

Stand: 1. März 2007

Teil 7

Ausschussvorlage WVA/16/75
Ausschussvorlage ULA/16/50

eingegangene Stellungnahmen zu der mündlichen Anhörung am 13. bis 15.02.2007
und 16.03.2007

zu dem

**Antrag der Landesregierung betreffend Verordnung über die
Änderung des Landesentwicklungsplans Hessen 2000 –
Erweiterung Flughafen Frankfurt/Main – Drucks. 16/6057 –**

60. Prof. Dr. Wolfgang Kröger:
Gutachten „Quantitative Bewertungskriterien für Risiken von Anlagen
mit chemischen Gefahren – in der Nähe von Flughafenerweiterungen“

S. 542

**Quantitative Bewertungskriterien für Risiken von Anlagen
mit chemischen Gefahren – in der Nähe von
Flughafenerweiterungen**

Gutachten im Auftrag der FRAPORT AG

von Dr.-Ing. habil. Wolfgang Kröger, Professor ETH,
Klusstrasse 18, CH-8032 Zürich

unter Mithilfe von
Dipl.-Ing. ETH Jürg Birchmeier, ETH Zürich

Oktober 2004

Kurzzusammenfassung

Im Zuge der Erweiterung des Flughafens Frankfurt ist der Bau einer neuen Landebahn geplant. Die bevorzugte Nord-West-Variante steht unter einem Sicherheitsvorbehalt: Sie reicht nahe an einen Chemiekomplex heran und wirft die Frage der Kompatibilität mit bestehenden Störfallrichtlinien auf. Im Vordergrund steht dabei die EU-rechtliche SEVESO II-Richtlinie mit Forderungen hinsichtlich Störfallkontrolle (Art. 9) und Raumnutzungsplanung (Art. 12). Ihre nationale Umsetzung folgt unterschiedlichen methodischen Ansätzen. Die deutsche Störfallverordnung ist deterministisch, am Einklang mit dem Stand der Sicherheitstechnik orientiert, so dass zur Beurteilung der Frage, ob das externe durch Flugzeugabstürze verursachte Risiko unzulässig steigt, Regelungen in anderen Ländern (im Sinne eines „rechtlichen Benchmarkings“) herangezogen werden sollen.

Dieses dazu in Auftrag gegebene Gutachten wertet Vorgehensweisen und Praktiken in Schlüsselländern aus und prüft die Übertragbarkeit risikoorientierter probabilistischer Ansätze, wie sie insbesondere in Grossbritannien, den Niederlanden und der Schweiz etabliert wurden.

Aus Sicht der SEVESO II-Richtlinie müsste der Betreiber einer gefährlichen (chemischen) Anlage die näher rückende Landebahn mit einer ggfs. erhöhten Flugzeugabsturzhäufigkeit in die Analyse aufnehmen und nachweisen, dass das Risiko sich nicht signifikant erhöht. Bei bestehenden Anlagen wären kompensatorische technische Massnahmen zulässig. Sie könnten auch einem verkürzten Abstand zwischen chemischer Anlage und Verkehrswege (Landebahn) Rechnung tragen, allerdings wird üblicherweise – auch als Teil der allgemeinen Raumnutzungsplanung - ein ausreichender Sicherheitsabstand als Vorgabe favorisiert. Die Risikoermittlung und –bewertung konzentriert sich meist auf die Wohnbevölkerung in der Umgebung einer gefährlichen Einrichtung; im Falle „Frankfurt“ können aber wohl die Beschäftigten der chemischen Anlagen als potentiell Betroffene prinzipiell nicht ausser Acht gelassen werden.

Die risikoorientierten Konzepte mit quantitativen Bewertungskriterien in den erwähnten Schlüsselländern sind als Gesamt(lösungs)pakete zu verstehen, deren Übertragung in andere Rechtsräume höchst problematisch und an eine Vielzahl von Bedingungen zu knüpfen ist. Zur Beurteilung eines ggfs. erhöhten Risikos bietet sich methodisch ein „Vorher-Nachher-Vergleich“ an.

Sollte eine Beurteilung des externen Risikos im absoluten Sinne unausweichlich sein, so sollte sich das durch einen Flugzeugabsturz induzierte Risiko der chemi-

schen Anlage am Gruppenrisiko orientieren. Als Akzeptanz-Grenzkurven bieten sich am ehesten die der Schweizer Störfallverordnung an, die allerdings auf Beschäftigte auszuweiten und an deren spezifische Bedingungen anzupassen sind, wozu ein Vorschlag gemacht wird. Die Vertretbarkeit der neuen Landebahn im raumplanerischen Kontext sollte anhand von Grenzwerten zum Individualrisiko beurteilt werden. Auch hier können spezifische Gegebenheiten in Ansatz gebracht werden.

Die Ausführungen gelten für bestimmte Einzelrisiken und nicht für die Gesamtrisiken, denen die Menschen in einer Region unterworfen sind.

Das Votum der Störfallkommission wurde ebenfalls sorgfältig geprüft; es erfüllt nicht die fachlichen Voraussetzungen einer uneingeschränkten Entscheidungsgrundlage.

Verzeichnisse und Listen

Inhaltsverzeichnis.....	1
Verzeichnis der Abbildungen.....	3
Verzeichnis der Tabellen.....	3
Liste der Abkürzungen.....	4
Liste sinngemässer Übersetzungen von Schlüsselbegriffen	5

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	6
1.1	Problemstellung, Ausgangssituation	6
1.2	Gutachten der Störfallkommission	7
1.3	Aufgabenstellung, Vorgehensweise	8
2	Die SEVESO II-Richtlinie als EU-rechtlicher Rahmen	10
2.1	Beschreibung der Richtlinie und absehbare Entwicklungen.....	10
2.2	Weitere Anmerkungen zur Umsetzung	15
2.3	Besondere Rolle der Raumplanung.....	16
2.4	Fazit – mit Bezug auf die Situation „Frankfurt“	19
3	Länderbezogene Umsetzung der SEVESO-Richtlinie, Art. 9 (Störfallrisiko) 21	
3.1	Deutschland.....	21
3.1.1	Störfallverordnung.....	21
3.1.2	Deterministische Betrachtungsweise	22
3.2	Grossbritannien	23
3.2.1	Kontrolle von Unfallgefahren.....	23
3.2.2	Grenzen der Tolerierbarkeit.....	26
3.2.3	Konzept vernünftiger Möglichkeiten (ALARP)	30
3.2.4	Erfahrungen und Erkenntnisse.....	33
3.3	Niederlande	34
3.3.1	Rechtlicher Rahmen, Zweck und übergeordneter Ansatz.....	34
3.3.2	Durchführung einer Risikoanalyse	35
3.3.3	Risikobewertung.....	36
3.3.4	Erfahrungen und Erkenntnisse.....	38
3.4	Frankreich	38
3.4.1	Rechtlicher Rahmen, Zweck und übergeordneter Ansatz.....	38
3.4.2	Neueste Entwicklungen	41
4	Länderbezogene Umsetzung SEVESO-Richtlinie, Art. 12 – Raumplanung allgemein.....	43
4.1	Deutschland.....	43

4.2	Grossbritannien.....	45
4.2.1	Zonen um gefährliche chemische Einrichtungen	45
4.2.2	Airport Public Safety Zones.....	48
4.3	Niederlande	50
4.4	Frankreich.....	51
5	Ansätze, Vorgehensweisen und Bewertungskriterien weiterer Staaten und Organisationen.....	54
5.1	Schweiz	54
5.1.1	Rechtlicher Rahmen, Zweck und übergeordneter Ansatz	54
5.1.2	Begriffe, Geltungsbereich, Verantwortlichkeiten	55
5.1.3	Mengenschwellen / Maximalmengen	56
5.1.4	Methoden und Modelle für die Risikoevaluation.....	57
5.1.5	Risikodarstellung, Schadensindikatoren	58
5.1.6	Beurteilungskriterien / Akzeptanzlinien, Rolle ALARP, Spielräume.....	59
5.1.7	Raumplanung.....	61
5.1.8	Vollzug (inkl. Erfahrungs- und Rechtslage)	62
5.2	Vereinigte Staaten von Amerika.....	63
5.3	Australien	66
6	Vergleiche und Schlussfolgerungen	67
6.1	Quervergleiche zwischen den ausgewählten Ländern.....	67
6.1.1	Übersicht, Risikogrenzwerte.....	67
6.1.2	Zusammenstellung erfasster Gesichtspunkte	69
6.2	Anwendung der „SEVESO-Denkweise“ auf die Situation „Frankfurt“	72
6.3	Übertragung länderspezifischer Ansätze	73
6.3.1	Grossbritannien.....	73
6.3.2	Niederlande.....	74
6.3.3	Schweiz.....	75
6.4	Ähnlich gelagerte Fälle.....	76
7	Bewertung des Gutachtens der Störfallkommission	78
8	Schlussfolgerungen und Empfehlungen für die Situation „Frankfurt“	80
9	Referenzen.....	84

Verzeichnis der Abbildungen

Abb. 1 Risiko-Management-System (Entwurf, MAHB)	14
Abb. 2 HSE Kriterien zur Tolerierbarkeit von Risiken	26
Abb. 3 Anwendungsbereich ALARP-Prinzip mit quantitativen Kriterien	27
Abb. 4 Gruppen-Risikokriterien des ACDS	28
Abb. 5 Abhängigkeit des Proportionalitätsfaktors PF von der Risikolage	33
Abb. 6 Grenzlinie für das Gruppenrisiko in den Niederlanden	37
Abb. 7 Umgang mit Unfallgefahren (Deutsche Sichtweise)	44
Abb. 8 Zuteilung der Schadensindikatoren zu den Störfallwerten	58
Abb. 9 Akzeptanzlinien der schweizerischen Störfallverordnung	59
Abb. 10 Bewertungskriterien für das gesellschaftliche Risiko	68
Abb. 11 Bewertungskriterien für das Individual- bzw. Einzelrisiko	68
Abb. 12 Akzeptanzlinien für die Situation „Frankfurt“ (Vorschlag)	82

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1 Praktiken der Raumplanung in der EU im Überblick	18
Tabelle 2 Ableitung der ACDS Risiko-Grenzlinien	29
Tabelle 3 Referenzszenarien und Wirkungskriterien für Raumplanungszwecke in Frankreich	40
Tabelle 4 Standardisierte Unfallszenarien (Deutscher Vorschlag)	44
Tabelle 5 Standardisierte Sicherheitsabstände (Deutscher Vorschlag)	45
Tabelle 6 Kriterien zur Festlegung von Zonen um gefährliche Einrichtungen in Grossbritannien	47
Tabelle 7 Entscheidungsmatrix	47
Tabelle 8 Beurteilungsgesichtspunkte im Ländervergleich	70

Liste der Abkürzungen

AA/DAA	„Advise / Don't advise against development“
ACDS	Advisory Committee on Dangerous Substances, UK
AG FFM	Arbeitsgruppe Frankfurt Main
ALARA/P	As low as reasonable achievable / practicable
AVR	Arbeids Veiligheid Rapport (Interner Sicherheitsbericht), NL
BImSchG/V	Bundesimmissionsschutzgesetz / verordnung, D
BLEVE	Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, D
CAA	Clear Air Act, USA
CBA	Cost-benefit-analysis
CCA	Committee of Competent Authorities
CCDF	Complementary Cumulative Distribution Function
CD	Consultation distance
COMAH	Control of major accident hazards
EC / U	European Commission / Union
ERPG	Emergency Response Planning Guidelines
EVR	Externe Veiligheids Rapport (Externer Sicherheitsbericht), NL
GSchG	Gewässerschutzgesetz, CH
HSE	Health and Safety Executive, UK
IDLH	Immediately Dangerous to Life or Health
INERIS	Institut National de l' Environment Industriel et des Risques, F
JRC	Joint Research Centre, EC
LPG	Druckverflüssigtes Gas
LUP	Land-use planning (Raumplanung)
MAHB	Major Accident Hazards Bureau, EC JRC, Ispra
NMP	National Plan for Environmental Protection Policy, NL
PADHI	Planning Advice for Developments near Hazardous Installations, UK
PF	proportion factor
PPRT	Technological Risk Prevention Plan, F
PSZ	Public Safety Zones
QRA	Quantitative Risk Analysis / Assessment
RPG	Raumplanungsgesetz, CH
RRM	Risk reducing measures
SFAIRP	„so far as is reasonably practicable“
SFK	Störfallkommission, D
StV	Störfallverordnung, D
StFV	Störfallverordnung, CH

TAA	Technischer Ausschuss für Anlagensicherheit, D
TDU	Thermal Dose Units
TOR	Tolerability of Risk
TÜV	Technischer Überwachungsverein, D
USG	Umweltschutzgesetz, CH
UVDE	Unconfined Vapour Cloud Explosion
VROM	Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (Ministerium für Wohnungsbau, Raumplanung und Umwelt), NL

Liste sinngemässer Übersetzung von Schlüsselbegriffen

as low as reasonable practicable	so gering wie vernünftigerweise möglich
best-estimate	bestmögliche Einschätzung
competent authority	zuständige Behörde
consequence based	konsequenzenbasiert
control of major accident hazard	Kontrolle von schweren Unfallgefahren (oft Kontrolle von Störfallrisiken)
existing establishments / installations / sites	bestehende Einrichtungen (Betriebsbereiche) / Anlagen / Standorte
good practice	gute übliche Verfahren / Stand der Technik
human factors	menschliche Faktoren
land-use planning	Flächenausweisung / -nutzung / Raumplanung
major accidents	schwere Unfälle
overall management system	Gesamt (übergeordnetes)-Managementsystem
risk / hazard assessment	Risiko / Gefahrenanalyse, -abschätzung
risk based	risikobasiert
risk control	Aufsicht / Kontrolle / Überwachung von Risiken
top tier establishments	Einrichtungen auf höchster Gefahrenstufe
worst case scenario	schlimmster anzunehmender Fall

1 Einleitung

1.1 Problemstellung, Ausgangssituation

Die FRAPORT AG betreibt den Flughafen Frankfurt und beabsichtigt ihn zu erweitern. Vorgesehen ist der Bau einer neuen Landebahn. Von drei eingebrachten Vorschlägen wurde die Nord-West-Landebahn als bevorzugte Variante vom Regierungspräsidium Darmstadt im Zuge des Raumordnungsverfahrens identifiziert, allerdings unter dem Vorbehalt einer abschliessenden Klärung der Sicherheitslage. Im Vordergrund steht dabei der verkürzte Abstand des Landebahnsystems zu industriellen Anlagen, die unter die SEVESO II-Richtlinie und deren nationale Umsetzung fallen. Die neue Landebahn Nord-West würde bis auf 700 m an das Gelände der Ticona heranreichen und die Frage nach Kompatibilität mit erweiterten Pflichten der Störfall V und Kriterien internationaler Regelungen (SEVESO II-Richtlinie, Artikel 9 „major accidents“ und Artikel 12 „land-use planning“) aufwerfen.

Somit ist für die Genehmigungsfähigkeit (und Toleranz) des Baus dieser neuen Landebahn wesentliches Kriterium, ob dadurch Grenzen eines akzeptablen Risikos überschritten werden oder nicht; es bedarf einer Bestimmung und Bewertung des sog. Externen Risikos. Zu den Betroffenen zählen dabei alle Personen, die am Luftfahrtgeschehen nicht teilnehmen (also nicht die Passagiere) und die durch ein abstürzendes Flugzeug direkt oder indirekt, über ausgelöste Störfälle in Mitleidenschaft gezogen werden. Das Risiko wird über die Eintrittshäufigkeit unerwünschter Ereignisse und deren Schwere beschrieben.

In Deutschland sind vollumfängliche Risikoanalysen im Sinne des Störfallrechts unüblich; Untersuchungen zum externen Risiko für Flughäfen wurden im Rahmen von Genehmigungsverfahren erstellt und waren auf den Vergleich von Risikolagen (vorher – nachher) abgestellt. Im Falle „Frankfurt“ steht erstmals die Analyse und Beurteilung des externen Risikos als Aufgabe, ohne dass es dafür rechtliche Vorgaben und eine entsprechende Kultur/Tradition gibt. Ein Blick in andere Rechtsräume/Länder zeigt, dass es dort risikoorientierte Konzepte zur Kontrolle von Störfallrisiken (risk control) gibt und quantitative Bewertungskriterien etabliert wurden, so in Grossbritannien, den Niederlanden und der Schweiz. Sie liessen sich ggfs. für ein „rechtliches Benchmarking“ oder gar – bei Übertragbarkeit – zum Schliessen von Beurteilungslücken heranziehen.

1.2 Gutachten der Störfallkommission

Das Raumordnungsverfahren für den geplanten Ausbau des Flughafens ergab – wie bereits dargelegt – die Nord-West-Landebahn als bevorzugte Variante. Allerdings wurde der Vorbehalt gemacht, dass detaillierte Untersuchungen zu resultierenden Risiken, insbesondere in Bezug auf das benachbarte Ticona-Gelände, durchgeführt und abschliessend geprüft werden müssen.

Auf Bitte der Magistrate der angrenzenden Städte Hattersheim und Kelsterbach sowie der Ticona AG hat das BMU die Störfallkommission (SFK) beauftragt zu prüfen, ob das Störfallrisiko, bedingt durch einen möglichen Flugzeugabsturz auf das Ticona-Gelände, unzulässig hoch sei. Die daraufhin gebildete Arbeitsgruppe kommt nach 7 Sitzungen innerhalb von 9 Monaten und Auswertung der vorgelegten Gutachten zu folgendem Schluss: „Das Ausbauprojekt Landebahn Nord-West ist mit dem Betrieb der existierenden Anlagen am Standort Ticona nicht vereinbar. Die erwartete Störfallhäufigkeit durch einen Flugzeugabsturz sowie der damit verbundene Schadensumfang führen zu einem nicht akzeptablen Risiko. Daraus ergibt sich, dass die Gefahrenquelle Flugzeugabsturz am Standort Ticona gemäß § 3 Absatz 2 Nr. 2 StörfallV vernünftigerweise nicht auszuschließen ist. Die Planung der Landebahn Nord-West würde damit auch der Zielsetzung des Artikel 12 (1) Satz (c) SEVESO II-Richtlinie (96/82/EG) widersprechen“.

Sie konzentriert sich in ihrem Votum auf das Flugzeugabsturz-induzierte Störfallrisiko der Ticona-Anlagen, die unter die SEVESO II-Richtlinie und unter die Störfallverordnung (StV) fallen.

Bezüglich der Akzeptabilität des Störfallrisiko durchbricht sie die Denkweise und Praxis der StV und deutsche Genehmigungspraxis und zieht – mit Berufung auf den TÜV Pfalz, ohne problemvertiefende Erwägungen – die Akzeptanzlinien der Schweizerischen StFV für chemische Anlagen heran und bezieht – von ihr abweichend – Beschäftigte in die Bewertung mit ein.

Bezüglich raumplanerischer Aspekte bemüht sie den Artikel 12, Absatz 1, Satz c der SEVESO II-Richtlinie „neue Entwicklungen wie Verkehrswege ...“, allerdings ohne auf den Absatz 2 hinzuweisen, der „...im Falle von existierenden Anlagen ...“ die Notwendigkeit (bzw. die kompensatorische Möglichkeit) zusätzlicher technischer Massnahmen anspricht.

Das Votum der SFK wird aus der Kompetenz dieses Gutachtens in Kapitel 7 bewertet.

1.3 Aufgabenstellung, Vorgehensweise

Um die Genehmigungsvorbehalte gegenüber dem Bau der Landebahn auszuräumen, ist das durch sie verursachte (externe) Risiko zu ermitteln und zu beurteilen, ohne dass es in Deutschland dafür rechtliche Vorgaben, praktische Erfahrungen und insbesondere quantitative Beurteilungsmaßstäbe gibt.

Es sei erwähnt, dass die Frage der Bewertung von ermittelten Risiken nicht neu ist und sich jedem Entscheidungsträger stellt. Bei technischen Systemen geht diese Teilaufgabe eines verantwortlichen Umgangs mit Risiken auf das Ende der 60er Jahre zurück, als Chauncey Starr im Zusammenhang mit der Sicherheit von Kernkraftwerken die inzwischen berühmte Frage formulierte: „How safe is safe enough?“.

Nach mehreren Grossunfällen in den 70er- und 80er Jahren (Flixborough, Beek, Seveso, Mexico City, Bhopal, Schweizerhalle) wurde die Frage nach der Tolerierbarkeit von technischen Risiken auf Chemieanlagen ausgeweitet. Herausragend sind die Bemühungen der Europäischen Union („Council's Seveso Directive“), die allgemeine Anforderungen für die Sicherheit im Umgang mit gefährlichen Stoffen erarbeitet, diese an neue Erkenntnisse (Unfälle Enschede, Toulouse) angepasst und um Aspekte der Raumplanung erweitert hat. Diese SEVESO II-Richtlinie ist für EU-Mitgliedsländer rechtsverbindlich und für andere Länder Orientierungspunkt. Ihre rechtskräftige Umsetzung ist von Land zu Land verschieden; in einigen wenigen Ländern wird eine quantitative Ermittlung und Darstellung des Risikos verlangt.

Angesichts dieser Situation ergab sich die Frage, inwieweit das Ausland über quantitative Vorgaben verfügt, ob diese überhaupt auf die Situation „Frankfurt“ anwendbar sind und, wenn ja, unter welchen Bedingungen. Gegenstand dieses Gutachtens sind dementsprechend – gemäss heutigem Stand des Wissens:

- Eine Zusammenstellung von risikoorientierten Überwachungskonzepten und quantitativen Beurteilungskriterien, wie sie in verschiedenen Ländern Europas (insb. GB, NL, CH), in den USA und ggfs. anderen Ländern etabliert und umgesetzt wurden, und deren Spiegelung an deterministischen Vorgehensweisen in ausgewählten Ländern (insb. D, F).
- Eine Gegenüberstellung und Herausarbeitung ihrer wesentlichen Unterschiede einschliesslich der anzuwendenden Nachweismethodik und anderer Gesichtspunkte.

-
- Eine Erfassung bisheriger Erfahrungen, insbesondere bei Anwendungen auf ähnlich gelagerte Fälle (Flughafenerweiterungen); Beurteilung der Erfahrungs- und Rechtslage.
 - Eine Darlegung der Bewertungsansätze für Neuanlagen und Altanlagen mit Entwicklungen in der Umgebung im Rahmen der Raumordnung.
 - Eine fachliche Auseinandersetzung mit dem Votum der SFK.
 - Eine Beurteilung der Übertragbarkeit ausländischer Konzepte und Beurteilungskriterien auf die Situation „Frankfurt“.
 - Die Ableitung von Empfehlungen.

Das Gutachten berücksichtigt die rechtswirksamen Vorgaben und bisherigen Erfahrungen bei ihrer Umsetzung anhand der „offenen“ Literatur. Darüber hinaus wird der Kontakt zu den jeweiligen Kenntnis- und Entscheidungsträgern gesucht, um Hintergründe („Geist“) voll zu verstehen, neueste Entwicklungen einzufangen und die Qualität der Aussagen zu maximieren; der SEVESO II-Richtlinie kommt dabei eine besondere Bedeutung zu.

2 Die SEVESO II-Richtlinie als EU-rechtlicher Rahmen

2.1 Beschreibung der Richtlinie und absehbare Entwicklungen

Die Council Directive 96/82/EC vom 9. Dezember 1996 (SEVESO II-Richtlinie) [1] basiert auf der Council Directive 82/501/EEC vom 24. Juni 1982, die als Reaktion auf schwere Chemieunfälle wie Flixborough (1974), Seveso (1976) (SEVESO I-Richtlinie) [2] zustande kam.

Die SEVESO II-Richtlinie „on the control of major-accident hazards involving dangerous substances aims at the prevention of major accidents and the limitation of their consequences for man and the environment, with a view to ensuring high levels of protection throughout the Community in a consistent and effective manner (Artikel 1)... The provisions must apply without prejudice to Community provisions as regards health and safety at work”¹ (Erwägungsgrund 10).

Sie stellt also ihr zentrales Anliegen – den Schutz vor (schweren) Unfällen – auf den Menschen („man“) ab, ohne weitere Differenzierung der Personengruppe.

Es handelt sich um eine EG-rechtliche Vorschrift als erste Stufe eines Harmonisierungsprozesses; sie ist durch nationale Vorschriften, die wiederum auf nationalem Recht fussen, umgesetzt worden, beispielsweise in Deutschland durch die „Zwölfte Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes (StV – 12. BImSchV) vom 26. April 2000“. Die Schweiz als Nicht-EU-Land hat eine eigene Gesetz- und Verordnungsgebung (Umweltschutzgesetz, StFV vom 27. Februar 1991), strebt aber ein hohes Mass an Konvergenz mit EU-Vorgaben an.

Die SEVESO II-Richtlinie gilt für Einrichtungen (Betriebsbereiche), in denen gefährliche Stoffe in Mengen vorhanden sind, die vorgegebene Schwellwerte überschreiten (Annex I). Ausgeschlossen sind u.a. der Transport und die Zwischenlagerung gefährlicher Stoffe (in der Schweiz dagegen sind sie eingeschlossen).

¹ Sinngemäss: ... die Verhütung schwerer Unfälle mit gefährlichen Stoffen und die Begrenzung der Unfallfolgen für Mensch und Umwelt, um auf abgestimmte und wirksame Weise in der ganzen Gemeinschaft ein hohes Schutzniveau zu gewährleisten ... Die Bestimmungen dieser Richtlinie gelten unbeschadet bestehender Gemeinschaftsvorschriften über den Gesundheitsschutz und die Sicherheit am Arbeitsplatz.

Zentral ist die Forderung, dass die Mitgliedsländer vom Anlagenbetreiber einen Sicherheitsbericht verlangen sollen, der darauf abzielt (Artikel 9, Abs. 1) zu zeigen,

- „(a) that a major-accident prevention policy and a safety management system for implementing have been put into effect in accordance ;
- (b) that major-accident hazards have been identified and that the necessary measures have been taken to prevent such accidents and to limit their consequences for man and the environment;
- (c) that adequate safety and reliability have been incorporated into the design, construction, operation and maintenance of any installation, storage facility, equipment and infrastructure connected with its operation which are linked to major-accident hazards inside the establishment;
- (d) that internal emergency plans have been drawn up and supplying information to enable the external plan to be drawn up in order to take the necessary measures in the event of a major accident.
- (e) Sufficient information to the competent authorities to enable decisions to be made in terms of the siting of new activities or developments around existing establishments must be provided”².

Der Sicherheitsbericht ist periodisch zu überprüfen und - falls nötig - zu aktualisieren; entweder wenigstens alle fünf Jahre oder zu jeder Zeit auf Initiative des Betreibers oder auf Ersuchen der zuständigen Behörde, wenn dies neue Fakten oder neue Kenntnisse in der Gefahrenbeurteilung rechtfertigen (Abs.5).

Artikel 12 der SEVESO II-Richtlinie verlangt, dass „the objectives of preventing major accidents and limiting the consequences be taken into account by the Member States in their land-use policies and/or other relevant policies. They shall pur-

² Sinngemäß: (a) dargelegt wird, dass ein Konzept zur Verhütung schwerer Unfälle umgesetzt wurde und ein Sicherheitsmanagement zu seiner Anwendung ... vorhanden ist; (b) dass die Gefahren schwerer Unfälle ermittelt und alle erforderlichen Maßnahmen zur Verhütung derartiger Unfälle und Begrenzung der Folgen für Mensch und Umwelt ergriffen wurden; (c) dass die Auslegung, die Errichtung sowie der Betrieb und die Wartung sämtlicher Anlagen, Lager, Einrichtungen und die für ihr Funktionieren erforderlichen Infrastrukturen, die im Zusammenhang mit der Gefahr schwerer Unfälle im Betrieb stehen, ausreichend sicher und zuverlässig sind; (d) dass interne Notfallpläne vorliegen, und die Angaben zur Erstellung des externen Notfallplans erbracht werden, damit bei einem schweren Unfall die erforderlichen Maßnahmen ergriffen werden können; (e) ausreichende Informationen bereitgestellt werden, damit die zuständigen Behörden Entscheidungen über die Ansiedlung neuer Tätigkeiten oder Entwicklungen in der Nachbarschaft bestehender Betriebe treffen können.

sue those objectives through controls on ... (c) new developments such as transport links³, locations frequented by the public and residential areas in the vicinity of the existing establishment, where the siting of developments are such as to increase the risk or consequences of a major accident.

Member States shall ensure that their land use policies ... take account of the need, in the long term, to maintain appropriate distances between establishments covered by the Directive and residential areas, areas of public use, and areas of particular natural sensitivity or interest, and, in the case of existing establishments, of the need for additional technical measures in accordance with Article 5 so as not to increase the risks to people”⁴ (Abs. 1).

Die SEVESO II-Richtlinie favorisiert demnach den angemessenen Abstand als Schutzinstrument der Flächenausweisung / Raumplanung vor (schweren) Unfällen, lässt aber für existierende „SEVESO-Anlagen“ bei Entwicklungen in der Umgebung kompensatorische Massnahmen ausdrücklich zu; zentral ist das Risikoerhöhungsverbot. Die Vorkehrungen spiegeln die Aufforderung des Ministerrates wieder, nach den Ereignissen in Bhopal (1984) und Mexico City (1984), „the

³ „The Directive does not give a definition of ‘transport link’; nor have the activities of the working group for establishing guidance on LUP addressed the question yet. The interpretation of the term might be manifold: the most natural one might be to consider new transportation routes in the proximity of hazardous establishment in the same way as ‘location frequented by the public’ which might be a target of an accident. But also the relevance (either beneficial or adverse) of a new transport route vs. emergency planning and response should be considered” [3].

⁴ Sinngemäß: Die Mitgliedstaaten sorgen dafür, dass in ihren Politiken der Flächenausweisung oder Flächennutzung und/oder anderen einschlägigen Politiken das Ziel, schwere Unfälle zu verhüten und ihre Folgen zu begrenzen, Berücksichtigung findet. Dazu überwachen sie ... c) neue Entwicklungen in der Nachbarschaft bestehender Betriebe wie beispielsweise Verkehrswege, Örtlichkeiten mit Publikumsverkehr, Wohngebiete, wenn diese Ansiedlungen oder Maßnahmen das Risiko eines schweren Unfalls vergrößern oder die Folgen eines solchen Unfalls verschlimmern können.

Die Mitgliedstaaten sorgen dafür, dass in ihrer Politik der Flächenausweisung oder Flächennutzung ... langfristig dem Erfordernis Rechnung getragen wird, dass zwischen den unter diese Richtlinie fallenden Betrieben einerseits und Wohngebieten, öffentlich genutzten Gebieten und unter dem Gesichtspunkt des Naturschutzes besonders wertvollen bzw. besonders empfindlichen Gebieten andererseits ein angemessener Abstand gewahrt bleibt und dass bei bestehenden Betrieben zusätzliche technische Maßnahmen nach Artikel 5 ergriffen werden, damit es zu keiner Zunahme der Gefährdung der Bevölkerung kommt.

land-use planning (LUP) implications of limiting the consequences of major accidents should be taken into account in the regulatory process”⁵.

Der Ausdruck „take into account“ signalisiert, dass Artikel 12 „strikes a balance by making a definitive legal requirement for LUP policies / procedures to include consideration of major accidents but at the same time recognizes that subsidiary consideration can reflect the different pressures on land-use within each Member State”⁶ und erlaubt demnach den Ländern spezifische Abwägungsprozesse.

Um die Umsetzung des Artikels 12 zu erleichtern, wurde eine Arbeitsgruppe aus Vertretern der Mitgliedsländer gebildet, die 1999 eine Leitlinie vorgelegt hat, die – auftragsgemäss – beschreibend ist und Informationen über derzeitige Praktiken enthält [3].

Am 16. Dezember 2003 wurde vom Europäischen Parlament und dem Rat eine Ergänzung zur SEVESO II-Richtlinie verabschiedet (Directive 2003/105/EC) [4], die spezielle Lücken schliesst, die durch die Vorkommnisse Baia Mara (Cyanid-Überlauf), Enschede (Feuerwerkskörper) und Toulouse (Düngemittel) offenkundig geworden sind.

Ausserdem wird ein Paragraph aufgenommen, der die Kommission ersucht, bis zum 31. Dezember 2006 Leitlinien zur Festlegung einer technischen Datenbasis („technical database“) einschliesslich Risikodaten und Risikoszenarien aufzustellen.

Eine entsprechende Arbeitsgruppe der Kommission und des „Committee of Competent Authorities (CCA)“ hat inzwischen ihre Arbeit aufgenommen „with purpose to produce a more detailed guidance, in particular on principles of best practice in LUP, to examine and propose methods to deal with existing situations of incapability and to agree upon the science on which LUP decisions are based“⁷ [5].

⁵ Sinngemäss: Eine Verbindung mit der Raumplanung zur Beschränkung der Konsequenzen eines grösseren Unfalls sollen bei der Gesetzgebung berücksichtigt werden.

⁶ Sinngemäss: ... zieht Bilanz, indem definitive gesetzliche Anforderungen an die Politik und die Prozesse der Raumplanung gemacht werden durch das Miteinbeziehen von Überlegungen zu schweren Unfällen, gleichzeitig wird aber auch erkannt, dass untergeordnete Überlegungen den Druck auf die Raumplanung innerhalb jedes Mitgliederstaates widerspiegeln können.

⁷ Sinngemäss: ... mit Zweck, eine detailliertere Anleitung zu erarbeiten, insbesondere mit Regeln zu optimalen Verfahren in der Raumplanung, Methoden zu überprüfen und vorzuschlagen, welche

Die Arbeitsgruppe wird zur Erhöhung der Transparenz und Harmonisierung der Praktiken beitragen, was dringend geboten zu sein scheint:

- Eine vergleichende Studie des MAHB hat ergeben, dass in einem Land nur 6% der chemischen Anlagen innerhalb eines Abstandes von 500 m zu städtischer Bebauung liegen, innerhalb eines Kilometers nur 20%; in einem anderen Land sind es 42% bzw. 62%. Die Festlegung generischer Abstände auf europäischer Ebene – beispielsweise 500 m – würde erhebliche Probleme schaffen.
- Die Zusammenstellung von Störfallszenarien, wie sie von den Mitgliedern für „Risk/Hazard Assessment“ benutzt werden, zeigt zwar auf hoher Abstraktionsebene (Rohrleitungsbrüche, Lachenbrände, BLEVE etc.) Übereinstimmung, bei den für Folgebetrachtungen wichtigen Annahmen und zugrunde liegenden auslösenden Ereignissen jedoch erhebliche Unterschiede; gleiches gilt für Zielwerte zum Schutz der Öffentlichkeit.⁸

Die Leitlinien zur Schaffung einer technischen Datenbasis werden also erst gegen Ende 2006 verfügbar sein. Unter dem Arbeitstitel „LUP-Guidance“ wurde allerdings bereits ein erster Entwurf vorbereitet, der in die folgende Richtung weist⁹:

- Planerische Massnahmen sind Teil eines „overall management system“ (siehe Abb. 1);



Abb. 1 Risiko-Management-System (Entwurf, MAHB)

mit existierenden Situationen umgehen können, und über eine Wissenschaft zu befinden, auf der Entscheidungen zur Raumplanung basieren.

⁸ Siehe für weitere Informationen <http://landuseplanning.jrc.it/>

⁹ basierend auf einem Einblick, der dem Autor gewährt wurde

- die Verpflichtungen, die aus Artikel 12 der SEVESO II-Richtlinie erwachsen, sollten in Form gemeinsam entwickelter Prinzipien ausgedrückt werden, siehe Auszug als Beispiel

Principle	Explanation	Outcomes
The residual risks arising from a major hazard establishment to individuals and to society should not exceed acceptable level.	<ul style="list-style-type: none"> • Residual risk is the risk that remains after having relevant on-site safety measures in place. • LUP mitigates the consequences of a major accident. • Member states need to establish approaches to define acceptable levels. 	The LUP policies should be enforceable and reduce offsite risk at all times.

- Grenzwerte (Akzeptanzniveaus etc.) sollten von den Mitgliedsländern festgelegt werden;
- Beschränkungen sollten im Verhältnis zur Risikohöhe stehen;
- der Definition von Referenzszenarien soll grosse Bedeutung zukommen, allgemeine Hinweise zu deren Auswahl werden gegeben, sie müssen für raumplanerische Zwecke nicht notwendigerweise schlimmste Fälle („worst case scenarios“) sein;
- Hinweise zur Entwicklung einer Datenbasis bis hin zu generischen Werten für Versagenswahrscheinlichkeiten sollen in der Leitlinie enthalten sein;
- Zusätzliche technische Massnahmen (... zur Kompensation zu geringer Abstände) und deren Zulässigkeit („only existing installations/sites“) werden spezifiziert.

Darüber hinausgehende Entwicklungen im „SEVESO-Rahmen“ sind derzeit nicht absehbar¹⁰.

2.2 Weitere Anmerkungen zur Umsetzung

Bei der Umsetzung der SEVESO II-Richtlinie im Hinblick auf „control of major accidents hazards“ lassen sich prinzipiell drei Wege unterscheiden:

- Deterministische Betrachtungsweise (qualitativer Nachweis ausreichender Massnahmen zur Verhinderung und Begrenzung von Störfällen gemäss Stand der Sicherheitstechnik – beispielsweise in D).
- Probabilistische Betrachtungsweise (quantitative Ermittlung der Eintrittshäufigkeit und Konsequenzen möglicher Störfallszenarien, Bewertung der

¹⁰ M. D. Christou, persönliche Mitteilung, Juli 2004

Tolerierbarkeit von Risiken anhand vorgegebener Werte – beispielsweise in NL).

- Deterministische Betrachtungsweise ergänzt durch probabilistische Elemente (z.B. zur Beantwortung der Frage nach der Ausgewogenheit/Kosteneffizienz von Sicherheitsmassnahmen („as low as reasonable practicable“ – beispielsweise in GB).

Neben dieser wissenschaftlich anmutenden Unterscheidung ist von Bedeutung, dass jedes Land seine eigene Kultur und Tradition im Umgang mit Sicherheitsfragen entwickelt hat, und dass es sich jeweils um in sich geschlossene Konzepte („Lösungspakete“) handelt. Dementsprechend ist – vor allem bei der Übertragung von Einzelementen, z.B. von quantitativen Beurteilungsgrössen – Vorsicht geboten; der jeweilige methodische Rahmen und das sozio-technische Umfeld sind einzubeziehen.

Die SEVESO II-Richtlinie sieht die Verantwortung für die Sicherheit einer Anlage mit gefährlichen (chemischen) Stoffen klar bei deren Betreiber, während die Anforderungen an die Behörden recht vage ausfallen (Artikel 16).

2.3 Besondere Rolle der Raumplanung

Die Umsetzung des „Land-use Planning“ (LUP) Artikels 12 der SEVESO II-Richtlinie wird als multi-dimensionaler Entscheidungsprozess apostrophiert. Als wirkungsvollstes Instrument gilt der angemessene Abstand zwischen einer Einrichtung „able to cause major accidents under certain circumstances with consequences extending outside their borders“¹¹ und Wohn- und Gewerbegebieten.

Was angemessen ist hängt einerseits von der Einrichtung selbst ab, von den involvierten Substanzen, der Anlagentechnik und dem Managementsystem, andererseits von der Verletzbarkeit der Umgebung, die von dem Unfall betroffen sein kann. „... it is expected that hospitals and areas populated by sensitive and disabled people will be located in safer places than workplaces, where a limited number of healthy working people are present during part of the day. Also these distances may vary according to the socio-economic context into which risk is

¹¹ Sinngemäss: ... in der Lage, unter gewissen Umständen schwere Unfälle hervorzurufen, deren Folgen die Anlagengrenze überschreiten.

perceived and evaluation criteria are developed, and whether alternative activities or other land uses are available”¹².

In ihrer Politik der Flächenausweisung/Raumplanung¹³ (LUP policy) “... any legislative or regulatory decision should consider in a different way the historical heritage and future developments. The provisions should however be developed in such a way that in the long term the existing risk situations could be mitigated in a way as much as possible similar to the new situations”¹⁴ [3]. Darüber hinaus hat die Raumplanung zwischen zum Teil widersprüchlichen Zielvorgaben abzuwägen und diese in die Entscheidungsfindung einzubeziehen:

„On one hand there is the attempt to provide maximum safety to the surrounding population and on the other, the desire to exploit in the best possible way the land, thus obtaining the maximum benefit from its exploitation. Other considerations, mainly of socio-economic character, such as employment opportunities, importance of the establishment for the national economy, and benefits for the local community from the operation of the plant, constitute additional objectives”¹⁵ [3].

Die SEVESO II-Richtlinie unternimmt keinen Versuch, Kriterien zur Tolerierbarkeit von Störfallrisiken (Risikogrenzwerte) vorzugeben oder adäquate Abstände festzusetzen und eine einheitliche Prozedur vorzuschreiben, sondern sieht all das in der Verantwortlichkeit der Mitgliedstaaten, welche ihre nationalen Regelungen

¹² Sinngemäss: ... es wird erwartet, dass Krankenhäuser und Orte, die von den empfindlichen und behinderten Personen bewohnt werden, in sichereren Gebieten liegen als Arbeitsplätze, in denen nur eine begrenzte Anzahl von gesunden Personen während eines Teils des Tages anwesend sind. Auch diese Abstände können variieren entsprechend dem sozioökonomischen Zusammenhang, in dem das Risiko wahrgenommen und Auswahlkriterien entwickelt werden, und wo alternative Tätigkeiten oder andere Flächennutzungen vorhanden sind.

¹³ im Folgenden verkürzt Raumplanung genannt

¹⁴ Sinngemäss: ... jede gesetzgebende oder verordnende Entscheidung sollte auf verschiedene Weise das historische Erbe und die zukünftigen Entwicklungen berücksichtigen. Die Bestimmungen sollten jedoch so entwickelt werden, dass langfristig die vorhandene Risikosituation möglichst gleich wie die neue Situation gemildert werden kann.

¹⁵ Sinngemäss: Einerseits gibt es die Bestrebung, der Bevölkerung maximale Sicherheit zu geben, andererseits den Wunsch, das Land bestmöglich zu nutzen und aus dieser Nutzung einen maximalen Gewinn zu erreichen. Andere Betrachtungen, meistens von sozio-ökonomischem Charakter wie Beschäftigungsmöglichkeiten, Bedeutung der Einrichtung für die Volkswirtschaft und Nutzen für die Gemeinschaft aus dem Betrieb der Anlage, bilden zusätzliche Ziele.

bis Ende 2005 entwickeln müssen. Für den Fall, dass ein angemessener Abstand zwischen der bestehenden Einrichtung und Entwicklungen in ihrer Umgebung nicht erhalten bleiben können, benennt man „kompensatorische technische Massnahmen (z.B. Doppel-Containment, reduzierte Inventare, neue (inhärent sichere) Prozesse ...)”.

Im Bereich der Raumplanung spielen strukturierte Prozeduren zur qualitativen und/oder quantitativen Risikobestimmung naturgemäss eine grosse Rolle. Bei den Ansätzen unterscheidet man zwischen

- generischen Abständen (Prinzip: unverträgliche Formen der Landnutzung sollen voneinander separiert werde; Massstab ist die Art der industriellen Nutzung, Art und Menge gefährlicher Substanzen);
- Auswirkungsbezogenheit (Prinzip: Konsequenzen anzunehmender Unfälle als alleinige Entscheidungsgrösse);
- Risikobezogenheit (Prinzip: Eintrittshäufigkeit und Konsequenzen unterstellter Unfälle als Entscheidungsgrössen).

Tabelle 1 gibt einen ersten Überblick über die Verbreitung der Ansätze; sie werden in Kapitel 3 für repräsentative Länder im Detail vorgestellt. In Deutschland liefert §50 des BImSchG die rechtliche Basis; an einer konkretisierenden Verordnung arbeitet man derzeit.

Tabelle 1 Praktiken der Raumplanung in der EU im Überblick [6]

Country	Generic safety distances	Consequence based approach	Risk based approach	Land-use planning criteria	Arrangements under development
Austria					X
Belgium		X (Wallon)	X (Flemish)		X
Denmark					X
Finland		X			
France		X		X	
Germany	X	X		X	
Greece					X
Ireland					X
Italy					X
Luxembourg		X		X	
Netherlands			X	X	
Portugal					X
Spain		X			X
Sweden	X	X			X
United Kingdom			X	X	

Die „Technical Working Group on LUP“ (siehe Kap. 2.1) hat zwischenzeitlich eine neue Erhebung zu „principles of good practice and underlying principles of risk/hazard assessment¹⁶“ bei den jetzt 25 Mitgliedstaaten der EU durchgeführt. Eine erste Auswertung¹⁷ zeigt eine stärkere Differenzierung der Ansätze und einen vollen probabilistischen Ansatz nicht mehr nur in Grossbritannien und den Niederlanden, sondern jetzt auch in Finnland und zumindest einer Region Spaniens sowie in der Slowakischen und Slowenischen Republik.

2.4 Fazit – mit Bezug auf die Situation „Frankfurt“

Die SEVESO II-Richtlinie stellt einen EU-rechtlichen Rahmen dar, der übergeordnete Ziele und Vorgaben formuliert, die länderspezifisch konkretisiert und umgesetzt werden. Neben dem Schutz von Mensch und Umwelt vor schweren Unfällen in Anlagen mit gefährlichen Stoffen ist der Einbezug von Störfallvermeidung und -beherrschung in die Raumplanung geboten, wobei die Sicherstellung (der Erhalt) angemessener Abstände zwischen der „SEVESO-Anlage“ und Wohngebieten, öffentlich genutzten Gebäuden und Flächen, grösseren Transportwegen ...als ultima ratio gilt, allerdings sind kompensatorische Massnahmen zur Befolgung des Umgebungsschutzgebotes für „existing establishments/sites“ zugelassen.

Für die Realisierung der geplanten Landebahn Nord-West ergeben sich als zwei Betrachtungsebenen bzw. Zuständigkeiten:

- Die existierende SEVESO-Anlage „Ticona“, deren Betreiber die grössere Nähe zu einer Landebahn zum Anlass nehmen müsste, den Sicherheitsbericht zu überprüfen und zu aktualisieren, auf die offensichtlich erhöhte Gefahrenquelle „Flugzeugabsturz“ einzugehen und gegebenenfalls gegen ein erhöhtes Risiko kompensatorische Massnahmen zu ergreifen¹⁸.
- Die neue Landebahn fällt unter „new development: transport link/route“ mit einem verkürzten Abstand risikobehafteter Flugmanöver zu einer bestehenden SEVESO-Anlage; hier haben Mitgliedsländer im Rahmen der Raumplanung (LUP) die Pflicht sicherzustellen, dass das Risiko für Menschen („risk to people“) nicht steigt, d.h. erhöhte Risiken oder Unfallsaus-

¹⁶ Sinngemäss: ... Regeln zu optimalen Verfahren und zugrunde liegende Regeln der Risiko- / Gefahrenabschätzung

¹⁷ Dem Gutachter wurde Einblick in die Unterlagen gewährt.

¹⁸ Unter der Voraussetzung, dass die Anlage und die Entwicklung in ihrer Umgebung unter „existing installations“ fallen.

wirkungen infolge des verkürzten Abstandes zu Start- und Landemanövern für die Anlage selbst und über ausgelöste Störfälle für Aussenstehende ausgeschlossen oder notfalls über technische Massnahmen kompensiert werden.

Zu schützen sind Menschen und die Umgebung („man and environment“) gegen die Folgen von Störfällen; die Richtlinie spezifiziert nicht, was „man“ genau heisst; ihr „Geist“ schliesst wohl – neben der Öffentlichkeit (Wohnbevölkerung) – die Beschäftigten einer Anlage mit ein, insbesondere wenn diese von der gleichen Gefahrenquelle signifikant betroffen sein können und ihnen daraus auch kein besonderer Vorteil erwächst.

Die SEVESO II-Richtlinie enthält keine konkreten Angaben über zu wählende Ansätze, Zielgrössen (tolerierbare Risiken, angemessene Abstände usw.) und Nachweismethoden; sie lässt Spielräume für Einzelfallentscheide und betont die Notwendigkeit von Abwägprozessen. Sie bezieht sich allein auf die (chemische) Anlage mit gefährlichen Substanzen (Ticona) und risikorelevante Vorgänge in ihrer Umgebung.

3 Länderbezogene Umsetzung der SEVESO-Richtlinie, Art. 9 (Störfallrisiko)

3.1 Deutschland

3.1.1 Störfallverordnung

In Deutschland wird die SEVESO II-Richtlinie umgesetzt über die Störfallverordnung (StV) vom 26. April 2000 [7], die wiederum auf dem Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) [8] basiert, dessen Paragraph 1 bestimmt:

- (1) Zweck dieses Gesetzes ist es, Menschen, ... sowie Kultur- und sonstige Sachgüter vor schädlichen Umwelteinwirkungen zu schützen und dem Entstehen schädlicher Umwelteinwirkungen vorzubeugen.
- (2) Soweit es sich um genehmigungsbedürftige Anlagen handelt, dient dieses Gesetz auch
 - der integrierten Vermeidung und Verminderung schädlicher Umwelteinwirkungen durch Emissionen in Luft, Wasser und Boden ..., um ein hohes Schutzniveau für die Umwelt insgesamt zu erreichen, sowie
 - dem Schutz und der Vorsorge gegen Gefahren, erhebliche Nachteile und erhebliche Belästigungen, die auf andere Weise herbeigeführt werden.“

Die StV gilt für Betriebsbereiche, in denen gefährliche Stoffe in Mengen vorhanden sind, die festgelegte Mengenschwellen erreichen und überschreiten; sie entspricht somit in ihrem Anwendungsbereich – und auch in den Schwellwerten - der SEVESO II-Richtlinie. Das gilt auch für die Schlüsselbegriffe (Betriebsbereiche – establishment, gefährliche Stoffe – dangerous substances, Störfall (Unfall) – major accident, ernste Gefahr – hazard), allerdings taucht der Begriff Risiko (risk) nicht auf, stattdessen wird das, was man in Deutschland unter Stand der Sicherheitstechnik zu verstehen hat, definiert.

Der Betreiber hat die Pflicht, „die nach Art und Ausmass der möglichen Gefahren erforderlichen Vorkehrungen zu treffen, um Störfälle zu verhindern; ...“ (§3(1)).

Dabei sind „1) betriebliche Gefahrenquellen, 2) umgebungsbedingte Gefahrenquellen, wie Erdbeben oder Hochwasser, und 3) Eingriffe Unbefugter zu berücksichtigen, es sein denn, dass diese Gefahrenquellen oder Eingriffe als Störfallverursacher vernünftigerweise ausgeschlossen werden können“.

Der Ausdruck „vernünftigerweise“ wird nicht weiter erklärt; als konkretisierende Hilfestellung haben sich Listen mit Gefahrenquellen, deterministische und probabilistische¹⁹ Betrachtungsweisen etabliert. Dies bedeutet, dass Flugzeugabstürze auf die Anlage prinzipiell zu berücksichtigen sind, es sein denn, sie liessen sich argumentativ, d.h. über ihre geringe Eintrittshäufigkeit, ausschliessen.

3.1.2 Deterministische Betrachtungsweise

Das Umsetzungskonzept ist deterministisch beschreibend. Es enthält qualitative Anforderungen an den Betreiber zur Verhinderung von Störfällen und Begrenzung ihrer Auswirkungen; quantitative Zielvorgaben fehlen.

Die Beschaffenheit und der Betrieb der Anlagen des Betriebsbereichs müssen dem Stand der Sicherheitstechnik entsprechen, dem eine zentrale Rolle beigemessen wird.

Ein Sicherheitsbericht wird verlangt (§9, siehe auch SEVESO II-Richtlinie Artikel 9), der sowie das Konzept zur Verhinderung von Störfällen und das Sicherheitsmanagementsystem mindestens alle fünf Jahre zu überprüfen ist, bzw. „zu jedem anderen Zeitpunkt, wenn neue Umstände dies erfordern, oder um den neuen sicherheitstechnischen Kenntnisstand sowie aktuelle Erkenntnisse zur Beurteilung der Gefahren zur berücksichtigen“ (§9 (5c)). Der Neubau einer Landebahn in der Nähe des Anlagenbereichs fiele nach allgemeiner Einschätzung darunter.

Die zuständige (Landes-)Behörde hat den Sicherheitsbericht zu prüfen. Anzuwendende Nachweismethoden sind nicht vorgegeben, allerdings werden im Anhang der Störfallverordnung Mindestangaben im Sicherheitsbericht gefordert, beispielsweise eine eingehende Beschreibung der Szenarien möglicher Störfälle nebst ihrer Wahrscheinlichkeit und den Bedingungen für ihr Eintreten, einschliesslich einer Zusammenfassung der Vorfälle, die für das Eintreten jedes dieser Szenarien ausschlaggebend sein könnten, unabhängig davon, ob die Ursachen hierfür innerhalb oder ausserhalb der Anlage liegen.

¹⁹ Das Bundesverfassungsgericht hat in seinem Kalkar-Beschluss vom 8. August 1978 als Genehmigungsvoraussetzung den Ausschluss von Schadensereignissen für Leben, Gesundheit und Sachgütern gemäss dem Stand von Wissenschaft und Technik genannt, „Ungewissheiten jenseits dieser Schwelle praktischer Vernunft ... seinen als unentrinnbar und insofern als sozial-adäquat von allen Bürgern zu tragen“. Aufgrund probabilistischer Risikostudien lässt sich diese Grenze für Kernkraftwerke bei etwa 10^{-5} – 10^{-6} /a ziehen (siehe auch [9]).

In der Praxis befasst sich der zentrale Teil des Sicherheitsberichtes mit der Ermittlung der Störfallrisiken und Analyse der Mittel zu deren Verhinderung durch

- Möglichst vollständige Betrachtung betrieblicher Gefahrenquellen;
- Darlegung der Mechanismen, die zum Wirksamwerden von Gefahrenquellen zu Störungen führen, und Beurteilung getroffener Massnahmen zur Unterbrechung ausgelöster Ereignisketten;
- Einbezug von Eingriffen Unbefugter und äusserer Gefahrenquellen und Beurteilung von Massnahmen zum Ausschluss ernster Gefahren;
- Betrachtung von Störfallauswirkungen anhand von Szenarien für fiktive und denkbare Störfälle (ohne Angabe möglicher Ursachen).

Ob und mit welchem Resultat ein Flugzeugabsturz auf das Gelände einer zum Flughafen benachbarten „SEVESO-Anlage“, insbesondere Ticona, im gültigen Sicherheitsbericht betrachtet wurde und ob mögliche Folgen durch die bisherigen „Störfallauswirkungsbetrachtungen“ („worst case scenario“) abgedeckt sind, ist dem Verfasser dieses Gutachtens unbekannt.

3.2 Grossbritannien

3.2.1 Kontrolle von Unfallgefahren

Das Health and Safety Executive (HSE) hat Prinzipien seines Genehmigungssystems („permissioning regimes“) dargelegt [10], die auch landgebundene grössere chemische Gefahrenquellen („onshore major chemical hazards“) einschliessen, u.a.

- „Regulator and regulated are subject to society’s views about tolerability of risk;
- Legal duty to manage risks lies with the organizations that create the risks (duty holders must identify the hazards, assess the risks, develop effective control measures...);
- A goal setting framework is preferable to a prescriptive one;
- Involvement of the safety regulator should give society an added level of confidence²⁰“.

²⁰ Sinngemäss: Behörden und beaufsichtigte Betriebe sind der Akzeptanz von Risiken durch die Gesellschaft unterworfen / Die gesetzliche Aufgabe, ein Risiko zu managen, liegt bei der Organisation, welche das Risiko verursacht (die Betroffenen müssen die Gefahren identifizieren, das Risiko bewerten und Kontrollmassnahmen entwickeln) / Ein Ziele setzender Rahmen wird gegenüber

HSE regulates health and safety in a number of high hazard industries including COMAH-sites [11], e.g. examines the adequacy of arrangements taken by duty holder. QRA can be important part of assessment of some risks but cannot be used alone to decide the measure needed to control risk, cannot justify situations which run contrary to accepted good practice²¹.

Gemäss SEVESO II-Richtlinie, die durch COMAH national umgesetzt und durch die zuständigen Behörden (HSE und Umweltagenturen in England, Wales und Schottland) durchgesetzt wird, müssen Anlagen auf höchster Gefahrenstufe einen Sicherheitsbericht anfertigen und ihn den Behörden zur Einsicht vorlegen.

The Health and Safety at Work Act (1974) and Environmental Protection Act (1992) related to protection of employees and the environment, respectively, provide the legal basis. Employers are required to ensure that their duties are met so far as reasonable practicable (ALARP)²².

Risk Assessment is the means adopted for demonstrating that risks are ALARP and is a statutory requirement of some enabling regulations. It has to address risks to people both on and off-site and risks to the environment, for which steps are outlined [12]²³.

In evaluating the results assessors will be guided by authority's approach based on the concept of risk tolerability which requires duty holders to take measures to

Vorschriften bevorzugt / Der Einbezug der Sicherheitsbehörde soll der Gesellschaft zusätzliches Vertrauen geben.

²¹ Sinngemäss: Die HSE regelt Gesundheit und Sicherheit bei einer Anzahl von hoch gefährlichen Industrien, inklusive COMAH-Anlagen, z.B. wird geprüft, ob die Verantwortlichen angemessene Vorkehrungen getroffen haben. Eine QRA kann ein wichtiger Bestandteil bei der Bewertung gewisser Risiken sein, aber sie kann nicht alleinige Basis für Entscheidungen sein, welche Massnahmen getroffen werden müssen, um das Risiko zu kontrollieren, und sie kann nicht Sachlagen rechtfertigen, die akzeptierten üblichen Verfahren zuwider laufen.

²² Sinngemäss: Die gesetzliche Basis sind das Gesetz für Gesundheit und Arbeitssicherheit und das Gesetz für Umweltschutz, die sich auf den Schutz der Arbeitnehmer respektive der Umwelt beziehen. Von den Angestellten wird verlangt, sicherzustellen, dass ihre Aufgaben dem ALARP-Prinzip entsprechen.

²³ Sinngemäss: Die Risikobewertung ist das Werkzeug zur Demonstration, dass das Risiko dem ALARP-Prinzip folgt, und es ist auch gesetzliche Anforderung in einigen Bewilligungen. Es bezieht sich auf das Risiko der Menschen in der Anlage und ausserhalb der Anlage sowie auf das Risiko für die Umwelt, für welches entsprechende Schritte umschrieben sind.

reduce the likelihood of hazards and to mitigate their consequences until the associated risks are ALARP. Essential considerations are the scope for hazard elimination and the adoption of inherently safer designs and whether good practice has been, or is to be adopted²⁴.

The „Tolerability of Risk“ (TOR) framework [13], [14] brings the ethical and cost-benefit approaches together by imposing an absolute maximum level of risk set on the basis of equity. It also applies a lower limit defining broadly acceptable risks below which formal analysis of costs and benefits is not normally required. Residual risks between the two limits need to be made ALARP. Most decisions on whether risks are ALARP are made by exercising professional judgment on whether the risks are reasonable when set subjectively against the cost of further risk reduction (siehe Abb. 2)²⁵.

Analysemethoden sind nicht vorgeschrieben, sie müssen jedoch dargelegt werden. Alle möglichen Unfallszenarien müssen identifiziert werden, eine repräsentative Auswahl muss weiter betrachtet werden. Die Analysetiefe hängt von der Grösse und der Natur der wichtigsten Unfallgefahren ab und von der Risikolage (Nähe zur Grenze für nicht-tolerierbare Risiken).

²⁴ Sinngemäss: Bei der Auswertung der Resultate wird man unterstützt durch den Ansatz der Behörden, der auf dem Konzept der Tolerierbarkeit von Risiken basiert und von den Verantwortlichen verlangt, dass Massnahmen getroffen werden, um die Wahrscheinlichkeit von Gefahren zu reduzieren und die Auswirkungen zu mindern, bis die entsprechenden Risiken ALARP sind. Wichtige Überlegungen sind dabei die Eliminierung von Gefahren, die Anwendung von inhärent sicherem Design, und ob man üblichen Verfahren folgt.

²⁵ Sinngemäss: Das Konzept der „Tolerierbarkeit von Risiken“ (TOR) bringt ethische Aspekte und Kosten-Nutzen-Ansätze zusammen, indem es ein absolutes Maximum für das Risiko einführt, auf der Basis von Gerechtigkeit. Es gibt auch eine untere Grenze an, definiert durch allgemein akzeptierte Risiken, für die normalerweise keine formale Analyse von Kosten und Nutzen verlangt wird. Das verbleibende Risiko zwischen den beiden Limiten muss das ALARP-Prinzip erfüllen. Die meisten Entscheide darüber, ob das Risiko dem ALARP-Prinzip entspricht, werden getroffen aufgrund einer professionellen Beurteilung, ob Risiken auch dann vernünftig sind, wenn sie den Kosten für weitere Risikoreduktionen gegenüber gestellt werden.

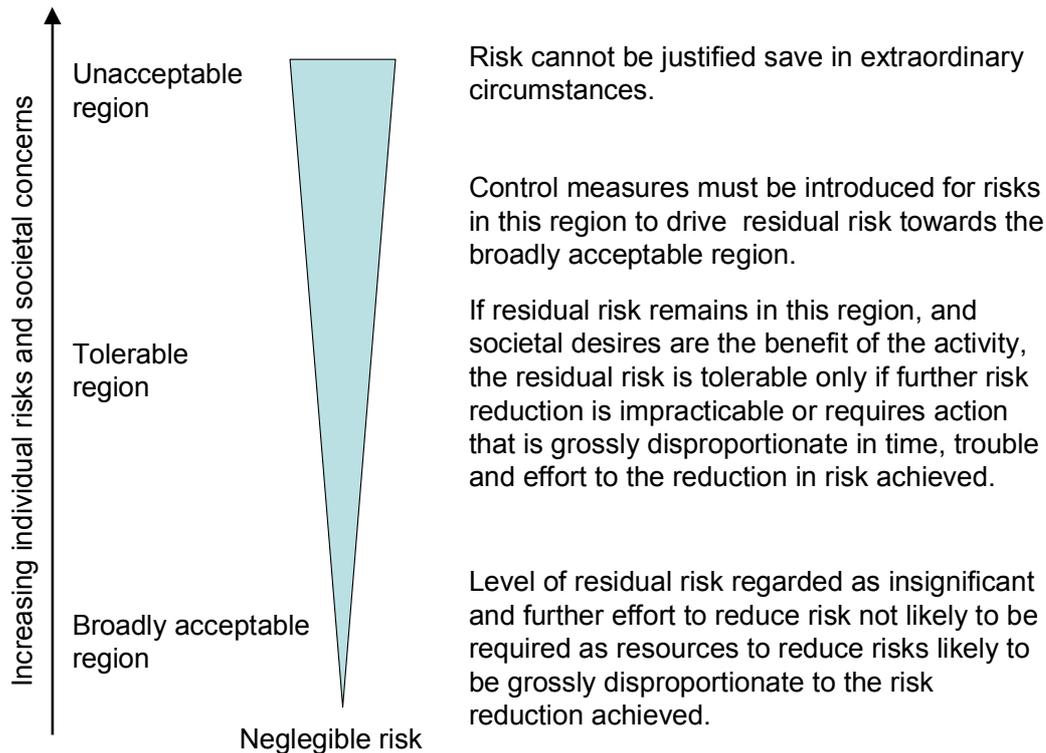


Abb. 2 HSE Kriterien zur Tolerierbarkeit von Risiken [13]

3.2.2 Grenzen der Tolerierbarkeit

The risks due to major hazards installations refer to individual and societal risks. Criteria for the boundaries of tolerability of risk have been developed for Individual Risk to death (siehe Abb. 3), but there are no adopted UK criteria for Societal Risk other than that in „R2P2”²⁶.

Es fällt auf, dass zwischen „worker” und „public” unterschieden wird, mit dem nachvollziehbaren Argument, dass die Öffentlichkeit auch verletzbarere Gruppen enthält (Alte, Junge, Anfälligere) und nicht direkt von der Aktivität nutznießt²⁷.

²⁶ Sinngemäss: Die Risiken durch gefährliche Anlagen werden durch das Individualrisiko und das gesellschaftliche Risiko spezifiziert. Kriterien für die Grenzen für die Tolerierbarkeit von Risiken sind für das Individualrisiko entwickelt worden, es gibt jedoch in Grossbritannien keine angewendeten Kriterien für das gesellschaftliche Risiko, ausser denen, die im Dokument R2P2 beschrieben sind.

²⁷ [13] S. 48

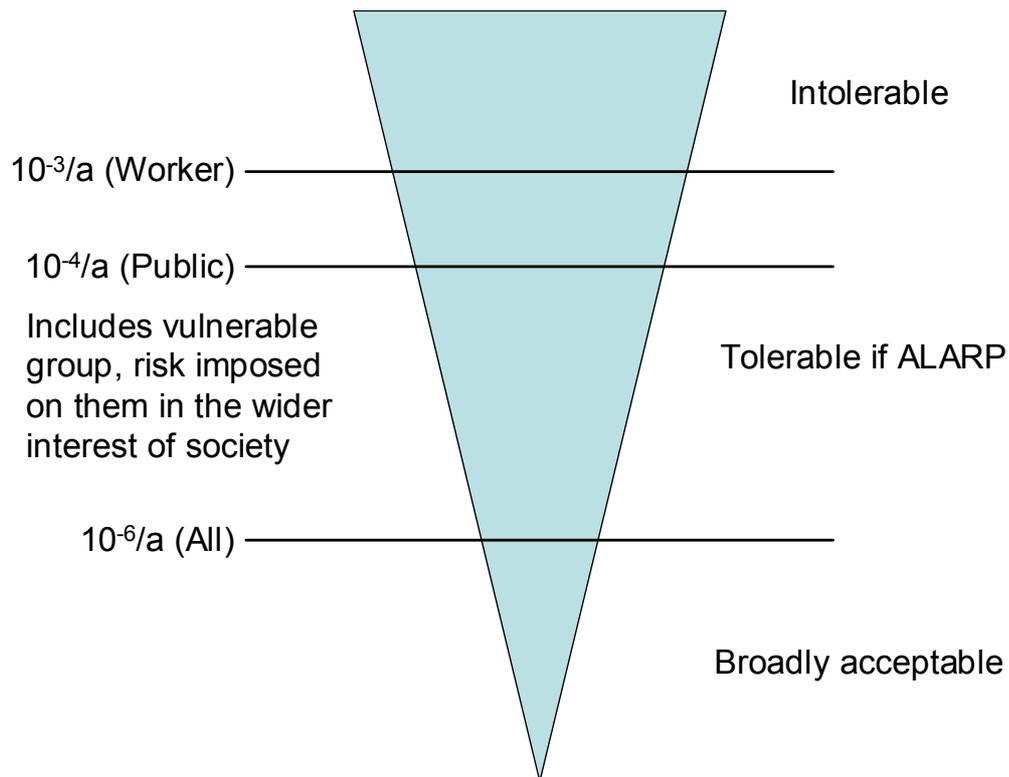


Abb. 3 Anwendungsbereich ALARP-Prinzip mit quantitativen Kriterien [15]

Das gesellschaftliche Risiko („societal risk“) ist das Verhältnis Eintrittshäufigkeit eines Ereignisses und der maximalen Anzahl davon betroffener Menschen. „Societal concern includes other aspects of society’s reaction to that event as public outcry, political reaction, loss of confidence in the regulator, etc. As such, societal risk may be seen as a subset of societal concern“²⁸. Eine risikoneutrale Beziehung zwischen den beiden Elementen des Risikos wird angewendet.

Die Beurteilungskriterien basieren auf einer Untersuchung zum Risiko, das die Gesellschaft zu tolerieren bereit wäre, verursacht durch einen schweren Unfall im Industriekomplex Canvey Island an der Themse und die Wohnbevölkerung in der Nähe der Anlagen betreffend. Risikoanalysen für die Anlagen auf Canvey Island wurden im Parlament diskutiert, und (nach anlagentechnischen Verbesserungen) wurde das Risiko durch die zuständigen Minister als tolerierbar erachtet.

Developed through the use of so-called FN-curves (obtained by plotting the frequency at which such events might kill N or more people, against N) and are directly applicable only to risks from major industrial installations (chemical sites)

²⁸ Sinngemäß: Gesellschaftliche Bedenken umfassen auch andere Reaktionen auf ein Ereignis, wie öffentlicher Aufschrei, politischen Reaktionen, Vertrauensverlust in die Behörden usw. Somit kann das gesellschaftliche Risiko als Teil gesellschaftlicher Bedenken verstanden werden.

and may not be valid for very different types of risk such as flooding from a burst dam or crushing from crowds in sport stadiums. HSE proposes for a single installation that the risk of an accident causing the death of fifty people or more in a single event should be less than one in five thousand per annum (anchor point, extrapolation by assuming aversion slope -1 (linear relationship)) [15]. For a group of installations the death of five hundred people or more is a single event at the same likelihood level are taken as anchor point²⁹.

Eine Gutachterkommission für gefährliche Substanzen (ACDS) hat Kriterien entwickelt für das Risiko von Personengruppen in der Nähe von Strecken, auf denen gefährliche Substanzen transportiert werden (siehe Abb. 4); die Herleitung ist in Tabelle 2 gegeben, welche gleich ist wie für die Kriterien für das Risiko für einen Anlagenkomplex.

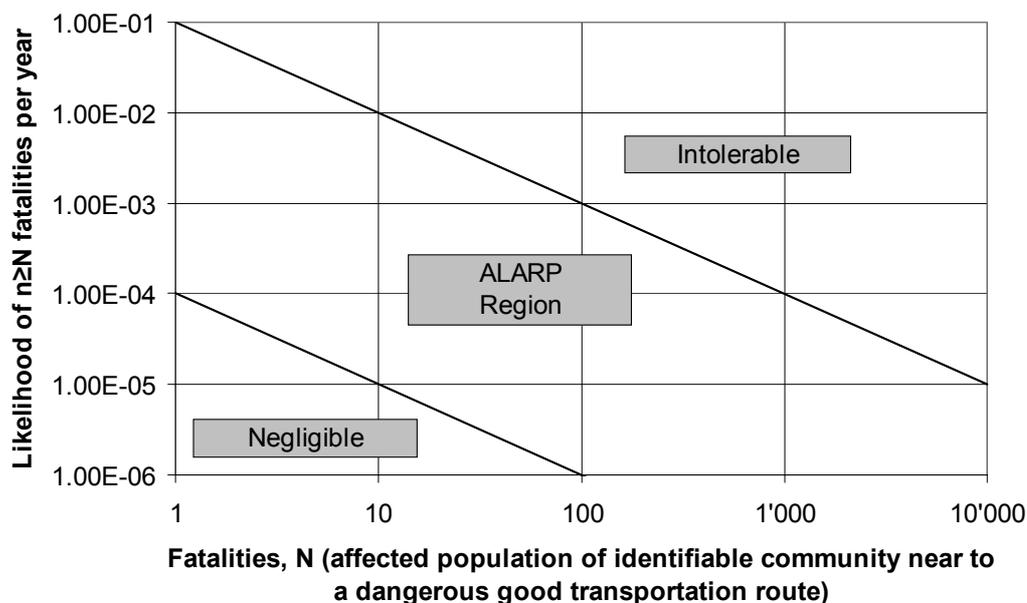


Abb. 4 Gruppen-Risikokriterien des ACDS [16]

²⁹ Sinngemäß: Die so genannten Häufigkeits-Ausmass-Kurven (welche man erhält, wenn man die Häufigkeit, dass ein Ereignis N oder mehr Menschen tötet, als Funktion von N aufzeichnet), sind direkt anwendbar für Risiken durch grössere Industrieanlagen (chemische Anlagen), sie sind aber nicht gültig für verschiedene Risiken wie Überflutung durch einen Dammbbruch oder in einem Sportstadion durch eine Menschenmenge erdrückt zu werden. HSE schlägt für eine einzelne Anlage vor, dass das Risiko, dass durch einen Unfall 50 oder mehr Menschen getötet werden, kleiner als einmal in 5000 Jahren sein sollte (Ankerpunkt, Extrapolation durch die Annahme einer Steigung für die Aversion von -1 (lineare Abhängigkeit)). Für einen Anlagenkomplex wird der Tod von 500 Menschen oder mehr durch ein einzelnes Ereignis mit der gleichen Wahrscheinlichkeit als Ankerpunkt verwendet.

Tabelle 2 Ableitung der ACDS Risiko-Grenzl意思 [16]

- For individual risk, start from the premise that a „risk of death of one in a thousand per annum is about the most that is ordinarily accepted under modern conditions for workers in the UK”;
 - Suggest that 1/10 of this should be tolerable for risks associated with 3rd party activities to members of the public (i.e. $1 \cdot 10^{-4}$ per year);
 - For societal risk, start from the assertion that the risks associated with the Canvey Island complex (after improvements as assessed in HSE, 1981) „were regarded as just about tolerable”;
 - For „an identifiable community near a port” (para 32), use the Canvey societal risk results to provide an „anchor” for the lower limit of intolerability (at $2 \cdot 10^{-4}$ per year for 500 or more fatalities);
 - Apply an aversion slope of -1 which although often considered to be „risk neutral” implies a degree of risk aversion to generate a „local intolerability line”; and
 - Insert a corresponding „negligible” line 1000 times lower and, in addition, insert a „local scrutiny line” to account for local factors – which for the port of Felixstowe is 10 times lower than the local intolerability line.
-
- Application: „identifiable community” close to a DG transport route in the UK

Eine Methode wurde entwickelt (ARICOMAH), die von Bewertern angewendet werden kann und auf einfache, schnelle Art Informationen zur Grösse des gesellschaftlichen Risikos liefert.

The dimensions of the worst-case accident footprint (N_{\max}) are calculated using the appropriate fire, explosion or toxic gas dispersion model, the endpoint being that thermal dose, overpressure or toxic dose that corresponds to the LD50³⁰. Allowance is made for attenuation of toxic dose for an indoor population when appropriate (e.g. a residential population at night). The number of survivors within the contour is assumed to equal the number of fatalities outside the contour. This will be cautious in most cases³¹ [15].

³⁰ LD50: Dosis, für die erwartet wird, dass 50% der Betroffenen (Durchschnittspopulation) an den Folgen sterben.

³¹ Sinngemäss: Die Ausdehnung des betroffenen Gebietes im schlimmsten anzunehmenden Unfall wird mit entsprechenden Modellen für Brand, Explosionen oder für die Ausbreitung toxischer Gase berechnet. Die maximale Ausdehnung entspricht dabei dem LD50-Wert für Wärmestrahlung, Überdruck bzw. toxischer Dosis. Eine Reduktion der toxischen Dosis kann angenommen werden

Die Methoden sind insgesamt auf Mittelwerte („best-estimates“) ausgerichtet; im Zweifelsfall sind konservative Annahmen zu treffen.

3.2.3 Konzept vernünftiger Möglichkeiten (ALARP) [15], [13]

Ultimately, it is a matter for the courts to decide whether or not duty-holders have complied with duties qualified by the concept of „reasonable practicability“, considerable attention must be paid to how the courts have interpreted the concept. Case law on duties qualified by „so far as is reasonably practicable“ (SFAIRP) makes it clear that the courts will look at all relevant circumstances, on a case by case basis, when reaching decisions on the appropriateness of action taken by duty-holders in meeting this qualification³².

Of particular importance in the interpretation of SFAIRP is *Edwards vs. the National Coal Board* (1949) 1 A11 ER 743. This case established that a computation must be made in which the quantum of risk is placed on one scale and the sacrifice, whether in money, time or trouble, involved in the measures necessary to avert the risk is placed in the other; and that, if it be shown that there is a gross disproportion between them, the risk being insignificant in relation to the sacrifice, the person upon whom the duty is laid discharges the burden of proving that compliance was not reasonably practicable³³.

für Personen in Gebäuden (z.B. Wohnbevölkerung nachts). Es wird unterstellt, dass die Anzahl Überlebender innerhalb des betroffenen Gebietes gleich der Anzahl getöteter Personen ausserhalb des Gebietes ist, was in den meisten Fällen konservativ ist.

³² Sinngemäss: Schlussendlich ist es Sache der Gerichte zu entscheiden, ob die Verantwortlichen den Aufgaben entsprochen haben, die im ALARP-Konzept dargelegt sind; ein spezielles Augenmerk muss darauf gerichtet werden, wie die Gerichte das Konzept interpretiert haben. Gerichtsfälle, begründet durch „soweit es vernünftigerweise möglich ist“, zeigen klar, dass die Gerichte auf alle relevanten Umstände schauen, und zwar fallweise, wenn entschieden werden muss, ob die Handlungen der Verantwortlichen die Qualifikationen erfüllt haben.

³³ Sinngemäss: Von besonderer Bedeutung für die Interpretation von SFAIRP ist der Fall *Edwards* gegen die nationale Kohlebehörde. Dieser Fall bewirkte, dass eine Berechnung gemacht werden muss, die das Risiko auf einer Skala aufzeigt und die Opfer, die erbracht werden müssen, sei es in Form von Geld, Zeit oder Schwierigkeiten durch die Massnahmen, um das Risiko abzuwehren, auf der anderen Skala. Zeigt sich eine grosse Unverhältnismässigkeit zwischen den beiden Werten, also wenn das Risiko unbedeutend ist gegenüber den Opfern, die erbracht werden müssen, dann sind die Verantwortlichen davon befreit zu zeigen, dass sie das Konzept der vernünftigen Möglichkeiten erfüllen.

When assessing compliance with duties qualified by all injunctions embodying the concept of „reasonable practicability” such as SFAIRP, ALARP (as low as reasonably practicable), it is now taken for granted that such duties have not been complied with if the regime introduced to control risks fails the above „gross disproportion” test. This is usually achieved by weighing each opportunity for an incremental reduction in risks against the presumed benefits in term of the avoidance of injury³⁴.

Normally, risk reduction action can be taken using good practice³⁵ as a baseline – the working assumptions being that the appropriate balance between costs and risks was struck when the good practice was formally adopted and the good practice then adopted is not out of date. However, there will be cases where some form of computation between costs and risks will form part of the decision-making process. Typical examples include major investments in safety measures where good practice is not established, new regulations and, sometimes, in determining action following a formal risk assessment³⁶.

Risk reducing measures (RRM) involve costs but this reduction will bring about a benefit (reduction in lives saved, etc.) which can be expressed in monetary terms. The ratio of the costs to the benefits can be described as a „proportion factor” (PF). Generally, the value of avoiding a statistical fatality is assumed approxi-

³⁴ Sinngemäss: Für die Beurteilung der Erfüllung von Pflichten, für die es Erläuterungen über gerichtliche Entscheidungen gibt, die das Konzept des „vernünftig Möglichen“ konkretisieren wie SFAIRP, ALARP, kann es nun als erwiesen angenommen werden, dass diesen Pflichten nicht entsprochen wurde, wenn das herrschende System zur Risikokontrolle (-beherrschung) den Test bezüglich grosser Unverhältnismässigkeiten nicht besteht. Dies wird normalerweise erreicht, indem jede Möglichkeit zur zusätzlichen Verringerung des Risikos dem angenommenen Nutzen in Form von verhinderten Verletzen gegenübergestellt wird.

³⁵ Dieses Konzept geht auf das Jahr 1842 zurück.

³⁶ Sinngemäss: Normalerweise orientieren sich risikoreduzierende Massnahmen an „guten üblichen Verfahren“ – mit der Annahme, dass dabei bereits ein entsprechendes Gleichgewicht zwischen Kosten und Risiken beachtet wurde, und dass die „guten üblichen Verfahren“ immer noch aktuell sind. Trotzdem wird es Fälle geben, bei denen gewisse Berechnungen für Kosten und Risiken Teile des Entscheidungsfindungsprozesses bilden. Typische Beispiele sind grosse Investitionen in Sicherheitsmassnahmen in Fällen, für die „gute übliche Verfahren“ noch nicht etabliert sind, bei neuen Gesetzen oder manchmal bei der Bestimmung von Massnahmen aufgrund einer formalen Risikoanalyse.

mately £1m. The benefits might also include the avoidance of such things as environmental cleanup costs, increased insurance premiums, etc³⁷.

If this PF is greater than some defined value, then the costs can be said to be grossly disproportionate to the benefits and the RRM would not be „reasonably practicable“. It is assumed that, within the „tolerable if ALARP“ region, the minimum value of PF will be 1 since values below 1 imply a bias against safety. It is further assumed that the value of PF will increase in some way as risk increases. That is to say, the operator would be expected to pay more to reduce risk by a given amount if the initial level of risk is close to the intolerable limit than if the risk were just above the broadly acceptable limit [15]. In the intolerable region, RRM's must be implemented almost regardless of cost, implying a very high or infinite PF (though it is recognised that CBAs and gross disproportion are not applicable in this region)³⁸.

Für den Proportionalitätsfaktor PF wurde ein oberer Wert von 10 vorgeschlagen, das zugrunde liegende Prinzip ist in Abb. 5 dargestellt.

³⁷ Sinngemäß: Risikoreduzierende Massnahmen verursachen Kosten, aber bringen auch einen Nutzen (gerettete Leben, usw.), der in Geld ausgedrückt werden kann. Das Verhältnis von Kosten zu Nutzen kann als „Proportionalitätsfaktor“ bezeichnet werden. Im allgemeinen wird angenommen, dass der Wert für die Verhinderung eines statistischen Todesfalles 1 Mio. £ beträgt. Der Nutzen kann auch Dinge miteinbeziehen wie das Verhindern von Kosten für die Reinigung der Umwelt, den Anstieg von Versicherungsprämien usw.

³⁸ Sinngemäß: Ist der Proportionalitätsfaktor grösser als ein definierter Wert, dann kann gesagt werden, dass die Kosten unverhältnismässig sind zum Nutzen, und risikoreduzierende Massnahmen wären nicht vernünftigerweise möglich. Es wird angenommen, dass im Bereich der tolerierbaren Risiken, sofern das ALARP-Prinzip befolgt wird, der kleinste Wert für den Proportionalitätsfaktor 1 ist, da Werte kleiner als 1 eine Infragestellung der Sicherheit wären. Es wird weiter angenommen, dass der Proportionalitätsfaktor ansteigt, wenn das Risiko grösser wird. Man kann also sagen, dass von einem Betreiber erwartet wird, dass er mehr bezahlen wird, um das Risiko zu reduzieren, wenn der ursprüngliche Risikowert schon nahe bei der Grenze zu nicht-tolerierbaren Risiken ist als wenn er gerade über den Grenzwert für allgemein akzeptierte Risiken liegt. Im Bereich der tolerierbaren Risiken müssen risikoreduzierende Massnahmen unabhängig von den Kosten umgesetzt werden, was einem sehr hohen oder unendlichen Proportionalitätsfaktor entspricht (dennoch wird anerkannt, dass CBA's und grosse Unverhältnismässigkeiten nicht anwendbar sind in diesem Gebiet).

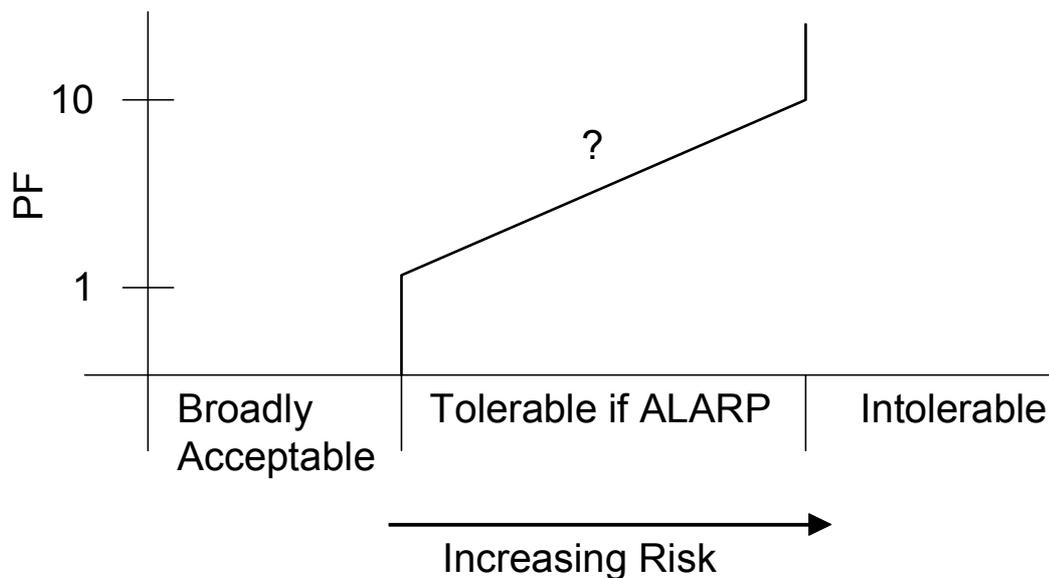


Abb. 5 Abhängigkeit des Proportionalitätsfaktors PF von der Risikolage [15]

3.2.4 Erfahrungen und Erkenntnisse

Grossbritannien verfügt im Bereich „control of major hazards and risks“ über ein ausgereiftes Konzept und Instrumentarium, eingebettet in eine Risikokultur mit langer Tradition. Das Denken und Handeln orientiert sich an dem Verhältnis von Aufwand und Nutzen, unter Einbezug quantitativer Ansätze und Methoden zur Risikoermittlung und –beurteilung.

Die Vorgehensweise und Zuständigkeiten sind weitgehend akzeptiert, worauf die geringe Häufung von öffentlich ausgetragenen Streitfällen hindeutet. Seit 1949 hat es auf Antrag des HSE zweimal eine öffentliche Anhörung („public inquiry“) gegeben mit Entscheid durch den Secretary of State for the Environment (anstelle der lokalen Planungsbehörde). In beiden Fällen (1991 und 1993) handelte es sich um Baumassnahmen (452 Wohnungen, Geschäfte und eine Schule sowie Umwandlung eines Warenhauses in einen Hotelkomplex mit 120 Betten), jeweils in unmittelbarer Nähe zu chemischen Anlagekomplexen (Chlor, Phosgen). Obwohl es um Raumplanungsentscheide ging (siehe Kap. 4.2.1), seien die Fälle hier angesprochen, da die Risikoeinschätzung („risk assessment methodology“) eine entscheidende Rolle spielte: Im ersten Fall wurde die Entwicklung zugelassen, weil eine entsprechende Methodik zur Bestimmung der Folgen störfallbedingter Gasfreisetzung und deren Häufigkeit nicht verfügbar war (!), im zweiten Fall abgelehnt, weil die Anwendung der inzwischen entwickelten Methodik eine zu grosse Zunahme der Risiken auswies.

3.3 Niederlande

3.3.1 Rechtlicher Rahmen, Zweck und übergeordneter Ansatz

Der Ansatz für den Umgang mit technischen Risiken in den Niederlanden ist bereits seit Ende der achtziger Jahre im „National Plan for Environmental Protection Policy“ (NMP) bzw. im Anhang dazu [17] festgelegt. Das übergeordnete Ziel ist der momentane und zukünftige Schutz von Menschen, Tieren, Pflanzen, des Ökosystems und des Eigentums durch Massnahmen, welche eine nachhaltige Entwicklung erlauben.“ Die rechtlichen Grundlagen zur Umsetzung der SEVESO II-Richtlinie sind in einem Parlamentsbeschluss [18] als Gesetz formuliert. Die Schlussdiskussion dazu im Niederländischen Parlament ist allerdings noch ausstehend, diese ist für Oktober 2004 vorgesehen.

Dabei sollen durch die Einbindung des Risikobegriffs in die Umweltpolitik folgende Ziele erreicht werden [17]:

- „provide guidelines for the risks associated with widely differing agents;
- set standards per agent or group of agents by comparing them with all relevant risk levels...;
- set priorities (urgency of measures), assess the environmental return of certain policy options (risk reduction per unit cost) and forecast developments in the quality of the environment on the basis of quantitative risk assessments;
- ensure comparability of protection levels and methods of dealing with pollution sources;
- provide insights into ways of conducting risk analyses (standard tests, model calculations, extrapolation factors etc.) and into the possible detrimental effects on all parties concerned;
- harmonise the setting of standards in the various compartments and thus create environmental policy”³⁹.

³⁹ Sinngemäss: Liefert Richtlinien für das Risiko verschiedener Verursacher. / Festlegen von Standards für verschiedene Verursacher oder Gruppen von Verursachern durch Vergleich mit allen relevanten Risiken. / Festlegung von Prioritäten (Dringlichkeit von Massnahmen), Bewertung der Umweltbilanz gewisser politischer Optionen (Risikoreduktion pro Kosten) und Voraussage von Entwicklungen in der Qualität der Umwelt aufgrund von quantitativen Risikobeurteilungen. / Sicherstellen der Vergleichbarkeit von Schutzniveaus und Methoden, um mit Verschmutzungsquellen umzugehen. / Einblicke liefern, wie eine Risikoanalyse durchgeführt werden kann (Standardtests, Modellberechnungen, Extrapolationfaktoren usw.) und in mögliche schädliche Effekte, wel-

Das Risiko ist dabei definiert als „the unwanted consequences of a particular activity in relation to the likelihood that this may occur“⁴⁰, was der SEVESO II-Richtlinie entspricht.

Die Niederlande sind ein dicht besiedeltes Land, in dem risikobasierte Entscheide, insbesondere im Zusammenhang mit dem Deichbau, eine lange Tradition haben. Der angemessene Schutz vor den Bedrohungen der Nordsee bzw. den Folgen einer Sturmflut hat schon früh zu Kosten-Nutzen-Überlegungen und der Akzeptanz von Restrisiken gezwungen.

Beim Umgang mit Störfallrisiken, die von technischen Anlagen ausgehen, werden das Mortalitätsrisiko einzelner Menschen und das einer Gruppen quantitativ bewertet, stets unter Berücksichtigung des ALARP-Prinzips. Zwar sind auch weitere quantitative Kriterien entwickelt worden, wie zum Beispiel für Ökosysteme, diese haben in der Praxis jedoch nur eine geringe Bedeutung. Dies wird häufig damit begründet, dass, wenn die Menschen entsprechend geschützt sind, auch der ausreichende Schutz der Umwelt gewährleistet ist.

3.3.2 Durchführung einer Risikoanalyse

Der Betreiber einer als potentiell gefährlich eingestuften Anlage, bei der es sich dabei um stationäre Anlagen oder um Transportsysteme mit chemischen oder radioaktiven Substanzen oder mit genetisch veränderten Organismen handeln kann, muss einen Externen Sicherheitsbericht (EVR, Externe Veiligheids Rapport), verfassen, der öffentlich zugänglich ist. Er ist also für die Sicherheit der Anlage verantwortlich und muss diese auch nachweisen. Die entsprechenden Mengenschwellen für den Entscheid, ob eine Risikoanalyse durchgeführt werden muss, entsprechen denen der SEVESO II-Richtlinie. Der EVR wird durch die für die Provinz zuständige Raumplanungsbehörde geprüft.

Neben dem EVR muss auch ein Internen Sicherheitsbericht (AVR, Arbeids Veiligheid Rapport) erstellt werden. Dieser Bericht ist jedoch vertraulich; er enthält die detaillierten Beschreibungen zum Design und zur Konstruktion der Anlage

che alle Beteiligten betreffen. / Harmonisierung bei der Festlegung von Standards in verschiedenen Gebieten und somit einer Umweltpolitik.

⁴⁰ Sinngemäss: ... die unerwünschten Konsequenzen einer bestimmten Tätigkeit in Bezug zu deren Wahrscheinlichkeit

und zeigt auf, wie die Sicherheit der Anlage sowie die Sicherheit der Beschäftigten in der Anlage „kontrolliert“ werden.

Die Methoden zur Durchführung von Risikoanalysen im Rahmen des EVR sind im „Purple Book“ [19] festgelegt, welches zusammen mit dem „Red Book“ [20], dem „Green Book“ [21] und dem „Yellow Book“ [22] benutzt werden muss (diese Unterlagen werden zusammen auch „Colored Books“ genannt). Das VROM (Ministerium für Wohnungsbau, Raumplanung und Umwelt) hat diese Analysemethoden in die Softwarelösung SAFETI umgesetzt, die als Standard den Unternehmen, die eine Risikoanalyse durchführen müssen, zur Verfügung steht.

Die Struktur des EVR ist grob vorgegeben, wobei bei dessen Abfassung folgende Randbedingungen zu beachten sind:

- Bei der Bestimmung des Individualrisikos und des Gruppenrisikos werden die Mitarbeiter der betroffenen Anlage nicht berücksichtigt. Immer noch ungelöst ist die Behandlung der Mitarbeiter einer benachbarten Anlage eines anderen Unternehmens.
- Externe Ereignisse wie Flugzeugabsturz müssen berücksichtigt werden; das interne Risiko bei einer chemischen Anlage ist aber erfahrungsgemäss klar grösser.
- Unsicherheiten müssen nicht ausgewiesen werden; es werden „Bestimate Werte“ verwendet bzw. methodisch angestrebt.
- Für die Bestimmung der Anzahl getöteter Personen wird der LD50-Wert verwendet.

3.3.3 Risikobewertung

Für die Bewertung der ermittelten Risikowerte sind für das Individualrisiko und für das Gruppenrisiko Grenzwerte festgelegt worden, letztere allerdings in Form einer Richtlinie und nicht als Verfügung.

Die einzuhaltenden Grenzwerte für das Individualrisiko [18] betragen für bestehende Anlagen $10^{-5}/a$ und für Neuanlagen $10^{-6}/a$. Unterhalb dieser Grenzwerte muss das ALARP-Prinzip in jedem Fall beachtet werden, also auch noch bei sehr kleinen Risiken. Diese Definition der Grenzwerte hat die frühere Vorgabe abgelöst, nach der ein zusätzlicher Grenzwert für zu vernachlässigbare Risiken von $10^{-8}/a$ existierte. In der Praxis begrenzen wirtschaftliche Überlegungen die Anwendung des ALARP-Prinzips, und niemand geht deshalb unter die alten Grenzwerte

für vernachlässigbare Risiken⁴¹. Das Verletzungsrisiko wird bei dieser Definition implizit berücksichtigt, es wird angenommen, dass auf eine getötete Person 10 Verletzte kommen.

Die Grenzwerte für das Gruppenrisiko [6] sind in Abb. 6 in Form eines sog. F/C-Diagramms dargestellt. Dabei handelt es sich um eine Grenzwertlinie mit dem Ankerpunkt $10^{-3}/a$ und einer Neigung, die einen Aversionsfaktor bzw. –exponenten von 2 berücksichtigt und somit einer unterstellten Abneigung gegen Szenarien mit sehr hohem Schadensausmass Rechnung trägt. Unterhalb dieser Grenzlinie muss ebenfalls das ALARP-Prinzip in jedem Fall beachtet werden, also auch bei sehr kleinen Risiken. Die Grenzlinie kann in begründeten Fällen auch überschritten werden, sie ist somit rechtlich nicht verbindlich. Diese Festlegung der Grenzwerte hat die früheren Ansätze abgelöst, bei denen zwischen einer Grenzlinie für existierende Anlagen, einer Grenzlinie für Neuanlagen und einer Grenzlinie zu vernachlässigbaren Risiken unterschieden wurde.

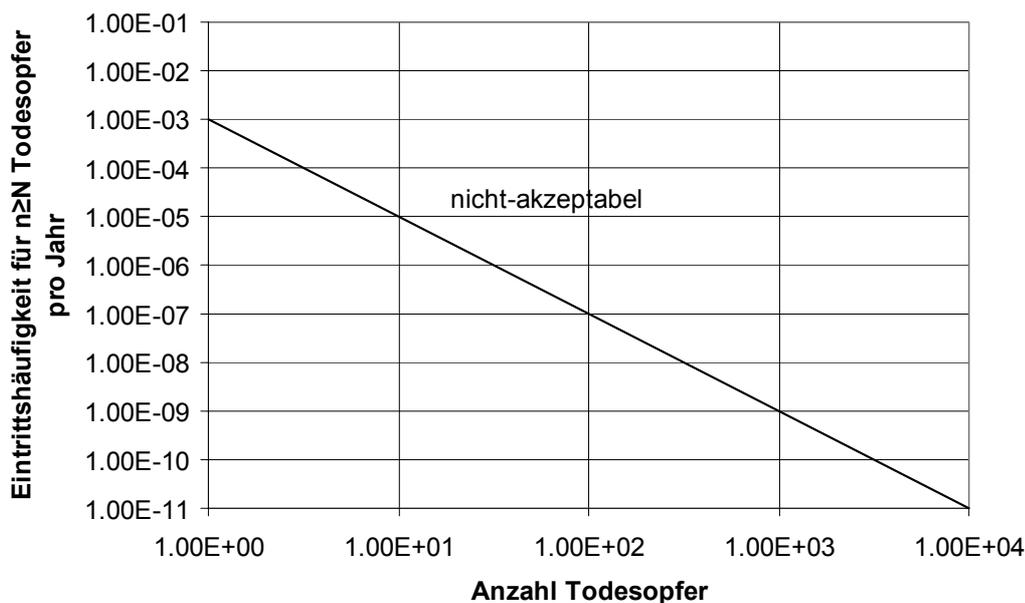


Abb. 6 Grenzlinie für das Gruppenrisiko in den Niederlanden

Der EVR wird durch das VROM formal und auf Einhaltung der Risikogrenzwerte geprüft. Die Resultate des EVR werden auch für die Notfallplanung und für die Raumplanung verwendet, das Gruppenrisiko allerdings spielt bei der Raumplanung zumindest keine explizite Rolle. Liegen die Ergebnisse der Risikoanalyse nicht unterhalb der Risikogrenzwerte, wird der EVR zurückgewiesen.

⁴¹ Ben Ale, persönliche Mitteilungen, September 2004

3.3.4 Erfahrungen und Erkenntnisse

Die Erfahrungen der niederländischen Ministerien und Behörden mit dem etablierten Ansatz sind im Prinzip gut⁴²: Die quantitativen Beurteilungskriterien erlauben eine klare Handhabung der Vorgaben; die Grenzen des Ansatzes wie z.B. der Aufwand für die Durchführung der Analysen werden jedoch auch erkannt. Auch wird der Risikoaspekt nicht als das einzige Kriterium zur Erfüllung des übergeordneten Ziels, dem Schutz von Menschen um Umwelt, verstanden. Andererseits sucht gerade das Innenministerium nach einfacher zu handhabenden Ansätzen, insbesondere für die Anwendung bei der Notfallplanung.

Die Industrie reagiert eher mit Skepsis: Grundsätzlich werden Grenzwerte bezüglich Risiko und Sicherheit begrüsst, die Werte selbst jedoch als zu streng empfunden. Es wird argumentiert, dass die Grenzwerte nicht im Verhältnis stehen zu anderen Gefährdungen wie zum Beispiel durch CO₂-Emissionen. Auch will man das Gruppenrisiko angesichts bestehender Unsicherheiten nur einsetzen, wenn mehrere Alternativen bewertet werden müssen, also nur für vergleichende Betrachtungen.

Einzelnen Bevölkerungsteilen in den Niederlanden erscheint der Ansatz zum Teil unverständlich, vor allem dann, wenn sie beispielsweise aufgrund von Risikobewertungen von Umsiedlungen betroffen sind, während andere Risiken des täglichen Lebens als viel grösser empfunden werden. Auch regt sich Widerstand in der Bevölkerung gegenüber zugelassenen Gefahrguttransporten.

3.4 Frankreich

3.4.1 Rechtlicher Rahmen, Zweck und übergeordneter Ansatz

Der gesetzliche Rahmen geht auf die siebziger Jahre zurück. Das Prinzip, Sicherheitszonen um gefährliche Anlagen („major hazard industries“) zu bilden, wurde 1990 in einem Leitfaden [23] des französischen Umweltministeriums beschrieben: „In the regulation related to the control of hazardous establishments, the deliverance of the license to operate can be subordinated to a sufficient distance between

⁴² Ben Ale, persönliche Mitteilungen, Mai 2004

the establishment and people located around”⁴³. Damit ist die Raumplanung ein gewichtiger Teil der „risk management policy“, die aus vier Elementen besteht [24]:

- Risk reduction on-site: to reduce at the source the hazard potential and to implement risk control measures during plant operation;
- Land-use planning: to maintain appropriate distances between the hazardous installation and the sensitive receptors to limit the consequences of the dangerous phenomenon like dispersion, fire or explosion (hazard flux);
- Emergency plans: to prepare the „receptors” (public) and the rescue services to behave efficiently in case of a major accident,
- Information to the public: to inform the public about the possible consequences of major accidents and the behaviour they need to have in such situations, but also to explain about the risk reduction on-site and the land-use planning objectives”⁴⁴.

In dem zitierten Leitfaden wurden auch Referenz-Störfallszenarien definiert, die auch als Basis der Gefahrenanalyse dienen. Sie ist vom Betreiber als Teil des Sicherheitsberichtes gemäss SEVESO II-Richtlinie durchzuführen, mit dem Ziel

- Gefahren zu identifizieren;
- potentielle Konsequenzen einer Anzahl von Störfällen (Referenzszenarien) zu bewerten und nachzuweisen, dass adäquate Massnahmen getroffen werden, um die Gefahren zu minimieren⁴⁵;
- Ausschlusszonen („exclusion zones“) anhand des schlimmsten Falls, d. h. unter Weglassen der Barrieren, zu bestimmen.

⁴³ Sinngemäss: In der Gesetzgebung für die Kontrolle gefährlicher Einrichtungen kann die Erteilung einer Betriebslizenz abhängig gemacht werden von einem genügend grossen Abstand zwischen der Anlage und der Bevölkerung um die Anlage.

⁴⁴ Sinngemäss: Risikoreduktion vor Ort: An der Quelle das Risikopotential reduzieren und Massnahmen zur betrieblichen Risikokontrolle einführen. / Raumplanung: Entsprechende Distanzen zwischen den gefährlichen Anlagen und sensitiven Gebieten gewährleisten, um die Konsequenzen gefährlicher Effekte wie Ausbreitung, Feuer oder Explosion zu begrenzen (Gefahrenfluss). / Notfallpläne: Öffentlichkeit und Notfalldienst vorbereiten, damit sie sich im Falle eines schweren Unfalls effizient verhalten. / Information der Öffentlichkeit: Die Öffentlichkeit über die möglichen Folgen eines schweren Unfalls und die Verhaltensregeln in einer solchen Situation zu informieren, aber auch über risikoreduzierende Massnahmen in der Anlage und die Zielsetzungen in der Raumplanung.

⁴⁵ Das geschieht, indem man zunächst „worst-case“ Szenarien analysiert und dann die geschaffenen „safety barriers“ berücksichtigt, um schliesslich anhand der Unterschiede die Sicherheitsgewinne zu beurteilen.

Die Schadenshöhe dient als alleiniger Massstab zur Beurteilung der Bedeutung (Schwere) eines potentiellen Störfalls, unabhängig von dessen Häufigkeit, allerdings werden bei der Auswahl von Referenzszenarien die unwahrscheinlichsten (durch Einbezug geschaffener Barrieren) implizit eliminiert. Es wird zudem angenommen, dass ausserhalb der „exclusion zones“ das Risiko gleich Null ist.

Tabelle 3 zeigt Referenzszenarien und Schadenskriterien, die bisher für Raumplanungszwecke genutzt wurden. Die Vorgehensweise ist deterministisch, konsequenzenbasiert und enthält keinerlei Risikogrenzwerte.

Tabelle 3 Referenzszenarien und Wirkungskriterien für Raumplanungszwecke in Frankreich [23], [6]

Scenario	Applicable to type of facility	Effects studied	Criteria corresponding to first irreversible effects	
			deaths	
BLEVE	Liquefied combustible gases	Thermal radiation Overpressure	5 kW/m ² 140 mbar	3 kW/m ² 50 mbar
UVDE	Liquefied combustible gases	Overpressure	140 mbar	50 mbar
Total instantaneous loss of containment	Vessels containing liquefied/non-liquefied toxic gases	Toxic dose	Based on LC 1% ^{a)} and exposure time (passage of the cloud)	Based on IDLH ^{b)} and exposure time (duration of the leak)
Instantaneous rupture of the largest pipeline leading to the highest mass flow	Toxic gas installations (containment designed to resist external damage or internal reactions of products)	Toxic dose	Based on LC 1% ^{a)} and exposure time (passage of the cloud)	Based on IDLH ^{b)} and exposure time (duration of the leak)
Fire in largest tank; Explosion of the gas phase for fixed roof tanks; Fireball and projection of burning product due to boilover	Large vessels containing flammable liquids	Thermal radiation Overpressure Missile and product projection originating from explosions	5 kW/m ² 140 mbar	3 kW/m ² 50 mbar
Explosion of the largest mass of explosive present or explosion due to a reaction	Storage or use of explosives	Thermal radiation Overpressure Missile and projectiles originating from explosions	5 kW/m ² 140 mbar	3 kW/m ² 50 mbar

^{a)} Lethal concentration to 1% of the population when exposed by inhalation for a specified time period.

^{b)} Immediately Dangerous to Life or Health. The concentration represents the maximum concentration of a substance in air from which healthy male workers can escape without loss of life or irreversible health effects under conditions of a maximum 30-min exposure time.

3.4.2 Neueste Entwicklungen

Im Jahre 2000 wurde das Institut National de l' Environment Industriel et des Risques (INERIS) vom Ministerium für Umwelt und Raumplanung mit einer Bestandesaufnahme beauftragt, speziell im Hinblick auf die Artikel 9 (Störfallrisiko, Sicherheitsbericht) und Artikel 12 der SEVESO II-Richtlinie. Die Katastrophe vom 21. September 2001 in der Düngemittelfabrik in Toulouse, mit vielen Opfern ausserhalb der „exclusion zones“, erhöhte den Neuerungsdruck. Am 30. Juli 2003 wurde ein neues Gesetz erlassen [25] und neue Leitlinien erarbeitet [24]; deren zentrale Elemente sind (weitere Details unter Kap. 4.4):

- Verbesserte Information und stärkere Beteiligung der Öffentlichkeit, u.a. durch Schaffung eines „Local Committees for information and concertation on industrial risk, for each top tier establishment (or industrial park)“⁴⁶.
- Neue Hilfsmittel („tools“) für die Raumplanung (siehe Kap. 4.4).

Die neuen Leitlinien stellen die Notwendigkeit eines „detailed risk assessment“ heraus. Das Gesetz fordert in Artikel 4: „The applicant supplies as safety report (fr: étude de danger) that specifies the risks to which the facility may, either directly or indirectly, expose the interests specified in Article L. 511-1 in the event of an accident, whether the cause is internal or external to the facility.

This safety report gives rise to a risk analysis that takes into account the likelihood of occurrence, the kinetics and the seriousness of the potential accidents according to a methodology that it explains. It defines and justifies the measures to reduce the likelihood and the effects of these accidents“⁴⁷.

Kapitel 6 anerkennt die Rolle des Staates und entsprechender Festlegungen (einschliesslich der Referenzszenarien, die offensichtlich „nur“ mit Hilfe probabilistischer Methoden überprüft und gegebenenfalls modifiziert werden).

⁴⁶ Sinngemäss: Lokale Ausschüsse für Information und Kommunikation über industrielle Risiken für jede Einrichtung auf höchster Gefahrenstufe (oder Industriepark).

⁴⁷ Sinngemäss: Der Gesuchsteller liefert einen Sicherheitsbericht, der das Risiko aufgrund interner oder externer Gründe spezifiziert, welchem die Interessierten bei einem Unfall direkt oder indirekt ausgesetzt sind. / Der Sicherheitsbericht führt zu einer Risikoanalyse, welche die Wahrscheinlichkeit eines Ereignisses berücksichtigt, sowie die Dynamik und die Konsequenzen eines möglichen Unfalls, basierend auf einer Methode, die zu erklären ist. Die Risikoanalyse definiert und rechtfertigt Massnahmen zur Reduzierung der Wahrscheinlichkeit und Konsequenzen eines Unfalls.

Das neue Gesetz stärkt also die Rolle probabilistischer Methoden – insbesondere bei der Auswahl der Referenzszenarien; der vollständige Ersatz des bisherigen deterministischen Ansatzes durch einen probabilistischen samt zugehöriger Grenzwerten ist nicht erkennbar.

4 Länderbezogene Umsetzung SEVESO-Richtlinie, Art. 12 – Raumplanung allgemein

4.1 Deutschland

In der Flächenausweisung / Raumplanung verfolgt Deutschland das Prinzip der Trennung bzw. geregelten Koexistenz unvereinbarer Aktivitäten durch Zonenbildung und Festlegung geeigneter Abstände, beispielsweise zwischen einer Industriezone und Wohngebieten. Die Verfahren sind – gemäss ihrer Bedeutung – unterschiedlich angesiedelt und zu unterscheiden von Genehmigungsverfahren gemäss Bundes-Immissionsschutzgesetz⁴⁸ und Bundesbaugesetz, mit den Landesbehörden als Verfahren-führende Behörden.

Aus methodisch-historischer Sicht verfolgt man das Konzept „generischer Distanzen“, die von der Art der industriellen Aktivität oder der Menge und der Art des gefährdenden Stoffes abhängen. Im Falle chemischer Anlagen bedeutet dies, „dass Massnahmen vom Betreiber zu ergreifen und von der Behörde zu überwachen sind, die für eine ausreichende Anzahl von Barrieren sorgen und somit schwere Unfälle mit Auswirkungen ausserhalb des Anlagenraumes praktisch unmöglich machen“ [6]. Man strebt gedanklich ein „Null-Risiko“ an.

Im Hinblick auf Artikel 12 der SEVESO II-Richtlinie gibt es – bis auf Explosivstoffe, Ammoniumnitrat und LPG-Lagerung – noch keine konkrete Umsetzungsverordnung, allerdings „good practice“ in Form von Ländererlassen, z.B. in Nordrhein-Westfalen [26]. Zur Vorbereitung einer solchen Verordnung haben die Störfallkommission (SFK) und der Technische Ausschuss für Anlagensicherheit (TAA) eine nationale Arbeitsgruppe gebildet, die auch die in der novellierten SEVESO II-Directive geforderte und inzwischen installierte Arbeitsgruppe unterstützt. Erste Ergebnisse zeigen Trends auf [27]:

- Der risikobasierte (probabilistische) Ansatz wird als Idee erneut zurückgewiesen und stattdessen ein „sophisticated deterministic approach“ entwickelt (siehe Abb. 7).

⁴⁸ Paragraph 50: „Bei raumbedeutsamen Planungen und Massnahmen sind die für eine bestimmte Nutzung vorgesehenen Flächen einander so zuzuordnen, dass schädliche Umwelteinwirkungen und von schweren Unfällen im Sinne des Artikels 3 Nr. 5 der Richtlinie 96/82/EG in Betriebsbereichen hervorgerufene Auswirkungen auf die ausschliesslich oder überwiegend dem Wohnen dienenden Gebiete sowie auf sonstige schutzbedürftige Gebiete so weit wie möglich vermieden werden“.

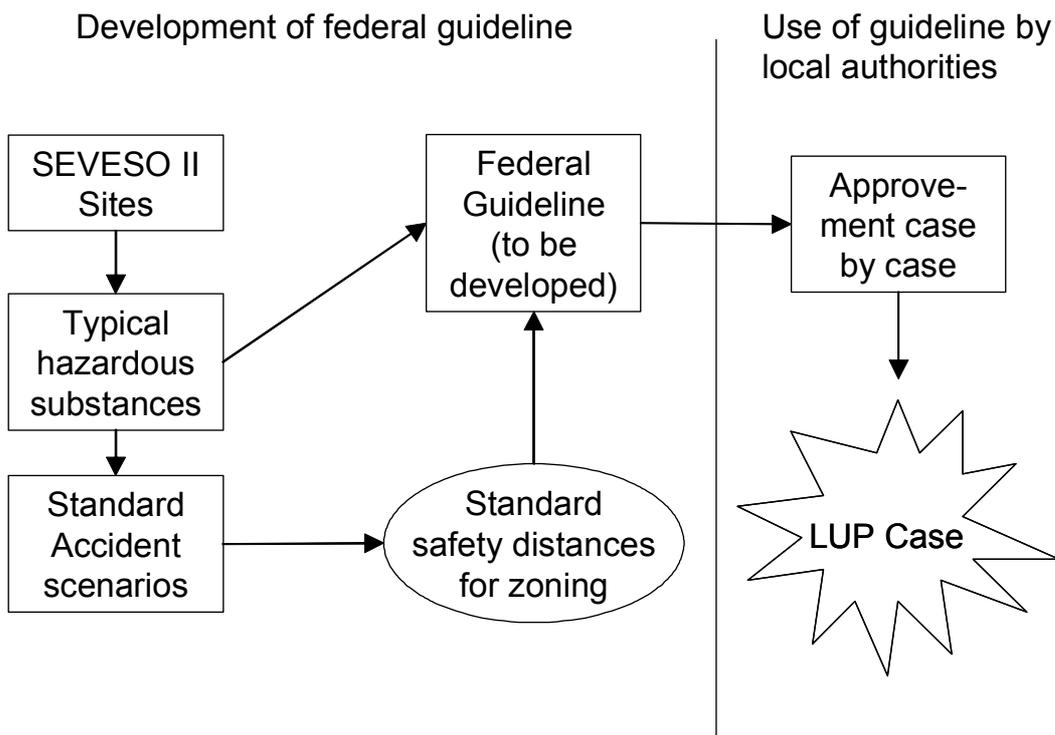


Abb. 7 Umgang mit Unfallgefahren (Deutsche Sichtweise)

- Abstände gelten als bestimmbar unter Berücksichtigung des Standes der Sicherheitstechnik.
- Chemische Anlagen sind typisierbar, Szenarien (z.B. Leitungsbruch mit zugehöriger Austrittsrate) bestimmbar (siehe Tabelle 4), ebenso Wirkungsradien mit Annahme von Schwellwerten (ERPG-2) und mittleren Ausbreitungsbedingungen (keine Inversion, Windgeschwindigkeit 3 m/s) bzw. von Schwellwerten für Überdrücke und Wärme ermittelbar (siehe Tabelle 5 als Beispiel).

Tabelle 4 Standardisierte Unfallszenarien (Deutscher Vorschlag)

Beispiel: Chlor, Schwergasausbreitung, gleichmässige Bodenrauigkeit				
Rohrbruch	Massenstrom [kg/s]	Total verdampfte Masse [kg] bei Windgeschwindigkeit 1 m/s	Distanz [m] bei Standardausbreitung ERPG-2/3	Distanz [m] bei ungünstiger Ausbreitung ERPG-2/3
DN 15	3.83	1899	776/293	>2000/830
DN 20	6.81	3371	1056/395	>2000/1171
DN 25	10.63	5255	1339/501	>2000/1519
DN 32	17.42	8599	1732/661	>2000/2010
DN 40	27.22	13'422	>2000/839	>2000/>2000
DN 50	42.53	20'953	>2000/1062	>2000/>2000

ERPG: Emergency Response Planning Guidelines (USA)

Tabelle 5 Standardisierte Sicherheitsabstände (Deutscher Vorschlag)

Vorschlag für Sicherheitsabstände		
Klasse	Distanz	Beispiele für toxische Substanzen
Klasse I	2500 m	Nicht definiert
Klasse II	2000 m	Phosgen
Klasse III	1500 m	Chlor, Acrolein
Klasse IV	1000 m	Schwefelwasserstoffe, Schwefeldioxyd
Klasse V	700 m	Chlorwasserstoffe, Formaldehyd
Klasse VI	500 m	Ammoniak, Brom, Blausäure
Klasse VII	300 m	Oleum, Druckverflüssigte Gase, Ethylenoxyd, Fluor, Fluorwasserstoffe

Fazit: Deutschland wird also seine Flächenausweisung / Raumplanung bzw. Umsetzung des Artikels 12 der SEVESO II-Richtlinie traditionsgemäß an der Festlegung von Abständen orientieren und diese im Einzelnen festlegen; sie werden in nächster Zeit aber nicht in verbindlicher Form vorliegen.

Für die Zonenbildung ausserhalb einer „SEVESO-Anlage“ müsste der Flugzeugabsturz, wenn er nicht ausgeschlossen werden kann, als Störfallverstärker betrachtet werden, wenn durch ihn Konsequenzen-verschlimmernde Szenarien ausgelöst werden können (z.B. Tankbersten statt Leck). Wechselwirkungen zweier Industrieanlagen (chemische Anlage (alt) – neue Landebahn) untereinander sind wohl der Einzelfallbetrachtung überlassen. Hinweise auf technische Massnahmen zur Kompensation zu geringer Abstände fehlen.

4.2 Grossbritannien

4.2.1 Zonen um gefährliche chemische Einrichtungen

Bei Raumplanungs- bzw. Ansiedlungsentscheiden in der Nähe einer „major hazard chemical installation“ hat die lokale Planungsbehörde die gesetzliche Pflicht, die „Competent Authority“ (in diesem Fall HSE) um Rat in Sachen Sicherheit zu fragen. Dieser Rat mündet in eine Empfehlung „advise against“ oder „don’t advise against“. Es ist darauf hinzuweisen, dass Sicherheit nur einer von vielen Gesichtspunkten ist, die bei der Entscheidungsfindung im Einzelfall zu berücksichtigen sind.

HSE hat dazu eine Methodik [28] entwickelt, die von der Festlegung einer „Consultation Distance around (existing) major hazards sites“⁴⁹ (im Rahmen des CO-

⁴⁹ Sinngemäß: Bezugsdistanzen um (existierende) bedeutende gefährliche Anlagen.

MAH-Verfahrens, siehe Kapitel 3.2) ausgeht und innerhalb derer drei Zonen gebildet werden.

Die Zonenbildung folgt für Freisetzungen toxischer Substanzen dem „risk informed approach“. Die Zonenradien entsprechen „risk contours based on the probability of receiving at least a dangerous dose (which causes severe distress to almost everyone, a substantial fraction would need medical attention, ... , highly susceptible might be killed)”⁵⁰ [29]. Die „gefährliche Dosis“ erlaubt also, neben tödlichen Wirkungen auch Verletzungen und Gruppenempfindlichkeiten zu berücksichtigen. Man nimmt an, dass für die Mehrzahl der Bevölkerung die letale Dosis das Dreifache der „gefährlichen Dosis“ beträgt.

- Die innere Zone ist definiert „by an individual risk exceeding 10 in a million per year (10^{-5}) of receiving a „dangerous dose“ or worse.... This figure is compared to the risk being killed in a road accident ($10^{-4}/a$)⁵¹“.
- Die mittlere Zone weist einen entsprechenden Wert von $10^{-6}/a$ auf (Bezugsgrösse: Tod durch Blitzschlag ($10^{-7}/a$)), und die äussere Zone einen entsprechenden Wert von $3 \cdot 10^{-7}/a$.

Für Hitze- oder Explosionsgefahren folgt man dem „consequence-based approach“, weil man weiss, dass die „consequence vs. distance curve for thermal or explosion hazards”⁵² scharf abfällt bei einer bestimmten Entfernung (risk = 1 for $< d_0$, risk = 0 for $\geq d_0$); die zugehörigen Szenarienfrequenzen können leicht „anmultipliziert” werden.

- Die innere Zone wird definiert über den Feuerballradius oder einen Explosionsdruck von 600 mbar, bei dem von einer Zerstörung von Gebäuden (mit hoher Wahrscheinlichkeit für den Tod der Insassen) auszugehen ist. Die Werte für die mittlere und äussere Zone sind in Tabelle 6 enthalten. Die zur Ermittlung der Risikokonturen anzuwendende Methodik wird als „cautious best-estimate“ bezeichnet und muss u. a. „human factors“ als Störfallauslöser einschliessen [30].

⁵⁰ Sinngemäss: Risikokonturen basierend auf der Wahrscheinlichkeit, zumindest eine gefährliche Dosis zu erhalten (welche für praktisch alle schweres Leid bedeutet, ein bedeutender Anteil braucht medizinische Betreuung, ... , sehr Empfindliche können sterben)

⁵¹ Sinngemäss: durch den Wert $10^{-5}/a$ für das Individualrisiko, eine gefährliche oder schlimmerer Dosis zu erhalten. Dieser Wert wird verglichen mit dem Risiko, bei einem Autounfall getötet zu werden ($10^{-4}/a$).

⁵² Sinngemäss: Konsequenzen als Funktion der Distanz für thermische Einwirkungen und Explosionen.

Tabelle 6 Kriterien zur Festlegung von Zonen um gefährliche Einrichtungen in Grossbritannien [6]

	Inner zone	Middle zone	Outer zone
Risk-based criteria	10 ⁻⁵ per year	10 ⁻⁶ per year	3·10 ⁻⁷ per year
Consequence based criteria	Fireball radius; 600 mbar	1000 TDU*; 140 mbar	500 TDU*; 70 mbar

* Thermal Dose Units, combination of thermal flux and duration of exposure (kWm⁻²)^{4/3}s.

Innerhalb dieser Zonen werden Entwicklungen erlaubt oder abgelehnt, je nachdem um welche Art es sich handelt. Dazu werden sog. Empfindlichkeitsstufen („Sensitivity Levels“) definiert und Entwicklungstypen als Indikatoren benutzt:

- Level 1 - normal working population
- Level 2 - general public – at home or involved in normal activities
- Level 3 - vulnerable members in the public (children, those with mobility difficulties or unable to recognize physical danger)
- Level 4 - large examples of Level 3 and outdoor examples of 2

Arbeitsplätze mit weniger als 100 Beschäftigten pro Gebäude und weniger als 3 belegten Stockwerken gehören beispielsweise zum Sensitivity Level 1; solche Entwicklungen werden in allen Zonen zugelassen (siehe Tabelle 7). Mit mehr als 100 Beschäftigten ... („except where the development is at the major site itself (remains Level 1)⁵³) folgt Level 2 und der Ausschluss der Arbeitsplatzentwicklungen in der inneren Zone, wegen „substantial increase in numbers at risk with no direct benefit from exposure to the risk“⁵⁴.

Tabelle 7 Entscheidungsmatrix [28]

Sensitivitätslevel	Entwicklungen in der inneren Zone	Entwicklungen in der mittleren Zone	Entwicklungen in der äusseren Zone
1	DAA	DAA	DAA
2	AA	DAA	DAA
3	AA	AA	DAA
4	AA	AA	AA

AA / DAA = Advise / Don't Advise Against development

⁵³ Sinngemäss: ausser wenn die Entwicklung die wichtigste Anlage selber betrifft (bleibt Level 1)

⁵⁴ Sinngemäss: ein wesentlicher Anstieg des Risikos ohne direkten Nutzen, dem Risiko ausgesetzt zu sein

Die Zonenbildung und Risikokonturen basieren auf Individualrisiken; über „Sensitivity Levels“ und Entwicklungstypen wird „Bevölkerungsdichte“, und somit das gesellschaftliche Risiko (societal risk, Gruppenrisiko) in die Entscheidungsfindung im Rahmen der Raumordnung einbezogen.

Verkehrswege (Bahnlinien, Hauptstrassen etc.) werden als Entwicklung genannt, bei der HSE als „statutory consultant“ beizuziehen ist, allerdings nur, wenn diese innerhalb der „Consultation Distance“ liegen. Bei dieser auf die existierende chemische Anlage zentrierten LUP-Betrachtungsweise fielen Änderungen im Bereich eines Flughafens in die Beratungszuständigkeit des HSE; sie fielen in den Bereich „developments for use by the general public“ (A) – ohne explizit genannt zu werden; spezifische Erfahrungen liegen nicht vor⁵⁵.

4.2.2 Airport Public Safety Zones

In Anlehnung an die Zonenbildung um „major hazard chemical installations“ für Raumplanungszwecke wurden Public Safety Zones (PSZ) geschaffen, „to provide adequate protection against inappropriate development of land“⁵⁶[31]. Speziell für Flughäfen legt man um Ende/Anfang von Start-/Landebahnen Zonen fest, innerhalb derer Entwicklungen restriktiv gehandhabt werden „in order to control the number of people on the ground at risk of death or injury in the event of an aircraft accident on take-off or landing. The basic policy objective governing the restriction on development near civil airports is that there should be no increase in the number of people living, working or congregating in PSZ and that, over time, the number should be reduced as circumstances allow“⁵⁷.

⁵⁵ Eine Einstufung als „motorway, dual carriage way (in their own right, i.e. not as an integral part of other developments)“ würde zum Sensitivity Level 2 führen (prime purpose is as a transport link. Potentially large numbers exposed to risk but exposure of an individual is only for a short period), „any railway or tramtrack“ zum Level 1. In jedem Fall wäre Entwicklung ausserhalb der inneren Zone möglich.

⁵⁶ Sinngemäss: angemessen Schutz erbringen gegenüber unpassenden Landentwicklungen

⁵⁷ Sinngemäss: um die Anzahl der Menschen, welche dem Risiko, durch einen Flugzeugunfall beim Start oder bei der Landung getötet oder verletzt zu werden, ausgesetzt sind, zu kontrollieren. Das grundlegende Ziel der Politik bezüglich Auflagen für die Entwicklung um zivile Flughäfen ist, dass die Anzahl Personen, die in den PSZ leben, arbeiten oder sich aufhalten, nicht ansteigt; mit der Zeit soll deren Anzahl, sofern es die Umstände erlauben, reduziert werden.

Gemeinsam mit der niederländischen Regierung wurde ein Rahmen geschaffen, der risikobasiert ist und sich am Einzelrisiko⁵⁸ orientiert; ein Leitfaden wurde vom Transportministerium erarbeitet und den lokalen Planungsbehörden in Form einer Zirkularnote zur Verfügung gestellt [32].

Auf die Landebahn bezogen wird, basierend auf einer Vorhersage der Anzahl und Art der Flugbewegungen für das Jahr 2015, eine Zone festgelegt, die durch eine Risikokontur von $10^{-5}/a$ begrenzt wird und in der „new or replacement developments“⁵⁹ (insbesondere Wohnhäuser) nicht zugelassen sind.

Zugebenermassen kann das Risiko in Einzelbereichen innerhalb der Zone grösser sein, „an individual third party risk of being killed as a result of an aircraft accident of 1 in 10'000 per year is regarded as maximum tolerable level (para 5)“: The Secretary of State wishes to see the emptying of all occupied residential properties, and of all commercial and industrial properties occupied as normal all-day workplaces, within the 1 in 10'000 individual risk contour. In cases where any part of a residential property falls within this contour he will expect the operator of an airport for which new PSZ have already been established to make, within twelve months of the date of this Circular, an offer to purchase the property or, at the option of the owner, such part of its garden as falls within this contour (para 6)⁶⁰. [32].

Ein direkter Bezug zum Gruppenrisiko besteht nicht⁶¹. Solche Airport PSZ würden für 29 britische Flughäfen berechnet, haben typischerweise die Form eines modifizierten Dreiecks, mit Ausdehnungen ab Schwelle von bis zu 3 bis fast 5

⁵⁸ Chance to be killed by aircraft impact per year for an individuuum exposed 24 h per day, 365 days per year.

⁵⁹ Sinngemäss: Neu- oder Ersatzentwicklungen

⁶⁰ Sinngemäss: Für das Individualrisiko, dass Dritte durch einen Flugzeugunfall ums Leben kommen, wird $10^{-5}/a$ als maximal tolerierbarer Wert angesehen. Der Staatssekretär/Minister würde es gerne sehen, wenn alle Wohngebäude sowie ganztätig genutzte kommerzielle und industrielle Gebäude innerhalb der $10^{-5}/a$ Risikokontur aufgegeben würden. In Fällen, bei denen mindestens ein Teil eines Wohngebäudes in die Risikokontur fällt, würde er erwarten, dass der Betreiber eines Flughafens, für den bereits neue PSZ festgelegt sind, innerhalb 12 Monaten das Gebäude abkauft.

⁶¹ There are two principal reasons why societal risk is not being 'overtly' considered. Firstly, some argue that societal risk criteria are not well developed in the land-use planning field. Secondly, the proposed zones are intended to limit the exposure of large number of people, thereby controlling and minimizing societal risk

km, bei einer Ausgangsbreite von mehr als 100 bis 500 m; die Berechnungsmodelle sind weitgehend standardisiert [31].

4.3 Niederlande

Aufgrund seiner hohen Besiedlungsdichte haben in den Niederlanden Einschränkungen bei der Raumplanung bzw. Bestimmungen bei der Art der Bodennutzung einen starken Einfluss auf wirtschaftliche Rahmenbedingungen, Wohnqualität und Umweltschutz. Neben dem Risiko durch eine technische Anlage (Chemieanlage, Flughafen) sind bei der Entscheidungsfindung viele weitere Faktoren zu berücksichtigen.

Die verwendeten Sicherheitszonen („safety zones“) haben einen geringeren Einfluss auf wirtschaftliche Randbedingungen und Landpreise, als dies eigentlich zu erwarten wäre. Die Sicherheitszonen haben vielmehr stabilisierenden Charakter, der gesellschaftliche Gewinn wird längerfristig als grösser empfunden als die damit verbundenen Kosten / wirtschaftlichen Verluste.

Um Anlagen sind öffentliche Sicherheitszonen („public safety zones“) festgelegt worden. Die Vorgehensweise entspricht im Prinzip der in Grossbritannien, im Unterschied dazu gibt es jedoch nur zwei Zonen:

- Eine innere Zone ($10^{-5}/a$), in der keine neuen Entwicklungen erfolgen können, zudem können auch „certain developments“ abgerissen werden.
- Eine äusserer Zone ($10^{-6}/a$), in welcher der aktuelle Zustand erhalten bleibt, es gibt also in dieser Zone auch keine neuen Entwicklungen.

Das jährliche Risiko bezieht sich dabei auf eine fiktive Person, welche sich während 365 Tagen und täglich 24 Stunden am entsprechenden Ort aufhält.

Ändert nun eine Anlage ihr Gefahrenpotential, und verschieben sich somit die Risikokonturen, so haben die Betroffenen die Möglichkeit, dagegen zu klagen, da sie in ihren Rechten (Bestandsschutz) beeinträchtigt sind.

Für den Flughafen Schiphol sind zudem spezielle Rechtsverordnungen mit einem Gesetz [33] und zwei Beschlüssen [34], [35], basierend auf den Artikeln 8.4 bzw. 8.15 des Gesetzes, erstellt worden. Das Konzept ist dem britischen sehr ähnlich (siehe Kapitel 4.2.2), ist aber rigoroser und sieht den Abriss unzulässig bestehender Einheiten vor (Wohngebäude).

Wichtig zu wissen ist, dass in den Niederlanden eine mögliche Überflutung des Landes das grösste Risiko für die Bevölkerung verursacht, gefolgt vom Flughafen Schiphol und erst dann von den chemischen Anlagen.

4.4 Frankreich

Wie in Kapitel 3.4 dargelegt, ist die Raumplanung, d. h. der Abstand zwischen der Gefahrenquelle („major hazard industries“) und von den Folgen möglicher Störfälle Betroffenen („sensitive receptors“), ein Eckpfeiler der französischen „risk management policy“. Die Raumplanung ist ein komplementäres Instrument zu risikoreduzierenden Massnahmen an der Anlage (on-site) und zur externen Notfallplanung.

Das im Juli 2003 verabschiedete Gesetz [25] ist also als nationale Umsetzung der SEVESO-II Richtlinie, Artikel 12 vor dem Hintergrund der Erfahrungen zu sehen, die aus dem katastrophalen Unfall in der Düngemittelfabrik in Toulouse gezogen wurden. Es führt ein neues Instrument ein, den sog. Technological Risk Prevention Plan (PPRT): „This plans aim at mitigating the residual risk, after prevention measures at the risk source have been taken. The plans will include:

- Restrictions of future construction and land use.
- Consolidation of existing constructions (blast-proof windows...): mandatory, compensated for by fiscal measures.
- In the areas exposed to very hazardous risks, existing buildings and constructions will be expropriated. In areas exposed to hazardous risk, owners will be given the right to force the city (or local community in charge of LUP) to buy their real estate.
- Definition of „very hazardous“ and „hazardous“ refers to people safety and will be defined by a decree. Operators of SEVESO sites, communes and the State will share the cost, on local convention basis. These plans will be elaborated on a local level, after a public consultation and in association with all stakeholders. Once approved by the State (Préfet), it becomes a full regulation”⁶² [36].

⁶² Sinngemäss: Diese Pläne zielen darauf, das Risiko für die Bevölkerung zu reduzieren, nachdem vorbeugende Massnahmen beim Risikoverursacher durchgeführt worden sind. Die Pläne beinhalten: Einschränkungen für zukünftige Bauten und Landnutzungen. / Konsolidierung vorhandener Bauten (drucksichere Fenster...): vorgeschrieben, entschädigt durch steuerliche Massnahmen. / In Gebieten, welche einem sehr hohen Risiko ausgesetzt sind, werden Gebäude enteignet. In Gebieten, welche einem hohen Risiko ausgesetzt sind, haben die Bewohner das Recht, die Stadt oder die

In Abschnitt 6 des Gesetzes wird präzisiert: „I. – Mark out those areas in which either it is prohibited to develop or extend existing structures or build new ones or such developments will be subject to limitations concerning construction, use or exploitation“⁶³.

Die Bestimmung der Zonen, in denen „developments“ verboten oder eingeschränkt sind, basiert auf einer Risikoanalyse, deren Methodik und Zielgrößen noch nicht festgelegt sind; die Bedeutung der Szenarien ist allgemein anerkannt; sie sollten auf nationaler Ebene – wie andere Vorgaben auch – fixiert werden.

Das Gesetz gesteht der Wahrscheinlichkeit bei der Risikoprävention eine Rolle zu (Abschnitt 6): „Art. L. 515-16. – Within the scope of exposure to the risks, the plans for the prevention of technological risks may depend on the type of risks, their seriousness, their likelihood and their kinetics“⁶⁴; ihre konkrete Bedeutung scheint aber noch offen zu sein: man spricht noch unterschiedlich von „danger zones [24]“ oder „risk contours“ [37]. Der Eindruck ist, dass der bisherige „consequence based approach“ prinzipiell beibehalten, aber verfeinert wurde. Quantitative Grenzwerte für Einzel- und Gruppenrisiken gibt es demzufolge nicht. Orientiert man sich bei der Bildung der Zonen an der bisherigen Praxis, so sind zwei Distanzen zu bestimmen:

- Auftreten erster Todesfälle (entsprechend einer 1%-igen Wahrscheinlichkeit für Todesfolge, LC 1%)
- Auftreten irreversibler Gesundheitseffekte (IDLH, siehe Tabelle 3)

Für Szenarien mit Feuer oder Explosion als Einwirkungsmechanismen werden die betroffenen Gebiete als kreisförmig angenommen, ebenso bei Freisetzung toxischer Substanzen, obwohl Grösse und Form des betroffenen Gebietes wetterabhängig sind und eher die Form einer „Ellipse“ in Windrichtung haben.

Gemeinde, welche für die Raumplanung zuständig ist, zu zwingen, ihre Immobilien zu kaufen. / Die Definitionen von „sehr gefährlich“ und von „gefährlich“ beziehen sich auf die Sicherheit der Menschen, Begriffe werden in einer Verfügung definiert. Betreiber von SEVESO-Anlagen, die Gemeinden und der Staat werden sich basierend auf einer lokalen Abmachung die Kosten teilen. Die Pläne werden auf lokaler Stufe nach einer öffentlichen Anhörung und zusammen mit allen Beteiligten erarbeitet. Einmal genehmigt durch den Staat, werden sie zu einer Verordnung.

⁶³ Sinngemäss: Gebiete werden bezeichnet, in denen es entweder verboten ist, vorhandene Strukturen weiter zu entwickeln oder zu erweitern, oder solche Entwicklungen werden beschränkt bezüglich Bebauung oder Nutzung.

⁶⁴ Sinngemäss: Die Pläne zur Verhinderung technischer Risiken hängen ab von der Art des Risikos, ihrer Bedeutung, Wahrscheinlichkeit und Kinetik.

INERIS hat im staatlichen Auftrag einen Ansatz für ein zweistufiges Vorgehen entwickelt, was einen grossen Spielraum für die Entscheidungsfindung lässt: „1) To assess the hazard and estimate the danger zones in a homogenous manner, following a common procedure at the national level, and 2) To assess alternatives including various risk reducing measures that can be negotiated at the local level by the stakeholders, according to criteria that have to be made explicit“⁶⁵.

⁶⁵ Sinngemäss: 1) Gefahren bewerten und Gefahrenzonen abschätzen, basierend auf einer landesweit einheitlichen Art, und 2) Alternativen bewerten, inklusive verschiedener risikoreduzierender Massnahmen, welche auf lokaler Stufe durch die Beteiligten, basierend auf klaren Kriterien, verhandelt werden können.

5 Ansätze, Vorgehensweisen und Bewertungskriterien weiterer Staaten und Organisationen

5.1 Schweiz

5.1.1 Rechtlicher Rahmen, Zweck und übergeordneter Ansatz

In der Schweiz sind die rechtlichen Grundlagen durch die Störfallverordnung (StFV) gegeben [38]. Diese bezieht sich auf das Umweltschutzgesetz (USG) [39] und auf das Gewässerschutzgesetz (GSchG) [40].

Die Schweiz als Nicht-EU-Land ist nicht an die SEVESO II-Richtlinie gebunden, Kohärenz mit der Direktive wird jedoch angestrebt. Trotzdem erfasst die StFV mehr Substanzen als die SEVESO II-Richtlinie, auch sind Transportwege, auf denen gefährliche Güter transportiert werden, sowie Betriebe mit Mikroorganismen explizit Teil der StFV.

Der in der StFV zitierte Artikel 10 (Katastrophenschutz), Absatz 4 des USG lautet: „Der Bundesrat kann durch Verordnung bestimmte Produktionsverfahren oder Lagerhaltungen verbieten, wenn die Bevölkerung und die natürliche Umwelt auf keine andere Weise ausreichend geschützt werden können“. Der Artikel 39 (Ausführungsvorschriften und völkerrechtliche Vereinbarungen), Absatz 1 des Umweltschutzgesetzes lautet: „Der Bundesrat erlässt die Ausführungsvorschriften“.

Die StFV wurde ergänzt durch Handbücher [41], [42], Beurteilungskriterien [43], [44] sowie durch Methodikbeispiele [45].

Die Verordnung soll „die Bevölkerung und die Umwelt vor schweren Schädigungen infolge von Störfällen schützen“. Ihr übergeordneter Zweck wird im Artikel 1 des USG, welches sich direkt auf die Bundesverfassung stützt, umschrieben: „Dieses Gesetz soll Menschen, Tiere und Pflanzen, ihre Lebensgemeinschaften und Lebensräume gegen schädliche oder lästige Einwirkungen schützen sowie die natürlichen Lebensgrundlagen, insbesondere die biologische Vielfalt und die Fruchtbarkeit des Bodens, dauerhaft erhalten und im Sinne der Vorsorge sind Einwirkungen, die schädlich oder lästig werden könnten, frühzeitig zu begrenzen“.

Die inhaltlichen Schwerpunkte der StfV werden wie folgt zusammengefasst:

- „Erfassen der Risiken für Bevölkerung und Umwelt, welche beim Umgang mit Stoffen, Erzeugnissen, Sonderabfällen oder Mikroorganismen sowie beim Transport gefährlicher Güter bestehen.
- Eigenverantwortliches Treffen der zur Verminderung des Risikos geeigneter Massnahmen durch den Inhaber des Betriebs oder eines Verkehrswegs. Dazu gehören Massnahmen, mit denen das Gefahrenpotential herabgesetzt, Störfälle verhindert und deren Einwirkungen begrenzt werden (Störfallvorsorge).
- Bewältigung von Störfällen durch den Inhaber. Dieser hat Störfälle unverzüglich zu bekämpfen, den Behörden zu melden und die Lehren und Konsequenzen aus dem Störfall schriftlich festzuhalten (Störfallbewältigung).
- Kontrolle der Eigenverantwortung des Inhabers durch die Behörde.
- Verbessern der Information der Bevölkerung, um die Risiken bewusster und verständlicher werden zu lassen.“

Zielgruppe der Risikoermittlung ist die Bevölkerung ausserhalb der Anlage, wobei das Kollektivrisiko (Gruppenrisiko) bestimmt wird; das Individualrisiko wird nicht ermittelt. Als Todesopfer gelten Personen, die innerhalb von 30 Tagen an den direkten Folgen des Störfalls sterben. Personen, die im untersuchten Betrieb arbeiten, werden nicht berücksichtigt, da für sie (schärfere) Gesetze zum Arbeitnehmerschutz gelten. Wenn allerdings Drittpersonen innerhalb des Betriebsareals bei einem möglichen Störfall betroffen (z.B. Sporttreibende oder Zuschauer in Kunsteisbahnen und Eisstadion, Badegäste in Badeanlagen etc.) sein können, so sind diese in der Einschätzung des Ausmasses der möglichen Schädigungen zu berücksichtigen.

5.1.2 Begriffe, Geltungsbereich, Verantwortlichkeiten

Die wichtigsten Begriffe sind wie folgt definiert [38]:

- Gefahrenpotential: Die Gesamtheit der Einwirkungen, die infolge der Mengen und Eigenschaften der Stoffe, Erzeugnisse oder Sonderabfälle entstehen können.
- Risiko: Wird bestimmt durch das Ausmass der möglichen Schädigungen der Bevölkerung und der Umwelt infolge von Störfällen und der Wahrscheinlichkeit, mit der diese eintreten.
- Risikoermittlung: Die vom Inhaber aufgrund einer Verfügung bereitzustellende Grundlagen für die Beurteilung des vom Betrieb ausgehenden Risikos durch die Behörde.

- Störfall: Ein ausserordentliches Ereignis in einem Betrieb, bei dem erhebliche Einwirkungen ausserhalb des Betriebsareals auftreten.
- Betrieb: Umfasst Anlagen ..., die in einem engen räumlichen und betrieblichen Zusammenhang zueinander stehen (Betriebsareal).

Die Störfallverordnung gilt u. a. für „Betriebe, in denen die Mengenschwellen für Stoffe, Erzeugnisse oder Sonderabfälle nach Anhang 1.1 überschritten werden.“

Gemäss StFV ist der Betreiber einer Anlage für die Durchführung der Analyse zuständig. Die Prüfung der Analyse erfolgt durch eine eigens bezeichnete kantonale Stelle, die in den meisten Kantonen dem Amt für Umweltschutz angegliedert ist.

Der Betreiber ist verpflichtet, „wenn sich die Verhältnisse wesentlich geändert haben oder relevante neue Erkenntnisse vorliegen“, diese zu berücksichtigen, und die Analyse entsprechend anzupassen. Dies bedeutet konkret, dass ein Betreiber, dessen Anlage sich im Umfeld eines Flughafens befindet und der Störfallverordnung unterliegt, bei einem Ausbau des Flughafens oder bei einer Änderung der Flugregime seine Analyse überarbeiten bzw. anpassen muss.

Die Erfahrung bei der Änderung der Flugregime des Flughafens Zürich hat jedoch gezeigt, dass diese praktisch keinen Einfluss auf das Risiko von Störfallbetrieben in der näheren Umgebung des Flughafens haben bzw. gegenüber anlageninternen Ereignissen von untergeordneter Bedeutung sind⁶⁶. Die entsprechenden Analysen mussten deshalb nicht angepasst werden.

5.1.3 Mengenschwellen / Maximalmengen

Die Mengenschwelle wird entweder über die Ausnahmeliste für Stoffe und Erzeugnisse, die Kriterienliste für Stoffe und Erzeugnisse oder die Liste für Mengenschwellen für Sonderabfälle ermittelt:

- Die **Ausnahmeliste** umfasst 56 Stoffe, für die eine bestimmte Mengenschwelle explizit definiert ist. Die Werte reichen von 1 kg (z.B. für Fluoressigsäure) bis 500'000 kg (für Heizöl).
- Mit der **Kriterienliste** werden aufgrund der Giftigkeit, der Brand- und Explosionseigenschaften oder der Ökotoxizität die Mengenschwellen für

⁶⁶ W. Funk – persönliche Mitteilungen, Mai 2004

alle anderen Stoffe ermittelt, die nicht in der Ausnahmeliste aufgeführt sind.⁶⁷

Die Festlegung der Mengenschwellen in der StFV unterscheidet sich von der Vorgehensweise in der SEVESO II-Richtlinie. Tendenziell liegen die Werte tiefer, was bedeuten würde, dass bei konsequenter Anwendung der SEVESO II-Richtlinie auf die Schweiz einige Betriebe nicht mehr der StFV unterstünden.

5.1.4 Methoden und Modelle für die Risikoevaluation

Unterliegt ein Betrieb der Störfallverordnung, so muss der Inhaber der Vollzugsbehörde einen Kurzbericht einreichen. Der Kurzbericht umfasst:

- „Eine knappe Beschreibung des Betriebs mit Übersichtsplan und Angaben zur Umgebung;
- eine Liste der Höchstmengen der im Betrieb vorhandenen Stoffe, Erzeugnisse oder Sonderabfälle, welche ... die Mengenschwellen überschreiten;
- die Risikobewertung ...;
- die Grundlagen allfälliger Sach- und Betriebshaftpflichtversicherungsverträge;
- Angaben über die Sicherheitsmassnahmen;
- eine Einschätzung des Ausmasses der möglichen Schädigungen der Bevölkerung oder der Umwelt infolge von Störfällen“.

Aufgrund des Kurzberichtes entscheidet die kantonale Vollzugsbehörde, ob der Inhaber des Betriebs eine detaillierte Risikoermittlung durchführen muss.

Die entsprechenden Methoden sind – wie bereits erwähnt – durch Handbücher und Methodikbeispiele vorgegeben. Der Inhaber eines Betriebes kann jedoch von diesen Methoden abweichen, sofern er zeigen kann, dass die gewählten Methoden zur Bestimmung des Risikos ebenfalls geeignet sind. Die Risikoermittlung basiert auf Best-estimate Werten; Unsicherheiten werden nicht à priori bestimmt.

Der Detaillierungsgrad muss aufgrund der spezifischen Gegebenheiten der zu analysierenden Anlage jeweils bestimmt werden, wobei „betriebliche und umgebungsbedingte Ursachen für Störfälle sowie Eingriffe Unbefugter berücksichtigt werden“ müssen.

⁶⁷ Zusätzlich gibt es auch noch eine Liste für Mengenschwellen für Sonderabfälle, mit der die Mengenschwellen jeweils für eine bestimmte Art von Sonderabfällen angegeben werden.

5.1.5 Risikodarstellung, Schadensindikatoren

In der Risikoermittlung hat der Inhaber das Risiko zu quantifizieren und in einem Wahrscheinlichkeits-Ausmass-Diagramm (W/A-Diagramm) als Summenkurve darzustellen. Das W/A-Diagramm ist besser als F/C- (Frequency / Consequence) Diagramm zu bezeichnen, da im Rahmen der Umsetzung der Störfallverordnung in der Schweiz eigentlich Häufigkeiten und keine (dimensionslose) Wahrscheinlichkeiten ermittelt werden. Die Summenkurve ist auch als CCDF-Kurve (Complementary Cumulative Distribution Function) bekannt.

Von ursprünglich 9 Schadensindikatoren werden nur noch die folgenden 6 Indikatoren beigezogen:

- Todesopfer⁶⁸ und Verletzte
- Verunreinigte oberirdische und unterirdische Gewässer
- Boden mit beeinträchtigter Bodenfruchtbarkeit
- Sachschäden

Dem Ausmass dieser Schadensindikatoren werden Störfallwerte zwischen 0 und 1 zugeteilt. Eine Verknüpfung der Störfallwerte ist in der Regel nicht notwendig. Diese Zuteilung wird in Abb. 8 illustriert. Für den Schadensindikator „Todesopfer“ entsprechen 10 Todesopfer dem Störfallwert 0.3 und 1000 Todesopfer dem Störfallwert 0.9.

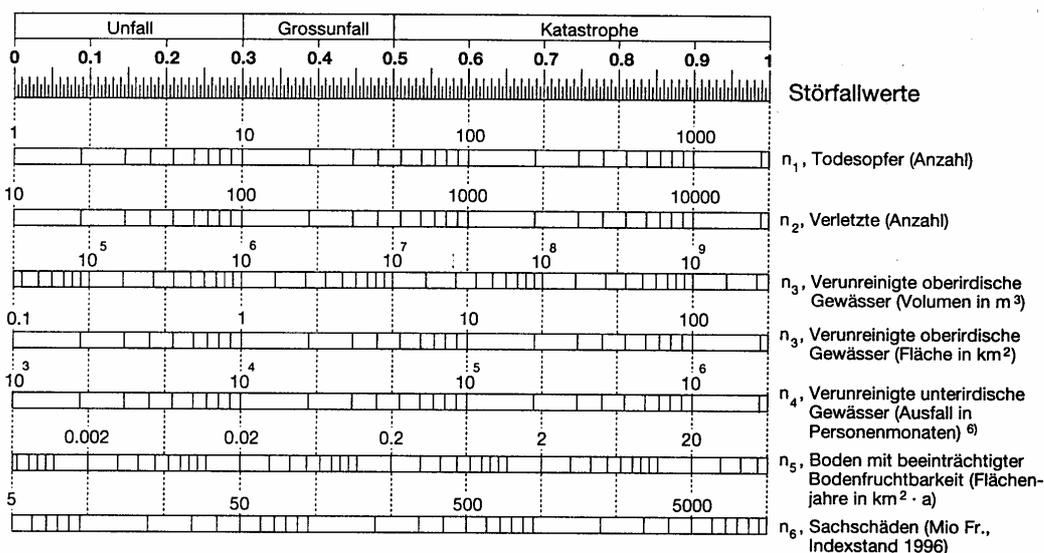


Abb. 8 Zuteilung der Schadensindikatoren zu den Störfallwerten

⁶⁸ Basierend auf den LD50-Werten und somit in Übereinstimmung mit GB und NL

Störfallwerte ≥ 0.3 entsprechen einer schweren Schädigung und sind somit der Störfallverordnung unterstellt, kleinere Störfallwerte unterstehen nicht der Störfallverordnung. „Die Ausmassachse im F/C-Diagramm ist begrenzt auf Störfallwerte ≤ 1 , da bei den in der Schweiz vorhandenen Betrieben mit gefährlichen Stoffen, Erzeugnissen oder Sonderabfällen nicht mit Ereignissen mit grösserem Schadensausmass zur rechnen ist“. Dies bedeutet konkret, dass in der Schweiz nicht mit einem Unfall mit mehr als ~ 2150 Todesopfern gerechnet wird [41].

Die jüngsten Diskussionen stellen jedoch die Begrenzung auf den Störfallwert 1 mit Bezug auf mögliche Sabotageakte oder terroristische Anschläge in Frage.

5.1.6 Beurteilungskriterien / Akzeptanzlinien, Rolle ALARP, Spielräume

Individualrisiko: Da kein Individualrisiko bestimmt wird, existieren dafür auch keine Grenzwerte für das Individualrisiko.

Gesellschaftliches Risiko: Akzeptanzlinien sind im F/C-Diagramm vorgegeben (siehe Abb. 9). Sie teilen das Diagramm in einen akzeptablen Bereich, einen Übergangsbereich und einen nicht-akzeptablen Bereich ein.

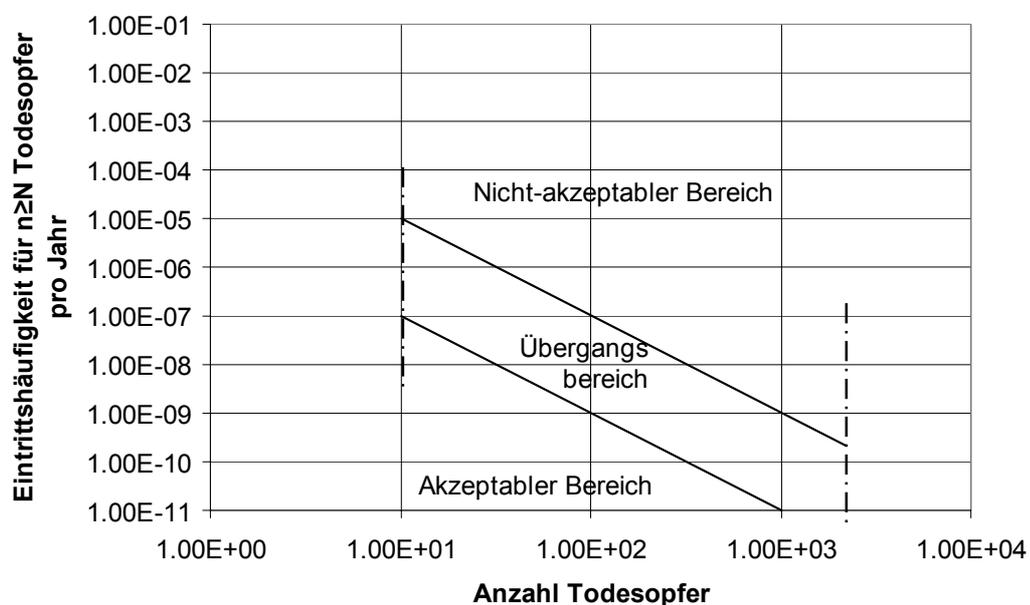


Abb. 9 Akzeptanzlinien der schweizerischen Störfallverordnung

Der Ankerpunkt für die Akzeptanzlinie zwischen dem Übergangsbereich und dem nicht-akzeptablen Bericht ist „1 Todesfall / 10^{-3} pro Jahr“, der mit Bezug auf das

alltägliche Individualrisiko abgeleitet wurde. Der gewählte Aversionsfaktor resp. –exponent von 2 spiegelt die unterstellte Aversion gegenüber Ereignissen mit grossem Schadensausmass wider. Die analoge Darstellung für die Beurteilung der Risiken beim Transport gefährlicher Güter hat die gleichen Akzeptanzlinien, die Einheit der Ordinate ist jedoch „Schadenshäufigkeit pro Jahr und pro hundert Meter“.

Bei der Beurteilung der Tragbarkeit des Risikos geht man wie folgt vor [43]:

- Liegt die Summenkurve für einen Schadensindikator (auch nur teilweise) über der Akzeptabilitätslinie, so ist das Risiko nicht tragbar; eine Interessensabwägung im Sinne von Artikel 7 der StFV ist nicht angebracht. Die Vollzugsbehörde verfügt als Zielvorgabe den Verlauf der Summenkurve unterhalb der Akzeptabilitätslinie. Diese Zielvorgabe richtet sich nach der Interessensabwägung gemäss Artikel 7, Absatz 2 der StFV. Die notwendigen zusätzlichen Sicherheitsmassnahmen (Artikel 8 der StFV) zum Erreichen der Zielvorgabe lassen sich in der Regel nur aufgrund eingehender Sicherheitsabklärungen bestimmen. Daher ist es nahe liegend, dass die Vollzugsbehörde dieses Massnahmen nicht direkt verfügt, sondern vom Inhaber Vorschläge einfordert, wie er die angestrebte Risikoverminderung erreichen will.
- Liegt die Summenkurve für einen Schadensindikator (auch nur teilweise) im Übergangsbereich, so führt die Vollzugsbehörde eine Interessenabwägung nach Artikel 7, Absatz 2, Buchstabe a der StFV durch. Fällt diese positiv aus, d.h. überwiegen die privaten und öffentlichen Interessen am Betrieb, so bleibt das Risiko tragbar. Fällt die Interessenabwägung negativ aus, d.h. überwiegen die Schutzbedürfnisse der Bevölkerung oder der Umwelt, wird von der Vollzugsbehörde eine Zielvorgabe für den Verlauf der Summenkurve verfügt....
- Liegt die Summenkurve für einen Schadensindikator vollständig im akzeptablen Bereich, so ist das Risiko tragbar und das Kontroll- und Beurteilungsverfahren ist abgeschlossen

5.1.7 Raumplanung

In der Schweiz sind die rechtlichen Grundlagen für die Raumplanung auf Stufe Bund durch das Raumplanungsgesetz (RPG) gegeben [46]. Basierend auf dem „Sachplan des Bundes“⁶⁹ erstellen die Kantone ihre Richtpläne, die mindestens

- „wie die raumwirksamen Tätigkeiten im Hinblick auf die anzustrebende Entwicklung aufeinander abgestimmt werden;
- in welcher zeitlichen Folge und mit welchen Mitteln vorgesehen ist, die Aufgaben zu erfüllen.“

Basierend auf den Richtplänen werden dann die Nutzungszonen festgelegt. Das Zusammenwirken zwischen den einzelnen Plänen wird im RPG geregelt⁷⁰. Quantitative Vorgaben für die Festlegung der Nutzungszonen gibt es nur bezüglich Lärmvorgaben; Risikoaspekte werden für die raumwirksamen Tätigkeiten im Prinzip nicht berücksichtigt. Eine Ausnahme bilden hier nur die Explosivstoffe, für die Abstände definiert sind.

Im Falle von Interessenskonflikten werden im Einvernehmen mit den betroffenen Parteien Lösungen gesucht. Das Konsensprinzip kommt hier wiederum zum Tragen (siehe 5.1.8). Diese Vorgehensweise ist im Allgemeinen erfolgreich wie das folgende Beispiel erläutert:

Auf einem Baugrundstück (ehemaliges Industriegelände) soll ein Einkaufszentrum mit Bürotrakt und weiteren Nutzungen erstellt werden. Das Baugrundstück grenzt an eine Industriezone, auf der mehrere Anlagen stehen, die der StFV unterliegen. Eine Risikoanalyse wurde durchgeführt und gemäss StFV bewertet, wobei mehrere Szenarien zu nicht-akzeptablen Risikowerten führten. Zusammen mit der Bauherrin des Einkaufszentrums, den Betreiberinnen der Industrie-Anlagen und der zuständigen kantonalen Kontrollstelle wurden risikoreduzierende Massnahmen definiert. Beide Seiten haben diesen Massnahmen zugestimmt und übernehmen jeweils die anfallenden Kosten. Das Einkaufszentrum erfährt Änderungen an der Gebäudehülle, zudem wird die Nutzfläche verkleinert; die Industrieanlagen werden technische und bauliche Änderungen erfahren, zudem ist mit Mehraufwand beim Betrieb zu rech-

⁶⁹ Artikel 13, Absatz 1 RPG: Der Bund erarbeitet Grundlagen, um seine raumwirksamen Aufgaben erfüllen zu können; er erstellt die nötigen Konzepte und Sachpläne und stimmt sie aufeinander ab.

⁷⁰ Artikel 2, Absatz 3 RPG: Die mit Planungsaufgaben betrauten Behörden achten darauf, den ihnen nachgeordneten Behörden den zur Erfüllung ihrer Aufgaben nötigen Ermessensspielraum zu lassen.

nen. Zwar sind jetzt beide Projekte eingeschränkt, die nachbarschaftliche Situation ist jedoch nun mittelfristig zufriedenstellend geregelt⁷¹.

5.1.8 Vollzug (inkl. Erfahrungs- und Rechtslage)

Der Vollzug der StFV liegt wie die Prüfung der Risikoanalysen bei den einzelnen Kantonen, in den meisten Kantonen dem Amt für Umweltschutz angegliedert.

Der Vollzug selbst profitiert von der Konsensmentalität in der Schweiz. Lösungen werden durchweg im Einvernehmen mit den Behörden und allen Beteiligten auf pragmatische Art und Weise gesucht, ein hohes Mass an Flexibilität ist dabei garantiert.

Die StFV ist seit 1991 in Kraft. Zwischenzeitlich wurden alle Betriebe innerhalb des Anwendungsbereichs erfasst und geprüft. Für stationäre Anlagen wurden die Probleme gelöst, die sich aus der Lage von Risiken im Übergangsbereich ergaben, allfällige Auflagen sind entweder bereits umgesetzt oder terminiert.

Allgemein stösst die Verordnung samt zugehöriger Umsetzungspraxis bei den Beteiligten auf grosse Zustimmung; sie gilt als weitgehend willkürfrei und ausreichend flexibel. Rechtsfälle konnten durch vorgelagerte Konsensfindung bis auf wenige Ausnahmen vermieden werden. Das Bundesgericht musste bisher nur in einem Fall höchstrichterlich entscheiden [47]:

Eine grosse Badeanlage desinfiziert das Badewasser mit Chlorgas, das verflüssigt in zwei 500 kg-Drückfässern gelagert wird. Das ermittelte Risiko lag zum Teil im Übergangsbereich; die Kontrollbehörde schätzte das mit der Lagerung des verflüssigten Chlorgases verbundene Risiko als zu gross ein und forderte, den Betrieb auf ein alternatives Desinfektionsverfahren umzustellen und das Risiko damit auf ein akzeptables Mass zu senken. Daraufhin eingereichte Beschwerden an den Regierungsrat und das Verwaltungsgericht des Kantons blieben erfolglos, so dass Verwaltungsgerichtsbeschwerde beim Bundesgericht erhoben wurde. Diese wurde gutgeheissen und die Sache zu erneuter Beurteilung an das kantonale Verwaltungsgericht zurückgewiesen (Dauer des (Streit-)Falls vom 2.3.1995 bzw. 12.2.96 bis 21.5.99 bzw. 8.1.2001).

⁷¹ Rudolf Braun, persönliche Mitteilungen, Juli 2004

Die Beschwerdeführerin hat behauptet, von ihr vorgeschlagene bauliche und betriebliche Massnahmen genügen, um das Risiko in den akzeptablen Bereich zu verlegen, und die Umstellung auf ein alternatives Verfahren sein unverhältnismässig (teuer) und unerprobt. Das Verwaltungsgericht ging davon aus, dass eine Interessenabwägung selbst dann zulässig sei, wenn das Risiko im akzeptablen Bereich liege, das Schadenspotential aber erheblich sei, da diese Risiken in jedem Fall unzulässig seien, unabhängig von ihrer Eintretenswahrscheinlichkeit. Das Bundesgericht gesteht zwar den Kantonen das Recht zu, maximale Schadensgrenzen für „wirkliche Grosskatastrophen“ festzulegen, hält aber in diesem Fall (ca. 50-100 Tote maximal) die Zuordnung von Wahrscheinlichkeitswerten für geboten, erkennt also die prinzipielle Gleichrangigkeit beider Komponenten des Risikos an.

Die Verordnung mit ihrer Umsetzungspraxis ist aber auch so flexibel, dass auf neuartige Fragestellungen und Randbedingungen entsprechend lösungsorientiert vorgegangen werden kann. Zum Beispiel berücksichtigt die StFV die Beschäftigten nicht ausdrücklich. Diese Vorgehensweise hat jedoch in jüngster Zeit zu neuartigen Problemstellungen geführt. Im Prinzip muss jedes Unternehmen, das der StFV unterliegt erfüllt, eine Risikoanalyse durchführen. Wird nun das Betriebsareal durch Änderung der Besitzverhältnisse auf mehrere Unternehmen aufgeteilt, so muss jedes einzelne Unternehmen eine eigene Risikoanalyse durchführen. In einem solchen Fall gehören die Beschäftigten des benachbarten Unternehmens nicht mehr zu den eigenen Beschäftigten und müssen deshalb für das gesellschaftliche Risiko mitgezählt werden. Dies hat dazu geführt, dass Risikokurven aufgrund der unmittelbaren Nachbarschaft zum anderen Betrieb in den nicht-akzeptablen Bereich kamen, obschon es sich unter Umständen um die gleichen chemischen Prozesse handelt wie vor der Aufteilung des Betriebsareals auf mehrere Unternehmen. In der Praxis können jedoch für die Risikoanalyse die Beschäftigten des benachbarten Unternehmens wie die eigenen Beschäftigten betrachtet werden, sofern Massnahmen wie zum Beispiel die Sicherheitsausbildung der Beschäftigten oder die Betriebsfeuerwehr von den Unternehmen gemeinsam durchgeführt werden⁷².

5.2 Vereinigte Staaten von Amerika

Der Ansatz in den USA, wie er durch die „Environmental Protection Agency“ (EPA) verfolgt wird, ist „consequence based“. Der Ansatz dient jedoch weniger

⁷² Rudolf Braun, persönliche Mitteilungen, Juli 2004

der direkten Beherrschung von Störfallrisiken und der Raumplanung, sondern viel mehr der Notfallplanung sowie der Risikokommunikation. Gemäss „Clean Air Act“ (CAA) müssen die betroffenen Unternehmen eine Risikoanalyse zuhanden des Risk Management Plans (RMP) erstellen. Die Methoden für die Durchführung der Risikoanalyse sind vorgegeben [48], die Methoden sind aber nicht zwingend, es kann davon abgewichen werden.

Die Risikoanalyse muss ein „worst case scenario“ sowie mindestens ein Alternativszenario mit einer höheren Wahrscheinlichkeit enthalten; bei den zu berücksichtigenden Gegenmassnahmen wird zwischen den beiden Fällen unterschieden. Das betroffene Gebiet entspricht der ERPG-2-Konzentration [49], wobei auch dokumentiert werden muss, ob sich sensitive Bevölkerungsschichten (z.B. Spitäler, Schulen) in dem betroffenen Gebiet befinden. Die Resultate der Risikoanalyse werden dann für die Notfallplanung verwendet, gelegentlich auch, um in Einzelfällen Entscheidungen zu treffen, wobei angestrebt wird, dass an dem Risikomanagementprozess alle Betroffenen beteiligt werden [50].

Die ERPG (Emergency Response Planning Guidelines)-Werte sind spezifisch für die Notfallplanung entwickelt worden; sie werden beigezogen, wenn es über Schutzmassnahmen zu entscheiden gilt. Die ERPG-Werte sind dabei wie folgt definiert:

- „ERPG-1: The maximum airborne concentration below which it is believed nearly all individuals could be exposed for up to 1 hour without experiencing more than mild, transient adverse health effects or without perceiving a clearly defined objectionable odor.
- ERPG-2: The maximum airborne concentration below which it is believed nearly all individuals could be exposed for up to 1 hour without experiencing or developing irreversible or other serious health effects or symptoms that could impair an individual’s ability to take protective action.
- ERPG-3: The maximum airborne concentration below which it is believed nearly all individuals could be exposed for up to 1 hour without experiencing or developing life-threatening health effects”⁷³.

⁷³ Sinngemäss: ERPG-1: Maximale luftgetragene Konzentration, unterhalb der angenommen wird, dass nahezu alle Personen bis zu einer Stunde exponiert sein können, und dabei nur schwache nachteiligen Gesundheitlichen Effekten erfahren, oder ohne klar unzulässige Gerüche wahrzunehmen. ERPG-2: Maximale luftgetragene Konzentration, unterhalb der angenommen wird, dass nahezu alle Personen bis zu einer Stunde exponiert sein können, und dabei keine irreversibel oder andere ernste gesundheitliche Effekte oder Symptome erfahren, welche sie hindern, Schutzmassnahmen zu ergreifen. ERPG-3: Maximale luftgetragene Konzentration, unterhalb der angenommen wird, dass nahezu alle Personen bis zu einer Stunde exponiert sein können, ohne lebensbedrohliche gesundheitliche Effekte zu erfahren oder zu entwickeln.

5.3 Australien

In Australien wird ein risikobasierter Ansatz verwendet, der sich auf das britische Vorbild bezieht (siehe Kap. 3.1 und 4.1), der jedoch mit seiner Aufschlüsselung verschiedener Betroffener eine eigene - Lösung darstellt mit dem Ziel konstanter Effekte.

Konkret gelten in Australien für das Risiko Einzelner, durch einen Störfall getötet zu werden, folgende Grenzwerte (jeweils pro Jahr) [3]:

- 10^{-6} für Anwohner
- $0.5 \cdot 10^{-6}$ für Schulhäuser und Spitäler
- $5 \cdot 10^{-6}$ für Sportplätze
- $50 \cdot 10^{-6}$ für Industriegebiete

Zusätzlich wird in Australien auch ein Grenzwert von $50 \cdot 10^{-6}$ für das Individualrisiko für Anwohner, durch einen Störfall verletzt zu werden, angewendet. Die entsprechenden Schwellwerte für die physikalischen Effekte sind dabei:

- 4.7 kW/m^2 für Wärmestrahlung,
- 7 kPa für Überdruck durch Explosion,
- Konzentration einer toxischen Substanz, welche eine Irritation von Hals und Augen bewirkt.

Das gesellschaftliche Risiko wird zwar berücksichtigt, es gibt aber noch keine Akzeptanzkriterien.

6 Vergleiche und Schlussfolgerungen

6.1 Quervergleiche zwischen den ausgewählten Ländern

6.1.1 Übersicht, Risikogrenzwerte

In den meisten Ländern gehören der Schutz vor schweren Unfällen („protection against major accidents“) und Flächenausweisung / Raumplanung („land use planning“), wie in der SEVESO II-Richtlinie angezeigt, konzeptionell zusammen und bilden zusammen mit Notfallschutzplanung („emergency planning“) das „risk control (management) concept“:

- Die etablierten Konzepte sind entweder „consequence based“-deterministisch oder „risk based“-probabilistisch, wobei die deterministischen Konzepte (immer noch) dominieren.
- Die Konzepte sind jeweils aus der Kultur und Tradition des Landes heraus entstanden und als Lösungspakete zu verstehen; sie waren zum Teil schon vor der SEVESO-Richtlinie in Kraft, wurden dann aber angepasst.
- Die Übertragung auch nur einzelner Elemente aus dem jeweiligen „risk control concept“ bzw. Gesamtpaket auf andere Länder ist problematisch.

Prominenteste Vertreter eines risikobasierten, probabilistischen Ansatzes in Europa sind Grossbritannien, die Niederlande und die Schweiz; zur Beurteilung der Vertretbarkeit von Risiken gibt es dort quantitative Kriterien, unterschiedlich in ihrer Rechtsverbindlichkeit, ihrer Ausrichtung und ihren Werten.

In Abb. 10 sind **Bewertungskriterien** für das gesellschaftliche Risiko (Wohnbevölkerung in der Umgebung eines chemischen Betriebes / Anlagenkomplexes) dargestellt, Anzahl Todesopfer und die Häufigkeit für das Überschreiten einer bestimmten Anzahl, der sog. F/N-Kurven gelten als wesentliche Merkmale. Ankerpunkte und Steigung (Aversion) sind in den Niederlanden und der Schweiz gleich gewählt, während Grossbritannien sich davon deutlich unterscheidet (durchweg günstigerer Werte, aversionsneutral).

Sie gelten nur für die Vertretbarkeit der durch Unfälle in einzelnen oder mehreren chemischen Betrieben verursachten Risiken und nicht für die Gesamtheit der Gefahren / Risiken, die aus verschiedenen Quellen resultieren und denen die betroffenen Menschen insgesamt ausgesetzt sind.

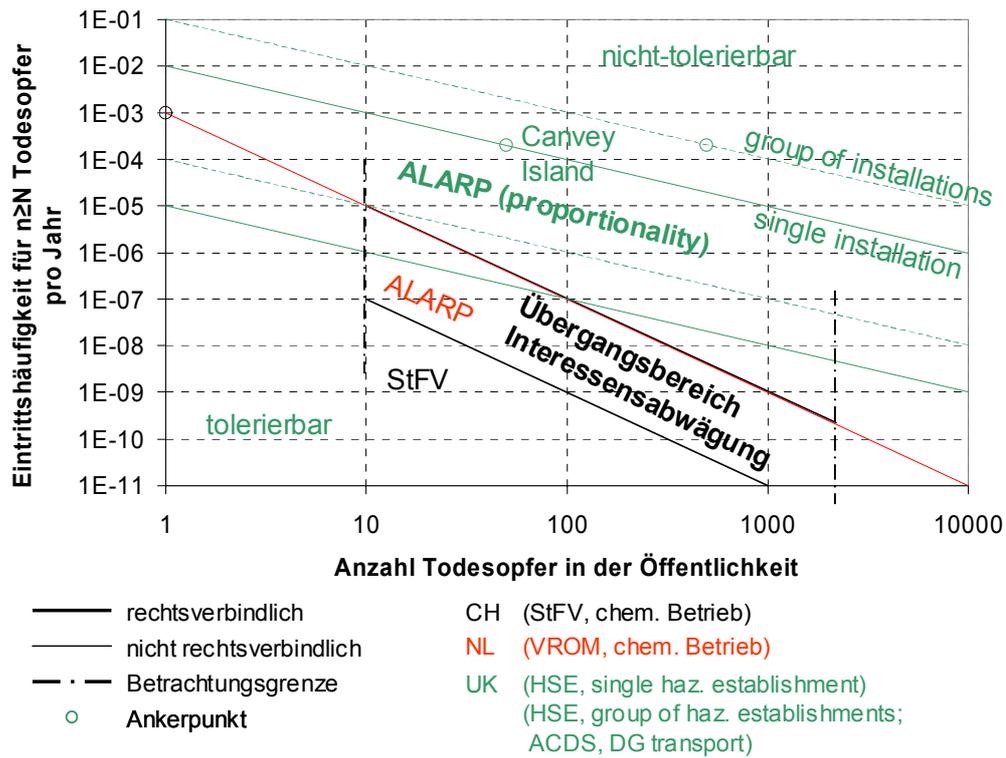


Abb. 10 Bewertungskriterien für das gesellschaftliche Risiko

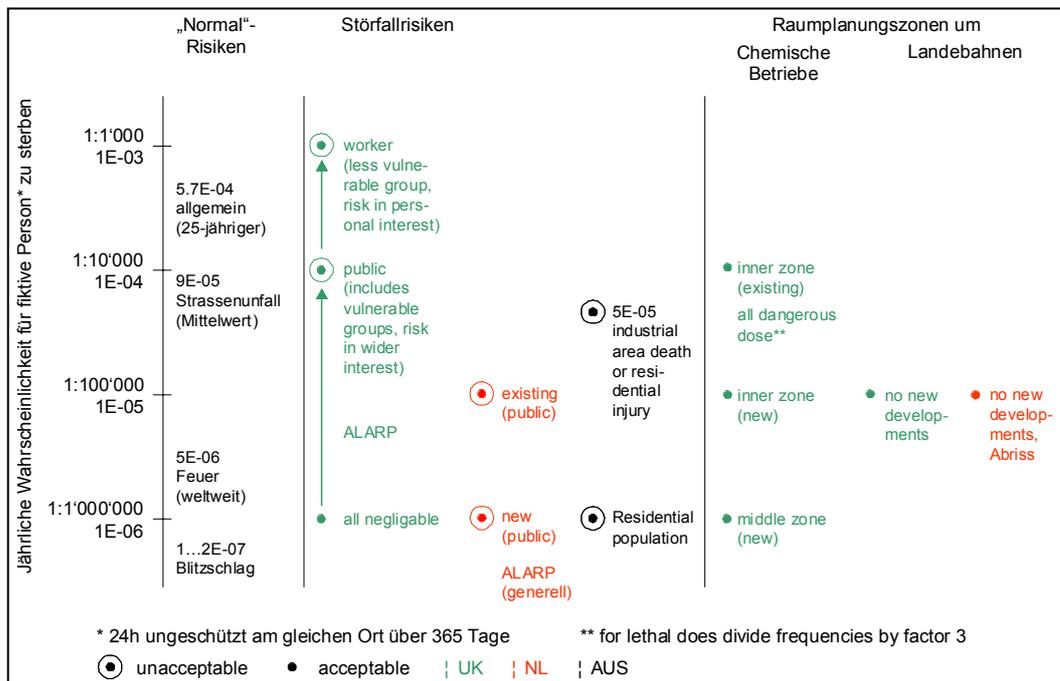


Abb. 11 Bewertungskriterien für das Individual- bzw. Einzelrisiko (CH und D ohne quantitative Grenzwerte)

Abb. 11 enthält die Werte für das Risiko Einzelner mit Blick auf Störfälle und Raumplanungsaspekte, gespiegelt an Werten für Normal- bzw. Alltagsrisiken. Auffallend ist die Differenzierung hinsichtlich der betroffenen Demographie⁷⁴.

In den Niederlanden und in Grossbritannien wird das Individualrisiko verbindlich, das gesellschaftliche Risiko ergänzend verwendet, auch weil zusammen mit den Kriterien aus der Raumplanung die Öffentlichkeit als ausreichend geschützt gilt. In der Schweiz ist das gesellschaftliche Risiko verbindlich, dadurch wird das Fehlen von Kriterien aus der Raumplanung im Effekt teilweise kompensiert; Grenzwerte für Individualrisiken gibt es nicht.

Allen Ansätzen gemein ist, dass oberhalb eines Grenzwertes das Risiko als unakzeptabel / untolerabel gilt und risikoreduzierende Massnahmen – wenn überhaupt zielführend - unabhängig von den damit verbundenen Kosten zu ergreifen wären oder die Anlage still gelegt werden müsste. Unterhalb des Grenzwertes sind solche Massnahmen zu diskutieren und dann zu erwägen, wenn Kosten und Wirkung in einem „vernünftigen“ Verhältnis stehen, das sich im übrigen nach der Lage des Risikowertes innerhalb des Übergangsbereichs richtet. In den Niederlanden wird die Anwendung des sog. ALARP-Prinzips nicht scharf durch einen unteren Grenzwert („vernachlässigbar“) begrenzt.

6.1.2 Zusammenstellung erfasster Gesichtspunkte

Der Vergleich von Vorgehensweisen und gesetzlichen Vorschriften zur Beherrschung von (grosstechnischen) Risiken in verschiedenen Rechtsgebieten darf sich nicht auf das Konzeptionelle und auf Bewertungsparameter (Grenzwerte) beschränken, sondern muss dem Charakter der jeweiligen Lösungspakete Rechnung tragen und dementsprechend eine Vielzahl von Gesichtspunkten, u.a. Berechnungs- bzw. Nachweismethoden, Spielräume im Entscheidungsprozess und Erfahrungsstände / Reife, systematisch erfassen. Nur auf der Basis einer solchen Zusammenstellung ist ein rechtliches „Benchmarking“ möglich und die Übertragbarkeit von Konzepten oder Elementen daraus von einem auf einen anderen Kultur- und Rechtsraum beurteilbar; Tabelle 8 dokumentiert das Ergebnis einer solchen Bewertung im Rahmen dieses Gutachtens.

⁷⁴ Besonders ausgeprägt in Australien, das hier zusätzlich aufgenommen wurde.

Tabelle 8 Beurteilungsgesichtspunkte im Ländervergleich

	Deutschland	Grossbritannien	Niederlande	Schweiz
SEVESO II-Richtlinie, Art. 9 (Störfallrisiko)				
Rechtlicher Rahmen	Verordnung (StF), Gesetz (BlmSchG)	Verordnung (COMAH), Acts (HSW, EP)	Parlamentsbeschluss (Besluit Nr. 250)	Verordnung (StFV), Gesetz (USG)
Übergeordneter Zweck, Schutzobjekt	Menschen, Umwelt sowie Kultur- und Sachgüter; Gefahrenvorsorge	Arbeiter, Bevölkerung und Umwelt	Menschen, Umwelt und Eigentum	Bevölkerung und Umwelt
Zielgruppe (Einzelperson, Gruppe)	Arbeiter (Einzelrisiko), Öffentlichkeit	Öffentlichkeit (Einzelrisiko; Gruppenrisiko zur Orientierung)	Öffentlichkeit (Einzelrisiko; Gruppenrisiko zur Orientierung)	Öffentlichkeit (Gruppenrisiko)
Begriffe (Definitionen)	Gefahrenquelle, Störfallauswirkungen	Risiko f(F,C)		
Anwendungsbereich	Betriebsbereiche mit gefährlichen Stoffen	„establishments“ mit gefährlichen Stoffen	Einzelbetriebe und Transportsysteme mit chemischen, radioaktiven Stoffen oder genetisch veränderte Organismen	Einzelbetriebe mit gefährlichen Stoffen, Transport gefährlicher Güter, Anlagen mit Mikroorganismen
Verantwortlichkeit	Betreiber, Länderbehörde	Betreiber (Analyse), HSE („Beratung“)	Betreiber (Analyse), regionale Behörde (Prüfung)	Betreiber (Analyse), kantonale Behörden (Prüfung)
Berücksichtigung nachträglicher Änderungen	Ja; Bestandschutz bei Änderungen in der Umgebung	Ja; Bestandschutz...(?)	Ja; Bestandsschutz bei Änderungen in der Umgebung	
Mengenschwelle	Gemäss SEVESO II			Gemäss StFV
Methoden für die Risikoevaluationen	Mindestangaben für Sicherheitsbericht	Leitlinien	Gemäss „coloured books“ (standardisiert)	Beispiele (nicht standardisiert)
Szenarien	Deterministisch vorgegeben	Aus probabilistischer Risikoanalyse		
Äussere Einwirkungen	Ja, Flugzeugabsturz einbezogen			
Methodischer Ansatz; Unsicherheiten	Deterministisch; konservativ	Best-estimate, im Zweifelsfall konservativ; nur Punktwerte		
Risikodarstellung	Qualitativ	F/C-Diagramme, Risikokonturen		F/C-Diagramme
Schadensindikatoren	Schaden an Leib und Leben	Getötete und verletzte Personen	Verschiedene, oft nur „getötete Personen“	6 verschiedene, oft nur „getötete Personen“

	Deutschland	Grossbritannien	Niederlande	Schweiz
Beurteilungskriterien / Akzeptanzlinien	Stand der Sicherheitstechnik	(Nicht verbindliche) Akzeptanzlinien für Gruppenrisiko, Grenzwerte für Individualrisiko; ALARP-Steuerung	(Rechtlich nicht verbindliche) Akzeptanzlinie für Gruppenrisiko, Grenzwerte für Individualrisiko	Grenzkurven zu nicht akzeptablem und vernachlässigbarem Gruppenrisiko
Anwendung ALARP; Flexibilität		formalisiert (dominierendes Prinzip); Abwägprozesse	uneingeschränkt; Abwägprozesse	nicht formal; Abwägprozesse (Einbezug Kosten-Nutzen)
Erfahrungs- und Rechtslage	Deterministische Vorgehensweise mit langer Tradition, oft Klärung durch Gerichte	Kaum öffentliche Streitfälle, Vorgehen etabliert / akzeptiert	Vorgehen etabliert, aber nicht voll akzeptiert	Kaum öffentliche Streitfälle, Vorgehen etabliert / akzeptiert
SEVESO II-Richtlinie, Art. 12 (Raumplanung)				
Rechtlicher Rahmen				Raumplanungsgesetz
Verantwortlichkeiten	Länder / Regierungspräsidien	Local authority, HSE zu konsultieren		Bund / Kantone / Gemeinden
Übergeordneter Zweck	Geordnete Entwicklung	Geordnete Entwicklungen, Vermeidung Anstieg von Risiken		Haushälterische Nutzung des Bodens, Schutz der Lebensgrundlagen, Voraussetzungen für die Wirtschaft u.a.
Planungs / Ordnungsinstrumente	Zonenbildung, Abstände	Public safety zones (Abstände)	Public safety zones (Abstände)	
Raumnutzungstypen	Industriegebiete – Wohnbebauung – Verkehrswege etc.			
Berücksichtigung nachträglicher Änderungen	Ja, ... (?)	Ja, kompensatorische Massnahmen zugelassen		
Erfahrungen mit „Frankfurt“ ähnlichen Fällen		Begrenzt; Festlegung (airport) public safety zones		Basel (mit Chemieanlagen): Flugzeugabsturz liefert nur kleinen Beitrag zum Risiko Zürich (mit kleineren Störfallanlagen): Geändertes Flugregime mit geringer Risikoänderung

6.2 Anwendung der „SEVESO-Denkweise“ auf die Situation „Frankfurt“

Die SEVESO II-Richtlinie vom 9. Dezember 1996⁷⁵ „on the control of major-accident hazards involving dangerous substances aims at the prevention of major accidents and the limitation of their consequences for man and the environment, with a view to ensuring high levels of protection throughout the Community in a consistent and effective manner.“

Artikel 12 der Richtlinie verlangt, „that the objectives of preventing major accidents and limiting their consequences be taken into account by the Member States in their land-use policies and/or other relevant policies; ...

The requirement recognizes that planning policies can be directed towards the need, in the long term, for appropriate distances between establishments covered by the Directive and areas listed in the last sentence of paragraph 1.“ Dazu zählen Verkehrswege, und sind zu berücksichtigen, „wenn diese das Risiko eines schweren Unfalls vergrößern oder die Folgen eines solchen Unfalls verschlimmern können.“

Damit rückt die existierende chemische Anlage (Ticona) ins Zentrum, die durch Entwicklungen in ihrer Nähe (geringer Abstand zu einer Landebahn mit erhöhter Trefferwahrscheinlichkeit der Anlage) ein erhöhtes Störfallrisiko darstellen könnte. Ob das überhaupt der Fall ist und wenn ja, wie sich das Risiko erhöht („nur“ über die Häufigkeit von Schäden oder auch über deren Höhe), hängt von der Ausgangssituation ab; ein Vorher-Nachher-Vergleich drängt sich methodisch auf.

Schutzgüter sind „man and the environment“, wobei „man“ in der Praxis mit der Öffentlichkeit (Menschen / Wohnbevölkerung ausserhalb der Anlage) gleichgesetzt wurde, da man die Beschäftigten einem direkteren, tendenziell höheren Arbeitsplatzrisiko ausgesetzt sah, denen die Arbeitsschutzgesetze Rechnung tragen. Ob das im Falle eines Flugzeugabsturzes auf die Anlage als Störfallauslöser auch noch gilt, ist anhand der konkreten Risikostruktur zu hinterfragen; die Beschäftigten können also nicht vornherein ausser Acht gelassen werden.

Die SEVESO II-Richtlinie schlüsselt die Begriffe „prevention“, „limitation“, „appropriate distances“ und „vergrößern“ nicht weiter auf und macht keinerlei quantitative Vorgaben; sie überlässt dies explizit den Mitgliederländern. Eine quantitative Bestimmung des „neuen“ Risikos und Beurteilung im absoluten Sinne anhand vorgegebener Grenzwerte (zwar erhöht, aber immer noch akzeptabel / tolerabel) scheint zulässig. Die Kombination „existing major hazard establishment“ und

⁷⁵ Für sinngemässe Übersetzung siehe Kap. 2

„neue (nähere) Landebahn“ ist nicht explizit angesprochen, dementsprechend ein unvorbestimmter Einzelfall.

Im Falle eines (unzulässig) erhöhten Risikos wäre die Wahrung des alten Abstandes die bevorzugte Massnahme, allerdings werden bei „existing establishments / sites“ technische Massnahmen zur Kompensation ausdrücklich zugelassen. Auch wird die Entscheidungsfindung als multi-dimensionaler Abwägungsprozess verstanden. Die SEVESO II-Richtlinie hat sicher über den Artikel 12 beabsichtigt, die Raumplanung als politische Massnahme in den Mitgliedsländern und den Platz des Risikos darin zu stärken (Toulouse, Enschede u.a. als besondere Erfahrungen).

Aus Sicht der allgemeinen Raumplanung wäre eine neue Landebahn selbst im Zentrum der Betrachtung; neben der Nähe zu einer „SEVESO-Anlage“ wären andere sensitive Bereiche (Wohnbebauung etc.), und somit das externe Risiko insgesamt, in die Entscheidungsfindung einzubeziehen und dabei gegen gesellschaftliche Notwendigkeiten und ökonomische Vorteile abzuwägen. Die Vorgehensweisen und Methoden zur Ermittlung, Beurteilung und Beherrschung solcher Risiken sind auf nationaler Ebene mit den Konzepten zur Umsetzung der SEVESO II-Richtlinie verzahnt, beispielsweise über die Kette „individual risk criteria / contours - Public Safety Zones (PSZ) – PSZ for airport developments“ in Grossbritannien (und ähnlich in den Niederlanden).

6.3 Übertragung länderspezifischer Ansätze

6.3.1 Grossbritannien

Das Land folgt traditionell einem risikobasierten Denk- und Entscheidungsansatz: Die Wahrscheinlichkeit (Eintrittshäufigkeit) von Störfällen steht praktisch gleichberechtigt neben den durch sie verursachten Schäden.

Über die Akzeptierbarkeit von Risiken entscheiden faktisch akzeptierte Vergleichskriterien und Kosten-Nutzen-Verhältnisse bei risikoreduzierenden Massnahmen. Die britischen Grenzkurven und Grenzwerte sind also solche nicht rechtsverbindlich im Sinne einer Akzeptanzmarkierung; sie dienen vielmehr zur Abgrenzung des ALARP-Bereichs. Die Grenzkurven werden festgelegt durch den Ankerpunkt, basierend auf den Resultaten der Canvey Island Studie [51]⁷⁶, und die Neigung, welche eine risikoneutrale Haltung widerspiegelt und eine Aversion

⁷⁶ ein analytisch ermitteltes, in einer öffentlichen Untersuchung (inquiry) als tolerabel eingestuftes Grossschadens-Risiko

gegenüber Grossschadensereignissen für unbegründet hält. In Grossbritannien wird dabei klar ein höheres Risiko akzeptiert, als das in anderen Ländern der Fall ist.

Die Übertragung dieser Denk- und Vorgehensweise, welche auf der Risikominimierung (und nicht der auf Gefahrenabwehr) basiert, und dieser sehr spezifischen Grenzkurven auf „Frankfurt“ ist sehr problematisch; sie dienen zudem im Lande selbst lediglich der Orientierung.

Hingegen sind die Grenzwerte für das Individualrisiko prinzipiell übertragbar, die demographische Differenzierung (worker / public) und deren Begründung hilfreich. Die absolute Höhe der Werte sowie deren Ableitung sind wiederum geprägt von der britischen Kultur. Ähnliches gilt für Risikokonturen, die zur Zonenbildung um gefährliche Einrichtungen herangezogen werden. Bei Übertragung der Individualrisiken auf Beschäftigte wäre eine Korrektur der Aufenthaltsdauer (Arbeitszeit statt ständigem Aufenthalt) angebracht.

Darüber hinaus ist ALARP („as low as reasonable practicable“)-Prinzip als formales Abwäge- und Entscheidungsinstrument sicher einsetzbar und kann pragmatische Lösungen aufzeigen, zumal „best practice“ als Erfüllungskriterium für ALARP gilt und der deutschen Forderung „gemäss Stand der Technik“ ähnelt.

6.3.2 Niederlande

In den Niederlanden gibt es (inzwischen) nur eine obere Grenzkurve des Gruppenrisikos; sie ist zudem nicht rechtsverbindlich. Sowohl der Ankerpunkt, orientiert an allgemeinen Risiken des täglichen Lebens, wie auch die Neigung der Grenzlinie, die eine starke Risikoaversion berücksichtigt, sind politisch bestimmt worden und unterscheiden sich klar von den Werten in Grossbritannien.

Die Methoden zur Analyse des Risikos sind festgelegt bzw. zwischenzeitlich standardisiert; sie entsprechen dem Stand von Wissenschaft und Technik und werden auch in anderen Ländern zumindest zum Teil angewendet. Diese Punkte müssen bei einer etwaigen Anwendung in anderen Ländern berücksichtigt werden. Übertragbar sind die Grenzwerte für das Einzelrisiko; sie beziehen sich allerdings – wie die Grenzwerte des Gruppenrisikos - nur auf Aussenstehende und nicht auf Mitarbeiter des chemischen Betriebs.

Die Übertragung der niederländischen Regelung auf ein Land mit anderer (deterministischer) Denk- und Vorgehensweise ist problematisch, allerdings entsprechen Begründung und Umsetzung dieser Regelung eher dem deutschen Empfinden als die britische Vorgehensweise. Sie bedingt ebenfalls die Anwendung des ALARP-Prinzips.

6.3.3 Schweiz

Die Schweizer Grenzkurven zum Gruppenrisiko sind als einzige rechtsverbindlich. Sie liessen sich im Prinzip auch auf Länder, die formal der SEVESO II-Richtlinie unterworfen sind, im Sinne einer Ergänzung landesspezifischer Richtlinien und Verordnungen durch quantitative Bewertungskriterien übertragen. Dabei müssen jedoch die Voraussetzungen, unter denen die Schweizer StFV samt der dazugehörenden Bewertungskriterien entwickelt wurde, entsprechend beachtet werden, um zu verhindern, dass deren Anwendung zu falschen oder irreführenden Aussagen führt.

Die Schweizer Grenzkurven sind ausgerichtet auf die Kontrolle des Risikos chemischer Einzelbetriebe und konkretisieren damit das Umweltschutzgesetz (USG), d.h. der Schutz der Menschen ausserhalb der Anlage sowie der Schutz der Umwelt stehen im Vordergrund⁷⁷. Die Akzeptanzlinien orientieren sich dabei an (vermuteten) Gegebenheiten einschliesslich der maximal erwarteten Schadenshöhe ausserhalb der Anlage.

Die Ableitung des methodische Ansatzes und insbesondere der Akzeptanzlinien einschliesslich ihrer Neigung, d.h. die Berücksichtigung einer starken Aversion, folgt der Vorgehensweise in den Niederlanden. Die Festlegung der Akzeptanzlinien, die insbesondere über den Übergangsbereich ausreichend Spielraum für konsensorientierte Abwägprozesse zulassen, war letztlich ein politischer Entscheidung.

Die uneingeschränkte Interpretation der Ausmasszahlen, d. h. Anzahl Todesopfer als Gesamtwert von Betroffenen ausserhalb der Anlage und unter den Beschäftigten, wäre konservativ, d.h. das gesellschaftlich akzeptierte Risiko würde sich de facto verringern. Mit anderen Worten: Eine unveränderte Übertragung der Schweizer Akzeptanzlinien, die für die Wohnbevölkerung in der Nähe einer bestehenden chemischen Anlage mit überschaubaren Risiken abgeleitet wurde, auf

⁷⁷ Der Schutz der Beschäftigten ist durch das Arbeitsschutzgesetz abgedeckt.

die Gesamtheit der Betroffenen (Beschäftigte und Aussenstehende oder – je nach Störfall – nur Beschäftigte) ist unzulässig, eine Differenzierung zwingend geboten.

Die Übertragung der Akzeptanzlinien auf Anlagen und Ereignisse, welche nicht unter den Geltungsbereich der StfV fallen, wie zum Beispiel auf Flughäfen samt dazugehöriger Flugbewegungen, ist ebenfalls unzulässig und führt zu falschen Schlussfolgerungen. Grenzwerte für Individualrisiken kennt die Schweizer Regelung nicht.

Auch die Übertragung der Schweizer Grenzkurven auf die Situation „Frankfurt“ wäre mit den dargelegten Problemen behaftet, könnte aber noch am ehesten als Ausgangsbasis dienen.

6.4 Ähnlich gelagerte Fälle

Im Zusammenhang mit den Investitionen für das Ausbauprojekt EuroAirport Basel-Mulhouse-Freiburg (Verlängerung der Querpiste) wurde von der Regierung des Kantons Basel eine Risikoanalyse für den Flughafen in Auftrag gegeben. Die gesamte Risikoanalyse ist nicht öffentlich zugänglich, das vorliegende Kapitel bezieht sich daher auf die publizierte Kurzfassung der Risikoanalyse [52]. Die Analyse spiegelt primär eine Schweizer Sicht wider, und berücksichtigt die erwartete Zunahme der Anzahl der Flugbewegungen in einem Prognoseszenario.

Die Zielsetzung für die Risikoanalyse ist es, die mit dem Flugbetrieb am Flughafen Basel-Mülhausen verbundenen Risiken objektiv aufzuzeigen, offene Empfehlungen für risikomindernde Massnahmen zu erarbeiten und damit zur Vertrauensbildung zwischen Bevölkerung, Flughafen und politischen Behörden beizutragen. Der Flughafen selbst liegt auf französischem Gebiet und unterliegt der dortigen Risikokontrolle.

Die Analyse liefert primär folgende Ergebnisse und Aussagen:

- Das Individualrisiko (Einzelrisiko) ist vergleichbar mit ähnlichen Flughäfen.
- Das Individualrisiko wird mit dem Risiko ausgesuchter Tätigkeiten (z.B. Berufsrisiken) oder Risiken des täglichen Lebens (z.B. das Risiko durch ein Feuer zu sterben) verglichen. Solche Vergleiche sind aber zum Teil umstritten.

-
- Das Individualrisiko wird in Form von Risikokonturen (Risikozonen) dargestellt. Zudem werden innerhalb dieser Konturen SEVESO-Anlagen identifiziert.
 - Das Gruppenrisiko (welche Gruppe?) wird als Summenkurve in einem F/C-Diagramm beschrieben; die Zunahme des Gruppenrisikos ist geringer als die angenommene Zunahme des Flugverkehrs.
 - Das Gruppenrisiko durch den Flugbetrieb wird mit dem Störfallrisiko durch eine Chemieanlage verglichen. Hier liegt das Risiko durch den Flugbetrieb klar höher, ein solcher Vergleich ist jedoch leicht irreführend.

Die Ergebnisse der Risikoanalyse sind für die Schweiz nur insofern von Bedeutung, als dass die identifizierten „SEVESO-Anlagen“ den Einfluss der Zunahme des Flugbetriebs auf das Risiko ihrer Anlage abklären müssen. Da jedoch der Flugzeugabsturz als auslösendes Ereignis erfahrungsgemäss nur einen kleinen Einfluss auf das Risiko von SEVESO-Anlagen hat, wird auch die Zunahme des Risikos klein bleiben. Ob die berechneten Risikowerte für die Vertrauensbildung dienlich sind, kann bezweifelt werden.

Die Risikoanalyse beinhaltet auch eine Reihe von Vorschlägen für Massnahmen zur Reduktion des Risikos, wie z.B. eine intensivere Nutzung der Querpiste oder geänderte Anflugführung. Solche Massnahmen sind gemäss Zielvorgabe für die Risikoanalyse für die Vertrauensbildung zwischen Bevölkerung, Flughafen und politischen Behörden geeignet.

7 Bewertung des Gutachtens der Störfallkommission

Die nachfolgende Bewertung bezieht sich auf die Vorlage der Arbeitsgruppe Frankfurt Main (AG FFM) an die Störfallkommission (SFK) vom 30. Januar 2004; sie zieht die SEVESO II-Richtlinie, die deutsche Störfallverordnung (StV) und deren Äquivalente in Grossbritannien, den Niederlanden, und der Schweiz heran und beruft sich darüber hinaus auf allgemeine Einschätzungen anhand von Expertengesprächen.

1. Allgemein unstrittig ist, dass der Flugzeugabsturz bei der Ermittlung des Störfallrisikos von „SEVESO-Anlagen“ (so auch der Ticona) als Gefahrenquelle / Störfallauslöser zur berücksichtigen ist⁷⁸. Unstrittig ist auch, dass „das Wirksamwerden der Gefahrenquelle Flugzeugabsturz“ mit grosser Wahrscheinlichkeit, abhängig vom Aufprallort (statt „unweigerlich“) zu einem Störfall führt. Allerdings sollte nach Möglichkeiten methodisch einfacher Differenzierungen gesucht werden; nur im Zweifelsfall sind konservative Annahmen zu treffen (letzteres von der AG FFM praktiziert).
2. Unstrittig ist ferner, dass – obwohl kein Präzedenzfall bekannt – die Beschäftigten geeignet in die Risikoermittlung einbezogen werden müssten. Sie sind wie die Wohnbevölkerung als Aussenstehende einer von ihnen nicht beeinflussbaren Einwirkung von aussen ausgesetzt, also auch nur Betroffene und keine Nutzniesser. Zu differenzieren wäre allerdings einerseits zwischen direkter Schädigung (Treffer – gleich Todeswahrscheinlichkeit) und sekundärer Schädigung durch einen ausgelösten Chemie-Störfall; andererseits müssten die Beschäftigten als demographisch besondere Gruppe (mittleres Alter, mittlere Empfindlichkeit, keine ausgeprägte Risikoaversion, reduzierte Aufenthaltsdauer) bei gleicher rechnerischer Behandlung gegen andere Risikogrenzwerte gemessen werden als die Wohnbevölkerung. Die undifferenzierte Gleichstellung von Beschäftigten und Wohnbevölkerung ist durch bestehende Richtlinien und Verordnungen nicht vorgegeben, ist methodisch nicht haltbar und führt zu erheblichen Überschätzungen.
3. Die AG FFM ist in ihrer Argumentation unlogisch und mischt unzulässigerweise Betrachtungsweisen und in sich geschlossene Beurteilungskon-

⁷⁸ Dies gilt auch für den heutigen Zustand. Wieweit das im existierenden Sicherheitsbericht bereits der Fall ist und welche Rolle der Flugzeugabsturz auf das Ticona-Gelände für das Risiko spielt, ist dem Gutachter unbekannt.

zepte: Den Nachweis, dass der „Flugzeugabsturz“ in die Verhinderungspflicht aufzunehmen wäre, weil er vernünftigerweise nicht ausgeschlossen werden kann, ergibt sich aus der (deterministisch ausgelegten) StFV (Paragraph 3, Absatz 2). Das es angeblich keine verhältnismässigen (?) störfallverhindernden Massnahmen gibt, springt man von der Wahrscheinlichkeit auf die Ebene des Risikos und anderswo etablierter Grenzwerte, beispielsweise in die probabilistisch geprägte Betrachtungsweise der Schweizerischen Störfallverordnung mit ihrer Methodik (best-estimate) und zugehörigem Umfeld. Wenn gemäss deutscher StV „die Gefahrenquelle Flugzeugabsturz“ als Störfallursache „vernünftigerweise nicht auszuschliessen ist“, so ergibt sich aus § 3 Abs. I, 2, dass der Betreiber seiner Störfallverhinderungspflicht nachzukommen hat, also die nach Art und Ausmass der möglichen Gefahren erforderlichen Vorkehrungen treffen muss, um Störfälle zu vermeiden. Dazu gehört im vorliegenden Fall z.B. die Verbunkerung der Bortrifluoridbehälter, worauf die AG FFM nur am Rande eingeht.

4. Die unveränderte, undifferenzierte Übernahme der Schweizer Akzeptanzlinie und Anwendung auf Wohnbevölkerung und Beschäftigte ist unzulässig (siehe Kapitel 6.3.3).
5. Der alleinige Bezug auf den Absatz 1, Satz (c) des Artikels 12 (Land-use planning), um die diesbezügliche Zielsetzung der SEVESO II-Richtlinie abzuleiten, ist irreführend und falsch im Ergebnis. Dort wird ein Überwachungsgebot („pursue ... through controls on ... (c) new developmetns“) formuliert, dem das behördlich eingeleitete Verfahren zu entsprechen hat, das aber nicht Prüfungsgegenstand der AG FFM bzw. SFK war. Vielleicht noch wichtiger ist das im Absatz 1, Abschnitt 2 enthaltene Abstandsgebot als Fernziel und das Massnahmengebot, das für bestehende Anlagen eine Kompensationsmöglichkeit bietet. Ein massiver Verstoss gegen die SEVESO II-Richtlinie wäre nur dann erkennbar, wenn aufgrund des geringen Abstandes zur Landebahn sich die Störfallrisiken erhöhten, dieser Anstieg durch technische Massnahmen nicht abgefangen würde und die Behörden dies bei ihrem Abwägungsprozess im Zuge der Flächenausweisung / Raumordnung unbeachtet liessen.

Angesichts der dargelegten Vorbehalte erfüllt das Votum der SFK nicht die fachlichen Voraussetzungen, um uneingeschränkt als Entscheidungsgrundlage dienen zu können.

8 Schlussfolgerungen und Empfehlungen für die Situation „Frankfurt“

Die systematische Aufarbeitung hat gezeigt, dass durch die SEVESO II-Richtlinie - und letztlich durch aufgetretene schwere Unfälle – angetrieben in den europäischen Industrieländern „risk control (management) concepts“ entstehen oder bereits etabliert sind, die den Schutz vor schweren Störfällen in chemischen Anlagen (Art. 9, „protection against major accidents“) und Raumplanung (Art. 12, „land-use planning“) zusammenbringen und durch „Notfallplanung“ abgerundet werden.

Die SEVESO II-Richtlinie beschränkt sich auf die Festlegung von Prinzipien und überlässt deren operationelle Umsetzung den einzelnen Staaten. Die laufenden Arbeiten an Leitlinien („technical database“) werden zu Harmonisierung beitragen, die Situation im Kern aber nicht verändern.

Die Umsetzungskonzepte bzw. „risk control concepts“ sind von Land zu Land verschieden und folgen stark den jeweiligen Gegebenheiten sowie Kulturen und Traditionen im Umgang mit Risiken.

Risikoorientierte Konzepte mit quantitativen Bewertungskriterien gibt es in einigen Ländern (prominent Grossbritannien, Niederlande, Schweiz), zumindest die Nutzung risikoanalytischer Methoden zur Prüfung und Abrundung deterministischer Konzepte (Festlegung von Referenzszenarien) ist auf dem Vormarsch (Frankreich als herausragendes Beispiel).

Bei den Konzepten samt Vorgehensweisen und Vorschriften handelt es sich um Gesamt(lösungs)pakete, die in einem übergeordneten Kontext stehen und bei deren Anwendung oder gar Übertragung auf andere Länder oder Anwendungsbereiche eine Vielzahl von Bedingungen (Gesichtspunkten, siehe Kap. 6.2) zu beachten sind. Eine Übertragung eines risikoorientierten probabilistischen Konzeptes auf einen deterministisch geprägten Rechtsraum ist höchst problematisch. Das gilt auch für Einzelelemente wie quantitative Bewertungskriterien (extrem: von Grossbritannien auf Deutschland).

Die Frage nach Berechnungsmethoden und Bewertungsparameter in anderen Rechtsgebieten ist beantwortbar, von einer Übertragung von Konzepten oder Elementen daraus in einen Raum mit völlig anderer Kultur und Denkweise ist generell abzuraten oder nur mit grösster Vorsicht zulässig.

Gemünzt auf die Situation „Frankfurt“ und die Notwendigkeit, das „externe Risiko“ zu bestimmen und zu beurteilen, bietet sich der Vergleich von Risikolagen an („Vorher-Nachher“) sowohl im Hinblick auf Störfallrisiken (Ticona) als auch raumplanerische Aspekte (neue Landebahn im Fokus). Diese Betrachtungsweise

- steht im Einklang mit der SEVESO II-Richtlinie und nutzt bestehende Spielräume;
- umgeht methodische Schwierigkeiten (Unsicherheiten), die mit Absolutaussagen verbunden sind;
- vermeidet die Notwendigkeit von Bewertungskriterien im absoluten Sinne;
- ist überzeugender und besser kommunizierbar.

Im Fall eines „signifikant erhöhten“ Störfallrisikos sind an der Anlage technische Massnahmen zu ergreifen, die möglich, sinnvoll und bezahlbar zu sein scheinen; sie stünden im Einklang mit „Geist und Buchstaben“ der SEVESO II-Richtlinie, internationaler Praxis und dem gesunden Menschenverstand. Die Anwendung des ALARP-Prinzips zur Eindämmung „überrissener Forderungen“ wäre zu empfehlen. Die bestehende Genehmigung darf nicht gefährdet sein.

Die Diskussion (unzulässig) erhöhten Risikos sollte nicht im absoluten sondern im relativen Sinne geführt werden; reduzierte Abstände sind erforderlichenfalls durch technische Massnahmen zu kompensieren.

Sollte eine Betrachtung und Beurteilung im absoluten Sinne unausweichlich sein, ist zwischen dem Störfallrisiko (SEVESO II-Richtlinie, Art. 9) und raumplanerischen Aspekten (Artikel 12 und allgemeine Raumplanungsprinzipien) mit den Brennpunkten „SEVESO-Anlage(n)/Ticona“ und „neue Landebahn“ zu unterscheiden.

- Störfallrisiko

Die Orientierung am Gruppenrisiko scheint unverzichtbar, da neben der Wahrscheinlichkeit eines Flugzeugabsturz-induzierten Störfalls/Unfalls das Ausmass des verursachten Schadens (Anzahl Todesopfer) von ausschlaggebendem Interesse ist. Zur Tolerierbarkeit des ermittelten Risikoprofils sollten die rechtsverbindlichen Schweizer Grenzkurven herangezogen werden. Die Beschäftigten sollten als Betroffene mit erfasst werden, allerdings sind die höhere Belastbarkeit dieser Gruppe (gesund, mittleren Alters, also ohne Kleinkinder/Jugendliche und Kranke/Alte), der grössere Schutz (vorbereitete, anlageninterne Notfallmassnahmen) und die grössere Risikobereitschaft (geringere Aversion) zu erfassen. Dies kann approximativ über eine Anpassung der Grenzkurven geschehen; dabei kann von

den britischen (public/workers) und australischen Ansätzen/Praktiken Gebrauch gemacht werden (siehe Abb. 11).

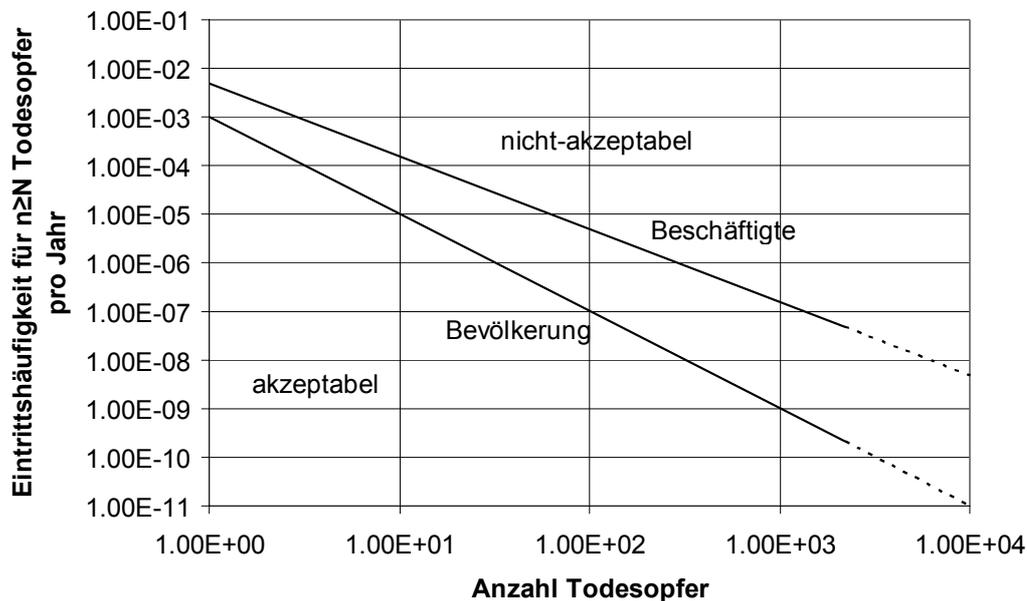


Abb. 12 Akzeptanzlinien für die Situation „Frankfurt“ (Vorschlag)

Die in den Abgleich eingebrachte Risikoinformation sollte vom Ansatz her „best-estimate“, im Zweifelsfall konservativ sein.

- Raumplanerische Aspekte

Die Anforderungen des Artikels 12 der SEVESO II-Richtlinie wären durch den oben genannten Nachweis zum Störfallrisiko „Ticona“ methodisch abgedeckt, allerdings müsste eine Betrachtung des Unterschieds gegenüber heute eingeschlossen sein und keine signifikante Erhöhung des Risikos ausweisen.

Die Frage der Vertretbarkeit der neuen Landebahn im grösseren raumplanerischen Kontext sollte anhand von Grenzwerten zum Individualrisiko geführt werden, so wie sie im Rahmen der (Airport) Public Safety Zones in Grossbritannien prinzipiell festgelegt wurden. Bei den Beschäftigten könnten höhere Grenzwerte zur Kompensation der spezifischen Gegebenheiten (beispielsweise verkürzte Aufenthaltsdauer) ins Auge gefasst werden.

Falls erforderlich sind risikoreduzierende Massnahmen (on-site) zu identifizieren und umzusetzen.

Falls unabwendbar sollten zur Beurteilung der Vertretbarkeit des potentiell erhöhten Störfallrisikos die Schweizer Grenzkurven herangezogen und um Beschäftigte erweitert werden; raumplanerische Aspekte sollten anhand von Individualrisikokonturen beurteilt werden.

Hinweis: Die Grenzwerte / -kurven dienen nur der Beurteilung von singulären Risikobeiträgen und nicht der Gesamtrisikolage der Bevölkerung / Betroffenen in einem bestimmten Gebiet.

Die Beurteilung der Tolerierbarkeit von Risiken ist als Teil eines breit angelegten Abwägeprozesses zu verstehen und entsprechend zu organisieren. Vorgehensweise und Massnahmen sind auf Machbarkeit, Effizienz und Kommunizierbarkeit zu prüfen.

Die Vorgehensweise sollte nicht allein auf Zahlen abgestellt werden, sondern das Lernen aus ähnlich komplexen Fällen und das Entwickeln plausibler Argumentationsketten / akzeptabler Lösungspakete einbeziehen.

Für die Situation „Frankfurt“ gibt es weder „irgendwo“ explizit formulierte Vorgaben noch direkt umsetzbare Erfahrungen. Es ist ein schwieriger Sonderfall mit Präzedenzcharakter.

9 Referenzen

Referenzdokumente, auf die im Text verwiesen wird

- [1] Council Directive 96/82/EC of 9 December 1996 on the Control of Major Accident Hazards Involving Dangerous Substances, Official Journal of the European Communities (1996)
- [2] Council Directive of 24 June 1982 on the Major Accident Hazards of Certain Industrial Activities (82/501/EEC), Official Journal of the European Communities (1982)
- [3] Guidance on Land Use Planning as Required by Council Directive 96/82/EC, ISSN 1018-5593, 1999
- [4] Directive 2003/105/EC of the European Parliament and of the Council of 16 December 2003, Amending Council Directive 96/82/EC on the Control of Major-Accident Hazards Involving Dangerous Substances, Official Journal of the European Union (2003)
- [5] Christou, M. D. et al, Development of European Guidance and a Common Risk / Hazard Assessment Database for Land-Use Planning in the Context of Major Accident Hazards, Proceedings of the 7th International Conference on Probabilistic Safety Assessment and Management (PSAM7-ESREL'04), 14-18 June 2004, Berlin, Germany
- [6] M. D. Christou, A. Amendola, M. Smeder, The Control of Major Accident Hazards, Journ. Of Haz. Mat. 65 (1999) p. 151 – 178
- [7] Verordnung zur Umsetzung EG-rechtlicher Vorschriften betreffend die Beherrschung der Gefahren bei schweren Unfällen mit gefährlichen Stoffen, 26. April 2000, Bundesgesetzblatt Jahrgang 2000 Teil I Nr. 19 (Bonn, 2000)
- [8] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinflüssen durch Luftverunreinigungen, Geräusche Erschütterungen und ähnliche Vorgänge, BGBl I 1974, 721, 1193
- [9] IAEA, Key Practical Issues in Strengthening Safety Culture, INSAG-15, Wien, 2002
- [10] HSE, Regulating Higher Hazards: Exploring the Issues, 2001
- [11] Statutory Instrument 1999 No. 743, The Control of Major Accident Hazards Regulation, 1999

-
- [12] COMAH Safety Report Assessment Manual, HSE/HID, 2/03
- [13] Reducing Risks/Protecting People (2R2P), HSE, 2001
- [14] The Tolerability of Risk of Nuclear Power Stations, HMSO 1992
- [15] Guidance on ALARP Decisions on COMAH, HSE, 2002
- [16] DJ Ball, PJ Floyd, Societal Risks, HSE 1998
- [17] Premises for Risk Management, Dutch National Environmental Plan (1988-1989)
- [18] Besluit van 27 mei 2004, houdende milieukwaliteitseisen voor externe veiligheid van inrichtingen milieubeheer (Besluit externe veiligheid inrichtingen), 250, Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden, Jaargang 2004
- [19] Guidelines for Quantitative Risk Assessment, CPR 18E, Purple Book, Den Haag: DGA, 1999
- [20] Methods for Determining the Probability of Occurrence, CPR 12 E, Red Book, Den Haag: DGA
- [21] Methods for Determining the Potential Extend of Damage, CPR 14 E, Green Book, Den Haag: DGA, 1997
- [22] Methods for Determining the Physical Effects, CPR 16 E, Yellow Book, Den Haag: DGA, 1989
- [23] Secretary of State to the Prime Minister fort the Environment and the Prevention of Major Technological and Natural Risks (1990), Control of Urban Development around High-Risk Industrial Sites
- [24] O. Salvi et. al., INERIS, Towards an Evolution of Risk Assessment and LUP Approaches in France, Proceedings of the 7th International Conference on Probabilistic Safety Assessment and Management (PSAM7-ESREL'04), 14-18 June 2004, Berlin, Germany
- [25] LAW no. 2003-699 Dated 30 July 2003 Concerning the Prevention of Technological and Natural Risks and the Repair of Damage
- [26] Ministerialblatt NRW Nr. 43, S. 744
- [27] Hackbusch, Th., Determination of Distances to be Used for LUP in Germany, 3rd Meeting of the Plenary WG on Land-Use Planning, JRC Ispra, 2004

-
- [28] PADHI – HES’s Land Use Planning Methodology, 2003
- [29] HSE, Risk Criteria for LUP in the Vicinity of Major Industrial Hazards, UK 1989
- [30] Major Accident Hazards: HSE’s Approach to Land Use Planning Advice (draft), 1996
- [31] P. A. Davies, D. J. Quinn, Airport Public Safety Zones: Part 2 – Risk Model Application, Proceedings of the 7th International Conference on Probabilistic Safety Assessment and Management (PSAM7-ESREL’04), 14-18 June 2004, Berlin, Germany
- [32] Department of Transport, Control of Development in Airport Public Safety Zones, DfT Circular 1/2002
- [33] Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden, Jaargang 2002, 374 Wet van 27 juni 2002 tot wijziging van de Wet luchtvaart inzake de inrichting en het gebruik van de luchthaven Schiphol
- [34] Luchthavenindelingbesluit Schiphol, Besluit van 26 november 2002, tot vaststelling van een luchthavenindelingbesluit voor de luchthaven Schiphol (Luchthavenindelingbesluit Schiphol)
- [35] Luchthavenverkeerbesluit Schiphol, Besluit van 26 november 2002, tot vaststelling van een luchthavenverkeerbesluit voor de luchthaven Schiphol (Luchthavenverkeerbesluit Schiphol)
- [36] Ministère de l’Ecologie et du Développement Durable, New legislative tools in France: 30th July 2003 – Changes in Risk Prevention and Control, 10th CCA Meeting, Cagliari, Oct. 2003
- [37] E. Hubert et. al., Governance of the Territory Around Hazardous Industrial Plants: Decision Process and Technological Risk, Proceedings of the 7th International Conference on Probabilistic Safety Assessment and Management (PSAM7-ESREL’04), 14-18 June 2004, Berlin, Germany
- [38] 814.012, Verordnung über den Schutz von Störfällen (Störfallverordnung StfV), vom 27. Februar 1991 (Stand am 28. März 2000)
- [39] 814.01, Bundesgesetz über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz [USG]), vom 7. Oktober 1983 (Stand am 30. Dezember 2003)
- [40] 814.20, Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GSchG), vom 24. Januar 1991 (Stand am 22. Dezember 2003)

-
- [41] Handbuch I zur Störfallverordnung StFV, Richtlinien für Betriebe mit Stoffen, Erzeugnissen oder Sonderabfällen (BUWAL: Bern, 1991)
- [42] Handbuch III zur Störfallverordnung StFV, Richtlinien für Verkehrswege (BUWAL: Bern, 1992)
- [43] Beurteilungskriterien I zur Störfallverordnung StFV, Richtlinien für Betriebe mit Stoffen, Erzeugnissen oder Sonderabfällen (BUWAL: Bern, 1996)
- [44] Beurteilungskriterien II zur Störfallverordnung StFV, Richtlinien für Verkehrswege (BUWAL: Bern, 2001)
- [45] Methodikbeispiel für eine Risikoermittlung einer Flüssiggas-Tankanlage, Störfallverordnung (BUWAL: Bern, 1996)
- [46] 700, Bundesgesetz über die Raumplanung (Raumplanungsgesetz, RPG), vom 22. Juni 1979 (Stand am 13. Mai 2003)
- [47] Schutz des ökologischen Gleichgewichts, Auszug aus dem Urteil der I. öffentlichrechtlichen Abteilung vom 8. Januar 2001 i.S. X. AG gegen Militär- und Polizeidepartement, Regierungsrat und Verwaltungsgericht des Kantons Schwyz, III. Kammer (Verwaltungsgerichtsbeschwerde)
- [48] U.S. Environmental Protection Agency, „Risk Management Program Guidance for Offsite Consequence Analysis“, EPA, United States of America, 1999
- [49] American Industrial Hygiene Association (AIHA), Emergency Response Planning Guidelines and Workplace Environmental Exposure Level Guides Handbook (AIHA Press: Fairfax VA, 2001)
- [50] Framework for Environmental Health Risk Management (The Presidential / Congressional Commission on Risk Assessment and Risk Management: Washington DC, 1997)
- [51] Canvey: An Investigation of Potential Hazards from Operations in the Canvey Island/Thurrock Area / ed.: Health and Safety Executive. - London: Her Majesty's Stationery Office, 1978
- [52] Gesellschaft für Luftverkehrsforschung, Berlin, und Arcadis Trischler & Partner GmbH, Darmstadt, „Risikoanalyse für den Flughafen Basel-Mülhausen“, Kurzfassung, Wirtschafts- und Sozialdepartement des Kantons Basel-Stadt, Ressort Verkehr, Basel, 2001

Weitere Referenzen

- B.J.M. Ale et. al. Benchmark Risk Analysis Models, RIVM Report 610066015, 2001
- D. Egidi et. al. The ARIPAR Project: Analysis of the Major Accidents Risks Connected with Industrial and Transportation Activities in the Ravenna Area, Reliability Engineering and System Safety, 49, 1995
- H. Seiler, Erläuterungen zum Katastrophenschutz (Art. 10), Kommentar zum Umweltschutzgesetz, Zürich, 2001
- Ministerie van Economische Zaken, Internationale vergelijking EV beled, België, Duitsland, Groot-Brittannië, Frankrijk en Nederland, dossier S0772-69.002, 2002
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Workshop on “Societal Risk Around Airports”, Related to the 12th SFS European Aviation Safety Seminar March 9th, 2000
- P. A. Davies, D. J. Quinn, Airport Public Safety Zones: Part 1 – Risk Model Derivation, Proceedings of the 7th International Conference on Probabilistic Safety Assessment and Management (PSAM7-ESREL’04), 14-18 June 2004, Berlin, Germany
- T. Viersma, M. Molag. Development of New Evaluation Method for External Risk, Proceedings of the 11th International Symposium Loss Prevention and Safety Promotion in the Process Industry, Praha, 30 May – 3 June 2004
- VROM, A Review of Risk Control, 1995

Kontaktpersonen, die auf Befragen Informationen beigesteuert haben

- | | |
|---------------|--|
| Walter Funk | Abteilungsleiter Koordinationsstelle für Störfallvorsorge, Kanton Zürich, Schweiz |
| Jesper Hansen | Wissenschaftlicher Mitarbeiter Koordinationsstelle für Störfallvorsorge, Kanton Zürich, Schweiz |
| Rudolf Braun | Bereichsleiter Chemiesicherheit und Verkehrswege, Kantonales Laboratorium Basel-Stadt, Kontrollstelle für Chemie- und Biosicherheit, Schweiz |

Rolf Klaus	Vorsteher Sicherheitsinspektorat Kanton Basel-Land, Schweiz
Martin Schiess	Stellvertretender Sektionschef Sicherheitstechnik, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern, Schweiz
Hansjörg Seiler	Professor für öffentliches Recht an der Universität Luzern, Verwaltungsrichter Kanton Bern und Ersatz-Bundesrichter, Schweiz
Ben Ale	Forschungsdirektor am Niederländischen Institut für „Fire and Disaster Prevention“ und Professor für „Safety and Disaster Prevention“ an der TU Delft, Niederlande
Michalis Christou	Leiter des „Major Accident Hazards Bureau (MAHB)“ des „Institute for the Protection and Security of the Citizen“ am EC Joint Research Center Ispra, Italien
Martin Goose	Vorsteher „Major Hazards Assessment Unit (MHAU)“, HSE, Grossbritannien
John Irvin	HSE, „Policy Group“, Grossbritannien
James Conrad	„Assistant General Counsel“, „American Chemistry Council“, USA