

Störfallablaufszenarien als Prognoseinstrumente

Übersicht

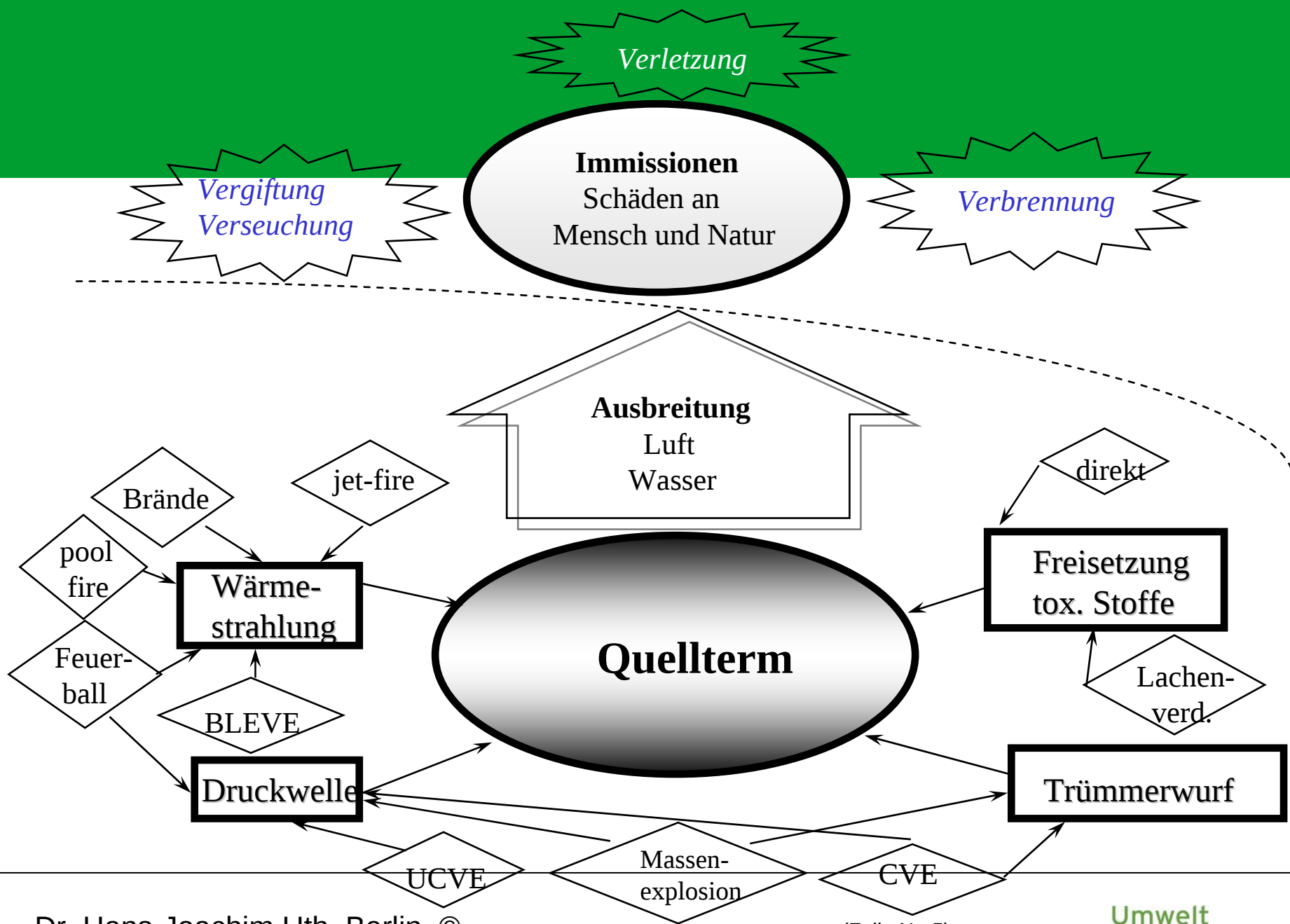
- **Aktuelle Vorschriften**
- **Störfallablaufszenarien**
- **Anwendungsfelder (SB, LUP, GAP)**
- **Varianz der Einflussgrößen bei der Einzelfallbetrachtung**
- **Berücksichtigung der Verletzlichkeit des Umfelds**

Aktuelle Vorschriften

- Störfall -Verordnung (Neufassung v. 8.06.2005)
- Umsetzung der Vorschriften zu externen Gefahrenabwehrplänen nach Landesrecht
- Empfehlung des BMU zur StörfallV (3/2004)
- Empfehlungen der SFK und TAA
 - Empfehlungen für Abstände zwischen Betriebsbereichen nach der Störfall-Verordnung und schutzbedürftigen Gebieten im Rahmen der Bauleitplanung - Umsetzung § 50 BImSchG (SFK/TAA-GS-1)
 - Leitfaden Schnittstelle Notfallplanung (SFK-GS-45)
 - Risikomanagement im Rahmen der Störfall-Verordnung (SFK-GS-41)

Szenarische Betrachtungen als Grundlage für Prognosen in der Störfall-Verordnung

Fundstelle Störfall-V	Anforderung
§ 6 Abs. 4	Domino-Effekt
§ 8 i.V.m. Anhang III	Szenarien im Rahmen des “Konzepts...”
§ 9 i.V.m. Anhang II	Verschiedene Szenarien im SB, „Risikokartierung“
§ 10 i.V.m. Anhang IV	Szenarien für die “Gefahrenabwehr”

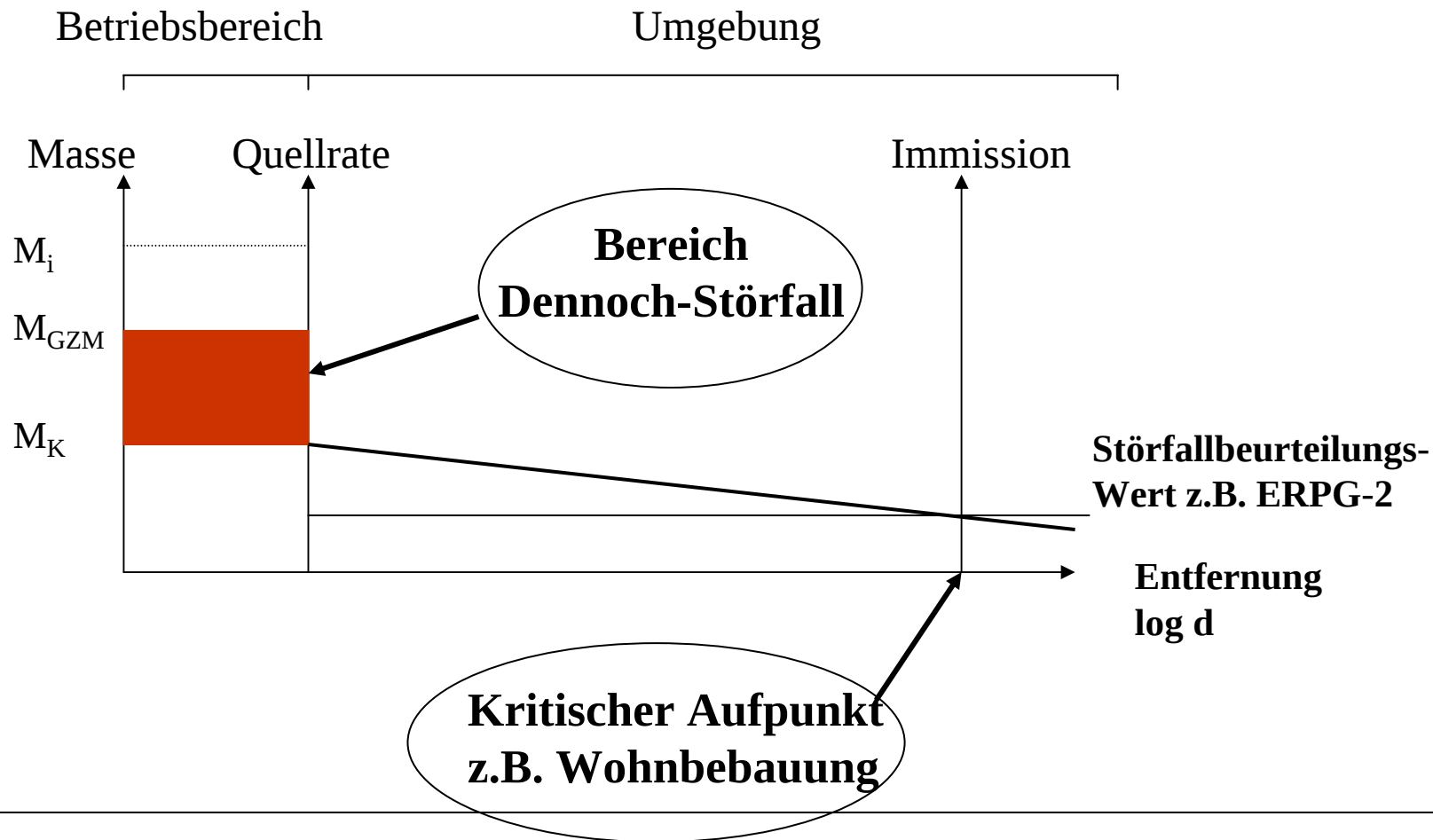


Empfehlung des BMU zum Vollzug der StörfallV (März 2004)

1. Störfallablaufszenarien für **Verhinderung von Störfällen** (§ 4)
2. Störfallablaufszenarien („Dennoch-Störfall“-**Mk**) für **Begrenzung der Auswirkungen** von Störfällen (§ 5)
3. Störfallablaufszenarien („Dennoch-Störfall“-**GZM**) als Information für die **externe Gefahrenabwehrpläne**

➔ Bestimmung der Mengen nach SFK-GS-26

Schematische Darstellung des Definitionsbereichs für Dennoch-Störfälle



Rahmenbedingungen zur Erstellung von Störfallablaufszenarien:

- Anlagenspezifität
- Standortspezifität
- Schutz der Beschäftigten

Grundlagen:

Ereignisannahmen (Quellterme) auf der Grundlage des Sicherheitsberichts in Verbindung mit Anhang 6 der BMU-Empfehlung.

Maßgebend: **GZM** und **Mk**

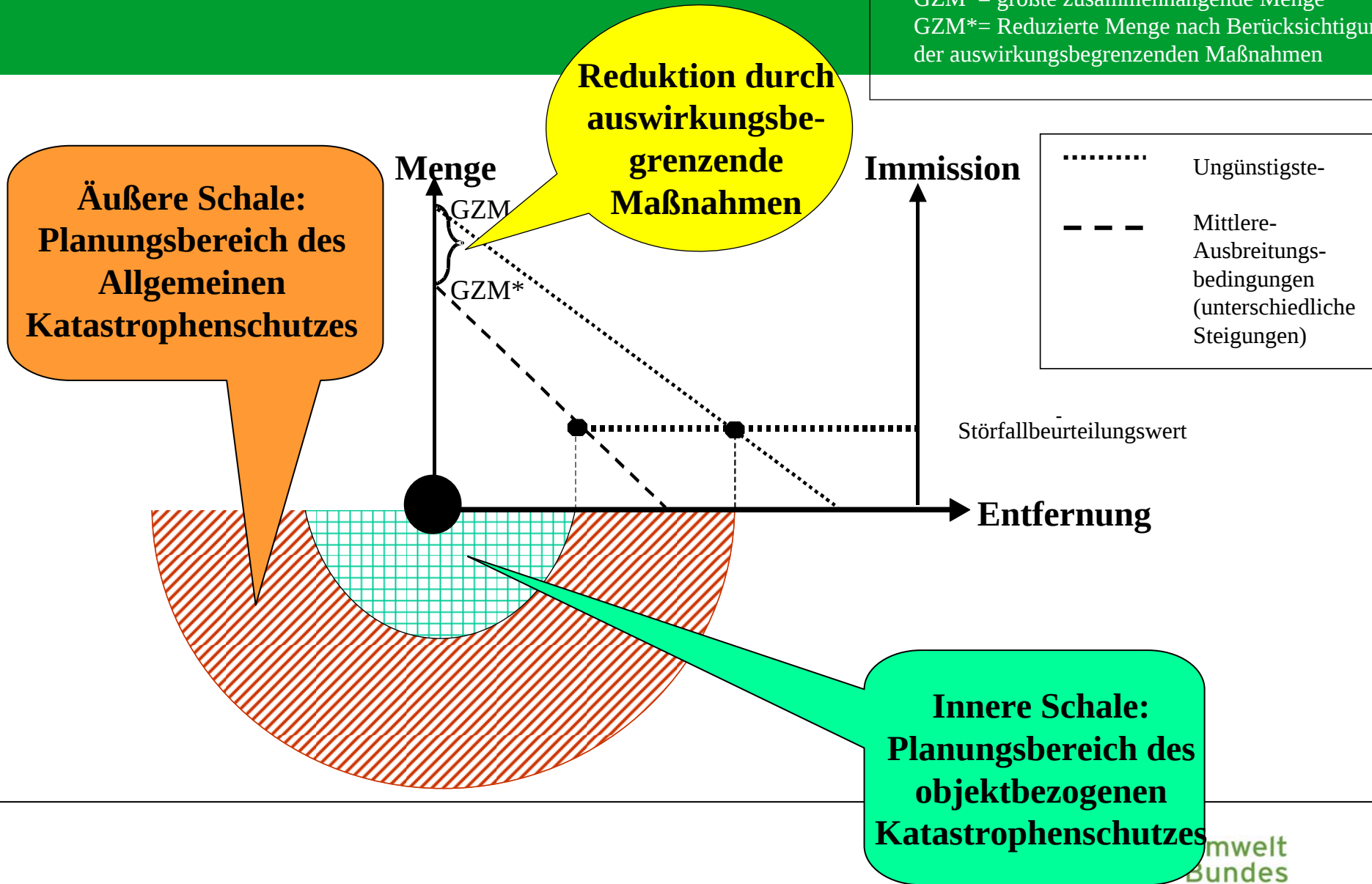
Ursachen werden nicht ermittelt

Anwendungsfall GAP (nach SFK-GS-45)

- Die Alarm- und Gefahrenabwehrplanung ist **ursachenunabhängig** festzulegen
- GAP ist eine Maßnahmen nach § 3 Abs. 3 StörfallV
- Ermittlung von Gefährdungsbereichen für die externe Gefahrenabwehrplanung erfolgt durch Auswirkungsbetrachtungen:
 - 1. Schritt (äußere Schale): Ermittlung der Auswirkungsbereiche mit GZM **ohne** Berücksichtigung konkreter anlagenbezogener Vorkehrungen zur Begrenzung der Auswirkungen
 - 2. Schritt (innere Schale): Einzelfallbetrachtung von Auswirkungsbereiche mit GZM **mit** Berücksichtigung konkreter anlagenbezogener Vorkehrungen zur Begrenzung der Auswirkungen
- Festlegung im Einvernehmen mit der zuständigen Behörde

Bereiche für die externe Alarm- und Gefahrenabwehrplanung nach SFK

GZM = größte zusammenhängende Menge
GZM* = Reduzierte Menge nach Berücksichtigung
der auswirkungsbegrenzenden Maßnahmen

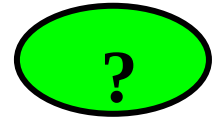
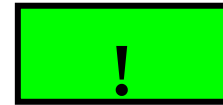


Anwendungsfall: Überwachung der Ansiedlung (ÜdA) (nach SFK/TAA-GS-1)

Die Fälle:

1. Planung eines Industriegebietes

**Ohne
Detail**

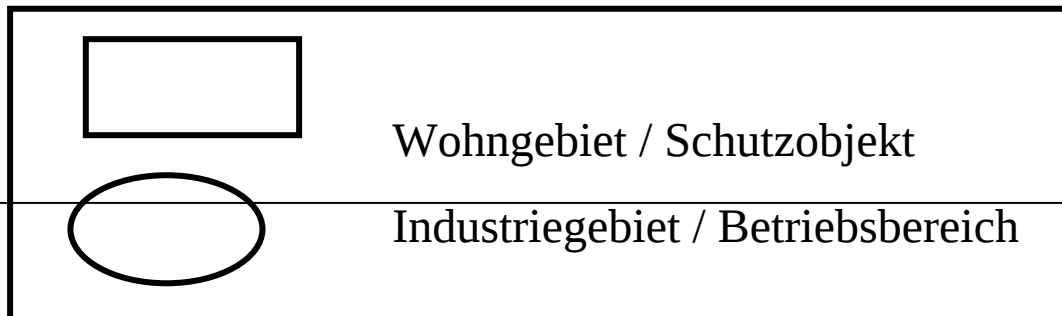


2. Planung einer heranwachsenden Wohnbebauung

**Mit
Detail**



3. Bestehende Situation (Gemeingefahr)



Planung ohne Detailkenntnisse



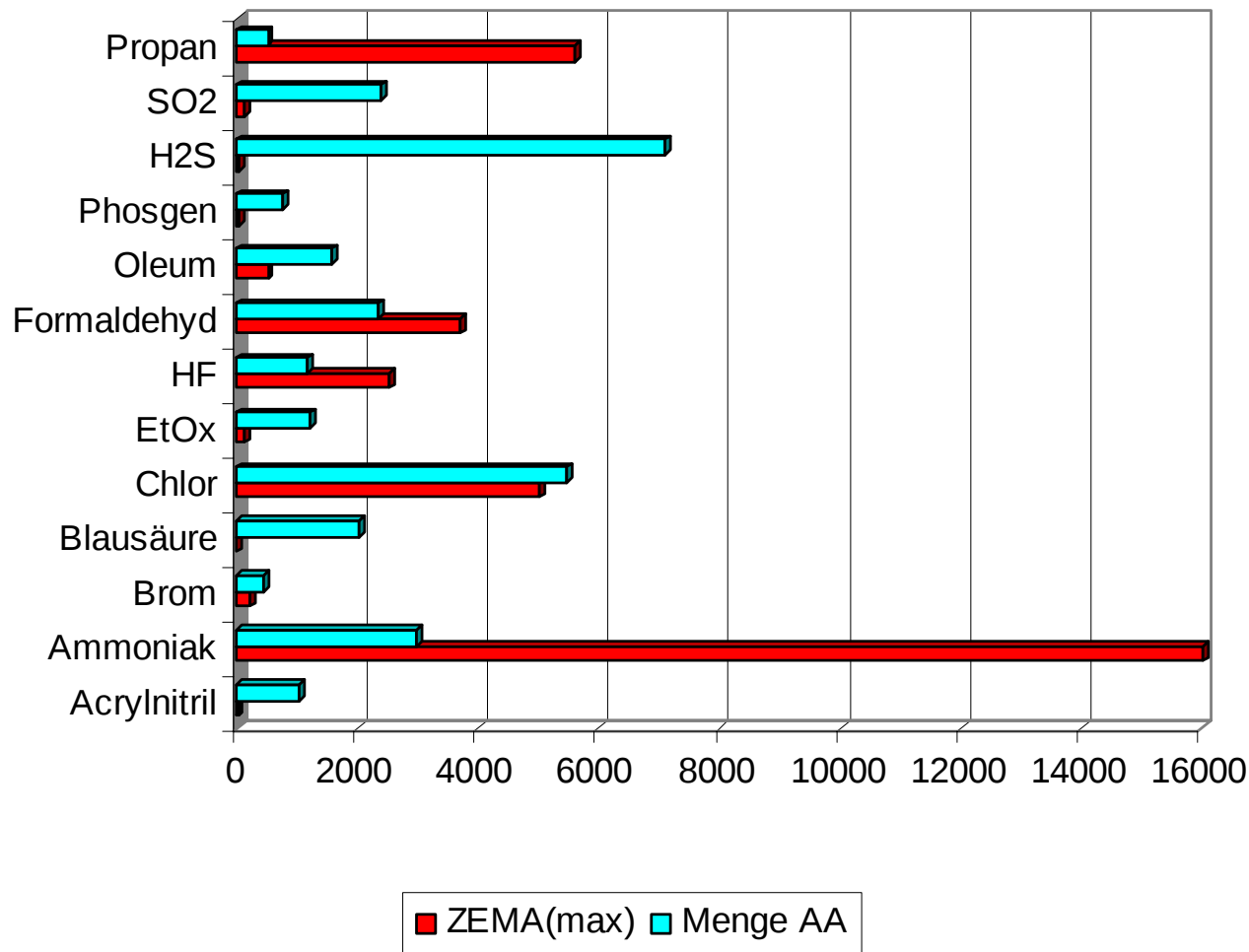
- **Unbekannte** Substanz
- **Unbekannte** Menge
- **Unbekannte** technische Vorrichtungen zur Begrenzung
- **Unbekanntes** Szenario
- **Unbekannte** Ausbreitungsbedingung

- Immissionswerte
- Verletzlichkeit

Konventionen aufgrund von Betriebserfahrungen

- Abstandsberechnungen für typisierte Quellterme bei Schlüsselstoffen
- Zuordnung zu Abstandsklassen
- Abgleich der in der ZEMA registrierten Ereignisse mit größeren Schäden in Bezug auf die angenommenen Quellterme.
- Freisetzung in der Regel durch Quellterm aus einer Austrittsfläche von 490 mm² (entspricht DN 25)
- Einhaltung Stand der Sicherheitstechnik und gute Managementpraxis
- Ausschluss von Spontanversagen von Behältern (einschließlich der Betrachtung von Trümmerwurf) oder vollständiger Abriss von großen Rohrleitungen, da hinreichend unwahrscheinlich.
- Abweichungen bei Einzelstoffen aufgrund spezifischer Betriebserfahrung, z.B. Phosgen, Acrolein, Benzol, Methanol, LPG.

Gefahrstoffmengen (in kg) bei Ereignissen (ZEMA) und Standardszenarien für LUP ohne Detailkenntnisse



Angenommene Szenarien

■ Brände

- Wärmestrahlung bei Großbränden
- Keine toxische Effekte durch die Brandgase

■ Gaswolkenexplosionen

- Druckwellen durch Gaswolkenexplosionen mit unmittelbarer Zündung
- Kein Trümmerwurf

■ Freisetzung toxischer Stoffe

- Ausbreitung nach VDI-Modell RL 3783
- Mittlere Wetterlage
- Industriebebauung

Grenzwerte: Strahlung/Druck

StörfallV (Ernste Gefahr)

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

Explosionsdruck: 1,85 bar
(„Lungenriss“)

§ 2 Nr. 4a StörfallV

Leben von Menschen bedroht
Schwerwiegende Gesundheits-
beeinträchtigung (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“)

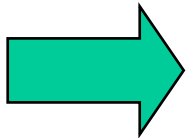
§ 2 Nr. 4b StörfallV

Gesundheitsbeeinträchtigung einer
großen Anzahl von Menschen,
(Reversible Schäden)

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

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

Belästigung



ERPG

Konzentration

StörfallV

(Ernste Gefahr)

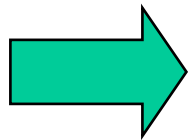
Lebensbedrohende Gefährdung

§ 2 Nr. 4a StörfallV

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 unangenehmen Geruch

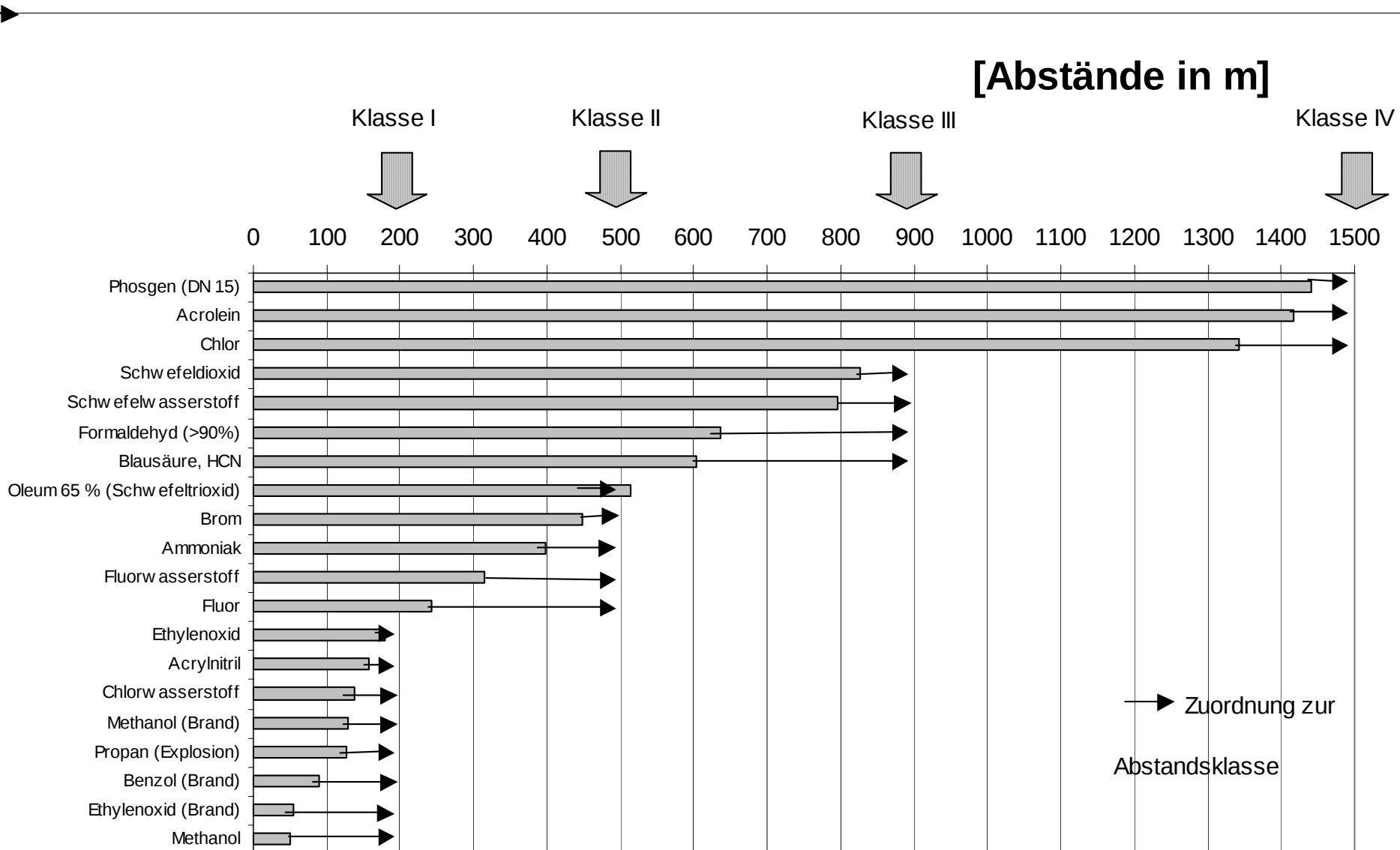
§ 2 Nr. 4b StörfallV

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

Achtungsabstände für ÜdA ohne Detailkenntnisse

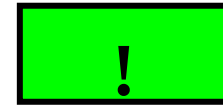


Anwendungsfall: Überwachung der Ansiedlung (ÜdA) (nach SFK/TAA-GS-1)

Die Fälle:

1. Planung eines Industriegebietes

**Ohne
Detail**

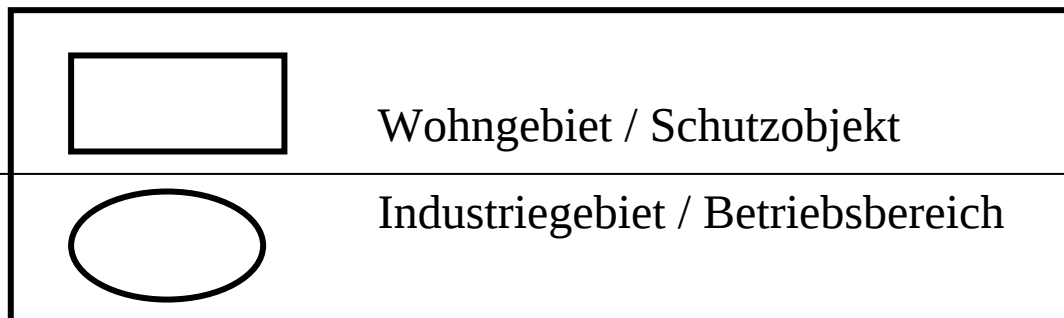


2. Planung einer heranwachsenden Wohnbebauung

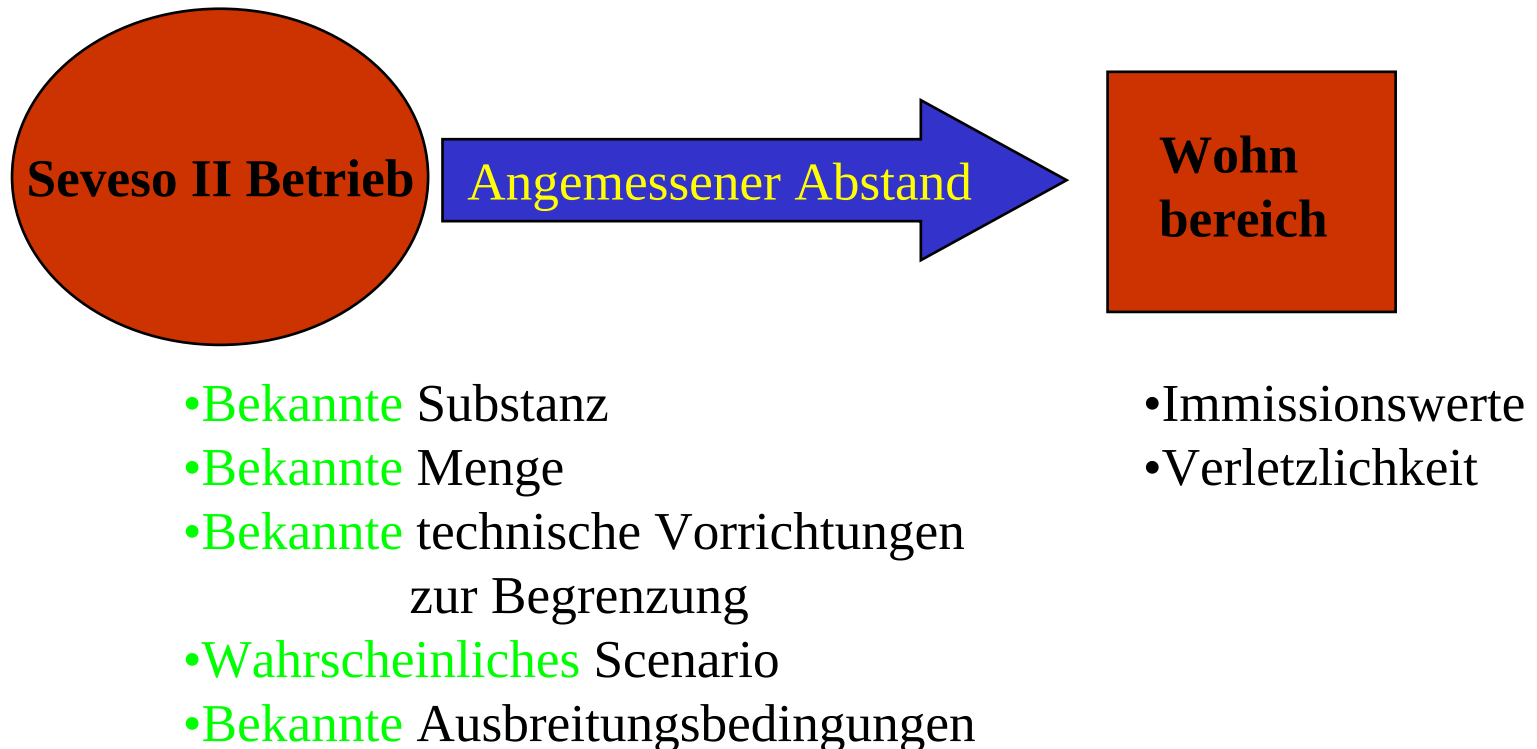
**Mit
Detail**



3.  Bestehende Situation (Gemeingefahr)



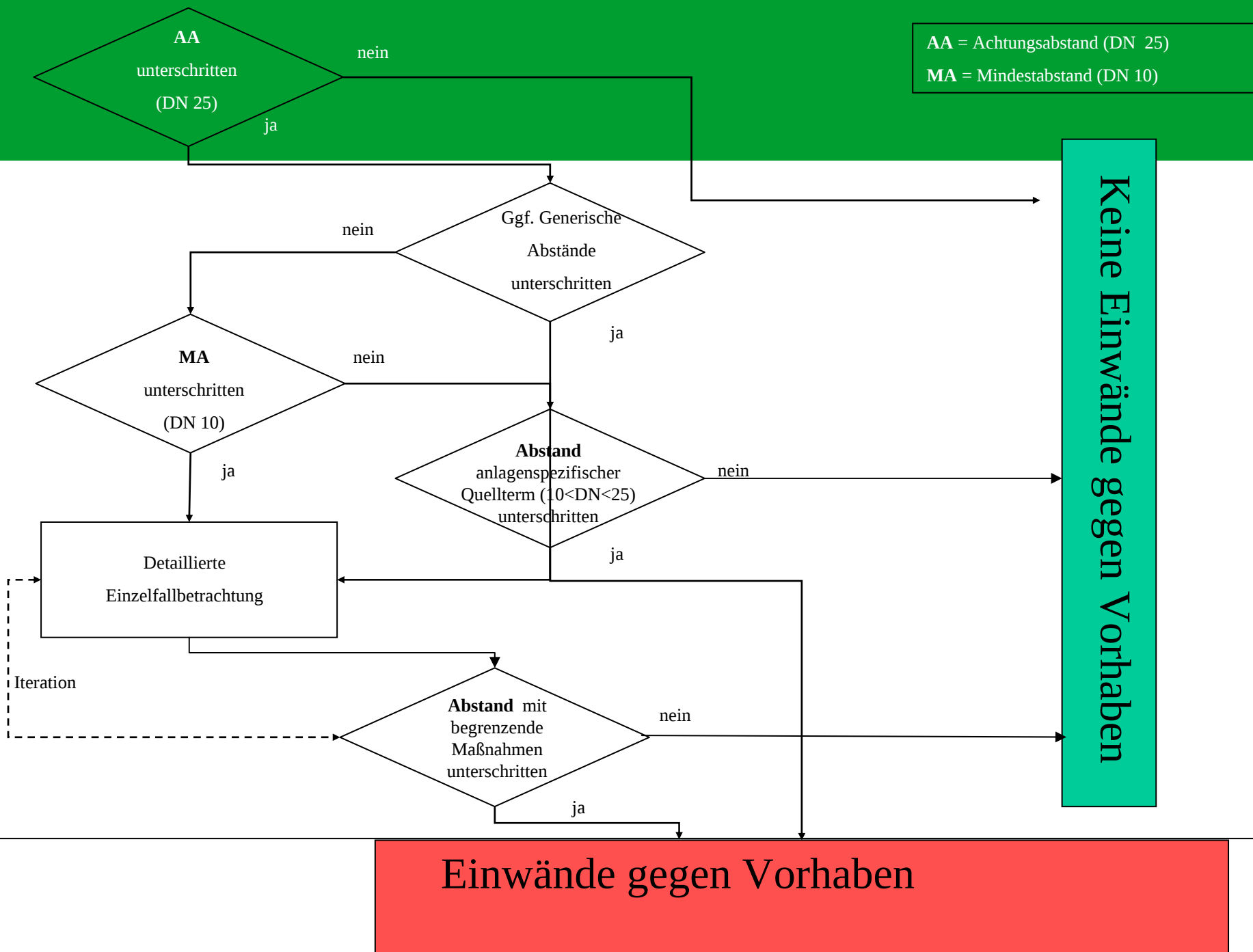
Planung mit Detailkenntnissen



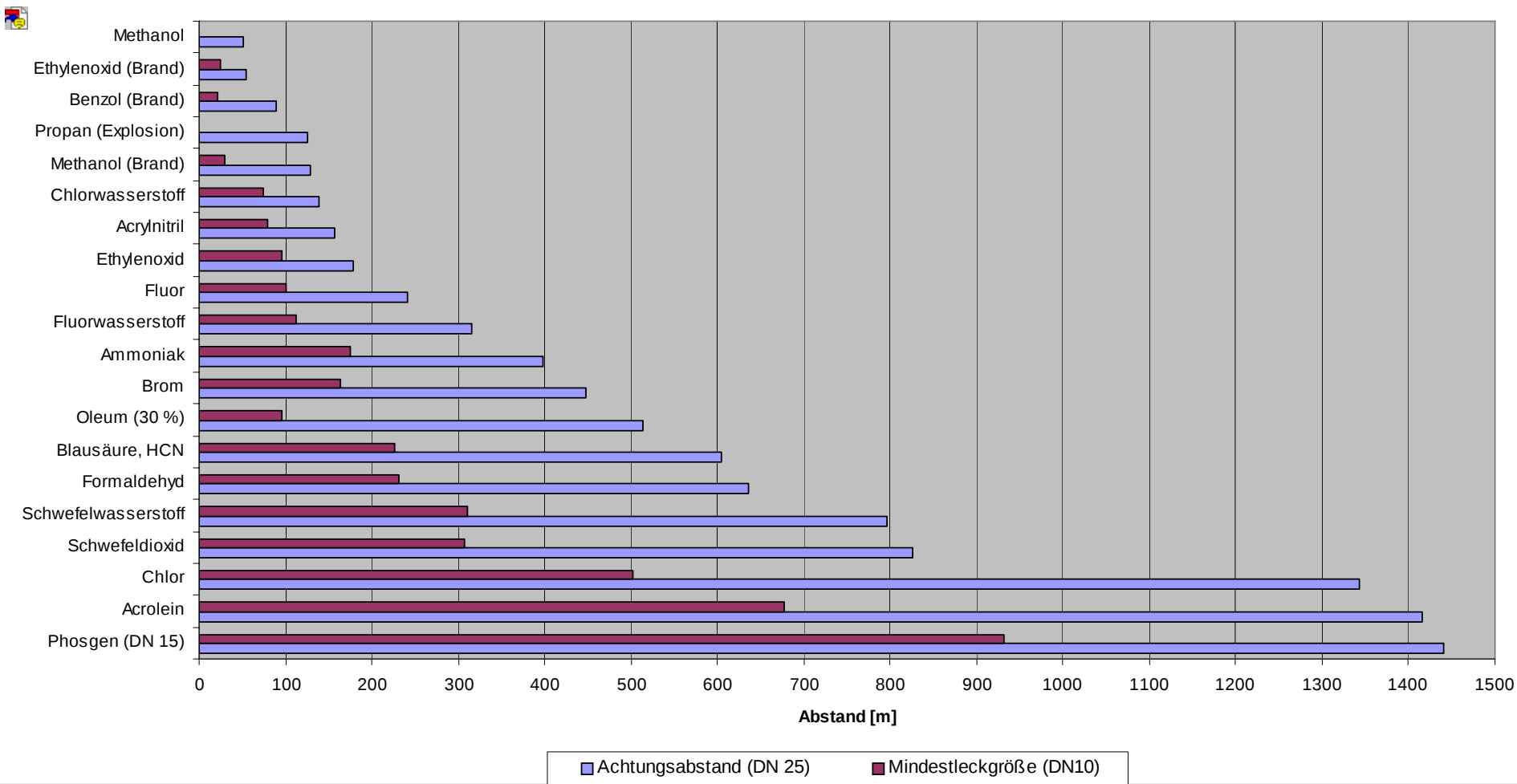
**Berechnung nach dem Stand der Technik
möglich !**

Empfehlungen für Einzelfallbetrachtung

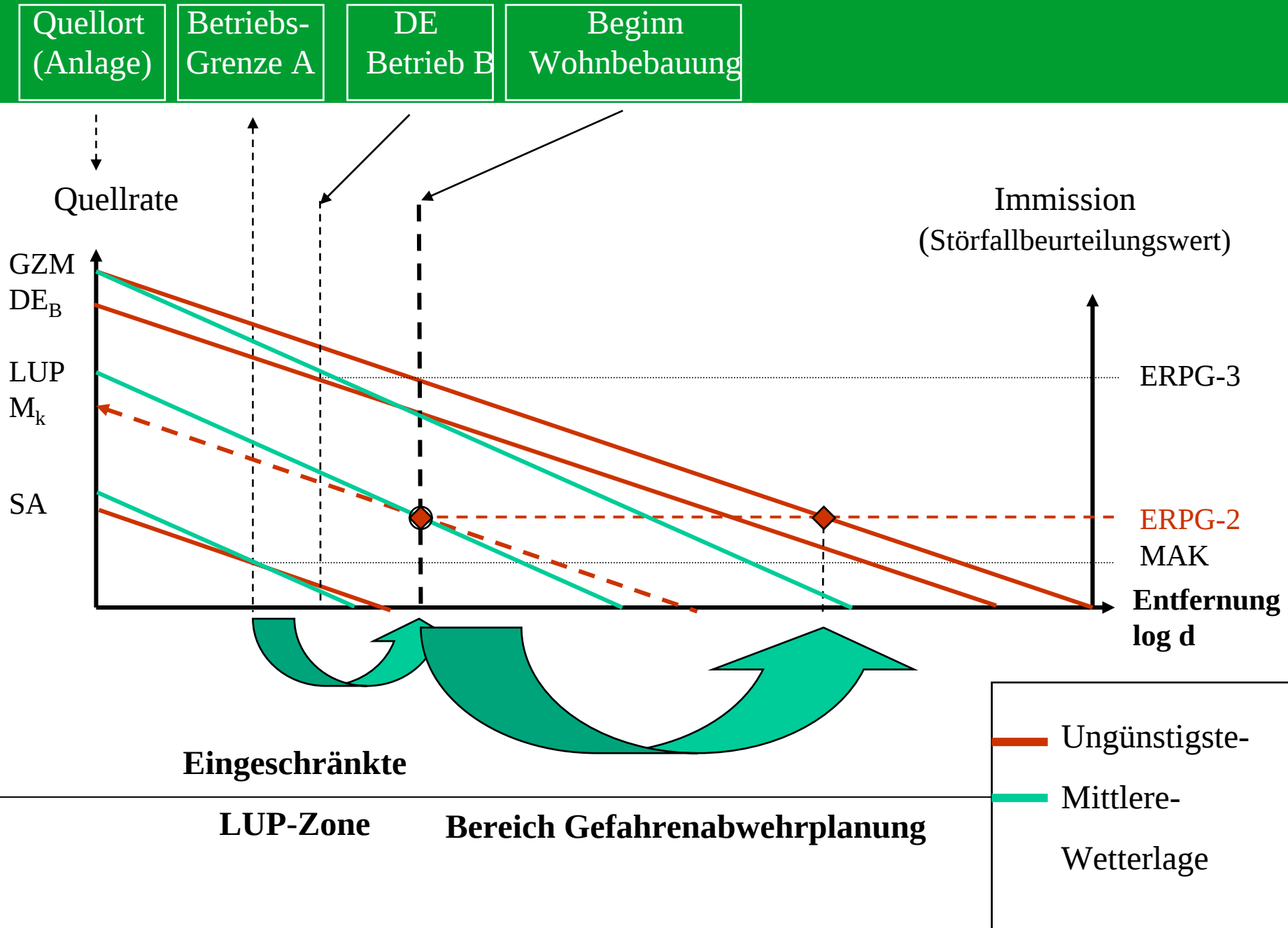
- Ist die Entfernung < Achtungsabstand → Einzelfallbetrachtung
- Anderen Rechtsvorschriften (z.B. SprengG) haben Vorrang
- Empfehlungen für Einzelfallbetrachtung:
 - Ausschluss Behälterbersten und Abriss sehr großer Rohrleitungen
 - Bei Lagerung Freisetzung des Inhalts eines Fasses/ Flasche
 - Annahme von Leckagen aus vorhandenen Rohrleitungen, Behältern, Sicherheitseinrichtungen etc. unter den Bedingungen:
 - In der Regel Leckfläche von 490 mm² (DN 25)
 - Berücksichtigung der tatsächlich vorhandenen Technik.
 - Als minimale Grundannahme Leckage von 80 mm² (DN 10)
 - Auswirkungsbegrenzende Maßnahmen sind zu berücksichtigen
- statistisch häufigste Wetterlage (mittlere Wetterlage)
- Beurteilungswerte ERPG2 / 1,6 kW/m² / 0,1 bar.



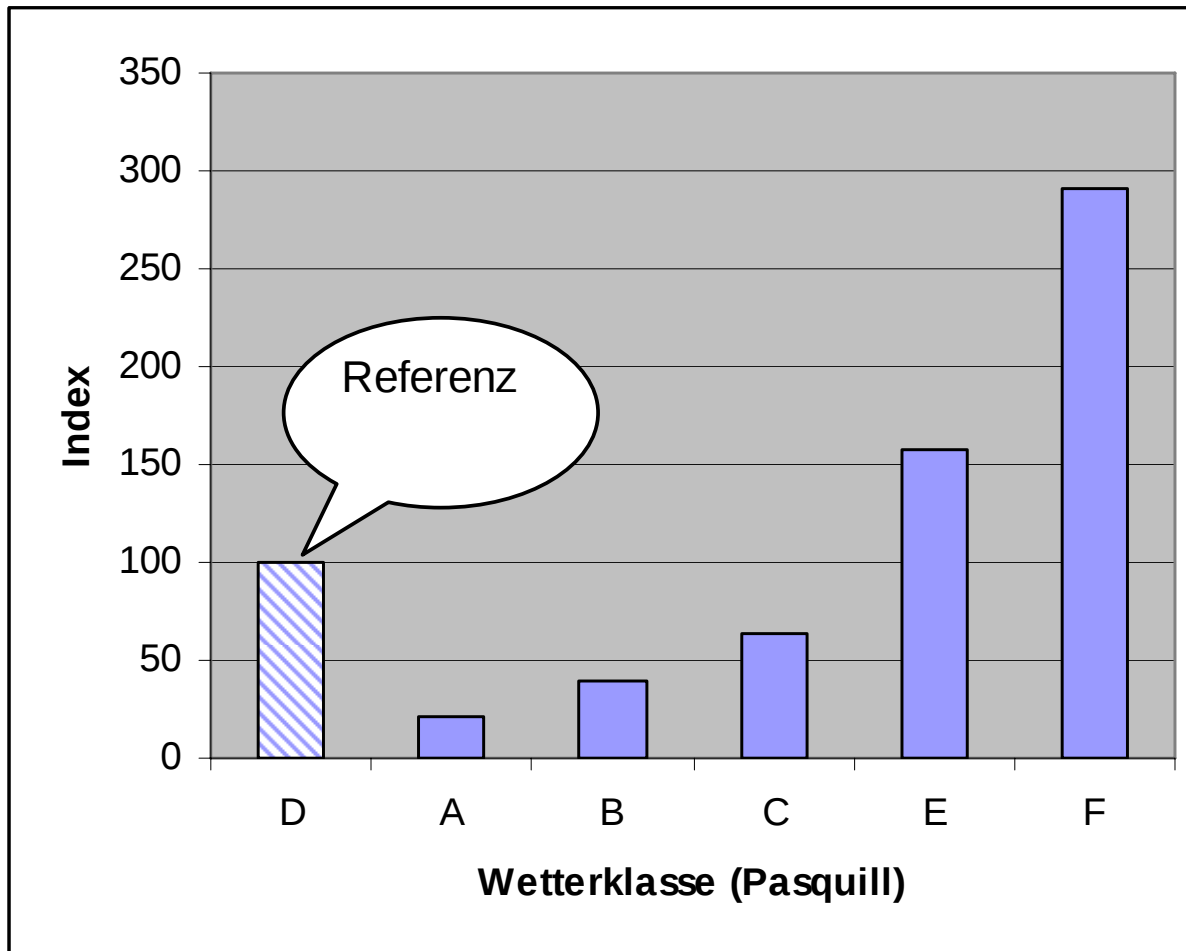
Vergleich Leckgrößen entsprechend DN 25 und DN 10



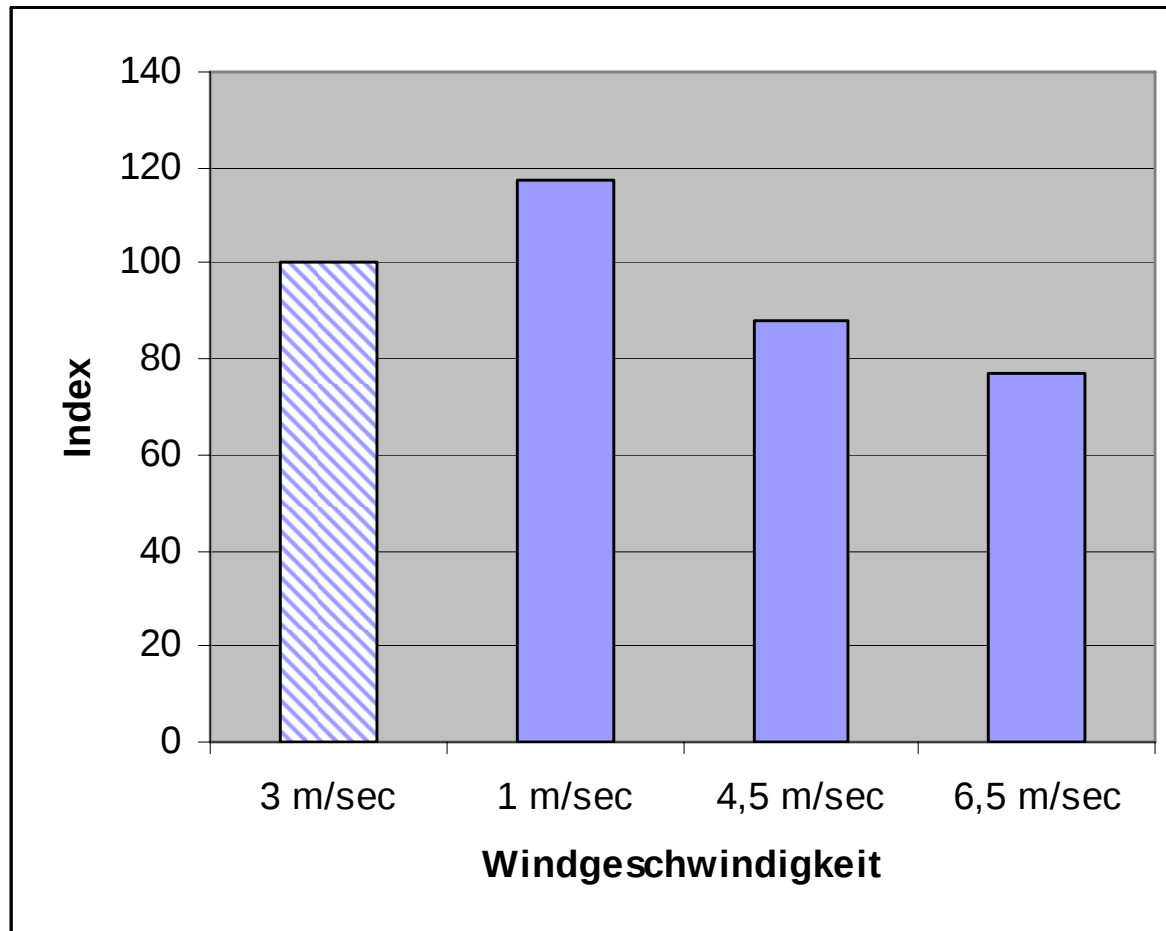
Zusammenhang der Szenarienfälle GAP, DE, LUP, SB



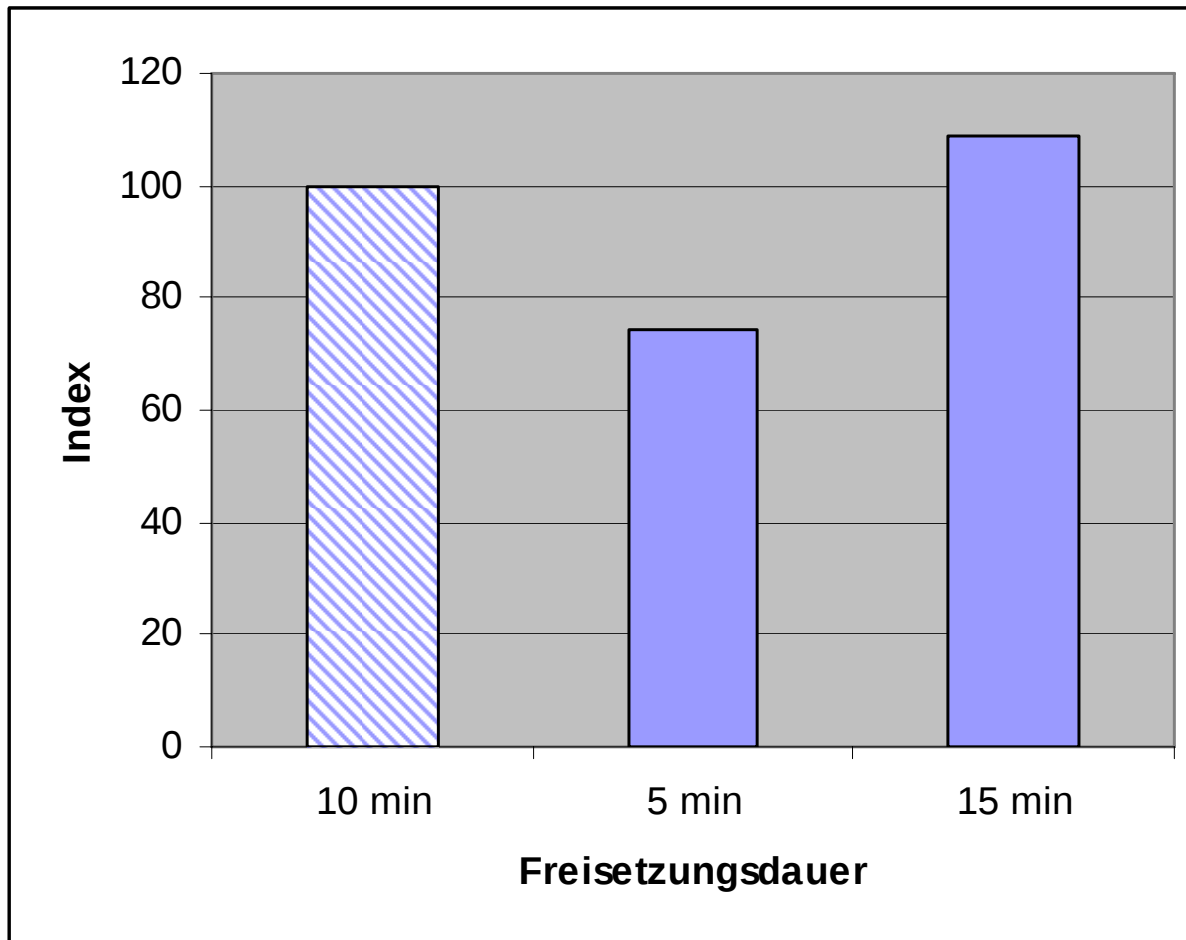
Relative Änderung durch Wetterklassen zur Referenzklasse D („mittlere Wetterklasse“)



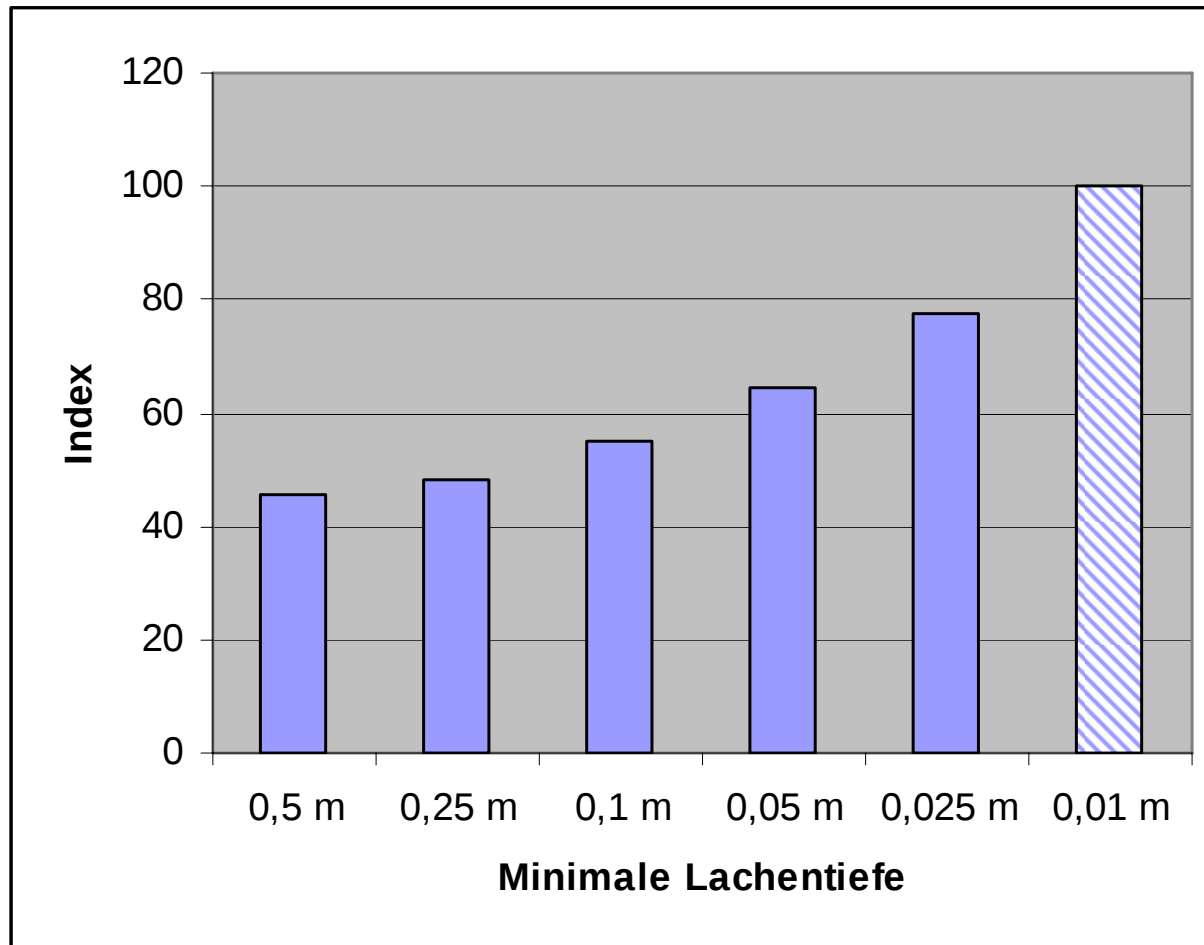
Relative Änderung durch Windgeschwindigkeiten zur Referenzgeschwindigkeit $v = 3 \text{ m/sec}$



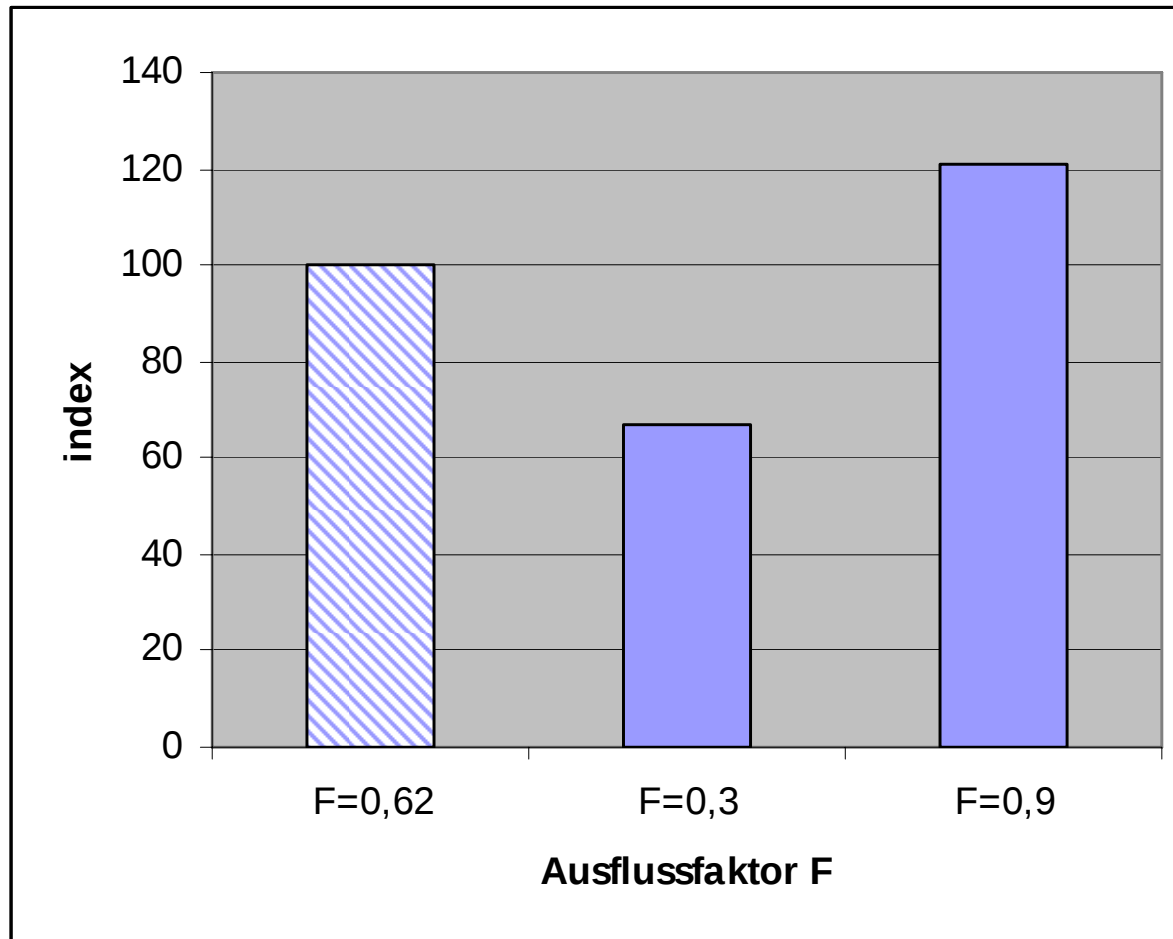
Relative Änderung infolge der Freisetzungsdauer



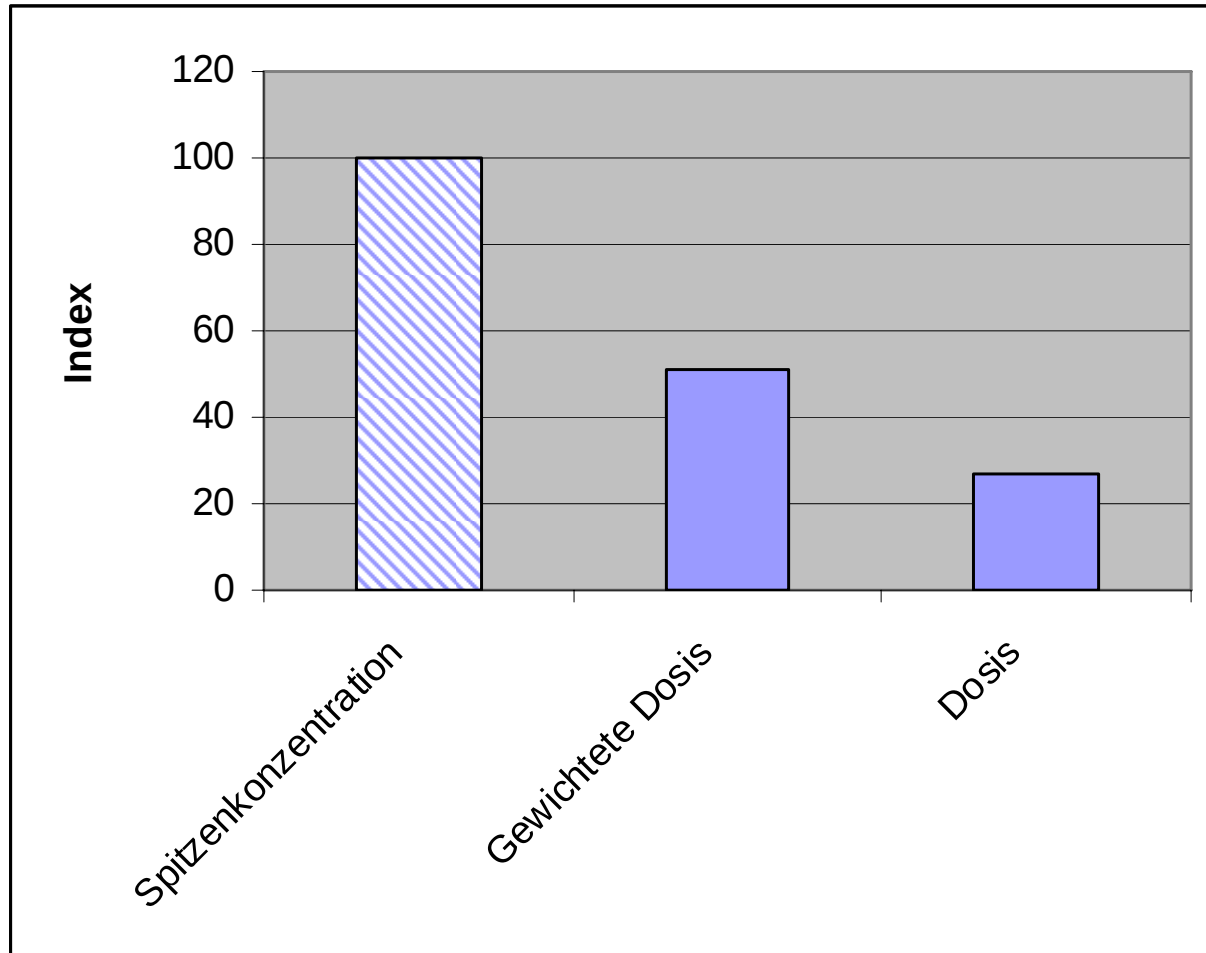
Relative Änderung durch die Oberfläche der Verdunstungslache



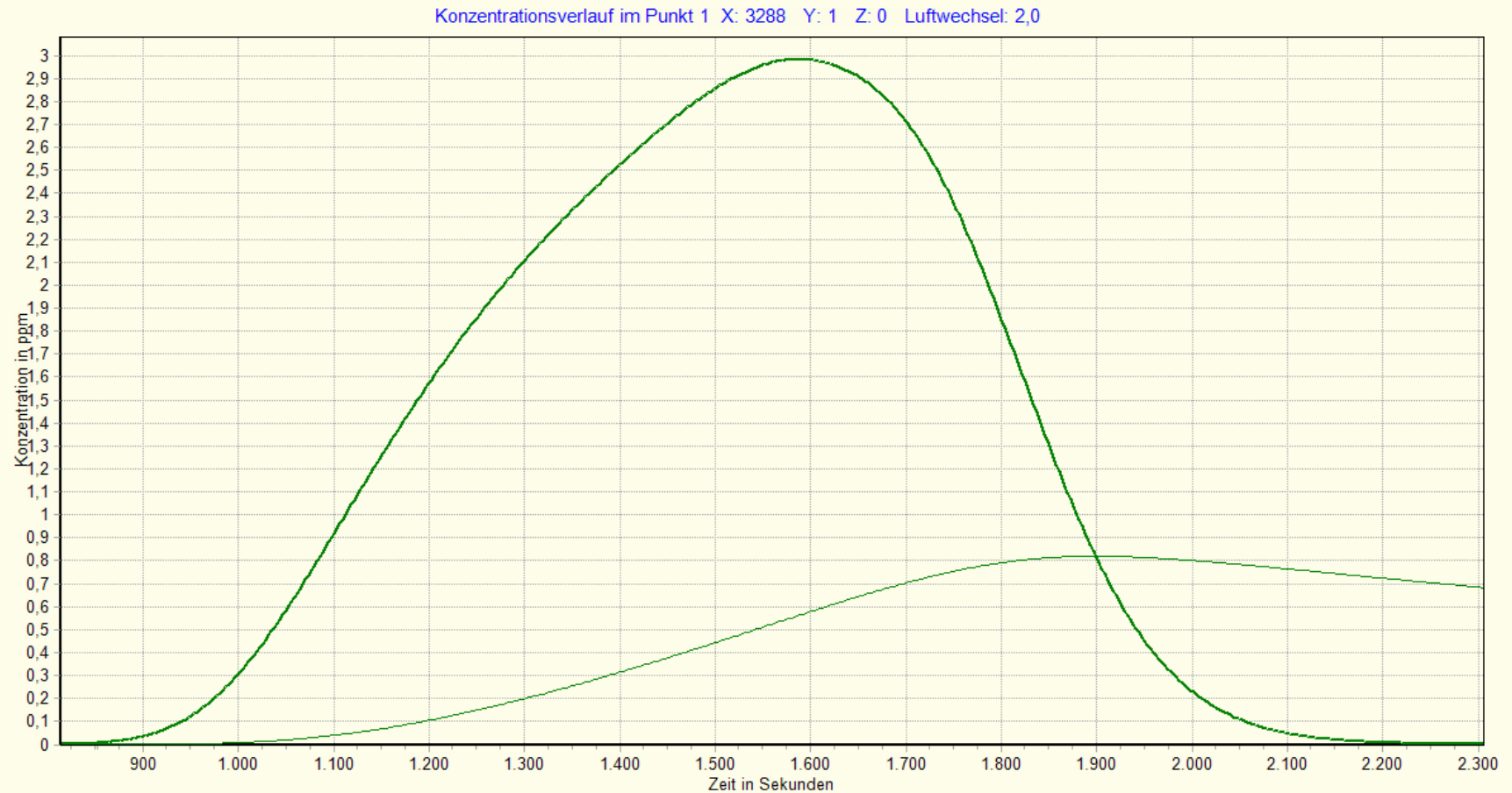
Relative Änderung durch Ausflusskoeffizient F



Immissionsbewertung



Konzentrationsverlauf am Aufpunkt ERPG 2 im Freien (steile Kurve) und in geschlossenen Räumen (flache Kurve), Luftwechselfaktor 2,0

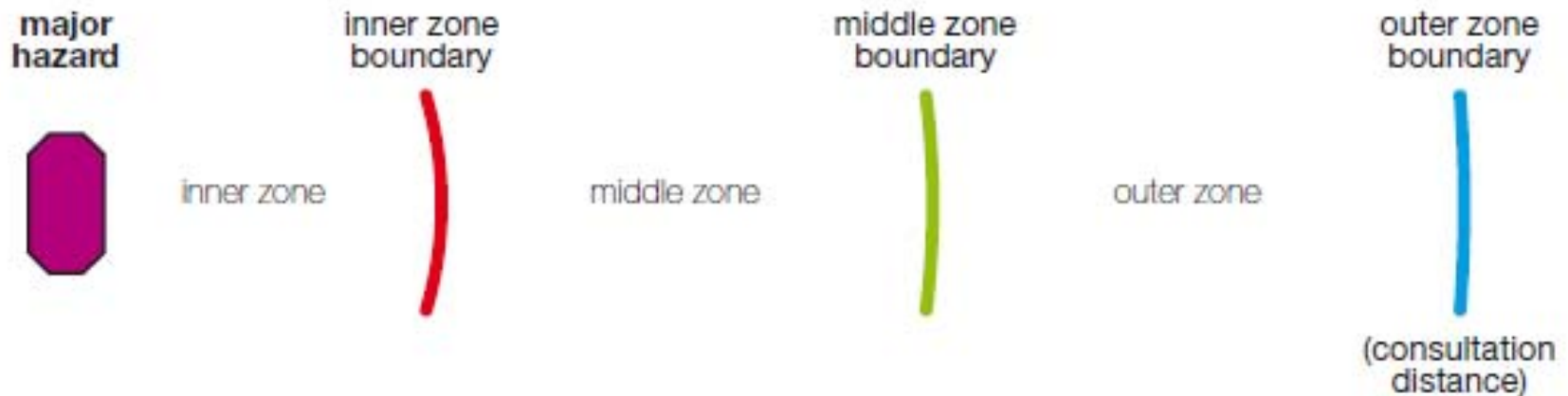


Zulässigkeit in der LUP Kontrollzone

- In Deutschland keine rechtlich verbindlichen Vorgaben, allgemeines Abwägungsgebot im Rahmen der FNP und Bauplanung
- Modelle im Europäischen Ausland, teilweise gesetzlich festgelegt
- Zwei Beispiele aus UK und Italien

- Planung nach Zonen, die durch qualitativ definierte Risiken bestimmt werden.
- Zonenfestlegung durch HSE
- Keine Berücksichtigung von Umweltschäden

Beschreibung	Zone	Risiko-Grenzwert [Expositionen in 1 Million Jahre]
Severe distress to all; A substantial number requiring medical attention; Some requiring hospital treatment, and Some (about 1%) fatalities	Innere	10
	Mittlere	1
	Äußere	0,3



- Innerhalb „consultant distance“ Anfrage an HSE
- Verfahren bei Überschneidung der Zonengrenzen
- Zentrale Datenbank der HSE offen für alle Planungsbehörden

Klassifizierung der Verletzlichkeit nach 4 Stufen in Entwicklungstypen, z.B.
Arbeitsplätze, Parkplätze, Wohnbebauung, Hotel, Herberge,
Ferienhäuser/-Wohnungen, Transportschwerpunkte, Publikumsverkehr
innerhalb von Gebäuden, Publikumsverkehr in Freien,
Fortbildungsstätten, Schulen, Gefängnisse

Stufe 1: Bezogen auf Beschäftigte innerhalb der Betriebe

Stufe 2: Bezogen auf die allgemeine Öffentlichkeit innerhalb von Gebäuden

Stufe 3: Bezogen auf verletzbaren Mitglieder der Öffentlichkeit (Kinder,
Bewegungsbehinderte, Wahrnehmungseingeschränkte)

Stufe 4: Größere Anzahl der Fälle der Stufen 3 und Stufe 2 im Freien.

Entscheidungsmatrix

Sensitivity level	Development in Inner zone	Development in Middle zone	Development in Outer zone
1	DAA	DAA	DAA
2	AA	DAA	DAA
3	AA	AA	DAA
4	AA	AA	AA

DAA (Do not Advise Against)= zulässig;

AA (Advise Against) = unzulässig

- Deterministisches Verfahren durch Auswahl von Szenarien
- Qualitative Abschätzung der Wahrscheinlichkeit
- Differenzierte Festlegung von Verletzlichkeitsklassen
- Berücksichtigung von Umweltschäden

Scenario	high lethality	starting lethality	irreversible lesions	reversible lesions	Damages to structures / domino effects
Fire (stationary thermal radiation)	12,5 kW/m ²	7kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²	12,5 kW/m ²
BLEVE/Fireball (variable thermal radiation)	fireball radius	350 kJ/m ²	200 kJ/m ²	125 kJ/m ²	200-800 m(**)
Flash-fire (instantaneous thermal radiation)	LFL	1/2LFL			
VCE (overpressure)	0,3 bar (0,6 open spaces)	0,14 bar	0,07 bar	0,03 bar	0,3 bar
Toxic release (absorbed dose)	LC50 ³⁰ (30min,hmn)		IDLH ³¹		

Klasse A:

- Bereiche zum ständigem Aufenthalt von Personen mit Geschosshöhe größer als 4,5 m/3m²
- Bewegungsbehinderten in Krankenhäusern, Krankenhäusern, Hospizen, Asyl, Grundschulen, etc. mit mehr als 25 Betten oder 100 Personen anwesend
- Stätten zum Aufenthalt im Freien, z.B. Einkaufsläden, Märkte mit mehr als 500 Personen anwesend

Klasse B:

- Bereiche zum überwiegendem Aufenthalt von Personen mit Geschosshöhe von 4,5 - 1,5 m/3m²
- Bewegungsbehinderten in Krankenhäusern, Krankenhäusern, Hospizen, Asyl, Grundschulen, etc. mit bis zu 25 Betten oder 100 Personen anwesend
- Stätten zum Aufenthalt im Freien, z.B. Einkaufsläden, Märkte mit bis zu 500 Personen anwesend
- Stätten zum Aufenthalt im geschlossenen Räumen, z.B. Einkaufszentren, Weiterführende Schulen, Universitäten, etc. mit mehr als 500 Personen anwesend
- Stätten mit vorübergehendem Aufenthalt von Personen, z.B. Versammlungsstätten, Sportstätten, Kirchen von mehr als 100 Personen (im Freien) oder 1000 Personen in geschlossenen Räumen.
- Bahn-/Busbahnhöfe, etc. mit mehr als 1000 Personen pro Tag

Klasse C:

- Bereiche zum überwiegendem Aufenthalt von Personen mit Geschosshöhe von 1,5 - 1,0 m/3m²
- Stätten zum Aufenthalt im geschlossenen Räumen, z.B. Einkaufszentren, Weiterführende Schulen, Universitäten, etc. mit bis zu 500 Personen anwesend
- Stätten mit vorübergehendem Aufenthalt von Personen, z.B. Versammlungsstätten, Sportstätten, Kirchen mit bis zu 100 Personen (im Freien) oder 1000 Personen in geschlossenen Räumen.
- Bahn-/Busbahnhöfe, etc. mit bis zu 1000 Personen pro Tag

Klasse D:

- Bereiche zum überwiegendem Aufenthalt von Personen mit Geschosshöhe von 1,0 - 0,5 m/3m²
- Stätten mit weniger häufigem (monatlich) Publikumsverkehr, z.B. Ferienlager, Messen, Friedhöfe

Klasse E:

- Bereiche zum überwiegendem Aufenthalt von Personen mit Geschosshöhe von kleiner als 0,5 m/3m²
- Industrieansiedlungen, Gewerbe, Landwirtschaft, Viehzucht

Klasse F:

- An Industrieansiedlung angrenzende Bereiche
- Industriebereiche, die wenig mit Beschäftigten besetzt sind.

Entscheidungsmatrix

Frequency of the event (classes)	Estimated damage (EFFECTS categories)			
	Elevated mortality	Mortality	Irreversible damage	Reversible damage
$< 10^{-6}$	DEF	CDEF	BCDEF	ABCDEF
$10^{-4} - 10^{-6}$	EF	DEF	CDEF	BCDEF
$10^{-3} - 10^{-4}$	F	EF	DEF	CDEF
$> 10^{-3}$	F	F	EF	DEF

Kontakt

Dr. Hans-Joachim Uth

Sachverständiger für chemische Anlagensicherheit

Fasanenstrasse 48

10719 Berlin

fon +49173 619 24 11

<mailto:jochen.uth@arcor.de>