

Vergleichendes Gutachten:

Praxis bei der Ermittlung von Betrieben nach der Seveso-II-Richtlinie in Europa und entsprechenden Betrieben in Nordamerika

R , 14. Oktober 2005

14. Oktober 2005

Praxis bei der Ermittlung von Betrieben nach der Seveso-II-Richtlinie in
Europa und entsprechenden Betrieben in Nordamerika

DNV CONSULTING

Vergleichendes Gutachten

für

GFI Umwelt
Geschäftsstelle Störfall-Kommission und
Technischer Ausschuss für Anlagensicherheit

Schnieringshof 14
45329 Essen
Tel:
Fax:
Registriert in Deutschland

53227 Bonn
53227 Bonn

Ansprechpartner: Herr Franz Haverkamp

Erstellt: *Name* *Unterschrift*

Dr. ,

Geprüft: *Name* *Unterschrift*

Dr. Andreas Niehoff, Principal Consultant

Erstelldatum: 14. Oktober 2005

Projekt-Nr: **Projekt-ID:**

Hinweis: Das Gutachten gibt die Meinung und Auffassung des Auftragnehmers wieder und muss nicht mit der Meinung des Auftraggebers (Gesellschaft für Infrastruktur und Umwelt mbH – GFI Umwelt) übereinstimmen.

Inhalt:

1.0	Einleitung und Zielsetzung	1
2.0	Risikoermittlung in ausgewählten EU-Staaten	2
2.1	Niederlande	2
2.2	Großbritannien	13
2.3	Frankreich	21
3.0	Risikoermittlung in ausgewählten Nicht-EU-Staaten	25
3.1	Schweiz	25
3.2	USA.....	32
3.3	Kanada	37
4.0	Vergleich der ausgewählten Staaten	41
5.0	Schrifttum	47
6.0	Anhang	51

1.0 Einleitung und Zielsetzung

Zur Ermittlung und Bewertung von Risiken, die von industriellen Anlagen ausgehen, gibt es international keine einheitliche Vorgehensweise. Während in Deutschland im Rahmen des Genehmigungsverfahrens nach Störfall-Verordnung im Sinne einer deterministischen Risikobetrachtung nachgewiesen werden muss, dass ausreichende sicherheitsgerichtete Maßnahmen zur Verhinderung von Störfällen und zur Begrenzung ihrer Auswirkungen getroffen wurden, haben sich in einigen Ländern des europäischen Auslands probabilistische Vorgehensweisen etabliert. Bei der probabilistischen Vorgehensweise wird das Risiko der betrachteten Anlage durch Abschätzung der Häufigkeit und Auswirkung möglicher schädigender Ereignisse mit Hilfe quantitativer Verfahren explizit ermittelt und anhand festgelegter Risikokriterien, d.h. von Grenzwerten für die Akzeptanz von Risiken, bewertet.

Die Störfall-Kommission sieht diese Vorgehensweise in ihrem jüngsten Bericht zum Risikomanagement (SFK-GS 41) [1] als „Ergänzung der in Deutschland üblichen deterministischen Sicherheitsbeurteilung“. Um sich einen Überblick zu verschaffen, wurde gemeinsam mit dem Arbeitskreis „Technische Systeme, Risiko und Verständigungsprozesse“ (AK-TRV) und dessen Arbeitsgruppen beschlossen, die Anwendung von Risikoanalysemethoden in sechs ausgewählten Staaten näher zu untersuchen. Dabei sollte insbesondere festgestellt werden, ob in diesen Staaten ausschließlich probabilistische Verfahren anerkannt sind und, falls nicht, inwieweit dort deterministische Methoden Anwendung finden.

Vor diesem Hintergrund wurde DNV Consulting beauftragt, ein vergleichendes Gutachten zu erstellen, im dem eine Übersicht über die Vorgehensweisen zur Ermittlung und Bewertung von Risiken durch industrielle Anlagen, die der Seveso-II-Richtlinie unterliegen oder diesen entsprechen, für sechs verschiedene Staaten Europas und Nordamerikas gegeben wird. Dazu sollten die Rechtsvorschriften, Regeln und Methoden in diesen Ländern analysiert und die Ansätze des Risikomanagements dargestellt und verglichen werden. Für die Untersuchung wurden die Schweiz, die Niederlande, Großbritannien, Frankreich, die USA und Kanada ausgewählt.

Dabei waren folgende Aspekte zu begutachten:

- Rechtsgrundlagen
 - Vorgaben, Adressaten, Verbindlichkeit
- Vorgehensweise bei der Ermittlung von Risiken
 - Verwendete Methoden zur Risikoanalyse
 - Zu berücksichtigende Risikoarten (z.B. Individual- und Kollektivrisiken, Sachschäden, Umweltschäden)
 - Risikokriterien (Richt- und Grenzwerte)
 - Berücksichtigung der Schnittstelle „Mensch/Maschine“ und personenbezogener Risiken
 - Unterschiedliche Behandlung von Neu- und Altanlagen
 - Gestaltung des Risikomanagements
- Praktische Erfahrungen
 - Geübte Praxis seitens Betreibern, Gutachtern und Behörden
 - Einschätzung der Anwender über die Wirksamkeit

Um an die notwendigen Informationen zu gelangen, wurden Fachleute von DNV Consulting aus den Büros in Essen, Antwerpen, Stockport (Großbritannien) und Houston (USA) beauftragt, die Situation in den betreffenden Ländern darzustellen. Dazu griffen diese auf eigene Erfahrungen zurück, werteten Literatur aus und holten zur Sicherstellung der Aktualität Aussagen externer Fachleute ein. Zu den Stellen, mit denen zu diesem Zweck Kontakt aufgenommen wurde, gehören:

- das niederländische Ministerium für Wohnungswesen, Raumplanung und Umwelt (VROM);
- die britische *Health & Safety Executive* (HSE);
- das französische Ministerium für Umwelt und nachhaltige Entwicklung (MEDD);
- das schweizerische Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL);
- die US-amerikanische *Environmental Protection Agency* (EPA);
- das kanadische Umweltministerium *Environment Canada* (EC).

Die Ergebnisse wurden im Essener Büro zusammengefasst. Sie sind in den Kapiteln 2 und 3 zunächst getrennt für die ausgewählten EU- und Nicht-EU-Staaten dargestellt. Das abschließende Kapitel 4 stellt die wesentlichen Ergebnisse gegenüber und ermöglicht damit einen schnellen Vergleich der Situation in den betreffenden Ländern.

Die Erstellung des Gutachtens wurde von der Gesellschaft für Infrastruktur und Umwelt mbH (GFI Umwelt), Bonn, in ihrer Funktion als Geschäftsstelle der Störfall-Kommission und des Technischen Ausschusses für Anlagensicherheit begleitet.

2.0 Risikoermittlung in ausgewählten EU-Staaten

2.1 Niederlande

2.1.1 Rechtsgrundlagen

Die Anforderungen der Seveso-II-Richtlinie wurden in den Niederlanden durch den *Besluit Risico's Zware Ongevallen 1999 (BRZO 99, Hazards of Major Accidents Decree)* vom 27. Mai 1999¹ umgesetzt. Dieser *Besluit* beruht auf vier verschiedenen Gesetzen, die zu diesem Zweck teilweise geändert werden mussten [2]. Bei diesen Gesetzen handelt es sich um:

- *Wet milieubeheer* (Umweltmanagementgesetz),
- *Arbeidsomstandighedenwet 1998* (Gesetz über die Arbeitsbedingungen - *Arbowet 98*),
- *Wet rampen en zware ongevallen* (Gesetz über Katastrophen und schwere Unfälle - *WRZO*),
- *Brandweerwet 1985* (Feuerwehrgesetz).

Zur Konkretisierung der Anforderungen des *BRZO 99* wurde durch das zuständige Ministerium für Wohnungswesen, Raumplanung und Umwelt (*Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer – VROM*) die *Regeling Risico's Zware Ongevallen 1999 (RRZO 99)* erstellt, die Einzelheiten zur Umsetzung festlegt.

Im Rahmen der Umsetzung des Vierten Nationalen Maßnahmenprogramms für die Umweltpolitik (NMP4) wurde am 27. Mai 2004 der *Besluit Externe Veiligheid voor Inrichtingen (BEVI, External Safety (Establishments) Decree)* von der niederländischen Königin verabschiedet. Dieser *Besluit* ergänzt den *BRZO 99* in Hinblick auf Flächennutzungsaspekte. Er bezieht sich aber nicht nur auf industrielle Anlagen, die in den Geltungsbereich der Seveso-II-

¹ Staatsblad 234, 1999

Richtlinie fallen. Vielmehr hat die niederländische Regierung einen umfassenderen Ansatz gewählt, der unter dem Namen *External Safety Policy* zusammengefasst ist. Die *External Safety Policy* bezieht sich auf:

- die Herstellung, Lagerung und Verwendung gefährlicher Stoffe;
- militärische Aktivitäten, insbesondere die Lagerung von Munition;
- den Transport gefährlicher Güter auf der Straße, per Eisenbahn, auf Wasserwegen und durch Pipelines;
- den Betrieb von Flughäfen.

Die Politik der niederländischen Regierung ist in Zusammenhang mit derartigen Aktivitäten stark von Unfallereignissen der jüngeren Vergangenheit geprägt [3]. Zu nennen ist insbesondere das Unglück von Enschede vom 13. Mai 2000, als durch einen Brand und nachfolgende Explosionen in einer Feuerwerksfabrik 22 Menschen getötet und etwa 950 verletzt wurden. Die Auswirkungen waren so verheerend, dass fast 500 Wohnungen unbewohnbar wurden. Es entstand ein Gesamtschaden von über 450 Millionen Euro [4]. Die Eindrücke aus diesem Unglück wurden noch verstärkt durch einen Brand in einer Diskothek in Volendam in der Silvesternacht 2000, bei dem 12 Jugendliche starben und 120 Besucher verletzt wurden [5]. Diese Ereignisse führten dazu, dass Fragen zur Sicherheit der Bevölkerung in die politische und öffentliche Diskussion gerieten. Als Reaktion darauf wurde im VROM das *External Safety Directorate* eingerichtet. Dieses *Directorate* hat die Aufgabe, die Aktivitäten zur Umsetzung der seit 2001 beschlossenen, integrierten *External Safety Policy* zu koordinieren. Der Schutz der Bevölkerung vor den Risiken durch Seveso-II-Anlagen ist ein Teilaspekt dieser Politik.

Die heutige *External Safety Policy* hatte ihren Ursprung jedoch schon früher genommen. Maßgeblichen Einfluss hatten verschiedene Studien, die sich Ende der siebziger bis Mitte der achtziger Jahre mit Fragen der Risikoanalyse und -beurteilung beschäftigten [6]. Besondere Bedeutung hatten dabei die so genannte *COVO study*, die sich mit dem Risiko sechs potenziell gefährlicher Objekte im Großraum Rotterdam (*Rijnmond area*) beschäftigte, sowie die *LPG integral study*², die die mit der zunehmenden Verwendung von Flüssiggas (LPG) als Autokraftstoff verbundenen Risiken behandelte. Die Ergebnisse der *LPG integral study* führten unter anderem zur Entwicklung eines Zonenkonzepts zur Festlegung von Sicherheitsabständen um Flüssiggas-Tankstellen [7]. Die aus den Studien gewonnenen Erkenntnisse veranlassten die niederländische Regierung aber auch, das Konzept der Risikoermittlung und -bewertung in die *External Safety Policy* aufzunehmen. Dies geschah erstmalig im Umweltprogramm für den Zeitraum von 1986 bis 1990, dessen aktuelle Fortsetzung das NMP 4 darstellt.

Die systematische Auseinandersetzung mit den Ursachen und Auswirkungen schwerer Unfälle begann auf wissenschaftlicher Ebene in den Niederlanden bereits in den siebziger Jahren. Ausgelöst durch verschiedene Ereignisse im In- und Ausland, wie z.B. die Unfälle in Flixborough 1974 und Beek 1975, wurde in diesem Zeitraum damit begonnen, Risikoanalysemethoden aus der Kerntechnik für die Anwendung in der chemischen Industrie anzupassen. In dieser Zeit entwickelte die *Nederlandse Organisatie voor Toegepast-Natuurwetenschappelijk Onderzoek (TNO)* die ersten Modelle zur Freisetzungs- und Ausbreitungsrechnung. Die Ergebnisse wurden 1979 im so genannten Gelben Buch³ (*TNO Yellow Book, CPR 14*) zusammengefasst. Mit dieser Veröffentlichung wurde die Verwendung von Rechenmodellen bei der Risikoabschätzung in den Niederlanden etabliert. Das Gelbe Buch wurde später durch

² TNO: LPG: A study. Mai 1983

³ Committee for the Prevention of Disasters (CPR): Methods for the calculation of physical effects. Ministry of Social Affairs and Employment, 2nd ed., The Hague, 1992

zwei weitere Veröffentlichungen, dem Roten Buch⁴ (*TNO Red Book, CPR 12*) und dem Grünen Buch⁵ (*TNO Green Book, CPR 16*) ergänzt. Diese enthalten Modelle zur Bestimmung der Eintrittswahrscheinlichkeit von Schadensereignissen sowie zur Abschätzung der Auswirkung solcher Schadensereignisse auf den Menschen. Im Jahre 2002 wurde dann schließlich das Violette Buch (*TNO Purple Book, CPR 18*) [8] veröffentlicht, das die Inhalte der anderen Bücher zusammenfasst und eine praktikable Anleitung zur Durchführung quantitativer Risikoanalysen (QRA) bietet. Teil 1 des *Purple Book* bezieht sich auf stationäre Anlagen und wurde vom *National Institute of Public Health and the Environment (RIVM)* in Zusammenarbeit mit dem *Committee for the Prevention of Disasters (CPR)* verfasst. Teil 2 befasst sich mit Gefahrguttransporten.

Ansätze des Managements industrieller Risiken haben in den Niederlanden eine lange Tradition. Als Reaktion auf eine schwere Schießpulver-Explosion in Leiden im Jahre 1807 erließ der niederländische König eine Verordnung, nach der der Betrieb bestimmter Anlagen einer behördlichen Genehmigung bedurfte und innerhalb des Stadtgebiets verboten werden konnte. Durch diese Verordnung wurde in der niederländischen Gesellschaft das Prinzip etabliert, dass der Schutz der Bevölkerung vor Gefahren durch industrielle Anlagen Aufgabe des Staates sei [6]. Die damals getroffenen Regelungen wurden 1896 in den *Nuisance Act* aufgenommen, der 1992 in den *Environmental Management Act* aufging [5]. Sie haben damit im Wesentlichen bis heute Bestand.

Die seit Mitte der achtziger Jahre verfolgte *External Safety Policy* zielt darauf ab, industrielle Risiken systematisch zu ermitteln, zu quantifizieren und auf der Basis nachvollziehbarer Risikokriterien zu bewerten. Bei Überschreitung bestimmter Mengenschwellen ist der Arbeitgeber nach *BRZO 99* verpflichtet, quantitative Risikoanalysen (QRA) zu erstellen und der zuständigen Behörde als Teil des Sicherheitsberichtes (*Externe Veiligheids Rapport - EVR*) zu übermitteln. Die Mengenschwellen sind in Anlage 1 der Verordnung dargestellt. Neben einer Liste von Stoffen und Zubereitungen (*Deel 1*) gibt es eine weitere Tabelle, die nach Gefährlichkeitsmerkmalen gegliedert ist (*Deel 2*). Die Zuordnung nach *Deel 2* ist zu berücksichtigen, falls ein Stoff oder eine Zubereitung in *Deel 1* nicht genannt wird. Die Tabellen enthalten jeweils zwei Spalten mit Mengenschwellen. Wird die in Spalte 2 aufgeführte Schwelle überschritten, ist der Arbeitgeber verpflichtet, der Behörde darzustellen, welche Maßnahmen zur Beherrschung der Risiken ergriffen wurden. Bei Überschreitung der in Spalte 3 genannten Mengenschwelle ist zusätzlich ein Sicherheitsbericht anzufertigen und der Behörde zu übermitteln. Dies gilt gleichermaßen für Alt- und Neuanlagen. Die Anfertigung quantitativer Risikoanalysen ist insofern verbindlicher Bestandteil von Genehmigungsverfahren. Bei wesentlichen Änderungen, spätestens jedoch alle fünf Jahre, muss der Arbeitgeber den Sicherheitsbericht fortschreiben.

Für den Vollzug des *BRZO 99* und des *BEVI* sind grundsätzlich die Städte und Gemeinden zuständig. Nach anfänglicher Zergliederung auf verschiedene kommunale Behörden ist die Zuständigkeit im Rahmen der neuen, integrativen Politik auf eine Behörde zusammengefasst worden. Die Städte Amsterdam und Rotterdam haben Agenturen eingerichtet, die sich ausschließlich mit der Umsetzung befassen, den *Milieudienst IJmond*⁶ bzw. den *DCMR Milieudienst Rijnmond*⁷. Kleinere Gemeinden haben von der Möglichkeit Gebrauch gemacht, die Zuständigkeit an die zuständige Provinzregierung abzugeben.

⁴ Committee for the Prevention of Disasters (CPR): Methods for determining and processing probabilities. 2nd ed. The Hague, 1997

⁵ Committee for the Prevention of Disasters (CPR): Methods for the calculation of possible damage. The Hague, 1990

⁶ <http://www.milieudienst-ijmond.nl>

⁷ <http://www.dcmr.nl/>

Die Vorgehensweise zur Anfertigung einer quantitativen Risikoanalyse im Rahmen des Sicherheitsberichts ist im folgenden Abschnitt dargestellt.

2.1.2 Risikoermittlung und -beurteilung

Nach zwei Jahrzehnten der Anwendung hat sich in den Niederlanden eine Vorgehensweise zur Erstellung quantitativer Risikoanalysen etabliert, die im so genannten *Purple Book* [8] beschrieben ist. Danach ist das Ziel quantitativer Risikoanalysen, die Risiken zu bestimmen, die sich aus der Herstellung, Verwendung, Lagerung und dem Transport gefährlicher Stoffe ergeben, um der zuständigen Behörde eine Entscheidung über die Akzeptierbarkeit dieser Aktivitäten zu ermöglichen. Für Anlagen, die in den Geltungsbereich des BRZO 99 fallen, muss deshalb ein Sicherheitsbericht angefertigt werden, der eine quantitative Risikoanalyse enthält und Angaben zum Individualrisiko sowie zum gesellschaftlichen Risiko (Gruppenrisiko) macht.

Unter **Individualrisiko** ist dabei die Wahrscheinlichkeit zu verstehen, dass eine Person, die sich ungeschützt für 24 Stunden am Tag an einem bestimmten Ort in der Umgebung der Anlage aufhält, durch einen Störfall in der Anlage getötet wird. Das Individualrisiko ist also eine ortsabhängige Angabe, die weder individuelle persönliche Eigenschaften noch mögliche Evakuierungsmaßnahmen berücksichtigt. Das Individualrisiko wird üblicherweise in Form so genannter Iso-Risiko-Linien (*iso-risk contours*) dargestellt und auf Landkarten eingezeichnet. Die eingezeichneten Iso-Risiko-Konturen geben Auskunft über das Todesfallrisiko in der Umgebung der Anlage, unabhängig davon, ob sich in diesem Bereich Menschen aufhalten oder nicht.



Abbildung 1: Beispiel für Iso-Risiko-Linien in einem Hafengelände

Die Anzahl der Menschen in der Nähe der betrachteten Anlage wird dagegen bei der Berechnung des **gesellschaftlichen Risikos** berücksichtigt. Das gesellschaftliche Risiko kennzeichnet die Wahrscheinlichkeit, dass bei einem Störfall in der Anlage N oder mehr Menschen ums Leben kommen. Entsprechend muss das gesellschaftliche Risiko in Abhängigkeit der Zahl der

getöteten Menschen N dargestellt werden. Dies geschieht in Form so genannter FN-Diagramme, wobei F für *Frequency* (Wahrscheinlichkeit) steht. Hält sich üblicherweise niemand in der Nähe der betrachteten Anlage auf, ist das gesellschaftliche Risiko unabhängig vom Individualrisiko Null. Es ist zu beachten, dass die Mitarbeiter der betrachteten Anlage nicht berücksichtigt werden.

Die Erstellung quantitativer Risikoanalysen zur Berechnung der Iso-Risiko-Linien sowie des FN-Diagramms lässt sich nach VROM in fünf Schritte gliedern (Abbildung 2).

Schritt 1: Freisetzung des gefährlichen Stoffes

In Schritt 1 sind zunächst die zu betrachtenden Anlagen auszuwählen und Szenarien für die Freisetzung der gefährlichen Stoffe zu bestimmen. Die Auswahl der Anlagen richtet sich dabei nach den Stoffeigenschaften, den Stoffmengen und den Prozessbedingungen. Das *Purple Book* [8] gibt in Abschnitt 2 ein Berechnungsverfahren vor und nennt Kriterien für die Auswahl. Diese stützt sich auf die *selection number* S , eine Rechengröße, die ein Maß für die von der Anlage ausgehende Gefährdung darstellen soll. Dabei wird zwischen toxischen Auswirkungen, Bränden und Explosionen unterschieden. Diese Vorgehensweise soll sicherstellen, dass alle Anlagen, die maßgeblich zum Risiko der Gesamtanlage beitragen, in die Risikobetrachtung einbezogen werden.

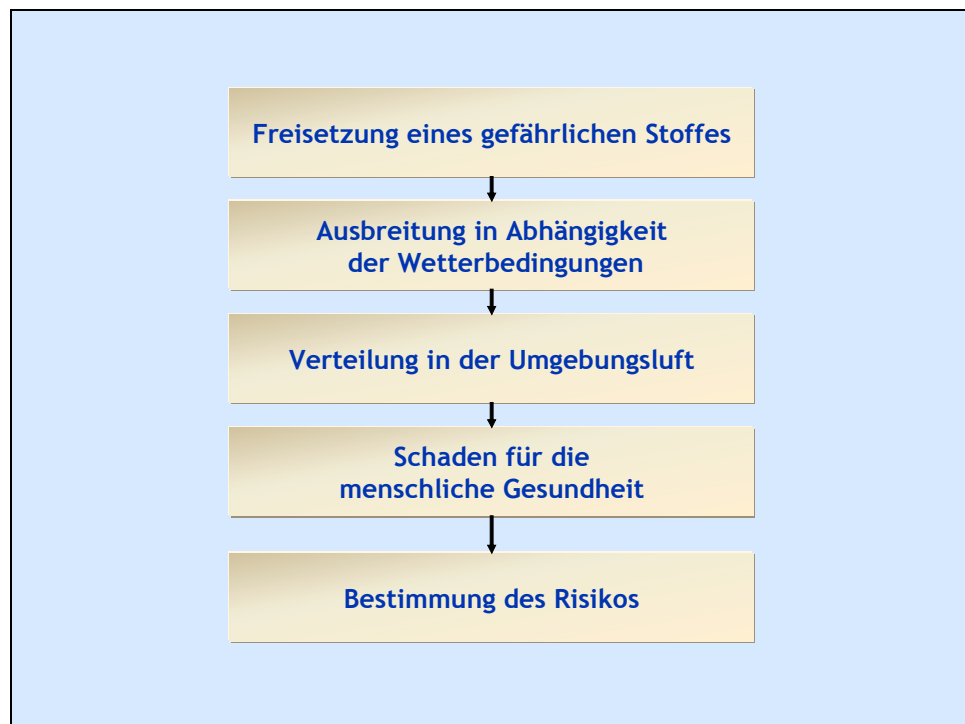


Abbildung 2: Schritte bei der Durchführung einer quantitativen Risikoanalyse [in Anlehnung an 8]

Für die ausgewählten Anlagen werden anschließend Freisetzungsszenarien (*Loss of Containment Events – LOCs*) festgelegt. Dabei wird zwischen allgemeinen *LOCs*, die z. B. auf Korrosionserscheinungen, Konstruktions- oder Herstellungsfehlern beruhen, und spezifischen *LOCs*, die mit den Prozessbedingungen, dem Anlagendesign oder den eingesetzten Stoffen in Zusammenhang stehen, unterschieden. Es sind grundsätzlich nur solche *LOCs* in die Analyse einzubeziehen, deren Eintrittshäufigkeit größer als 10^{-8} pro Jahr ist, und die mit hinreichender

Wahrscheinlichkeit zu tödlichen Folgen außerhalb des Betriebsgeländes führen können. Das *Purple Book* unterscheidet LOCs für verschiedene Anlagenteile und nennt in Abschnitt 3 deren Eintrittshäufigkeiten. Als Anlagenteile werden Behälter, Rohrleitungen, Pumpen, Wärmetauscher und Sicherheitsventile aufgeführt und mit den zu berücksichtigenden LOCs (z. B. vollständiges Versagen des Behälters) in Verbindung gebracht. Tabelle 1 zeigt beispielhaft die Angaben für Rohrleitungen.

Die angegebenen Eintrittshäufigkeiten sind dabei als Durchschnittswerte zu verstehen. Es kann und muss dementsprechend davon abgewichen werden, wenn besondere Bedingungen vorliegen, z. B. wenn die Anlagenteile besonders ausgelegt sind oder wenn diese besonderen Beanspruchungen unterliegen. Bei Druckbehältern wird darauf hingewiesen, dass die angegebenen Häufigkeiten für vollständiges Versagen und vollständige Freisetzung innerhalb von 10 Minuten um 5×10^{-6} pro Jahr zu erhöhen seien, wenn Bedienfehler nicht ausgeschlossen werden könnten.

Tabelle 1: Eintrittshäufigkeiten für Rohrleitungen [8]

Rohrleitungs- durchmesser	LOC	
	Vollständiger Abriss	Leckage*
$d < 75 \text{ mm}$	$1 \times 10^{-6} \text{ m}^{-1} \text{ y}^{-1}$	$5 \times 10^{-6} \text{ m}^{-1} \text{ y}^{-1}$
$75 \text{ mm} \leq d \leq 150 \text{ mm}$	$3 \times 10^{-7} \text{ m}^{-1} \text{ y}^{-1}$	$2 \times 10^{-6} \text{ m}^{-1} \text{ y}^{-1}$
$D > 150 \text{ mm}$	$3 \times 10^{-7} \text{ m}^{-1} \text{ y}^{-1}$	$5 \times 10^{-7} \text{ m}^{-1} \text{ y}^{-1}$

*Leckage mit einem effektiven Durchmesser $> 10\%$ des Rohrlitungsdurchmessers, aber $< 50 \text{ mm}$

Schritte 2 und 3: Ausbreitung in Abhängigkeit der Wetterbedingungen und Verteilung in der Umgebungsluft

Nach Festlegung der relevanten LOCs muss ermittelt werden, wie sich die freigesetzten gefährlichen Stoffe oder deren Verbrennungsprodukte in der Umgebung ausbreiten, um das Todesfallrisiko für die Menschen in der Nähe der Anlage im nächsten Schritt abschätzen zu können. Dabei ist von besonderem Interesse, welche Stoffkonzentrationen sich in einer bestimmten Entfernung zum Freisetzungsort in Abhängigkeit der Zeit einstellen. Darüber hinaus kann auch die bei einem Brand oder einer Explosion entstehende Flammeneinwirkung, die Wärmestrahlung oder der Explosionsdruck von Interesse sein, da diese Auswirkungen ebenfalls zum Tode führen können. Die Ausbreitung von Stoffen hängt von einer Vielzahl von Faktoren ab, die in diesem Schritt betrachtet werden müssen. Diese Faktoren umfassen:

- die Mengen sowie die physikalischen und chemischen Eigenschaften der freigesetzten Stoffe;
- die Größe der Freisetzungsoffnung, die Freisetzungsgeschwindigkeit und –richtung;
- die Wetterbedingungen, insbesondere die Windgeschwindigkeit und –richtung;
- das Vorhandensein von Barrieren und Zündquellen in Ausbreitungsrichtung;
- die Wirkung von Sicherheitseinrichtungen, wie z.B. von Auffangwannen oder Beriesungsanlagen.

Um die vielfältigen Faktoren berücksichtigen zu können, wurde verschiedene Modelle zur Ausbreitungsrechnung entwickelt, die ausführlich im Gelben Buch beschrieben sind (vgl. Abschnitt 2.1.1). In Hinblick auf die Wetterbedingungen sind danach in der Regel mindestens sechs Fälle



zu unterscheiden, die verschiedene Wetterstabilitätsklassen und Windgeschwindigkeiten berücksichtigen. Allein zur Erfassung der Wetterbedingungen sind daher die für die Ermittlung des Risikos notwendigen Berechnungen mindestens sechs Mal zu wiederholen.

Es liegt deshalb auf der Hand, die Berechnungen mit Hilfe von Computerprogrammen durchzuführen. Tatsächlich gibt es eine Reihe solcher Programme, von denen RISKCURVES von TNO⁸ und SAFETI von DNV⁹ zu den bekanntesten gehören. Diese Programme unterstützen den Anwender nicht nur bei der Ausbreitungsrechnung, sondern auch bei der Häufigkeits- und Auswirkungsanalyse (Schritte 1 und 4) und stellen damit ein umfassendes Instrumentarium zur Durchführung quantitativer Risikoanalysen dar.

Eine vom *National Institute of Public Health and Environment (RIVM)* durchgeführte Studie hat allerdings gezeigt, dass die verschiedenen Computerprogramme bei gleichen Eingaben teilweise unterschiedliche Berechnungsergebnisse liefern [9]. Es gibt deshalb Bestrebungen, ein Computerprogramm als verbindlich festzulegen und weitere Programme nur dann zuzulassen, wenn sie nachweislich zu den gleichen Ergebnissen führen.

Schritt 4: Schaden für die menschliche Gesundheit

Auf der Grundlage der in den Schritten 2 und 3 ermittelten Verteilung der gefährlichen Stoffe in der Umgebungsluft sowie der möglicherweise auftretenden Brand- und Explosionswirkungen kann nun abgeschätzt werden, inwieweit mit tödlichen Auswirkungen innerhalb der Bevölkerung gerechnet werden muss. Dazu werden das Individual- und das gesellschaftliche Risiko mit Hilfe so genannter *Probit*-Funktionen berechnet, die auf Dosis-Wirkungs-Beziehungen beruhen. Während bei der Berechnung des Individualrisikos davon ausgegangen wird, dass sich der Mensch ungeschützt im Freien aufhält, wird bei der Berechnung des gesellschaftlichen Risikos angenommen, dass sich zumindest ein Teil der Bevölkerung in Gebäuden aufhält und damit in gewissem Maße vor den Einwirkungen geschützt ist. Dieser Annahme wird durch Verwendung von Korrekturfaktoren bei der Kalkulation Rechnung getragen.

Die zugrunde gelegte Bevölkerungsdichte und -verteilung ist jedoch in jedem Falle für die Berechnung des gesellschaftlichen Risikos von entscheidender Bedeutung. Es wurden deshalb Regeln aufgestellt, wie unterschiedlichen Gegebenheiten in Hinblick auf die Flächennutzung (z. B. Wohn-, Industrie- oder Erholungsgebiet) und tageszeitlichen Schwankungen Rechnung getragen werden kann. Quantitative Risikoanalysen müssen deshalb für Tag und Nacht getrennte Ergebnisse ausweisen.

Schritt 5: Bestimmung des Risikos

Die Ergebnisse der im Schritt 4 angestellten Berechnungen werden für das Individualrisiko abschließend in Form von Iso-Risiko-Linien dargestellt. Der Maßstab der Landkarte ist dabei nach Möglichkeit so zu wählen, dass die Iso-Risiko-Linien für die Risikowerte 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} , 10^{-7} und 10^{-8} /a erkennbar sind [8].

Die Darstellung des gesellschaftlichen Risikos erfolgt mit Hilfe von FN-Diagrammen. Diese Diagramme sollten so aufgebaut sein, dass die Abszisse die Zahl der Todesopfer zeigt, während auf der Ordinate die kumulierte Häufigkeit aufgetragen ist. Beide Achsen sollten einen logarithmischen Maßstab aufweisen.

⁸ Weitere Informationen unter <http://www.mep.tno.nl/software/MilieuIV/Kort/RISKCURVESkorten.html>

⁹ Weitere Informationen unter <http://www.dnv.com/software/all/safeti/productInfo.asp>

Die Angabe von Unsicherheiten ist nicht vorgesehen und wird von behördlicher Seite auch nicht gefordert. Obwohl die Ergebnisse aufgrund der Vielzahl der eingegebenen Werte, möglicher Unzulänglichkeiten der verwendeten Berechnungsmodelle, lokaler Besonderheiten und anderer Fehlerquellen mit erheblichen Unsicherheiten behaftet sein können, werden die berechneten Risikowerte nur als einzelne Zahl bzw. als gestufte Linie angegeben. Es wird darauf vertraut, dass die Angaben die bestmögliche Näherung an den wahren Wert darstellen.

Bei der Übermittlung des Sicherheitsberichts steht es dem Arbeitgeber grundsätzlich frei, neben den geforderten Iso-Risiko-Linien und den FN-Diagrammen weitere Unterlagen einzureichen. Wichtig ist, dass die zuständige Behörde in die Lage versetzt wird, auf der Grundlage der vorgegebenen Akzeptanzkriterien das Risiko zu beurteilen.

Beurteilung des Risikos

Zur Beurteilung des Risikos wenden die zuständigen Behörden Akzeptanzkriterien an, die sich sowohl auf das Individualrisiko als auch auf das gesellschaftliche Risiko (Gruppenrisiko) beziehen. Diese Kriterien wurden zuletzt in den Jahren 1993 und 1994 zwischen dem niederländischen Parlament und VROM diskutiert [10] und in der Folge geringfügig geändert. Dabei wurde beschlossen, dass das anfangs eingeführte Niveau des vernachlässigbaren Risikos nicht weiter als separates Kriterium verwendet werden sollte, da dieses Kriterium zu Missverständnissen im Hinblick auf die Ziele eines effektiven Risikomanagements geführt hatte.

In der gegenwärtigen Gesetzgebung sind zur Beurteilung des Individualrisikos Grenzwerte (*limit values*) und Zielwerte (*target values*) vorgegeben [11]. Grenzwerte sind auf besonders schutzwürdige Objekte (*vulnerable objects*) anzuwenden, zu denen Wohngebäude, Krankenhäuser und Schulen zählen. Für derartig genutzte Gebäude sind Obergrenzen für das Individualrisiko vorgegeben, da die Überschreitung des festgelegten Risikoniveaus als grundsätzlich nicht akzeptabel angesehen wird. Dabei wird allerdings zwischen bestehenden und neuen Situationen unterschieden.

Die **Grenzwerte für das Individualrisiko für besonders schutzwürdige Objekte** betragen:

- für bestehende Gebäude: $10^{-5}/a$
- für geplante Gebäude: $10^{-6}/a$

Dies bedeutet beispielsweise, dass ein Krankenhaus in der Nähe einer BRZO 99-Anlage nicht innerhalb des Bereichs errichtet werden dürfte, der von der ermittelten 10^{-6} -Iso-Risiko-Linie umschlossen wird. Umgekehrt dürfte keine Genehmigung für eine neue BRZO 99-Anlage erteilt werden, wenn dadurch bestehende Wohngebäude oder andere schutzwürdige Objekte in den Bereich der 10^{-6} -Iso-Risiko-Linie fallen würden. Der Betreiber der geplanten Anlage müsste dann zusätzliche Maßnahmen zur Risikominderung nachweisen, wenn er die Anlage an dieser Stelle errichten will. Die Iso-Risiko-Linien für die Risikowerte $10^{-5}/a$ und $10^{-6}/a$ geben also unmittelbar die erforderlichen Schutzabstände vor und dienen damit als Hilfsmittel für die Flächennutzungsplanung.

Dies gilt grundsätzlich auch für andere Gebäude, wie z. B. Bürogebäude, Hotels, Restaurants, Kaufhäuser oder Ladenlokale, die als begrenzt schutzwürdige Objekte (*less vulnerable objects*) bezeichnet werden. Für derartig genutzte Gebäude gibt es keinen Grenzwert. Als Zielwert sollte jedoch ein Individualrisiko von $10^{-5}/a$ nach Möglichkeit nicht überschritten werden. Der zuständigen Behörde wird damit ein gewisser Ermessensspielraum bei der Flächennutzungsplanung eingeräumt.



Zur Beurteilung wird jedoch nicht nur das Individualrisiko, sondern auch das gesellschaftliche Risiko herangezogen, um der Bevölkerungsdichte und -verteilung in der Umgebung der betrachteten Anlage Rechnung zu tragen. Bei dichter Besiedelung kann es auch bei Einhaltung der Grenz- bzw. Zielwerte für das Individualrisiko bei einem Unfall mit Freisetzung von Stoffen, Bränden oder Explosionen zu einer hohen Zahl von Opfern unter der Bevölkerung kommen. Das Individualrisiko allein genügt nicht als Akzeptanzkriterium, da es diesen Aspekt nicht berücksichtigt. Für das gesellschaftliche Risiko wurde deshalb ein separates Akzeptanzkriterium festgelegt, das als Gerade im FN-Diagramm dargestellt ist. Diese Gerade wird über einen Punkt, den so genannten Ankerpunkt, und ihre Steigung definiert (Abbildung 3). Der Ankerpunkt gibt hier die maximal zulässige Häufigkeit dafür an, dass bei einem Ereignis zehn oder mehr Personen zu Tode kommen. Diese Häufigkeit ist mit 10^{-5} /a festgelegt und basiert auf einer früheren Festlegung zu Flüssiggas-Anlagen. Die Steigung der Geraden ist mit -2 festgelegt, d. h., wenn die Anzahl der Todesopfer bei einem Ereignis um eine Größenordnung (d. h. den Faktor 10) ansteigt, muss die entsprechende Häufigkeit um zwei Größenordnungen (d. h. um den Faktor 100) fallen. Bei 100 oder mehr Todesopfern darf die Häufigkeit beispielsweise den Wert von 10^{-7} /a nicht übersteigen.

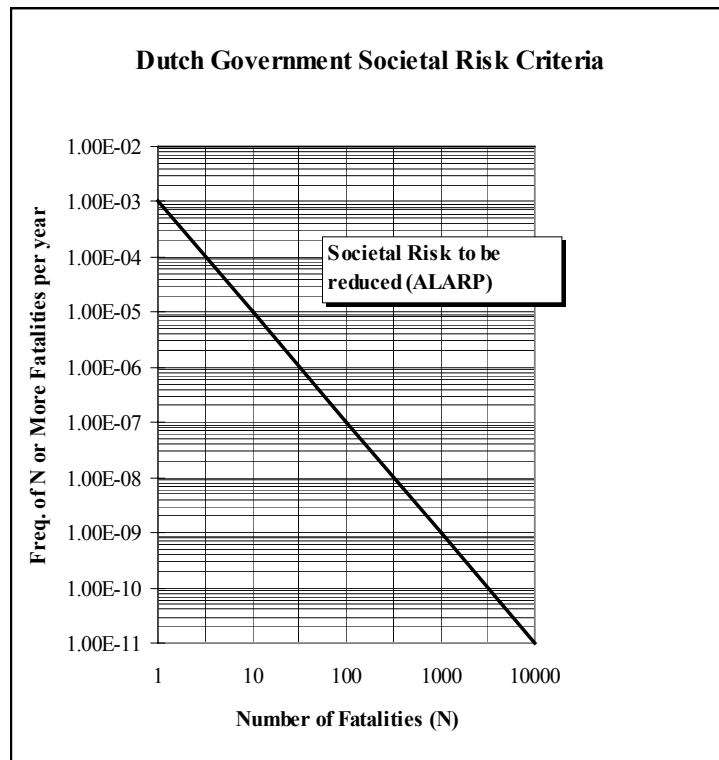


Abbildung 3: FN-Diagramm mit Akzeptanzkriterium für das gesellschaftliche Risiko

Ein alternativer Ansatz wäre es gewesen, das Produkt aus der Anzahl der Todesopfer und der Häufigkeit (d. h. das Risiko) konstant zu halten. In diesem Fall wäre die Steigung -1 (d. h., bei 100 oder mehr Todesfällen dürfte die Häufigkeit den Wert von 10^{-6} pro Jahr nicht übersteigen). Durch die bewusste Wahl einer höheren Steigung sollte zum Ausdruck gebracht werden, dass Unfälle mit einer größeren Zahl von Todesopfer unabhängig von der Häufigkeit als schwerwiegender bewertet werden (Skaleneffekt). Die so definierten Kriterien für das gesellschaftliche Risiko werden sowohl auf neue als auch auf vorhandene Anlagen angewendet.

Das gesellschaftliche Risiko wird in Ergänzung des Individualrisikos im Rahmen von Genehmigungsverfahren zur Beurteilung herangezogen. Eine Überschreitung des Akzeptanzkriteriums für das gesellschaftliche Risiko stellt jedoch nicht unbedingt ein Ausschlusskriterium dar. Die Behörde kann eine Überschreitung akzeptieren, wenn ihr plausibel dargelegt wird, dass das Risiko für die Bevölkerung in dem betrachteten Falle dennoch akzeptiert werden kann. Eine Anleitung dazu hat es aber zumindest bis zum Jahr 2000 von offizieller Seite nicht gegeben [10].

Die Verteilung gefährlicher Anlagen in den Niederlanden im Jahr 1999 macht Abbildung 4 deutlich. Dabei wurden neben BRZO 99-Anlagen (früher: ESR-Anlagen) auch Rangierbahnhöfe und Gashochdruckleitungen berücksichtigt. Die Größe der Punkte zeigt die Anzahl der maximal zu erwartenden Todesopfer im Unglücksfall. Die Färbung deutet auf die Über- bzw. Unterschreitung des Akzeptanzkriteriums für das gesellschaftliche Risiko hin. Die dunkleren Punkte zeigen damit Stellen, an denen das akzeptierte gesellschaftliche Risiko überschritten wird. Zehn Fälle davon werden durch BRZO 99-Anlagen verursacht.

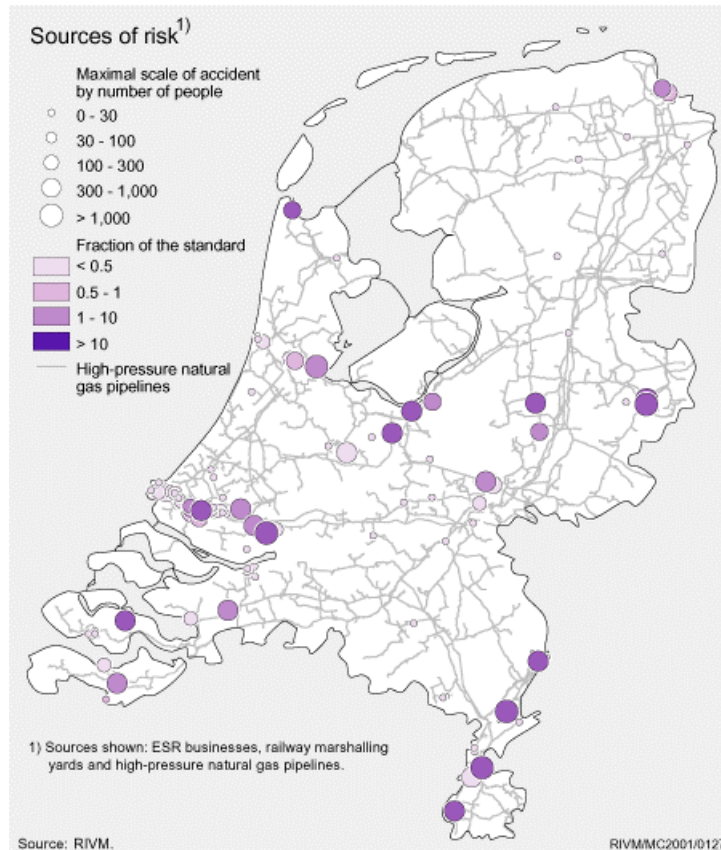


Abbildung 4: Risiken durch industrielle Anlagen, Rangierbahnhöfe und Gashochdruckleitungen in den Niederlanden¹⁰

Unabhängig von den Akzeptanzkriterien für das Individual- und das gesellschaftliche Risiko ist zu beachten, dass bei der Auslegung von Anlagen das so genannte ALARA-Prinzip (*As Low As Reasonably Achievable*) anzuwenden ist. Dieses Prinzip verpflichtet den Betreiber dazu, alle geeigneten Maßnahmen zur Risikominderung zu ergreifen, sofern diese aus wirtschaft-

¹⁰ http://arch.rivm.nl/environmentaldata/E_Environmental_quality/E5_The_human_living_environment/index.html

lichen oder anderen Erwägungen nicht als unzumutbar anzusehen sind. Der Betreiber kann sich also nicht auf den Standpunkt zurückziehen, dass er bei Einhaltung der Grenz- bzw. Zielwerte keine weiteren Schutzmaßnahmen zu ergreifen habe, da den gesetzlichen Anforderungen Genüge getan sei. Ziel der niederländischen Gesetzgebung ist es vielmehr, das Risiko für die Bevölkerung auf das niedrigstmögliche Maß zu senken. Die Akzeptanzkriterien stellen dabei ein Hilfsmittel zur transparenten und objektiven Entscheidungsfindung dar. Obwohl sie streng genommen rechtlich nicht verbindlich sind, werden sie im Rahmen von Genehmigungsverfahren wie rechtlich verbindliche Vorgaben verwendet, auch wenn Ausnahmen zugelassen werden.

2.1.3 Praktische Erfahrungen

Derzeit sind nach Angaben des VROM etwa 170 Betriebe in den Niederlanden nach *BRZO 99* verpflichtet, einen Sicherheitsbericht anzufertigen und der zuständigen Behörde zu übermitteln. Die Erstellung und Beurteilung quantitativer Risikoanalysen ist dabei gängige Praxis und hat sich bei Unternehmen und Behörden etabliert. Die Methodik zur Anfertigung der Risikoanalysen, wie sie im *Purple Book* zusammenfassend dargestellt ist, ist akzeptiert und wird nicht in Frage gestellt, obwohl die Vorgehensweise zur Risikobeurteilung von den Unternehmen teilweise als zu akademisch angesehen wird.

Schwierigkeiten treten aber vor allem bei der praktischen Umsetzung auf. Insbesondere die Verteilung der Zuständigkeiten auf verschiedene Behörden auf kommunaler bzw. Provinzebene führte in der Vergangenheit oftmals zu Abstimmungsproblemen und uneinheitlicher Umsetzungspraxis. Dieses Problem wurde noch verstärkt durch mangelnde Kompetenz der zuständigen Verwaltungsmitarbeiter, die das als komplex angesehene Regelwerk oftmals unterschiedlich auslegten [12]. Die mangelnde Abstimmung zwischen den Behörden resultierte in einer Vielzahl von Besuchsterminen bei den Unternehmen durch das *Arbeidsinspectie* (Gewerbeaufsichtsamt), die Feuerwehr und anderen kommunalen bzw. Provinz-Stellen, was zu Unverständnis bei den betrieblichen Vertretern führte.

Auf der anderen Seite stellte die für die Untersuchung des Unglücks von Enschede zuständige Kommission fest, dass die Risiken für die Bevölkerung durch fehlende rechtliche Vorgaben für die Flächennutzungsplanung in einigen Teilen des Landes angewachsen seien [7]. Das Vierte Nationale Maßnahmenprogramm für die Umweltpolitik (NMP4) aus dem Jahr 2001 räumt daraufhin ein, dass die für gefährliche Stoffe bis zu diesem Zeitpunkt geltenden Regeln „wegen mangelnder Durchsetzung und einer fehlenden gesetzlichen Grundlage keine Garantie“ dafür boten, dass die Risiken für die Bevölkerung so weit wie möglich begrenzt würden. Die Regierung habe deshalb Fragen der *External Safety* zu einer vordringlichen Aufgabe erklärt. Das NMP4 mahnt an, dass Staat und Regierung in Bezug auf die Akzeptanz von Risiken zukünftig eine deutlich größere Sorgfalt walten lassen müssten, da dem Bürger in seinem Wohnumfeld ein bestimmter, garantierter Schutz gegen die Gefährdung durch gefährliche Stoffe geboten werden müsse.

Tatsächlich hat sich in der Praxis die widersprüchliche Auffassung etabliert, dass die Akzeptanzkriterien für Risiken zwar einerseits verbindlich seien, andererseits nicht aber als strikte Grenzwerte betrachtet werden müssen. Dazu hat sicherlich auch die Verfahrensweise beigetragen, nach der eine Anlage auch bei Überschreitung des Akzeptanzkriteriums für das gesellschaftliche Risiko im Einzelfalle genehmigt werden kann. Üblicherweise findet eine Güter- und Nutzenabwägung statt, die unter Umständen auch Überschreitungen der Grenzwerte zulässt.

Die niederländische Regierung hat zur Umsetzung der integrierten *External Safety Policy* umfangreiche Mittel zur Verfügung gestellt. Erklärtes Ziel ist es, die Wahrscheinlichkeit eines schweren Unfalls auf praktisch Null zu senken [12]. Es wurde ein Zeitraum bis 2007 vorgegeben, um durch die zuständigen Behörden sicherstellen zu lassen, dass der Grenzwert für das Individualrisiko von $10^{-5}/a$ für alle besonders schutzwürdigen Objekte in der Nähe von *BRZO 99*- und Flüssiggas-Anlagen eingehalten wird. Ab Anfang 2010 gilt dann der strengere Grenzwert von $10^{-6}/a$ in der Nähe aller Anlagen, die von der *External Safety Policy* erfasst werden.

2.2 Großbritannien

2.2.1 Rechtsgrundlagen

Die Gesetzgebung in Großbritannien verfolgt einen zweistufigen Ansatz: Vorrangiges Ziel des Gesetzgebers ist es, das Risiko eines schweren Unfalls durch geeignete betriebliche Maßnahmen auf das niedrigstmögliche Maß zu senken. Ein möglicherweise verbleibendes Restrisiko für die Bevölkerung soll dann durch Festlegung von Schutzabständen im Rahmen der Flächennutzungsplanung (*land use planning*) auf ein akzeptables Maß reduziert werden. Dieser zweistufige Ansatz spiegelt sich in den Rechtsvorschriften wider, die sich entsprechend in die *Control of Major Accidents Hazards Regulations (COMAH)* und das *System of Hazardous Substances Consent* gliedern.

Dieser zweistufige Ansatz in der heutigen Form ist das Ergebnis eines mehr als 30-jährigen Entwicklungsprozesses, der mit den Bestrebungen der britischen Regierung zur Neuordnung der gesetzlichen Regelungen zum Arbeits- und Gesundheitsschutz Ende der sechziger Jahre begann. Im Rahmen dieser Bestrebungen wurde im Juni 1970 ein parlamentarischer Ausschuss unter Vorsitz von Lord Robens eingesetzt (das so genannte *Robens Committee*), der zahlreiche Empfehlungen erarbeitete und 1972 veröffentlichte. Auf der Grundlage dieser als *Robens Report* bekannt gewordenen Veröffentlichung wurde der *Health and Safety at Work Act 1974 (HSWA)* geschaffen und zwei Institutionen ins Leben gerufen, die *Health and Safety Commission (HSC)* und die *Health and Safety Executive (HSE)* [13].

Der *Robens Report* empfahl außerdem die Einrichtung eines beratenden Ausschusses zum Schutz vor ernststen Gefahren durch industrielle Anlagen. Bevor dieser Ausschuss jedoch tätig werden konnte, ereignete sich am 1. Juni 1974 das Unglück von Flixborough, bei dem in einem Betrieb der Firma Nypro (UK) durch eine Explosion 28 Mitarbeiter getötet und 38 verletzt wurden. Die Explosion wurde durch Zündung eines Cyclohexan-Luft-Gemisches ausgelöst, das sich nach dem Abriss einer Rohrleitung gebildet hatte [14]. In Folge dieses Unglücks richtete die HSC ein beratendes Gremium, das *Advisory Committee on Major Hazards (ACMH)*, ein. Das *ACMH* erarbeitete drei Berichte (1976, 1979 und 1983) und entwarf ein Schutzkonzept, nach dem die Folgen schwerer Unfälle durch Maßnahmen der Flächennutzungsplanung so gering wie möglich gehalten werden sollten. Als Ziel wurde genannt, die Zahl der exponierten Personen in der Nähe industrieller Anlagen stabil zu halten, zumindest aber nicht zu vergrößern.

In der Anfangszeit legte die HSE als beratende Institution Schutzabstände fest, die sehr konservativ ausgelegt waren, um bei allen denkbaren, wenn auch unwahrscheinlichen Unfallereignissen ausreichend Schutz zu bieten. Diese Herangehensweise wurde von der Öffentlichkeit gut aufgenommen. Es wurden jedoch auch kritische Stimmen laut, die argumentierten, dass der Umfang der Schutzmaßnahmen unangemessen sei und in keinem Verhältnis zu dem Aufwand stehe, der für die Beherrschung anderer Risiken betrieben werde. Die HSE sollte deshalb zukünftig bei ihren Entscheidungen die Wahrscheinlichkeit einer



Schädigung und den möglichen Umfang des Schadens in Betracht ziehen. Sowohl die Wahrscheinlichkeit als auch das Schadensausmaß seien zu quantifizieren. Die Idee, quantitative Risikoanalysen als Entscheidungsgrundlage für die Flächennutzungs- und Entwicklungsplanung zu verwenden, war damit geboren.

Das Zusammenspiel der *Control of Major Accidents Hazards Regulations (COMAH)* und des *System of Hazardous Substances Consent* wird im Folgenden dargestellt.

Control of Major Accidents Hazards Regulations 1999 (COMAH)

Die *Control of Major Accidents Hazards Regulations 1999 (COMAH)*¹¹ wurden zum 1. April 1999 zur Umsetzung der Seveso-II-Richtlinie durch das britische Parlament in Kraft gesetzt und mit Wirkung vom 30. Juni 2005 durch Verabschiedung der *The Control of Major Accident Hazard (Amended) Regulations 2005*¹² angepasst. Die *COMAH Regulations* lösten die seit 1984 bestehenden *Control of Industrial Major Accident Hazards Regulations 1984 (CIMAH)* ab.

Ziel der *COMAH Regulations* ist es, schwere Unfälle, die mit der Freisetzung chemischer Stoffe, Bränden oder Explosionen verbunden sind, zu vermeiden bzw. deren Auswirkungen so weit wie möglich zu vermindern. Die Regelungen richten sich vornehmlich an Betriebe der chemischen Industrie, können aber auch auf kerntechnische Anlagen oder andere Industrien zutreffen, sofern dort bestimmte Mengen chemischer Stoffe gelagert oder verwendet werden. Gefahrguttransporte sowie der Transport gefährlicher Stoffe durch Pipelines sind aber ausdrücklich aus dem Geltungsbereich ausgenommen, der damit exakt dem Geltungsbereich der Seveso-II-Richtlinie entspricht.

Die betreffenden chemischen Stoffe und die anzuwendenden Mengenschwellen finden sich in Anhang 1 (*Schedule 1*) der *COMAH Regulations*. Bei den Mengenschwellen sind zwei Spalten zu unterscheiden. Bei Überschreitung der in Spalte 2 genannten Mengen unterliegt der Betrieb lediglich bestimmten Grundpflichten (*lower tier establishment*), während bei Überschreitung der Mengen nach Spalte 3 erweiterte Pflichten anzuwenden sind (*top tier establishment*). Neben der Stoffliste gibt es eine weitere Tabelle, die nach Gefährlichkeitsmerkmalen gegliedert ist. Diese ist zu berücksichtigen, falls ein gefährlicher Stoff oder eine Zubereitung in der Stoffliste nicht genannt ist. Die Tabellen sind zu den *Dangerous Substance Lists* zusammengefasst (Anlage 4).

Die *COMAH Regulations* verpflichten den Betreiber dazu, alle Maßnahmen zu ergreifen, die dazu geeignet sind, schwere Unfälle zu vermeiden bzw. deren Auswirkungen zu begrenzen. Dabei ist nach der Hierarchie der Schutzmaßnahmen vorzugehen, d. h. es sind zunächst solche Maßnahmen zu ergreifen, mit denen Risiken vermieden bzw. beseitigt werden können. Sollte dies nicht möglich sein, ist das ALARP-Prinzip (*As Low As Reasonably Practical*) anzuwenden. Dies bedeutet, dass alle Maßnahmen zur Risikominderung zu ergreifen sind, bei denen die Kosten nicht in einem äußerst unangemessenen (*grossly disproportional*) Verhältnis zum Nutzen stehen. Im Zweifel ist eine Kosten-Nutzen-Analyse durchzuführen.

Betriebe, die den erweiterten Pflichten der *COMAH Regulations* unterliegen, haben einen Sicherheitsbericht (*safety report*) anzufertigen und der zuständigen Behörde einzureichen. Der Sicherheitsbericht muss neben einer detaillierten Beschreibung der Anlage und der Umgebung Informationen zu den vorhandenen gefährlichen Stoffen, den damit verbundenen Risiken und

¹¹ Statutory Instrument 1999 No. 743

¹² Statutory Instrument 2005 No. 1088

den ergriffenen Sicherheitsmaßnahmen enthalten. Er ist bei wesentlichen Änderungen in der Anlage, neuen sicherheitsrelevanten Erkenntnissen oder nach Ablauf von fünf Jahre zu überarbeiten.

Die Erstellung einer quantitativen Risikoanalyse ist nicht zwingend erforderlich. Sie hat sich aber als gängige Praxis etabliert, da auf diese Weise nachgewiesen werden kann, dass alle erforderlichen Maßnahmen zur Beherrschung der aus dem Betrieb der Anlage resultierenden Risiken ergriffen wurden. Dieser Nachweis wird in *Schedule 4* der *COMAH Regulations* ausdrücklich gefordert. Der Betreiber tut dies zweckmäßigerweise dadurch, dass er eine systematische und konsequente Vorgehensweise zur Ermittlung, Beurteilung und Behandlung von Risiken dokumentiert, und nachweist, dass das verbleibende Risiko auf ein akzeptables Maß gesenkt wurde.

Für den Vollzug der *COMAH Regulations* ist eine Behörde eingerichtet worden, die sich *Competent Authority (CA)* nennt und sich aus der HSE und der zuständigen Umweltbehörde (*Environment Agency (EA)* für England und Wales bzw. *Scottish Environment Protection Agency (SEPA)* für Schottland) zusammensetzt.

System of Hazardous Substances Consent

Auch bei Ausschöpfung aller betrieblichen Maßnahmen zur Risikominderung nach dem ALARP-Prinzip ist es möglich, dass ein nicht tolerierbares Risiko für die Bevölkerung verbleibt, insbesondere dann, wenn sich Menschen regelmäßig in unmittelbarer Nähe der Anlage aufhalten. In Ergänzung der *COMAH Regulations* hat der britische Gesetzgeber deshalb ein Regelwerk zur Flächennutzungsplanung geschaffen, das darauf hin wirken soll, Ansiedlungen in gefährdeten Bereich zu vermeiden bzw. zu reduzieren. Dieses Regelwerk setzt sich zusammen aus:

- The Town and Country Planning Act 1990,
- The Planning (Hazardous Substances) Act 1990
- The Planning (Hazardous Substances) Regulations 1992¹³ as amended by The Planning (Control of Major Accident Hazards) Regulations 1999¹⁴ and 2005

Das Regelwerk zielt darauf ab, die geplante Lagerung oder Verwendung gefährlicher Stoffe oberhalb bestimmter Mengenschwellen zu erfassen, um der Überwachungsbehörde die Möglichkeit zu geben, die damit verbundenen Risiken zu beurteilen und mögliche Folgen für die Bevölkerung abzuschätzen. Die Mengenschwellen (*controlled quantities*) sind im Anhang 1 (*Schedule 1*) der *The Planning (Hazardous Substances) Regulations 1992 as amended by The Planning (Control of Major-Accident Hazards) Regulations 1999* angegeben. Die geplante Lagerung oder Verwendung ist bei der *Hazardous Substances Authority (HSA)* anzuzeigen, die Teil der *Local Authority (LA)* ist.

Die HSA stellt in Zusammenarbeit mit der HSE, der EA und anderen behördlichen Stellen fest, ob die geplante Lagerung oder Verwendung eine angemessene Nutzung der Fläche darstellt und erteilt bei positiver Einschätzung eine Genehmigung. Aufgabe der HSE ist dabei es, das von den Stoffen ausgehende Risiko zu beurteilen und auf der Grundlage dieser Beurteilung eine Empfehlung für oder gegen die geplante Anlage auszusprechen. Dazu wird in der Regel

¹³ Statutory Instrument 1992 No. 656

¹⁴ Statutory Instrument 1999 No. 981

eine Landkarte erstellt, auf der Zonen eingezeichnet sind, die verschiedene Risikoniveaus repräsentieren. Auf der Basis dieser Zoneneinteilung werden Schutzabstände festgelegt. Einzelheiten dazu sind am Ende des nächsten Abschnitts dargestellt.

Ausführliche Hinweise zum *HSC Regime* enthält das Rundschreiben *Circular 04/00: Planning controls for hazardous substances*¹⁵ des *Office of the Deputy Prime Minister (ODPM)*.

2.2.2 Risikoermittlung und -beurteilung

Bei der Anfertigung eines Sicherheitsberichts hat der Betreiber einer Anlage gemäß *Schedule 4* der *COMAH Regulations* mögliche Szenarien für schwere Unfälle darzustellen sowie deren Eintrittswahrscheinlichkeit und Folgen zu beschreiben. Ziel des Betreibers muss es dabei sein, nachvollziehbar darzulegen, dass alle geeigneten Maßnahmen zur Minderung des mit dem Betrieb der Anlage verbundenen Risikos ergriffen wurden. Die zuständige Behörde muss in die Lage versetzt werden, anhand der Angaben des Sicherheitsberichts eine Entscheidung über die Tolerierbarkeit des Risikos zu fällen. Der Betreiber sollte deshalb sinnvollerweise eine systematische Vorgehensweise zur Risikoermittlung nachweisen. Eine bestimmte Methodik ist allerdings nicht vorgeschrieben, so dass für Anlagen, die in den Geltungsbereich der *COMAH Regulations* fallen, sowohl qualitative als auch semi-quantitative und quantitative Verfahren Anwendung finden. Dabei werden die Verfahren in der Regel gestaffelt eingesetzt, d. h. dass die Ermittlung der Gefahrenquellen und die grobe Abschätzung der Risiken mit Hilfe qualitativer und/oder semi-quantitativer Verfahren erfolgt, während sich die Anwendung quantitativer Verfahren aufgrund des verhältnismäßig großen Aufwands auf die Risikoschwerpunkte beschränkt. Quantitative Risikoanalysen bieten dabei aber den Vorteil, dass sie vergleichbare Aussagen zur Eintrittswahrscheinlichkeit und Schadensschwere (also des Risikos) enthalten. Die Erstellung solcher Analysen hat sich deshalb insbesondere in der chemischen Industrie etabliert. Die Vorgehensweise ist dabei die gleiche wie die in Abschnitt 2.1.2 für die Niederlande beschriebene. Eine Anleitung wurde von Seiten der HSE für Anlagen an Land bisher nicht veröffentlicht. Hinweise gibt jedoch eine für den Offshore-Bereich erstellte Broschüre [15].

Für den Umgang mit den bei der Erstellung von Risikoanalysen verbundenen Unsicherheiten hat die HSE eine Herangehensweise gewählt, die sie als *cautious best estimate* bezeichnet. Bei unsicherer Datenlage werden möglichst realistische Annahmen getroffen, die im Zweifel zu höheren Risikowerten führen (Ausfall zur sicheren Seite). Die Unsicherheiten werden aber nicht im Einzelnen erfasst, so dass sie im Zusammenhang mit dem Ergebnis nicht genannt werden können.

Umfassende Hinweise zur grundsätzlichen Vorgehensweise und den Entscheidungsgrundsätzen der HSE im Zusammenhang mit Risikomanagement finden sich in dem Diskussionspapier *Reducing risks, protecting people (R2P2)* [16]. Dort werden auch die Bewertungskriterien der HSE für das Individualrisiko genannt (vgl. Abschnitt 2.1.2). Zur Veranschaulichung wird das in Abbildung 5 dargestellte Dreieck verwendet. Danach sind für das Individualrisiko drei Risikobereiche zu unterscheiden: der allgemein akzeptierte Bereich (*broadly acceptable region*), der tolerierbare Bereich (*tolerable region*) und der nicht akzeptable Bereich (*unacceptable region*). Liegt das Risiko im allgemein akzeptierten Bereich, müssen keine weiteren Maßnahmen ergriffen werden, während im nicht akzeptablen Bereich das Risiko grundsätzlich als nicht hinnehmbar angesehen wird. Dazwischen liegt der tolerierbare Bereich.

¹⁵ http://www.odpm.gov.uk/stellent/groups/odpm_planning/documents/page/odpm_plan_606801.hcsp

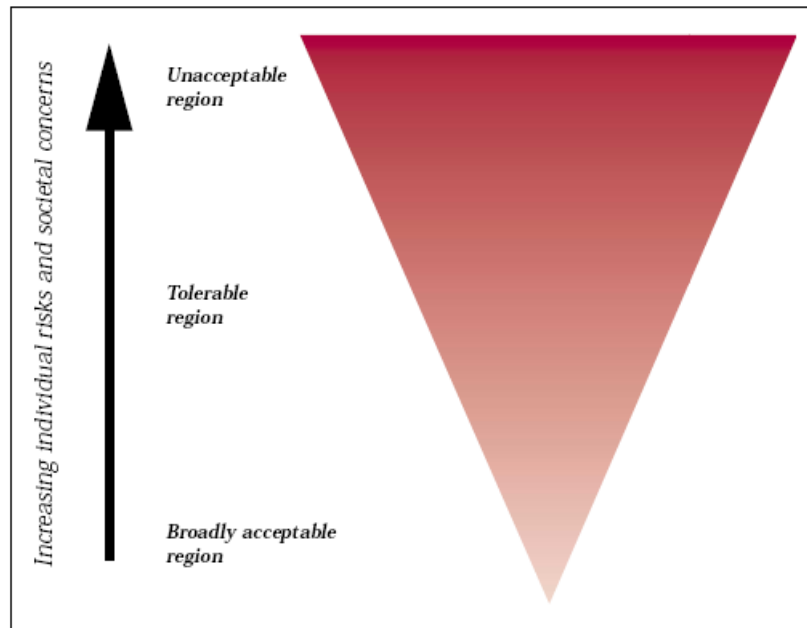


Abbildung 5: Bewertungsansatz für Risiken nach HSE [15]

Im tolerierbaren Bereich liegen Risiken, die Menschen üblicherweise hinnehmen, vorausgesetzt, dass sie den Eindruck haben, dass geeignete Sicherheitsmaßnahmen ergriffen wurden, und dass den Risiken ein erkennbarer Nutzen gegenübersteht (z.B. Produktion wichtiger Güter oder Bereitstellung von Arbeitsplätzen). Die HSE sieht den Grenzwert für den Übergang des Individualrisikos vom allgemein akzeptierten Bereich in den tolerierbaren Bereich bei 10^{-6} /a, und zwar gleichermaßen für Mitarbeiter wie für die Öffentlichkeit [16]. Für den Übergang vom tolerierbaren in den nicht akzeptablen Bereich wagt die HSE allerdings keine ähnlich allgemeingültige Aussage. Sie verweist lediglich darauf, dass in einer früheren Studie in Zusammenhang mit kerntechnischen Anlagen ein *Tolerability of Risk Framework (TOR)* erstellt wurde, nach dem ein Individualrisiko von 10^{-3} /a die Obergrenze für tolerierbare Risiken darstellt. Dieser Grenzwert wurde in den frühen achtziger Jahren durch Ermittlung des damals höchsten, gesellschaftlich tolerierten Individualrisikos festgelegt, das man bei dem Berufsstand der Bergleute fand. Daraus wurde ein Grenzwert für die allgemeine Öffentlichkeit von 10^{-4} /a abgeleitet [6].

Die in Großbritannien von der HSE veröffentlichten Grenzwerte für das Individualrisiko lassen sich somit folgendermaßen zusammenfassen:

- Maximal tolerierbares Risiko am Arbeitsplatz: 10^{-3} /a
- Maximal tolerierbares Risiko für die Öffentlichkeit: 10^{-4} /a
- Allgemein akzeptiertes Risiko: 10^{-6} /a

Im Gegensatz zum Individualrisiko gibt es derzeit keine allgemein gültigen Akzeptanzkriterien für das gesellschaftliche Risiko, da bisher kein Konsens gefunden werden konnte. In dem bereits genannten Diskussionspapier *Reducing risks, protecting people (R2P2)* [16] stellt die HSE jedoch einen Grenzwert von 2×10^{-4} /a für 50 oder mehr Todesopfer zur Diskussion.

Bei der Ausarbeitung von Empfehlungen für die Entwicklungsplanung im Rahmen des *System of Hazardous Substances Consent* spielen Todesfallrisiken jedoch nur eine untergeordnete

Rolle. Die Zonen gleichen Risikoniveaus in der Umgebung einer Anlage werden nämlich nicht auf der Basis von Todesfallrisiken festgelegt. Als Bewertungsmaßstab gilt vielmehr die so genannte gefährliche Dosis (*dangerous dose*). Eine gefährliche Dosis führt nicht notwendigerweise zum Tode. Sie liegt dann vor, wenn durch einen Unfallereignis in der Anlage mindestens

- erhebliche Unruhe in der Bevölkerung erzeugt wird,
- eine große Zahl von Menschen verletzt werden und ärztlicher Hilfe benötigen,
- einige Menschen so schwer verletzt werden, dass sie stationär behandelt werden müssen,
- einige Todesfälle (etwa 1 %) zu verzeichnen sind.

Bei Durchführung einer Risikoanalyse schätzt die HSE die Wahrscheinlichkeit einer gefährlichen Dosis in bestimmten Abständen zur Anlage ab. Das Ergebnis ist eine Zoneneinteilung, die drei Zonen unterscheidet: die innere, die mittlere und die äußere Zone (Abbildung 6). Die innere Zone kennzeichnet ein individuelles Risiko für eine gefährliche Dosis von 10^{-5} /a. Die mittlere Zone steht für ein individuelles Risiko von 10^{-6} /a, die äußere für 3×10^{-7} /a. Die Begrenzung der äußeren Zone wird als *consultation distance (CD)* bezeichnet. Sollte bei der lokalen Planungsbehörde (*Local Planning Authority – LPA*) ein Bauantrag eingehen, bei dem das Bauvorhaben in den Bereich der CD fällt, muss die LPA mit der HSE Kontakt aufnehmen, damit diese eine Empfehlung für oder gegen das Bauvorhaben aussprechen kann.

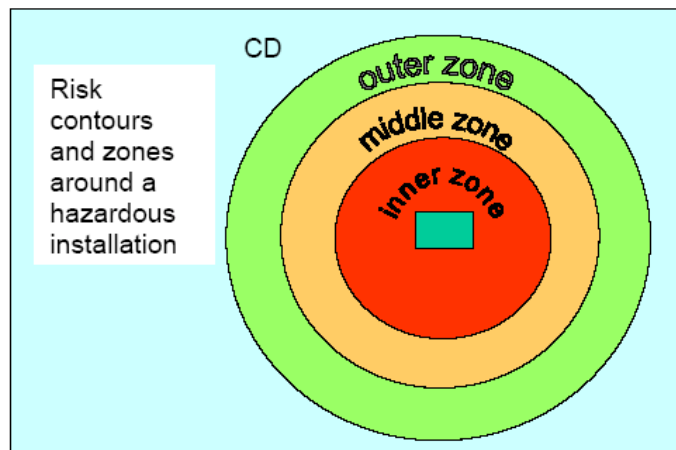


Abbildung 6: Zoneneinteilung der HSE [17]

Die Empfehlung hängt davon ab, in welche Zone das Bauvorhaben fällt und welcher Empfindlichkeitsstufe (*sensitivity level*) es zuzuordnen ist. Mit Hilfe des *sensitivity level* wird der Zahl und der Schutzbedürftigkeit der betroffenen Personen Rechnung getragen. Dabei werden vier *sensitivity level* unterschieden. Der niedrigste *sensitivity level 1* umfasst die arbeitende Bevölkerung und betrifft damit z. B. Gewerbe- und Industrieansiedlungen. Wohngebäude sind dem *sensitivity level 2* zugeordnet. Gebäude, in denen sich besonders schutzbedürftige Menschen wie Kinder oder Ältere aufhalten (z. B. Schulen, Altenheime) entsprechen dem *sensitivity level 3*. Der *sensitivity level 4* betrifft Einrichtungen, in denen mit größeren Menschenansammlungen zu rechnen ist, z. B. Sport- oder Freizeitparks. Als Hilfestellung zur Zuordnung stehen Tabellen zur Verfügung.

Im Jahr 2002 wurde außerdem eine Software eingeführt, die die HSE bei der Entscheidungsfindung unterstützen soll und PADHI (*Planning Advice for Developments near Hazardous Installations*) genannt wird. PADHI enthält eine Entscheidungsmatrix, auf deren Basis die HSE ihre Empfehlung abgibt (Tabelle 2). Je nach Empfindlichkeitsstufe und betrachteter Zone gibt die HSE eine zustimmende (*Don't Advise Againts – DAA*) oder ablehnende Empfehlung (*Advise Againts – AA*). Dabei hat sie zwischen zwei Aspekten abzuwägen. Einerseits ist zu berücksichtigen, dass es grundlegendes Ziel sein muss, die Zahl der exponierten Personen nicht zu erhöhen. Andererseits muss der Tatsache Rechnung getragen werden, dass in Großbritannien der Raum für neue Ansiedlungen begrenzt ist.

Tabelle 2: Entscheidungsmatrix der HSE [17]

Sensitivity level	Innere Zone	Mittlere Zone	Äußere Zone
1	DAA	DAA	DAA
2	AA	DAA	DAA
3	AA	AA	DAA
4	AA	AA	AA

AA = Ablehnende Empfehlung (*Advise Againts*), DAA = Zustimmende Empfehlung (*Don't Advise Againts*)

2.2.3 Praktische Erfahrungen

Bei der Flächennutzungs- und -entwicklungsplanung spielt die Beurteilung von Risiken in Großbritannien eine wichtige Rolle. Betreiber von Anlagen, die in den Geltungsbereich der *COMAH-Regulations* fallen, müssen bei der Erstellung eines Sicherheitsberichts Angaben machen, aus denen die zuständige Behörde das Risiko für die Bevölkerung abschätzen kann. Dem Betreiber der Anlage steht es grundsätzlich offen, welches Verfahren zur Risikoanalyse er anwenden möchte und wie er die Risiken darstellt, solange die Vorgehensweise für die Behörde nachvollziehbar ist. Die Erstellung quantitativer Risikoanalysen (QRA) hat sich aber im Bereich der chemischen und petrochemischen Industrie durchgesetzt. Die Ergebnisse einer QRA liefern der HSE eine gute Grundlage zur Festlegung der Zoneneinteilung zur Entwicklungsplanung um die betrachtete Anlage. Diese Zoneneinteilung bildet die Basis für die Genehmigung zur Errichtung einer Anlage bzw. für die Genehmigung von Bauvorhaben in der Umgebung von Anlagen und ist damit ein wichtiges Steuerungsinstrument der städtebaulichen Entwicklung.

Allerdings ist die derzeitige Verfahrensweise der HSE nicht unumstritten. Die HSE neigt dazu, umfassende Risikoanalysen nur dann durchzuführen, wenn Risiken toxischer Stoffe beurteilt werden müssen, während bei Brand- und Explosionsgefahren oftmals ein vereinfachtes Verfahren, die so genannte *protection-based analysis*, angewendet wird. Bei der *protection-based analysis* wird ein bestimmter Ereignisablauf, z. B. ein Lachenbrand, als der wahrscheinlichste Unfall angenommen und dessen Auswirkungen auf die Bevölkerung abgeschätzt. Die Zoneneinteilung erfolgt dann auf der Grundlage des angenommenen Schadenausmaßes nach folgendem Schema:

- innere Zone: ein deutlich höherer Schaden als durch die gefährliche Dosis (etwa 50 % der betroffenen Bevölkerung getötet),
- mittlere Zone: entspricht der Zone der gefährlichen Dosis,

- äußere Zone: ein deutlich geringerer Schaden als durch die gefährliche Dosis.

Die Zoneneinteilung erfolgt bei der *protection-based analysis* also nicht auf der Basis einer Risikoanalyse, sondern lediglich einer Auswirkungsbetrachtung [18].

In der Praxis hat eine Vielzahl von Faktoren Einfluss darauf, ob die HSE eine Risikoanalyse durchführt oder den Ansatz der *protection-based analysis* wählt. Zu diesen Faktoren gehören:

- die Verfügbarkeit der für die Durchführung einer Risikoanalyse notwendigen Informationen;
- das erwartete Schadensausmaß;
- die Bevölkerungsdichte und der Flächenbedarf in der Umgebung der Anlage.

Die Rolle und Vorgehensweise der HSE wurde in den Jahren 1998 bis 2001 im Rahmen eines Projekts, des *Fundamental Review of Land Use Planning (FRLUP)*, untersucht. Aus dieser Untersuchung wurden eine Reihe von Empfehlungen abgeleitet, die im Zuge eines Folgeprojekts, des *Implementation of the Fundamental Review of Land Use Planning (IFRLUP)*¹⁶ *Project*, umgesetzt werden sollen.

Die HSE hat dabei verschiedene Aufgaben bekommen. Sie soll unter anderem untersuchen, inwieweit die Methodik zur quantitativen Risikoanalyse vereinfacht werden kann, damit zukünftig keine Notwendigkeit mehr besteht, auf das Verfahren der *protection-based analysis* auszuweichen.

Die HSE soll außerdem prüfen, auf welche Weise das gesellschaftliche Risiko in den Beurteilungsprozess einbezogen werden kann. Sie hat dazu mit anderen Behörden eine Arbeitsgruppe (*Cross Government Task Force*) gebildet. Die wesentliche Schwierigkeit für die Arbeitsgruppe liegt darin, ein Berechnungsverfahren zu entwickeln, das die Ermittlung des gesellschaftlichen Risikos auf einfache und nachvollziehbare Weise zulässt. An einem solchen Berechnungsverfahren sind vor allem die *Local Planning Authorities (LPA)* interessiert, die sich bisher bei jeder einzelnen Anfrage an die HSE wenden müssen. Die HSE nutzt zur Berechnung der Risikowerte überwiegend selbst entwickelte Computerprogramme (z.B. Toxic RISKAT), die für die Anwendung durch die LPAs nicht geeignet sind. Mit Hilfe des neu zu entwickelnden Berechnungsverfahrens sollen die LPAs in die Lage versetzt werden, die Risikoanalysen im Regelfalle selbst durchzuführen.

Für die Unternehmen spielen diese Entwicklungen aber nur eine untergeordnete Rolle. Nach Meinung von Experten wird die Anfertigung der Sicherheitsberichte von vielen Betrieben eher als lästige Pflicht gesehen, die erfüllt werden muss, um die Betriebsgenehmigung zu erhalten. Oftmals werden Beratungsunternehmen oder Ingenieurbüros beauftragt, den Sicherheitsbericht zu erstellen, ohne dass ein ernsthaftes betriebliches Interesse an den Ergebnissen besteht.

Trotzdem zieht die HSE eine eher positive Bilanz: Bei einer im Jahre 2002 durchgeführten Befragung gaben 90 % der befragten Unternehmen an, aufgrund der Anforderungen der *COMAH Regulations* Änderungen im Betrieb vorgenommen zu haben. Diese Änderungen betrafen sowohl technische als auch organisatorische Aspekte. Die Mehrheit gab an, dass diese Änderungen ohne gesetzlichen Druck nicht oder erst später vorgenommen worden wären [19]. Betriebe, die zu den *top tier establishments* gehören und damit einen Sicherheitsbericht anfer-

¹⁶ Weitere Informationen unter <http://www.hse.gov.uk/landuseplanning/ifrlup/>

tigen müssen, gingen dabei insgesamt konsequenter vor und nutzten die Erkenntnisse zur Fortentwicklung der Sicherheitssysteme. Schwierigkeiten bereitet den Betrieben jedoch der Nachweis, dass die Risiken nach dem ALARP-Prinzip auf das niedrigstmögliche Maß gesenkt wurden. Die HSE folgert daraus, dass dieses Prinzip von den Betrieben noch nicht vollständig verstanden sei bzw. dass Unsicherheit herrsche, wie die Befolgung dieses Prinzips nachgewiesen werden könne.

Auf der anderen Seite stellt die Umsetzung der *COMAH Regulations* für viele Betriebe eine erhebliche finanzielle Belastung dar. 49 % der befragten Unternehmen gaben an, dass die Kosten ihrer Auffassung nach in keinem Verhältnis zum Nutzen stünden, während nur 26 % mit der Situation zufrieden waren. Insgesamt stellt die HSE fest, dass die *COMAH Regulations* zu zahlreichen positiven Änderungen in den Unternehmen geführt haben, denen allerdings nicht unerhebliche Kosten gegenüberstehen.

2.3 Frankreich

2.3.1 Rechtsgrundlagen

In Frankreich ist das Störfallrecht im fünften Umweltgesetzbuch¹⁷, Abschnitt 1: *Titre 1^{er} relatif aux installations classées pour la protection de l'environnement* verankert. Zur Umsetzung der Seveso-II-Richtlinie wurde dieses Gesetz durch den ministerialen *Arrêté du 10 mai 2000 relatif à la prévention des accidents majeurs...*¹⁸ des *Ministre de l'aménagement du territoire et de l'environnement* ergänzt.

Das fünfte Umweltgesetzbuch legt fest, dass der Betreiber einer Anlage, von der eine erhebliche Gefahr oder Beeinträchtigung für die Bevölkerung, die Landwirtschaft oder die Umwelt ausgehen kann, im Rahmen des Genehmigungsverfahrens eine Gefahrenstudie (*étude de dangers*) anzufertigen und der Genehmigungsbehörde einzureichen hat. Die Gefahrenstudie muss eine Risikoanalyse enthalten, bei der die Wahrscheinlichkeit eines Unfallereignisses und die mögliche Schadensschwere berücksichtigt wird. Interne und externe Unfallursachen sind in die Betrachtung einzubeziehen. Ein Verfahren zur Risikoanalyse wird durch das Gesetz nicht festgelegt. Der Gesetzgeber bestimmt jedoch, dass das gewählte Verfahren in der Risikoanalyse zu beschreiben sei (*Article L512-1*).

Ziel der Risikoanalyse ist es, der Genehmigungsbehörde nachzuweisen, dass die mit dem Betrieb der Anlage verbundenen Gefahren oder Beeinträchtigungen ermittelt und geeignete Maßnahmen zu deren Beherrschung ergriffen wurden. Die Genehmigungsbehörde fällt die Entscheidung unter Berücksichtigung des Abstands der zu genehmigenden Anlage von bestehenden oder geplanten Wohngebieten, öffentlichen Gebäuden, anderer Bebauung oder bestimmten Einrichtungen. Die technischen und finanziellen Möglichkeiten des Antragstellers sind in den Entscheidungsprozess einzubeziehen.

Genehmigungsverfahren werden in Frankreich auf regionaler Ebene durchgeführt. Die zuständige Behörde ist die *Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement (DRIRE)*. Sie untersteht dem regionalen Präfekten, der die Zentralregierung vertritt und für die Erteilung oder Verweigerung einer Genehmigung verantwortlich ist. Die Kommunen sind nur insofern beteiligt, als dass sie der Präfekt um Stellungnahme bittet. Er muss außerdem eine

¹⁷ Code de l'Environnement, Livre V: Prévention des pollutions, des risques et des nuisances

¹⁸ Arrêté du 10 mai 2000 relatif à la prévention des accidents majeurs impliquant des substances ou des préparations dangereuses présentes dans certaines catégories d'installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation (JO du 20 juin 2000)

öffentliche Anhörung durchführen. Die DRIRE ist zugleich Überwachungsbehörde und führt als solche Inspektionen in den Betrieben durch.

Der Geltungsbereich des Abschnitts 1 des fünften Umweltgesetzbuchs erstreckt sich auf solche Anlagen, in denen bestimmte Mengen gefährlicher Stoffe vorhanden sind. Die Mengenschwellen sind im *Annexe I* des *Arrêté du 10 mai 2000* festgelegt. Dabei sind zwei Tabellen vorgegeben, die Stoffe und Zubereitungen mit toxischen bzw. explosionsgefährlichen Eigenschaften unterscheiden (Anlage 5). Je nach vorhandener Menge werden die Anlagen als „Risiko-Anlagen“ - Kategorie 1 - (*seuil bas* = untere Schwelle) oder als „Hoch-Risiko-Anlagen“ - Kategorie 2 - (*seuil haut* = obere Schwelle) eingestuft. Im Oktober 2001 gab es in Frankreich 567 Anlagen der Kategorie 1 und 672 der Kategorie 2 [20]. In vier der insgesamt 22 Regionen Frankreichs gab es zu diesem Zeitpunkt mehr als 50 Anlagen der Kategorie 2: Rhône-Alpes, Provence-Alpes-Côte-d'Azur, Nord-Pas-de-Calais und Haute-Normandie.

Die Betreiber solcher Anlagen sind verpflichtet, ein Sicherheitsmanagementsystem aufzubauen und alle notwendigen Maßnahmen zu ergreifen, um die Wahrscheinlichkeit eines schweren Unfalls sowie dessen mögliche Folgen für den Menschen und die Umwelt zu begrenzen. Es muss eine Unternehmenspolitik zur Vermeidung schwerer Unfälle formuliert und der zuständigen Behörde auf Verlangen vorgelegt werden.

Bis zum Jahr 2001 wurden die Regelungen des *Arrêté du 10 mai 2000* zum Schutz der Bevölkerung und der Umwelt vor industriellen Gefahren in Frankreich als ausreichend erachtet. Es herrschte die Auffassung, dass das Risiko schwerer Unfälle durch betriebliche Maßnahmen beherrschbar sei. Dies änderte sich jedoch mit dem Unglück von Toulouse vom 21. September 2001. Bei diesem Unglück wurde ein Werk der Atotech-Gruppe, die AZF-Düngemittelfabrik, durch eine gewaltige Explosion zerstört. Die Explosion ging von einer Lagerhalle aus, in der rund 200 bis 400 Tonnen Ammoniumnitrat gelagert wurden. 31 Menschen kamen bei diesem Unglück ums Leben, mehrere Tausend wurden verletzt. Es entstand erheblicher Sachschaden an den umliegenden Wohngebäuden.

Das Unglück von Toulouse führte in Frankreich zu einem Umdenkungsprozess, der sich unter anderem in der Verabschiedung des Gesetzes Nr. 2003-699 vom 30. Juli 2003¹⁹ ausdrückte [19]. Mit diesem Gesetz wurde der Abschnitt 1 des fünften Umweltgesetzbuchs in verschiedenen Punkten ergänzt. Insbesondere wurde festgelegt, dass Aspekte der Flächennutzungsplanung bei der Ansiedlung industrieller Anlagen zu berücksichtigen seien. Als Hilfsmittel wurde ein Zonenkonzept eingeführt, das sich *Plans de Prévention des Risques Technologiques (PPRT)*²⁰ nennt. PPRT erlaubt den Kommunen, Zonen um industrielle Anlagen festzulegen, in denen die Besiedlung reglementiert werden kann. Je nach Grad der Gefährdung sind verschiedene Maßnahmen bis hin zur Enteignung möglich. Es werden von innen nach außen drei Zonen unterschieden:

- Zone, in denen zum Nutzen der Öffentlichkeit Enteignungen ausgesprochen werden können (*expropriation*);
- Zone, in der das Recht auf Umsiedlung besteht (*droit de délaissement*);
- Zone, in der die Kommune das Vorkaufsrecht hat (*droit de préemption*).

¹⁹ Loi n° 2003-699 du 30 juillet 2003 relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages (JO du 31 juillet 2003)

²⁰ Weitere Informationen unter http://www.ecologie.gouv.fr/article.php3?id_article=2435#

Maßnahmen wie Enteignungen dürften jedoch die Ausnahme sein. PPRT ist eher als langfristiges Programm zu verstehen, das durch Vermeidung neuer Besiedlung die Zahl der exponierten Personen kontinuierlich reduzieren will.

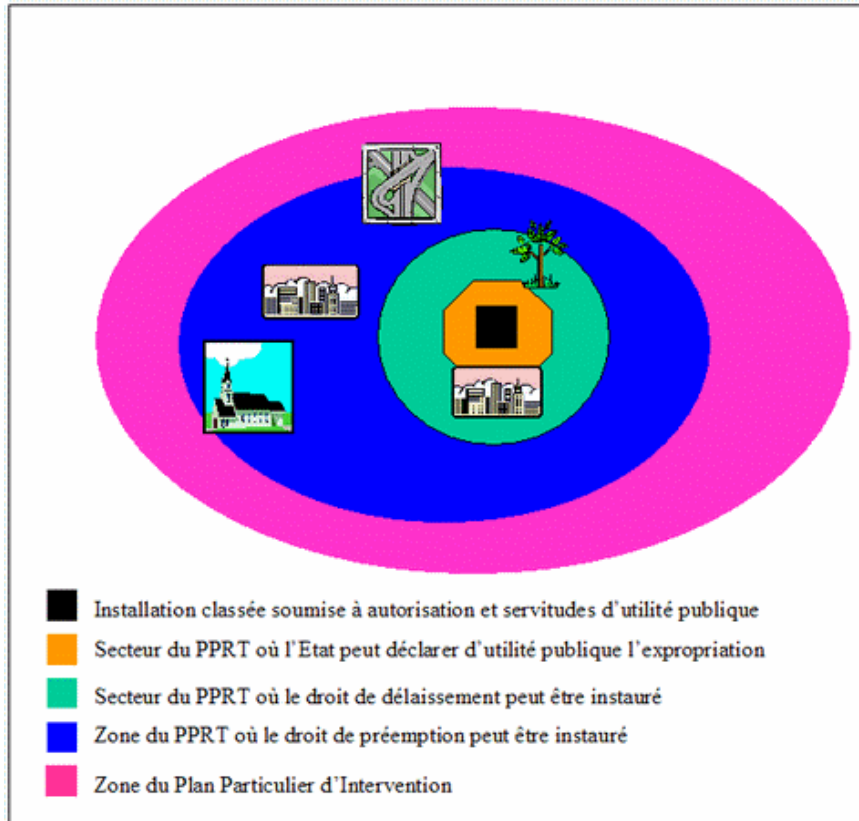


Abbildung 7: Zonenkonzept nach PPRT [22]

2.3.2 Risikoermittlung und -beurteilung

Mit der Änderung des fünften Umweltgesetzbuchs vom 30. Juli 2003 wurde die Pflicht zur Erstellung einer Risikoanalyse im Rahmen des Genehmigungsverfahrens für Seveso-II-Anlagen gesetzlich festgelegt. Bei der Risikoanalyse sind laut Gesetz sowohl die Eintrittswahrscheinlichkeit als auch die Schadensschwere eines möglichen schweren Unfalls zu berücksichtigen. Ein Verfahren für die Risikoermittlung und -beurteilung gibt das Gesetz jedoch nicht vor. Dem Betreiber ist deshalb bislang freigestellt, welches Verfahren er zur Risikoanalyse einsetzt. Das Verfahren muss jedoch geeignet sein, den Nachweis zu führen, dass die mit dem Betrieb der Anlage verbundenen Gefahren systematisch identifiziert und die daraus resultierenden Risiken ermittelt wurden. Für die Höhe des Risikos ist dabei allein das mögliche Schadensausmaß maßgeblich. Dies bedeutet, dass der Betreiber jeden denkbaren schweren Unfall zu betrachten hat und die möglichen Folgen abschätzen muss. Dabei sind alle potentiellen Auswirkungen auf den Menschen, die Umwelt und Sachwerte zu berücksichtigen, die durch toxische Wirkungen, Wärmestrahlung, Explosionsüberdruck und herumfliegende Gegenstände hervorgerufen werden können. Die zu verwendenden Berechnungsformeln werden vom französischen Umweltministerium vorgegeben.

Das Ergebnis der Berechnungen sind Angaben zu den Entfernungen von der Anlage, in denen mit schädlichen Auswirkungen zu rechnen ist. So kann damit z. B. ermittelt werden, in welchem Abstand zur Anlage bei einer Explosion mit einem Überdruck von 140 mbar gerechnet werden muss. Ein solcher Überdruck würde zu erheblichen Schäden an Gebäuden und in der Folge zu schweren Verletzungen bei Menschen führen. Die zu benutzenden Grenzwerte wurden durch das französische Umweltministerium in einer im März 2004 veröffentlichten technischen Anleitung (*guide technique*) dargestellt [23]. Die darin angegebenen Grenzwerte sind für die Festlegung der Zonen im Rahmen des PPRT-Ansatzes verbindlich, d. h. es finden sich jeweils drei Werte, die die Grenzen zwischen den vier verschiedenen Zonen markieren (vgl. Abschnitt 2.3.1).

Tabelle 3: Grenzwerte für die Zoneneinteilung nach PPRT, Beispiel Explosionsüberdruck [23]

Zone ²¹	Explosionsüberdruck in mbar
Expropriation	300
Droit de délaissement	140
Droit de préemption	20

2.3.3 Praktische Erfahrungen

Seit dem Unglück von Toulouse ist die französische Vorgehensweise zum Schutz der Bevölkerung vor industriellen Risiken im Wandel. Wurde bis zu diesem Unglück angenommen, dass die Sicherheit von Mensch und Umwelt allein durch betriebliche Maßnahmen gewährleistet werden könne, hat sich nun die Überzeugung durchgesetzt, dass ergänzend Maßnahmen zur Flächennutzungsplanung ergriffen werden müssen. Durch Festlegung von Zonen, in denen die Besiedlung reglementiert wird, soll verhindert werden, dass es bei einer Freisetzung von Stoffen, einem Brand oder einer Explosion zu Todesopfern und Verletzten unter der Bevölkerung kommt. Das Zonenkonzept, das unter dem Namen PPRT geführt wird, befindet sich derzeit in der Erprobung. Für das Jahr 2004 war die versuchsweise Anwendung an acht Pilotanlagen vorgesehen [22]. Ergebnisse wurden bisher nicht veröffentlicht. Das französische Umweltministerium geht davon aus, dass insgesamt etwa 700 Anlagen und 500 Kommunen vom PPRT-Konzept betroffen sein werden. Die Zeit, die zur vollständigen Umsetzung notwendig ist, wird auf ungefähr 30 Jahre geschätzt.

Die Festlegung der Zonen erfolgt bisher auf der Basis einer Auswirkungsbetrachtung. Die vom Gesetzgeber geforderte Risikoanalyse beschränkt sich demnach in der Praxis auf die Ermittlung der Gefahren sowie die Analyse der Auswirkungen möglicher schwerer Unfälle. Eine quantitative Bestimmung des Risikos erfolgt in der Regel nicht, da der Behörde keine Grenzwerte zur Verfügung stehen, nach denen eine Beurteilung der Ergebnisse vorgenommen werden könnte.

Das *Institute National de l'Environnement Industriel et des Risques (INERIS)*²², eine öffentliche Forschungseinrichtung im Zuständigkeitsbereich des französischen Umweltministeriums, hat

²¹ vgl. vorigen Abschnitt

²² <http://www.ineris.fr>

im Jahr 2003 die in Frankreich gängigsten Risikoanalyseverfahren zusammengestellt [24]. Der Bericht nennt folgende Verfahren:

- *Analyse Préliminaire des Risques/Dangers (APR/D)*
- *AMDE* und *AMDEC* (Ausfalleffektanalyse, FMEA und FMECA)
- HAZOP (PAAG-Verfahren)
- What-IF
- *Arbre des Défaillances* (Fehlerbaumanalyse)
- *Arbre des Évènements* (Ereignisbaumanalyse)
- *Noeud Papillion* (= Schmetterlingsknoten, englisch: Bow-Tie-Method)

Der Verfasser des Berichts ist der Ansicht, dass es mit Hilfe dieser Verfahren möglich sei, die Ursachen und Auswirkungen potentieller Unfälle in industriellen Anlagen zu ermitteln und die Schutzmaßnahmen zu bewerten. Jedes Verfahren habe dabei Stärken und Schwächen, so dass keines generell empfohlen werden könne.

Nach Einschätzung von Experten gehören *AMDEC*, *HAZOP* und der *Noeud Papillion* zu den in Frankreich am häufigsten eingesetzten Risikoanalyseverfahren. Es sei jedoch festzustellen, dass auch an quantitativen Verfahren zunehmend Interesse bestünde. Ein im Sommer 2004 veröffentlichtes Dokument des französischen Umweltministeriums, das als Leitfaden zur Erstellung der im Rahmen von Genehmigungsverfahren geforderten Gefahrenstudien dienen soll, spricht davon, dass es Ziel des Betreibers sein müsse, das mit dem Betrieb einer Anlage verbundene Risiko nach dem ALARP-Prinzip auf das niedrigstmögliche Maß zu senken [25]. Der Verweis auf das ALARP-Prinzip unterstreicht die zunehmende Bedeutung probabilistischer Betrachtungsweisen.

Die Erstellung von quantitativen Risikoanalysen stößt in Frankreich jedoch auf praktische Probleme, da die für die Häufigkeitsanalyse notwendigen Datenbanken nicht zur Verfügung stehen. Beratungsunternehmen wie z. B. DNV Consulting greifen daher auf eigene Daten zurück oder nutzen frei zugängliche Statistiken aus dem Ausland, z. B. das im flämischen Teil Belgiens erschienene *Handboek Kanscijfers* [26].

Die *Direction de la prévention des pollutions et des risques (DPPR)* des französischen Umweltministeriums hat es sich zur Aufgabe gemacht, eine allgemeine Methodik zur Durchführung von Risikoanalysen zu entwickeln, die den Anforderungen des fünften Umweltgesetzbuchs gerecht wird [27]. Die Arbeiten sind jedoch noch nicht abgeschlossen.

3.0 Risikoermittlung in ausgewählten Nicht-EU-Staaten

3.1 Schweiz

3.1.1 Rechtsgrundlagen

Zentrale Vorschrift des schweizerischen Störfallrechts ist die *Verordnung über den Schutz vor Störfällen (Störfallverordnung, StFV)* vom 27. Februar 1991. Sie wurde zum 1. April 1991 vom Schweizerischen Bundesrat in Kraft gesetzt. Ziel der Verordnung ist es, „die Bevölkerung und die Umwelt vor schweren Schädigungen infolge von Störfällen“ zu schützen.

Anlass für die Erarbeitung der Verordnung waren die Ereignisse des 1. November 1986, an dem eine Lagerhalle des Chemieunternehmens Sandoz in Schweizerhalle bei Basel durch einen Brand vollständig zerstört wurde [28]. Dieser Brand führte auch infolge der Lösch-



arbeiten zu erheblichen Umweltschäden. Besondere Aufmerksamkeit erregte damals die Verschmutzung des Rheins, von der auch Deutschland und die Niederlande betroffen waren.

Mit der Verabschiedung der Störfallverordnung schloss der Schweizerische Bundesrat eine Lücke in der Gesetzgebung des Landes. Nachdem der Katastrophenschutz bereits 1983 im *Bundesgesetz über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz, USG)* verankert wurde, konnte eine Konkretisierung des so genannten Katastrophenschutzartikels (Artikel 10) in Hinblick auf dort genannte Erhebungs-, Kontroll-, Auskunft-, Informations- und Schweigepflichten bzw. – rechte erst durch die Störfallverordnung erreicht werden [29]. Zusammen mit Artikel 10 des Umweltschutzgesetzes bildet die Störfallverordnung seitdem die rechtliche Grundlage der Störfallvorsorge der Schweiz.

Der Vollzug der Störfallverordnung obliegt grundsätzlich den Kantonen, die zu diesem Zweck Fachstellen benennen. Die Aufsicht über den Vollzug auf Bundesebene hat das *Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL)*. Die kantonalen Behörden informieren das BUWAL regelmäßig über den Stand der Störfallvorsorge im Kanton. Das BUWAL erstellt auf der Grundlage dieser Informationen den *Eidgenössischen Risikokataster (Erkas)*. Dieses Verzeichnis wurde letztmalig zum Stichtag 1. September 2001 erstellt [30]. Die nächste Aktualisierung ist für 2006 vorgesehen.

Um die Umsetzung der Störfallverordnung zu erleichtern, gibt das BUWAL Richtlinien heraus, in denen Fragestellungen, die sich aus dem Vollzug ergeben, erläutert werden. Wesentliche Richtlinien, die das BUWAL in Zusammenhang mit der Risikoermittlung von Betrieben veröffentlicht hat, sind das Handbuch I von 1991 [29] und die fünf Jahre später erstellten Beurteilungskriterien I [31]. Die Richtlinien des BUWAL haben keinen gesetzlich verbindlichen Charakter, gehen jedoch über unverbindliche Empfehlungen hinaus. Sie lassen damit Spielraum für abweichende Herangehensweisen, sofern diese mindestens den Anforderungen des Gesetzgebers Genüge tun. Die Auslegung der Regelungen ist in den Kantonen deshalb unterschiedlich.

In den Geltungsbereich der Störfallverordnung fallen Betriebe, in denen mit chemischen oder biologischen Stoffen umgegangen wird, sofern diese ein erhebliches Gefahrenpotenzial für die Bevölkerung oder die Umwelt bergen. Für chemische Stoffe, Erzeugnisse und Sonderabfälle wurden Mengenschwellen festgelegt, nach denen die Zuordnung der Betriebe erfolgt. Die Mengenschwellen gehen aus drei Listen hervor, die in Anhang 1.1 der Störfallverordnung enthalten sind. Dies sind die Ausnahmeliste, die Kriterienliste und die Liste mit Mengenschwellen für Sonderabfälle. Ist ein Stoff in der Ausnahmeliste enthalten, gilt die dort angegebene Mengenschwelle. Sollte der gesuchte Stoff nicht in der Ausnahmeliste aufgeführt sein, muss die Mengenschwelle mit Hilfe der Kriterienliste ermittelt werden. Dabei erfolgt eine Festlegung unter Berücksichtigung der Toxizität des Stoffes sowie den von ihm ausgehenden Brand- und Explosionsgefahren. Einzelheiten sind in Anlage 1 wiedergegeben. Für Betriebe, die mit biologischen Arbeitsstoffen umgehen, gelten besondere Regeln. Insgesamt fallen etwa 2600 Betriebe in den Geltungsbereich der Störfallverordnung [30].

Die Störfallvorsorge bezieht sich jedoch nicht nur auf Betriebe, sondern auch auf Verkehrswege, auf denen gefährliche Güter transportiert werden. Die von der Störfallverordnung betroffenen Verkehrswege umfassen Eisenbahnanlagen, bestimmte Durchgangsstraßen sowie den Rhein.

Die Störfallverordnung richtet sich grundsätzlich an den „Inhaber“ des betreffenden Betriebs oder Verkehrswegs. Als Inhaber ist dabei diejenige natürliche oder juristische Person zu ver-



stehen, „welche allein oder zusammen mit anderen Personen die Betriebsverhältnisse bestimmt und verantwortet“. Der Inhaber ist damit diejenige Person, die „tatsächlich und rechtlich in der Lage ist, den durch das Gesetz vorgesehenen Verpflichtungen nachzukommen“ [29].

Die Störfallverordnung verpflichtet den Inhaber in Artikel 3, „alle zur Verminderung des Risikos geeigneten Maßnahmen zu treffen“. Dabei setzt der Gesetzgeber auf ein hohes Maß an Eigenverantwortung. Der Inhaber muss selbsttätig alle Maßnahmen treffen, die notwendig sind zur

- Herabsetzung des Gefahrenpotenzials,
- Verhinderung von Störfällen und
- Begrenzung der Einwirkung von Störfällen.

Die zu treffenden Maßnahmen sind dabei von dem Stand der Sicherheitstechnik, der persönliche Erfahrung und der wirtschaftlichen Tragbarkeit abhängig.

Die eigenverantwortliche Umsetzung der Maßnahmen durch den Inhaber wird von den zuständigen Vollzugsbehörden – bei Betrieben sind dies in der Regel die Fachstellen der Kantone – überprüft. Die Störfallverordnung sieht dazu ein zweistufiges Kontroll- und Beurteilungsverfahren vor, das im folgenden Abschnitt beschrieben wird.

3.1.2 Risikoermittlung und -beurteilung

Das Kontroll- und Beurteilungsverfahren nach Störfallverordnung sieht eine Vorgehensweise in zwei Stufen vor (Abbildung 8). In der ersten Stufe beurteilt die zuständige Vollzugsbehörde auf der Grundlage eines vom Inhaber zu erstellenden Kurzberichts, ob schwere Schädigungen für die Bevölkerung oder die Umwelt infolge von Störfällen zu erwarten sind. Ist dies der Fall, hat der Inhaber in der zweiten Stufe eine Risikoermittlung durchzuführen und der Behörde zu übermitteln. Diese entscheidet dann über zusätzlich zu treffende Sicherheitsmaßnahmen, die auch Betriebsbeschränkungen oder –verbote beinhalten können.

Stufe 1: Kurzbericht

Im Rahmen des Kurzberichts hat der Inhaber die Anlage, die Umgebung, die ermittelten Gefahrenpotenziale und die ergriffenen Sicherheitsmaßnahmen zu beschreiben und das Ausmaß möglicher Schädigungen für die Bevölkerung und die Umwelt bei Eintritt eines Störfalles abzuschätzen. Dazu hat er Störfallszenarien festzulegen und zu beschreiben. Es sind solche Szenarien auszuwählen, die nach menschlichem Ermessen zu den schlimmsten Auswirkungen für Mensch und Umwelt außerhalb des Betriebsgeländes führen. Dabei soll das gesamte Spektrum möglicher Störfälle erfasst werden. Die Eintrittswahrscheinlichkeit ist bei der Auswahl von untergeordneter Bedeutung. Zur Abschätzung des Schadensausmaßes stehen so genannte Schadenindikatoren zur Verfügung, die getrennt für Schädigungen des Menschen, der Lebensgrundlagen und von Sachwerten festgelegt wurden (vgl. Abbildung 9). Mit Hilfe der Schadenindikatoren kann dem angenommenen Schadensausmaß jeweils ein Störfallwert zugeordnet werden, der sich zwischen 0 und 1 bewegt. Ein Wert größer oder gleich 0,3 ist Kriterium für eine schwere Schädigung. Erreichen die Störfallwerte für einen oder mehrere Schadenindikatoren den Wert 0,3, ordnet die Behörde an, dass der Inhaber in einem nächsten Schritt eine Risikoermittlung durchzuführen hat.

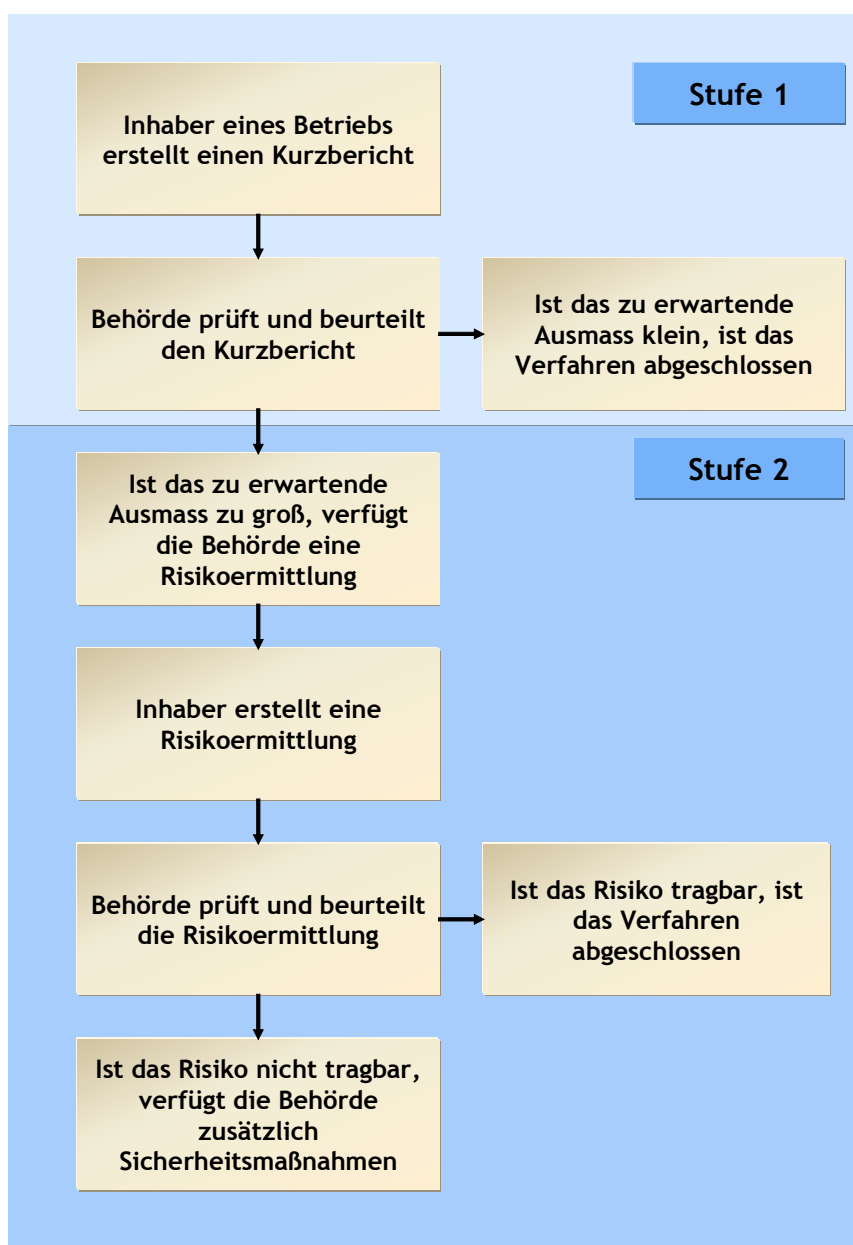


Abbildung 8: Zweistufige Vorgehensweise zur Risikoermittlung und -beurteilung in der Schweiz (verändert nach [32])

Bemerkenswert ist, dass mit den Schadenindikatoren nicht nur Kriterien für das Gruppenrisiko für N oder mehr Menschen festgelegt wurden, sondern auch Kriterien für Gewässer- und Bodenschäden sowie für Sachschäden. Damit wurde ein umfassender Ansatz zum Schutz der Bevölkerung und der Umwelt gewählt. Menschen, die sich auf dem Betriebsgelände aufhalten, sind bei diesen Betrachtungen jedoch ausgeklammert.

Stufe 2: Risikoermittlung

Ziel der Risikoermittlung ist es, das Risiko einer Schädigung der Bevölkerung oder Umwelt durch einen Störfall zu bestimmen und in anschaulicher Form darzustellen. Damit soll die Vollzugsbehörde in die Lage versetzt werden, die Wirksamkeit der Sicherheitsmaßnahmen zu beurteilen, um eine Entscheidung über die Tragbarkeit des Risikos fällen zu können und, sofern notwendig, zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen zu verlangen. Um eine sachliche und vergleichbare Beurteilung zu ermöglichen, soll der Inhaber das Risiko möglichst quantitativ ermitteln [33]. Je nach Kanton werden aber auch qualitative Beurteilungen akzeptiert, sofern diese nachvollziehbar und plausibel sind.

Wird das Risiko quantitativ ermittelt, ist das Ergebnis in einem „Wahrscheinlichkeits-Ausmass-Diagramm“ (W-A-Diagramm) als Summenkurve darzustellen. Jeder Punkt der Summenkurve gibt die Wahrscheinlichkeit pro Jahr an, das mit dem angegebenen oder einem größeren Schadensausmass gerechnet werden muss. Die Wahrscheinlichkeit ist mit Hilfe geeigneter Analyseverfahren (z.B. Ereignisbäumen), vorhandener Statistiken oder durch subjektive Beurteilung durch Fachleute abzuschätzen. Für spezielle Anlagen (Flüssiggas-Tankanlagen, Gas-hochdruckanlagen und Kunsteisbahnen) gibt es Vollzugshilfen, die die Verantwortlichen bei der Abschätzung unterstützen.

Der Darstellung im W-A-Diagramm liegt die Risiko-Definition der Störfallverordnung zugrunde. Danach setzt sich das Risiko aus dem „Ausmass der möglichen Schädigungen der Bevölkerung und der Umwelt infolge von Störfällen und der Wahrscheinlichkeit, mit der diese eintreten“ zusammen (Art. 2 Abs. 5 StFV). Unfälle mit weniger als zehn Todesopfern werden nicht als schwere Schädigung angesehen und deshalb nicht betrachtet. Das W-A-Diagramm ist aus diesem Grunde auf der linken Seite abgebrochen.

Für die Darstellung des Schadenausmasses werden diejenigen Schadenindikatoren herangezogen, für die sich bei der Beurteilung des Kurzberichts die Möglichkeit einer schweren Schädigung ergab. Falls mehrere Schadenindikatoren in diese Kategorie fallen, ist für jeden dieser Schadenindikatoren eine eigene Summenkurve in einem W-A-Diagramm zu erstellen. Eine Verknüpfung der Schadenindikatoren ist nicht vorgesehen.

Die Vollzugsbehörde prüft für jede Summenkurve, ob das Risiko tragbar ist. Dazu ist das W-A-Diagramm in drei Bereiche aufgeteilt: einen nicht akzeptablen Bereich, einen Übergangsbereich und einen akzeptablen Bereich (Abbildung 9).

Liegt die Summenkurve vollständig im akzeptablen Bereich, ist das Risiko tragbar. Das Kontroll- und Beurteilungsverfahren ist in diesem Fall abgeschlossen. Der Inhaber hat die beschriebenen Sicherheitsmaßnahmen einzuhalten und den Kurzbericht bei wesentlichen Änderungen fortzuschreiben.

Liegt die Summenkurve für einen Schadenindikator ganz oder teilweise im Übergangsbereich, hat die Vollzugsbehörde zwischen den Schutzbedürfnissen der Bevölkerung und der Umwelt auf der einen Seite und privaten und öffentlichen Interessen auf der anderen Seite abzuwägen (Art. 7 Abs. 2 StFV). Falls das private und öffentliche Interesse am Betrieb überwiegt, so ist das Risiko tragbar. Sollten hingegen die Schutzbedürfnisse der Bevölkerung und Umwelt überwiegen, setzt die Vollzugsbehörde eine Zielvorgabe für den Verlauf der Summenkurve fest. Der Inhaber hat dann Vorschläge zu machen, durch welche Sicherheitsmaßnahmen die Absenkung des Risikos für den betreffenden Schadenindikator erreicht werden kann.



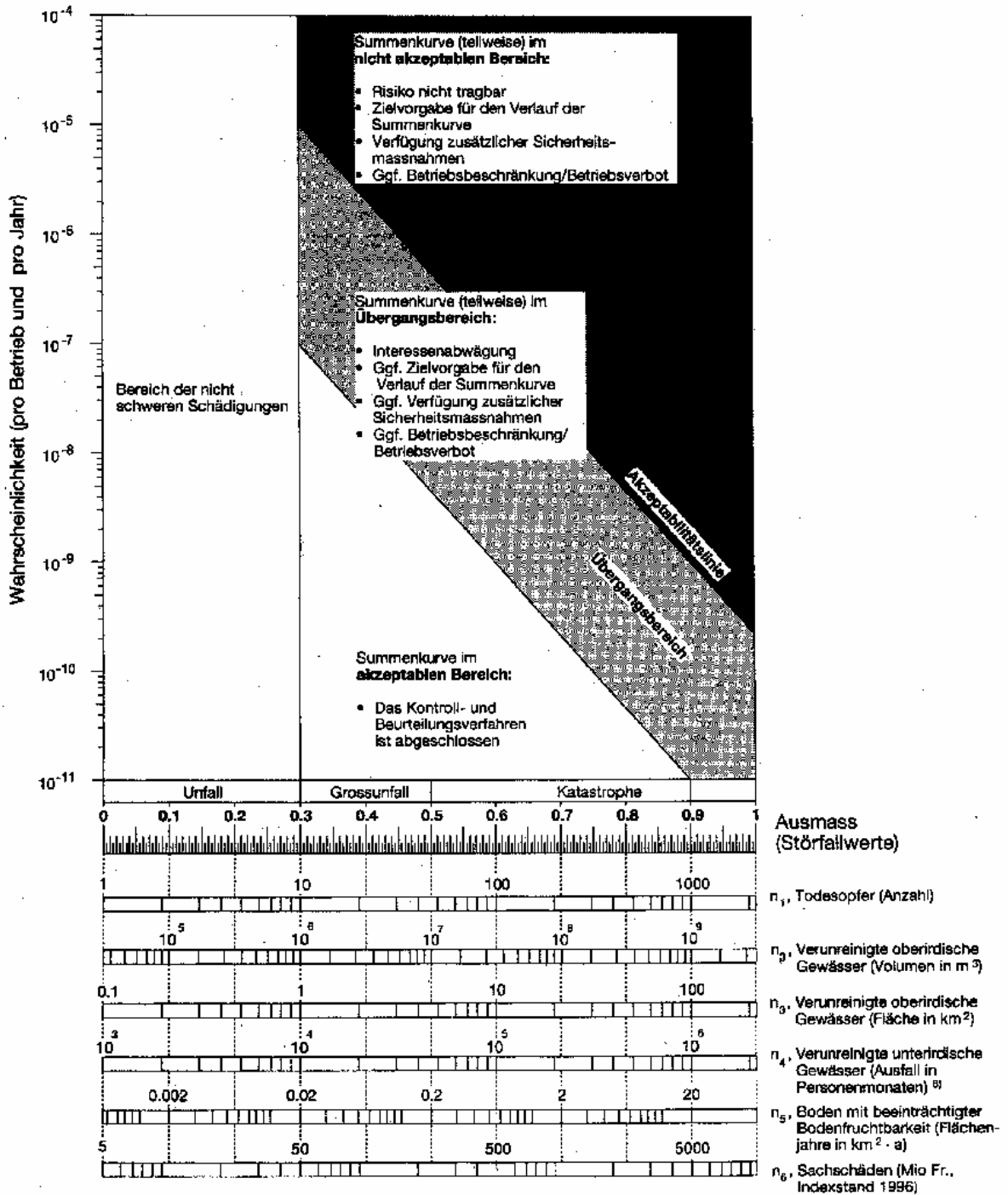


Abbildung 9: W-A-Diagramm mit Risikokriterien und Schadenindikatoren [29]

Die gleiche Vorgehensweise findet auch dann Anwendung, wenn die Summenkurve ganz oder teilweise im nicht akzeptablen Bereich liegt. Da das Risiko in diesem Fall nicht tragbar und eine Interessenabwägung nicht angebracht ist, wird die Vollzugsbehörde ebenfalls eine Zielvorgabe für den Verlauf der Summenkurve erstellen, die der Inhaber erfüllen muss.

3.1.3 Praktische Erfahrungen

Mit der Verabschiedung der Störfallverordnung im Jahre 1991 hat die Schweiz die Störfallvorsorge umfassend geregelt und dabei auch Neuland betreten. Dies betraf nicht nur die Einbeziehung von Verkehrswegen in die Störfallvorsorge, sondern auch die Forderung nach der konsequenten Ermittlung und der Prüfung der Tragbarkeit von Risiken. In den Folgejahren herrschte zunächst Unklarheit darüber, wie festgestellte Risiken zu beurteilen seien. So wurden in verschiedenen Kantonen unterschiedliche Schutzzielansätze vorgeschlagen und verwendet, die zum Teil qualitative, semi-quantitative und quantitative Ansätze verfolgten [29]. Beispielsweise erarbeitete der Kanton Basel-Landschaft, der von den Folgen des Brandes bei Sandoz unmittelbar betroffen war, eigene „Richtlinien zur Beurteilung der Tragbarkeit von Risiken“, die im Februar 1993 verabschiedet wurden²³.

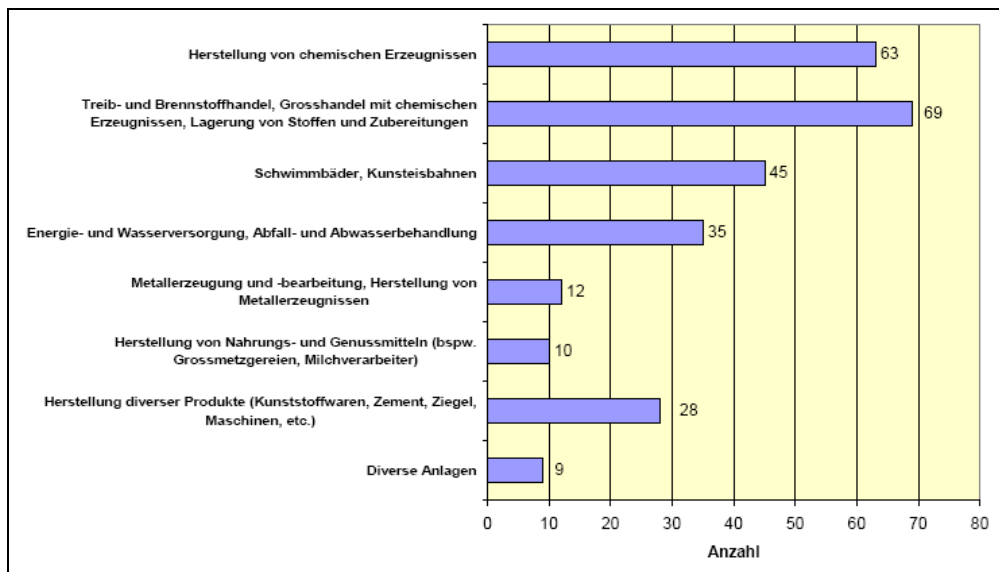
Das 1991 vom BUWAL veröffentlichte Handbuch I [29] beschreibt im Anhang G einen Ansatz zur Beurteilung von Risiken, der neun Schadenindikatoren unterscheidet. Der Autor merkt jedoch an, dass „im Rahmen von Fallstudien und der laufenden Anwendung“ geprüft werden müsse, inwieweit derartige Festlegungen sinnvoll seien. In den 1996 publizierten Richtlinien I wurde die Zahl der Schadenindikatoren auf sechs beschränkt [31]. Diese finden noch heute Anwendung.

Mit der Erarbeitung der Störfallverordnung wurde in der Schweiz ein Prozess in Gang gesetzt, der die systematische Auseinandersetzung mit industriellen Risiken durch den Umgang mit gefährlichen Stoffen gefördert hat [28]. Von den etwa 2600 Betrieben, die in den Geltungsbereich der Störfallverordnung fallen, waren bis Ende Januar 2005 198 verpflichtet, eine oder mehrere Risikoermittlungen durchzuführen. Mehr als die Hälfte der Ermittlungen entfielen dabei auf Betriebe der chemischen Industrie sowie große Kraft- oder Brennstofflager (Abbildung 10). Die Risikoermittlungen werden oftmals von Ingenieurbüros angefertigt. Anforderungen an solche Büros sind nicht schriftlich festgelegt. Qualifizierte Dienstleister sind den Vollzugsbehörden jedoch bekannt und werden den Betrieben auf Anfrage empfohlen.

Von den geforderten 271 Risikoermittlungen waren 19 bis Ende Januar 2005 noch nicht eingereicht [34]. Die räumliche Verteilung der Betriebe, die zur Durchführung von Risikoermittlungen verpflichtet sind, ist in Anlage 2 dargestellt.

Die in der Störfallverordnung geforderte und durch das BUWAL konkretisierte Vorgehensweise hat in der Praxis gute Zustimmung gefunden. Die genannten Kriterien zur quantitativen Risikobetrachtung, mit denen eine einheitliche Praxis bei der Risikobeurteilung gewährleistet werden soll, sind bei Behörden und in der Industrie weitgehend akzeptiert. Politischen Druck, mit dem auf eine Änderung der Störfallverordnung hingewirkt werden sollte, habe es nicht gegeben [28]. So zieht auch das *Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL)* des Kantons Zürich eine positive Bilanz: In den mehr als 500 Betrieben, die in diesem Kanton in den Geltungsbereich der Störfallverordnung fielen, wurden seit Verabschiedung der Störfallverordnung „die Mengen an gefährlichen Stoffen reduziert und damit weit reichende Schadensszenarien verbannt“. Ungefähr 150 Betriebe schieden dadurch aus dem Geltungsbereich der Verordnung aus [35].

²³ http://www.bl.ch/docs/parl-ik/vorlagen/v93-029/1993-029_txt.htm

Abbildung 10: Risikoermittlungen nach StFV nach Branchen, Stand: Januar 2005²⁴ [34]

Wie die Erfahrungen zeigen, treten Schwierigkeiten bei der Umsetzung vor allem bei der Festlegung der schlimmstmöglichen Störfallszenarien auf. Inhaber tun sich naturgemäß schwer, die möglicherweise katastrophalen Auswirkungen von Bränden, Explosionen oder der Freisetzung von Stoffen im Betrieb einzugestehen und zu beschreiben. Eine vertrauensvolle Zusammenarbeit mit den Vollzugsbehörden ist deshalb Voraussetzung für den Erfolg der Vorgehensweise, die nach Ansicht des BUWAL zu einer erkennbaren Verbesserung des Sicherheitsniveaus bei den erfassten Anlagen geführt habe.

3.2 USA

3.2.1 Rechtsgrundlagen

Mit dem Schutz des Menschen vor gefährlichen Stoffen in industriellen Anlagen befassen sich in den USA grundsätzlich zwei Regelwerke:

- der *Standard 29 CFR 1910.119: Process Safety Management (PSM)*²⁵ der U.S. Occupational Safety and Health Administration (OSHA);
- die *Rule 40 CFR 68: Chemical Accident Prevention Provisions*²⁶ der U.S. Environmental Protection Agency (EPA).

Beide Regelwerke zielen darauf ab, Maßnahmen zu ergreifen, um die Freisetzung gefährlicher Stoffe zu vermeiden bzw. deren Auswirkungen zu begrenzen. Als Regelung des Arbeits- und Gesundheitsschutzes steht bei dem *OSHA-Standard 29 CFR 1910.119* der Schutz der Beschäftigten im Mittelpunkt, während die *EPA-Rule 40 CFR 68* der Umsetzung des *Clean Air Act (CAA)* von 1970²⁷ dient und damit den Schutz der Umwelt bezweckt. Dementsprechend

²⁴ <http://www.umwelt-schweiz.ch/imperia/md/content/stoerfaelle/teuscher/5.pdf>

²⁵ Title 29 of the Code of Federal Regulations, Part 1910.119 "Process safety management of highly hazardous chemicals"

²⁶ Title 40 of the Code of Federal Regulations, Part 68 "Chemical Accident Prevention Provisions" vom 31. Januar 1994, zuletzt geändert am 9. April 2004

²⁷ zuletzt geändert durch die Clean Air Act Amendments vom 23. Januar 1990

wendet sich der *OSHA-Standard* an den Arbeitgeber (*employer*), während in der *EPA-Rule* der Eigentümer (*owner*) bzw. Betreiber (*operator*) als Adressat genannt ist. In der betrieblichen Praxis werden beide Themengebiete üblicherweise durch einen Koordinator betreut, da es zwischen den Regelwerken eine Reihe von Verknüpfungen gibt.

Mit der Änderung des *Clean Air Act* durch die *Clean Air Act Amendments* vom 23. Januar 1990 wurde die EPA in *Section 112(r)* vom amerikanischen Kongress beauftragt, Regelungen zu erlassen, mit denen der sichere Betrieb von Anlagen mit extrem gefährlichen Stoffen (*extremely hazardous substances*) gewährleistet werden kann. Dies geschah durch Ergänzung der *EPA-Rule 40 CFR 68* mit dem Unterabschnitt *Subpart G – Risk Management Plan* vom 20. Juni 1996. Diese Ergänzung ist Teil einer Reihe gesetzlicher Maßnahmen, mit denen die Konsequenzen aus größeren Unglücken in den achtziger Jahren gezogen wurden, allen voran das Unglück von Bhopal im indischen Bundesstaat Madhya Pradesh im Jahre 1984, das als größtes Industrieunglück aller Zeiten gilt, und in das die amerikanische Firma *Union Carbide* verwickelt war. Als unmittelbare Reaktion auf die Ereignisse von Bhopal verabschiedete der amerikanische Kongress im Jahre 1986 den *Emergency Planning and Community Right-to-Know Act (EPCRA)*, der darauf abzielt, Städte, Gemeinden und die Öffentlichkeit über vorhandene Gefahrenpotenziale in industriellen Anlagen zu informieren und damit eine geeignete Notfallvorbereitung zu ermöglichen. Mit der Ergänzung der *EPA-Rule 40 CFR 68* sollte die Wahrscheinlichkeit einer Freisetzung gefährlicher Stoffe sowie die Kommunikation zwischen Industrie und Öffentlichkeit weiter verbessert werden.

Subpart G verpflichtet den Eigentümer bzw. Betreiber einer Anlage, in der bestimmte Mengen toxischer oder entzündlicher Stoffe gelagert, hergestellt oder verwendet werden, ein Risikomanagementprogramm (RMP) zu erstellen und einen RMP-Plan der EPA einzureichen. Die Mengenschwellen sind in § 68.130 der *EPA-Rule* auf Bundesebene festgelegt. Dort werden insgesamt 77 toxische Stoffe und 63 entzündliche Stoffe aufgelistet (vgl. Anlage 6).

Die US-Bundesstaaten und *-Counties* (Kreise) haben jedoch das Recht, eigene Stofflisten zu erstellen, die zusätzliche Stoffe enthalten oder strengere Mengenschwellen festlegen. Dies kann für ausgewählte Stoffe oder für die gesamte Stoffliste geschehen. Die betreffenden Bundesstaaten und *Counties* übernehmen dann ganz oder teilweise den Vollzug der Regelungen des *Clean Air Act* von der EPA. Bisher haben fünf Bundesstaaten und vier *Counties* von diesem Recht Gebrauch gemacht. Drei weitere Bundesstaaten haben die Übernahme beantragt²⁸. Die zuständigen Behörden, die so genannten *implementing agencies*, können sich also auf Bundes-, Landes- oder Kreisebene befinden. Sie haben die Aufgabe, die eingereichten Risikomanagementprogramme zu prüfen und dazu bei Bedarf Begehungen und Audits durchzuführen. Verstöße gegen die betreffenden Regelungen des *Clean Air Act* können zivil- und strafrechtliche Folgen nach sich ziehen.

Die in der *EPA-Rule* auf Bundesebene festgelegten Mengenschwellen stimmen weitgehend mit denen des *OSHA-Standards* überein. Es werden jedoch in beiden Regelungen unterschiedliche Anlagen vom Geltungsbereich ausgenommen. So fallen z. B. Anlagen mit entzündlichen Stoffen zur Verwendung als Kraft- oder Brennstoffe nicht in den Geltungsbereich der *EPA-Rule*, obwohl sie vom *OSHA-Standard* erfasst werden.

Bei der Erstellung des Risikomanagementprogramms muss der Eigentümer bzw. Betreiber die möglichen Auswirkungen einer ungewollten Stofffreisetzung analysieren. Dabei hat er zunächst vom schlimmsten Fall auszugehen, d. h. er hat ein Worst-Case-Szenario zu definieren.

²⁸ Eine vollständige Liste findet sich unter

<http://yosemite.epa.gov/oswer/ceppoweb.nsf/0/85256b9f0072443385256bb90044dba2?OpenDocument>

Notfallmaßnahmen, die durch das Betriebspersonal eingeleitet werden könnten, werden bei dieser Betrachtung nicht berücksichtigt, um tatsächlich die schlimmstmöglichen Folgen zu erfassen. Der Eigentümer bzw. Betreiber hat ferner alle Unfälle der letzten fünf Jahre, bei denen durch Freisetzung von Stoffen erheblicher Personen- oder Sachschaden entstand, zu beschreiben (*five-year accident history*). Anhand dieser Angaben wird der Betrieb einem von drei Programm-Leveln zugeordnet. Die Zuordnung zu Programm-Level 1 erfolgt dann, wenn bei den Unfällen der letzten fünf Jahre keine Personen- oder Umweltschäden in öffentlichen Bereichen innerhalb des Betriebs oder außerhalb des Betriebsgeländes zu verzeichnen waren, und wenn auch in Zukunft bei Eintreten des Worst-Case-Szenarios keine entsprechenden Schäden zu erwarten sind. Der Programm-Level 3 betrifft solche Betriebe, die in den Geltungsbereich des *OSHA-Standards 29 CFR 1910.119* fallen oder einer von zehn Gruppen des *North American Industrial Classification Systems (NAICS)* angehören. Diese Gruppen umfassen z. B. Erdöl-Raffinerien, Kunststoff- und Kunstharzfabriken und andere Betriebe, in denen üblicherweise größere Mengen gefährlicher Stoffe vorhanden sind. Der Programm-Level 2 ist den Betrieben vorbehalten, die weder dem Programm-Level 1 noch dem Programm-Level 3 angehören. Die Zuordnung zu einem der drei Programm-Level entscheidet über den Umfang der im Rahmen des Risikomanagementprogramms zu treffenden Maßnahmen. Für Betriebe der Programm-Gruppe 1 reicht es aus, die *five-year accident history* zu erstellen, die Analyse des Worst-Case-Szenarios durchzuführen und die Notfallplanung mit den zuständigen öffentlichen Stellen abzustimmen. Für Betriebe der Programm-Level 2 und 3 gelten weiterreichende Pflichten: Sie müssen zumindest ein weiteres, alternatives Freisetzungsszenario analysieren, ein Managementsystem implementieren und eine umfassende Notfallplanung nachweisen. Die Beurteilung des Risikos orientiert sich aber immer an den Ergebnissen einer Auswirkungsanalyse. Die Vorgehensweise wird im folgenden Abschnitt beschrieben.

3.2.2 Risikoermittlung und -beurteilung

Nach *Subpart G der EPA-Rule 40 CFR 68* hat der Eigentümer bzw. Betreiber einer Anlage ein Risikomanagementprogramm zu erstellen und dabei eine Auswirkungsanalyse (*Offsite Consequence Analysis - OCA*) anzufertigen. Die OCA dient dazu festzustellen, ob bei der Freisetzung eines Stoffes, bei einem Brand oder einer Explosion schutzwürdige Gebiete geschädigt werden könnten. Als schutzwürdige Gebiete gelten alle Bereiche außerhalb des Betriebsgeländes, in denen sich regelmäßig Menschen aufhalten (*public receptors*) oder die aus Gründen des Naturschutzes nicht geschädigt werden sollten (*environmental receptors*). Ein von der EPA im April 2004 herausgegebener Leitfaden zur Erstellung und Durchführung von Risikomanagementprogrammen [36] zählt in Kapitel 2 eine Reihe schutzwürdiger Gebiete auf. Dazu gehören Wohn-, Gewerbe- und Industriegebiete, Schulen und Krankenhäuser sowie Parks und Erholungsgebiete, sofern diese öffentlich zugänglich sind, sowie Nationalparks, Naturschutzgebiete usw. Landwirtschaftlich genutzte Flächen sind grundsätzlich ausgenommen.

Je nach erwartetem Schadensausmaß werden Betriebe einem von drei Programm-Leveln zugeordnet. Betriebe, die dem Programm-Level 1 angehören, müssen ein Worst-Case-Szenario für die Freisetzung der in der betrachteten Anlage vorhandenen Stoffe definieren und für dieses Worst-Case-Szenario eine OCA erstellen. Mit Hilfe der OCA soll festgestellt werden, in welchem maximalen Abstand zur Anlage bei kurzer Expositionszeit mit ernsthaften toxischen Wirkungen bzw. schädigenden Wirkungen durch Wärmestrahlung oder Explosionsüberdruck gerechnet werden muss. Die Grenzwerte für eine schädigende Wirkung (*endpoints*) sind in § 68.22 der *EPA-Rule* festgelegt.

Danach ist mit ernsthaften Verletzungen zu rechnen, wenn folgende Grenzwerte überschritten werden:

- Wärmestrahlung: 5 kW/m² bei einer Expositionszeit von 40 Sekunden
- Explosionsüberdruck: 1 psi (ca. 69 mbar)
- Toxische Einwirkungen: siehe Werte in *Appendix 1 der EPA-Rule*

Die Entfernung von der Anlage, bei der einer dieser Grenzwerte erreicht wird, bestimmt den Radius des gefährdeten Bereichs (*area at risk*). § 68.22 macht weiterhin genaue Angaben zu den bei der OCA für das Worst-Case-Szenario anzunehmenden Randbedingungen, wie den Wetterverhältnissen, der Dichte und Temperatur des austretenden Stoffes, der Austrittshöhe und der topographischen Beschaffenheit der Umgebung. Ein bestimmtes Verfahren für die Durchführung der OCA ist jedoch nicht vorgeschrieben.

Nach dem oben bereits genannten EPA-Leitfaden [36] besteht grundsätzlich die Wahl zwischen dem Einsatz einfacher Hilfsmittel wie dem EPA-Leitfaden zur Durchführung einer OCA [35] oder dem von EPA entwickelten Computerprogramm *RMP*Comp*²⁹, und komplexeren Hilfsmitteln wie kommerziell erhältlichen Computerprogrammen oder den im Gelben Buch der niederländischen TNO dargestellten Berechnungsverfahren (vgl. Abschnitt 2.1.1). Der EPA-Leitfaden zur Durchführung einer OCA stellt insofern ein einfaches Hilfsmittel dar, als dass er für verschiedene Freisetzungsszenarien die benötigten Entfernungsangaben für die Worst-Case-Betrachtung auflistet. Falls keine besonderen Bedingungen vorliegen, können Betriebe des Programm-Levels 1 mit Hilfe dieses Leitfadens ohne Durchführung von Berechnungen die maximale Entfernung, in der mit einer ernsthaften schädigenden Wirkung zu rechnen ist (*distance to endpoint*), bestimmen. Für Betriebe, die den Programm-Levels 2 oder 3 zuzuordnen sind, reicht dies aber nicht aus. Diese müssen neben dem Worst-Case-Szenario ein weiteres, alternatives Szenario betrachten, bei dem ein realistischerer Unfallablauf angenommen wird. Dabei kann z. B. angenommen werden, dass Sicherheitseinrichtungen wie vorgesehen funktionieren und Notfallmaßnahmen ergriffen werden.

Abbildung 11 zeigt ein hypothetisches Beispiel dafür, wie mit Hilfe des für das Worst-Case-Szenario und das alternative Szenario ermittelten *distances to endpoint* die gefährdeten Bereiche um eine Anlage festgelegt werden.

Um die OCA abzuschließen, muss der Eigentümer bzw. Betreiber der Anlage abschätzen, wie viele Menschen sich innerhalb der angegebenen Radien aufhalten und damit geschädigt werden könnten. Die Ergebnisse dieser Abschätzung sind gleichzeitig die Ergebnisse der Risikobeurteilung. Die EPA teilt die Ergebnisse in fünf Kategorien ein, die mit bis zu 1000 Geschädigten anfangen und jeweils um eine Zehnerpotenz ansteigen. Die höchste Kategorie sind mehr als eine Millionen Betroffene.

²⁹ Dieses Computerprogramm ist kostenlos erhältlich unter <http://yosemite.epa.gov/oswer/CeppoWeb.nsf/content/rmp-comp.htm>.

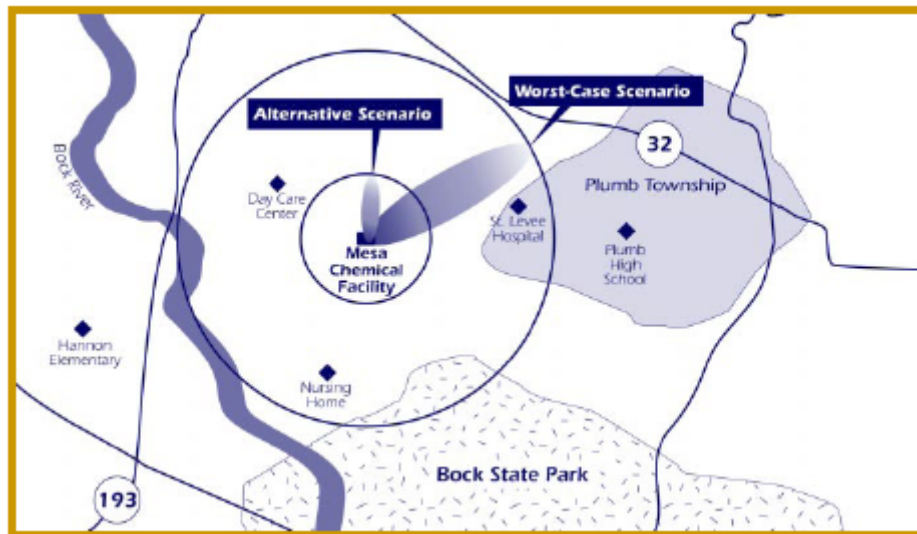


Abbildung 11: Beispiel für die Festlegung gefährdeter Bereiche um eine Anlage auf der Grundlage einer Worst-Case-Betrachtung und einer alternativen Betrachtung [37]

3.2.3 Praktische Erfahrungen

Nach dem verheerenden Unglück von Bhopal im Jahre 1984 hat der amerikanische Kongress eine Reihe gesetzlicher Maßnahmen ergriffen, um ein solches oder ähnliches Unglück in den USA zu verhindern. Dabei setzte er zuerst auf verbesserte Kommunikation zwischen der Industrie, öffentlichen Stellen und der Bevölkerung. Auf der Grundlage des *Emergency Planning and Community Right-to-Know Act (EPCRA)* von 1986 wurden auf Länder- und kommunaler Ebene Kommissionen eingerichtet, um den Informationsaustausch zwischen den Beteiligten zu verbessern und Notfallmaßnahmen abzustimmen. Auf lokaler Ebene wurde den *Local Emergency Planning Committees (LEPCs)* die Aufgabe übertragen, Informationen an die Bevölkerung weiterzugeben und damit ein Bewusstsein für die Risiken industrieller Tätigkeiten zu schaffen. Der verstärkte Dialog mit der Öffentlichkeit hat dazu geführt, dass nicht wenige Betriebe gefährliche Stoffe substituierten oder die Lagermengen verringerten [38].

Im Jahre 1990 folgte dann als zweiter Schritt die Aufnahme zusätzlicher Bestimmungen in den *Clean Air Act (CAA)*. Die EPA wurde auf der Grundlage dieses Gesetzes beauftragt, Regelungen für die Lagerung, Herstellung und Verwendung von 140 „extrem gefährlichen Stoffen“ in industriellen Anlagen zu schaffen. Dies geschah durch Erlass der Regelung *40 CFR 68*, nach der der Eigentümer bzw. Betreiber einer Anlage, in der größere Mengen dieser extrem gefährlichen Stoffe vorhanden sind, verpflichtet ist, ein Risikomanagementprogramm (RMP) zu erstellen. Neben einer weiteren Verbesserung des Sicherheits- und Notfallmanagements sollte dadurch auch die Kommunikation zwischen der Industrie und der Bevölkerung weiter gefördert werden. Die EPA beabsichtigte, alle ihr verfügbaren Informationen über die betreffenden Anlagen der Öffentlichkeit über das Internet zugänglich zu machen. Dieser Plan wurde jedoch im Jahre 1998 wieder verworfen, da gerade die bei Durchführung einer OCA gewonnenen Informationen durch Terroristen zur Auswahl geeigneter Ziele genutzt werden könnten [38]. Diese Informationen werden der Öffentlichkeit deshalb nicht vollständig zur Verfügung gestellt.

Eine quantitative Bestimmung des Risikos ist im Rahmen eines Risikomanagementprogramms nicht gefordert. Das Risiko wird vielmehr auf der Basis der voraussichtlichen Zahl der bei einem Unglück ernsthaft geschädigten Personen beurteilt, d. h. es wird nur die Schaden-

schwere in Betracht gezogen. Die EPA verzichtet bewusst darauf, quantitative Risikoangaben von der Industrie zu fordern oder selbst derartige Berechnungen anzustellen. Sie begründet diese Entscheidung damit, dass einerseits die erforderlichen Daten nicht zur Verfügung stünden oder mit großen Unsicherheiten behaftet seien, andererseits die Risikobeurteilung das Ergebnis eines gesellschaftlichen Diskussionsprozesses sein müsste. Sie sieht ihre Aufgabe darin, die für diesen Diskussionsprozess erforderlichen Informationen den beteiligten öffentlichen Stellen und interessierten Bürgern zugänglich zu machen [38].

Diese Haltung der EPA kommt der Industrie nicht ungelegen. In der Praxis werden die im Rahmen eines Risikomanagementprogramms anzufertigenden RMP-Pläne nach Meinung von Fachleuten oftmals nur erstellt, um den gesetzlichen Anforderungen zu genügen. Die EPA weist selbst darauf hin, dass die meisten Betriebe, die bis Juni 2004 nach fünf Jahren einen aktualisierten RMP-Plan hätten einreichen müssen, dies bis März 2004 noch nicht getan haben [39]. Insgesamt besteht der Eindruck, dass die gesetzlichen Regelungen durch die EPA nicht genügend durchgesetzt werden. Allerdings hat die EPA bei einer geringen Personaldecke auch eine hohe Zahl von Betrieben zu betreuen. Im Jahre 2003 fielen insgesamt etwa 15.500 Betriebe unter die Regelungen der *EPA-Rule 40 CFR 68* [40].

Betrachtet man die Verteilung der betreffenden Betriebe auf die US-Bundesstaaten, befinden sich die meisten in den US-Bundesstaaten Texas, Illinois und Iowa. Allein in Texas gibt nach einer Erhebung vom Mai 2005 96 Betriebe, bei denen im Worst-Case-Fall mit 100.000 oder mehr geschädigten Personen zu rechnen ist [41].

3.3 Kanada

3.3.1 Rechtsgrundlagen

Die wesentliche Grundlage des kanadischen Umweltschutzrechts ist der *Canadian Environmental Protection Act (CEPA 1999)*, der am 14. September 1999 nach Behandlung im Parlament durch Königin Elisabeth II. in ihrer Funktion als Königin von Kanada bestätigt wurde und am 31. März 2000 in Kraft trat. In der Präambel des Gesetzes wird als generelles Ziel genannt, „die bestmöglichen Umweltbedingungen für alle Kanadier zu schaffen und damit zu einer nachhaltigen Entwicklung beizutragen“. Teil 8 des CEPA 1999 befasst sich mit dem Schutz des Menschen und der Umwelt vor gefährlichen Stoffen, die aus industriellen Anlagen freigesetzt werden können. Zentrale Bedeutung dieses *Part 8*, der den Titel *Environmental Matters Related to Emergencies* trägt, haben die Abschnitte *Section 199* und *200*. *Section 200* räumt dem Generalgouverneur als Vertreter der kanadischen Regierung das Recht ein, eine Liste mit Stoffen zu erstellen, die, falls sie bei einem Notfall freigesetzt werden,

- sofort oder langfristig schädliche Auswirkungen auf die Umwelt oder Artenvielfalt haben oder haben können;
- eine Gefahr für diejenigen Umweltfaktoren darstellen oder darstellen können, von denen das menschliche Leben abhängt;
- eine Gefahr für das menschliche Leben oder die Gesundheit darstellen oder darstellen können.

Der Generalgouverneur wird in *Section 200* ferner ermächtigt, Mengenschwellen für diese Stoffe festzusetzen und weitere Regelungen zu erlassen, die der Verhütung umweltrelevanter Notfälle (*Environmental Emergencies*) bzw. der Begrenzung möglicher Schäden bei Eintreten eines Notfalls dienen. Nach *Section 199* kann der Umweltminister in Ergänzung dazu von bestimmten Personen die Erstellung und Umsetzung eines Konzepts für umweltrelevante Notfälle (*Environmental Emergency Plan – E2 Plan*) verlangen. Einzelheiten zur Umsetzung



der *Sections 199* und *200* wurden in einer gesonderten Regelung, den *Environmental Emergency Regulations (E2 Regulations)* vom 20. August 2003³⁰ durch den Generalgouverneur auf Empfehlung des Umweltministers festgelegt.

Die *E2 Regulations* enthalten in Anhang 1 die Liste der betreffenden Stoffe. Sie basiert auf einer Liste, die zuvor von CRAIM, dem *Conseil pour la réduction des accidents industriels majeur* mit Sitz in Montreal, erstellt wurde³¹. Die aktuelle Liste umfasst 174 Substanzen. Sie ist in zwei Teile gegliedert: Teil 1 enthält die entzündlichen Stoffe, Teil 2 die toxischen oder in anderer Weise gefährlichen Substanzen (vgl. Anlage 7). Es ist bemerkenswert, dass in die Liste der *E2 Regulations* alle 140 Substanzen aufgenommen wurden, für die auch in den USA nach *EPA-Rule 40 CFR 68* Mengenschwellen bestehen.

Die *E2 Regulations* richten sich an jede natürliche oder juristische Person, die die in der Stoffliste genannten Substanzen besitzt oder die Verantwortung dafür trägt, vorausgesetzt, dass die Mengen der Stoffe die in der Stoffliste genannten Mengenschwellen überschreiten oder in einem Behälter gelagert werden, dessen Volumen oberhalb dieser Mengenschwellen liegt. Sollten diese Voraussetzungen gegeben sein, muss die Person:

- das Umweltministerium innerhalb von 90 Tagen über den Lagerort, die Lagermenge und das maximale Behältervolumen informieren;
- einen *E2 Plan* erstellen und die Erstellung dem Umweltministerium innerhalb von sechs Monaten melden;
- die Maßnahmen des *E2 Plans* umsetzen und prüfen und dies dem Umweltministerium innerhalb eines Jahres mitteilen.

Das Umweltministerium veröffentlicht die ihm übermittelten Informationen in einem Verzeichnis (*CEPA Registry*). Der *E2 Plan* selbst muss dem Umweltministerium nur auf Verlangen eingereicht werden. Eine Kopie muss aber vor Ort zu Überprüfungs Zwecken vorhanden sein. Für die Überprüfung steht dem Umweltministerium eine spezielle Abteilung, die *Environmental Law Enforcement Branch*, zur Verfügung.

Im *E2 Plan* muss die zuständige Person Angaben dazu machen, wie umweltrelevanten Notfällen vorgebeugt bzw. begegnet werden soll, und welche Maßnahmen zur Beseitigung der Umweltschäden nach einem Notfall vorgesehen sind (*prevention, preparedness, response and recovery*). Hilfestellung bei der Erstellung des *E2 Plans* bietet der 2004 zuletzt erschienene Leitfaden *Implementation Guidelines for Part 8 of the Canadian Environmental Protection Act, 1999 – Environmental Emergency Plan* des kanadischen Umweltministeriums [42]. Dieser gibt keine konkrete Form für den *E2 Plan* vor, weist aber an verschiedenen Stellen darauf hin, dass die Ermittlung und Beurteilung von Risiken Grundlage für die festzulegenden Maßnahmen sein müsse. Inhaltlich wird die Vorgabe gemacht, dass der *E2 Plan* Angaben zu möglichen Auswirkungen umweltrelevanter Notfälle auf Mensch und Umwelt beinhalten müsse. Dabei sei sowohl der schlimmstmögliche Fall (*worst-probable case*) als auch ein alternatives Szenario zu betrachten. Für weitere Hinweise zur Risikobeurteilung wird auf den CRAIM-Leitfaden *Risk Management Guide für Major Industrial Accidents Intended for Municipalities and Industry* verwiesen [43]. Die dort vorgesehene Vorgehensweise wird im Folgenden beschrieben.

³⁰ Canada Gazette Part II, Vol. 137, No. 19 vom 10. September 2003

³¹ CRAIM war Mitglied des 1999 aufgelösten *Major Industrial Accidents Council of Canada (MIACC)*, der als nationales Koordinationsforum für Maßnahmen zur Reduzierung der Häufigkeit und Schwere industrieller Unfälle, bei denen gefährlicher Stoffe freigesetzt werden können, diente. Weitere Informationen unter <http://www.craim.ca/fr/default.asp>

3.3.2 Risikoermittlung und -beurteilung

Der kanadische Gesetzgeber macht keine konkreten Vorgaben zu der bei der Erstellung eines *E2 Plans* zu verwendenden Methodik zur Risikoermittlung und -beurteilung. Er verweist jedoch auf einen im Jahr 1996 erstellten und 2002 zuletzt überarbeiteten Leitfaden des *Conseil pour la réduction des accidents industriels majeur (CRAIM)*. Dieser Leitfaden beschreibt wiederum keine eigene Methodik, sondern bezieht sich auf den von der US-amerikanischen Umweltschutzbehörde EPA herausgegebenen Leitfaden zur Erstellung und Durchführung von Risikomanagementprogrammen nach *EPA-Rule 40 CFR 68* [37] (vgl. Abschnitt 3.2.2). Wesentliche Teile des EPA-Leitfadens sind im Anhang des CRAIM-Leitfadens wiedergegeben. Die von der EPA vorgeschlagene Vorgehensweise beurteilt Risiken auf der Basis einer Auswirkungsanalyse für das Worst-Case-Szenario und ggf. für alternative Szenarien und erfüllt damit die Anforderungen der kanadischen *E2 Regulations*.

Das *Chemical Institute of Canada (CIC)*³², die Dachorganisation der berufständischen Organisationen kanadischer Chemiker, Chemieingenieure und Chemietechnologen, schlägt ebenfalls eine auswirkungsorientierte Vorgehensweise vor, empfiehlt aber für eine erste Abschätzung des möglichen Schadensausmaßes die Verwendung des *Dow Fire & Explosion Index (F&EI)* bzw. des *Dow Chemical Index (CEI)* sowie das Computerprogramm *RMP*Comp*³³. Das CIC gibt Grenzwerte für die zu verwendenden Indices an, bei deren Überschreitung detaillierte Untersuchungen notwendig sind.

Dagegen geht die *Canadian Society for Chemical Engineering (CSCHE)*³⁴, die Mitglied des CIC ist, einen anderen Weg. Sie empfiehlt in ihrem im Jahr 2004 in überarbeiteter Fassung erschienenen Leitfaden zur Risikobeurteilung (*Risk Assessment – Recommended Practices for Municipalities and Industry*) [44] eine probabilistische Betrachtungsweise. Die ursprüngliche Version dieses Leitfadens war vom *Major Industrial Accidents Council of Canada (MIACC)* in den neunziger Jahren entwickelt worden. Aufgrund der Auflösung dieses Gremiums im Jahre 1999 kam es jedoch nicht mehr zur Veröffentlichung.

MIACC hatte Akzeptanzkriterien für das Individualrisiko³⁵ entwickelt, die vom *CSCHE* unverändert übernommen wurden. Diese Akzeptanzkriterien sind in Abbildung 12 dargestellt und mit Flächennutzungsaspekten in Verbindung gebracht. Danach ist für Flächen oder bauliche Anlagen, in denen sich üblicherweise nur eine begrenzte Zahl von Menschen aufhält, ein Individualrisiko von 10^{-4} /a akzeptierbar, vorausgesetzt, dass gute Evakuierungsmöglichkeiten bestehen. In diese Kategorie fallen üblicherweise Gewerbe- und Industrieanlagen, Lagerhäuser, Parks, Golfanlagen etc. Für Bereiche, in denen sich Bürogebäude, Geschäfte oder Wohngebäude in geringer Dichte befinden, gilt ein Grenzwert von 10^{-5} /a, sofern auch dort gute Evakuierungsmöglichkeiten bestehen. Für alle anderen Fälle gilt ein Grenzwert von 10^{-6} /a, d. h. bei einem niedrigeren Individualrisiko als 10^{-6} /a gelten keine Beschränkungen in Hinblick auf die Flächennutzung. Umgekehrt ist ein Risikowert von 10^{-4} /a als Obergrenze für das für die Bevölkerung akzeptierbare Individualrisiko zu sehen. Der gesperrte Bereich um die Anlage impliziert aber, dass den Beschäftigten ein höheres individuelles Risiko zugemutet werden kann.

³² http://www.cheminst.ca/cic_home__e.htm

³³ Dieses Computerprogramm ist kostenlos erhältlich unter <http://yosemite.epa.gov/oswer/CeppoWeb.nsf/content/rmp-comp.htm>.

³⁴ http://www.chemeng.ca/csche_home__e.htm

³⁵ Definition des Individualrisikos: siehe Abschnitt 2.1.2

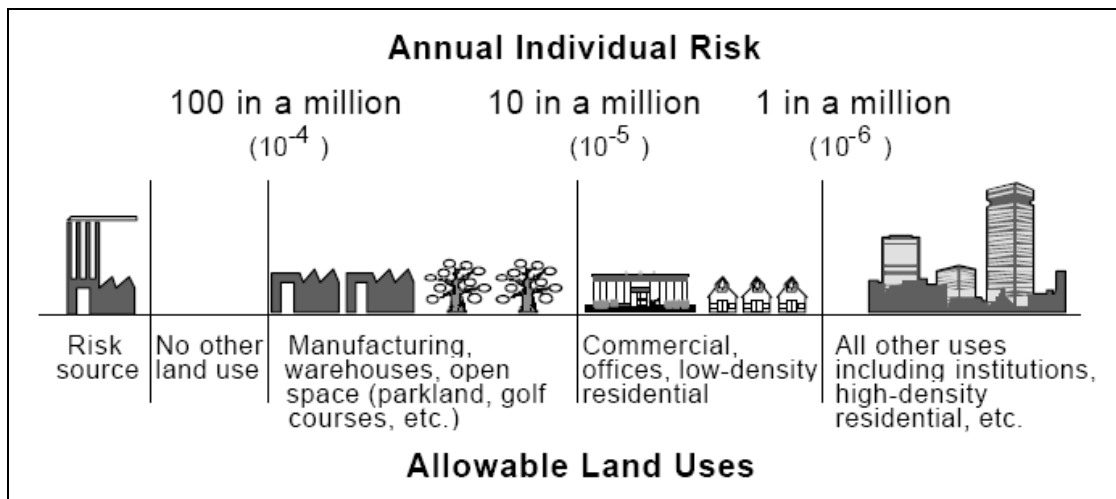


Abbildung 12: Von MIACC vorgeschlagene Akzeptanzkriterien für das individuelle Risiko [43]

Der *CSCHE* weist ausdrücklich darauf hin, dass die in Abbildung 12 dargestellten Akzeptanzkriterien als Empfehlungen zu verstehen sind und keinerlei rechtlich verbindliche Wirkung haben.

3.3.3 Praktische Erfahrungen

Mit der Verabschiedung des *Canadian Environmental Protection Act* im Jahre 1999 und den zugehörigen *Environmental Emergency Regulations* im Jahre 2003 hat der kanadische Gesetzgeber erst vor relativ kurzer Zeit Regelungen zum Schutz des Menschen und der Umwelt vor gefährlichen Stoffen, die aus industriellen Anlagen freigesetzt werden können, geschaffen. Die Vorgehensweise orientiert sich stark an dem US-amerikanischen Ansatz zur Risikobeurteilung, bei dem das Risiko auf der Basis von Auswirkungsbetrachtungen bestimmt und der Öffentlichkeit zugänglich gemacht wird. Dadurch soll der Dialog zwischen Industrie und Bevölkerung gefördert werden, was letztlich zum Ziel hat, die Betriebe durch öffentlichen Druck zur stetigen Verbesserung der Sicherheitsmaßnahmen und der Notfallvorbereitung anzuhalten. Eine systematische Auseinandersetzung mit dem Risiko auf probabilistischer Basis erfolgt nicht, obwohl dies bereits Ende der neunziger Jahre von dem inzwischen aufgelösten *Major Industrial Accidents Council of Canada (MIACC)* vorgeschlagen wurde. Die *Canadian Society for Chemical Engineering (CSCHE)*, die die Ansätze des MIACC heute vertritt, sieht für die seinerzeit beschriebene Methodik zur Risikobeurteilung einen weiten Anwendungsbereich. So könne das Verfahren bei Entscheidungen zur Flächennutzungsplanung ebenso eingesetzt werden wie bei Fragen zur Auslegung, Ausrüstung oder Positionierung industrieller Anlagen. Die *CSCHE* hält diese Methodik deshalb für eine geeignete Grundlage für einen kanadischen Standard, mit dem die vielfältigen Ansätze zur Risikoermittlung und -beurteilung innerhalb des Landes vereinheitlicht werden könnten. Nach Ansicht von Experten besteht in Kanada jedoch eine starke Neigung zu deterministischen Risikobetrachtungen, so dass sich eine probabilistische Vorgehensweise in absehbarer Zeit nicht durchsetzen dürfte.

Bei der Formulierung der gesetzlichen Vorschriften hat der kanadische Gesetzgeber einen vorsichtigen Ansatz gewählt, der den betroffenen Betrieben weitgehende Flexibilität in Hinblick auf die Umsetzung lässt. Das kanadische Umweltministerium geht davon aus, dass diese Flexibilität die Kreativität und Innovationskraft aller Beteiligten fördert und auf diese Weise zu einer schnellen Verbesserung der Umweltsituation und des Umweltbewusstseins in Kanada beiträgt [42]. Kritiker sehen allerdings das Problem, dass durch die vage Beschreibung der

Vorgehensweise in den Vorschriften die Umsetzung und Durchsetzung erschwert wird. Einige Provinzen und Territorien haben deshalb im Rahmen der Gefahrenabwehr und des Katastrophenschutzes zusätzliche Regelungen geschaffen. Als federführend wird dabei die Provinz Ontario angesehen, die etwa die Hälfte aller in Kanada produzierten Chemikalien erzeugt. Diese Provinz hat Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung und der Umwelt vor gefährlichen Stoffen in industriellen Anlagen in ihr Gesamtkonzept zum Notfallmanagement aufgenommen und im *Ontario Emergency Management Act*³⁶ verankert.

Bei der Verabschiedung des *Canadian Environmental Protection Act* im Jahre 1999 war vorgesehen, das Gesetz innerhalb von fünf Jahren nach In-Kraft-Setzen zu überprüfen und bei Bedarf zu überarbeiten. Die entsprechende parlamentarische Kommission hat ihre Arbeit inzwischen aufgenommen und die holt die Meinungen von öffentlichen Stellen und Betroffenen ein. Mit einer überarbeiteten Fassung ist jedoch frühestens im Jahr 2008 zu rechnen [45].

4.0 Vergleich der ausgewählten Staaten

Ein Vergleich der Ansätze zur Risikoermittlung und -beurteilung in den betrachteten Staaten zeigt sowohl eine Reihe von Unterschieden als auch einige Gemeinsamkeiten. Die wesentlichen Aspekte werden im Folgenden zusammenfassend dargestellt.

Zunächst ist festzuhalten, dass in allen untersuchten Staaten Systeme zur Ermittlung und Beurteilung von Risiken, die mit der Lagerung, Herstellung oder Verwendung gefährlicher Stoffen in industriellen Anlagen zusammenhängen, existieren. Die Ansätze sind jedoch durchaus unterschiedlich und lassen eine Einteilung der betrachteten Staaten in drei Gruppen zu: Die erste Gruppe bilden die Niederlande. Dort ist die Anwendung probabilistischer Risikoanalysen für Seveso-II-Anlagen zwingend vorgeschrieben und als Praxis etabliert. Die Ergebnisse werden anhand parlamentarisch festgelegter Akzeptanzkriterien für das Individual- und das gesellschaftliche Risiko beurteilt und Maßnahmen abgeleitet.

Die zweite Gruppe besteht aus Großbritannien und der Schweiz. Beide Länder verfolgen probabilistische Ansätze, schreiben aber keine bestimmte Methode zur Risikoanalyse vor. Es wird lediglich erwartet, dass die Ergebnisse der Behörde ein Urteil über die Tragbarkeit des Risikos ermöglichen. Dazu stehen in beiden Ländern Akzeptanzkriterien zur Verfügung. Diese beziehen sich in Großbritannien auf das Individualrisiko, während in der Schweiz das gesellschaftliche Risiko sowie das Risiko für Umwelt- und Sachschäden betrachtet werden.

In Frankreich, Kanada und den USA sind probabilistische Risikoanalysen nicht etabliert. Die Risikobeurteilung erfolgt auf der Basis von Auswirkungsbetrachtungen, die in der Regel den schlimmstmöglichen Fall (*Worst Case*) zugrunde legen. Dementsprechend gibt es von offizieller Seite keine Risikogrenzwerte. Vielmehr werden Grenzwerte für die möglichen Folgen einer Stofffreisetzung, eines Brandes oder einer Explosion vorgegeben, d. h. Grenzwerte für toxische, thermische oder mechanische Einwirkungen auf den Menschen und teilweise auch auf die Umgebung. Die Ergebnisse dienen in den USA und Kanada hauptsächlich dem Zweck, die Kommunikation zwischen Industrie, öffentlichen Stellen und der Bevölkerung zu fördern und die Notfallvorsorge zu verbessern. Frankreich will die Ergebnisse in Zukunft verstärkt zu Zwecken der Flächennutzungsplanung verwenden, um die Zahl der exponierten Personen um die betreffenden Anlagen mittel- bis langfristig zu senken.

³⁶ Weitere Informationen unter http://www.cpha.ca/ctph/prespdf/Doug_harrison.pdf

Tabelle 4 gibt einen Überblick über die Situation in den betrachteten EU-Staaten. Tabelle 5 fasst die Ergebnisse für die Nicht-EU-Staaten zusammen.

Tabelle 4: Überblick über die Situation in den betrachteten EU-Staaten

		Niederlande	Großbritannien	Frankreich
Rechtlicher Rahmen	Rechtsvorschrift zur Umsetzung der Seveso-II-Richtlinie	<i>Besluit Risico's Zware Ongevallen 1999 (BRZO 99 - Hazards of Major Accidents Decree)</i>	<i>Control of Major Accidents Hazards Regulations 1999 (COMAH)</i>	<i>Arrêté du 10 mai 2000 relatif à la prévention des accidents majeurs...</i>
	Wichtige ergänzende Rechtsvorschriften	<i>Besluit Externe Veiligheid voor Inrichtingen (BEVI - External Safety (Establishments) Decree), 2004</i>	Rechtsvorschriften des System of Hazardous Sub-stance Consent	<i>Code de l'Environnement, Livre V: Titre 1^{er} relatif aux installations classées pour la protection de l'environnement</i>
	Regelungsadressat	Werkgever (Arbeitgeber)	Operator (Betreiber)	Exploitant (Betreiber)
	Anwendungskriterien	Mengenschwellen nach Anhang 1, BRZO 99	Mengenschwellen nach Anhang 1, COMAH	Mengenschwellen nach Anhang I, Arrêté du 10 mai 2000
	Vollzugsebene	Kommunen, teilweise auf Provinzen übertragen	Durch Competent Authority (CA) auf nationaler Ebene	Regionen
Risikoermittlung und -beurteilung	Vorgeschriebene Methode	Quantitative Risikoanalyse nach Purple Book [7]	Keine, aber quantitative Risikoanalyse bei Seveso-II-Anlagen sinnvoll	Keine
	Zu betrachtende Szenarien	Stofffreisetzungen mit einer Häufigkeit $> 10^{-8}/a$, die mit hinreichender Wahrscheinlichkeit zu Todesfolgen außerhalb des Betriebsgeländes führen	Alle denkbaren schweren Unfälle	Alle denkbaren schweren Unfälle
	Bewertete Risikoarten	Individual- und gesellschaftliches Risiko	Individualrisiko, ergänzend auch gesellschaftliches Risiko	Keine, da reine Auswirkungsbetrachtung
	Berücksichtigung des Risikos für die Beschäftigten	Nein	Ja	Nein
	Risikogrenzwerte	Ja, sowohl für das Individual- als auch für das gesellschaftliche Risiko	Nur für das Individualrisiko; für das gesellschaftliche Risiko lediglich Vorschläge	Keine, da reine Auswirkungsbetrachtung
	Explizite Berücksichtigung des Human Factor	Nein	Nein	Nein
	Vorgaben für Institutionen, die Risikoanalysen durchführen	Keine	Keine	Keine



		Niederlande	Großbritannien	Frankreich
Risiko- entscheidung	Zuständige Stelle	<i>Burgemeester en Wethouders (B&W, (Kommunalverwaltung) bzw. Gedeputeerde Staten (GS, Provinzialausschuss)</i> ³⁷	Bei Genehmigungsverfahren für Seveso-II-Anlagen: <i>Competent Authority (CA)</i> ³⁸ Im Rahmen der Flächennutzungsplanung: <i>Hazardous Substances Authority (HSA)</i> ³⁹	<i>Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement (DRIRE)</i>
	Entscheidungs- grundlage	Nachweis, dass die Risikogrenzwerte eingehalten werden. Bei Überschreitung des Grenzwerts für das gesellschaftliche Risiko Nutzen- und Interessenabwägung durch die Behörde.	Bei Genehmigungsverfahren für Seveso-II-Anlagen: Nachweis, dass das Risiko im allgemein akzeptieren Bereich liegt, bzw. dass bei Risiken, die im tolerierbaren Bereich liegen, das ALARP-Prinzip angewendet wurde. Im Rahmen der Flächennutzungsplanung: Nutzen- und Interessenabwägung durch die HSA. Risikobeurteilung der <i>Health and Safety Executive (HSE)</i> geht als Empfehlung in den Entscheidungsprozess ein.	Grenzwerte für Auswirkungen auf den Menschen, die Umwelt und Sachwerte durch toxische Einwirkungen, Wärmestrahlung, Explosionsüberdruck und herumfliegende Gegenstände
Risiko- management	Verwendung der Ergebnisse zur Flächennutzungs- planung	Ja	Ja	Ja

Wie die Tabellen zeigen, wird in keinem der betrachteten Staaten der Einfluss so genannter *Human Factors* bei der Risikobeurteilung gesondert betrachtet. Die durch das Zusammenwirken von Mensch und Maschine bedingten Gefahren werden ebenso wie andere im Rahmen von Gefahrenanalysen ermittelt und fließen auf diese Weise in die Risikobetrachtung ein. Bei Durchführung einer HAZOP-Analyse kann der Einfluss von *Human Factors* beispielsweise durch Verwendung geeigneter Leitworte ermittelt werden

³⁷ Die Kommunalverwaltung bzw. der Provinzialausschuss koordiniert die Aktivitäten aller beteiligten Stellen (*Arbeidsinspectie, Brandweer, Gemeente, Inspectie Milieuhygiëne, Waterkwaliteitsbeheerder*).

³⁸ Die *Competent Authority (CA)* setzt sich aus der *Health and Safety Executive (HSE)* und der *Environment Agency (EA)* für England und Wales bzw. *Scottish Environment Protection Agency (SEPA)* für Schottland zusammen.

³⁹ Die *HSA* ist üblicherweise identisch mit der *Local Planning Authority (LPA)*.

Tabelle 5: Überblick über die Situation in den betrachteten Nicht-EU-Staaten

		Schweiz	USA	Kanada
Rechtlicher Rahmen	Grundlegende Rechtsvorschrift	<i>Verordnung über den Schutz vor Störfällen (Störfallverordnung, StFV), 1991</i>	<i>EPA Rule 40 CFR 68: Chemical Accident Prevention Provisions, 2004</i>	<i>Environmental Protection Act (CEPA 1999) in Verbindung mit den Environmental Emergency Regulations, 2003</i>
	Regelungsadressat	Inhaber	<i>Owner/Operator (Eigentümer/ Betreiber)</i>	<i>Person (jede natürliche oder juristische Person, die die in der Stoffliste genannten Substanzen besitzt oder die Verantwortung dafür trägt)</i>
	Anwendungskriterien	Mengenschwellen in Anhang 1.1 der Störfallverordnung	Mengenschwellen in § 68.130, EPA Rule 40 CFR 68	Mengenschwellen in Anhang 1 der Environmental Emergency Regulations
	Vollzugsebene	Kantone	Generell auf Bundesebene, kann von den Bundesstaaten oder Kreisen (Counties) übernommen werden	Generell auf nationaler Ebene
Risikoermittlung und -beurteilung	Vorgeschriebene Methode	Keine, aber quantitative Betrachtung gewünscht	Keine, aber Empfehlung zur Verwendung einer von der U.S. Environmental Protection Agency (EPA) beschriebenen Methodik	Keine, aber Empfehlung zur Verwendung einer von der U.S. Environmental Protection Agency (EPA) beschriebenen Methodik
	Zu betrachtende Szenarien	Worst-Case	Worst-Case	Worst Case
	Bewertete Risikoarten	Gesellschaftliches Risiko, Risiken für Gewässer und Boden, Sachschäden	Keine, da reine Auswirkungsbetrachtung	Keine, da reine Auswirkungsbetrachtung
	Berücksichtigung des Risikos für die Beschäftigten	Nein	Nein	Nein
	Risikogrenzwerte	Ja, für alle o. g. Risikoarten	Keine	Von staatlicher Seite keine, aber Vorschläge von Seiten des MIACC
	Explizite Berücksichtigung des Human Factor	Nein	Nein	Nein
	Vorgaben für Institutionen, die Risikoanalysen durchführen	Keine	Keine	Keine



		Schweiz	USA	Kanada
Risiko-entscheidung	Zuständige Stelle	Fachstellen der Kantone ⁴⁰	Auf Bundesebene die <i>U.S. Environmental Protection Agency (EPA)</i> , bei Übernahme durch die Bundesstaaten bzw. <i>Counties</i> die benannten <i>Implementing Agencies</i>	<i>Environment Canada (EC</i> , kanadisches Umweltministerium)
	Entscheidungs-grundlage	Nachweis, dass das Risiko tragbar ist, d.h. dass die Summenkurve für jeden Schaden-indikator unterhalb der Akzeptabilitätslinie liegt. Befindet sich das Risiko im Übergangsbereich, erfolgt eine Nutzen- und Interessen-abwägung	Grenzwerte für Auswirkungen auf den Menschen durch toxische Einwirkungen, Wärmestrahlung und Explosionsüberdruck	Grenzwerte für Auswirkungen auf den Menschen durch toxische Einwirkungen, Wärmestrahlung und Explosionsüberdruck
Risiko-management	Verwendung der Ergebnisse zur Flächennutzungs-planung	Nein	Nein	Nein

Als wesentliches Hindernis für den Einsatz quantitativer Risikoanalysen wird oftmals das Fehlen von Daten zu Ausfall- und Fehlerhäufigkeiten genannt. Tatsächlich ist es so, dass auch in den Staaten, die probabilistische Ansätze verfolgen, keine einzelne Datenbank besteht, die die erforderlichen Informationen umfassend zur Verfügung stellen könnte. Obwohl Computerprogramme, wie z.B. SAFETI⁴¹ von DNV, Daten zu Ausfallhäufigkeiten beinhalten, sind die Ersteller quantitativer Risikoanalysen unter Umständen darauf angewiesen, die benötigten Daten aus verschiedenen Quellen zusammenzutragen. Solche Quellen können z. B. der *Hydrocarbon Releases Statistics Report*⁴² der britischen *Health & Safety Executive (HSE)* oder das *Offshore Reliability Data (OREDA) Handbuch*⁴³ der norwegischen Forschungsstelle SINTEF⁴⁴ sein. Die Anfertigung quantitativer Risikoanalysen kann deshalb in außergewöhnlichen Fällen einen erheblichen Aufwand bedeuten.

Im Sinne einer Vereinfachung muss die Frage gestellt werden, ob es notwendig ist, für jede Anlage eine individuelle Analyse zu erstellen, oder ob sich vorhandene Analysen im Sinne eines generischen Ansatzes auf gleichartige Anlagen übertragen lassen. Ansätze in diese Richtung gibt es in den Niederlanden für Flüssiggas-Abfüllanlagen sowie in der Schweiz für Flüssiggas-Abfüllanlagen, Gashochdruckanlagen und Kunsteisbahnen. Aufgrund der Kom-

⁴⁰ Zu den von den Kantonen benannten Fachstellen gehören Ämter für Umwelt oder Umweltschutz, kantonale Laboratorien und andere öffentliche Stellen (vgl. http://www.kvu.ch/d_afu_adressen.cfm?Nav.Command=Fachbereiche&Module.Method=show_Fachbereiche&fach_id=21). Das im Kanton Basel-Landschaft als Fachstelle benannte Sicherheitsinspektorat lässt sich bei der Beurteilung von Risikoermittlungen von einem Fachgremium beraten. Nähere Informationen dazu unter <http://www.baselland.ch/docs/bud/sit/kommission.htm>.

⁴¹ Weitere Informationen unter <http://www.dnv.com/software/all/safeti/productInfo.asp>

⁴² <http://www.hse.gov.uk/offshore/hydrocarbon.htm>

⁴³ <http://www.sintef.no/static/tl/projects/oreda/handbook.html>

⁴⁴ SINTEF: The Foundation for Scientific and Industrial Research at the Norwegian Institute of Technology (NTH).

plexität werden sich solche generische Ansätze jedoch kaum in größerem Maßstab auf Produktionsanlagen übertragen lassen.

Daneben sollte nicht übersehen werden, dass die Ergebnisse quantitativer Risikoanalysen mit Unsicherheiten behaftet sind, da die zugrunde gelegten Modelle und die eingegebenen Daten auf einer Vielzahl von Annahmen beruhen. Diese Unsicherheiten werden bei Angabe des Ergebnisses in Form von Iso-Risiko-Linien bzw. als Kurve im FN-Diagramm unterschlagen. Unter Fachleuten wird jedoch vorausgesetzt, dass bei der Erstellung quantitativer Risikoanalysen eine Herangehensweise gewählt wird, die die britische HSE als „vorsichtige beste Schätzung“ (*cautious best estimate*) bezeichnet, d. h. dass möglichst realistische Annahmen getroffen werden, die im Zweifelsfalle zu höheren Risikowerten führen (Ausfall zur sicheren Seite). Eine solche Herangehensweise ist auch bei Auswirkungsanalysen zu wählen und spricht nicht grundsätzlich gegen quantitative Risikoanalysen. Für den Anwender wäre es aber wünschenswert, die vorhandenen Datensammlungen stärker abzugleichen und fortlaufend zu ergänzen, um die Analysen auch in Zukunft auf eine zuverlässige statistische Datenbasis stützen zu können.

Nicht zuletzt aufgrund der genannten Schwierigkeiten und den bisweilen als akademisch empfundenen Berechnungsverfahren stehen viele Unternehmen den behördlichen Vorgehensweisen zur Risikoermittlung und –beurteilung skeptisch gegenüber. Tatsächlich berichten alle befragten Fachleute davon, dass einige Unternehmen in den betrachteten Ländern die geforderten Risikoanalysen vor allem erstellen (oder von Dienstleistern erstellen lassen), um den gesetzlichen Anforderungen Genüge zu tun – unabhängig von den dort vorhandenen Systemen. Dies bedeutet, dass die Unternehmen den Nutzen der geforderten Risikoanalysen für die betriebliche Sicherheitsarbeit nicht immer erkennen. Andererseits werden die Ergebnisse quantitativer Risikoanalysen beim Vergleich möglicher Design-Alternativen von vielen Fachleuten als wertvolle Entscheidungshilfe betrachtet.

Im Rahmen dieses Gutachtens ist es jedoch nicht möglich zu beurteilen, ob probabilistische oder deterministische Verfahren von den Unternehmen besser angenommen werden, da die Akzeptanz von einer Vielzahl von Faktoren abhängt und nicht zuletzt von historischen Gegebenheiten und der Mentalität der Menschen beeinflusst wird.

5.0 Schrifttum

- [1] Störfall-Kommission beim Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Bericht – Risikomanagement im Rahmen der Störfall-Verordnung. SFK-GS-41. 21. April 2004
- [2] Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM): Taken van de overheid bij de uitvoering van de Seveso II-richtlijn. November 1999. http://www.overijssel.nl/contents/pages/6145/brochure_overheid_brzo.pdf
- [3] The Netherlands Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment (VROM): Eine Welt und ein Wille. Auf dem Weg zur Nachhaltigkeit. Viertes Nationales Maßnahmenprogramm für die Umweltpolitik – Zusammenfassung. - <http://international.vrom.nl/Docs/internationaal/NMP4wwwduits.pdf>
- [4] Eckhardt, D., Kuhrt, L. und Rodner, H.-J.: Enschede – Ursachen und Folgen der Feuerwerkskatastrophe. - <http://www.schadenprisma.de/SP/SpEntw.nsf/22086b2447-b62655c12569930057058b/5b6d6bde42b00ff7c1256bd6004b96ab?OpenDocument>
- [5] Van den Worm, J. P. R.: Cartographic Visualization Aspects of the web-based Dutch National Risk map. - <http://gis.esri.com/library/userconf/proc03/p0802.pdf>
- [6] Ale, B. J. M.: Tolerable or Acceptable: A Comparison of Risk Regulation in the United Kingdom and in the Netherlands. In: Risk Analysis, Vol. 25, Nr. 2, 2005, S. 231 - 241
- [7] The Netherlands Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment (VROM): A brief history of national external safety policy in the Netherlands. <http://international.vrom.nl/docs/internationaal/external%20safety%20directorat.pdf>
- [8] National Institute of Public Health and the Environment (RIVM): Guideline for Quantitative Risk Assessment. Part one: Establishments. o. J. – “Purple Book”
- [9] The Netherlands Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment (VROM): Risk analysis and risk modelling. Information sheet. <http://international.vrom.nl/docs/internationaal/risk%20analyse.pdf>
- [10] Bottelberghs, P. H.: Risk analysis and safety policy development in the Netherlands. In: Journal of Hazardous Materials, 2000
- [11] The Netherlands Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment (VROM): External safety (establishments) decree. Information sheet. <http://international.vrom.nl/docs/internationaal/external%20safety%20decree.pdf>
- [12] The Netherlands Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment (VROM): Implementation and Enforcement. Information sheet. <http://international.vrom.nl/docs/internationaal/implemenation&enforcement.pdf>
- [13] Health and Safety Executive: Thirty years on and looking forward. The development and future of the health and safety system in Great Britain. Oktober 2004 - <http://www.hse.gov.uk/aboutus/reports/30years.pdf>
- [14] Health and Safety Executive, Hazard Installations Directorate: Flixborough (Nypro UK) Explosion 1st June 1974. 1. Mai 2001 - <http://www.hse.gov.uk/comah/sragtech/caseflixboroug74.htm>

- [15] Health and Safety Executive, Hazard Installations Directorate, Offshore Division: Fire, Explosion and Risk Assessment Topic Guidance. Issue 1, 2003 - http://www.hse.gov.uk/offshore/fireexp/images/fire_exp.pdf
- [16] Health and Safety Executive: Reducing risks, protecting people – HSE’s decision-making process. 2001 - <http://www.hse.gov.uk/risk/theory/r2p2.pdf>
- [17] Health and Safety Executive: HSE’s current approach to land use planning (LUP). - <http://www.hse.gov.uk/landuseplanning/lupcurrent.pdf>
- [18] Environmental Resources Management: A Review of HSE’s Risk Analysis and Protection-Based Analysis Approaches for Land-Use Planning, Final Report. September 2004 - <http://www.hse.gov.uk/landuseplanning/ifrlup/images/independentreviewreport.pdf>
- [19] Health and Safety Executive: Safety report regime - evaluating the impact on new entrants to COMAH. Research Report 092. 2003 - <http://www.hse.gov.uk/research/rrpdf/rr092.pdf>
- [20] Institut National de Recherche et de Sécurité : Parution de la loi sur la prévention des risques technologiques. 17. September 2003 – www.inrs.fr
- [21] Salvi, O. und Dechy, N.: Toulouse disaster prompts changes in French risk management. In: The Environment Times. A periodic publication of the United Nations Environment Programme. 22. Februar 2005 - <http://www.environmenttimes.net/article.cfm?pageID=131>
- [22] Ministère de l’écologie et du développement durable: Les Plans de Prévention des Risques Technologiques (PPRT). 21. Juni 2004 - http://www.ecologie.gouv.fr/article.php3?id_article=2435#
- [23] Ministère de l’Ecologie et du Développement Durable: Guide technique relatif aux valeurs de référence des seuils d’effets des phénomènes accidentels des installation classées. März 2004
- [24] Institut National de l’Environnement Industriel et des Risques: Outils d’analyse des risques générés par une installation industrielle. Mai 2003
- [25] Ministère de l’Ecologie et du Développement Durable: Méthodologie des études de dangers. 18. Juni 2004 - http://www.ecologie.gouv.fr/article.php3?id_article=2381
- [26] Ministerie von de Vlaamse Gemeenschap: Handboek Kanscijfers voor het opstellen van een Veiligheidsrapport. 2. Auflage. 1. Oktober 2004
- [27] Ministère de l’écologie et du développement durable: Nouvelle approche en matière d’évaluation des risques. 13. September 2004 - http://www.ecologie.gouv.fr/article.php3?id_article=2846
- [28] Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft – BUWAL (Hrsg.): Die Umwelt unter Druck. Sicherheit ist machbar – Mit den Risiken müssen wir leben. In: UMWELT SCHWEIZ 2002. Bern. <http://www.umwelt-schweiz.ch/buwal/de/medien/umweltbericht/druck/index.html>
- [29] Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft – BUWAL (Hrsg.): Handbuch I zur Störfallverordnung StFV – Richtlinien für Betriebe mit Stoffen, Erzeugnissen oder Sonderabfällen. Bern, Juni 1991

- [30] Parlamentarischer Vorstoß 04.1023, Anfrage von Franziska Teuscher: Lonza. Explosion in der Chemiefabrik. Eingereicht in den Nationalrat am 17. März 2004. Beantwortet am 15. September 2004.
<http://www.parlament.ch/afs/data/d/gesch/2004/d%5Fgesch%5F20041023.htm>
- [31] Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft – BUWAL (Hrsg.): Beurteilungskriterien I zur Störfallverordnung StFV – Richtlinien für Betriebe mit Stoffen, Erzeugnissen oder Sonderabfällen. Bern, September 1996
- [32] Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft – BUWAL: Grundlagen der Störfallvorsorge. Die Störfallverordnung. 1997
- [33] Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft – BUWAL: Tragbarkeit des Risikos - http://www.umwelt-schweiz.ch/buwal/de/fachgebiete/fg_sich/grundlagen/risiko/-index.html
- [34] Parlamentarischer Vorstoß 04.1182, Anfrage von Franziska Teuscher: Transparenz für risikoreiche Betriebe. Eingereicht in den Nationalrat am 17. Dezember 2004. Beantwortet am 25. Mai 2005.
http://www.parlament.ch/afs/data/d/gesch/2004/d_gesch_20041182.htm
- [35] Funk, Walter: 20 Jahre Umweltschutzgesetz: Eine Katastrophe?. In: Umweltpraxis, Nr. 40, April 2005
- [36] Environmental Protection Agency: General Guidance on Risk Management Programs for Chemical Accident Prevention (40 CFR Part 68). April 2004 – EPA-550-B-04-001
- [37] Environmental Protection Agency: Risk management Program Guidance for Offsite Consequence Analysis. April 1999 – EPA-550-B-99-009
- [38] Environmental Health Center: Chemical Safety in Your Community: EPA's New Risk Management Program. Mai 1999 – EPA 550-B-99-010
- [39] Environmental Protection Agency: Changes to the Chemical Accident Prevention Rule (Risk Management Program) in 2004. RMP Series Factsheet. März 2004 – EPA 550-F-04-002
- [40] Schmeidler, Peter: Private Inspections and (Mandatory) Insurance for Managing Safety and Environmental Risks. Präsentation auf der Konferenz "Workplace Safety and Health: What We Know and What We Wish We Knew", Georgetown University, 3. Oktober 2003 – <http://www.msb.edu/prog/cbpp/safety/oct3-schmeidler.ppt>
- [41] Congressional Research Service: RMP Facilities in the United States as of May 2005. Memorandum vom 27. Juni 2005, Washington, D.C. - <http://www.fas.org/sgp/crs/-homesecc/rmp062705.pdf>
- [42] Environment Canada: Implementation Guidelines for Part 8 of the Canadian Environmental Protection Act, 1999 – Environmental Emergency Plan. Aktualisierte Fassung, März 2004 - http://www.ec.gc.ca/CEPARRegistry/guidelines/impl_guid/-impl_guide_e.pdf
- [43] Conseil pour la réduction des accidents industriels majeur: Risk Management Guide für Major Industrial Accidents intended for Municipalities and Industry. Montreal, 2002 - http://www.uneptie.org/pc/apell/publications/pdf_files/CRAIM_PDF_EN.pdf

- [44] Canadian Society for Chemical Engineering: Risk Assessment – Recommended Practices for Municipalities and Industry. 2004 - ISBN No. 0-920804-92-6 - <http://www.chemeng.ca/divisions/psm/Products/Risk%20Assessment%20Recommended%20Practices%200406292.pdf>
- [45] Canadian Council of Ministers of the Environment: Backgrounder – Legislative Review of CEPA 1999 - http://www.ccme.ca/assets/pdf/cepa_eng.pdf

6.0 Anhang

Anlage 1: Mengenschwellen für Stoffe, Erzeugnisse und Sonderabfälle nach Anhang 1.1 der Störfallverordnung der Schweiz (Auszug)

3 Stoffe und Zubereitungen mit festgelegten Mengenschwellen (Ausnahmeliste)

Nr.	Stoffbezeichnung	CAS Nr. ¹	MS (kg) ²
1	Acetylen	74-86-2	5 000
2	4-Aminodiphenyl und seine Salze		1
3	Arsen(III)oxid, Arsen(III)säure und ihre Salze		100
4	Arsen(V)oxid, Arsen(V)säure und/oder ihre Salze		1 000
5	Benzidin und seine Salze		1
6	Benzin (Normalbenzin, Superbenzin)		200 000
7	Bis(chlormethyl)ether	542-88-1	1
8	Chlor	7782-50-5	200
9	Chlormethyl-methylether	107-30-2	1
10	Dimethylcarbamoylchlorid	79-44-7	1
11	Dimethylnitrosamin	62-75-9	1
12	Heizöl, Dieselöl		500 000
13	Hexamethylphosphortriamid	680-31-9	1
14	Kerosin		200 000
15	4,4'-Methylen-bis (2-chloranilin) und seine Salze, pulverförmig		10
16	2-Naphthylamin und seine Salze		1
17	Atemgängige pulverförmige Nickelverbindungen (Nickelmonoxid, Nickeldioxyde, Nickelsulfide, Trinickelsulfid, Dinickeltrioxid)		1 000
18	4-Nitrodiphenyl	92-93-3	1
19	Methylisocyanat	624-83-9	150
20	Polychlordibenzofurane, in TCDD-Äquivalenten berechnet		1
21	Polychlordibenzodioxine (einschliesslich TCDD), in TCDD-Äquivalenten berechnet		1
22	1,3-Propansulton	1120-71-4	1
23	Schwefeldichlorid	10545-99-0	1 000
24	Wasserstoff	1333-74-0	5 000

¹ Identifikationsnummer eines Stoffes im Chemical Abstract System

² MS(kg) = Mengenschwelle in kg

4 Kriterien zur Ermittlung der Mengenschwellen 41 Giftigkeit

Kriterien	Werte für Kriterien			
	MS1 = 200 kg	MS1 = 2000 kg	MS1 = 20 000 kg	MS1 = 200 000 kg
a. EU-Klassierung	T+	T, C	Xn	Xi
b. akute Toxizität				
– oral(mg/kg)	< 25	25 bis ≤ 200	200 bis ≤ 2000	
– dermal (mg/kg)	< 50	50 bis ≤ 400	400 bis ≤ 2000	
– inhalativ (mg/l 4h)	< 0,5	0,5 bis ≤ 2	2 bis ≤ 20	
c. SDR2 Klassierung				
– Kl. 8		VG3 I, II		VG3 III
– Kl. 6.1	VG3 I	VG3 II	VG3 III	

¹ MS = Mengenschwelle

² SR 741.621

³ Verpackungsgruppe

42 Brand- und Explosionseigenschaften

Kriterien	Werte für Kriterien			
	MS1 = 200 kg	MS1 = 2000 kg	MS1 = 20 000 kg	MS1 = 200 000 kg
a. Brandgefährlichkeitsgrad nach SI2		E1	E2, AF, HF, F1, F2, O1, O2	F3, F4, O3
b. EU-Klassierung		E	F+, F, O, R10	
c. Flammpunkt (oC)			≤ 55	>55
d. SDR3 Klassierung – Kl. 3			VG4 I, II	VG4 III

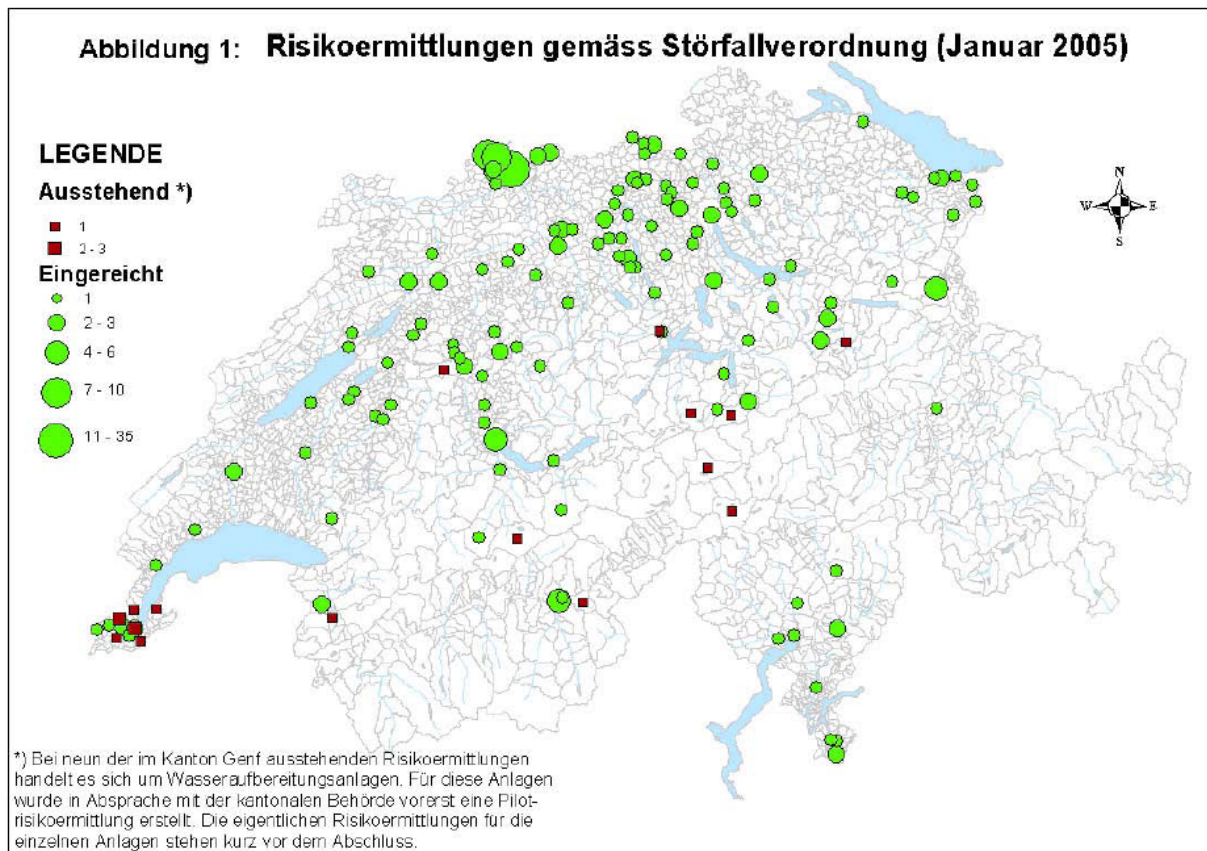
¹ MS = Mengenschwelle
² Sicherheitsinstitut
³ SR 741.621
⁴ Verpackungsgruppe

43 Ökotoxizität

Kriterien	Werte für Kriterien			
	MS1 = 200 kg	MS1 = 2000 kg	MS1 = 20 000 kg	MS1 = 200 000 kg
a. akute Toxizität für Daphnien: EC502 (mg/l) nach einem Tag		≤ 10		
b. akute Toxizität für Fische: LC504 (mg/l) nach zwei bis vier Tagen		≤ 10		

¹ MS = Mengenschwelle
² Mittlere effektive Konzentration der Schwimmfähigkeit für 50 % der Daphnien
³ Die Bestimmungen der Tierschutzgesetzgebung sind zu beachten
⁴ Mittlere letale Konzentration

Anlage 2: Räumliche Verteilung der erforderlichen Risikoermittlungen in der Schweiz⁴⁵ [32]



⁴⁵ <http://www.umwelt-schweiz.ch/imperia/md/content/stoerfaelle/teuscher/6.pdf>

Anlage 3: Mengenschwellen für Stoffe und Zubereitungen in den Niederlanden nach BRZO 99

Deel 1. Met name genoemde stoffen

Kolom 1	Kolom 2	Kolom 3
Gevaarlijke stof	Drempelwaarde in ton voor de toepassing van de artikelen 4, 5, 6 en 26	Drempelwaarde in ton voor de toepassing van de artikelen 8, 9, 11, 13, 14, 21 en 22
1. Acetyleen	5	50
2. Ammoniumnitraat ¹	350	2500
3. Ammoniumnitraat-kunstmest ²	1250	5000
4. Arseentrihydride (arsine)	0,2	1
5. Benzine en andere aardoliefracties	5000	50000
6. Broom	20	100
7. Carbonylchloride (fosgeen)	0,3	0,75
8. Chloor	10	25
9. Diarseenpentoxide, arseen(V)zuur en/of zouten daarvan	1	2
10. Diarseentrioxide, arseen(III)zuur en/of zouten daarvan		0,1
11. Ethyleenimine	10	20
12. Ethyleenoxide	5	50
13. Fluor	10	20
14. Formaldehyde (concentratie >= 90%)	5	50
15. Fosfortrihydride (fosfine)	0,2	1
16. Loodalkylen	5	50
17. Methanol	500	5000
18. poedervormige 4,4-methyleenbis (2-chlooraniline) en/of zouten daarvan		0,01
19. Methylisocyanat		0,15
20. Inhaleerbare poedervormige nikkelverbindingen (nikkelmonoxide, nikkeldioxide, nikkelsulfide, trinikkeldisulfide, dinikkeltioxide)		1
21. Polychloordibenzofuranen en polychloordibenzodioxinen (inclusief TCDD) uitgedrukt in TCDD-equivalent ³		0,001
22. Propyleenoxide	5	50
23. Toluendiisocyanat	10	100
24. Waterstof	5	50
25. Zeer licht ontvlambare vloeibare gassen (inclusief LPG) en aardgas	50	200
26. Zoutzuur (vloeibaar gas)	25	250
27. Zuurstof	200	2000
28. Zwaveldichloride	1	1
29. Zwaveltrioxide	15	75
30. De volgende carcinogenen: 4-aminobifenyl en/of de zouten daarvan, benzidine en/of de zouten daarvan, di(chloormethyl)ether, chloormethylether, dimethylcarbamoylchloride, dimethylnitrosamine, hexamethylfosforzuurtriamide, 2-naftylamine en/of de zouten daarvan, 1,3-propaansulton, 4-nitrodifenyl	0,001	0,001

Deel 2. Categorieën stoffen, mengsels en preparaten die niet uitdrukkelijk in deel 1 worden genoemd

Kolom 1	Kolom 2	Kolom 3
Gevaarlijke stoffen en preparaten die zijn ingedeeld als: ⁴	Drempelwaarde in ton voor de toepassing van de artikelen 4, 5, 6 en 26	Drempelwaarde in ton voor de toepassing van de artikelen 8, 9, 11, 13, 14, 21 en 22
1. Zeer giftig	5	20
2. Giftig	50	200
3. Oxiderend	50	200
4. Ontploffbaar ^{5a}	50	200
5. Ontploffbaar ^{5b}	10	50
6. Ontvlambaar ⁶	5000	50000
7a. Licht ontvlambaar ^{7.1} en ^{7.2}	50	200
7b. Licht ontvlambaar ^{7.3}	5000	50000
8. Zeer licht ontvlambaar ⁸	10	50
9. Gevaarlijk voor het milieu in combinatie met waarschuwingzin: a. R50 (zeer vergiftig voor in het water levende organismen) b. R51 (giftig voor in het water levende organismen) en R53 (kan in het aquatisch milieu op lange termijn schadelijke effecten veroorzaken)	200 500	500 2000
10. Stoffen en preparaten die niet zijn ingedeeld in een van de bovengenoemde categorieën in combinatie met de volgende waarschuwingzinnen: a. R14 (reageert heftig in contact met water) (inclusief R14/15) b. R29 (vormt vergiftig gas in contact met water)	100 50	500 200

Anlage 4: Mengenschwellen für Stoffe und Zubereitungen in Großbritannien nach COMAH
Regulations 2005 (Auszug)**Dangerous Substance List****PART 2 - NAMED SUBSTANCES**

Column 1	Column 2	Column 3
Dangerous substances	Quantity in tonnes	
Ammonium nitrate (as described in Note 1 of this Part; see also Note 8(1) and (2))	5,000	10,000
Ammonium nitrate (as described in Note 2 of this Part; see also Note 8)	1,250	5,000
Ammonium nitrate (as described in Note 3 of this Part; see also Note 8(2) and (3))	350	2,500
Ammonium nitrate (as described in Note 4 of this Part; see also Note 8)	10	50
Potassium nitrate (as described in Note 5 of this Part)	5,000	10,000
Potassium nitrate (as described in Note 6 of this Part)	1,250	5,000
Arsenic pentoxide, arsenic (V) acid and/or salts	1	2
Arsenic trioxide, arsenious (III) acid and/or salts	0.1	0.1
Bromine	20	100
Chlorine	10	25
Nickel compounds in inhalable powder form (nickel monoxide, nickel dioxide, nickel sulphide, trinickel disulphide, dinickel trioxide)	1	1
Ethyleneimine	10	20
Fluorine	10	20
Formaldehyde (concentration \geq 90%)	5	50
Hydrogen	5	50
Hydrogen chloride (liquefied gas)	25	250
Lead alkyls	5	50
Liquefied extremely flammable gases (including LPG) and natural gas (whether liquefied or not)	50	200
Acetylene	5	50
Ethylene oxide	5	50
Propylene oxide	5	50
Methanol	500	5,000
4, 4-Methylenebis (2-chloraniline) and/or salts, in powder form	0.01	0.01
Methylisocyanate	0.15	0.15
Oxygen	200	2,000
Toluene diisocyanate	10	100
Carbonyl dichloride (phosgene)	0.3	0.75
Arsenic trihydride (arsine)	0.2	1
Phosphorus trihydride (phosphine)	0.2	1
Sulphur dichloride	1	1
Sulphur trioxide	15	75
Polychlorodibenzofurans and polychlorodibenzodioxins (including	0.001	0.001

Column 1	Column 2	Column 3
Dangerous substances	Quantity in tonnes	
TCDD), calculated in TCDD equivalent		
The following CARCINOGENS at concentrations above 5% by weight:	0.5	2
4-Aminobiphenyl and/or its salts, Benzotrichloride, Benzidine and/or salts, Bis (chloromethyl) ether, Chloromethyl methyl ether, 1,2-Dibromoethane, Diethyl sulphate, Dimethyl sulphate, Dimethylcarbamoyl chloride, 1,2-Dibromo-3-chloropropane, 1,2-Dimethylhydrazine, Dimethylnitrosamine, Hexamethylphosphoric triamide, Hydrazine, 2-Naphthylamine and/or salts, 4-Nitrodiphenyl and 1,3-Propanesultone		
Petroleum products:	2,500	25,000
(a) gasolines and naphthas (b) kerosenes (including jet fuels) (c) gas oils (including diesel fuels, home heating oils and gas oil blending streams)		

NOTES

1. Ammonium nitrate (5,000/10,000): fertilisers capable of self-sustaining decomposition.

This applies to ammonium nitrate-based compound/composite fertilisers (compound or composite fertilisers containing ammonium nitrate with phosphate and/or potash) in which the nitrogen content as a result of ammonium nitrate is –

(a) between 15.75% and 24.5% by weight and either with not more than 0.4% total combustible or organic materials or which satisfy the detonation resistance test described in Schedule 2 to the Ammonium Nitrate Materials (High Nitrogen Content) Safety Regulations 2003 "the detonation resistance test"; or

(b) 15.75% or less by weight and unrestricted combustible materials,

and which are capable of self-sustaining decomposition according to the UN Trough Test specified in United Nations Recommendations on the Transport of Dangerous Goods: Manual of Tests and Criteria (3rd revised Edition), Part III, subsection 38.2.

2. Ammonium nitrate (1,250/5,000): fertiliser grade.

This applies to straight ammonium nitrate-based fertilisers and to ammonium nitrate-based compound/composite fertilisers in which the nitrogen content as a result of ammonium nitrate is –

- (a) more than 24.5% by weight, except for mixtures of ammonium nitrate with dolomite, limestone and/or calcium carbonate with a purity of at least 90%;
- (b) more than 15.75% by weight for mixtures of ammonium nitrate and ammonium sulphate; or
- (c) more than 28% by weight for mixtures of ammonium nitrate with dolomite, limestone and/or calcium carbonate with a purity of at least 90%,

and which satisfy the detonation resistance test.

3. Ammonium nitrate (350/2,500): technical grade.

This applies to -

- (a) ammonium nitrate and preparations of ammonium nitrate in which the nitrogen content as a result of the ammonium nitrate is –
 - (i) between 24.5% and 28% by weight, and which contain not more than 0.4% combustible substances; or
 - (ii) more than 28% by weight, and which contain not more than 0.2% combustible substances; and
- (b) aqueous ammonium nitrate solutions in which the concentration of ammonium nitrate is more than 80% by weight.

4. Ammonium nitrate (10/50): "off-specs" material and fertilisers not satisfying the detonation resistance test.

This applies to -

- (a) material rejected during the manufacturing process and to ammonium nitrate and preparations of ammonium nitrate, straight ammonium nitrate-based fertilisers and ammonium nitrate-based compound/composite fertilisers referred to in Notes 2 and 3, that are being or have been returned from the final user to a manufacturer, temporary storage or reprocessing plant for reworking, recycling or treatment for safe use, because they no longer comply with the specifications of Notes 2 and 3; or



- (b) fertilisers which do not fall within Notes 1(a) and 2 because they do not satisfy the detonation resistance test, other than fertilisers which -
- (i) at the time of delivery to a final user satisfied the detonation resistance test; but
 - (ii) later became degraded or contaminated; and
 - (iii) are temporarily present at the establishment of the final user prior to their return for reworking, recycling or treatment for safe use or to their being applied as fertiliser.
5. Potassium nitrate (5,000/10,000): composite potassium nitrate-based fertilisers composed of potassium nitrate in prilled/granular form.
6. Potassium nitrate (1,250/5,000): composite potassium nitrate-based fertilisers composed of potassium nitrate in crystalline form.
7. Polychlorodibenzofurans and polychlorodibenzodioxins.

PART 3**CATEGORIES OF SUBSTANCES AND PREPARATIONS NOT SPECIFICALLY NAMED IN PART 2**

Column 1	Column 2	Column 3
Categories of dangerous substances	Quantity in tonnes	
1. VERY TOXIC	5	20
2. TOXIC	50	200
3. OXIDISING	50	200
4. EXPLOSIVE (see Note 2) where the substance, preparation or article is an explosive within UN/ADR Division 1.4	50	200
5. EXPLOSIVE (see Note 2) where the substance, preparation or article is an explosive within UN/ADR Division 1.1, 1.2, 1.3, 1.5 or 1.6 or risk phrase R2 or R3	10	50
6. FLAMMABLE, where the substance or preparation falls within the definition given in Note 3(a)	5,000	50,000
7a. HIGHLY FLAMMABLE, where the substance or preparation falls within the definition given in Note 3(b)(i)	50	200
7b. HIGHLY FLAMMABLE liquids, where the substance or preparation falls within the definition given in Note 3(b)(ii)	5,000	50,000
8. EXTREMELY FLAMMABLE, where the substance or preparation falls within the definition given in Note 3(c)	10	50
9. DANGEROUS FOR THE ENVIRONMENT risk phrases:		
(a) R50: "Very toxic to aquatic organisms" (including R50/53)	100	200
(b) R51/53: "Toxic to aquatic organisms: may cause long term adverse effects in the aquatic environment"	200	500
10. ANY CLASSIFICATION not covered by those given above in combination with risk phrases -		
(a) R14: "Reacts violently with water" (including R14/15)	100	500
(b) R29: "in contact with water, liberates toxic gas"	50	200

NOTES

1. Substances and preparations shall be classified for the purposes of this Schedule according to regulation 4 of the Chemicals (Hazard Information and Packaging for Supply) Regulations 2002, whether or not the substance or preparation is required to be classified for the purposes of those Regulations.

In the case of substances and preparations with properties giving rise to more than one classification, for the purposes of these Regulations the lowest qualifying quantities shall apply. However, for the application of the rule in Note 4, the qualifying quantity used shall always be the one corresponding to the classification concerned.



2. An "explosive" means –

- (a) a substance or preparation which creates the risk of an explosion by shock, friction, fire or other sources of ignition (risk phrase R2);
- (b) a substance or preparation which creates extreme risks of explosion by shock, friction, fire or other sources of ignition (risk phrase R3); or
- (c) a substance, preparation or article covered by Class 1 of the European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road (UN/ADR), concluded on 30 September 1957, as amended, as transposed by Council Directive 94/55/EC of 21 November 1994 on the approximation of the laws of the Member States with regard to the transport of dangerous goods by road.

Included in this definition are pyrotechnics, which for the purposes of these Regulations mean substances (or mixtures of substances), designated to produce heat, light, sound, gas or smoke or a combination of such effects through self-sustained exothermic chemical reactions.

Where a substance or preparation is classified by both UN/ADR and risk phrase R2 or R3, the UN/ADR classification shall take precedence over assignment of risk phrases.

Substances and articles of Class 1 are classified in Divisions 1.1 to 1.6 in accordance with the UN/ADR classification scheme. The Divisions concerned are –

- (a) Division 1.1: "Substances and articles which have a mass explosion hazard (a mass explosion is an explosion which affects almost the entire load virtually instantaneously)."
- (b) Division 1.2: "Substances and articles which have a projection hazard but not a mass explosion hazard."
- (c) Division 1.3: "Substances and articles which have a fire hazard and either a minor blast hazard or a minor projection hazard or both, but not a mass explosion hazard –
 - (i) combustion of which gives rise to considerable radiant heat; or
 - (ii) which burn one after another, producing minor blast or projection effects or both."
- (d) Division 1.4: "Substances and articles which present only a slight risk in the event of ignition or initiation during carriage. The effects are largely confined to the package and no projection of fragments of appreciable size or range is to be expected. An external fire shall not cause virtually instantaneous explosion of virtually the entire contents of the package."
- (e) Division 1.5: "Very insensitive substances having a mass explosion hazard which are so insensitive that there is very little probability of initiation or of transition from burning to detonation under normal conditions of carriage. As a minimum requirement they shall not explode in the external fire test."
- (f) Division 1.6: "Extremely insensitive articles which do not have a mass explosion hazard. The articles contain only extremely insensitive detonating substances and demonstrate a negligible probability of accidental initiation or propagation. The risk is limited to the explosion of a single article."

Included in this definition are also explosive or pyrotechnic substances or preparations contained in articles. In the case of articles containing explosive or pyrotechnic substances or preparations, if the quantity of the substance or preparation contained is known, that quantity shall be considered for the purposes of these Regulations. If the quantity is not known, then, for the purposes of these Regulations, the whole article shall be treated as explosive.

3. "Flammable", "highly flammable" and "extremely flammable" mean –

- (a) flammable liquids - substances and preparations having a flash point equal to or greater than 21°C and less than or equal to 55°C (risk phrase R10), supporting combustion;
- (b) highly flammable liquids –
 - (i) substances and preparations which may become hot and finally catch fire in contact with air at ambient temperature without any input of energy (risk phrase R17); substances and preparations which have a flash point lower than 55°C and which remain liquid under pressure, where particular processing conditions, such as high pressure or high temperature, may create major-accident hazards;
 - (ii) substances and preparations having a flash point lower than 21°C and which are not extremely flammable (risk phrase R11, second indent); and
- (c) extremely flammable gases and liquids –
 - (i) liquid substances and preparations which have a flash point lower than 0°C and the boiling point (or, in the case of a boiling range, the initial boiling point) of which at normal pressure is less than or equal to 35°C (risk phrase R12, first indent); and
 - (ii) gases which are flammable in contact with air at ambient temperature and pressure (risk phrase R12, second indent), which are in a gaseous or supercritical state; and
 - (iii) flammable and highly flammable liquid substances and preparations maintained at a temperature above their boiling point.

4. In the case of an establishment where no individual substance or preparation is present in a quantity above or equal to the relevant qualifying quantities, the following rules shall be applied to determine the application of these Regulations to the establishment.

If the sum - $q_1/Q_{U1} + q_2/Q_{U2} + q_3/Q_{U3} + q_4/Q_{U4} + q_5/Q_{U5} + \dots$ is greater than or equal to 1, where –

- (a) q_x = the quantity of dangerous substance x (or category of dangerous substances) falling within Part 2 or 3 of this Schedule; and

(b) QUX = the relevant qualifying quantity for substance or category x from column 3 of Part 2 or 3,

then these Regulations apply.

If the sum - $q_1/Q_{L1} + q_2/Q_{L2} + q_3/Q_{L3} + q_4/Q_{L4} + q_5/Q_{L5} + \dots$ is greater than or equal to 1, where –

- (a) qx = the quantity of dangerous substance x (or category of dangerous substances) falling within Part 2 or 3 of this Schedule;
and
- (b) QLX = the relevant qualifying quantity for substance or category x from column 2 of Part 2 or 3,

then these Regulations, save regulations 7 to 14, apply.

These rules shall be used to assess the overall hazards associated with toxicity, flammability and eco-toxicity. They must therefore be applied three times –

- (a) for the addition of substances and preparations named in Part 2 and classified as toxic or very toxic, together with substances and preparations falling into category 1 or 2;
- (b) for the addition of substances and preparations named in Part 2 and classified as oxidising, explosive, flammable, highly flammable or extremely flammable, together with substances and preparations falling into category 3, 4, 5, 6, 7a, 7b or 8; and
- (c) for the addition of substances and preparations named in Part 2 and classified as dangerous for the environment (R50 (including R50/53) or R51/53), together with substances and preparations falling into category 9(a) or 9(b),

and the relevant provisions of these Regulations shall apply if any of the sums thereby obtained is greater than or equal to 1.”

Anlage 5: Mengenschwellen für Stoffe und Zubereitungen in Frankreich nach dem *Arrêté du 10 mai 2000*

Rubriques	Substances ou préparations concernées	Seuil
1110 1111	Substances ou préparations très toxiques telles que définies à la rubrique 1000, à l'exclusion des substances et préparations visées explicitement ou par famille par d'autres rubriques de la nomenclature et à l'exclusion de l'uranium et ses composés, et brome et du fluor	5 t
	Fluor	10 t
	Brome	20 t
1115 1116	Dichlorure de carbonyle ou phosgène	300 kg
1130 1131	Substances ou préparations toxiques telles que définies à la rubrique 1000, à l'exclusion des substances et préparations visées explicitement ou par famille par d'autres rubriques de la nomenclature ainsi que du méthanol	50 t
1135 1136	Ammoniac	50 t
1137 1138	Chlore	10 t
1140	Formaldéhyde de concentration supérieure ou égale à 90%	5 t
1141	Chlorure d'hydrogène anhydre liquéfié	25 t
1150-1	Substances ou préparations toxiques particulières, à l'exclusion des polychlorodibenzofuranes et polychlorodibenzodioxines	1 kg
1150-5	Dichlorure de soufre	1 t
1150-6	Hydrogène arsénié, hydrogène phosphoré	200 kg
1150-7	Acide arsénique et ses sels, pentoxyde d'arsenic	1 t
1150-8	Ethylèneimine	10 t
1150-9	Dérivés alkylés du plomb	5 t
1150-10	Diisocyanate de toluylène	10 t
" 1155 "	" Agropharmaceutique (dépôt de produits)... "	"100 t "
1156	Oxydes d'azote autres que l'hémioxyde d'azote	5 t
1157	Trioxysulfure de soufre	15 t



1171 1172 1173	Substances ou préparations dangereuses pour l'environnement très toxiques (-A-) et/ou toxiques (-B-) pour les organismes aquatiques telles que définies à la rubrique 1000 à l'exclusion des substances ou des préparations dangereuses visées explicitement ou par famille par d'autres rubriques	A- très toxique : 200 t B- toxique : 500 t
1200	Substances ou préparations comburantes telles que définies à la rubrique 1000 à l'exclusion des substances visées explicitement ou par famille par d'autres rubriques	50 t
1211 1212	Peroxydes organiques	50 t
1220	Oxygène	200 t

Rubriques	Substances ou préparations explosibles	Seuil
1310 1311 1312 1313 1320 1321	dans les cas suivants : - 1 : substances ou préparations qui créent un risque d'explosion par le choc, la friction, le feu ou d'autre source d'ignition (phrase de risque R2) - 2 : substances pyrotechniques (ou un mélange de substances) destinées à produire un effet calorifique, lumineux, sonore, gazeux, ou fumigène ou une combinaison de tels effets, grâce à des réactions chimiques exothermiques autoentretenues non détonantes	50 t
	- 3 : substances ou préparations explosibles ou pyrotechniques contenues dans des objets	
	dans les cas suivants : - substances ou préparations qui créent de grands risques d'explosion par le choc, la friction, le feu ou d'autres sources d'ignition (phrase de risque R3)	10 t
1330	Nitrate d'ammonium	350 t
1331	Engrais simples solides à base de nitrates (ammonitrates, sulfonitrates, ...) correspondant aux spécifications de la norme NFU 42-001 (ou à la norme européenne équivalente) ou engrais composés à base de nitrates, dans lesquels la teneur en azote due au nitrate d'ammonium est supérieure à 28 %	1250 t
1410	Gaz inflammables	50 t
1412	Gaz inflammables liquéfiés (stockage en réservoir manufacturé) à l'exception de ceux visés explicitement par d'autres rubriques de la nomenclature	50 t

1411	Gazomètres et réservoirs de gaz comprimés renfermant des gaz inflammables, à l'exclusion des gaz visés explicitement par d'autres rubriques - pour le gaz naturel : - pour les autres gaz :	50 t 10 t
1415 1416	Hydrogène	5 t
1417 1418	Acétylène	5 t
1419	Oxyde d'éthylène ou de propylène	5 t
1420	Amines inflammables liquéfiées	50 t
1431 1432 1433	Liquides inflammables - catégorie A : - catégorie B : - pour le méthanol :	10 t 5 000 t 500 t
1612	Acide chlorosulfurique, oleums	100 t
1810	Substances ou préparations réagissant violemment au contact de l'eau, à l'exclusion des substances et préparations visées explicitement ou par famille par d'autres rubriques de la nomenclature	100 t
1820	Substances ou préparations dégageant des gaz toxiques au contact de l'eau, à l'exclusion des substances et préparations visées explicitement ou par famille par d'autres rubriques de la nomenclature	50 t
2255	Alcools de bouche d'origine agricole, eaux de vie et liqueurs	5000 t

Anlage 6: Stoffliste der USA nach 40 CFR 68.130 (Auszug)

Table 1 to § 68.130_List of Regulated Toxic Substances and
Threshold Quantities for Accidental Release Prevention
[Alphabetical Order_77 Substances]

Chemical name	CAS No.	Threshold quantity (lbs)	Basis for listing
Acrolein [2-Propenal].....	107-02-8	5,000	b
Acrylonitrile [2-Propenenitrile].	107-13-1	20,000	b
Acrylyl chloride [2-Propenoyl chloride].	814-68-6	5,000	b
Allyl alcohol [2-Propen-1-ol]..	107-18-61	15,000	b
Allylamine [2-Propen-1-amine]..	107-11-9	10,000	b
Ammonia (anhydrous).....	7664-41-7	10,000	a, b
Ammonia (conc 20% or greater)..	7664-41-7	20,000	a, b
Arsenous trichloride.....	7784-34-1	15,000	b
Arsine.....	7784-42-1	1,000	b
Boron trichloride [Borane, trichloro-].	10294-34-5	5,000	b
Boron trifluoride [Borane, trifluoro-].	7637-07-2	5,000	b
Boron trifluoride compound with methyl ether (1:1) [Boron, trifluoro [oxybis [metane]]-, T-4-.	353-42-4	15,000	b
Bromine.....	7726-95-6	10,000	a, b
Carbon disulfide.....	75-15-0	20,000	b
Chlorine.....	7782-50-5	2,500	a, b
Chlorine dioxide [Chlorine oxide (ClO2)].	10049-04-4	1,000	c
Chloroform [Methane, trichloro-].	67-66-3	20,000	b
Chloromethyl ether [Methane, oxybis[chloro-].	542-88-1	1,000	b
Chloromethyl methyl ether [Methane, chloromethoxy-].	107-30-2	5,000	b
Crotonaldehyde [2-Butenal].....	4170-30-3	20,000	b
Crotonaldehyde, (E)- [2-Butenal, (E)-].	123-73-9	20,000	b
Cyanogen chloride.....	506-77-4	10,000	c
Cyclohexylamine [Cyclohexanamine].	108-91-8	15,000	b
Diborane.....	19287-45-7	2,500	b
Dimethyldichlorosilane [Silane, dichlorodimethyl-].	75-78-5	5,000	b
1,1-Dimethylhydrazine [Hydrazine, 1,1-dimethyl-].	57-14-7	15,000	b
Epichlorohydrin [Oxirane, (chloromethyl)-].	106-89-8	20,000	b
Ethylenediamine [1,2-Ethanediamine].	107-15-3	20,000	b
Ethyleneimine [Aziridine].....	151-56-4	10,000	b
Ethylene oxide [Oxirane].....	75-21-8	10,000	a, b



Fluorine.....	7782-41-4	1,000	b
Formaldehyde (solution).....	50-00-0	15,000	b
Furan.....	110-00-9	5,000	b
Hydrazine.....	302-01-2	15,000	b
Hydrochloric acid (conc 37% or greater).	7647-01-0	15,000	d
Hydrocyanic acid.....	74-90-8	2,500	a, b
Hydrogen chloride (anhydrous) [Hydrochloric acid].	7647-01-0	5,000	a
Hydrogen fluoride/Hydrofluoric acid (conc 50% or greater) [Hydrofluoric acid].	7664-39-3	1,000	a, b
Hydrogen selenide.....	7783-07-5	500	b
Hydrogen sulfide.....	7783-06-4	10,000	a, b
Iron, pentacarbonyl- [Iron carbonyl (Fe(CO) ₅), (TB-5-11)-].	13463-40-6	2,500	b
Isobutyronitrile [Propanenitrile, 2-methyl-].	78-82-0	20,000	b
Isopropyl chloroformate [Carbonochloridic acid, 1-methylethyl ester].	108-23-6	15,000	b
Methacrylonitrile [2-Propenenitrile, 2-methyl-].	126-98-7	10,000	b
Methyl chloride [Methane, chloro-].	74-87-3	10,000	a
Methyl chloroformate [Carbonochloridic acid, methylester].	79-22-1	5,000	b
Methyl hydrazine [Hydrazine, methyl-].	60-34-4	15,000	b
Methyl isocyanate [Methane, isocyanato-].	624-83-9	10,000	a, b
Methyl mercaptan [Methanethiol]	74-93-1	10,000	b
Methyl thiocyanate [Thiocyanic acid, methyl ester].	556-64-9	20,000	b
Methyltrichlorosilane [Silane, trichloromethyl-].	75-79-6	5,000	b
Nickel carbonyl.....	13463-39-3	1,000	b
Nitric acid (conc 80% or greater).	7697-37-2	15,000	b
Nitric oxide [Nitrogen oxide (NO)].	10102-43-9	10,000	b
Oleum (Fuming Sulfuric acid) [Sulfuric acid, mixture with sulfur trioxide] \1\.	8014-95-7	10,000	e
Peracetic acid [Ethaneperoxoic acid].	79-21-0	10,000	b
Perchloromethylmercaptan [Methanesulphenyl chloride, trichloro-].	594-42-3	10,000	b
Phosgene [Carbonic dichloride].	75-44-5	500	a, b
Phosphine.....	7803-51-2	5,000	b
Phosphorus oxychloride [Phosphoryl chloride].	10025-87-3	5,000	b
Phosphorus trichloride [Phosphorous trichloride].	7719-12-2	15,000	b

Piperidine.....	110-89-4	15,000	b
Propionitrile [Propanenitrile].	107-12-0	10,000	b
Propyl chloroformate [Carbonochloridic acid, propylester].	109-61-5	15,000	b
Propyleneimine [Aziridine, 2- methyl-].	75-55-8	10,000	b
Propylene oxide [Oxirane, methyl-].	75-56-9	10,000	b
Sulfur dioxide (anhydrous).....	7446-09-5	5,000	a, b
Sulfur tetrafluoride [Sulfur fluoride (SF4), (T-4)-].	7783-60-0	2,500	b
Sulfur trioxide.....	7446-11-9	10,000	a, b
Tetramethyllead [Plumbane, tetramethyl-].	75-74-1	10,000	b
Tetranitromethane [Methane, tetranitro-].	509-14-8	10,000	b
Titanium tetrachloride [Titanium chloride (TiCl4) (T- 4)-].	7550-45-0	2,500	b
Toluene 2,4-diisocyanate [Benzene, 2,4-diisocyanato-1- methyl-] \1\.	584-84-9	10,000	a
Toluene 2,6-diisocyanate [Benzene, 1,3-diisocyanato-2- methyl-] \1\.	91-08-7	10,000	a
Toluene diisocyanate (unspecified isomer) [Benzene, 1,3-diisocyanatomethyl-] \1\.	26471-62-5	10,000	a
Trimethylchlorosilane [Silane, chlorotrimethyl-].	75-77-4	10,000	b
Vinyl acetate monomer [Acetic acid ethenyl ester].	108-05-4	15,000	b

\1\ The mixture exemption in § 68.115(b)(1) does not apply to the substance.

Note: Basis for Listing:

a Mandated for listing by Congress.

b On EHS list, vapor pressure 10 mmHg or greater.

c Toxic gas.

d Toxicity of hydrogen chloride, potential to release hydrogen chloride, and history of accidents.

e Toxicity of sulfur trioxide and sulfuric acid, potential to release sulfur trioxide, and history of accidents.

Anlage 7: Stoffliste Kanadas nach *Environmental Emergency Regulations*SCHEDULE 1
(Section 2, subsection 3(1), paragraph 3(3)(b), subsections 3(5) and 4(1),
paragraphs 4(4)(b) and 5(1)(b), subsection 7(1) and section 9)

LIST OF SUBSTANCES

PART 1

CAS Registry Number	Column 1 Name of Substance	UN Number	Column 2 Concentration	Column 3 Minimum Quantity (tonnes)
60-29-7	ethyl ether (diethyl ether)	1155	1%	4.50
71-43-2	benzene	1114	1%	10.00
74-82-8	methane	1971 and 1972	1%	4.50
74-84-0	ethane	1035 and 1961	1%	4.50
74-85-1	ethylene	1038 and 1962	1%	4.50
74-86-2	acetylene	1001	1%	4.50
74-89-5	methylamine	1061	1%	4.50
74-98-6	propane	1978	1%	4.50
74-99-7	methylacetylene (propyne)	1060	1%	4.50
75-00-3	ethyl chloride	1037	1%	4.50
75-01-4	vinyl chloride	1086	1%	4.50
75-02-5	vinyl fluoride	1860	1%	4.50
75-04-7	ethylamine	1036 and 2270	1%	4.50
75-07-0	acetaldehyde	1089	1%	4.50
75-08-1	ethyl mercaptan	2363	1%	4.50
75-18-3	dimethyl sulphide	1164	1%	150.00
75-19-4	cyclopropane	1027	1%	4.50
75-28-5	isobutane	1969	1%	4.50
75-29-6	2-chloropropane (isopropyl chloride)	2356	1%	4.50
75-31-0	isopropylamine	1221	1%	4.50
75-35-4	vinylidene chloride	1303	1%	4.50
75-37-6	difluoroethane (1,1-difluoroethane)	1030	1%	4.50
75-38-7	1,1-difluoroethylene (vinylidene fluoride)	1959	1%	4.50
75-50-3	trimethylamine	1083 and 1297	1%	4.50
75-64-9	tert-butylamine (2-amino-2-methylpropane)	1125	1%	150.00
75-76-3	tetramethylsilane	2749	1%	4.50
78-78-4	isopentane (2-methylbutane)	1265	1%	4.50
78-79-5	isoprene	1218	1%	4.50
79-38-9	trifluorochloroethylene (chlorotrifluoroethylene)	1082	1%	4.50
100-41-4	ethylbenzene	1175	1%	7000.00

PART 1 — Continued

CAS Registry Number	Column 1 Name of Substance	UN Number	Column 2 Concentration	Column 3 Minimum Quantity (tonnes)
106-97-8	butane	1011	1%	4.50
106-98-9	1-butene (alpha-butylene)	1012	1%	4.50
106-99-0	1,3-butadiene	1010	1%	4.50
107-00-6	ethylacetylene	2452	1%	4.50
107-01-7	2-butene	1055	1%	4.50
107-25-5	vinyl methyl ether	1087	1%	4.50
107-31-3	methyl formate	1243	1%	4.50
108-88-3	toluene	1294	1%	2500.00
109-66-0	n-pentane (pentane)	1265	1%	4.50
109-67-1	1-pentene	1108	1%	4.50
109-92-2	vinyl ethyl ether (ethyl vinyl ether)	1302	1%	4.50
109-95-5	ethyl nitrite	1194	1%	4.50
110-82-7	cyclohexane	1145	1%	550.00
115-07-1	propylene	1077	1%	4.50
115-10-6	dimethyl ether (methyl ether)	1033	1%	4.50
115-11-7	isobutylene (2-methylpropene)	1055	1%	4.50
116-14-3	tetrafluoroethylene	1081	1%	4.50
124-40-3	dimethylamine	1032 and 1160	1%	4.50
460-19-5	cyanogen	1026	1%	4.50
463-49-0	propadiene	2200	1%	4.50
463-58-1	carbonyl sulphide (carbon oxysulfide)	2204	1%	4.50
463-82-1	2,2-dimethylpropane	2044	1%	4.50
504-60-9	1,3-pentadiene	NA	1%	4.50
557-98-2	2-chloropropene (2-chloropropylene)	2456	1%	4.50
563-45-1	3-methyl-1-butene	2561	1%	4.50
563-46-2	2-methyl-1-butene	2459	1%	4.50
590-18-1	cis-2-butene (2-butene-cis)	1055	1%	4.50
590-21-6	1-chloropropene (1-chloropropylene)	NA	1%	4.50
598-73-2	bromotrifluoroethylene	2419	1%	4.50
624-64-6	trans-2-butene (2-butene-trans)	1055	1%	4.50
627-20-3	cis-2-pentene (beta-cis-amylene)	NA	1%	4.50
646-04-8	trans-2-pentene (trans-beta-amylene)	NA	1%	4.50
689-97-4	1-buten-3-yne (vinyl acetylene)	NA	1%	4.50
1330-20-7	xylenes	1307	1%	8000.00
1333-74-0	hydrogen	1049	1%	4.50
4109-96-0	dichlorosilane	2189	1%	4.50
7722-84-1	hydrogen peroxide	2015	52%	3.40
7775-09-9	sodium chlorate	1495	10%	10.00
7790-98-9	ammonium perchlorate	1442	1%	3.40
7791-21-1	chlorine monoxide (dichlorine oxide)	NA	1%	4.50
7803-62-5	silane	2203	1%	4.50
8006-14-2	liquefied natural gas	1972	1%	4.50
8030-30-6	naphtha	1268	1%	50.00
10025-78-2	trichlorosilane	1295	1%	4.50
25167-67-3	butylene (butene)	1012	1%	4.50
86290-81-5	gasoline (motor fuel)	1203	1%	150.00

PART 2

CAS Registry Number	Column 1 Name of Substance	UN Number	Column 2 Concentration	Column 3 Minimum Quantity (tonnes)
50-00-0	formaldehyde, solution	1198 and 2209	10%	6.80
57-14-7	1,1-dimethylhydrazine	1163	10%	6.80
60-34-4	methylhydrazine (monomethyl hydrazine)	1244	10%	6.80
67-66-3	chloroform (trichloromethane)	1888	10%	9.10
74-83-9	methyl bromide	1062	10%	2.27
74-87-3	methyl chloride	1063	10%	4.50
74-88-4	methyl iodide	2644	10%	4.50
74-90-8	hydrogen cyanide (hydrocyanic acid)	1051, 1613 and 1614	10%	1.13
74-93-1	methyl mercaptan	1064	10%	4.50
75-15-0	carbon disulphide	1131	10%	9.10
75-21-8	ethylene oxide	1040	10%	4.50
75-44-5	phosgene	1076	1%	0.22
75-55-8	propyleneimine	1921	10%	4.50
75-56-9	propylene oxide	1280	10%	4.50
75-74-1	tetramethyl lead	NA	10%	4.50
75-77-4	trimethylchlorosilane (chlorotrimethylsilane)	1298	10%	4.50
75-78-5	dimethyldichlorosilane (dichlorodimethylsilane)	1162	10%	2.27
75-79-6	methyltrichlorosilane	1250	10%	2.27
76-06-2	chloropicrin (trichloronitromethane)	1580	10%	2.27

PART 2 — Continued

CAS Registry Number	Column 1 Name of Substance	UN Number	Column 2 Concentration	Column 3 Minimum Quantity (tonnes)
78-00-2	tetraethyl lead	1649	10%	2.27
78-82-0	isobutyronitrile	2284	10%	9.10
79-21-0	peroxyacetic acid (peracetic acid)	3107	10%	4.50
79-22-1	methyl chloroformate	1238	10%	2.27
91-08-7	toluene-2,6-diisocyanate	2078	10%	4.50
106-89-8	epichlorohydrin	2023	10%	9.10
107-02-8	acrolein	1092	10%	2.27
107-05-1	allyl chloride	1100	10%	9.10
107-06-2	1,2-dichloroethane (ethylene dichloride)	1184	10%	6.80
107-07-3	ethylene chlorohydrin (2-chloroethanol)	1135	10%	4.50
107-11-9	allylamine	2334	10%	4.50
107-12-0	propionitrile	2404	10%	4.50
107-13-1	acrylonitrile	1093	10%	9.10
107-15-3	ethylenediamine	1604	10%	9.10
107-18-6	allyl alcohol	1098	10%	6.80
107-30-2	chloromethyl methyl ether (methyl chloromethyl ether)	1239	10%	2.27
108-05-4	vinyl acetate	1301	10%	6.80
108-23-6	isopropyl chloroformate	2407	10%	6.80
108-91-8	cyclohexylamine	2357	10%	6.80
108-95-2	phenol	1671, 2312 and 2821	10%	9.10
109-61-5	n-propyl chloroformate (propyl chloroformate)	2740	10%	6.80
110-00-9	furan	2389	10%	2.27
110-89-4	piperidine	2401	10%	6.80
123-73-9	trans-crotonaldehyde	1143	10%	9.10
126-98-7	methylacrylonitrile	3079	10%	4.50
151-56-4	ethyleneimine	1185	10%	4.50
302-01-2	hydrazine	2029	10%	6.80
353-42-4	boron trifluoride dimethyl etherate	2965	10%	6.80
463-51-4	ketene	NA	1%	0.22
506-68-3	cyanogen bromide	1889	10%	4.50
506-77-4	cyanogen chloride	1589	10%	4.50
509-14-8	tetranitromethane	1510	10%	4.50
542-88-1	bis(chloromethyl) ether [dichlorodimethyl ether]	2249	1%	0.45
556-64-9	methyl thiocyanate	NA	10%	9.10
584-84-9	toluene-2,4-diisocyanate	2078	10%	4.50
594-42-3	perchloromethyl mercaptan	1670	10%	4.50
624-83-9	methyl isocyanate	2480	10%	4.50
630-08-0	carbon monoxide	1016	10%	6.80
814-68-6	acryloyl chloride (acrylyl chloride)	NA	10%	2.27
4170-30-3	crotonaldehyde	1143	10%	9.10
7439-97-6	mercury	2809	NA	1.00
7446-09-5	sulphur dioxide	1079	10%	2.27
7446-11-9	sulphur trioxide	1829	10%	4.50
7550-45-0	titanium tetrachloride	1838	10%	1.13
7616-94-6	perchloryl fluoride (trioxychlorofluoride)	3083	10%	6.80
7637-07-2	boron trifluoride	1008	10%	2.27
7647-01-0	hydrochloric acid	1789	30%	6.80
7647-01-0	hydrogen chloride, anhydrous	2186 and 1050	10%	2.27
7664-39-3	hydrofluoric acid	1790	50%	0.45
7664-39-3	hydrogen fluoride, anhydrous	1052	1%	0.45
7664-41-7	ammonia, anhydrous	1005	10%	4.50
7664-41-7	ammonia solution	2073 and 2672	20%	9.10
7697-37-2	nitric acid	2031 and 2032	80%	6.80
7719-09-7	thionyl chloride	1836	10%	6.80
7719-12-2	phosphorus trichloride	1809	10%	6.80
7723-14-0	phosphorus, white	2447	NA	1.00
7726-95-6	bromine	1744	10%	4.50
7782-41-4	fluorine	1045	1%	0.45

PART 2 — *Continued*

Column 1		Column 2	Column 3
CAS Registry Number	Name of Substance	UN Number	Minimum Quantity (tonnes)
7782-50-5	chlorine	1017	1.13
7783-06-4	hydrogen sulphide	1053	4.50
7783-07-5	hydrogen selenide	2202	0.22
7783-60-0	sulphur tetrafluoride	2418	1.13
7784-34-1	arsenic trichloride (arsenous trichloride)	1560	6.80
7784-42-1	arsine	2188	0.45
7790-94-5	chlorosulphonic acid	1754	2.27
7803-51-2	phosphine	2199	2.27
7803-52-3	stibine	2676	2.27
8014-95-7	sulphuric acid, fuming (oleum)	1831	4.50
10025-87-3	phosphorus oxychloride	1810	2.27
10035-10-6	hydrogen bromide (hydrobromic acid)	1048 and 1788	1.13
10049-04-4	chlorine dioxide	NA	0.45
10102-43-9	nitric oxide (nitrogen monoxide)	1660	4.50
10102-44-0	nitrogen dioxide	1067	1.13
10294-34-5	boron trichloride	1741	2.27
13463-39-3	nickel carbonyl	1259	0.45
13463-40-6	iron pentacarbonyl	1994	1.13
19287-45-7	diborane	1911	1.13
20816-12-0	osmium tetroxide	2471	0.22
26471-62-5	toluene diisocyanate	2078	4.50

NOTE: The percentage concentration in column 2, is the percentage concentration based on the proportion of the weight of the substance to the weight of the mixture

DNV Consulting:

ist die andere Art von Unternehmensberatung, die anspruchsvolle, interdisziplinäre Kompetenz aus Management und Technologie anbietet. Wir stützen uns auf die solide Basis der technologischen Kompetenz und internationalen Erfahrung von DNV sowie deren einzigartiger Unabhängigkeit als Stiftung. Unsere Mitarbeiter beraten internationale Kunden von Standorten in Norwegen, Großbritannien, Deutschland, BeNeLux und den Vereinigten Staaten.

DNV CONSULTING
Businesspark Essen - Nord
Schnieringshof 14
45329 Essen
Germany
Phone: +49 201 7296 412

DNV CONSULTING
Veritasveien 1
N-1322 Hovik
Norway
Phone: +47 67 57 99 00

DNV CONSULTING
Johan Berentsenvei
109-111
N-5020 Bergen
Norway
Phone: +47 55 94 36 00

DNV CONSULTING
Bjergstedveien 1
N-4002 Stavanger
Norway
Phone: +47 51 50 60 00

DNV CONSULTING
Ingvald Ystgaardsvei 15
N-7496 Trondheim
Norway
Phone: +47 73 90 3500

DNV CONSULTING
Duboisstraat 39 – Bus 1
B-2060 Antwerp
Belgium
Phone: +32 (0) 3 206 65 40

DNV CONSULTING
Palace House
3 Cathedral Street
London SE1 9DE
United Kingdom
Phone: +44 20 7357 6080

DNV CONSULTING
Highbank House
Exchange Street
Stockport
Cheshire SK3 0ET
United Kingdom
Phone: +44 161 477 3818

DNV CONSULTING
Cromarty House
67-72 Regent Quay
Aberdeen AB11 5AR
United Kingdom
Phone: +44 1224 335000

DNV CONSULTING
16340 Park Ten Place
Suite 100
Houston, TX 77084
USA
Phone: +1 281 721 6600

a different approach for a new reality:

DNV CONSULTING



MANAGING RISK