

Novellierung der SEVESO II Richtlinie -Konsequenzen für die Bauleitplanung-

Hans-Joachim Uth

Anlass zur Änderung der Seveso-II-Richtlinie (Auszug)

- Cyanidverseuchung von Theiß und Donau aufgrund des Bruchs eines Bergeteichdamms in Baia Mare/Rumänien im Januar 2000
- Schwermetallverseuchung des spanischen Nationalparks Coto Doñana aufgrund des Bruchs eines Bergeteichdamms in Aznalcóllar 1998
- **Explosionsunglück in einem Lager für Feuerwerkskörper in Enschede/Niederlande im Mai 2000**
- **Explosionsunglück in einem Lager für Ammoniumnitrat-Dünger in Toulouse/Frankreich im September 2001**

Wesentliche Änderungen des Artikel 12

- Ausweitung der Schutzziele auf
 - **öffentlich genutzte Gebäuden ,**
 - **wichtige Verkehrswege (so weit wie möglich),**
 - **Freizeitgebiete**
- Harmonisierung der Verfahren (Leitlinie) zur Ermittlung „angemessener Abstände“ durch
 - **Erstellung einer Datenbank mit allen erforderlichen Daten**
 - **Sammlung von Risikoszenarien**
 - **Beurteilungen der zuständigen Behörden**
 - **Informationen der Betreiber**
 - **Sonstige Informationen wie**
 - **sozio-ökonomischen Nutzen**
 - **Notfallplänen und ihr Linderungseffekt**

Vorschläge SFK/TAA zur technischen Umsetzung des Artikel 12

- Verfahren für die Flächennutzungs- und Bauleitplanung bei Neuansiedlung
- Verfahren bei bestehenden Situationen (Sachstand und Probleme)
- Verhältnis zur Gefahrenabwehr

Ermittlung „angemessener Abstände“

A. Neue Anlagen

B. Bestehende Anlagen

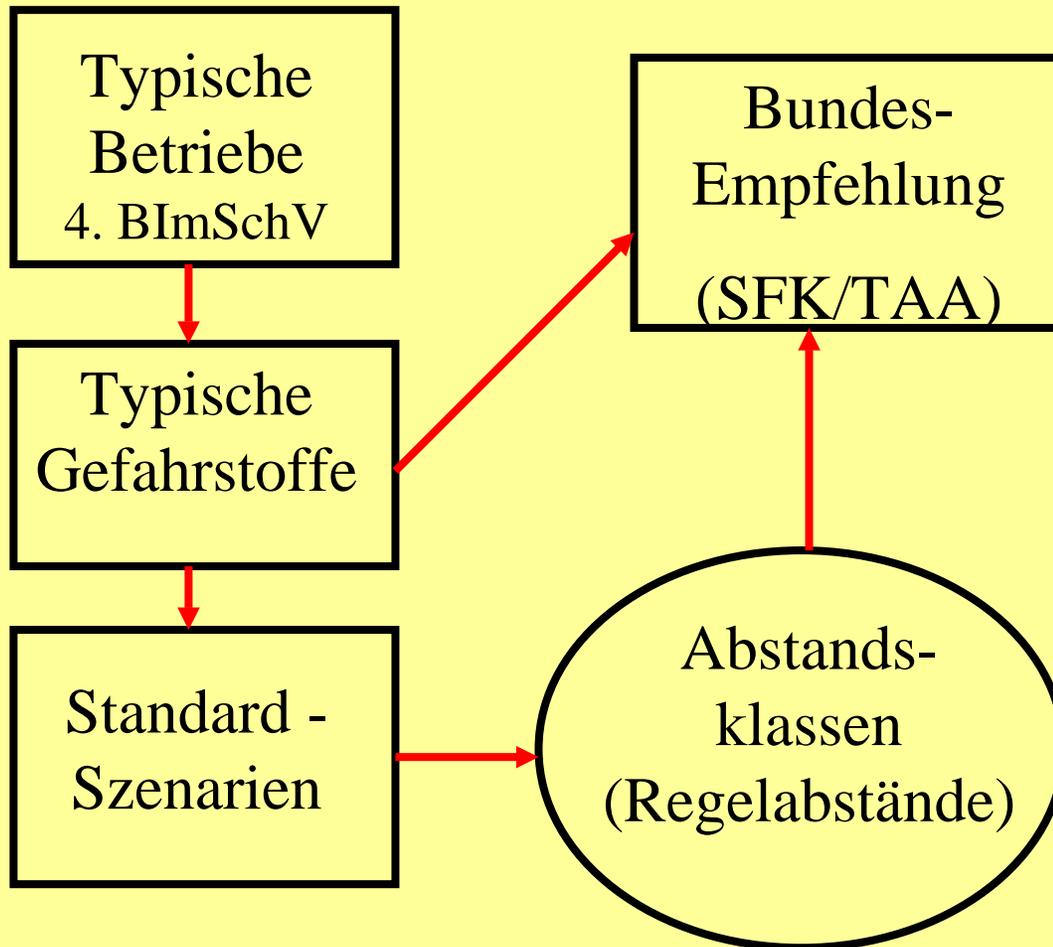
A. Neuanlagen



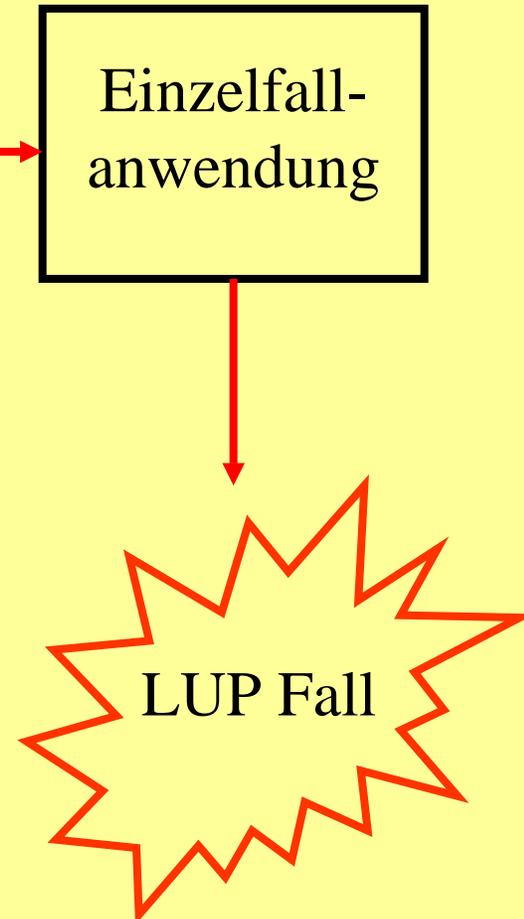
- **Unbekannte** Substanz
- **Unbekannte** Menge
- **Unbekannte** technische Vorrichtungen zur Begrenzung
- **Unbekanntes** Szenario
- **Unbekannte** Ausbreitungsbedingung

- Immissionswerte
- Verletzlichkeit

Entwicklung einer Bundes-Richtlinie



Anwendung auf lokaler Ebene



Typische Gefahrstoffe in den Betrieben (Auswahl)

Ethylenoxid

Formaldehyd

Schwefeldioxid

Oleum

Acrolein

Blausäure

Phosgen

Schwefelwasserstoff

Ammoniak

Acrylnitril

Chlor

Brom

Fluor

Chlor/Fluorwasserstoff

LPG

Methanol

Auswahl der Belastungswerte

- Toxische Belastung
- Physikalische Belastung

ERPG

Konzentration

Störfall IV

(Ernste Gefahr)

Lebensbedrohende Gefährdung

§ 2 Nr. 4a Störfall IV

Leben von Menschen bedroht

- Schwerwiegende Gesundheitsbeeinträchtigung
- Ein Mensch genügt -

ERPG-3

- irreversiblen oder sonstigen schwerwiegenden gesundheitlichen Auswirkungen
- Eingeschränkte Bewegungsfreiheit

klein
Anzahl der betroffenen Menschen

groß

ERPG-2

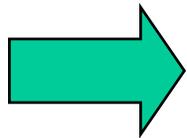
- leichte, vorübergehend nachteiligen gesundheitlichen Auswirkungen
- eindeutig definierter unangenehmer Geruch

§ 2 Nr. 4b Störfall IV

Gesundheitsbeeinträchtigung einer großen Anzahl von Menschen, z.B. auslösen oder hemmen bestimmter Körperfunktionen (z.B. durch eine Emission unmittelbar ausgelöster Brechreiz, Erbrechen).

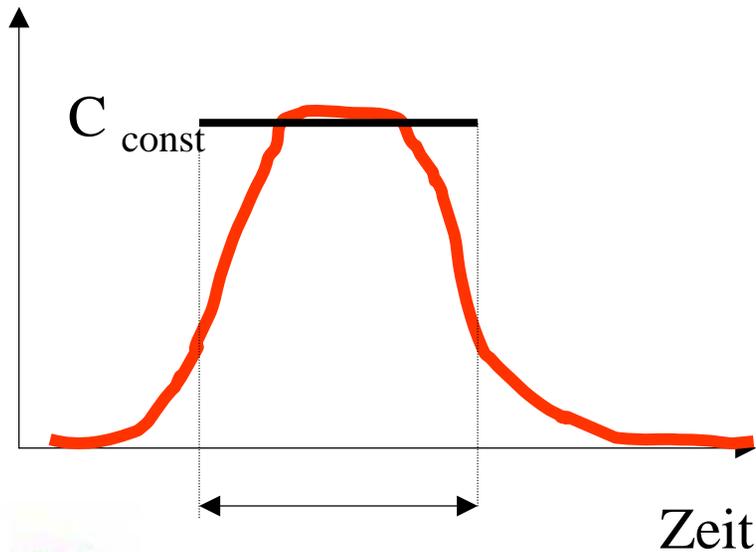
ERPG-1

Belästigung durch z.B. Geruch



Konservative Auswahl ERPG-Wert

Konzentration



Dauer der
Exposition

$$\text{Dosis} = \int_{\text{Zeit}}^n C_{\text{const}} \cdot dt$$

Grenzwerte: Strahlung/Druck

Störfall IV (Ernste Gefahr)

Wärmestrahlung: 10,5 kW /m²
(„Tödliche Verbrennung in 40 s“)

Explosionsdruck: 1,85 bar
(„Lungenriss“)

§ 2 Nr. 4a Störfall IV
Leben von Menschen bedroht
Schwerwiegende Gesundheitsbeeinträchtigung (Irreversible Schäden) -Ein Mensch genügt-

Wärmestrahlung: 2,9 kW /m²
(„Schmerzgrenze nach 30 s“)

Explosionsdruck: 0,175 bar
(„Trommelfellriss“)

klein
Anzahl der betroffenen Menschen
groß

Wärmestrahlung: 1,6 kW /m²
(„Nachteilige Wirkung“)

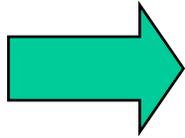
Explosionsdruck: 0,1 bar
(„Zerstörung gemauerter Wände“)

§ 2 Nr. 4b Störfall IV
Gesundheitsbeeinträchtigung einer großen Anzahl von Menschen, (Reversible Schäden)

Wärmestrahlung: 1,3 kW /m²
(„Maximale Sonneneinstrahlung“)

Explosionsdruck: 0,003 bar
(„lauter Knall“)

Belästigung



Belastungsart	Toleranzwert	Begründung
Wärmestrahlung	1,6 KW m⁻²	Beginn nachteiliger Wirkungen auf Menschen
Explosionsdruck	0,1 bar	Beginn Zerstörung gemauerter Wände, Trommelfellriss bei Menschen
Toxische Belastung	ERPG-2 (stoffspezifisch)	Beginn irreversibler und schwerwiegender Gesundheitsauswirkungen

Rahmenbedingungen (1/7)

- Es sind zum Zeitpunkt der Flächennutzungsplanung keine konkreten Informationen über die Anlagenkonzeption vorhanden
- Es werden daher Leckflächen entsprechend einem Rohrleitungsabriss der Nennweiten **DN 15 – DN 50** betrachtet
- Freisetzungsdauer aus der Anlage: 10 Minuten

Rahmenbedingungen (2/7)

Stofffreisetzung

- Betriebstemperatur: 20°C
- Betriebsdruck: **Dampfdruck bei 20°C , aber mind. 2 bar** (z. B. Pumpendruck)
- Aggregatzustand: **flüssig**, mit der Ausnahme von Chlorwasserstoff
- Ausflusszahl: **0,62** (scharfkantiges Leck)

Rahmenbedingungen (3/7)

Lachenbildung

- Sonneneinstrahlung: 1 kW/m²
- Untergrund: Beton
- Schichtdicke der kreisförmigen Lache: 5 mm
- Zeitdauer: 30 Minuten

Rahmenbedingungen (4/7)

Gasausbreitung

- Leichte Gase: **VDI Richtlinie 3783 Blatt 1**
ohne Inversion (Smog-Wetterlage)
- Schwere Gase: **VDI Richtlinie 3783 Blatt 2**
für ein Gelände mit gleichförmiger Bebauung.

Rahmenbedingungen (5/7)

Flash-Verdampfung und Aerosole

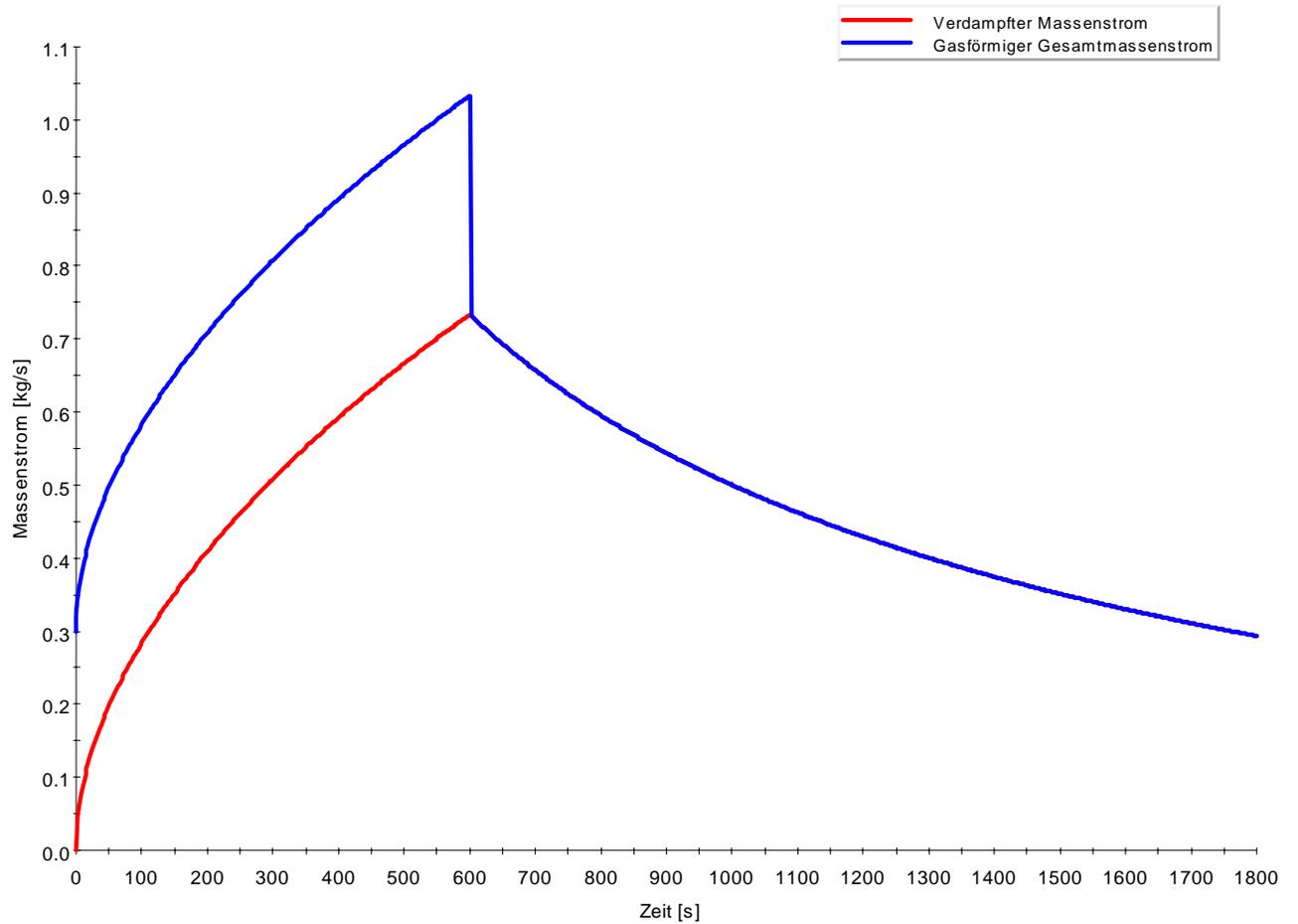
- Betriebstemperatur $>$ Siedetemperatur bei Umgebungsdruck
- Bei der Freisetzung erfolgt die Abkühlung auf die Siedetemperatur durch Verdampfung eines Teils der Flüssigkeit
- Flüssigkeitströpfchen werden mit dem Dampfstrahl mitgerissen
- Einmischung von Luft und Verdampfung der Tröpfchen

Rahmenbedingungen (6/7)

Lachenverdampfung

Der freigesetzte Massenstrom aus der Lache ist abhängig von

- der Flüssigkeitstemperatur (Siedetemperatur),
- der Wärmezufuhr aus der Luft, Sonneneinstrahlung und vor allem aus dem Boden,
- der zeitlichen Entwicklung der Lachenfläche



Lachenverdampfung von Ammoniak,
Freisetzungsdauer 10 Minuten

Rahmenbedingungen (7/7)

Lachenverdunstung

- Betriebstemperatur < Siedetemperatur bei Umgebungsdruck
- Der freigesetzte Massenstrom aus der Lache ist abhängig von
 - dem Sättigungsdampfdruck der Flüssigkeit
 - der Windgeschwindigkeit
 - der zeitlichen Entwicklung der Lachenfläche
- Stoffübergangskoeffizient nach Mackay / Matsugu

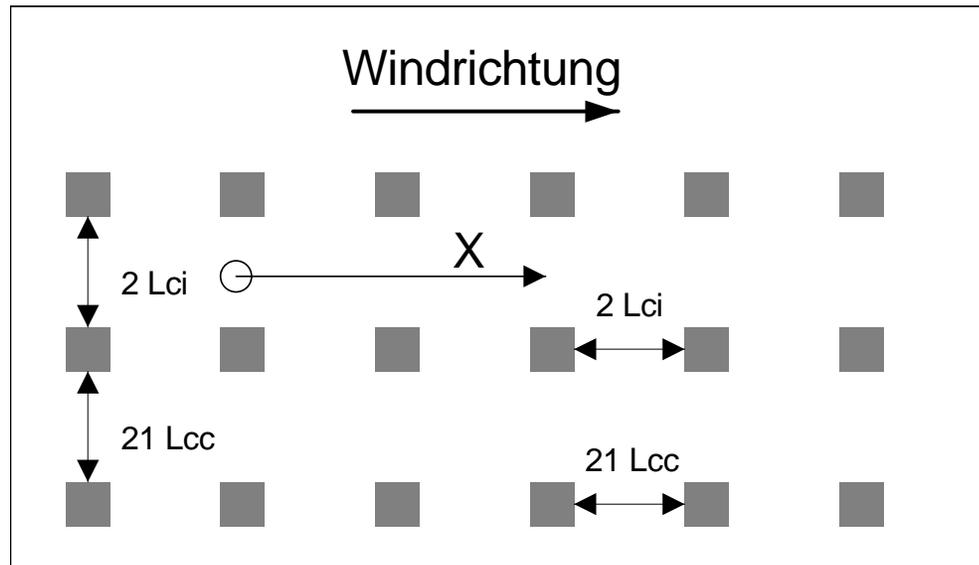
$$\dot{m} = \frac{k A_{\text{Lache}} p_u}{R T_{\text{fl}}} \ln \left[\frac{p_u}{p_u - p_A^0} \right]$$
$$k = 0,0292 u^{0,78} L_c^{-0,11} \left(\frac{v}{D_{AB}} \right)^{-0,67}$$

Schwergasausbreitung

- VDI-Richtlinie 3783 Blatt 2 "Ausbreitung von störfallbedingten Freisetzungen schwerer Gase - Sicherheitsanalyse"
 - Schwergaswolken besitzen eine ausgeprägte Eigendynamik.
 - Durch die höhere Dichte breitet sich die Schwergaswolke in einer flachen, bodennahen Schicht aus. Gebäude als Strömungshindernisse.
 - In der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 2 sind die Ergebnisse von Windkanalversuchen mit schweren Gasen für eine Vielzahl von Ausbreitungsgebieten mit unterschiedlichen Hindernissen zusammengefasst worden.

Schwergasausbreitung

- Ausbreitungsgebiet: Gelände mit gleichförmiger Bebauung



Leichtgasausbreitung

- VDI-Richtlinie 3783 Blatt 1 "Ausbreitung von störfallbedingten Freisetzungen - Sicherheitsanalyse"
 - Im Vergleich zu Luft, dichteneutrale bis leichte Gase
 - Gaswolke wird mit konstanter Windgeschwindigkeit fortbewegt
 - Verdünnung der Wolke durch Zumischung von Luft
 - Modellierung der turbulenten Diffusion durch Streuungen aus experimentellen Untersuchungen in einem Bereich von 100 m bis 10.000 m

Leichtgasausbreitung

- Über die Bodenrauigkeit wird der Einfluss des Geländes auf die Turbulenz der Atmosphäre und somit auf die Verteilung der Gaswolke berücksichtigt.
- 5 effektive Rauigkeitslängen zwischen extrem glatt (keine Gebäude, Bäume, Büsche in weiterem Umkreis) und sehr rauh (Stadt- und Waldgebiet)

Leichtgasausbreitung

- Mittlere Ausbreitungssituation:
 - Windgeschwindigkeit: 3 m/s
 - indifferente Temperaturschichtung
 - keine Inversion
- Ungünstige Ausbreitungssituation
 - Windgeschwindigkeit: 1 m/s
 - stabile Temperaturschichtung
 - keine Inversion

Ergebnisse der Berechnungen

Rohrnen- -weite	Massenstrom in kg/s	gesamte verdampfte Masse bei 1 m/s in kg	Entfernung bei mittlerer Ausbreitungssituation ERPG-2 / ERPG-3 in m	Entfernung bei ungünstiger Ausbreitungssituation ERPG-2 / ERPG-3 in m
DN 15	1,88	814	416 / 281	1212 / 721
DN 20	3,35	1445	565 / 366	1703 / 1020
DN 25	5,23	2252	718 / 462	2199 / 1327
DN 32	8,57	3685	933 / 600	2938 / 1769
DN 40	13,39	5752	1181 / 760	3902 / 2304
DN 50	20,92	8981	1492 / 962	5380 / 2978

Beispiel: Formaldehyd

Ergebnisse der Berechnungen

Rohrnen- weite	Massenstrom in kg/s	Lachendurchmesser / Flammenhöhe in m	Entfernung 1,6 kW/m ² in m	Entfernung 3 kW/m ² in m
DN 15	1,66	10,7 / 12,7	42	29
DN 20	2,96	14,3 / 16,4	56	38
DN 25	4,62	17,8 / 19,9	68	46
DN 32	7,57	22,8 / 24,7	85	59
DN 40	11,82	28,5 / 30,0	105	72
DN 50	18,47	35,7 / 36,5	129	88

Methanol

Gasexplosionen

- Typisches Szenario: Freisetzung von Propan aus der Flüssigphase
- Explosionsfähige Masse gemäß VDI Richtlinie 3783 Blatt 2
- TNO-Modell nach Wiekema für die Deflagration von unverdämmten Gaswolken

Ergebnisse der Berechnungen

Rohrnen- weite	Massenstrom in kg/s	untere Zünddistanz in m	explosionsfähige Masse in kg	Entfernung in m bei 0,03 bar	Entfernung in m bei 0,1 bar
DN 15	2,54	44	28	67	-
DN 20	4,52	55	56	95	48
DN 25	7,06	66	95	124	60
DN 32	11,57	80	172	167	78
DN 40	18,07	96	293	219	100
DN 50	28,24	114	501	288	126

Propan

Abstandsklassen Gefahrstoffe

[Abstände in m]

Klasse I

Klasse II

Klasse III

Klasse IV

Klasse V



0

300

500

600

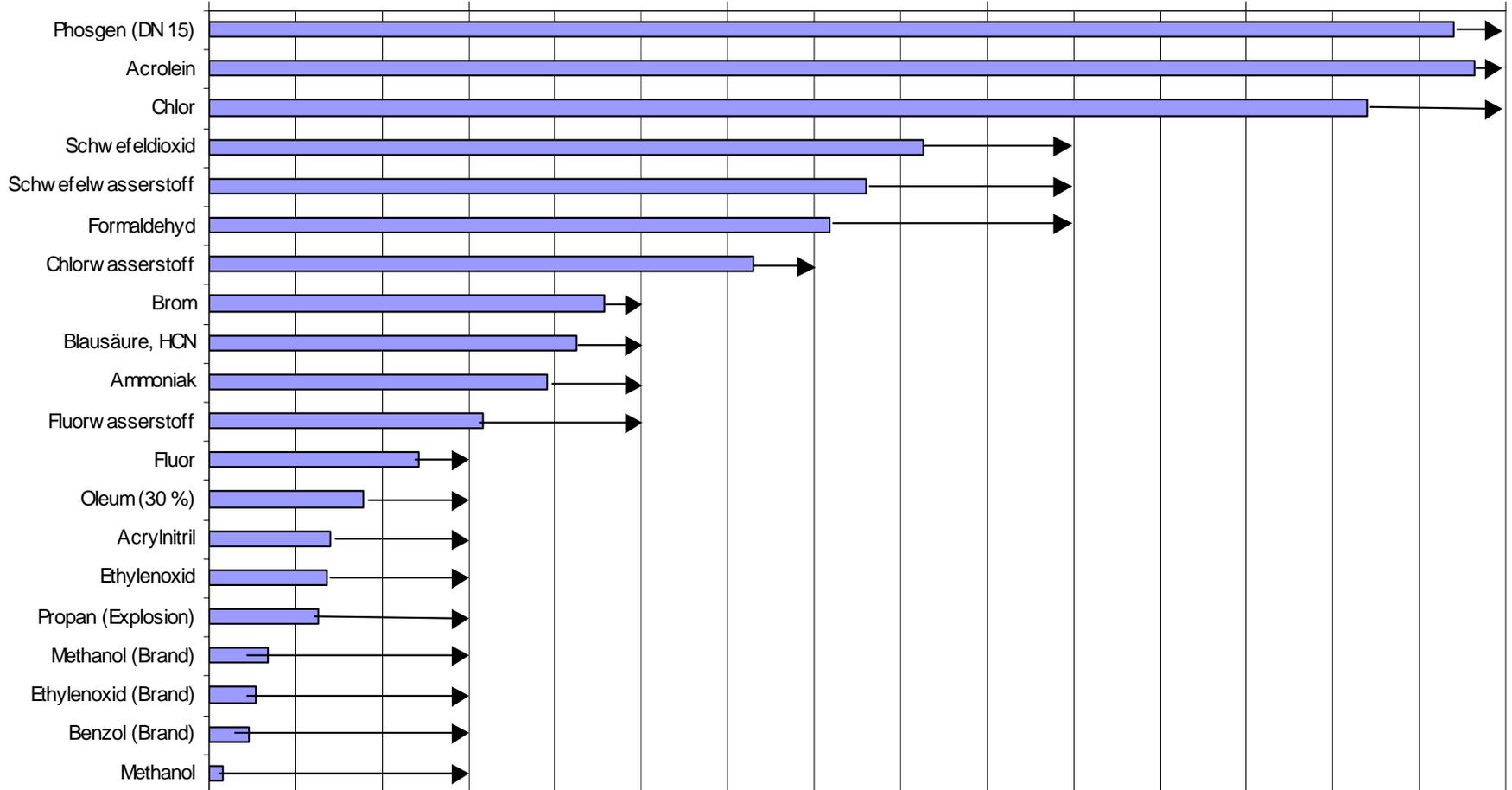
700

900

1000

1200

1500



Klasse	Abstand [m]	Nr. Anhang 4. BImSchV
I	300	4.1a; 4.1i; 4.1k; 4.3; 4.5; 4.7; 4.8; 4.9; 4.10;
II	500	4.1e; 4.1j; 4.1n; 4.1m; 4.1o; 4.1q; 4.1t; 4.2; 4.6;
III	700	<i>./.</i>
IV	1000	4.1c; 4.1p; 4.4;
V	1500	4.1b; 4.1d; 4.1f; 4.1g; 4.1h; 4.1l; 4.1r; 4.1s;

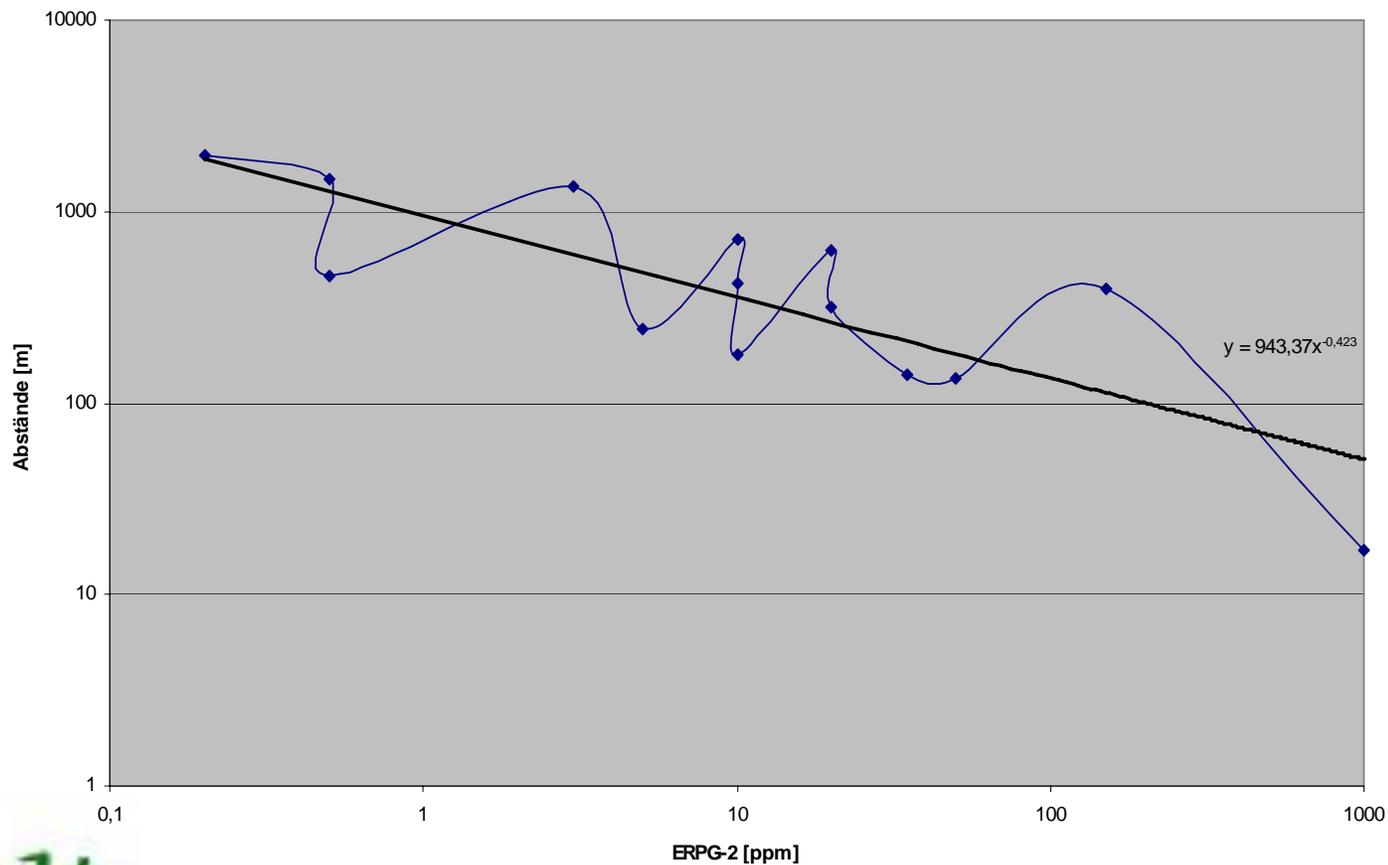
Klasse I	Fluor, Oleum, Acrylnitril, Ethylenoxid, hochentzündliche Gase und Flüssigkeiten (Brand- und Explosionsgefahren), giftige Stoffe (Staubexplosion),
Klasse II	Phosphin, Brom, Cyanwasserstoff, Ammoniak, Fluorwasserstoff, sehr giftige Stoffe (Staubexplosion),
Klasse III	Chlorwasserstoff,
Klasse IV	Schwefeldioxid, Schwefelwasserstoff, Formaldehyd,
Klasse V	Acrolein, Chlor, Phosgen.

Erläuterungsberichte

Zu jedem Anlagentyp der Nr. 4 Anhang der 4. BImSchV gibt es einen spezifischen Erläuterungsbericht mit folgenden Informationen:

- Kurzbeschreibung der typischen Verfahrensabläufe und Betriebsweisen
- Auflistung der wichtigsten Gefahrstoffe in den Betrieben und Anlagen
- Abstandsberechnungen für typisierte Quellterme
- Begründung für die Auswahl des maßgebenden Störfallablaufszenarios
- Auflistung der in der ZEMA für die typischen Gefahrstoffe registrierten Ereignisse mit größeren Auswirkungen

Abstände LUP in Abhängigkeit vom ERPG



$$\text{Abstand} = 943,37 (\text{ERPG-2})^{\text{exp}-0.4}$$

B. Bestehende Anlagen

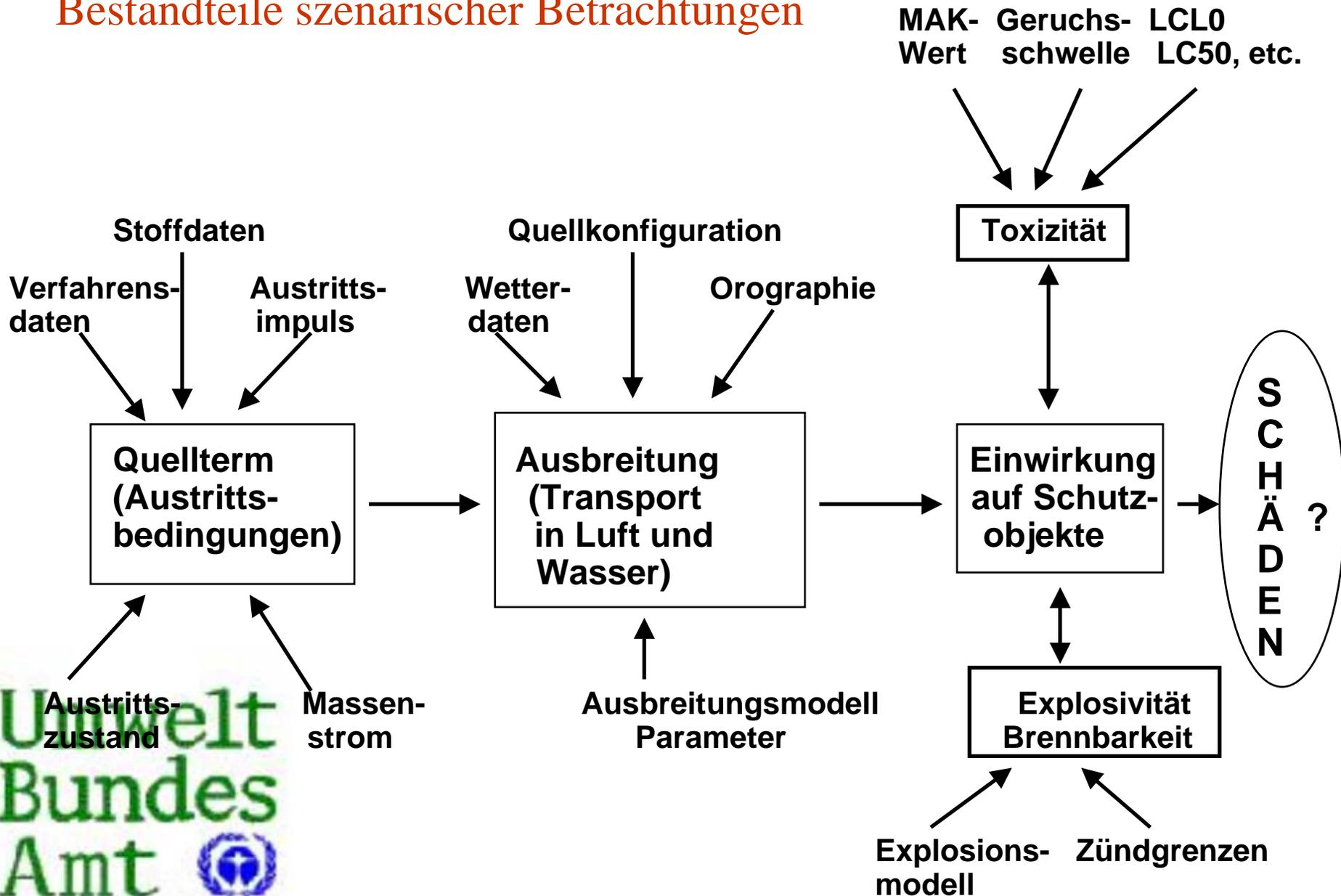


- Bekannte Substanz
- Bekannte Menge
- Bekannte technische Vorrichtungen zur Begrenzung
- Wahrscheinliches Szenario
- Bekannte Ausbreitungsbedingungen

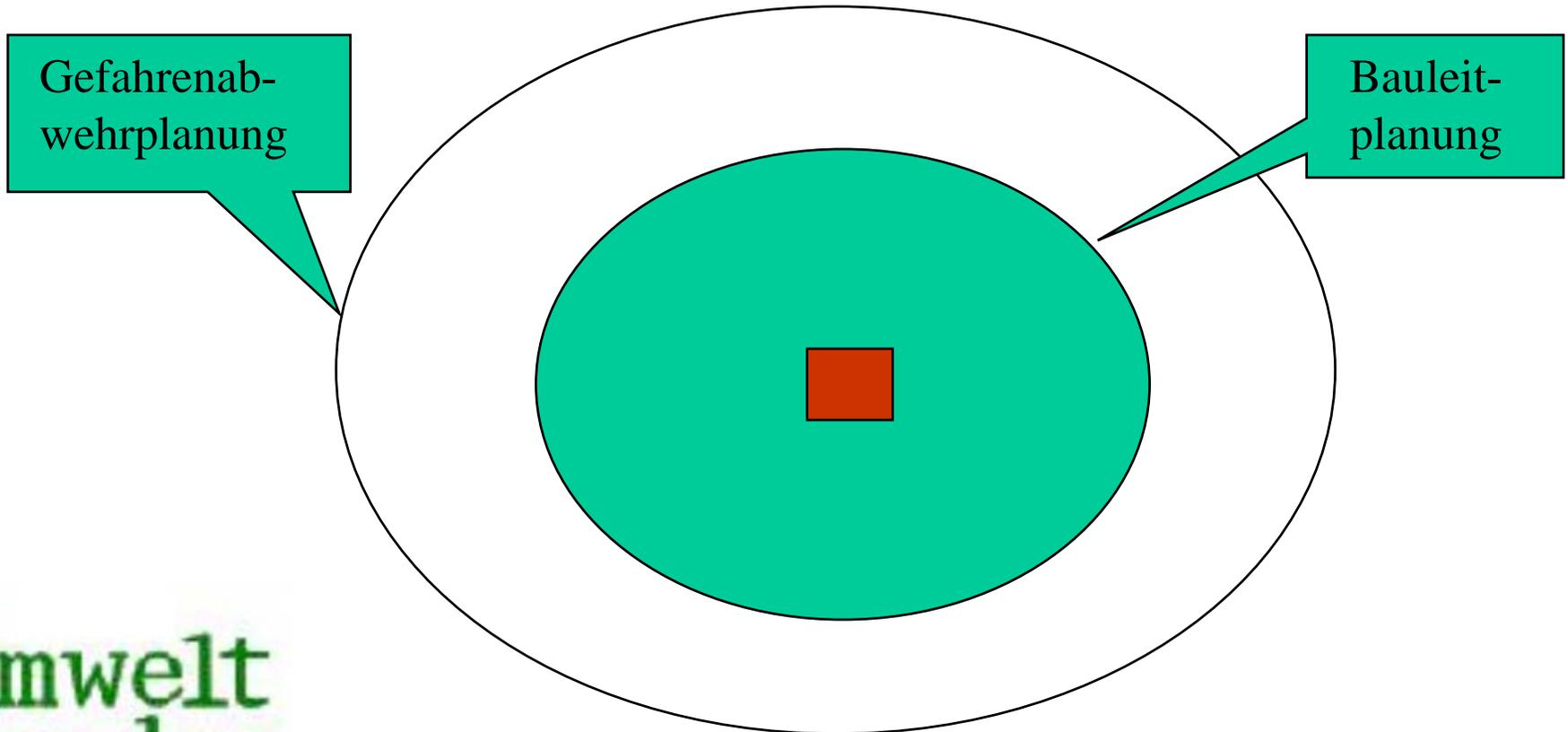
- Immissionswerte
- Verletzlichkeit

Berechnung nach dem Stand der Technik möglich !

Bestandteile szenarischer Betrachtungen



Bauleit-/ Gefahrenabwehrplanung



- A. Verschiedene Immissionswerte
- B. Verschiedene andere Szenarien-Bedingungen, z.B. Ausbreitungsbedingungen

Ende