$3 \cdot 10^{-8}$		$3 \cdot 10^{-6} - 3 \cdot 10^{-7}$	
	10 % Ø	22 % Ø	44 % Ø	Bruch
	Versagenswahrscheinlichkeit pro Jahr und Meter			
Rohrleitung < 75 mm	$1,18 \cdot 10^{-5}$	$7,93 \cdot 10^{-5}$	$3,3 \cdot 10^{-5}$	$1,22 \cdot 10^{-6}$
Rohrleitung ≥ 75 mm - < 150 mm	$2,5 \cdot 10^{-6}$	$1,11 \cdot 10^{-6}$	$4,62 \cdot 10^{-7}$	$3,5 \cdot 10^{-7}$
Rohrleitung > 150 mm	$1,75 \cdot 10^{-6}$	$6,50 \cdot 10^{-7}$	$2,7 \cdot 10^{-7}$	$1,18 \cdot 10^{-7}$

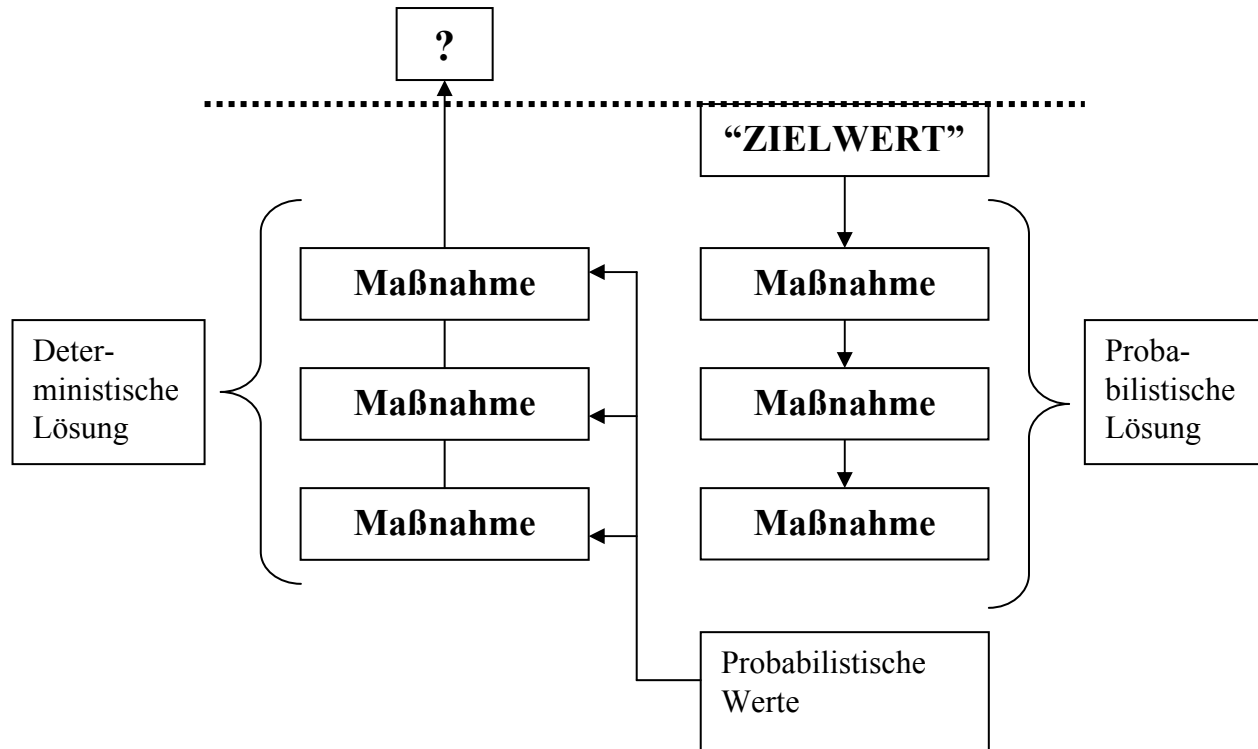
Situation

- Der Kenntnisstand betreffend Daten für Versagenswahrscheinlichkeiten und numerische Kenngrößen der Zuverlässigkeit von Komponenten ist unbefriedigend
- Eine Reihe von EU – Mitgliedstaaten (B, GB, HUN, NL, SLK, SLW, SP) verwendet die vorhandenen Werte für Versagenswahrscheinlichkeiten trotzdem
- Die Industrie besitzt eigene Daten, veröffentlicht sie jedoch kaum
- Die Anwendung bzw. Bewertung der Daten erfordert stets ein “deterministisches Element (expert judgment)”
- Der Vorteil des Verwendens der Versagenswahrscheinlichkeiten liegt offenbar in der einfacheren Beweisführung für “How safe is safe enough?”

Möglichkeiten zur Verbesserung der Situation

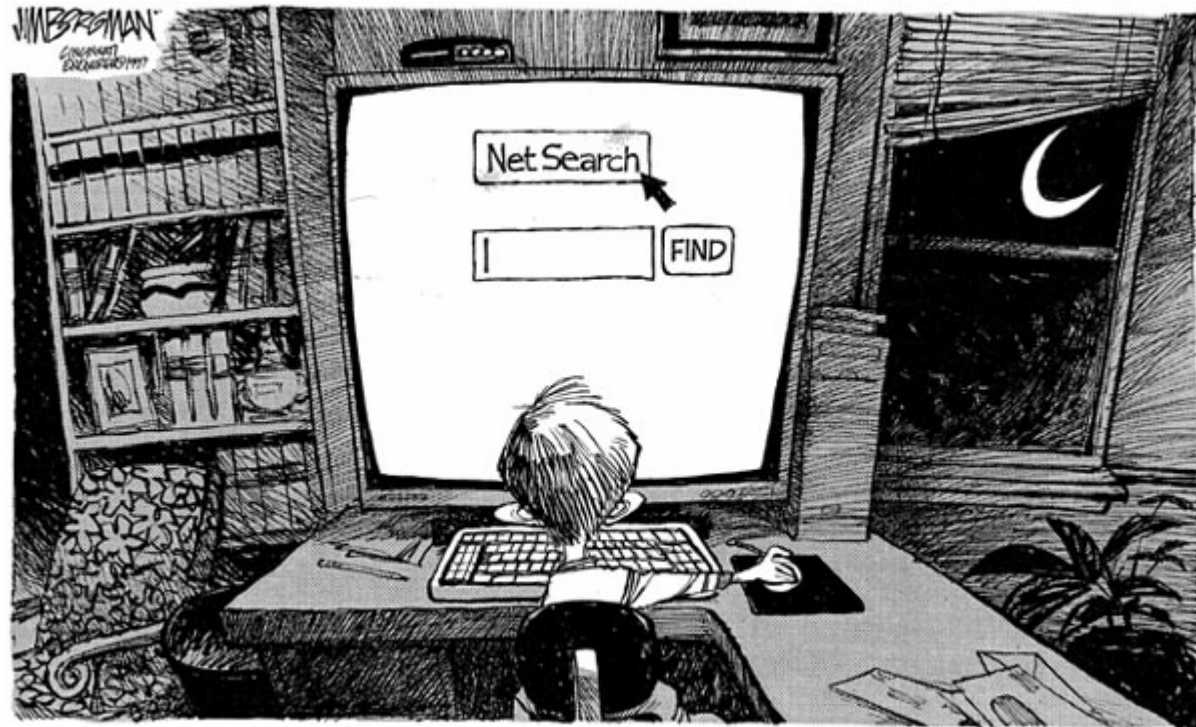
- Die derzeit vorhandenen Daten mit aktuellen Erkenntnissen bewerten und versuchen, Verbesserungen und Ergänzungen zu erreichen
- Strategie des Herleitens über typische Fehlerbäume: wäre die korrekteste Methode, erfordert aber Wahrscheinlichkeiten von Auslöseereignissen und akzeptierte Werte für die Bewertung der Effizienz von Maßnahmen
- Strategie nach Taylor (Studie für RIVM/NL aus 2003 – 2005 "*Hazardous materials release and accident frequencies for process plants* „): Kombination von sog. "baseline frequencies" mit Zu- und Abschlägen je nach konkreten Stoffeigenschaften, Betriebsbedingungen etc. – sehr aufwändiges Verfahren mit vielen deterministischen expert judgment - Elementen

Vergleich der Ansätze: Was wäre das Ergebnis?





Danke für die Aufmerksamkeit ...



MIDNIGHT IN THE GARDEN OF GOOD AND EVIL

Erfahrungen mit der Schweizerischen Störfallverordnung (StFV)

1. Vorgeschichte
2. Ziele der Störfallverordnung (StFV)
3. Geltungsbereich
4. Verfahren und Verantwortlichkeiten
5. Schadenindikatoren und Risiko-Beurteilungskriterien
6. Beispiel für die Ermittlung einer Risiko-Summenkurve
7. Erkenntnisse aus dem Vollzug und aktuelle Themen

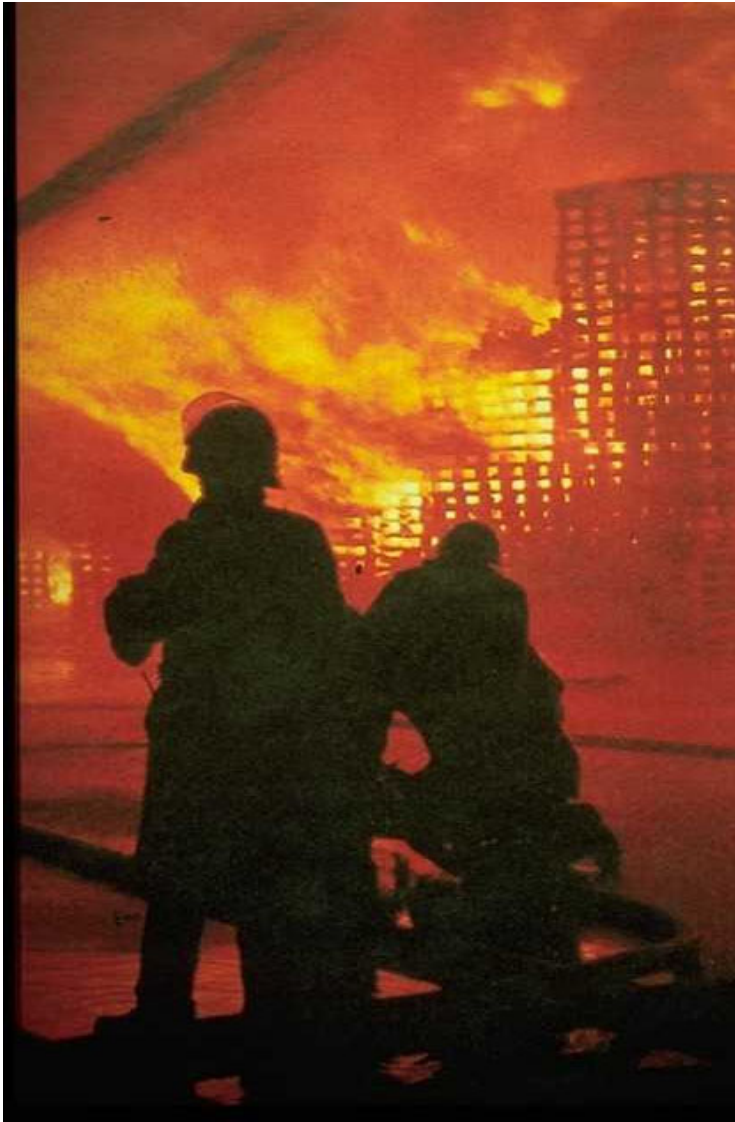
Peter Locher, dipl. Natw. ETH, Ernst Basler + Partner AG, Zollikon

nach Rücksprache mit der Fachstelle der StFV, dem Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL)



„Wer Anlagen betreibt oder betreiben will, die bei ausserordentlichen Ereignissen den Menschen oder seine natürliche Umwelt schwer schädigen können, trifft die zum Schutz der Bevölkerung und der Umwelt notwendigen Massnahmen. Insbesondere sind

- die geeigneten Standorte zu wählen,
- die erforderlichen Sicherheitsabstände einzuhalten,
- technische Sicherheitsvorkehrungen zu treffen sowie
- die Überwachung des Betriebes und
- die Alarmorganisation zu gewährleisten.“



Schäden und Auswirkungen:

- Großbrand 1000 Tonnen Chemikalien
- über Löschwasser Verschmutzung des Rheins bis zur Mündung
- keine Todesopfer oder Schwerverletzte
- Schäden von ca. 100 Mio. Fr.
- grosse Besorgnis in der Öffentlichkeit
- enormes Medienecho
- Kritik an der chemischen Industrie
- Antwort der Politik: Konkretisierung Art. 10 Umweltschutzgesetz

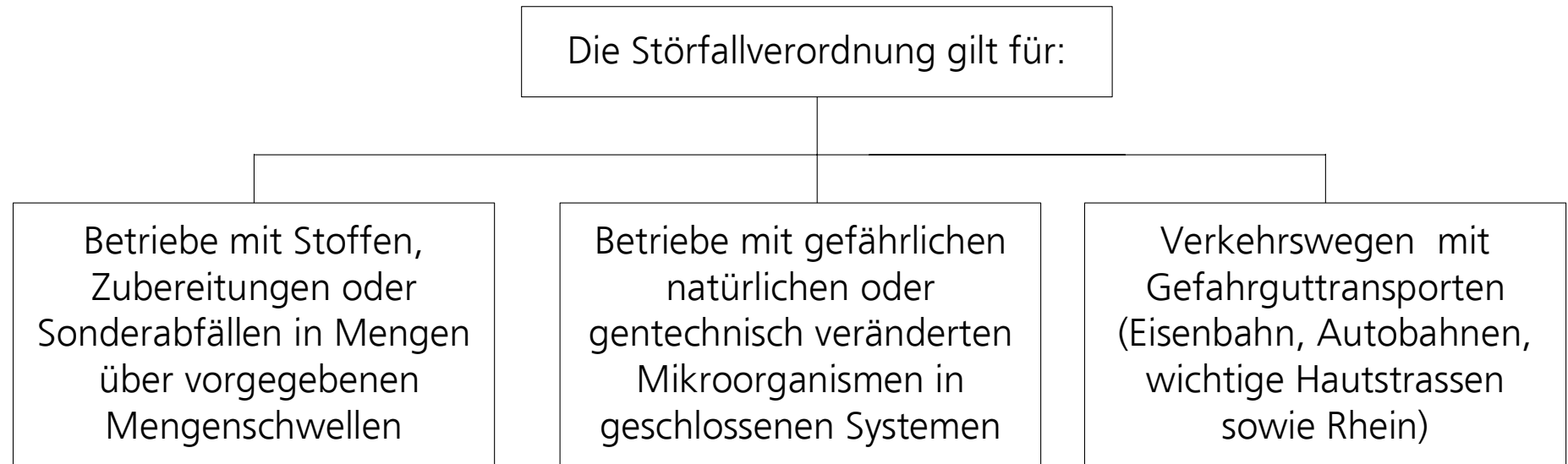
➔ Inkraftsetzung StFV am 1.4.1991

Zielsetzung der Störfallverordnung

- **Schutz der Bevölkerung und der Umwelt vor den Auswirkungen schwerer Störfälle beim Betrieb von Anlagen**
- Erfassen der Risiken für Bevölkerung und Umwelt
- Eigenverantwortliches Treffen der geeigneten Massnahmen zur Verminderung des Risikos durch den Inhaber
- Kontrolle der Eigenverantwortung und Beurteilung der Risiken durch die Vollzugsbehörden
- Information der Bevölkerung

Erfahrungen mit der Schweizerischen Störfallverordnung (StFV)

Geltungsbereich der Störfallverordnung



- Über andere Verordnung geregelt, aber vergleichbares Verfahren wie gemäss StFV: neue Erdgasleitungen (ab vorgegebenem Mindestdruck bzw. -durchmesser)

Humantoxizität:

		Kriterien für Mengenschwelle			
		200 kg	2'000 kg	20'000 kg	200'000 kg
a	EU-Klassierung	T+	T, C	Xn	Xi
b	akute Toxizität				
	– oral (mg/kg)	≤ 25	25 - 200	200 - 2000	
	– dermal (mg/kg)	≤ 50	50 - 400	400 - 2000	
	– inhalativ (mg/l 4h)	≤ 0.5	0.5 - 2	2 - 20	
c	RSD-Klassierung				
	– Kl. 8		VG I, II		VG III
	– Kl. 6.1	VG I	VG II	VG III	

VG: Verpackungsgruppe

Brand- und Explosionseigenschaften:

		Kriterien für Mengenschwelle			
		200 kg	2'000 kg	20'000 kg	200'000 kg
a	Brandgefährlichkeitsgrad nach Sicherheitsinstitut		E1	E2, AF, HF, F1, F2, O1, O2	F3, F4, O3
b	EU-Klassierung		E	F+, F, O, R10	
c	Flammpunkt (°C)			≤ 55	> 55
d	ADR-Klasse 3			VG I, II	VG III

VG: Verpackungsgruppe

Ökotoxizität:

		Kriterien für Mengenschwelle			
		200 kg	2'000 kg	20'000 kg	200'000 kg
a	akute Toxizität für Daphnien EC 50 1) nach einem Tag		≤ 10 mg/l		
b	Akute Toxizität für Fische EC 50 2) nach zwei bis vier Tagen		≤ 10 mg/l		

1) Mittlere effektive Konz. der Schwimmunfähigkeit für 50% der Daphnien

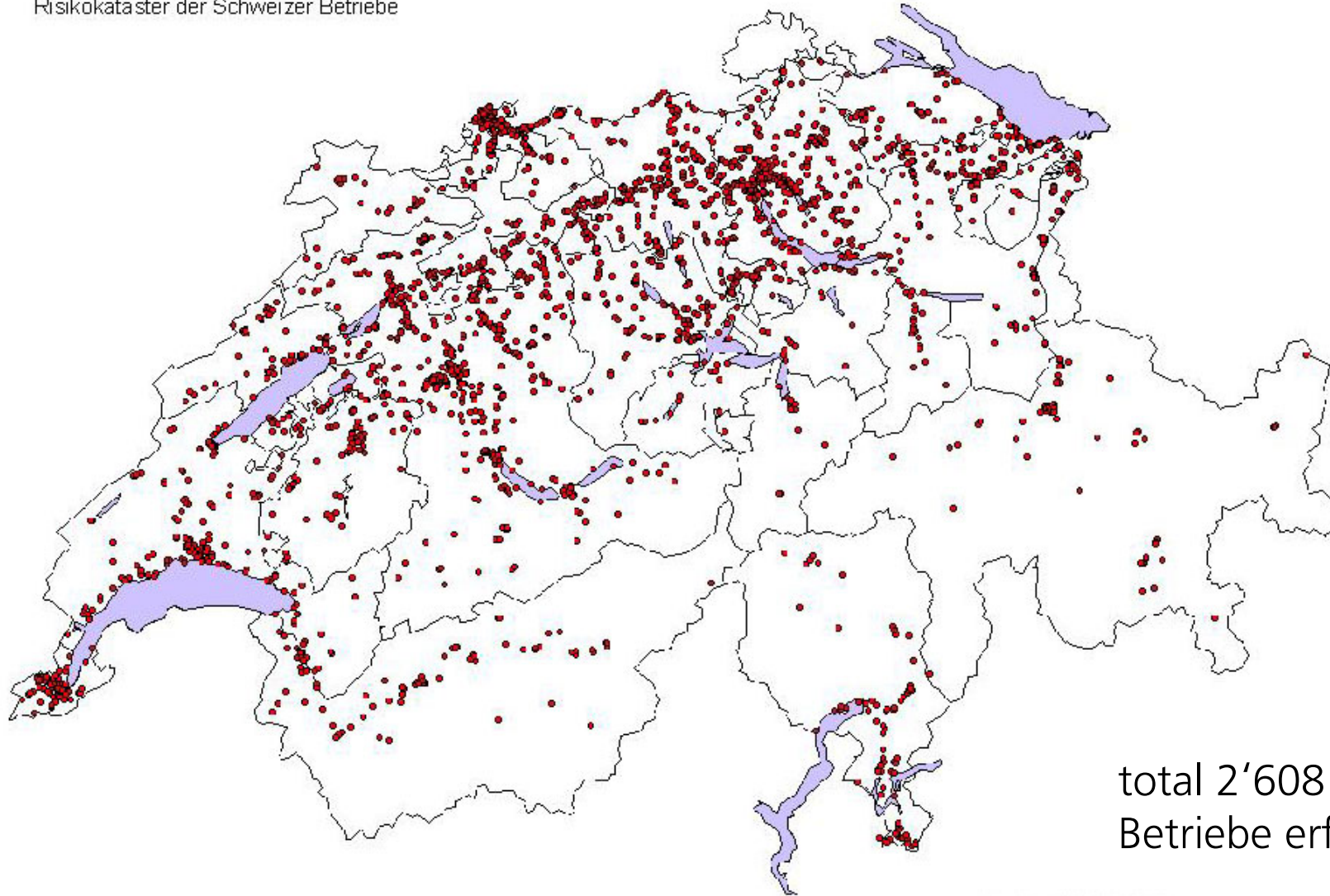
2) Mittlere letale Konzentration

Stoff	Mengenschwelle gemäss		
	StFV CH	Seveso II (Richtlinie 96/82/EG)	
		Mitteilung (Art. 6 und 7)	Sicherheitsbericht (Art. 9)
Chlor	200 kg	10 t	25 t
Ammoniak	2 t	50 t	200 t
Brom	2 t	20 t	100 t
Ethylenoxid	200 kg	5 t	50 t
hochentzündliche Flüssiggase	20 t	50 t	200 t
Benzin	200 t	2'500 t	25'000 t
Heizöl	500 t	2'500 t	25'000 t
Polychlordibenzodioxine	1 kg		1 kg

Erfahrungen mit der Schweizerischen Störfallverordnung (StFV)

Geltungsbereich der Störfallverordnung: Übersicht Betriebe

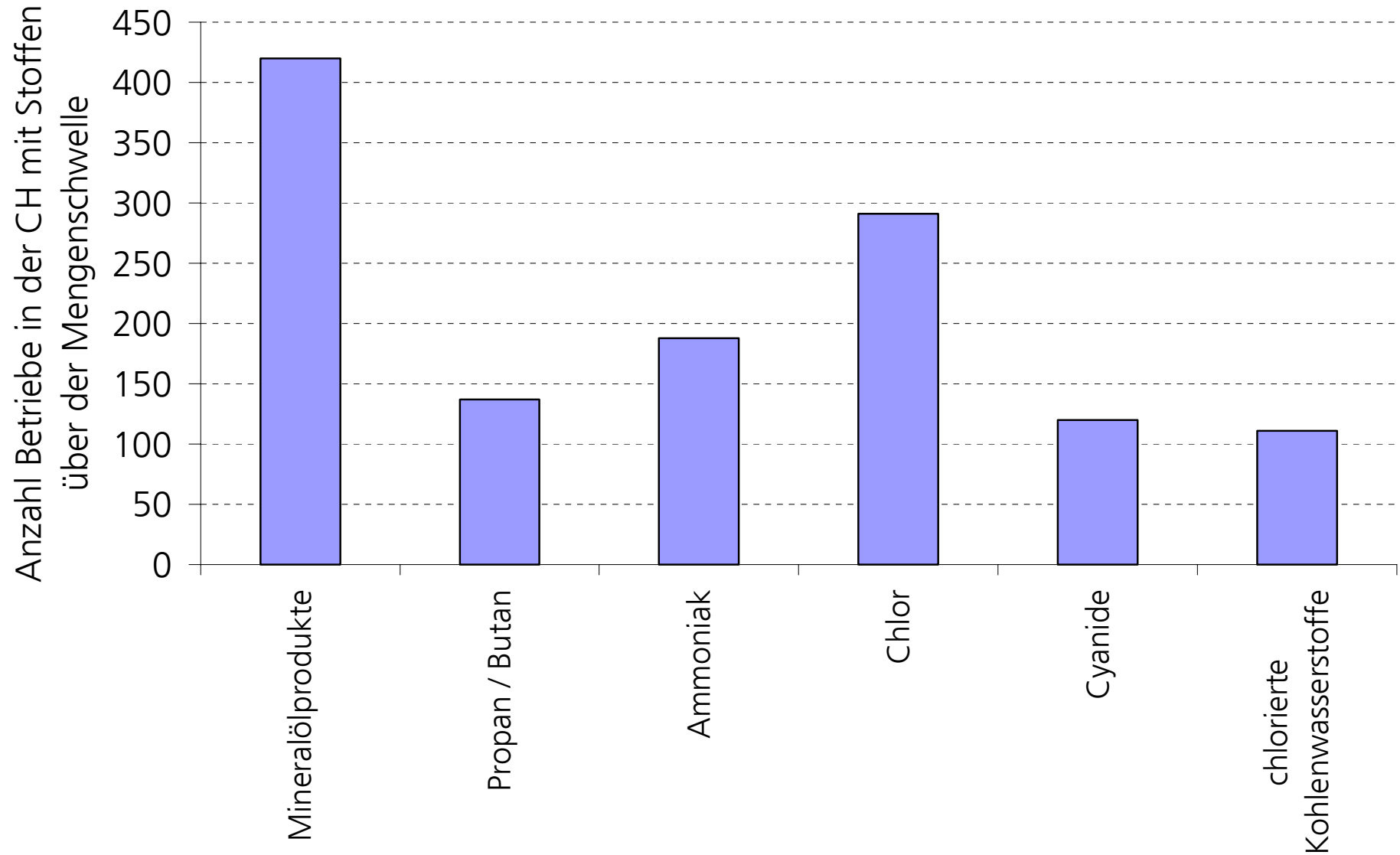
Risikokataster der Schweizer Betriebe

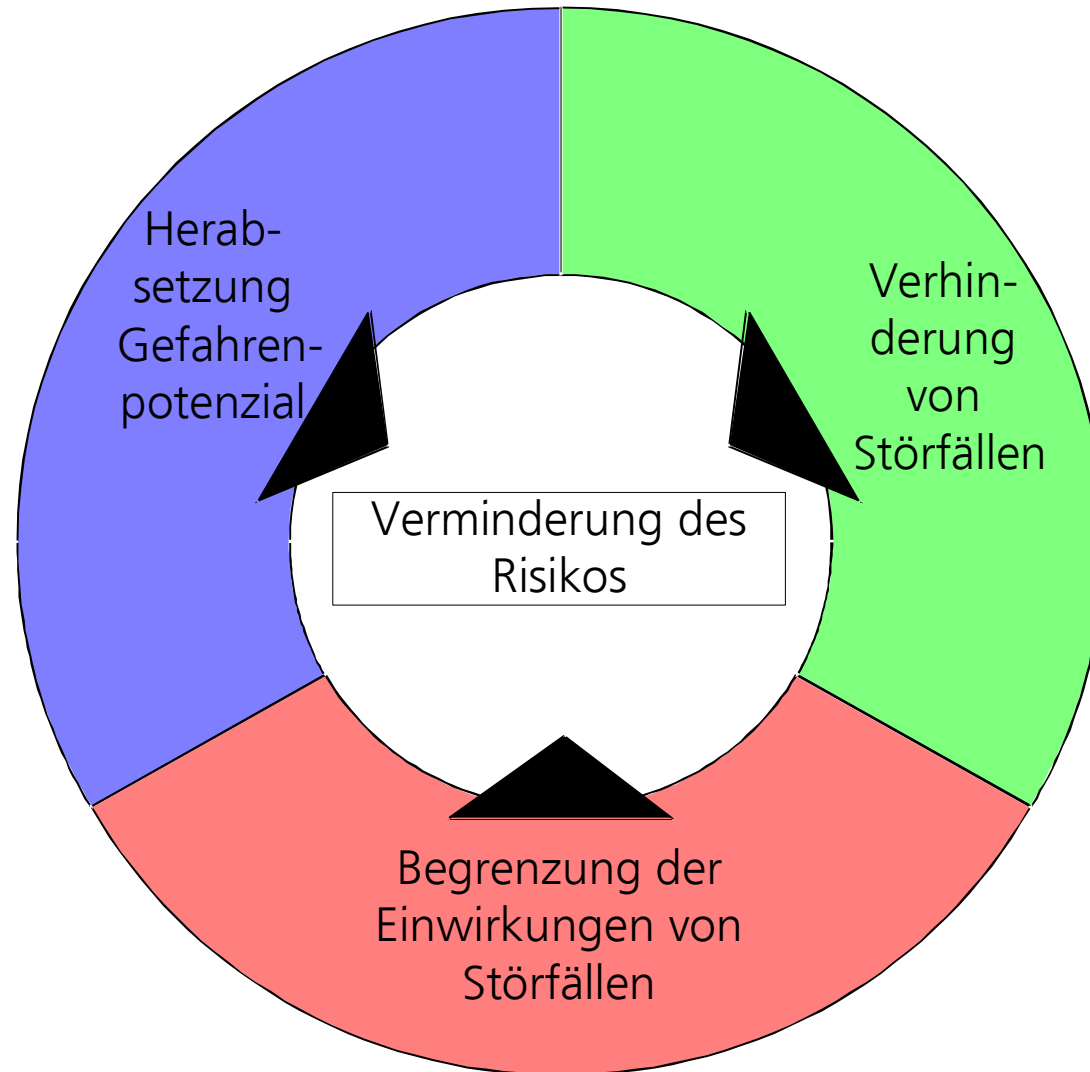


total 2'608
Betriebe erfasst

Quelle: BUWAL 2001

Geltungsbereich der StFV: Übersicht wichtige Stoffe





Sicherheitsmassnahmen im Rahmen der Störfallverordnung

Im Rahmen der StFV sind zwei Arten von Sicherheitsmassnahmen zu unterscheiden:

- **Allgemeine Sicherheitsmassnahmen** (Art. 3):

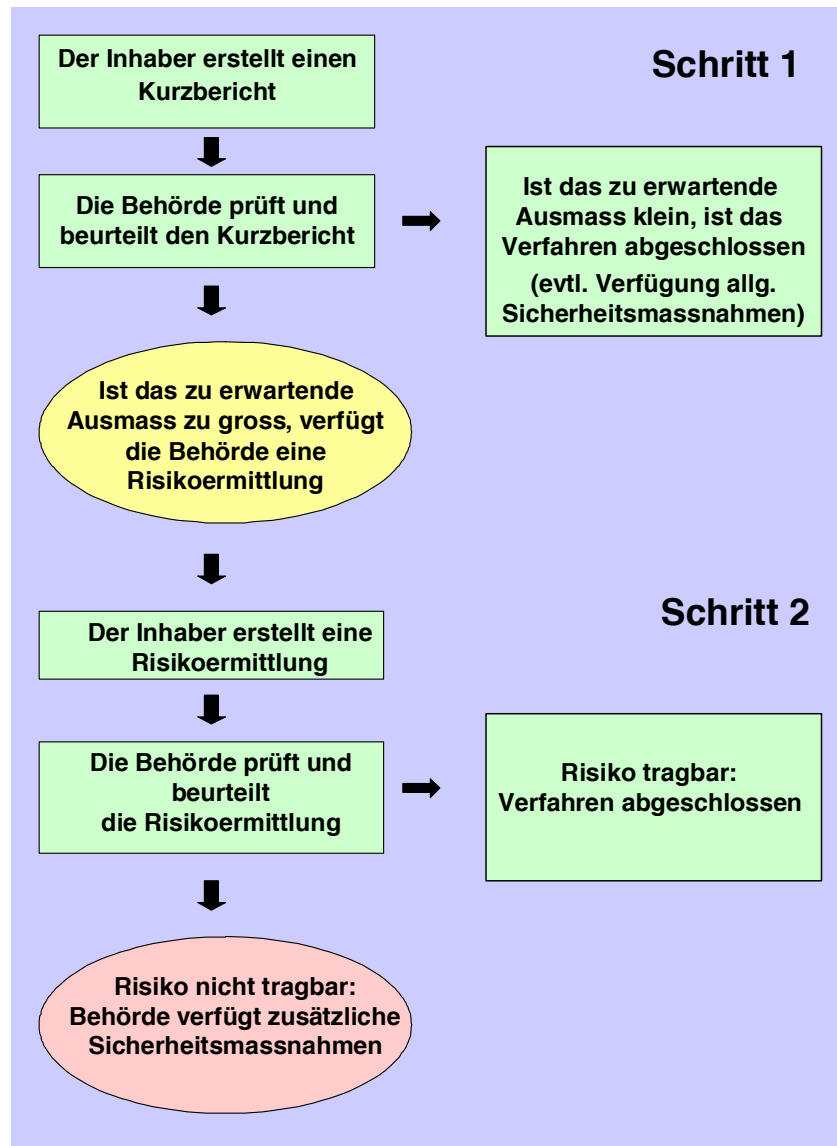
„Der Inhaber eines Betriebs oder eines Verkehrswegs muss alle zur Verminderung des Risikos geeigneten Massnahmen treffen, die nach dem Stand der Sicherheitstechnik verfügbar und wirtschaftlich tragbar sind.“

- **Zusätzliche Sicherheitsmassnahmen** (Art. 8):

Wird das Risiko von den Vollzugsbehörden als nicht tragbar beurteilt, so verordnet sie die notwendigen zusätzlichen Sicherheitsmassnahmen, nötigenfalls auch Betriebsbeschränkungen oder –verbote.

Erfahrungen mit der Schweizerischen Störfallverordnung (StFV)

Verfahren und Verantwortlichkeiten



- Inhaber:
 - Eigenverantwortliche Umsetzung von allg. Sicherheitsmassnahmen
 - Erstellen Kurzbericht
 - Erstellen Risikoermittlung auf Verlangen der Vollzugsbehörde
- Vollzugsbehörden Kantone / Bund:
 - Prüfung + Beurteilung Kurzbericht
 - Prüfung allg. Sicherheitsmassn.
 - Verfügung, Prüfung und Beurteilung Risikoermittlung
 - Verfügung zusätzl. Massnahmen
- BUWAL:
 - Harmonisierung des Vollzugs mit Richtlinien bzw. Hilfsmitteln
 - Führen Risikokataster

Erfahrungen mit der Schweizerischen Störfallverordnung (StFV)

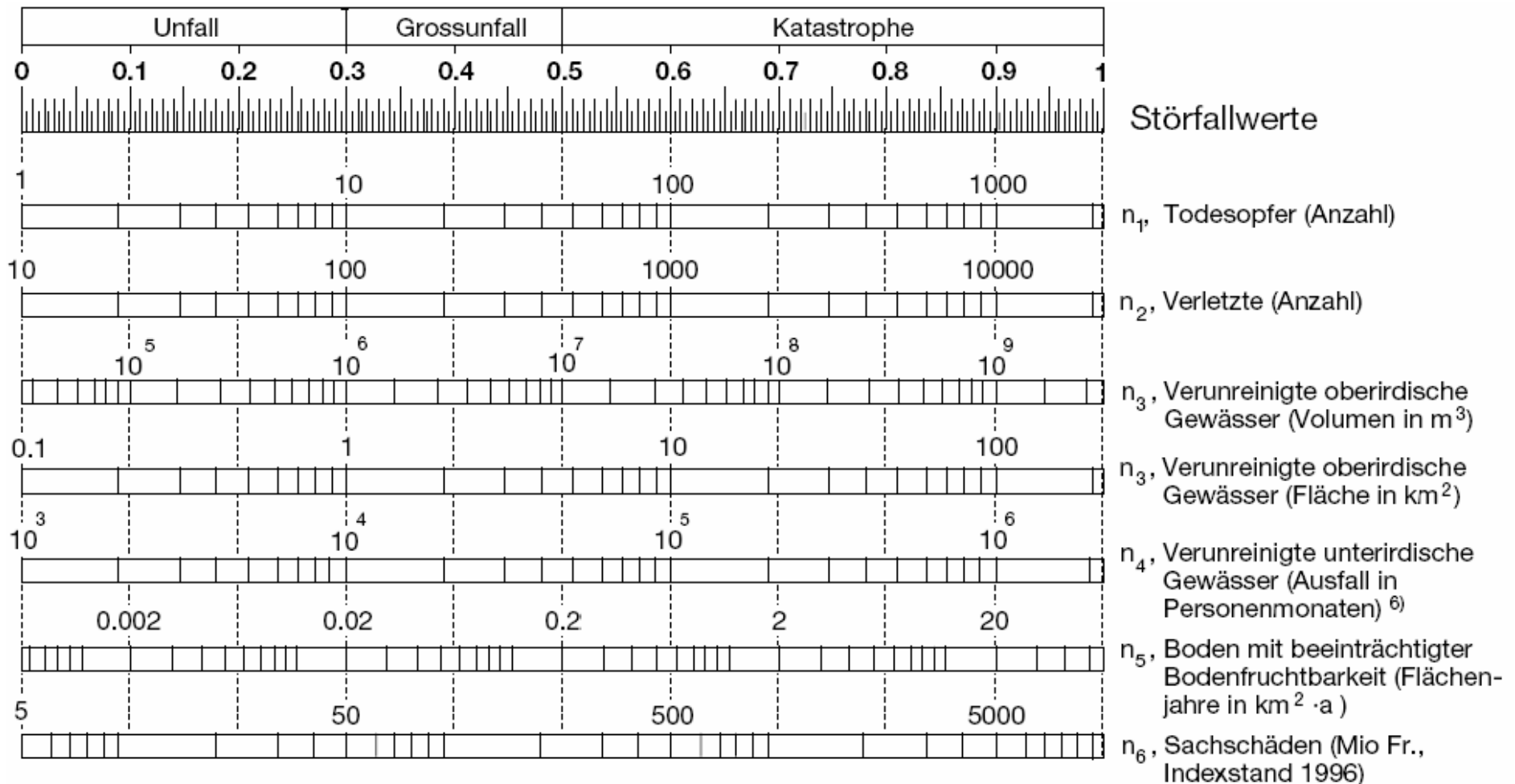
Inhalt Kurzbericht nach StFV (Betriebe)

Übersicht Inhalt Kurzbericht:

- Kurzbeschreibung Anlage und Umgebung
- Höchstmengen der im Betrieb vorhandenen Stoffe, Zubereitung oder Sonderabfälle, welche die Mengenschwellen überschreiten
- Angaben über die vorhandenen Sicherheitsmassnahmen
- Einschätzung des Ausmasses der möglichen Schädigungen infolge von Störfällen für die Bevölkerung sowie die Umwelt

Erfahrungen mit der Schweizerischen Störfallverordnung (StFV)

Beurteilung Kurzbericht: Indikatoren, Schwere eines Schadens



Risikoermittlung wird für einen Betrieb verfügt, wenn aufgrund des Kurzberichts eine schwere Schädigung (d.h. Störfallwert ≥ 0.3) möglich ist

Erfahrungen mit der Schweizerischen Störfallverordnung (StFV)

Inhalt Risikoermittlung nach StFV (Betriebe)

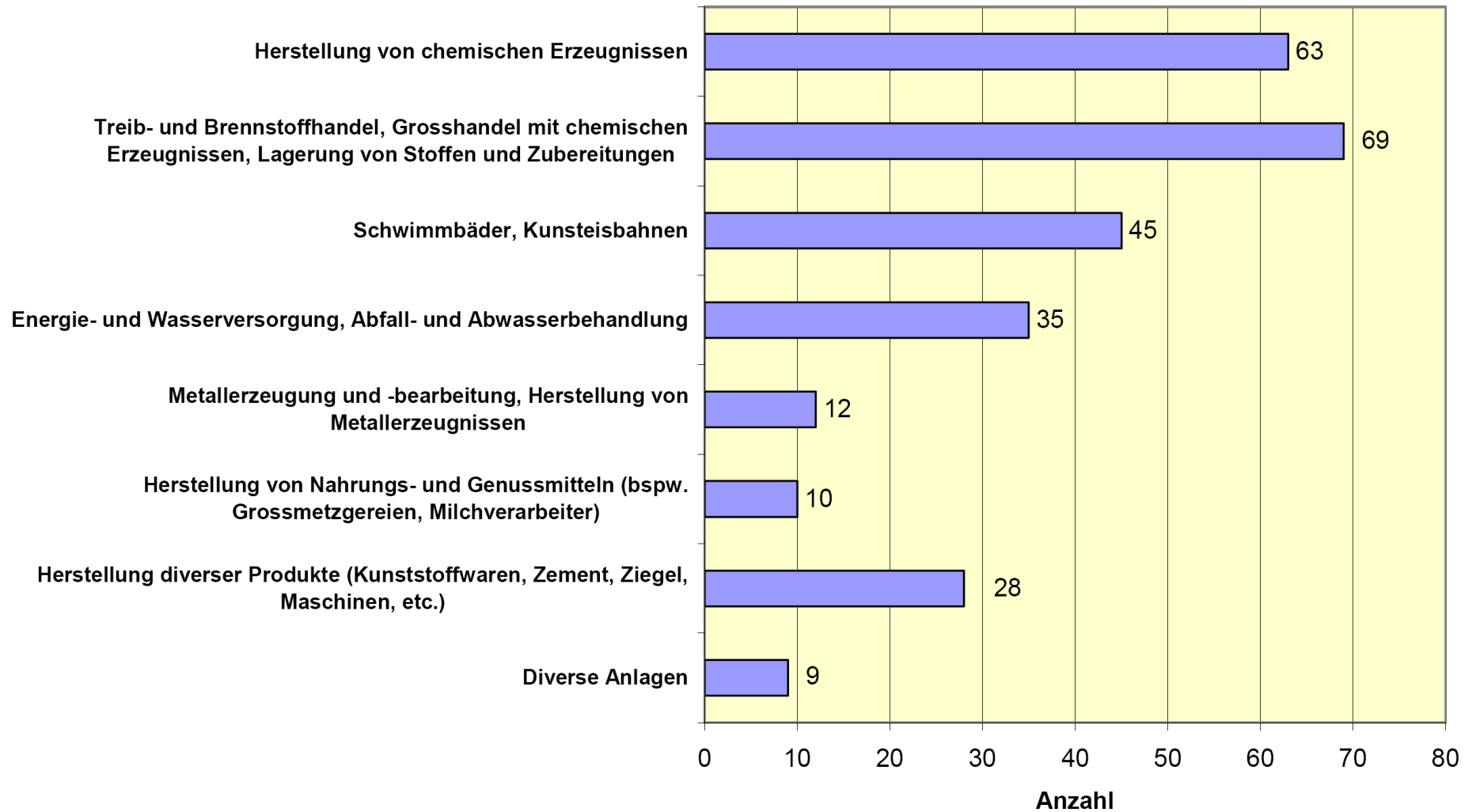
Inhalt einer Risikoermittlung (ergänzend zu den Inhalten des Kurzberichts):

- Unterteilung in Untersuchungseinheiten
- Charakterisierung der Gefahrenpotenziale pro Untersuchungseinheit
- Risikoanalyse für die wesentliche Störfallszenarien:
 - Freisetzungsvorgänge und deren Ursachen
 - Wirkungen anhand von Ausbreitungsvorgängen
 - Exposition in Bezug auf die massgeblichen Schadenindikatoren
 - Schadenausmass und zugehörige Eintretenshäufigkeit unter Berücksichtigung der Sicherheitsmassnahmen pro Schadenindikator
- Ergebnis: Summenkurve im H-A-Diagramm für Beurteilung Tragbarkeit

Methodische Vorgaben und Konventionen (Rahmenberichte, Methodikbeispiele) sind wichtig, um trotz beträchtlicher Unschärfen in der Ermittlung der Risiken die Vergleichbarkeit zwischen Risikoermittlungen zu gewährleisten.

Erfahrungen mit der Schweizerischen Störfallverordnung (StFV)

Risikoermittlungen gemäss StFV nach Branchen (Stand Jan. 05)



Erfahrungen mit der Schweizerischen Störfallverordnung (StFV)

Risikoermittlungen gemäss StFV nach Gemeinden (Stand Jan. 05)

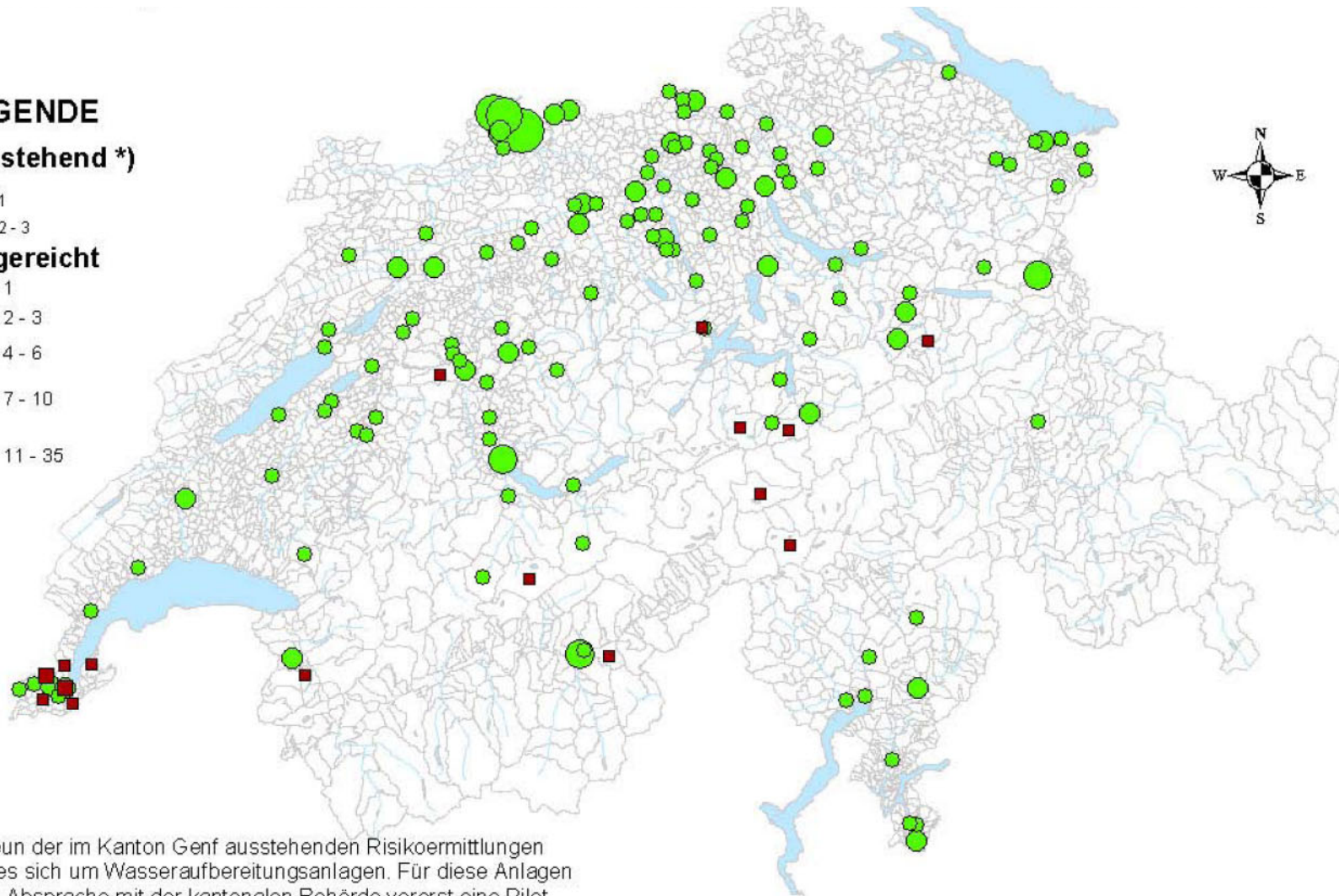
LEGENDE

Ausstehend *)

- 1
- 2-3

Eingereicht

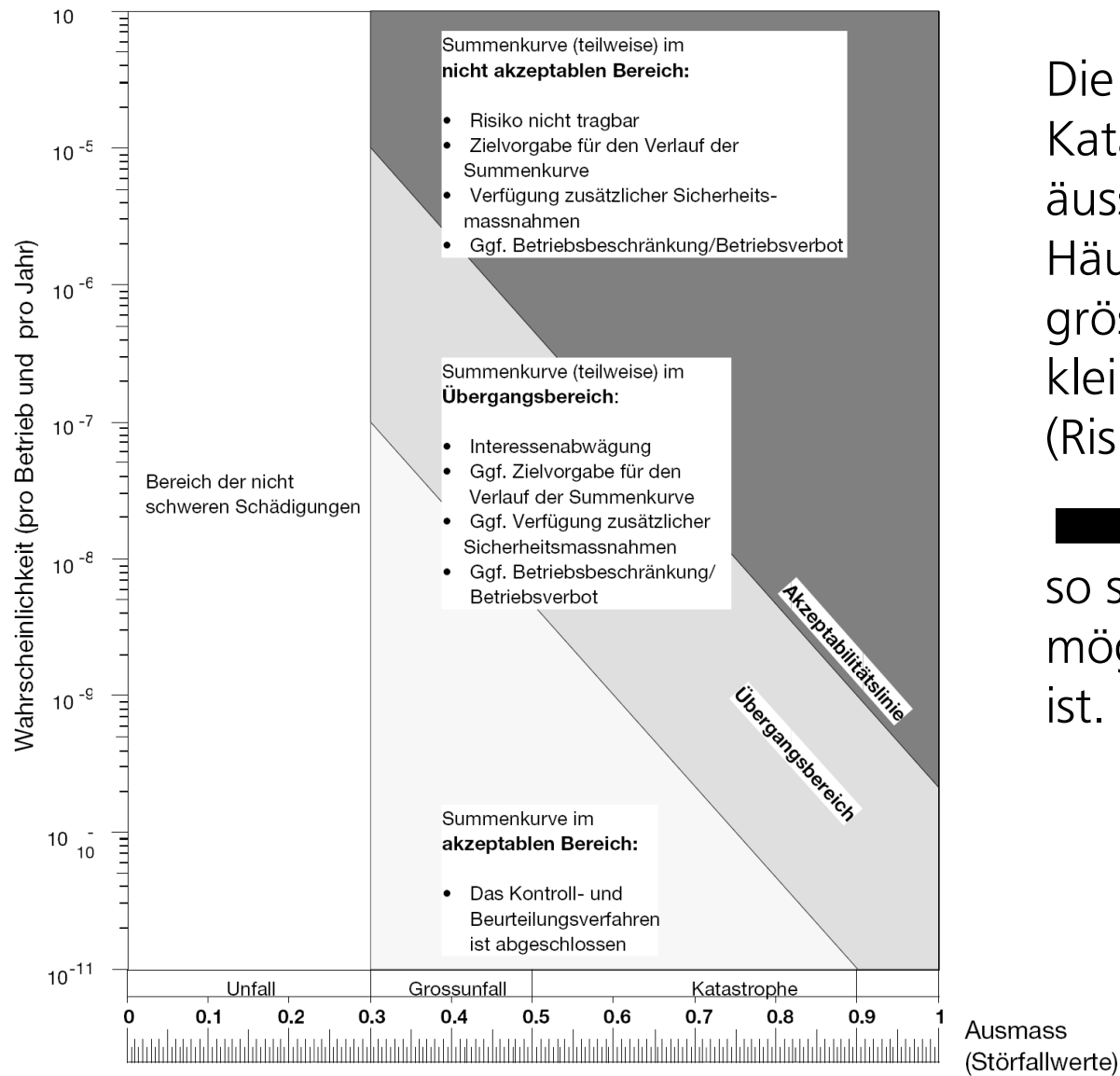
- 1
- 2-3
- 4-6
- 7-10
- 11-35



*) Bei neun der im Kanton Genf ausstehenden Risikoermittlungen handelt es sich um Wasseraufbereitungsanlagen. Für diese Anlagen wurde in Absprache mit der kantonalen Behörde vorerst eine Pilotrisikoermittlung erstellt. Die eigentlichen Risikoermittlungen für die einzelnen Anlagen stehen kurz vor dem Abschluss.

Erfahrungen mit der Schweizerischen Störfallverordnung (StFV)

Kriterien zur Beurteilung der Tragbarkeit der Risiken (Betriebe)



Die Zielsetzung des Katastrophenschutzes äussert sich darin, dass die Häufigkeit für einen 10fach grösseren Schaden 100fach kleiner sein muss! (Risikoaversion)

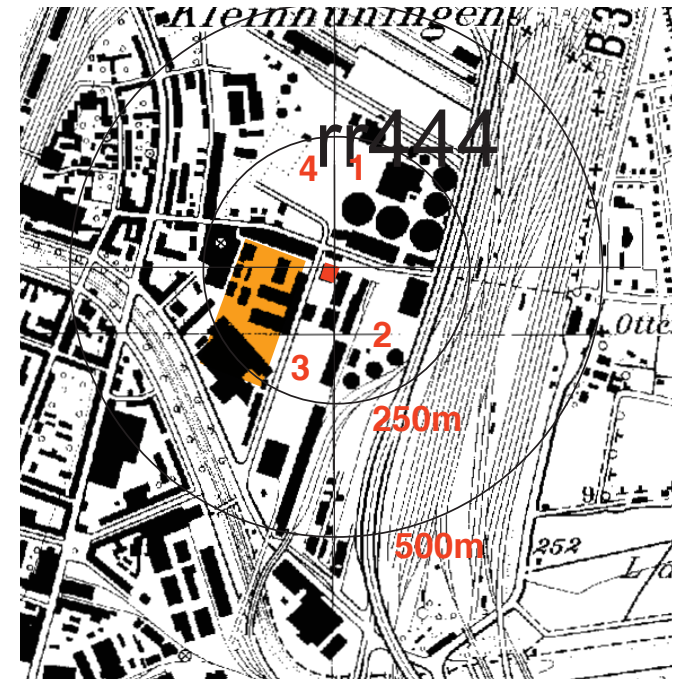
➔ Kriterien sind um so strenger, je grösser das mögliche Schadenausmass ist.

Fallbeispiel Eisenbahn: Ergebnisse Screening Personenrisiken



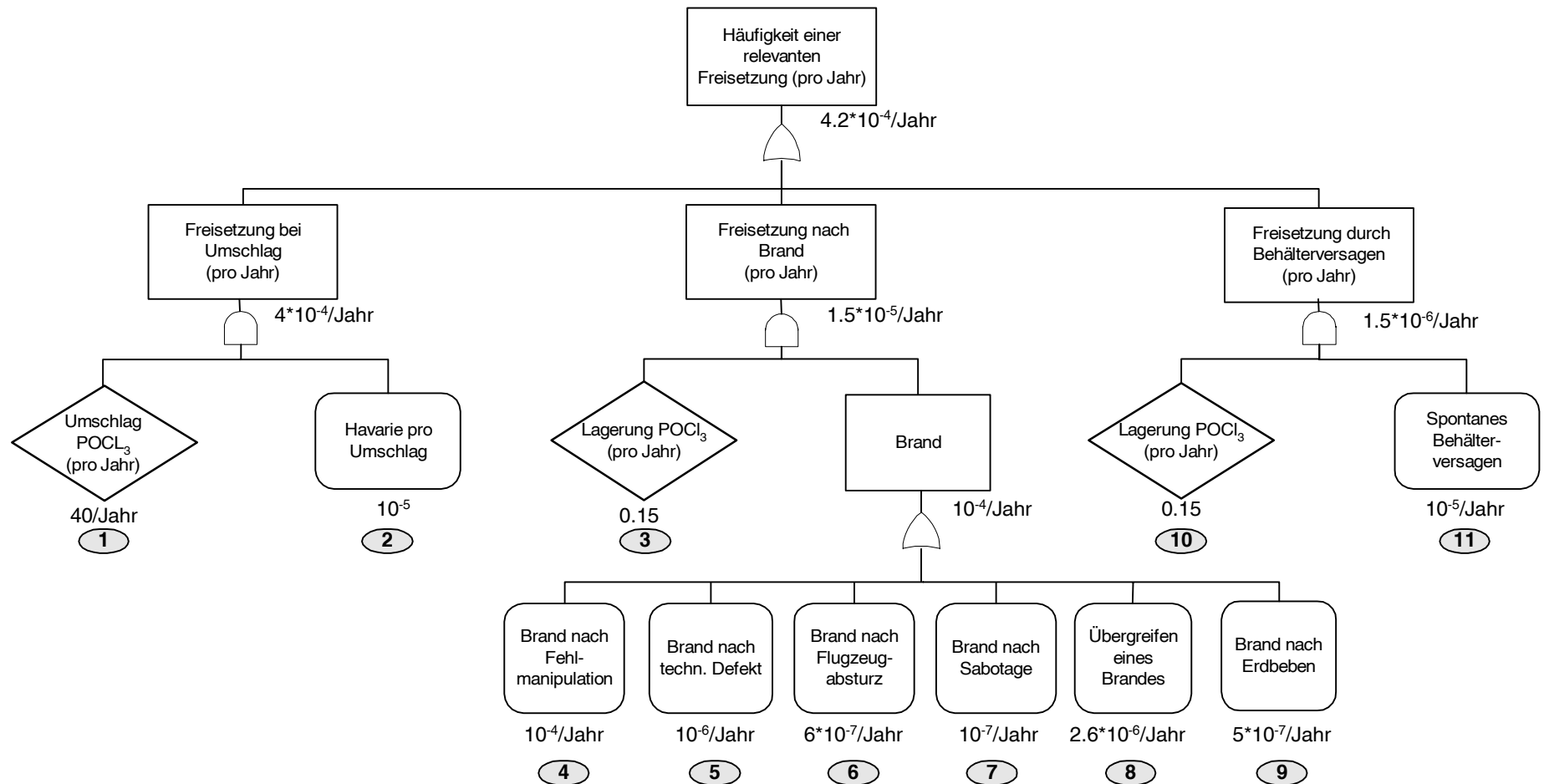
Ausgangslage und Vorgehen:

- Lagerung und Umschlag POCl_3 (max. 10 Container zu je 800 kg)
- Nutzungsänderung in der Nähe mit deutlicher Erhöhung Personendichte
- Szenarien:
 - Freisetzung POCl_3 infolge Beschädigung beim Umschlag oder infolge Brand
 - bei feuchter Witterung Reaktion mit Wasser zu HCl
- Freisetzungshäufigkeit anhand Fehlerbaum
- Ereignisbaum mit unterschiedlichen Szenarien in Bezug auf Personenexposition
- Ausbreitungsverhalten modelliert und humantoxische Wirkungen abgeschätzt
- Ergebnis: Summenkurve im H-A-Diagramm vor und nach Nutzungsänderung



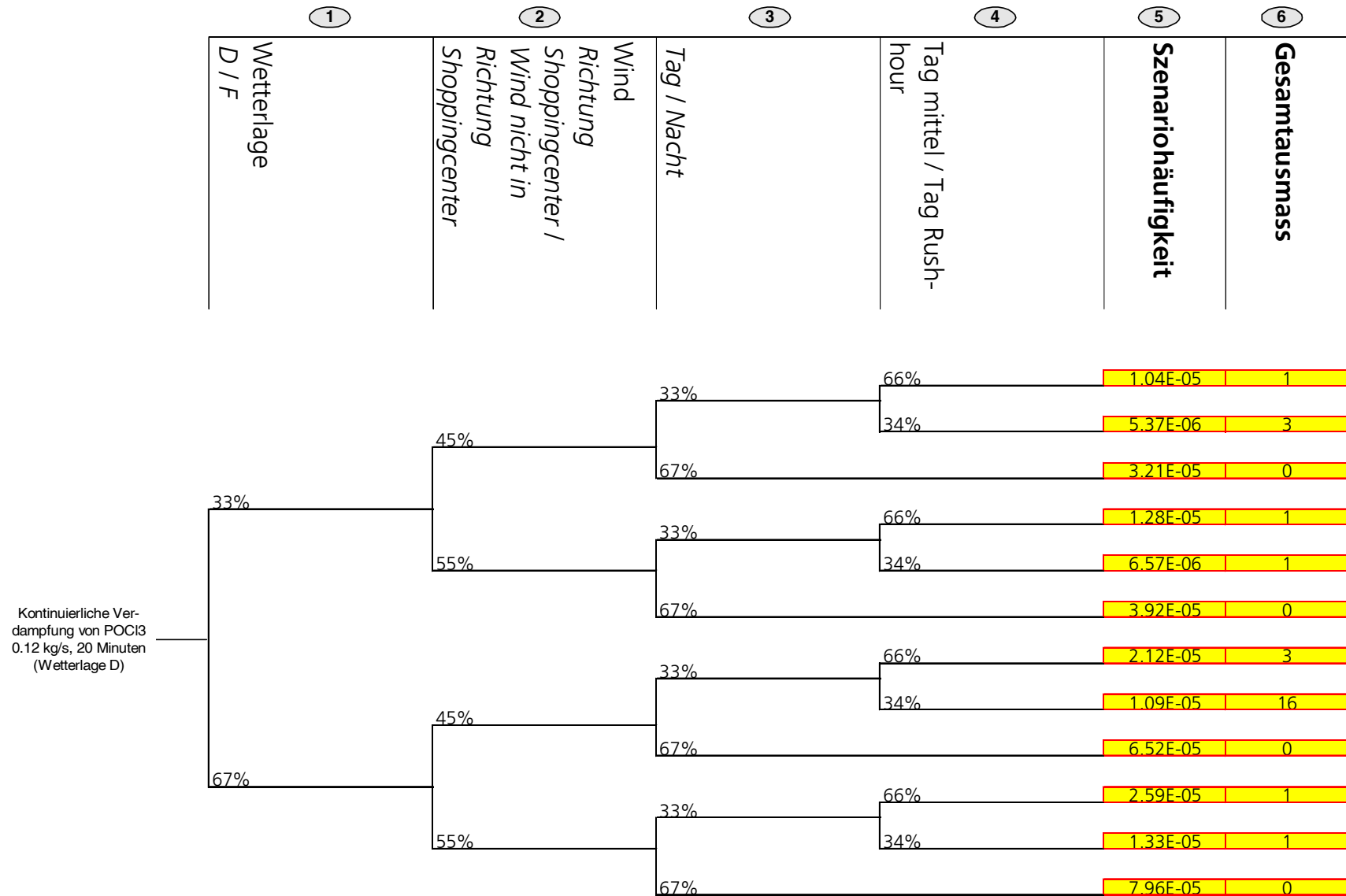
Erfahrungen mit der Schweizerischen Störfallverordnung (StFV)

Beispiel Phosphoroxychlorid: Fehlerbaum



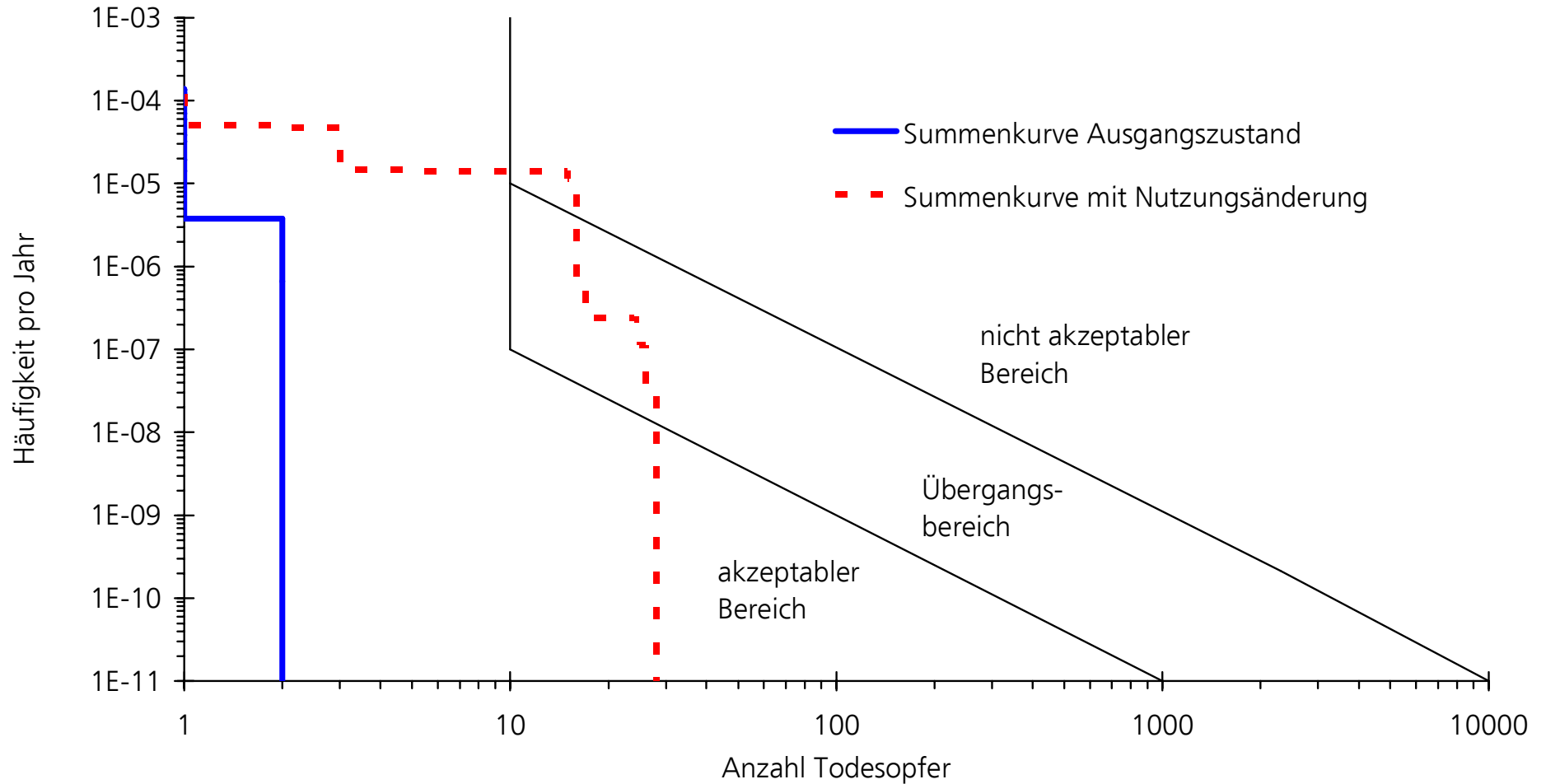
Erfahrungen mit der Schweizerischen Störfallverordnung (StFV)

Beispiel Phosphoroxychlorid: Ereignisbaum



Erfahrungen mit der Schweizerischen Störfallverordnung (StFV)

Beispiel Phosphoroxychlorid: Ergebnis als Summenkurve



Beispiel Phosphoroxychlorid: mögliche Massnahmen

- Herabsetzung des Gefahrenpotenzials:
 - geringere Lagermenge
 - besserer Standort
- Verhinderung von Störfällen:
 - Brandschutzmassnahmen
 - optimierte Handhabung beim Umschlag
- Begrenzung der Einwirkungen von Störfällen:
 - Gasdetektoren für raschere Alarmierung
 - Optimierung Einsatzplanung + Intervention durch Wehrdienste
 - bauliche Massnahmen (z.B. optimale Standorte für Frischluftzufuhr in die neu zu erstellenden Gebäude)
 - Beschränkung heikler Umschlagvorgänge auf personenarme Zeiten (z.B. frühmorgens)

Erkenntnisse aus dem Vollzug der StFV in der Schweiz

- Die StFV hat auf verschiedenen Ebenen zu einer Erhöhung der Sicherheit beigetragen, z.B.:
 - Reduktion Lagermenge (Vermeiden Unterstellung StFV)
 - Auseinandersetzung des Inhabers mit Stand der Sicherheitstechnik bzw. mit den Risiken
 - mehr Kontrollen durch Vollzugsbehörden dank klarem Verfahren
- Zweistufiges Verfahren mit Kurzbericht (inkl. Prüfung Stand Sicherheitstechnik) und wenn nötig Risikoermittlung hat sich bewährt. Tiefgang kann flexibel gehandhabt werden.
- Quantitativer Ansatz führt zu gewissen Mehraufwendungen, hat sich aber bewährt und ist heute von den Anlageninhabern weitgehend akzeptiert.

"Quantifizierung begründet keine Wahrheit, aber wer auf sie verzichtet, schreckt davor zurück, sich einer immerhin kritisierbaren 'Wahrheit' überhaupt zu stellen,, (Robert Fogel, Gewinner des Nobelpreises für Wirtschaftswissenschaften 1993, NZZ, 16. Oktober 93)

Erkenntnisse aus dem Vollzug der StFV in der Schweiz

- Die Ermittlung von Risiken beinhaltet beträchtliche Unschärfen. Methodische Vorgaben sind für die Vergleichbarkeit wichtig.
- Quantitative Risiko-Beurteilungskriterien haben sich bewährt. Sie erlauben eine sachlich Beurteilung der Tragbarkeit der Risiken aufgrund einheitlicher Grundsätze. Sie widerspiegeln die Tatsache, dass eine absolute Sicherheit bei Anlagen nicht erreichbar ist.
- Trotz quantitativer Beurteilungskriterien gibt es eine Reihe von Ermessensentscheiden (z.B. Umgang mit Übergangsbereich), was flexible Lösungen ermöglicht.
- Je grösser das mögliche Schadenausmass, desto strenger sind die Risiko-Beurteilungskriterien (Risikoaversion). Dies korrespondiert mit dem Ziel des Katastrophenschutzes.
- Die Quantifizierung der Massnahmenwirkung schafft Transparenz in Bezug auf die Angemessenheit zusätzlicher Massnahmen.
- In der grossen Mehrzahl der Fälle werden zwischen Vollzugsbehörden und Anlagenbetreiber einvernehmliche Lösungen gefunden.

Aktuelle Themen im Umfeld der StFV in der Schweiz

- Rechtliche Grundlagen, Verfahren und methodische Hilfsmittel für die Berücksichtigung der StFV in der Raumplanung und Sensibilisierung der Raumplanungsbehörden für das Thema Störfallvorsorge
- Umsetzung der Massnahmen der sog. „Gemeinsamen Erklärung“ zur Erhöhung der Sicherheit beim Transport gefährlicher Güter mit der Bahn
- Ausarbeitung von methodischen Grundlagen für die Ermittlung der Umweltrisiken (Verschmutzung Oberflächengewässer und Trinkwasservorkommen)

Dokumentenliste zur StFV

- Störfallverordnung (StFV)
- Richtlinie „Beurteilungskriterien I zur StFV“ (Betriebe)
- Richtlinie „Beurteilungskriterien II StFV“ (Verkehrswege)
- Handbücher I (chemische Risiken Betriebe), II (biologische Risiken Betriebe) und III (Verkehrswege) zur StFV
- Rahmenberichte (methodische Grundlagen Risikoermittlungen und Informationen zu Sicherheitsmassnahmen) für:
 - Stehtanklager
 - Erdgashochdruckleitungen
 - Flüssiggas-Tankanlagen
- Methodikbeispiele Risikoermittlungen für:
 - Flüssiggas-Tankanlagen
 - Ammoniak-Kälteanlagen bei Kunsteisbahnen
- Link: www.umwelt-schweiz.ch/sicherheit

„Nutzung probabilistischer Methoden in der europäischen Genehmigungspraxis und deren Nutzbarkeit im deutschen Störfallrecht, insbesondere aus Sicht der Umweltverbände“

Abschlussdiskussion: Schwerpunkte, Offene Fragen

Dipl.-Ing. Stephan Kurth
Öko-Institut e.V., Darmstadt
Bereich Nukleartechnik und Anlagensicherheit

In der Abschlussrunde des Workshops wurden die Beiträge aus den vorangegangenen Vorträgen des Workshops aufgegriffen. Der Verlauf der Diskussionen zeigte, dass eine abschließende Entscheidung oder Empfehlung zu Deterministik und / oder Probabilistik zur Zeit noch nicht möglich erscheint, da eine Vielzahl damit in Zusammenhang stehender Fragen noch nicht geklärt sind. Der weitere Diskussionsprozess u.a. im Rahmen der neu gegründeten Kommission für Anlagensicherheit (KAS), sollte in geeigneter Weise so gestaltet werden, dass die gesamte Bandbreite der vorgetragenen Argumente und Fragen einbezogen werden kann. Die Erkenntnisse des Workshops sollten dabei berücksichtigt werden. Als Grundlage für weitere Diskussionen wurde von den Teilnehmern darüber hinaus empfohlen, die verschiedenen Argumente bzw. Vor- und Nachteile von Deterministik und Probabilistik thematisch geordnet gegenüberzustellen.

Unterschiedliche Positionen der Beteiligten wurden vorgetragen, bei denen sowohl Gemeinsamkeiten als auch kontroverse Punkte erkennbar wurden. Es wurden Fragestellungen identifiziert, die bei einer Fortführung der Diskussion zum Thema Risikomanagement aufzugreifen sind.

Die wesentlichen Ergebnisse sind in folgender Gliederung ungewichtet zusammengefasst:

A) Schwerpunkte der Diskussion

- Merkmale der Deterministik
- Merkmale der Probabilistik / risikoorientierte Verfahren

B) Offene Fragen

- Einführung und Einsatz probabilistischer Methoden (Methodik, Daten)
- Festlegung von Risikogrenzwerten
- Kombinationsmöglichkeiten von Probabilistik und Deterministik

C) Abschluss-Statements

Merkmale der Deterministik (1)

- Das bestehende Regelwerk ist deterministisch aufgebaut. Das erforderliche Sicherheitsniveau ist durch deterministische Festlegungen definiert.
- Die Deterministik ist gekennzeichnet durch die Festlegung von Anforderungen und nachweisbaren Kriterien zur Erfüllung sicherheitstechnischer Ziele. Dies ermöglicht eine einheitliche Umsetzung und eine eindeutige Aussage zur Einhaltung spezifizierter Anforderungen.
- Die Deterministik ist kein standardisiertes Verfahren. Art und Umfang der deterministischen Nachweise können sehr unterschiedlich sein. Gemeinsames Merkmal: nicht probabilistisch.
- Die Ergebnisse deterministischer Nachweise sind nicht automatisch „sicherer“ als andere Nachweisverfahren. Auswahl und Repräsentativität zugrunde gelegter Szenarien sind im Einzelfall zu prüfen und zu bewerten.

Merkmale der Deterministik (2)

- Konservative Festlegungen im Rahmen der Deterministik beinhalten Sicherheitszuschläge. Die Konservativität bzw. das Maß der Sicherheit ist aber oft nicht in quantitativer Größe bekannt. Systematische Unsicherheitsanalysen werden i.d.R. nicht durchgeführt.
- Es werden Postulate und Konventionen eingeführt, die nicht als Ergebnis technisch-wissenschaftlicher Zusammenhänge nachvollziehbar sind.
- Die Deterministik ist nicht unabhängig von probabilistischen Annahmen. Probabilistische Abschneidekriterien werden verwendet (z.B. „vernünftigerweise ausschließen“, „vernachlässigbar“), ohne diese zu quantifizieren.

Merkmale der Probabilistik / risikoorientierte Verfahren (1)

- Im Ausland sind probabilistische Methoden z.T. bereits eingeführt (z.B. CH, NL, USA). Die Anwendung probabilistischer Methoden ist auch in Deutschland bereits üblich. In betrieblichen Bereichen sind probabilistische Verfahren in verschiedenen Anwendungsbereichen etabliert (z.B. Festlegung von Wartungsintervallen). Für sicherheitstechnische Nachweise sind im internationalen Kontext entsprechend der Praxis vor Ort probabilistische Verfahren erforderlich.
- Die methodischen Ansätze und die Datenbasis sind uneinheitlich. Die Vergleichbarkeit der Ergebnisse insbesondere bei anlagenübergreifenden Betrachtungen ist gering, da keine Absolutwerte ermittelt werden. Die Zahlen sind nur relativ interpretierbar im Rahmen der Modellgrenzen. Sie sind stark beeinflusst durch die gesetzten Modellannahmen und Vereinfachungen.
- Der Aufwand für die Analysen und deren Komplexität können sehr groß sein.

Merkmale der Probabilistik / risikoorientierte Verfahren (2)

- Die Modellierung ist unvollständig, da bestimmte Einflüsse nicht ausreichend beschreibbar sind (z.B. Human Factor, Sicherheitsmanagement, Eingriffe Dritter, allg. Kenntnislücken).
- Differenzierte Auswirkungsbetrachtungen, die für eine umfassende Risikobetrachtung erforderlich sind, werden i.d.R. nicht durchgeführt. Bezüglich der Auswirkungsbetrachtung werden unterschiedliche methodische Ansätze verfolgt.
- Aufgrund der heterogenen Gesamtheit von Anlagen ist die Übertragbarkeit generischer Daten fraglich. Anlagenspezifische Daten sind i.d.R. nicht allgemein zugänglich.
- Die rechnerische Nachvollziehbarkeit ist prinzipiell möglich, sofern Methodik und Daten zugänglich sind.
- Sofern ein Risikogrenzwert vereinbart ist, liefert dieser ein einheitliches Entscheidungskriterium.
- Die Ergebnisse sind mit großen Unsicherheiten bzw. Fehlerbandbreiten behaftet. Die Unsicherheiten können quantifiziert werden, sofern dazu systematische Analysen durchgeführt werden.

Einführung und Einsatz probabilistischer Methoden (1)

(Methodik, Daten)

- Definition der Anwendungsbereiche?
- Anforderungen an Tiefgang, Umfang und Flexibilität der Analysen? Anforderungen an Qualität (Umfang und Genauigkeiten) der Daten, der Modelle der Prognosen?
- Übertragbarkeit generischer Daten?
- Übertragbarkeit und Vergleichbarkeit der Ergebnisse?
- Anforderungen an Verifizierung und Validierung?
- Inwieweit sollen standardisierte Verfahren (Leitfäden) vorgegeben werden?
- Transparenz und Nachvollziehbarkeit:
 - Modellannahmen, Randbedingungen, Vereinfachungen?
 - Zugänglichkeit der Daten vs. Schutz von Betriebsgeheimnissen?
 - Wie kann bei hoher Komplexität der Berechnungen eine ausreichende Transparenz sichergestellt werden?

Einführung und Einsatz probabilistischer Methoden (2)

(Methodik, Daten)

- Unsicherheiten:
 - Beiträge aus der Datenbasis?
 - Beiträge aus Modellunzulänglichkeiten?
 - Methodische Vorgaben für Unsicherheitsanalysen?
 - Umgang mit Unsicherheiten, welche Fehlerbandbreiten sind zulässig?
- Methodische Erweiterungen:
 - Einbeziehung subjektiver Risikowahrnehmungen und Risikoeinschätzungen zu einer gesamthaften Risikobetrachtung?
 - Differenzierung der Auswirkungsbetrachtung (zu berücksichtigende Wirkungen und Schutzgüter)?
- Trennung zwischen Risikoermittlung (Technik) und Risikomanagement und Risikokommunikation (Schnittstelle Risikobewertung)?

Festlegung von Risikogrenzwerten (1)

(Quantitativer Zahlenwert)

- Erfordernis eines quantitativen Risikogrenzwertes? Vorteil bzw. Nutzen gegenüber bisheriger Beurteilungsmaßstäbe?
- Einheitlicher Grenzwert oder weitergehende Differenzierung (z.B. nach Schwere der Unfallszenarien)?
- Schutzzweck bzw. Bezug der Risikogrenzwerte (Individualrisiko oder Kollektivrisiko)? Welche Schutzgüter werden einbezogen?
- Zielsetzung und Anwendungsbereich (z.B. Notfallschutz, Ansiedlung, Bauleitplanung)?
- Ist – abgestimmt auf vorgesehene Anwendungsbereiche – eine Ermittlung von Eintrittswahrscheinlichkeiten ausreichend oder muss eine vollständige Risikobetrachtung erfolgen?
- Verbindlichkeit und rechtliche Einordnung des Risikogrenzwertes? Wer legt den Risikogrenzwert fest?

Festlegung von Risikogrenzwerten (2)

(Quantitativer Zahlenwert)

- Umsetzung der Vorschläge der Risikokommission zum Risikomangement, d.h. Integration in den Prozess der Risikokommunikation sowie Beteiligungsverfahren?
- Transparenz der Risikobewertung?
- Risikogrenzwert vs. Vorsorge: Widerspricht die Festlegung eines Risikogrenzwert dem Vorsorgeprinzip?
- Risikogrenzwerte vs. Eigenverantwortung des Betreibers: Kann die Festlegung eines Risikogrenzwertes die Eigenverantwortung des Betreibers herabsetzen?

Kombinationsmöglichkeiten von Probabilistik und Deterministik (1)

- Vergleichbarkeit deterministischer und probabilistischer Nachweise?
- Wie kann ein gleichwertiges Sicherheitsniveau gewährleistet werden?
- Welche zusätzlichen Erkenntnisse liefern probabilistische Analysen? Welche Vorteile, d.h. welcher Sicherheitsgewinn, ist aus einer Ergänzung probabilistischer Methoden zu erwarten?
- Können probabilistische Nachweise deterministische Nachweise ersetzen?
- Probabilistik als Ergänzung der deterministischen Grundanforderungen: welche Kombinationsmöglichkeiten sind möglich bzw. sinnvoll?
- Methodische Schnittstellen bei einer Kombination deterministischer und probabilistischer Verfahren, z.B. deterministische Ausfallannahmen (Ereignisse) mit darauf aufsetzenden probabilistischen Analysen.

Kombinationsmöglichkeiten von Probabilistik und Deterministik (2)

- Welche methodischen Vorgaben sind für beide Methoden erforderlich?
- Eindeutige Definition und Abgrenzung der Anwendungsbereiche für deterministische und probabilistische Verfahren?
- Vermeidung von Inkonsistenzen und Widersprüchen?
- Welche Festlegungen sind im Regelwerk notwendig?
- Transparenz und Nachvollziehbarkeit der Ergebnisse?

Umweltverbände

- Eine Kombination von Deterministik und Probabilistik wird als möglich angesehen.
- Voraussetzung ist eine Verbesserung der Datenbasis und die Durchführung von Schwachstellenanalysen.

Industrie

- Mit der Einführung der Probabilistik soll das bestehende Sicherheitsniveau nicht reduziert werden.
- Für die Probabilistik und Deterministik sollten methodische Vor- und Nachteile gegenübergestellt werden.
- Einführung eines Grenzwertes (Die Industrie möchte eine Grenze, gegen die man sich messen kann).
- Eine pragmatische Lösung wird angestrebt.

Behörden

- Eine behördliche Entscheidung ohne einen Maßstab ist nicht möglich.
- Es soll ein gemeinsamer Weg mit allen Beteiligten gesucht werden (Wie kommen wir gemeinsam weiter?). Voraussetzung ist Vertrauen und offene Kommunikation. Die Industrie sollte mehr zur Vertrauensbildung beitragen.

BMU

- Es sollte keine Diskussion im Sinne von „Alles oder Nichts“ geführt werden. Die Festlegung von Grenzwerten soll kein Ausschlusskriterium für die Diskussion sein.
- Wichtig: Wo wird konkret die Anwendung der Probabilistik für erforderlich gehalten?