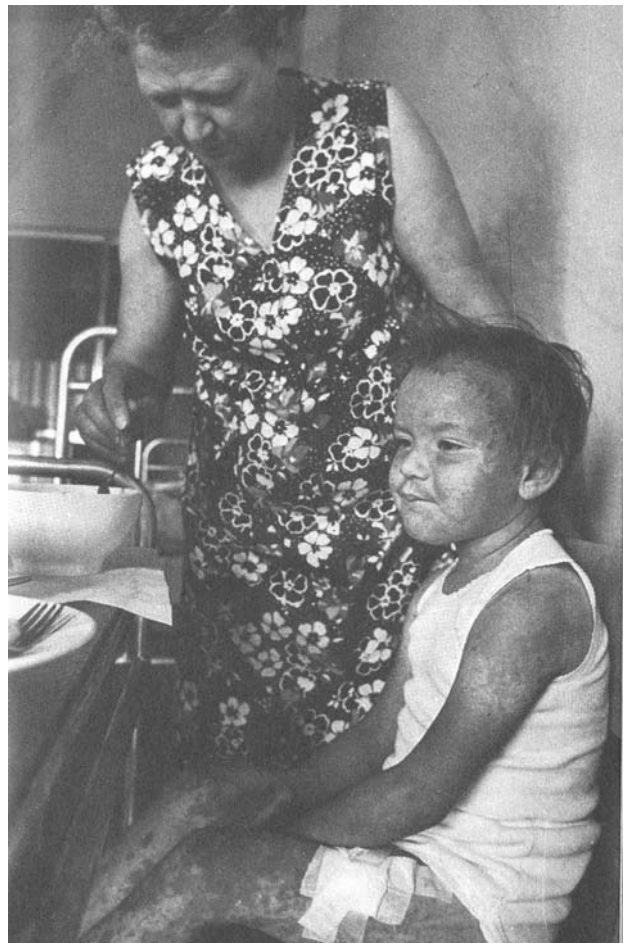
# Seveso, Italien: Störfall 10.07.1976

- Freisetzung von Dioxin
- Weiträumige Umweltverseuchung
- Über 200 Verletzte (Chlorakne)



# Bhopal, Indien: Störfall 2.12.1984

- Freisetzung von Methylisocyanat, etc.
- Ca. 10.000 Tote
- Ca. 100.000 Verletzte

# Bhopal, Indien: Störfall 2.12.1984

- Freisetzung von Methylisocyanat, etc.
- Ca. 10.000 Tote
- Ca. 100.000 Verletzte

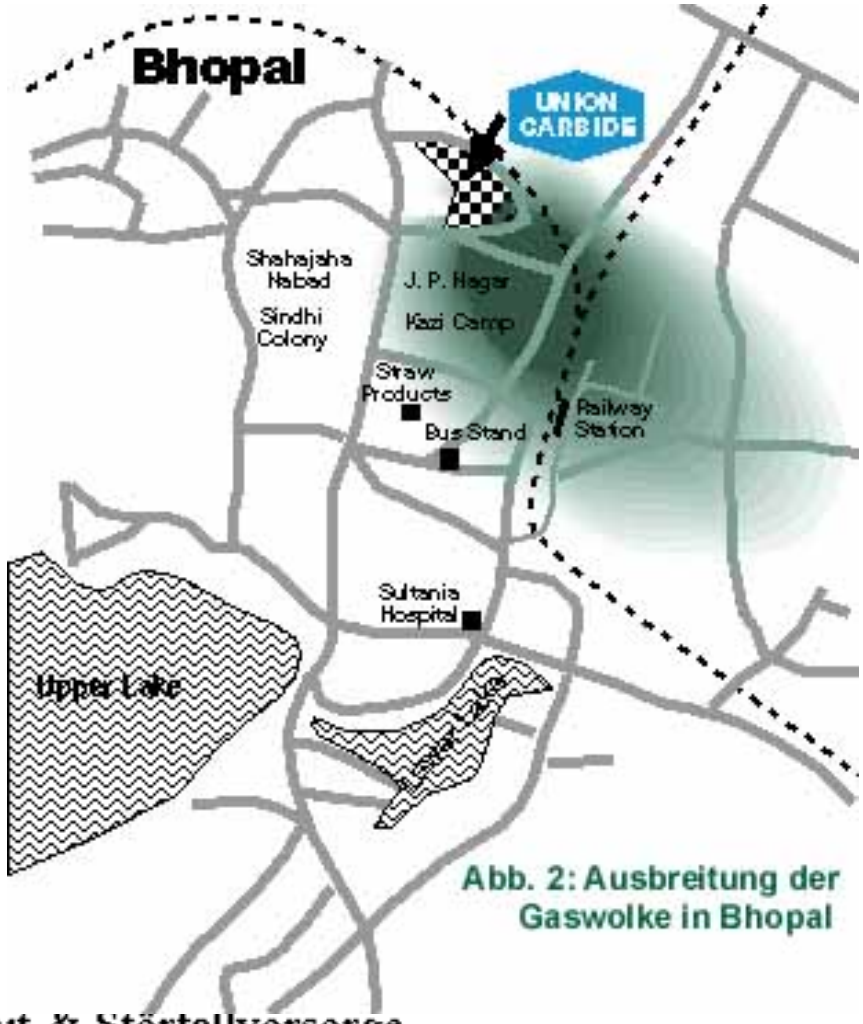
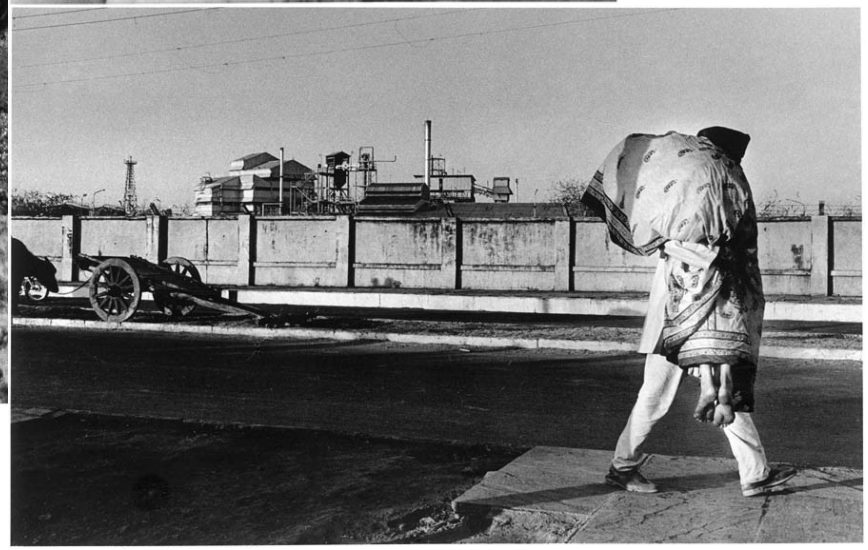



Abb. 2: Ausbreitung der Gaswolke in Bhopal

# Bhopal, Indien: Störfall 2.12.1984



# Toulouse, F : Störfall 21.09.2001

- Explosion von Ammonium-nitrat (Düngemittel)
- 34 Tote
- 32 Schwerverletzte
- 190 Leichtverletzte
- Umfangreiche Zerstörungen

# Toulouse, F : Störfall 21.09.2001

# Toulouse, F : Störfall 21.09.2001

# Seveso, Bhopal, Toulouse- kein Ende abzusehen ?

– Stand und Erwartungen an eine moderne Störfallvorsorge

*Hans-Joachim Uth, Umweltbundesamt*

*www.umweltbundesamt.de/anlagen*

# Inhaltsübersicht

- Standortbestimmung (Statistiken und Betriebserfahrungen)
- Erwartungen der Öffentlichkeit
- Bedingungen für weitere Verbesserungen
- kritische Würdigung des herrschenden Sicherheitskonzepts
- Verbesserung durch QRA?

# Standortbestimmung (1/2)

- **Abnahme der Megastörfällen trotz einer weltweit steigenden Produktion von Chemikalien und deren wachsenden Transport zu Lande und Wasser.**
- **Die Zahl der (kleineren) Ereignisse unterhalb der Megastörfallschwelle ist weiter im Wachsen begriffen.**
- **Die Bemühungen der letzten Jahrzehnte haben die durchschnittliche Schadensgröße eines Störfalls in Bezug auf Humanschäden sinken lassen, bei Umweltschäden zeigt sich eine gegenläufige Tendenz.**
- **Störfallgeschehen in den verschiedenen Regionen der Welt stark unterschiedlich.**
- **In Europa ist auch im Bereich der Störfälle mit relativ geringen Auswirkungen ein leichter Abwärtstrend auszumachen.**

# Standortbestimmung (2/2)

- **In Deutschland beobachten wir im letzten Jahrzehnt eine nahezu konstante Rate bei diesen Störfällen.**
- **Die in den letzten Jahrzehnten eingeschlagenen Wege zur Verbesserung von Arbeitsschutz und integrierte Anlagensicherheit waren erfolgreich. Gefahrenpotentiale werden insgesamt sicherer gehandhabt.**
- **Die Reduktion der großen Schäden bei Ereignisse ist insbesondere auf die weiter entwickelten Vorkehrungen zu Begrenzung von Störfallauswirkungen zurückzuführen.**
- **Die wachsende Gesamtzahl von Ereignisse zeigt aber, dass die Vorsorge zur Vermeidung von Störfällen noch weiter verstärkt werden muss.**

# Welche Erwartungen werden an die Technik gestellt ?

Die breite Öffentlichkeit erwartet, dass Mensch und Umwelt durch Technik und Verfahren wirksam geschützt werden !

Anforderung an Technik & Verfahren:

- Zuverlässig
- Transparent
- Nachhaltig
- angemessene Beteiligung der Öffentlichkeit bei der Bewertung der Risiken

# Erwartungen der Fach- und Interessenskreise an Technik & Verfahren

- Transparent und nachvollziehbar auf wissenschaftlich technischer Basis (ingenieurgerechte Denkweise);
- Verknüpfung mit ökonomischen Optimierungsstrategien zur Kostensenkung;
- Dokumentationsfreundlich für die Erfüllung interner und externer Berichts- und Nachweispflichten;
- Ergebnisse liefern, die gut kommunizierbar sind und mit Risiken anderer gesellschaftlicher Tätigkeiten verglichen werden können;
- Nachweise der Risikostreuung ermöglichen, d.h. Branche/Betrieb wird aus der öffentlichen Diskussion entlastet. Damit ist Akzeptanz und die positive Wirkung auf den „Share-Holder-Value“ verbunden;
- „Objektive“ Entscheidungsgrundlage für Genehmigung und Überwachung der Ansiedlung liefern;
- Beiträge zu entbürokratisierten Verfahren liefern;
- Zur weiteren Verbesserung des Schutz vor Gefahren aus Störfällen beitragen.

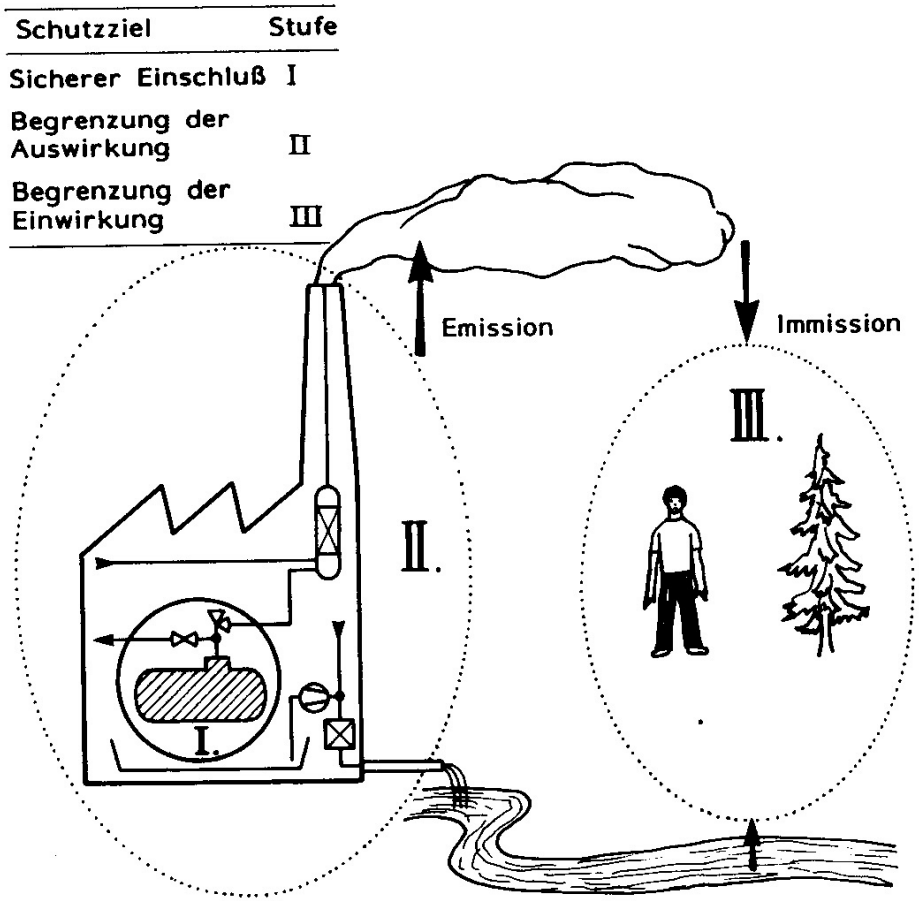
# Bestehen systematische Mängel in der bisherigen Praxis ?

## Deterministischen Ansatz in DE

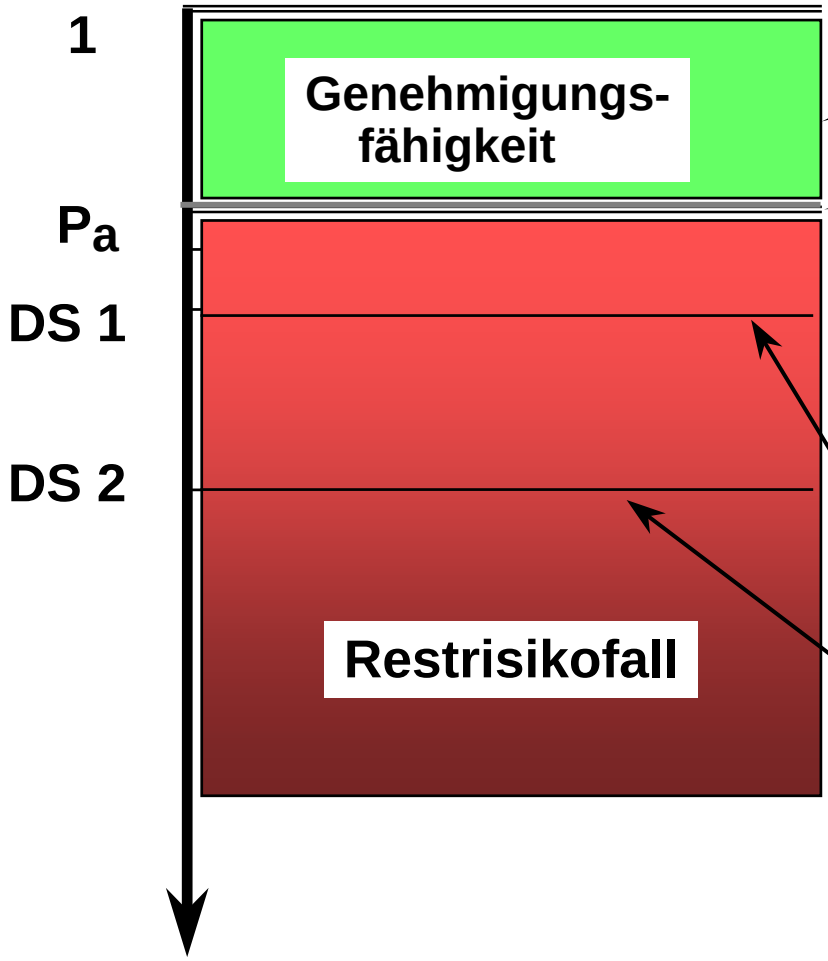
1. Element: Gestuftes Sicherheitskonzept (Störfälle vermeiden und begrenzen)
2. Element: Vorgaben für Planung, Bau und Betrieb der Anlagen nach dem Stand der Sicherheitstechnik
3. Element: Anforderungen nach „Art und Ausmaß der zu erwartenden Gefahren“ (Gefahrenorientierung,Verhältnismäßigkeit)
4. Element: Ständige Verbesserung des Standes der ST durch Erfahrung (Entwicklung, Kommunikation)
5. Element: „Sicherheitstriade“ der Akteure
6. Element: Systemanalyse

# 1. Element: Gestuftes Sicherheitskonzept

- Störfälle vermeiden (Vorsorge)
- Auswirkungen begrenzen (Vorsorge)
- Einwirkungen begrenzen (Gefahrenabwehr)



3. Element: Anforderungen nach „Art und Ausmaß der zu erwartenden Gefahren“ (Gefahrenorientierung, Verhältnismäßigkeit)




**Vorsorge durch Stand der ST § 3 (1), StöVO**

**Vernünftiger Ausschluß § 3 (2)**

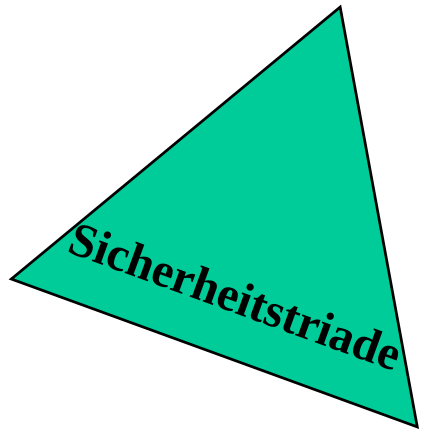
**Zusätzliche Vorsorge durch Gefahrenabwehr-planung § 3 (3)**

**Angenommene Szenarien nach BMU-Empfehlung**

# 5. Element: Erkenntnisquellen der verschiedenen Akteure

- „Sicherheitstriade“
- Kritische Balance
- Tendenz zu Mängeln bei der Überwachung

**Betreiber, Anlagenbauer**

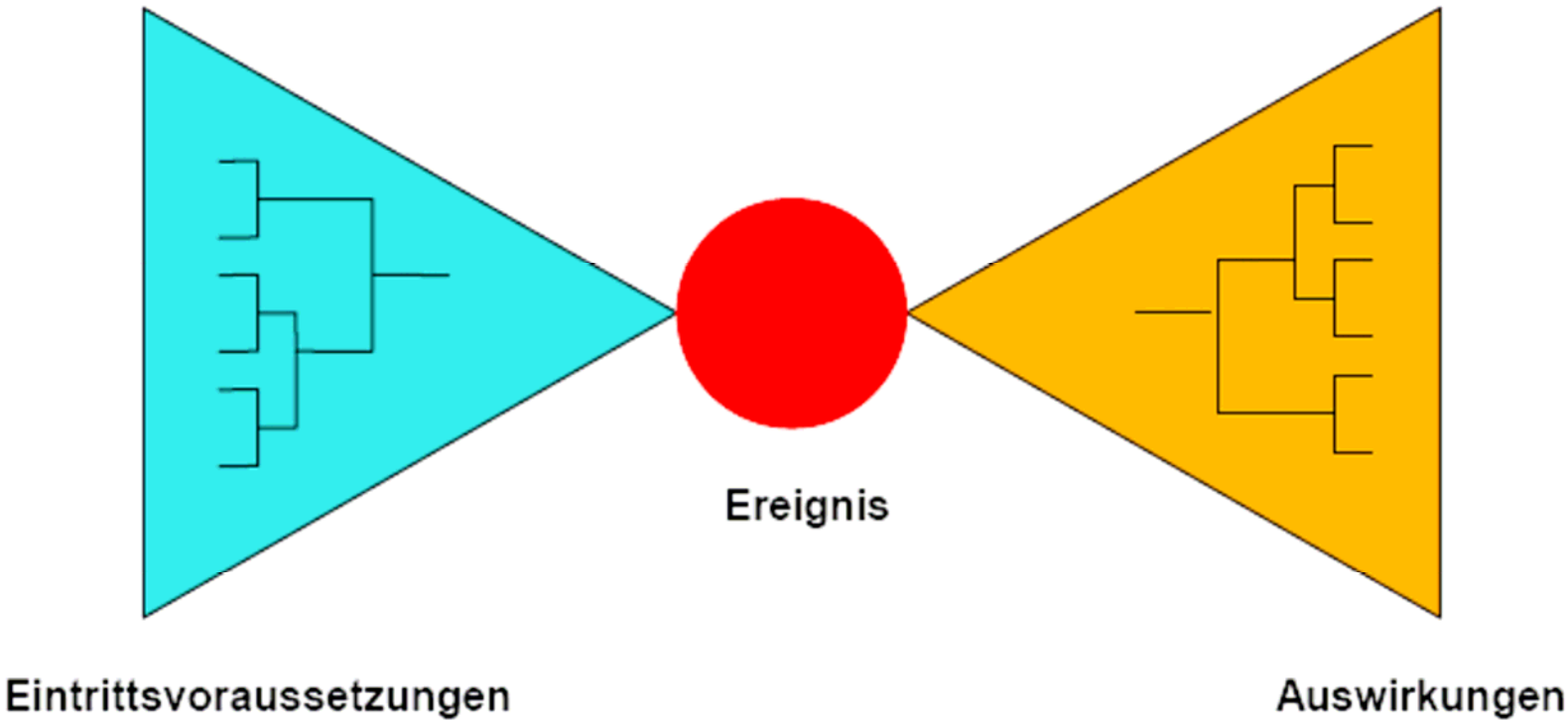



**Sachverständige, BG, Verbände**

**Behörden, Öffentlichkeit**

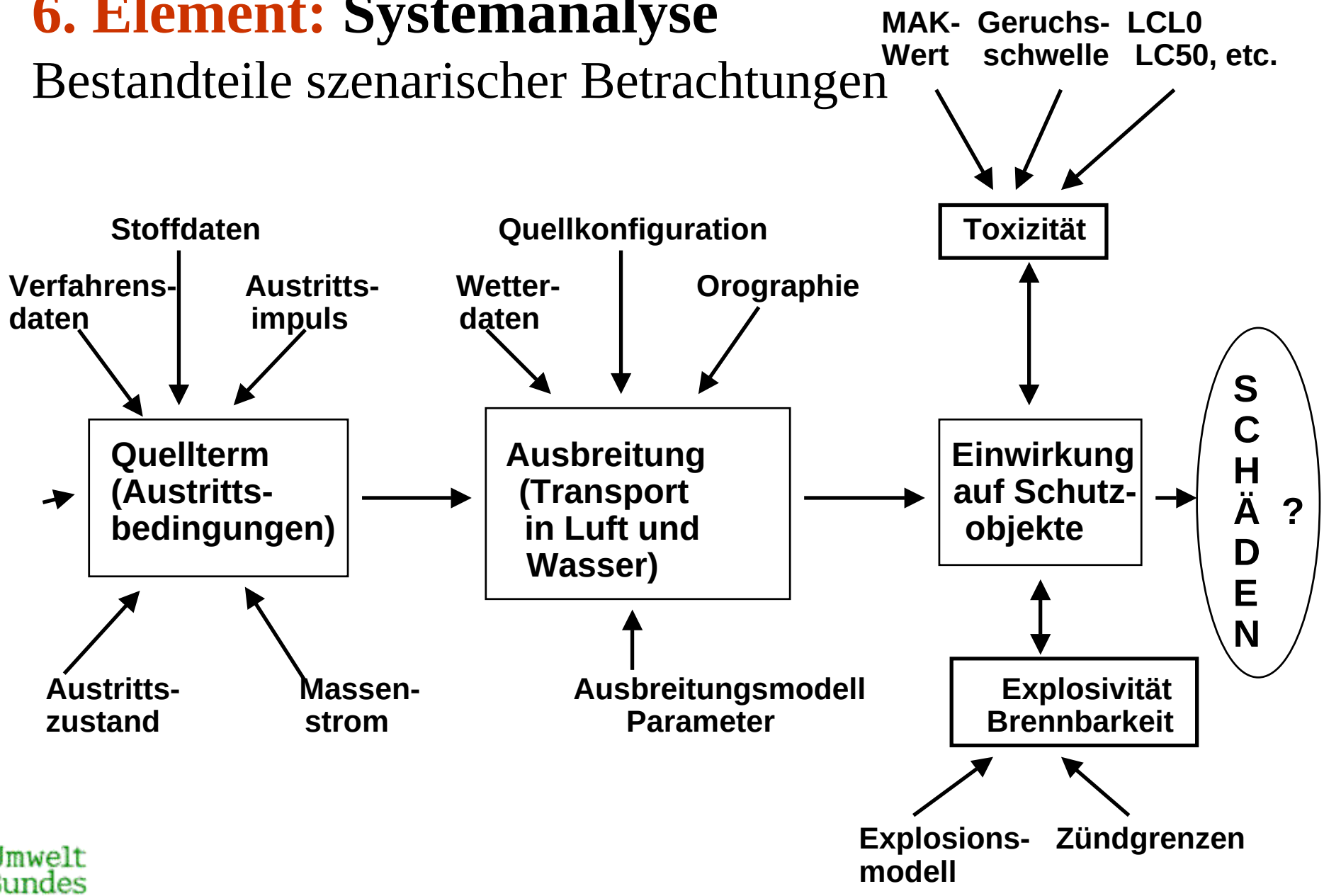
# 6. Element: Systemanalyse

## Bereiche der systematischen Analyse



# 6. Element: Systemanalyse

## Bestandteile szenarischer Betrachtungen



# Verbesserungspotential durch probabilistische Ansätze im Lichte der Erwartungen.

Inwieweit die neu vorgeschlagene Verfahrens-weisen zu einer verbesserten Anlagensicherheit und Störfallvorsorge beitragen, muss sich messen an:

- Erfahrungen in anderen Technikbereichen
- Bewertung im Verhältnis mit den herkömmlichen Verfahrensweisen
- Erwartungen der Öffentlichkeit

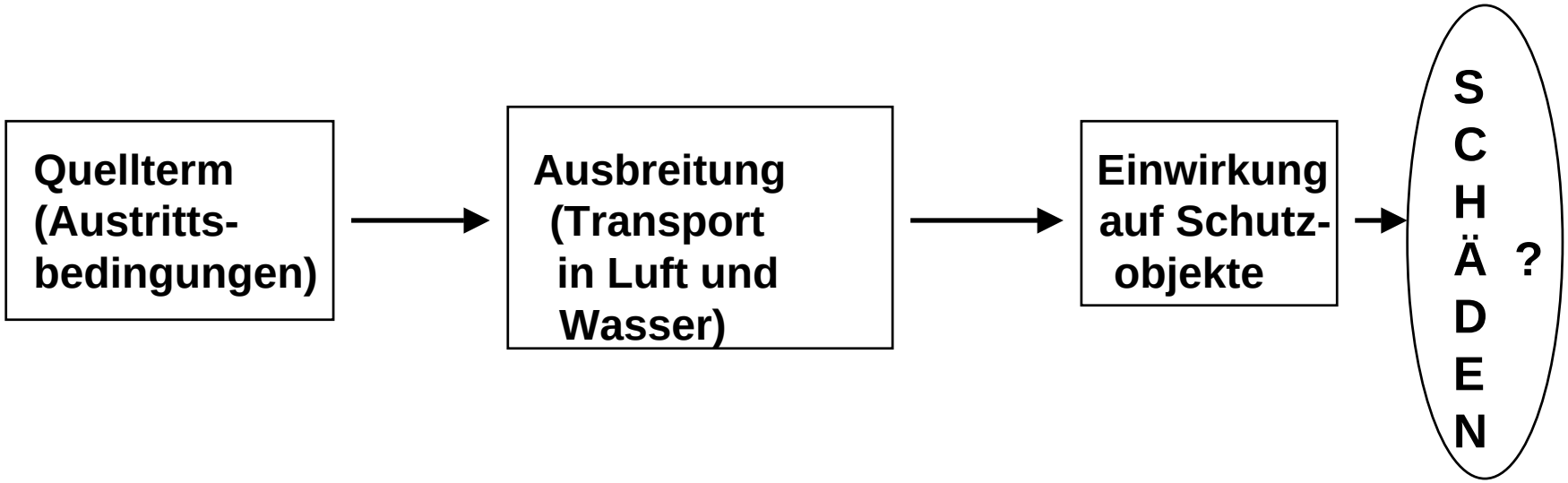
# Vergleich der systematischen Methoden Deterministik / Probabilistik

Kernpunkt aller systematischer Methoden ist die Betrachtung von SAZ.

- systematischen Analysen der Versagens-wahrscheinlichkeiten der in dem System vorhandenen Bauteile (z.B. FBA, FMEA)
- systematische Abfrage von Expertenerfahrungen (z.B. HAZOP)

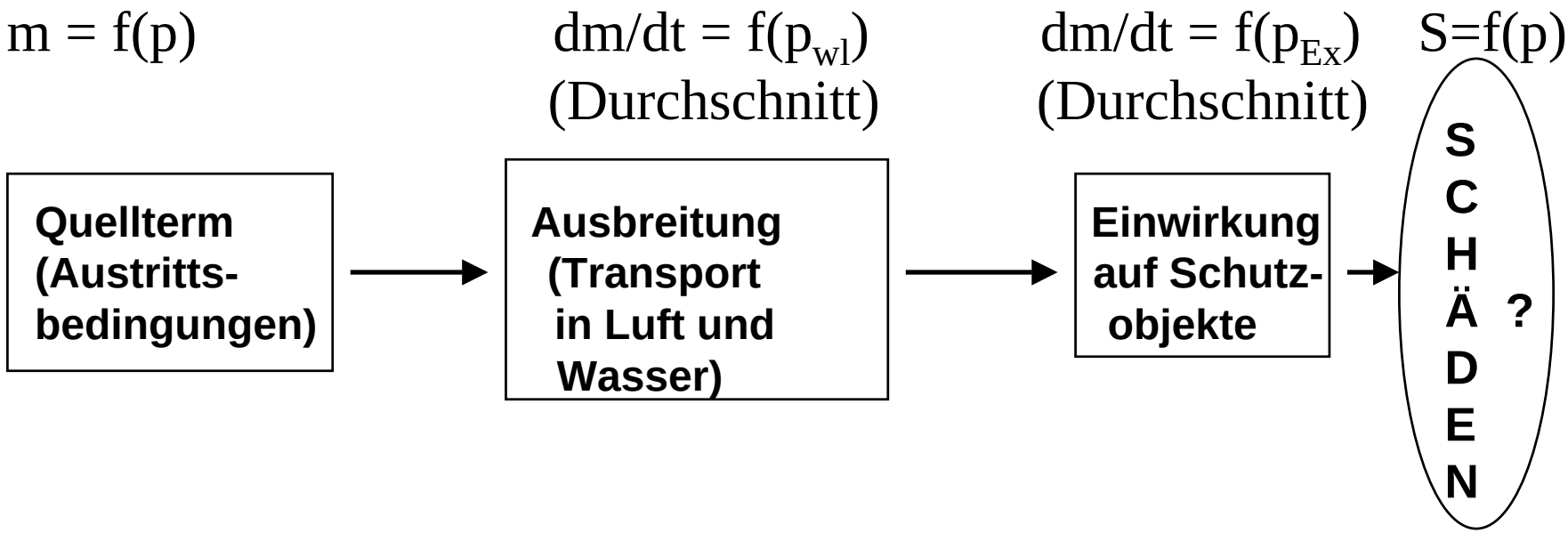
# Vergleich probabilistischer und deterministischer Ansätze

**Probabilistische Verfahren**



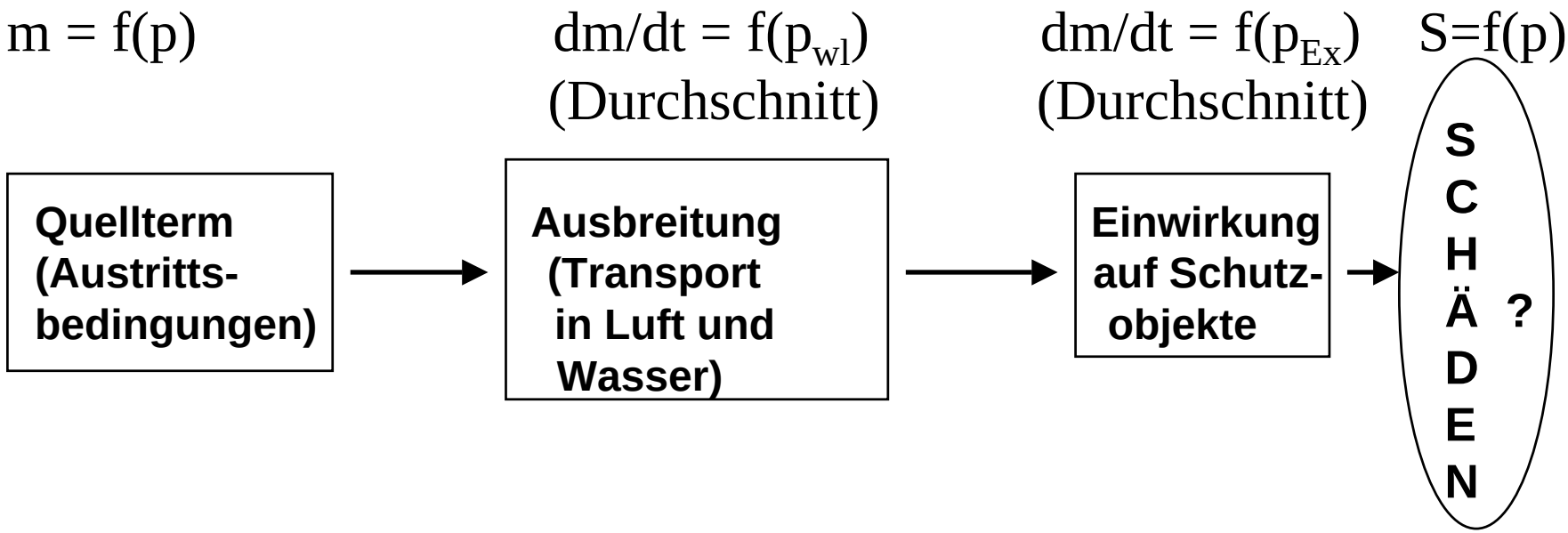
# Vergleich probabilistischer und deterministischer Ansätze

**Probabilistische Verfahren**



# Vergleich probabilistischer und deterministischer Ansätze

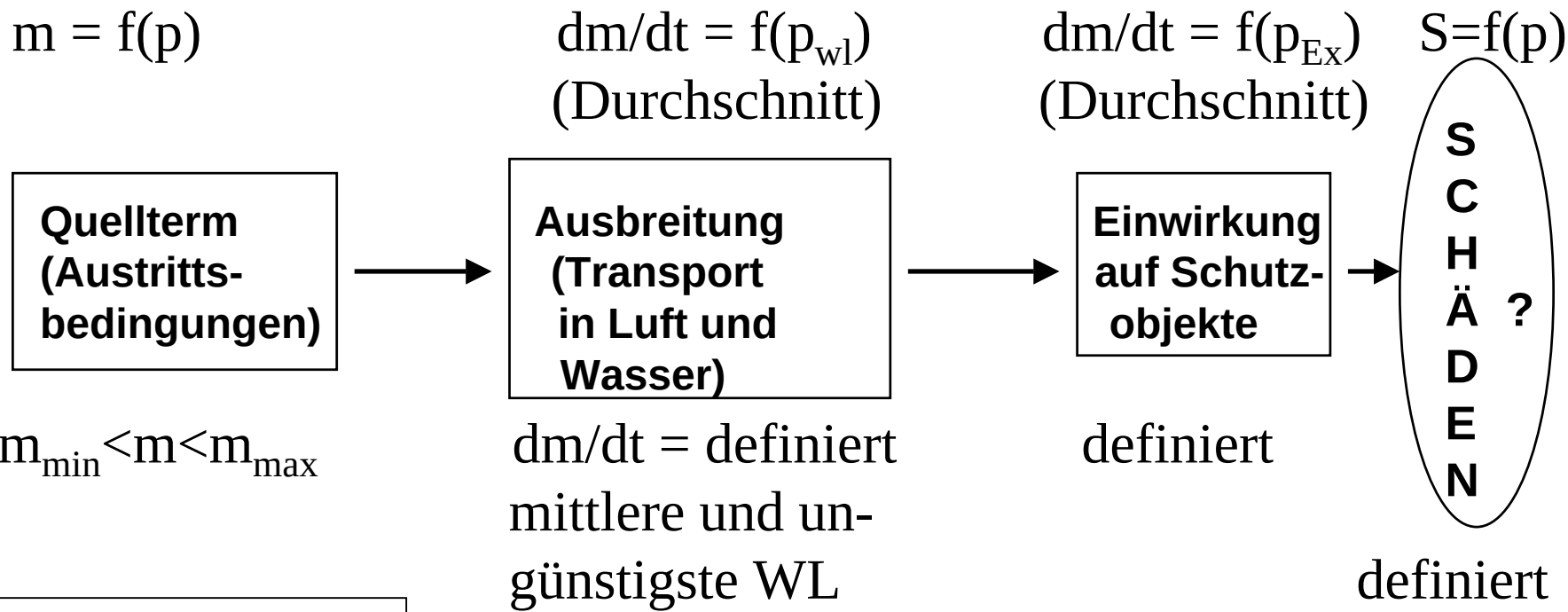
**Probabilistische Verfahren**




**Deterministische Verfahren**

# Vergleich probabilistischer und deterministischer Ansätze

**Probabilistische Verfahren**




**Deterministische Verfahren**

# Vergleich probabilistischer und deterministischer Ansätze

**Probabilistische Verfahren**

Konvention

$m = f(p)$

$dm/dt = f(p_{wl})$ (Durchschnitt)

$dm/dt = f(p_{Ex})$ (Durchschnitt)

$S=f(p)$

**Quellterm (Austritts-bedingungen)**

**Ausbreitung (Transport in Luft und Wasser)**

**Einwirkung auf Schutz-objekte**

**SCHÄDEN ?**

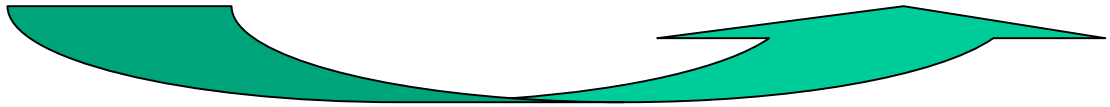
$m_{min}<m<m_{max}$

$dm/dt$ = definiert mittlere und un-günstigste WL

definiert

definiert

**Deterministische Verfahren**



Konvention

# Grenzwerte - Risiko - Stand der Sicherheitstechnik

- Stand der Sicherheitstechnik - Vorsorge
- Normierung auf Schäden statt Gefahren
- Paradigmenwechsel  durch Ersatz von „Gefahren“ durch „Risiken“
- Nachhaltigen Entwicklung wird nicht berücksichtigt
- Grenzwertfestlegung ist gegen Grundsatz des dynamischen Grundrechtsschutzes
- Grenzwerte wofür ? Art und Qualität ist abhängig von der Anwendung.

# Zuverlässigkeit, Kollektivität und Kommunikation

Entscheidende Frage ist die Zuverlässigkeit der RA Methoden. Dabei kann hinsichtlich der Methoden zwei Hauptgruppen unterschieden werden:

- Methoden, die auf mathematisch logischer Struktur (quantitativ, automatisch, generisch)
- Methoden, die auf einer kollektiven Abschätzung (qualitativ, diskursiv, einzelfallbezogen)

# **Problem:** Datenqualität und Unsicherheiten

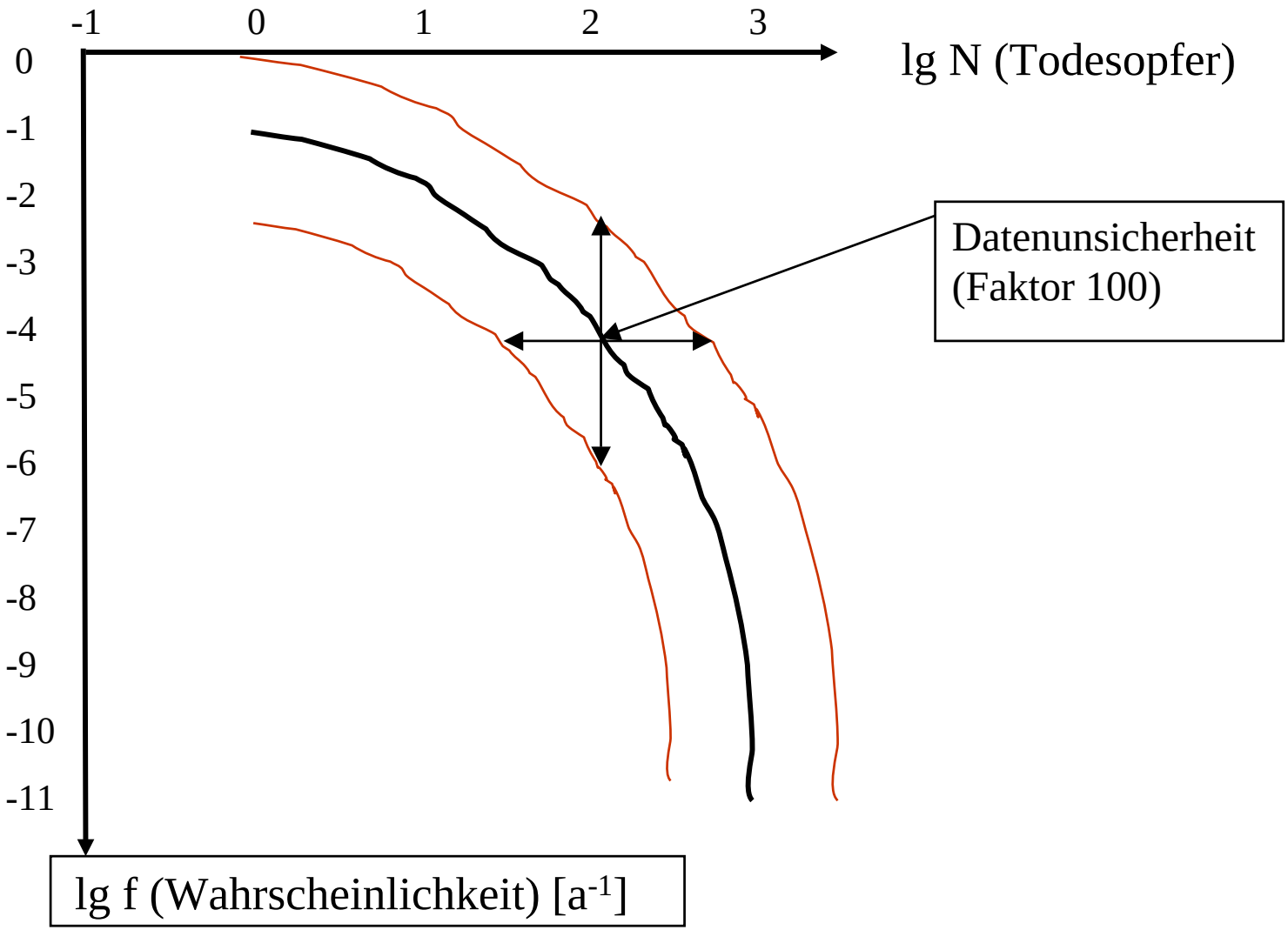
## Methodische Grenzen

- Singularität der Daten (Identität von erfassten und verwendeten Daten)
- Stochastische Prognose
- Nachhaltigkeit
- Risikogrenzwert

## Stand der Technik

- Soft-Data (SMS)
- Expertenschätzung
- Erfassung komplexer Abläufe, z.B. DE
- Erfassung komplexer Anlagenstrukturen
- Datenbiografie
- Human Factor

# Schema Unsicherheit bei f/N - Funktion



# Transparenz, Verwendung von RAs im gesellschaftlichen Diskurs

- Die Erörterung von Risiken in der Gesellschaft erfolgt nach den Regeln der Risikokommunikation
- Inhalt und Form sind auf das soziale Umfeld anzupassen.
- In überwiegendem Maße sind qualitative Aussagen verbunden mit transparenter Herkunft der Daten und plausiblen Rahmenbedingungen entscheidend.
- Da es im Ergebnis des Diskurses häufig um gesellschaftliche (ethische, moralische) Werte geht ist eine RA-Beurteilung in derselben Sprache und Vorstellungswelt die am besten geeignete Form.
- Dies werden wohl am ehesten qualitative RAs leisten können, sie sind in Bezug auf die relevanten Kommunikationsebenen systemimmanent.

# Ebenen der Risikodiskussion

## gesellschaftspolitischen Risikodiskussion

**Verfassung, Umwelt, Wirtschaft, Sozialwesen, Kirche, Internat. Beziehungen Sicherheitspolitik**

## sicherheitswissenschaftlichen Risikodiskussion

**Psychologie, Politologie, Medien, Soziologie, Ethik, Wirtschaftswissenschaften, Rechtswissenschaften, Naturwissenschaften**

## sicherheitstechnischen Risikodiskussion

**Sicherheitskultur, Human Factor, Stand der Sicherheitstechnik, Unfallstatistik, Notfallplanung, Versicherung, Vorschriften, Risikoanalyse**

## sicherheitsanalytischen Risikodiskussion

**Aversion, Massnahmen, Kosten/Nutzen Analyse, Unsicherheit, Wahrscheinlichkeit, Individuelles- und kollektives Risiko, Gefahrenanalyse, Schadensbegriff**

# Zusammenfassung **Pro**

- Optimierung von Designalternativen im Planungszustand
- Optimierung von Investitionsentscheidungen für SHE
- Optimierung von Inspektionssystemen (RBI)
- Ermittlung von Domino-Effekten
- Vergleichende Bewertung von SMS
- Festlegung von Gefahrgutwegen

# Zusammenfassung **Contra**

- QRA dient nicht notwendiger maßen der Transparenz
- Verlagerung der (konventionellen) Annahmen in die Festlegung der Rahmenbedingungen
- Generische Ansätze verhindern Einzelfallbetrachtung. Ersatz des kollektiven Elements durch „desk-top“ Entscheidungen.
- Automatische Verfahren tragen zum Kompetenzverlust bei.
- Normierung der Risikogröße auf mögliche oder tatsächliche Schäden führt zu großen Abweichungen.
- Festlegung von Grenzwerten  steht entgegen dem dynamischen Grundrechtsschutz
- Beeinträchtigung des Nachhaltigkeitsgrundsatzes

# Fazit

- Methode der QRA ist im Rahmen seiner Grenzen Stand der Technik
- Entscheidend ist die spezifische Datenqualität
- QRA kann in Teilsystemen erfolgreich eingesetzt werden
- QRA Ergebnisse sind schwer mit absoluten Grenzwerten zu vergleichen
- QRA muß in das gesellschaftliche Normengefüge passen
- QRA sind als Ergänzung anderer Methoden sinnvoll

# Bereiche für Ergänzung deterministischer Ansätze durch QRA
## (Empfehlungen der KAS 2007)

- Dennoch-Störfälle i.S.d. § 3(3) StörfallV (Auslegungsüberschreitende Störfälle)
- Auslegungs- / Designalternativen
- Einstufung von PLT
- Risk Based Inspection and Maintenance RBI&M (Risikobasierte Überwachung und Instandhaltung)
- Hochwasserschutz
- Erdbebensicherheit
- Sturm
- LUP Neuplanung und bestehende Anlagen
- Schnittstelle Mensch-Maschine
- Managementsysteme

# Vielen Dank für die Aufmerksamkeit

Kontakt:
jochen.uth@uba.de
WWW.umweltbundesamt.de/anlagen
WWW.umweltbundesamt.de/zema