

Seveso Directive Conference
Major Industrial Hazards in Land-Use-Planning
February 12-14 2002
Lille (F)

*Abstandsermittlung für die
Flächennutzungsplanung mit Hilfe
von Störfallablaufszenarien*



*Hans-Joachim Uth
Federal Environmental Agency
Berlin (FRG)*

Übersicht

- Anforderungen der SEVESO II Richtlinie für die Berücksichtigung von Gefahren aus Störfällen bei der Flächennutzungsplanung
- Störfallablaufszenarien als Prognoseinstrumente
- Konzept der Störfallkommission

Anforderungen der SEVESO II Richtlinie für die Berücksichtigung von Gefahren aus Störfällen bei der Flächennutzungsplanung

Ziel des Art 12 SEVESO II Directive:

- **Ausreichender Sicherheitsabstand zwischen Industrie und Wohnbebauung**
- **Sicherstellung der Zusammenarbeit zwischen den beteiligten Behörden**

Zwei Fälle der Sicherheitsabstandsermittlung

A. Bestehende Anlagen

B. Neue Anlagen

A. Bestehende Anlagen



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

- Immissionswerte
- Verletzlichkeit

B. Neuanlagen



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

- Immissionswerte
- Verletzlichkeit

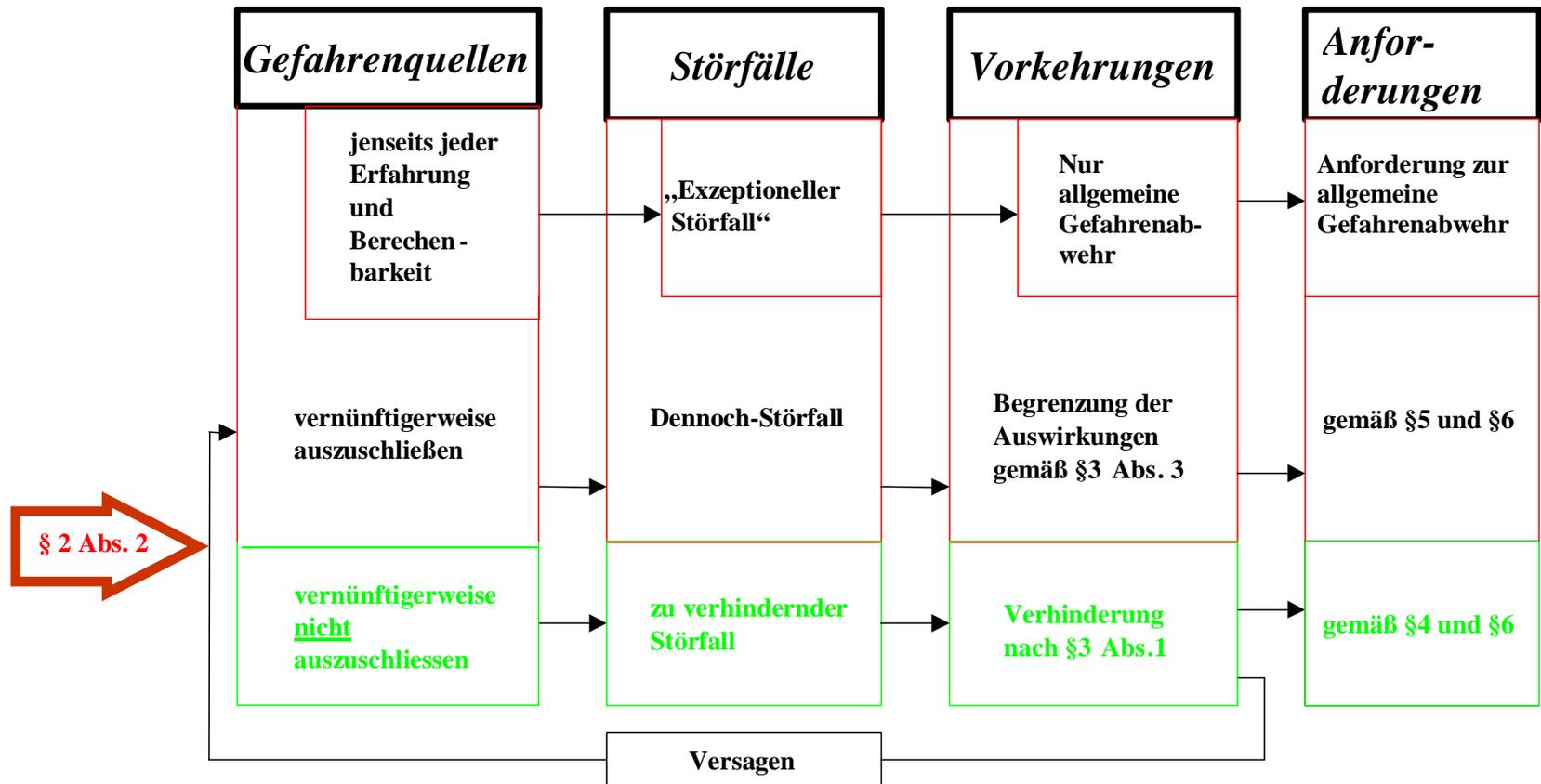
Konzept der SFK (AK “Dennoch-Störfälle”)

Definitionen:

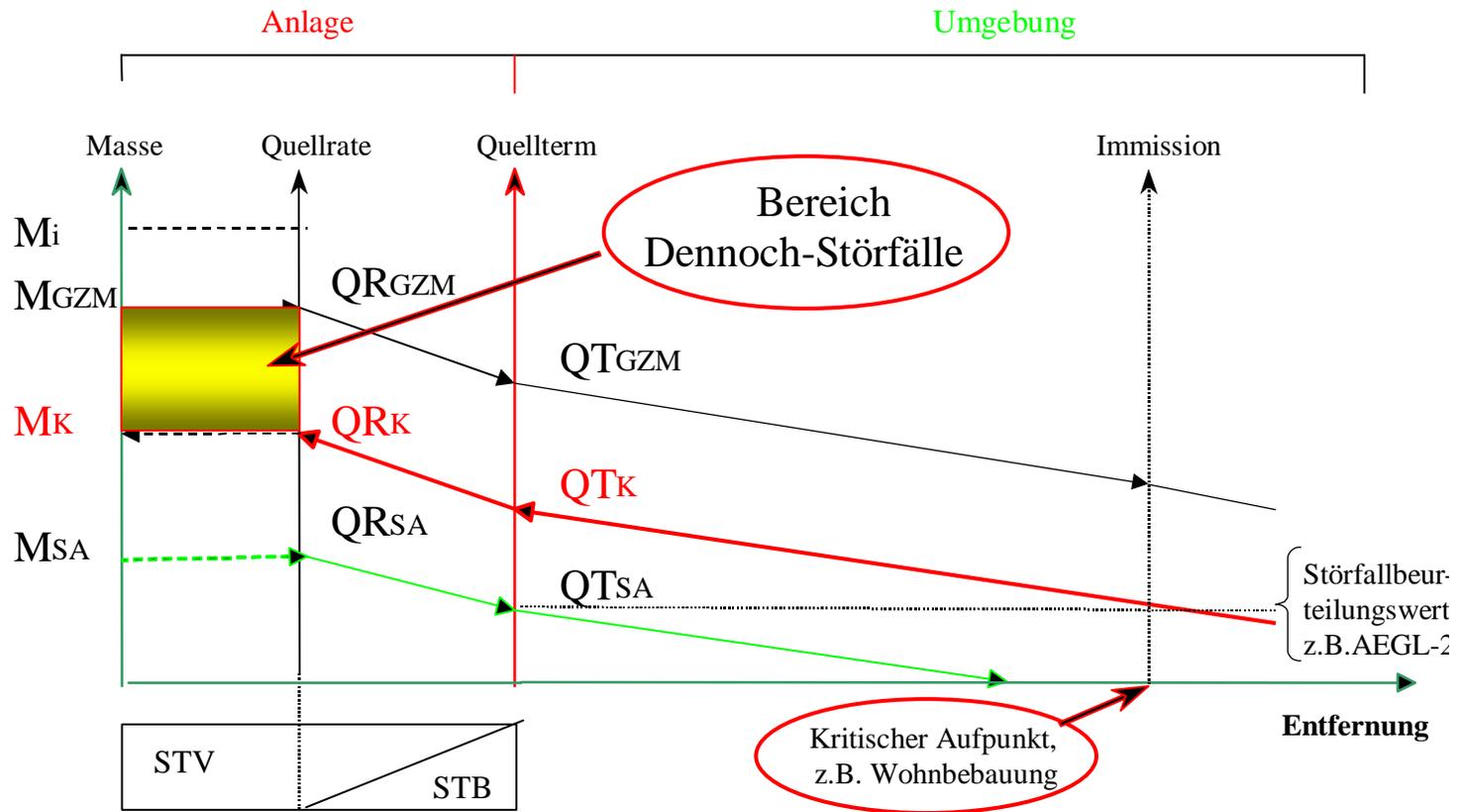
- Vernünftigerweise nicht auszuschließende Störfälle (**Typ SA**), die im Rahmen der Sicherheitsanalyse beschrieben werden.
- Vernünftigerweise auszuschließende Störfälle, zu deren Auswirkungsbegrenzung anlagenbezogene Vorkehrungen und spezielle Gefahrenabwehrmaßnahmen getroffen werden (“Dennoch-Störfälle”, **Typ DS**).
- “Vernünftigerweise auszuschließende Störfälle” zu deren Begrenzung nur allgemeine Gefahrenabwehrmaßnahmen getroffen werden (“**Exzeptioneller Störfall**”).

Auswirkungsbegrenzung von Dennoch-Störfällen

(nach Störfallverordnung)



Schema der Störfallauswirkungen zu Planungszwecken



Schritte zur Bestimmung der Quellrate durch “Rückrechnung”

1. Bestimmung der nächsten Wohnbebauung, verletzlichen Objekte

Schritte zur Bestimmung der Quellrate durch “Rückrechnung”

1. Bestimmung der nächsten Wohnbebauung, verletzlichen Objekte
2. Festlegung des Immissionswertes z.B. AEGL/ERPG-Wert, Wärmestrahlungs- oder Explosionstoleranzwert

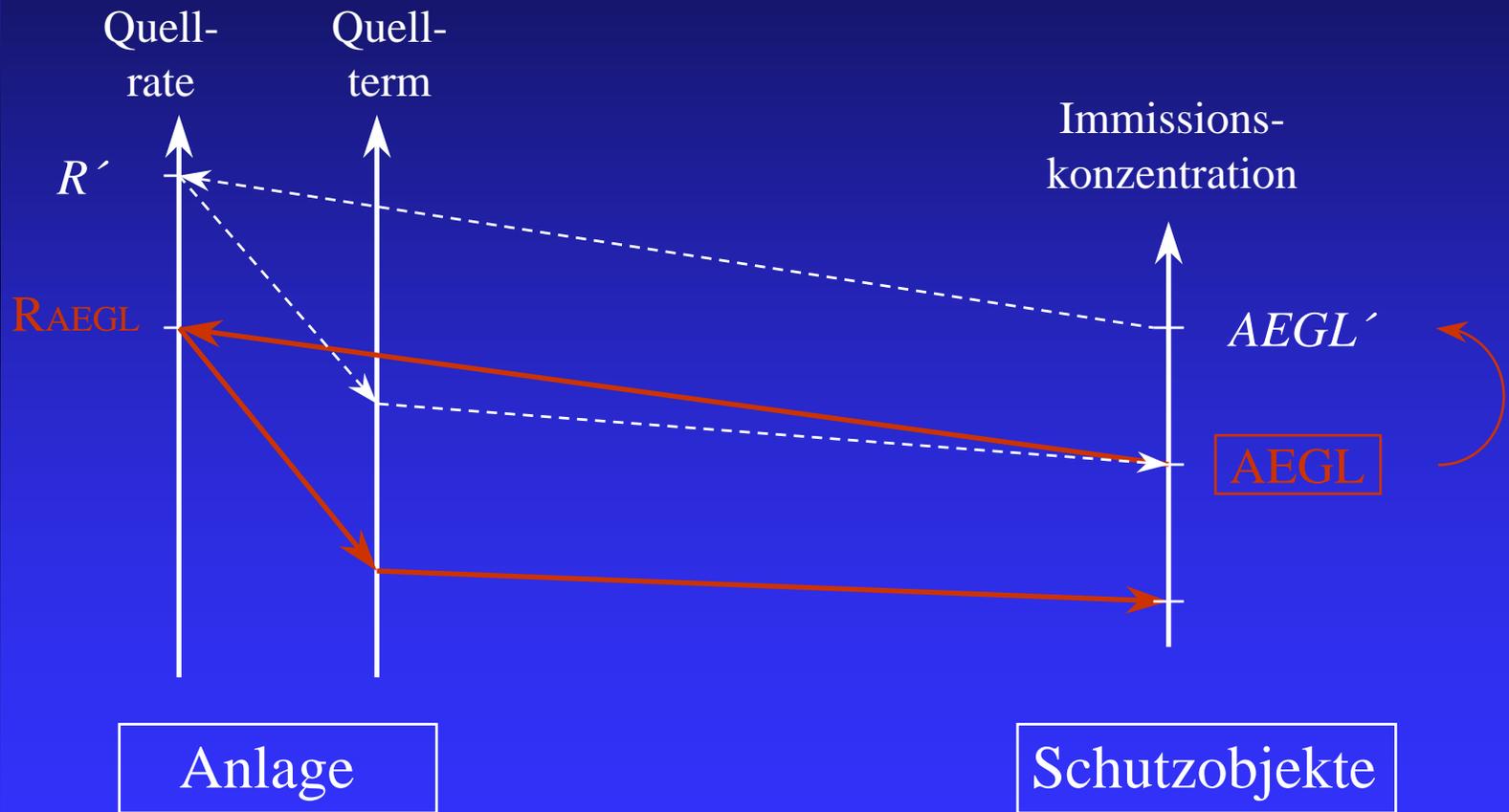
Schritte zur Bestimmung der Quellrate durch “Rückrechnung”

1. Bestimmung der nächsten Wohnbebauung, verletzlichen Objekte
2. Festlegung des Immissionswertes z.B. AEGL/ERPG-Wert, Wärmestrahlungs- oder Explosionstoleranzwert
3. Bestimmung der Quellrate durch Nomogramme

Schritte zur Bestimmung der Quellrate durch “Rückrechnung”

1. Bestimmung der nächsten Wohnbebauung, verletzlichen Objekte
2. Festlegung des Immissionswertes z.B. AEGL/ERPG-Wert, Wärmestrahlungs- oder Explosionstoleranzwert
3. Bestimmung der Quellrate durch Nomogramme
4. Ermittlung des anlagenspezifischen Quellterms, der zur Quellrate paßt

Schritte zur Bestimmung der Quellrate durch “Rückrechnung”



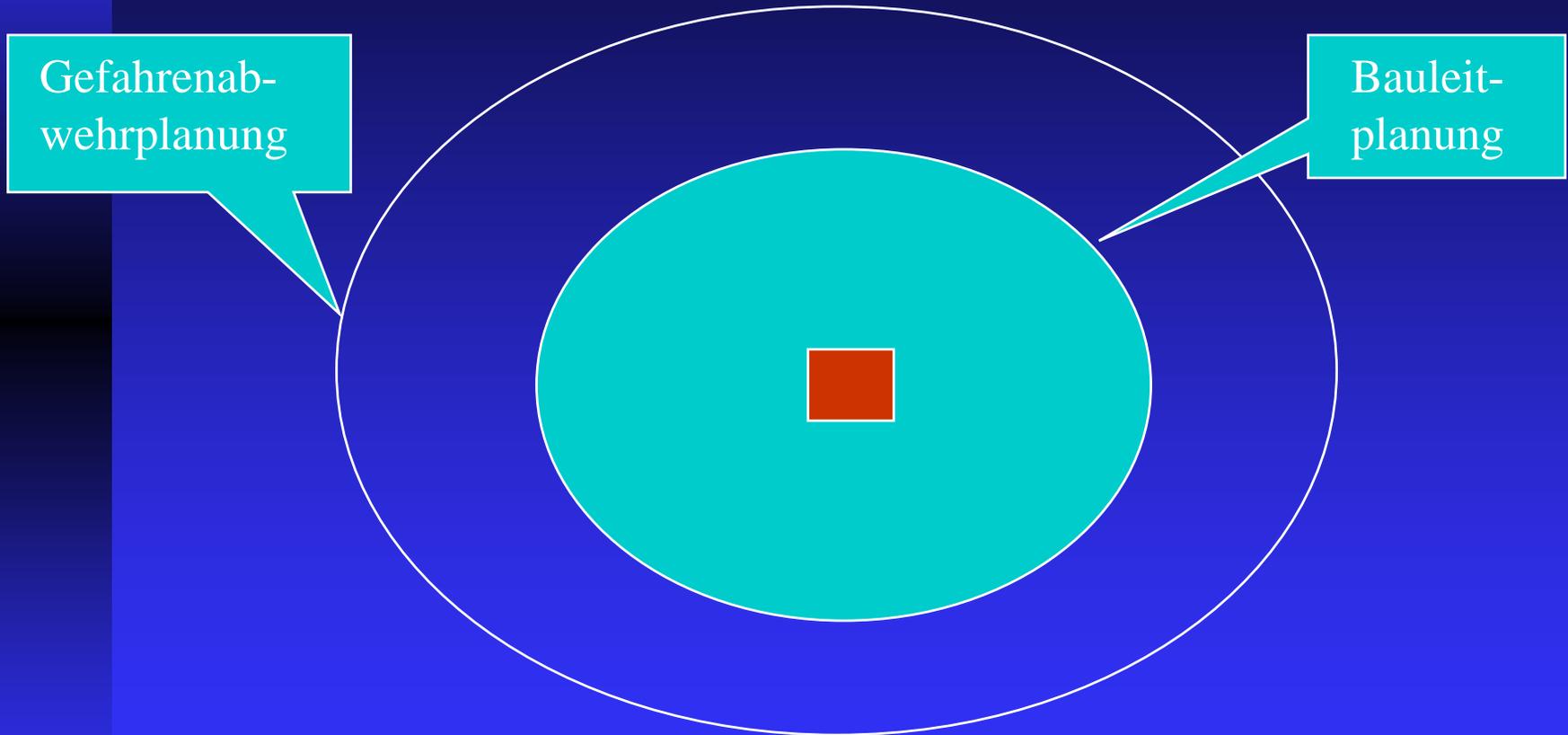
Schritte zur Bestimmung der Quellrate durch “Rückrechnung”

1. Bestimmung der nächsten Wohnbebauung, verletzlichen Objekte
2. Festlegung des Immissionswertes z.B. AEGL/ERPG-Wert, Wärmestrahlungs- oder Explosionstoleranzwert
3. Bestimmung der Quellrate durch Nomogramme
4. Ermittlung des anlagenspezifischen Quellterms, der zur Quellrate paßt
5. Berechnung des Störfallablaufszenariums

Sicherheitsabstände in der Bauleitplanung

- Auswahl eines Dennoch-Störfalls
- „Rückrechnung“ für neue Betriebsbereiche
- Ermittelte GZM in den Bau- (lasten) - Verzeichnissen vermerken

Bauleit-/ Gefahrenabwehrplanung



- A. Verschiedene Immissionswerte
- B. Verschiedene andere Szenarien-Bedingungen

Unschärfe bei Störfallablaufszzenarien

Beispiel: die spontane Freisetzung von verflüssigtem Chlor.

Annahmen für den **mittleren Fall**:

Spontan freigesetzte Menge an druckverflüssigtem Chlor:	1 m ³
Betontassenlänge:	5 m
Betontassenbreite:	4 m
Betontemperatur:	15 C

Bildung einer Schwergaswolke: ebenes Gelände, ohne Hindernisse

Stabilitätsklasse nach Pasquill	D
Mittlere Windgeschwindigkeit:	3 m/s
Lufttemperatur:	15 C

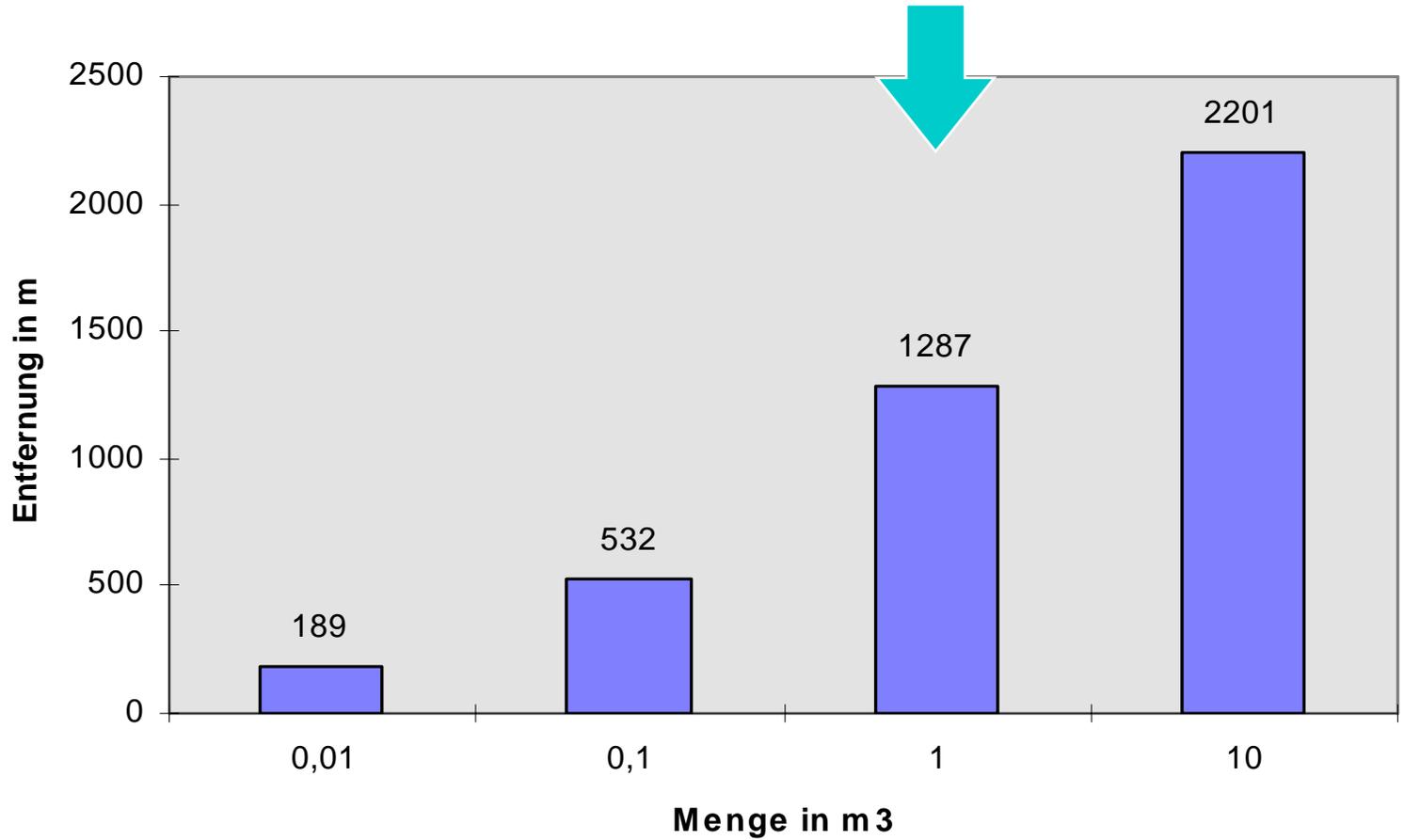
Toxische Wirkungen als gewichtetes Zeitintegral

Schwellenkonzentration (MAK - Wert):	0,5 ppm
Referenzkonzentration (ERPG2-Wert) über 60 min:	3,0 ppm
Maximale Verdunstungsdauer:	30 min



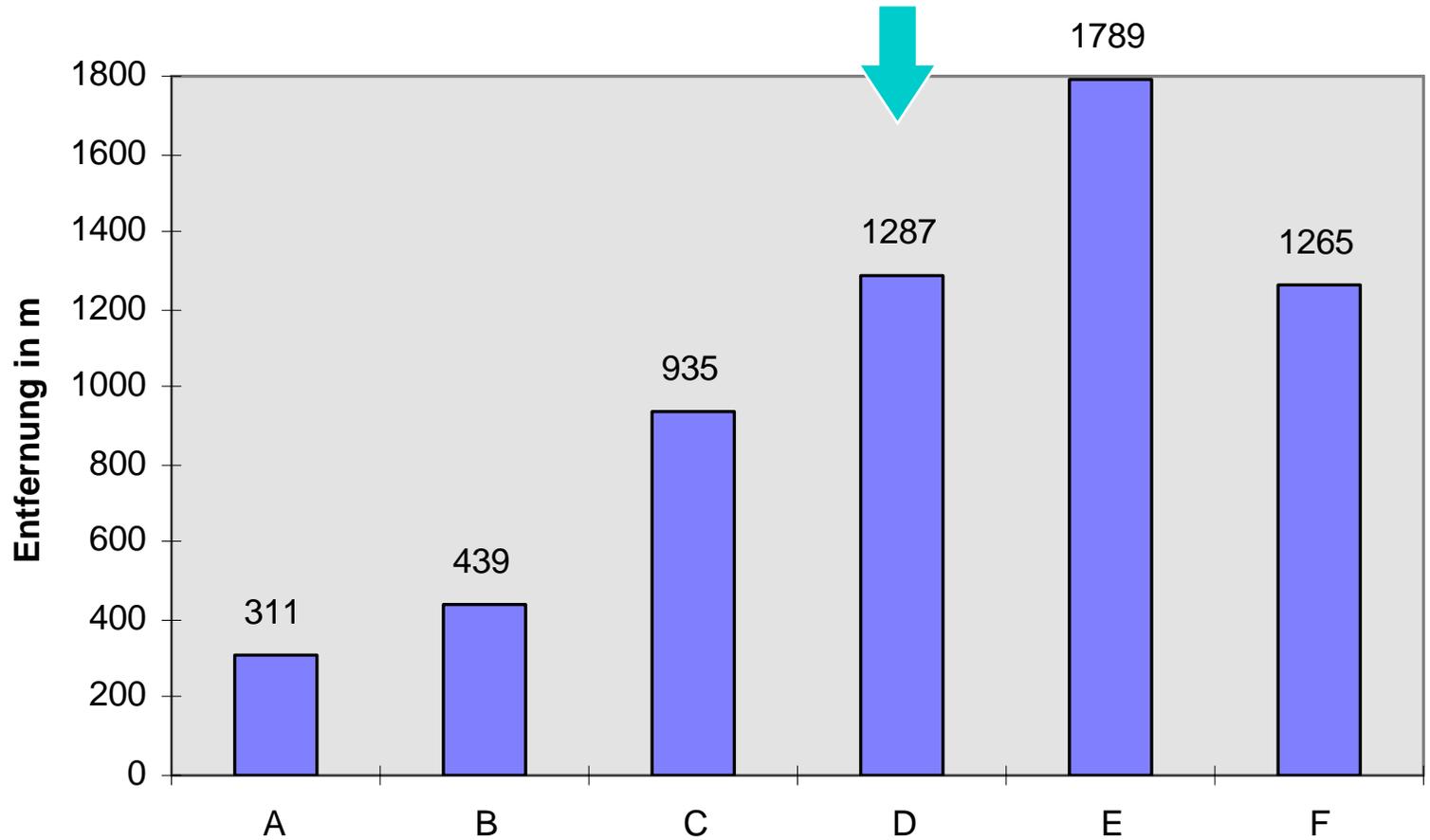
Unschärfe bei Störfallablaufszenarien

Einfluß der Menge



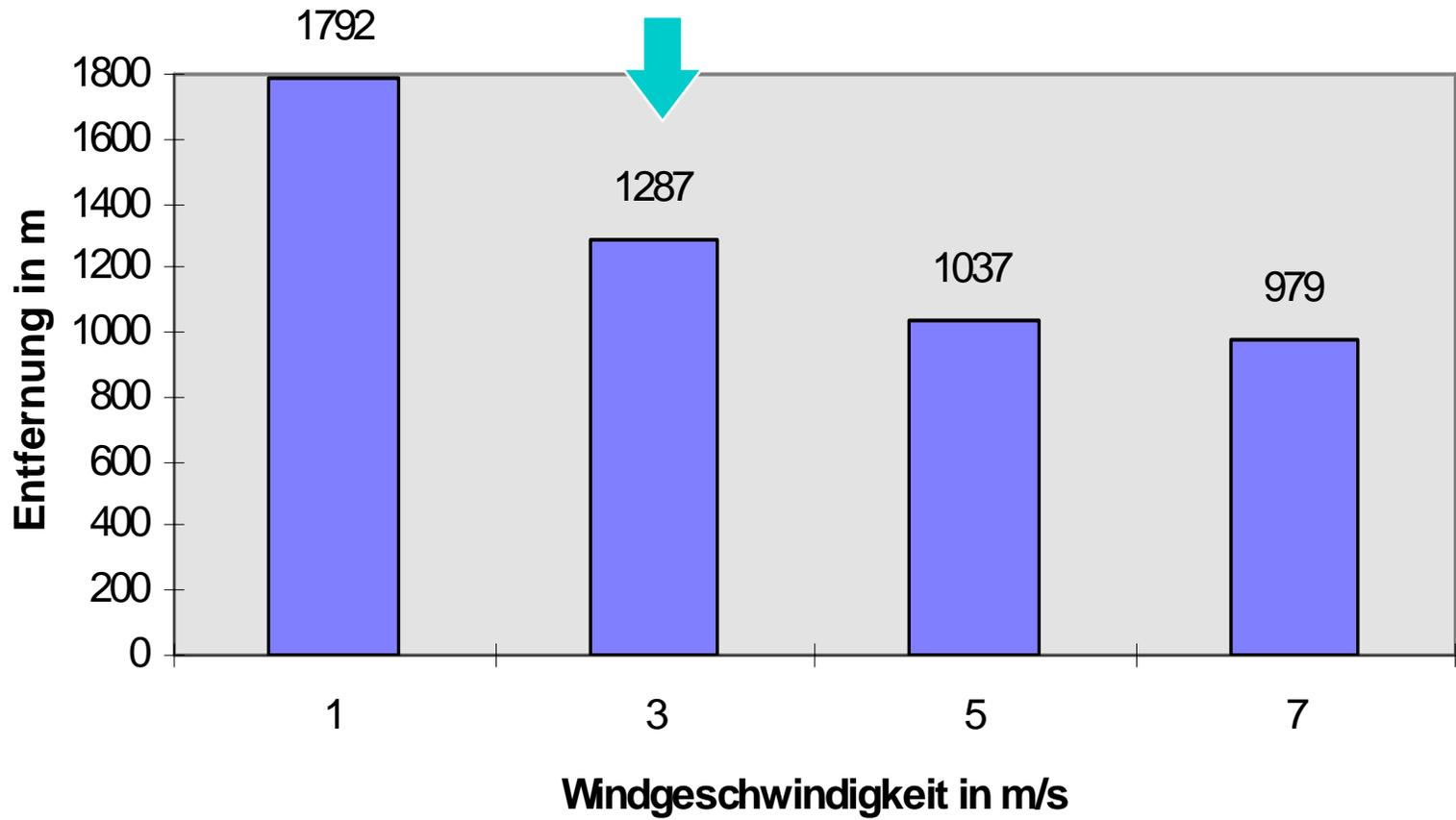
Unschärfe bei Störfallablaufszenarien

Einfluß Stabilitätsklassen

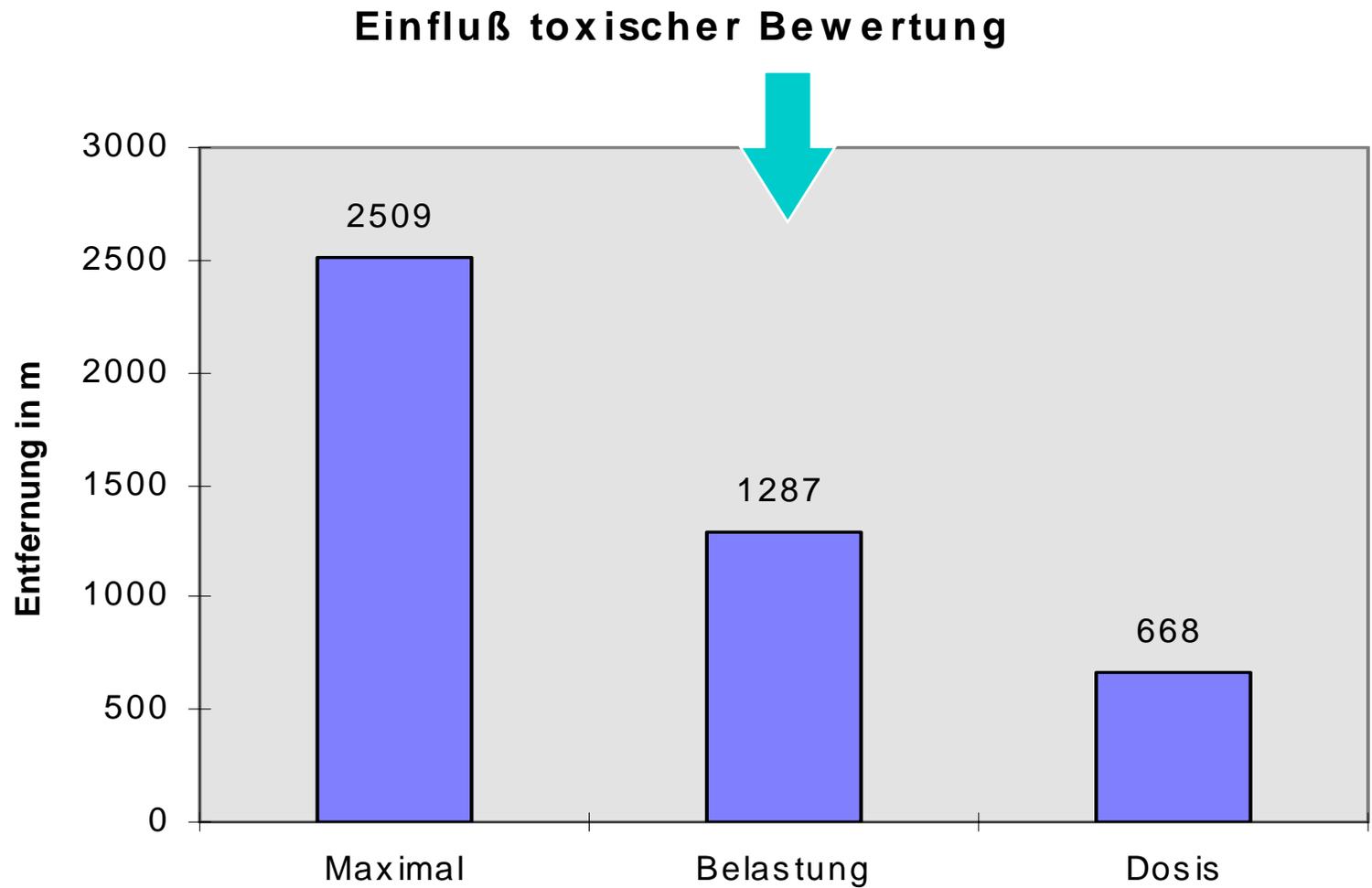


Unschärfe bei Störfallablaufszenarien

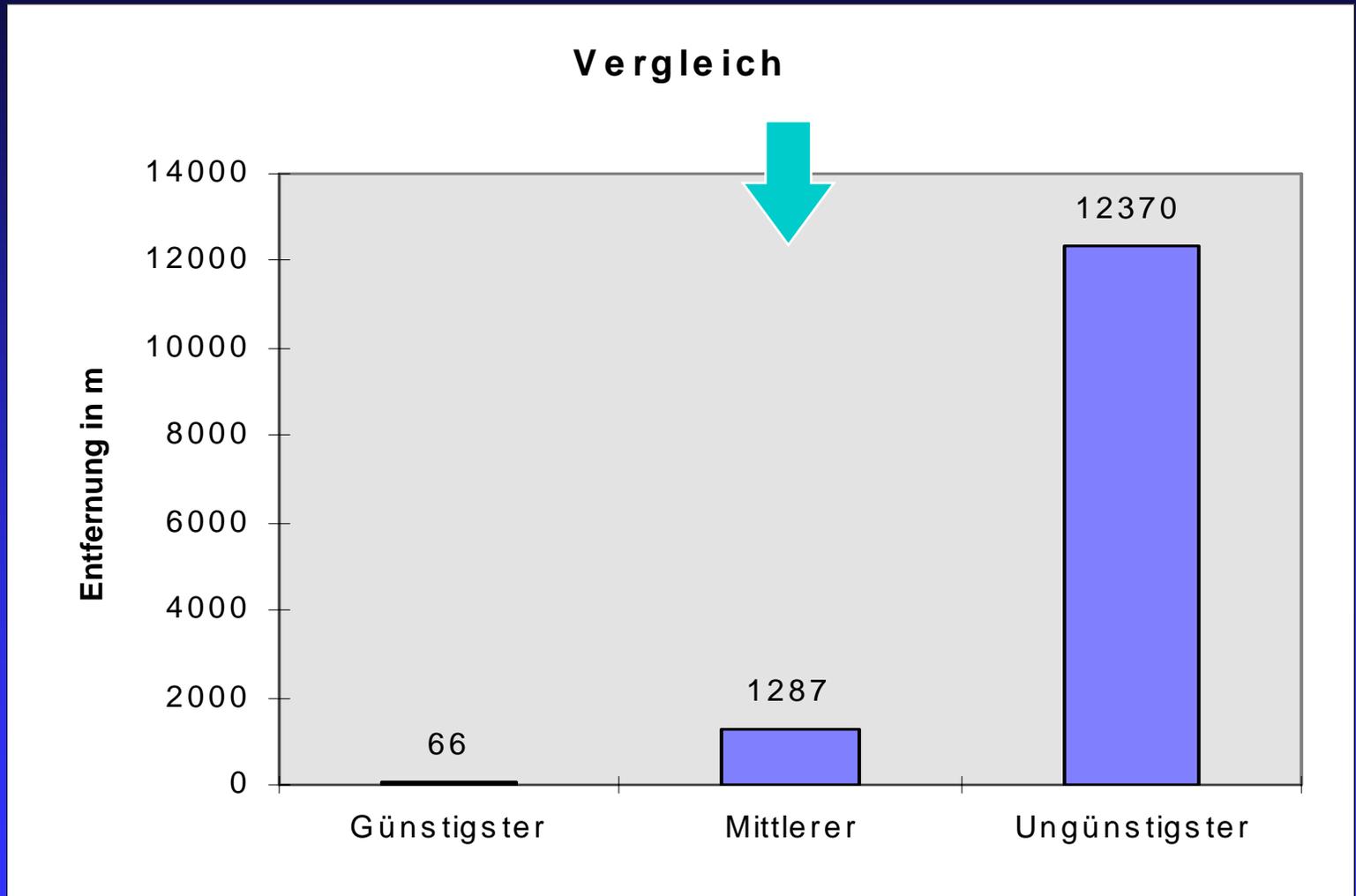
Einfluß der Windgeschwindigkeit



Unschärfe bei Störfallablaufszenarien



Unschärfe bei Störfallablaufszenarien





Example: Hazard due to Release of Bromine from a Process Plant

1. Schritt: Auswahl des Störfallbeurteilungswertes

In einer Polyproduktionsanlage für anorganische Präparate wird u.a. Brom in größeren Mengen verwendet. Als Grenzwert wird der VCI-Störfallbeurteilungswert C_s (Brom) = 3.56 mg/m³ oder 0,5 ppm verwendet.

?

Example: Hazard due to Release of Bromine from a Process Plant

2. Schritt: Auswahl des Immissionsaufpunktes

Die Anlage soll in einem Industriegebiet am Rande einer Kleinstadt angesiedelt werden. Die nächste Wohnbebauung ist 2000 m vom zugewandten Rand des Industriegebiets entfernt

Example: Hazard due to Release of Bromine from a Process Plant

3. Schritt: Ermittlung des Quellterms

Ermittlung des Quellterms durch Rückrechnung. Verwendung der VCI-Nomogramme für Brom. Ungünstigste Wetterlage mit:

Ausbreitungsklasse 1, stabile Schichtung, Inversion in 20 m Höhe, Windgeschwindigkeit von $v = 1 \text{ m / sec}$
Bezugsdosis für Brom ist 30 [ppm x min]

Ablesung:

Entfernung zum kritischen Aufpunkt	1000 m	2000 m
Kritische Menge	90 kg	150 kg

Example: Hazard due to Release of Bromine from a Process Plant

4.+5. Schritt: Ermittlung der Quellrate und der Menge M_k

Die Quellrate ermittelt sich aus dem Quellterm und den angenommenen Freisetzungsbedingungen. Das stoffspezifische Nomogramm ermöglichen Abschätzungen zur Freisetzung von Brom (in flüssiger Phase) mit anschließender Verdampfung bei 20 C und unterschiedlichen Zeiten. Es ergeben sich folgende Mengen für die Quellrate, die bei der Verdunstungsdauer t die quelltermrelevanten Mengen liefern:

Verdunstungsdauer t	$D = 1000 \text{ m}$	$D = 2000 \text{ m}$
1 h	200 kg	450 kg
15 min	2000 kg	4000 kg

Die kritische Menge Brom, die zu einer Überschreitung des Störfallbeurteilungswertes führen kann, beträgt bei $t = 1 \text{ h}$: $M_k = 450 \text{ kg}$.

Example: Hazard due to Release of Bromine from a Process Plant

6. Schritt: Ermittlung der größten zusammenhängenden Menge GZM in der Anlage

Es wurde ein Destillationsapparat mit 250 kg Brom (Angabe aus dem Sicherheitsbericht) identifiziert.

Example: Hazard due to Release of Bromine from a Process Plant

7. Schritt: Berechnung des Quellterms aus der GZM

Durch eine Explosion wird das gesamte Brom im Produktionsraum (258 m³, 25 C) fein verteilt und verdampft. Der Austritt erfolgt durch das von der Explosion aufgesprengte Eingangstor (5,4 m², Luftwechselfaktor 5/h).

- Bei Verdampfen von 250 kg Brom in 258 m³ ergibt sich bei 25 C ein Sättigungspartialdruck von 0,13 bar.
- Die Verdunstung von Bromaerosolen bewirkt einen Wärmeentzug. Die ermittelte Temperatur liegt bei -8 °C. Dadurch sinkt der Sättigungspartialdruck auf 0,05 bar, im Gasraum sind lediglich 80 kg Brom enthalten.
- Das kalte Brom/Luftgemisch (Dichte ca. 1,6 kg/m³) fließt innerhalb von 10 Sekunden aus der Türöffnung. Die Emissionszeit unter Zugrundelegung des Luftwechselfaktors 5/h ergäbe 720 s.

Example: Hazard due to Release of Bromine from a Process Plant

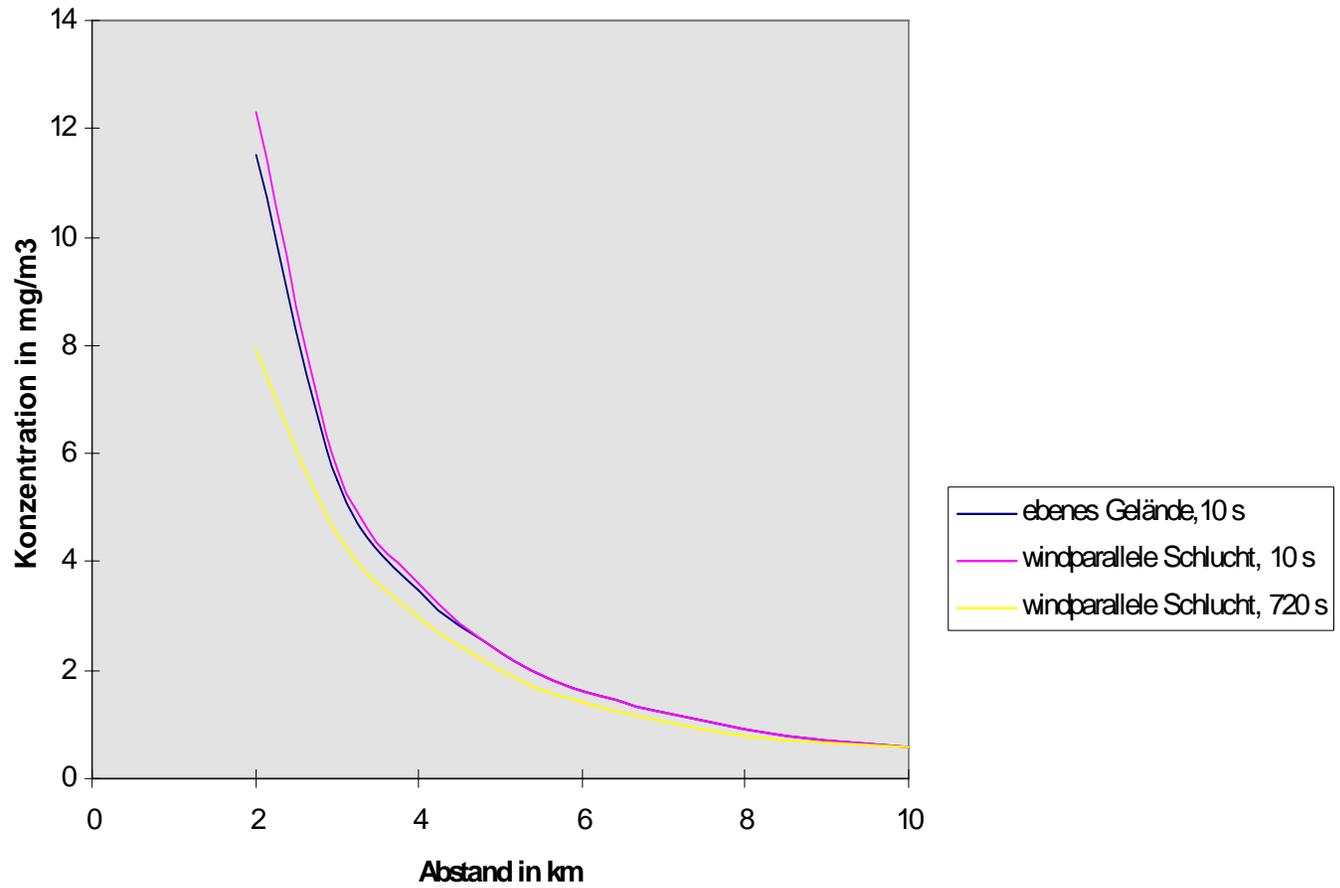
8. Schritt: Rechnung der Ausbreitung anhand spezifischer Bedingungen in der Anlage und der Umgebung

Ausbreitungsrechnung nach VDI 3783 mit der:

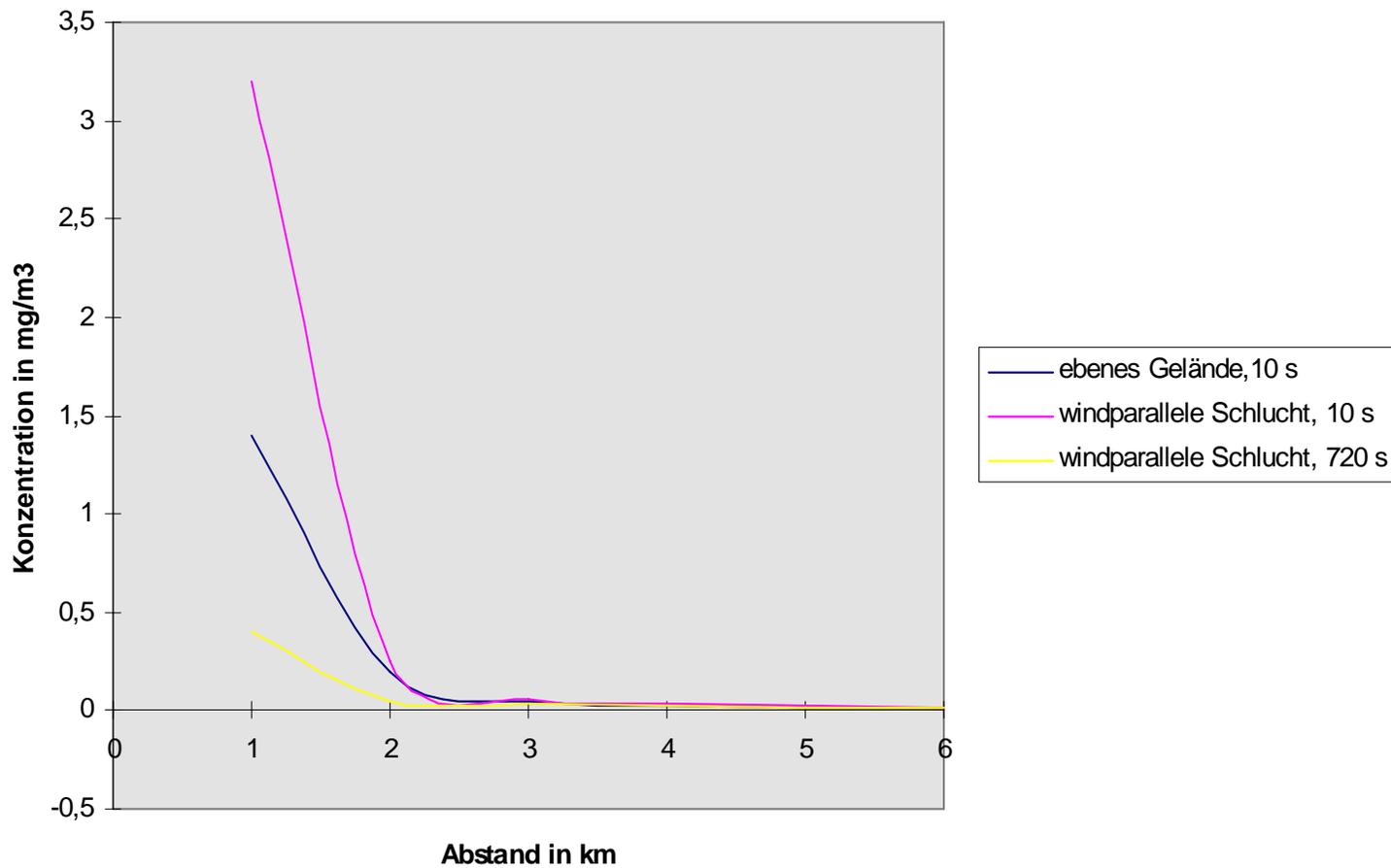
- ungünstigste Wetterlage (Ausbreitungsklasse 1, stabile Schichtung mit Inversion in 20 m Höhe, Windgeschwindigkeit $v = 1$ m/sec)
- mittlere Wetterlage (Ausbreitungsklasse 2 indifferente Schichtung ohne Inversion, Windgeschwindigkeit 3 m/sec)

Zur Berücksichtigung der Umgebung des Freisetzungsortes (von Produktionsgebäuden eingeschlossene Werksstraße in Ausbreitungsrichtung) Umgebungsmodellierungen durch hohe Windparallele Schlucht (3,7m hoch, 4,2m breit) nach Ergänzungsblatt III zu VDI 3783-2

Freisetzung von Brom, ungünstigste Wetterlage



Freisetzung von Brom, mittlere Wetterlage



Example: Hazard due to Release of Bromine from a Process Plant

Ermittlung der Sicherheitsabstände:

Bei den Planungen zur Ansiedlung von Wohnbebauungen (Ermittlung der Sicherheitsabstände) muss mit einer Überschreitung des Störfallbeurteilungswertes in Abständen bis ca. 4000 m bei ungünstigster Wetterlage bzw. mit ca. 1000 m bei mittlerer Wetterlage gerechnet werden. Für die Festlegung der Sicherheitsabstände im Rahmen der Bauleitplanung ist die mittlere Wetterlage maßgeblich. Die zu errichtende Anlage muss einen Sicherheitsabstand von mindestens 1000 m zum Rand der Wohnbebauung einhalten.

Die Gefahrenabwehrplanung orientiert sich an den Ergebnissen für die ungünstigsten Wetterlage.

Example: Hazard due to Release of Bromine from a Process Plant

Hinweis:

Die Ergebnisse der spezifischen Ausbreitungsrechnung ergeben weitere Abstände im Vergleich mit den unter Punkt I.3 verwendeten Nomogrammen. Dies liegt im wesentlichen an der unterschiedlichen Normierung auf die Bezugsdosis von 30 [ppm x min] (bei den Nomogrammen) und auf die Spitzenkonzentration von 0,5 ppm (bei den Ausbreitungsrechnungen). Ein weiterer Beitrag liefert die unterschiedliche Ausbreitungsart: Den Nomogrammen liegt ein dichteneutrales Ausbreitungsmodell zugrunde, die spezifische Betrachtung des o.g. Störfallaufszenarios legt eine Schwergasausbreitung zugrunde. Dies hat insbesondere Auswirkung auf das Ausbreitungsverhalten im Nahbereich.

Unschärfe bei Störfallablaufszzenarien

Beispiel: die spontane Freisetzung von verflüssigtem Chlor.

Annahmen für den **mittleren Fall**:

Spontan freigesetzte Menge an druckverflüssigtem Chlor:	1 m ³
Betontassenlänge:	5 m
Betontassenbreite:	4 m
Betontemperatur:	15 C

Bildung einer Schwergaswolke: ebenes Gelände, ohne Hindernisse

Stabilitätsklasse nach Pasquill	D
Mittlere Windgeschwindigkeit:	3 m/s
Lufttemperatur:	15 C

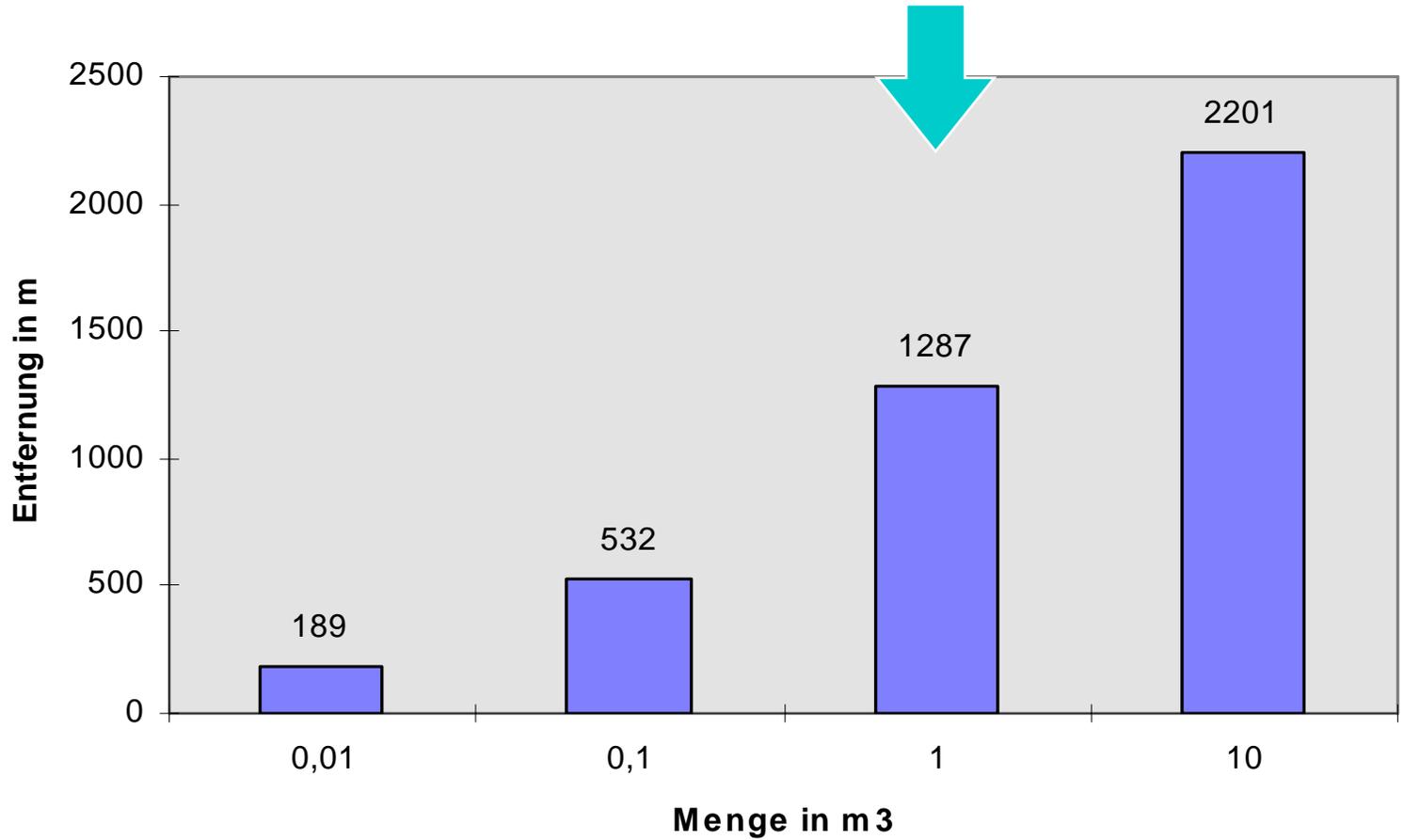
Toxische Wirkungen als gewichtetes Zeitintegral

Schwellenkonzentration (MAK - Wert):	0,5 ppm
Referenzkonzentration (ERPG2-Wert) über 60 min:	3,0 ppm
Maximale Verdunstungsdauer:	30 min



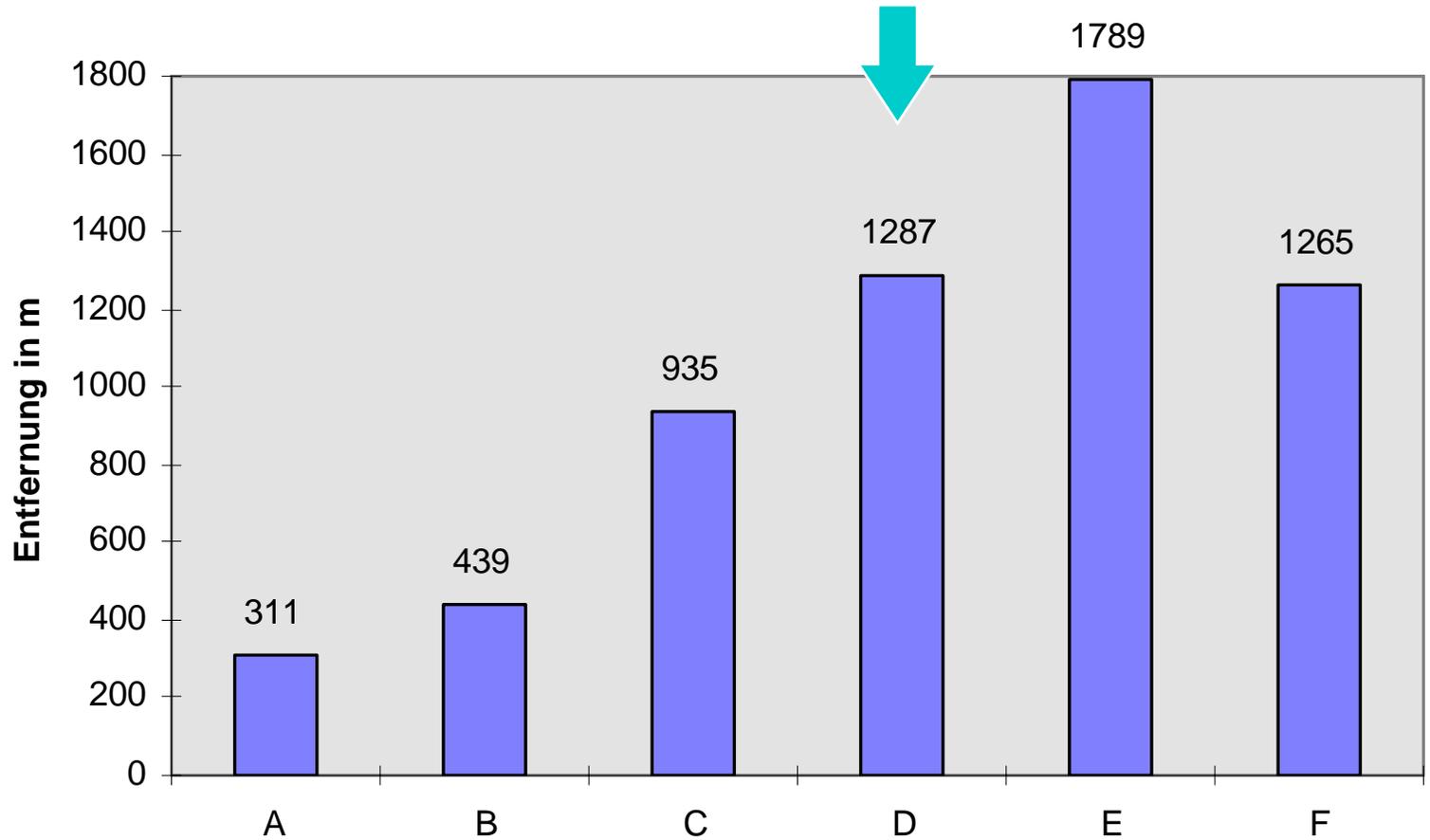
Unschärfe bei Störfallablaufszenarien

Einfluß der Menge



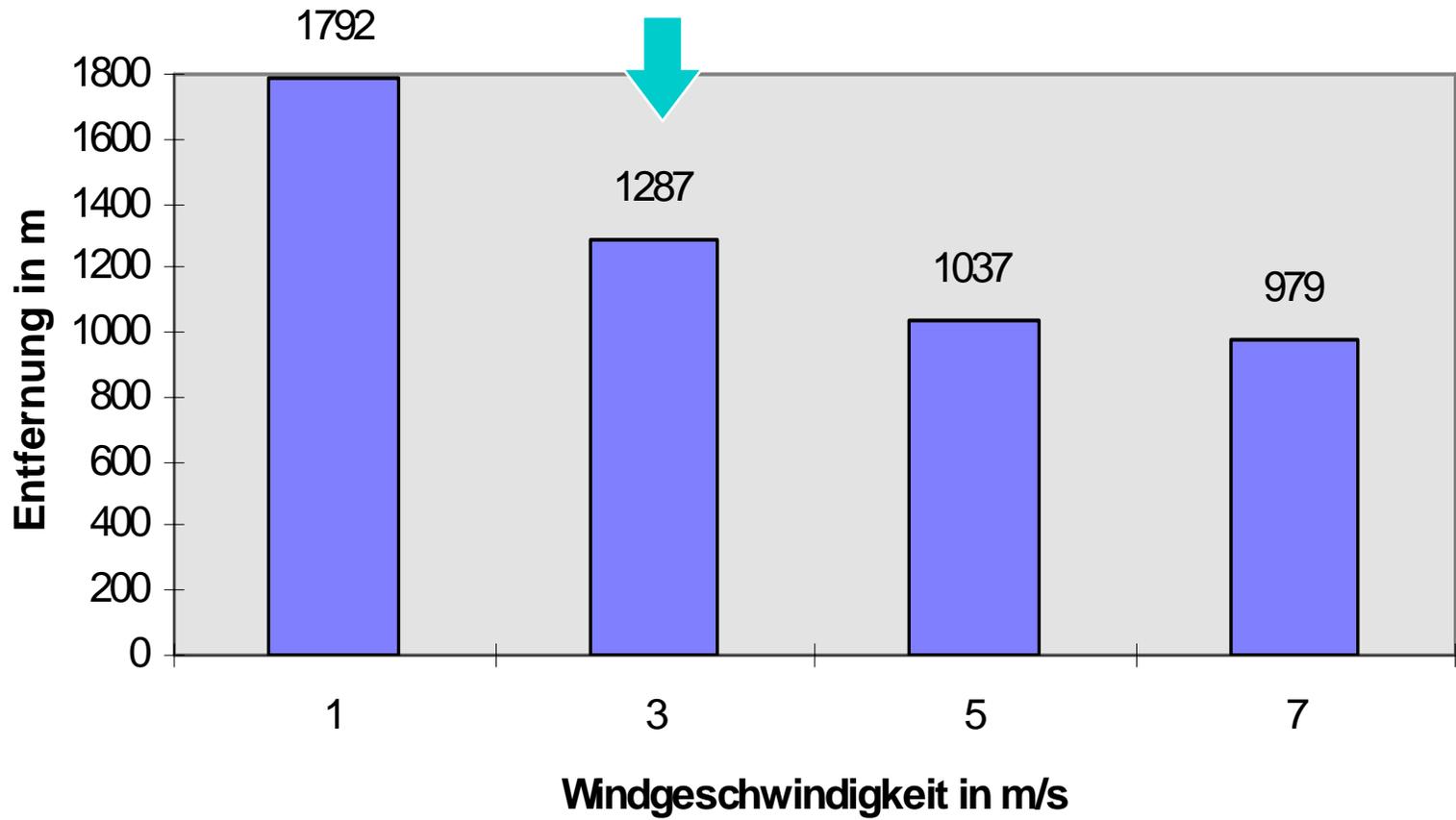
Unschärfe bei Störfallablaufszenarien

Einfluß Stabilitätsklassen

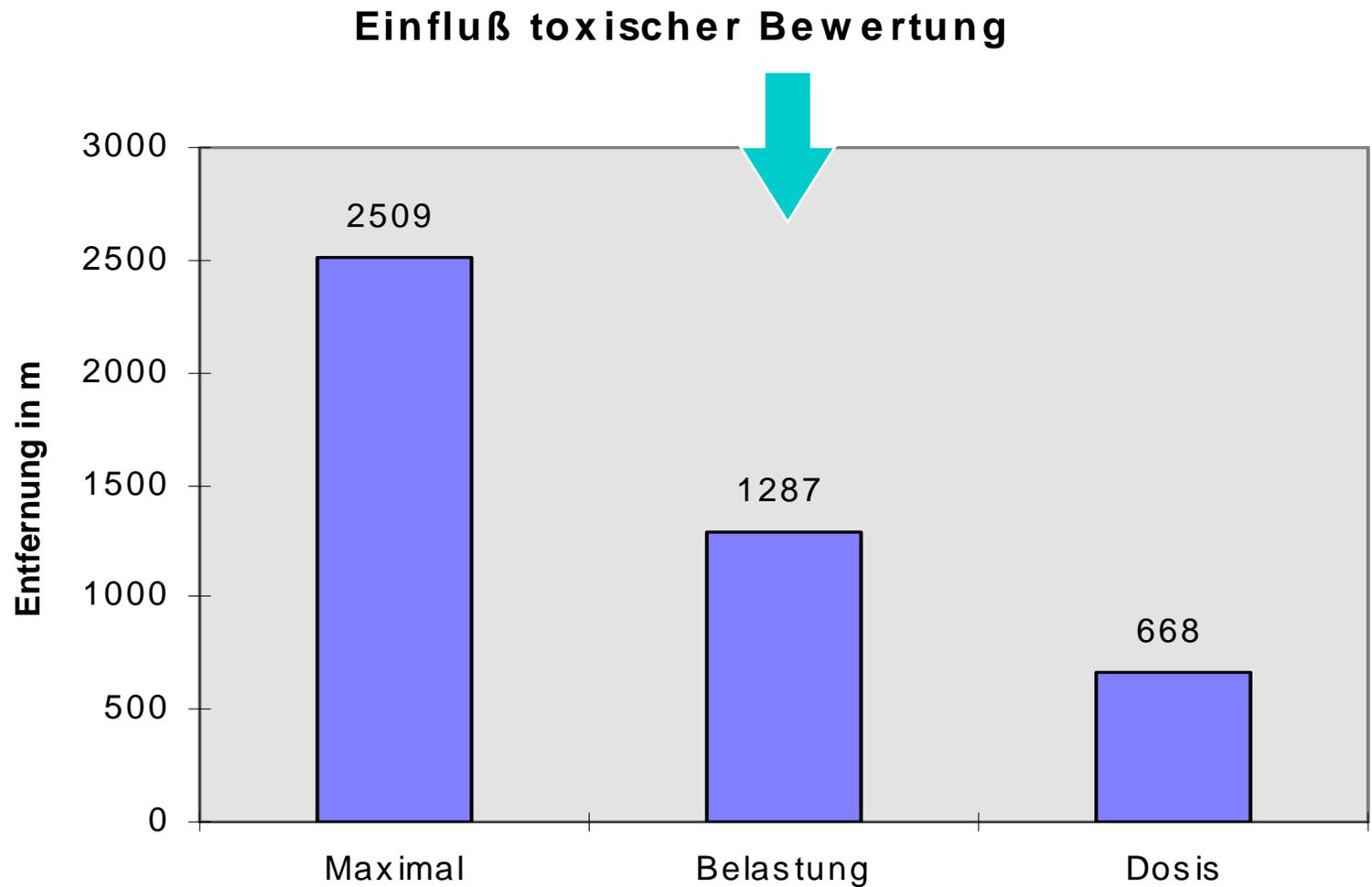


Unschärfe bei Störfallablaufszenarien

Einfluß der Windgeschwindigkeit



Unschärfe bei Störfallablaufszenarien



Unschärfe bei Störfallablaufszenarien

