

Umweltausschuss Wiesbaden



Risikoanalyse Industriepark InfraServ und Dyckerhoff

Matthias Schubert, Dr. sc. ETH, Dipl.-Ing RWTH
Wiesbaden, 03.12.2013



RISIKO = EINTRETENSWAHRSCHEINLICHKEIT
x KONSEQUENZEN

Einheit: Konsequenzen / Jahr

Konsequenzen: Todesfälle



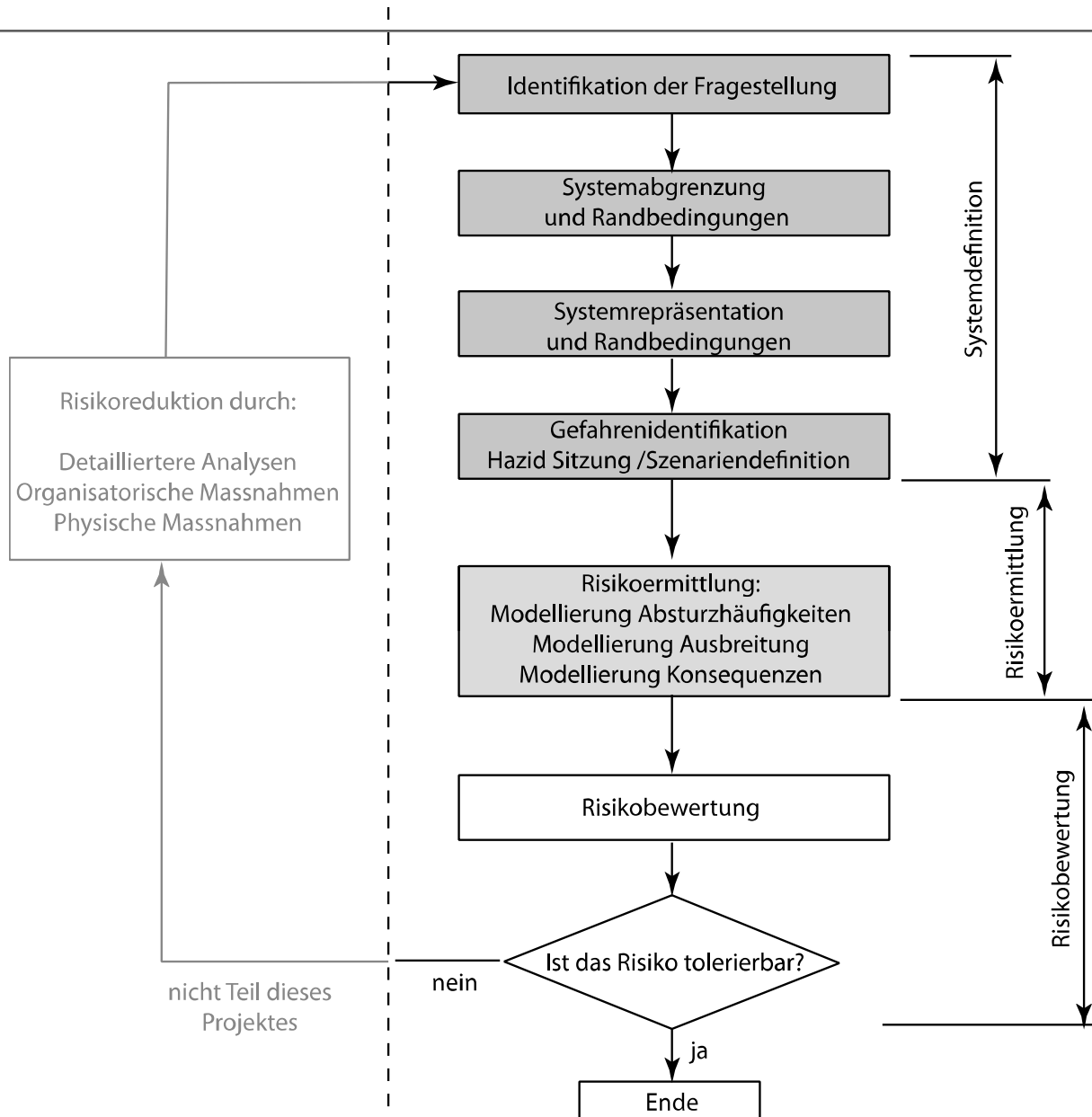
Grundsätze für risikobasiertes Entscheiden

„Deklaration der allgemeinen Menschenrechte“ durch das Kommissariat für Menschenrechte der UNO

Artikel 3

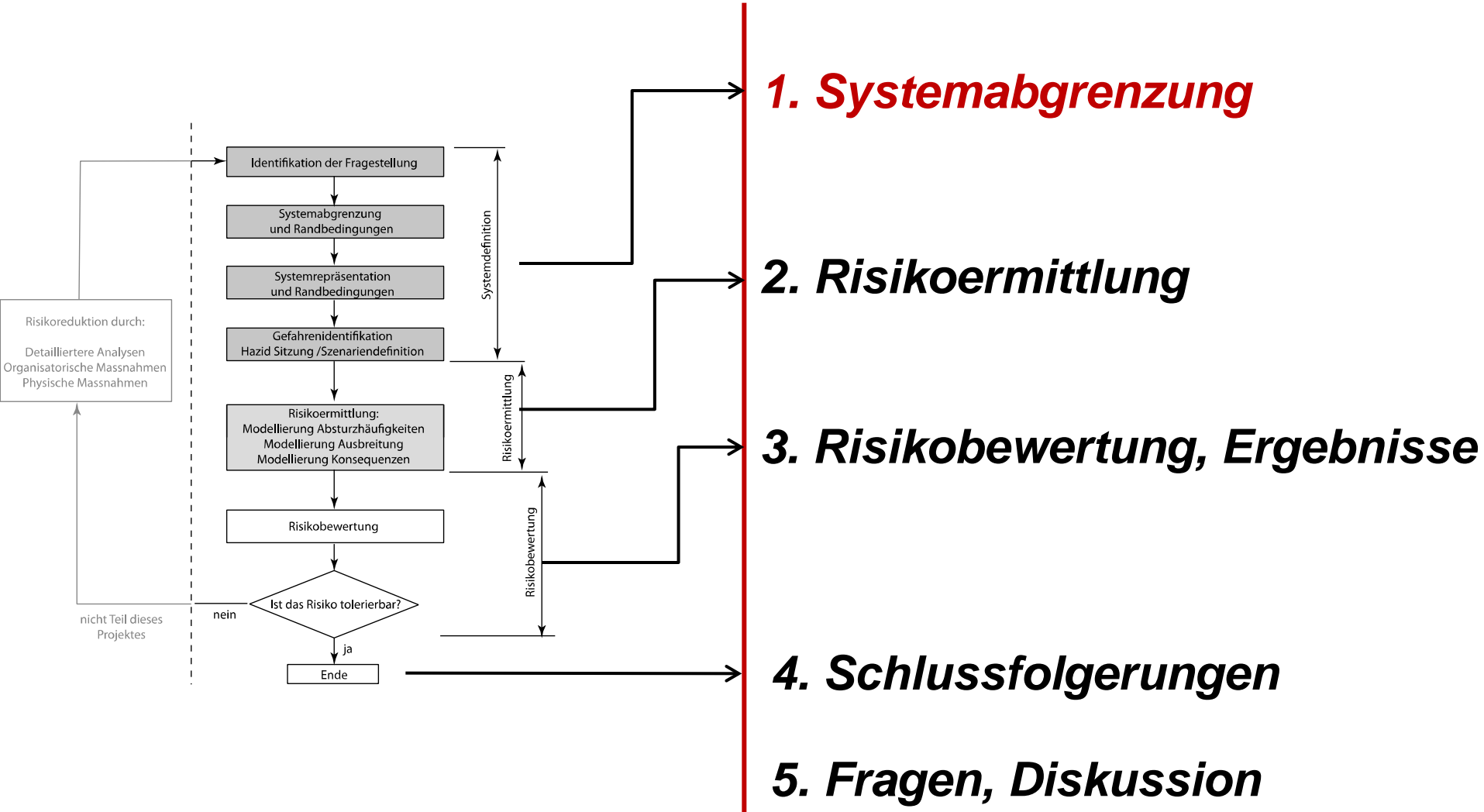
*Jeder hat das Recht auf Leben, Freiheit, **Sicherheit der Person.***

Der Staat ist verpflichtet, die Freiheit und Sicherheit seiner Bewohnerinnen und Bewohner zu schützen und alles **mögliche und zumutbare vorzukehren**, damit dieses Recht ... nicht ...verletzt werden kann (Quelle: www.humanrights.ch).





Überblick





Systemabgrenzung

InfraServ

- ca. 1 km²
- 5 km südwestlich des Army Airfield
- Schwerpunkt:
chemische Industrie

Stadt Wiesbaden

- 5 km nördlich von InfraServ
- ca. 280'000 Einwohner





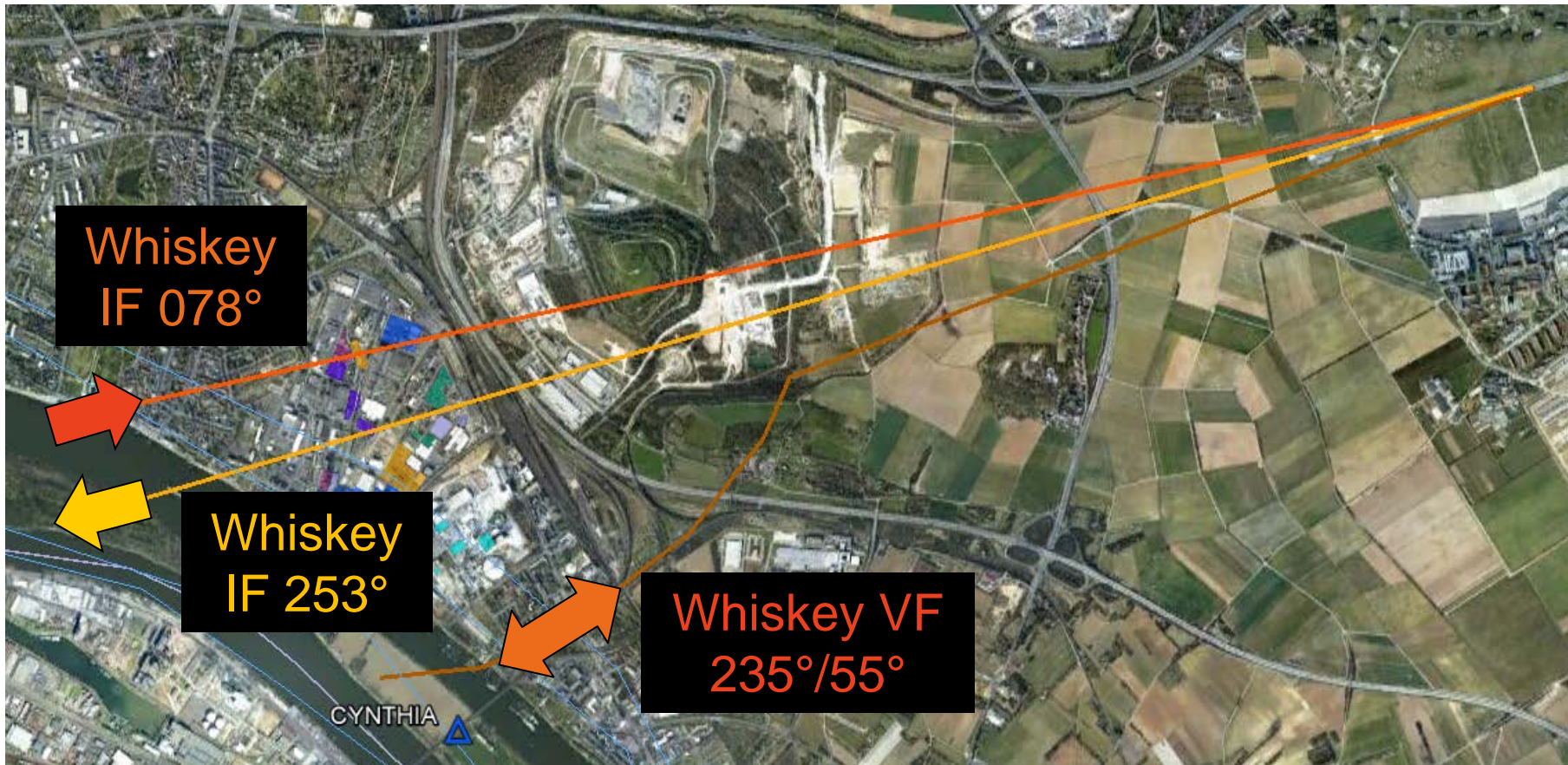
Systemabgrenzung – inhaltlich

Wiesbaden Army Airfield

- Standort der US-Heeresführung in Europa
- Genauer Luftfahrzeugbestand derzeit unbekannt:
 - 6 Jets
 - 13 Propellermaschinen (Turboprop C12)
 - 15 Hubschrauber des Typs UH 60
 - Überflüge von anderen Luftfahrzeugen, z.B. Boeing 737
 - Derzeit etwa 9'500 Flugbewegungen pro Jahr (Ist-Zustand)
- Steigerung auf 17'000 – 22'000 Flugbewegungen pro Jahr

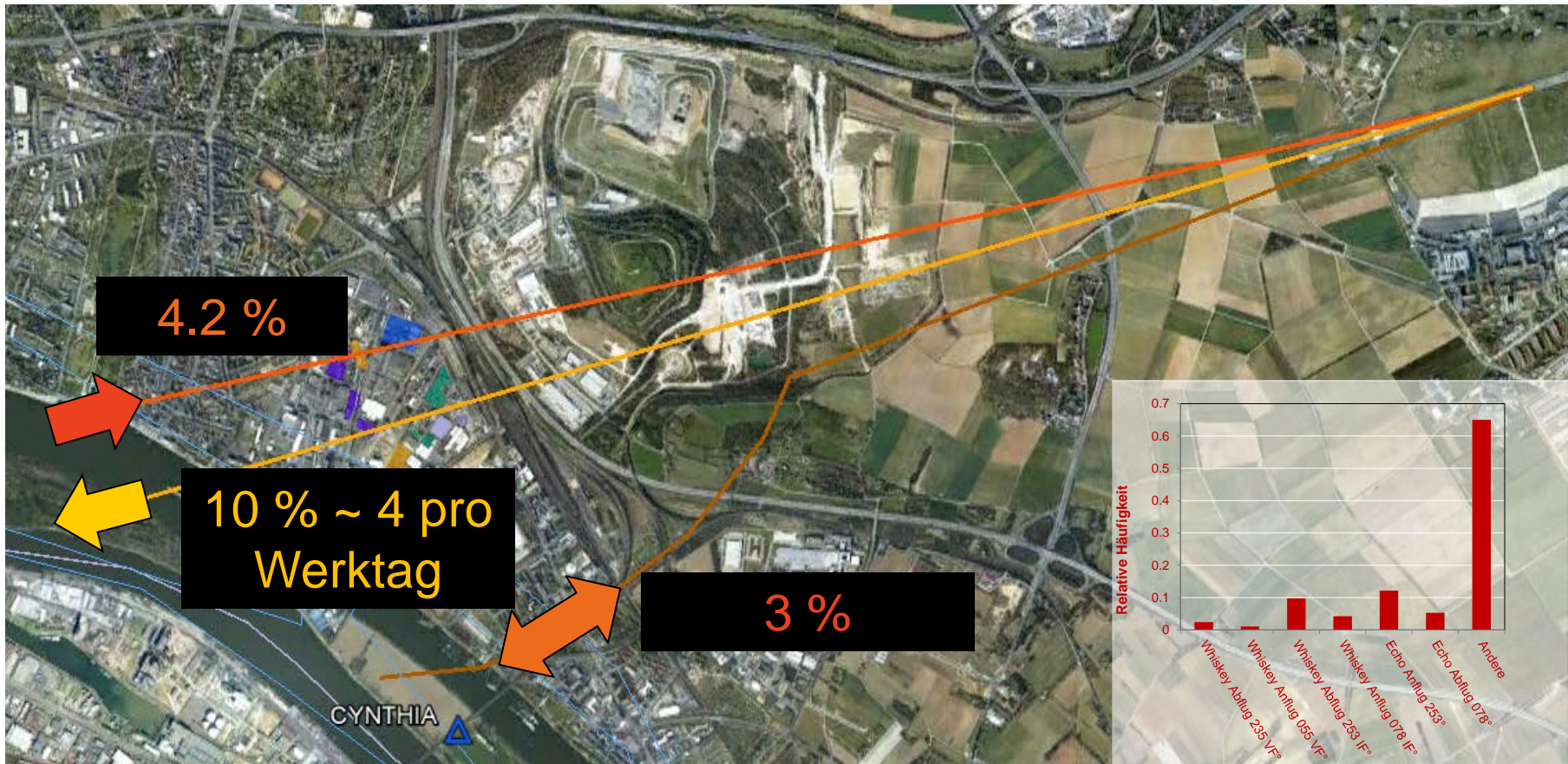


Systemabgrenzung – inhaltlich





Systemabgrenzung – inhaltlich





Systemabgrenzung – Szenarien



Toxische Stoffe (analysiert)



Explosionen (abgeschätzt)



Brände (nicht weiter betrachtet)



Systemabgrenzung – Szenarien



Toxische Stoffe (analysiert)

Referenzstoff	Kategorie
Dimethylsulfat	sehr giftig
Chlorbenzol	umweltgefährdend
Formaldehyd 37 %	giftig
Ammoniakwasser 25 %	umweltgefährdend
Schwefeldioxid	giftig
Kresole	giftig

34 Lagerorte wurden berücksichtigt
Total 1'329 [t]

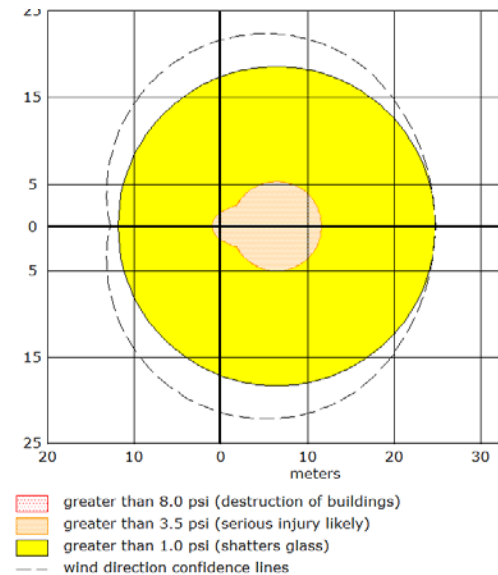


Systemabgrenzung – Szenarien



Explosionen (abgeschätzt)

Referenzstoff	Max. accum. Menge [t]
Trimethylbenzol	470
Aceton	330
Butanol	89
Xylol/Testbenzin	122



Maximale accum. Mengen
wurden betrachtet.

Führt zu Sachschäden – nicht zu Domino-Effekten



Systemabgrenzung – Szenarien



Brände (nicht weiter betrachtet)

Es lagern grosse Mengen an Kohlenwasserstoffverbindungen.

Die Freisetzung bei einem Absturz und die Entzündung können zu grossen Bränden führen.

Abstrahlwärme kann zu weiteren Freisetzungen führen – Domino-Effekte.

Genereller Aspekt in chemischer Industrie – nicht absturzspezifisch → Werksfeuerwehr.

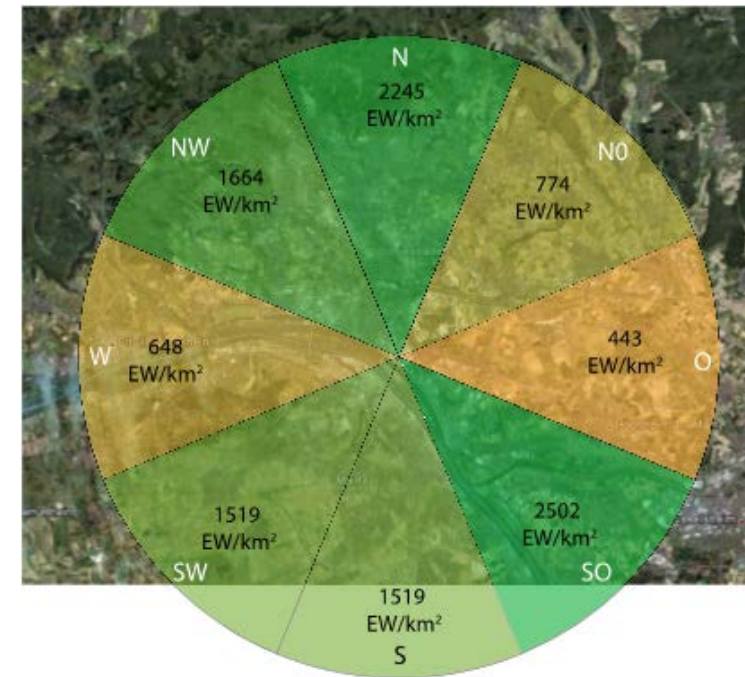


Systemabgrenzung – Konsequenzen

Es wurde ein Radius von 10 km um das Industriegebiet berücksichtigt.

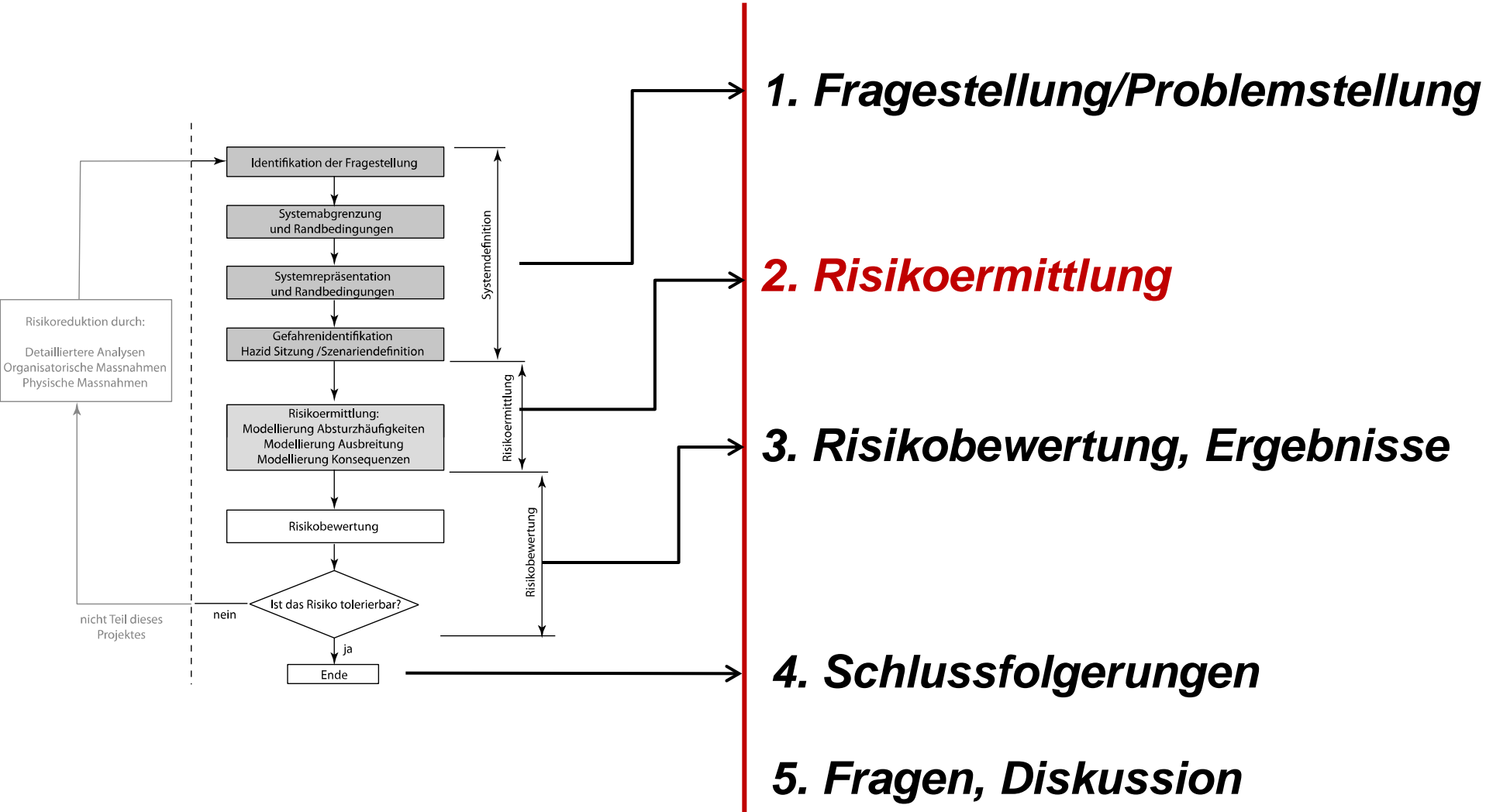
8 verschiedene Richtungen mit unterschiedlichen Konsequenzen wurden berücksichtigt.

Landesgrenzen übergreifend.





Überblick





Risikoermittlung

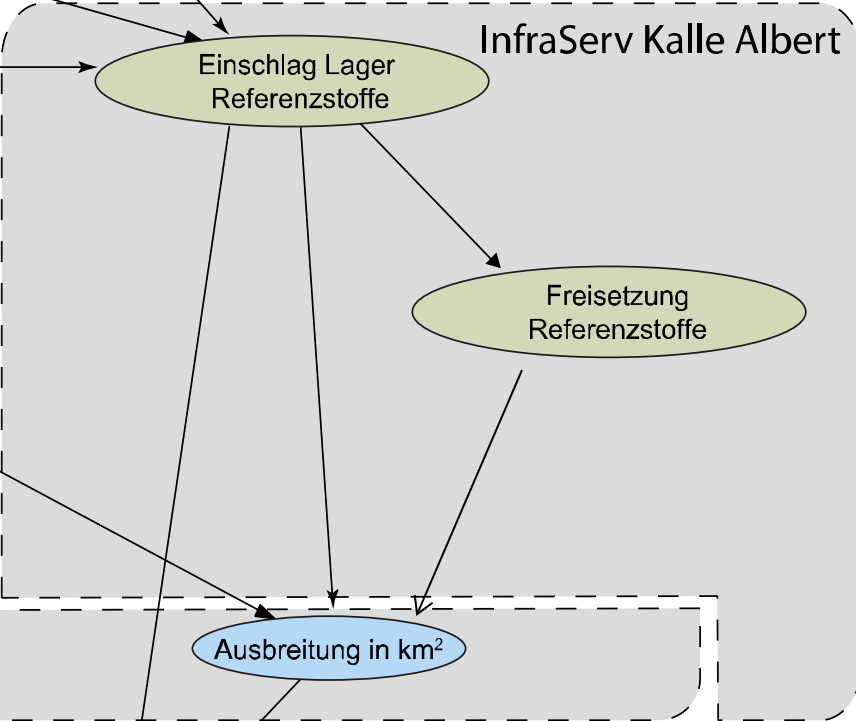
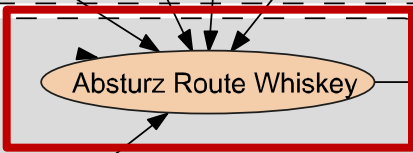
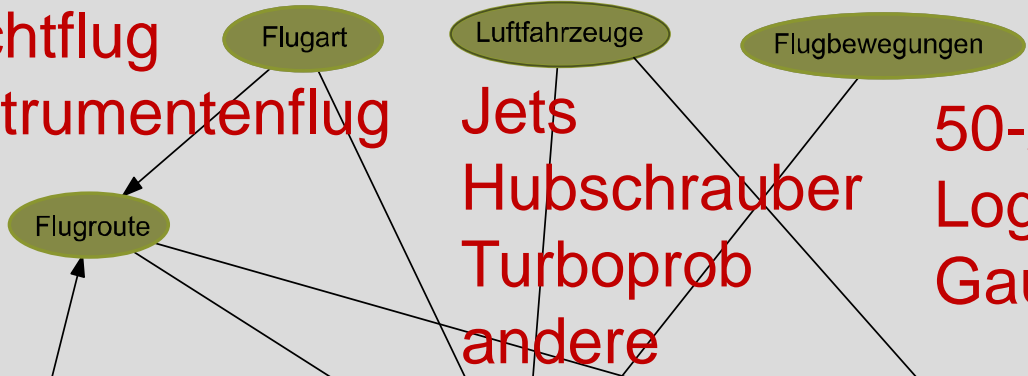
Risikoermittlung erfolgt mit Bayes'schen Netzen

- Weiterentwicklung von Ereignisbäumen/Fehlerbäumen.
- Können Abhängigkeiten berücksichtigen.
- Erlauben Modellierung von komplexen Zusammenhängen.
- Lassen sich graphisch gut darstellen.

20% Sichtflug
80% Instrumentenflug

Wiesbaden US Army Airfield
Flugverkehr

50-25'000 pro Jahr
Log-
Gaussverteilung



Absturz

InfraServ Kalle Albert

Umweltbedingungen
Windrichtung
Windstärke

Bevölkerung

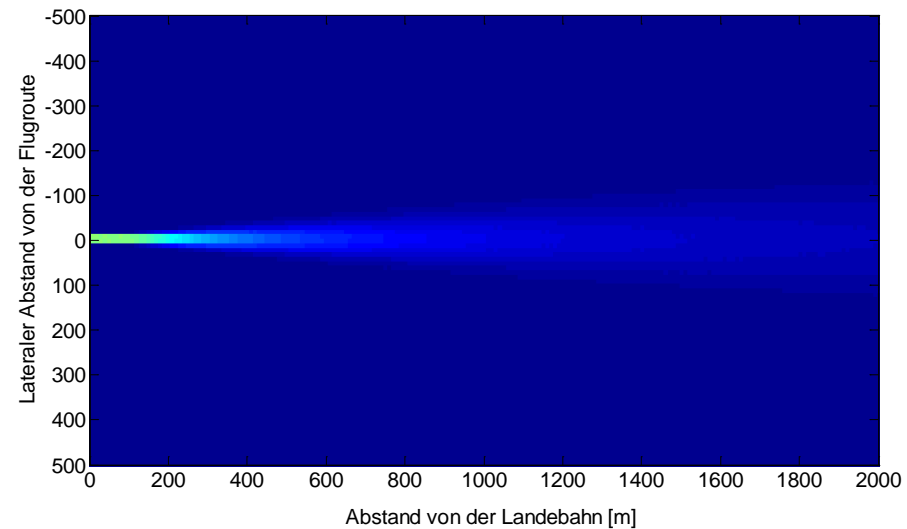
Konsequenzen

Todesfälle



Berechnung der Einschlagwahrscheinlichkeit

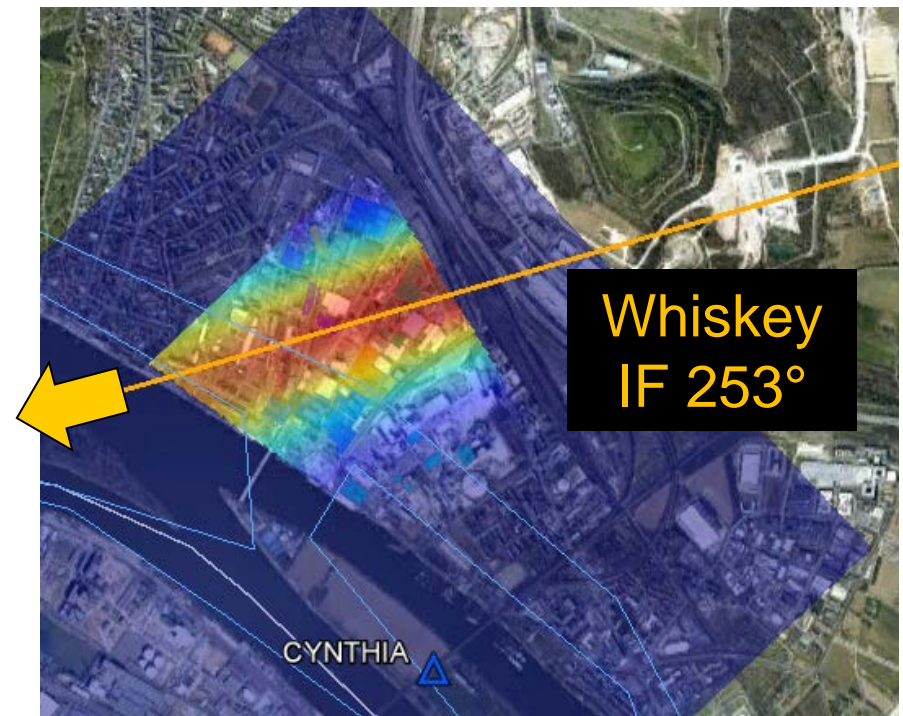
- Einschlagsereignis simuliert als Funktion der Flughöhe.
- Bereich des möglichen Einschlagortes wird bei steigender Flughöhe grösser.
- Absturzraten basieren auf Raten aus der zivilen Luftfahrt (Boeing 2011).





Berechnung der Einschlagwahrscheinlichkeit

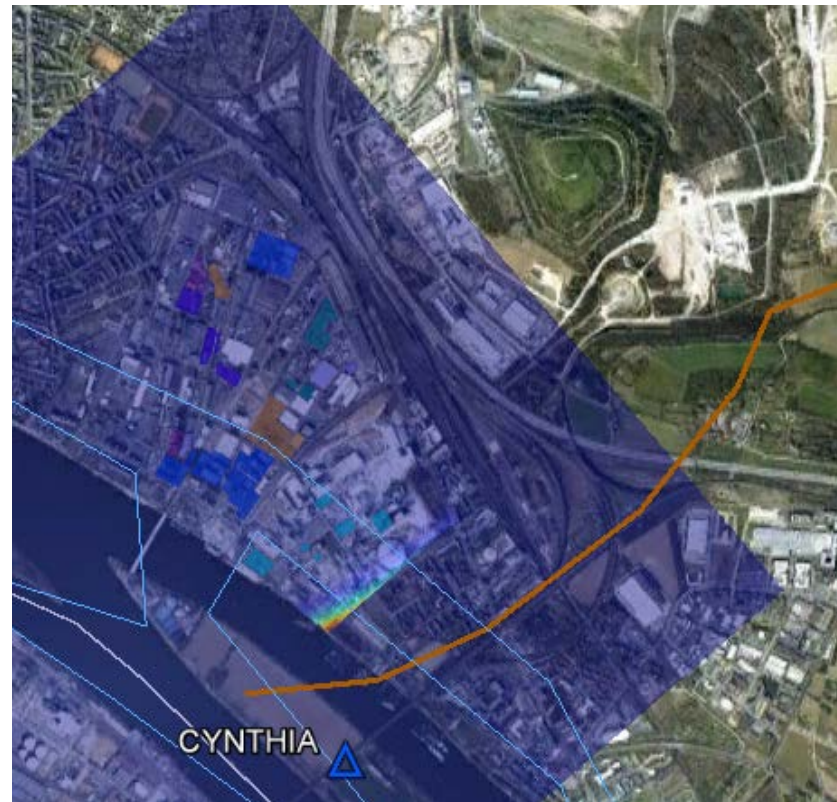
Die spezifische Einschlagwahrscheinlichkeit auf dem Gelände der InfraServ wird ermittelt.

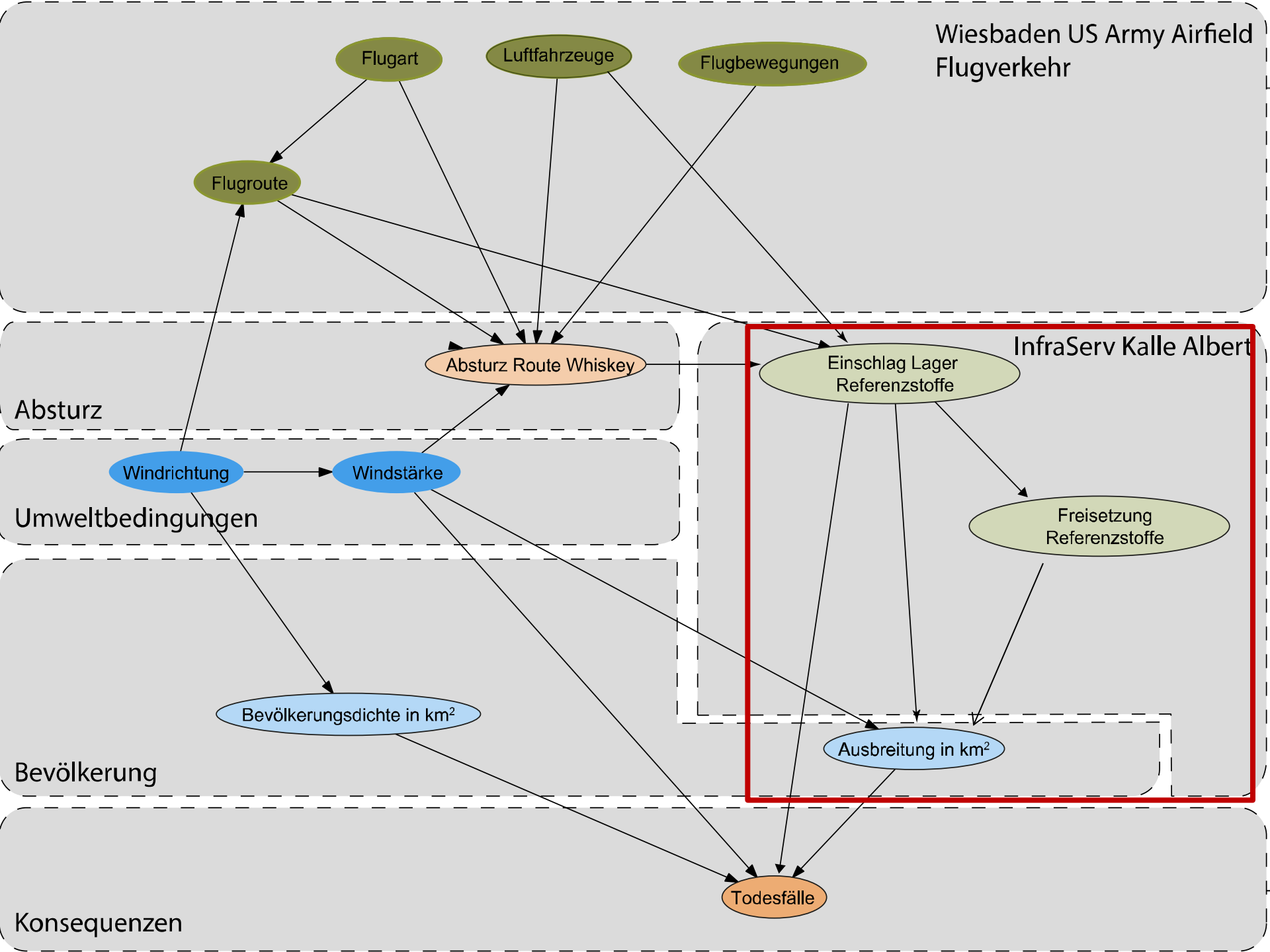




Berechnung der Einschlagwahrscheinlichkeit

Es hat sich gezeigt, dass die Sichtflugrouten nicht zum Risiko beitragen.







Berechnung Freisetzung

Trefferwahrscheinlichkeit über die Umhüllende der Lagerorte berechnet.

Bei Treffer der definierten Lagerorte wird Gefahrstoff freigesetzt.

Berücksichtigung der Charakteristiken der Stoffe (Laache, Luftfreisetzung).



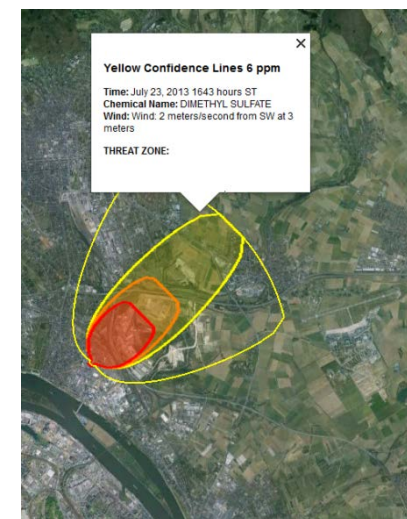
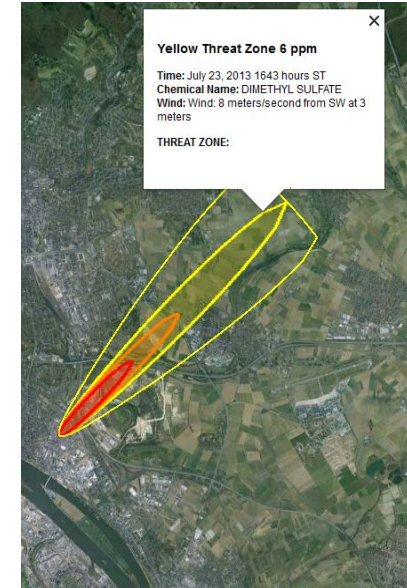
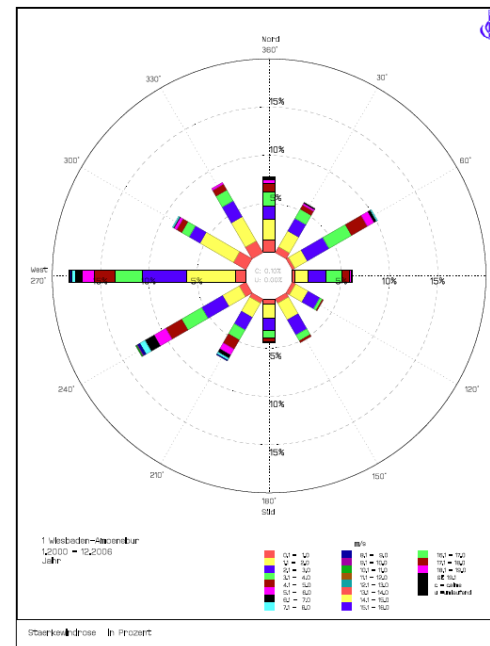


Berechnung Ausbreitung

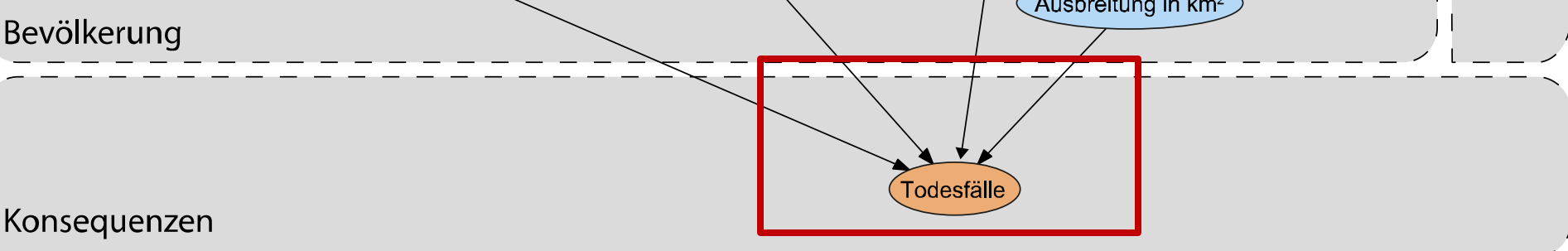
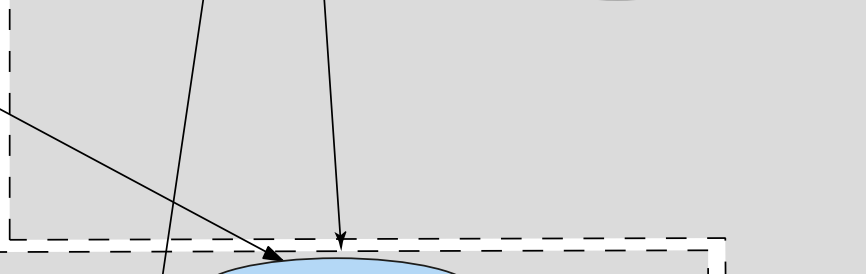
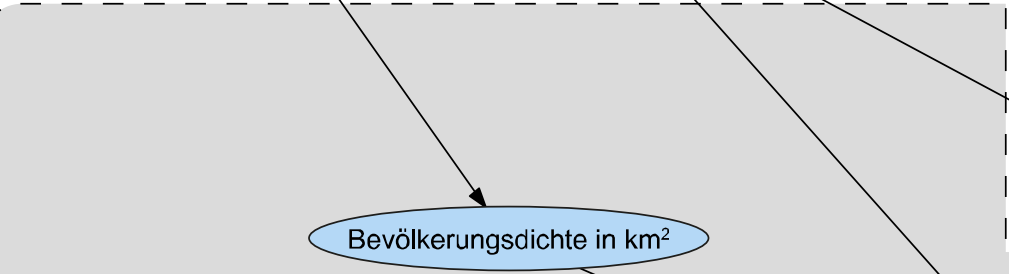
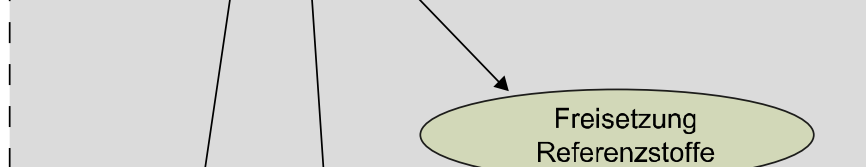
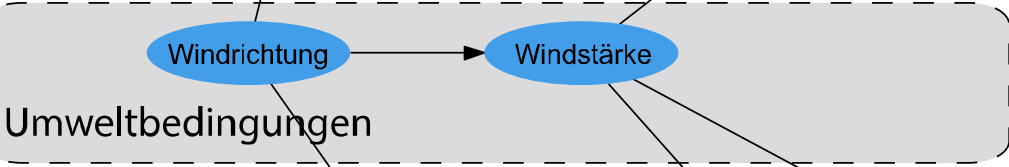
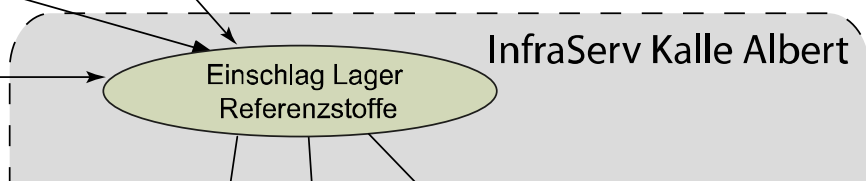
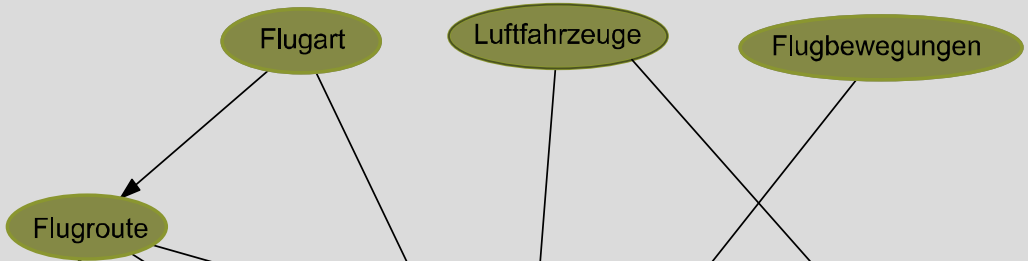
Ausbreitung mittels numerischer Modelle für die verschiedenen Stoffe.

Ergebnis sind räumliche und zeitliche Verteilungen von Konzentrationen.

Windrichtung und Häufigkeiten wurden berücksichtigt.



Wiesbaden US Army Airfield
Flugverkehr

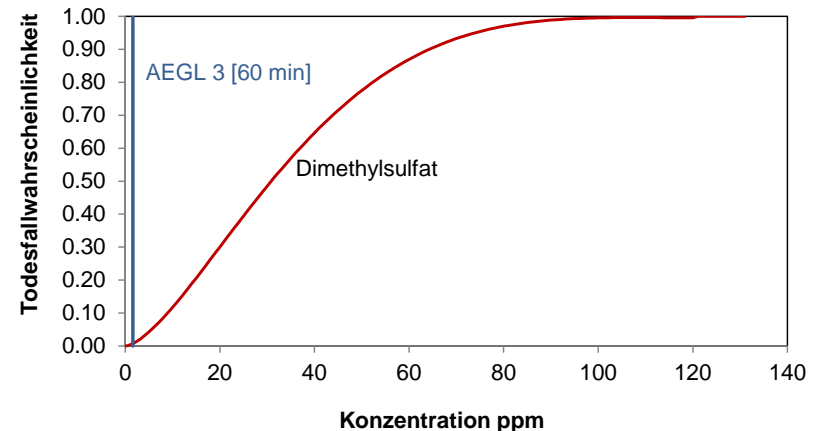
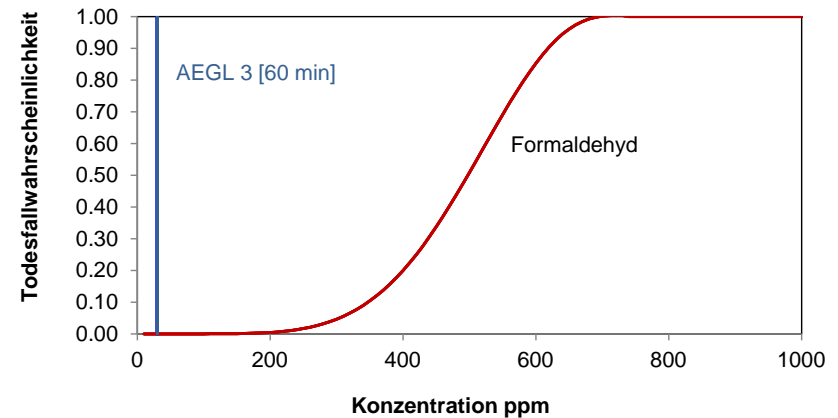




Konsequenzen – Todesfallwahrscheinlichkeit

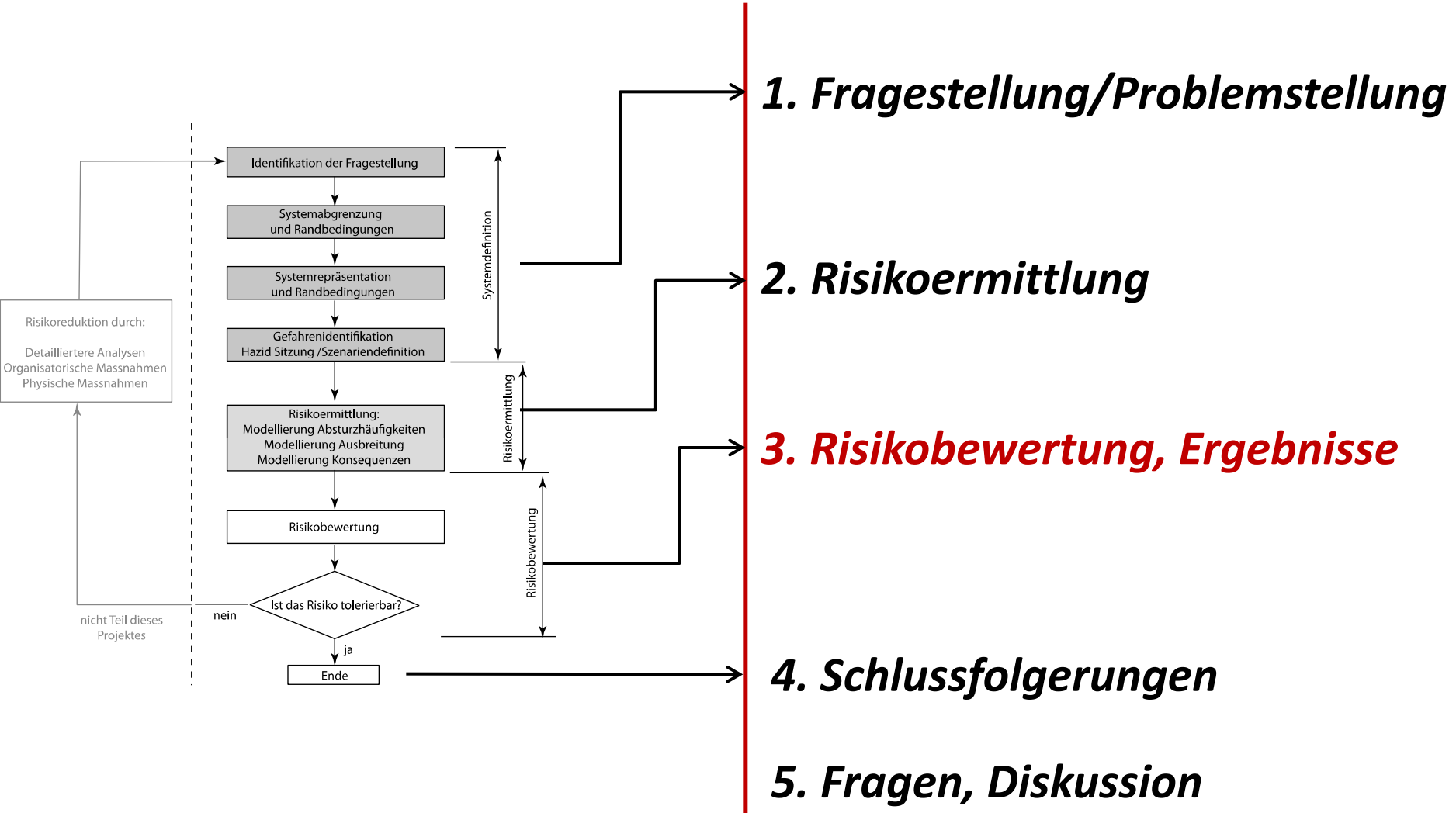
Todesfallwahrscheinlichkeiten wurden als Funktion der Konzentration in der Luft modelliert.

Basierend auf publizierten Ergebnissen von Tierversuchen.



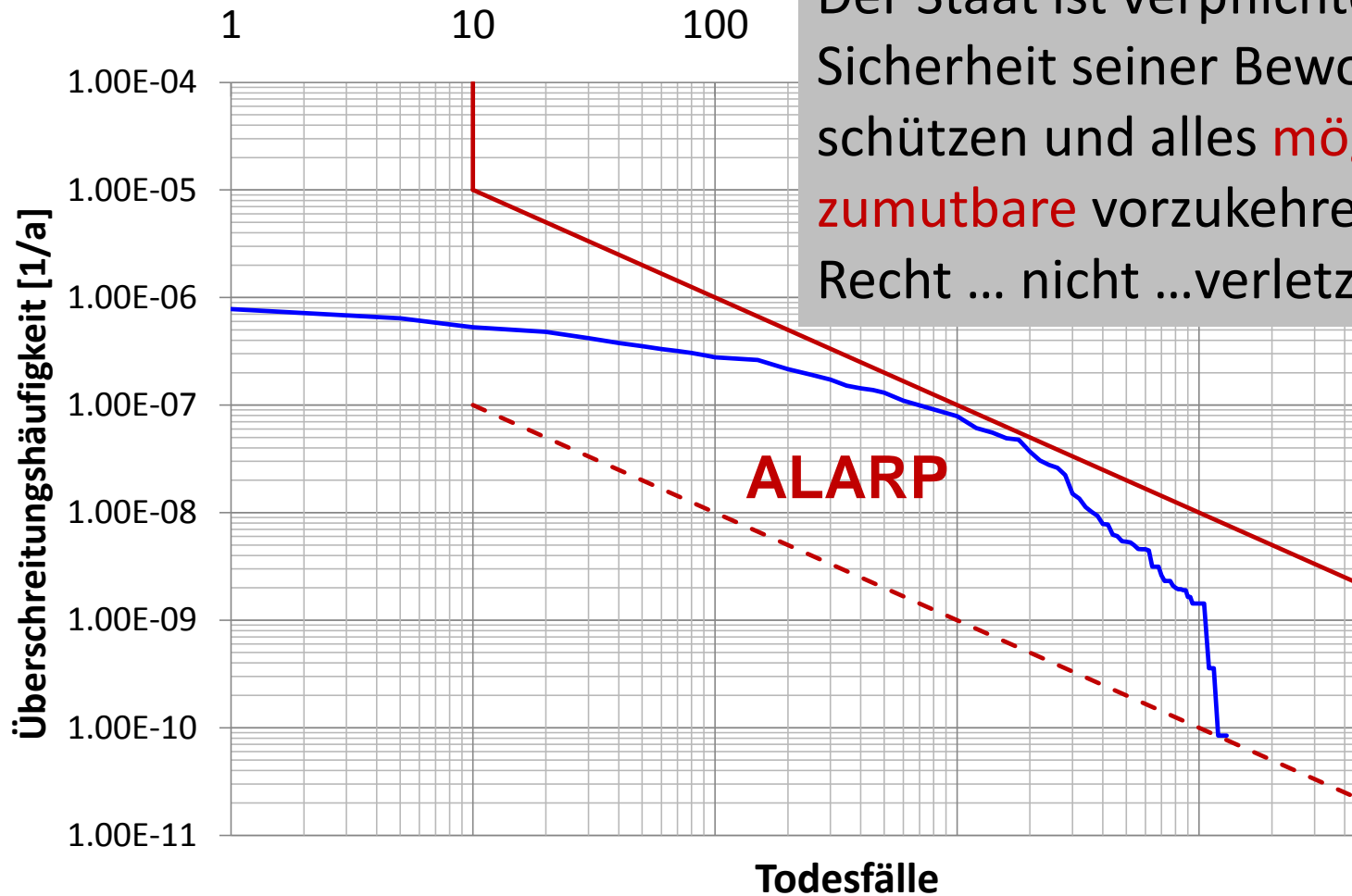


Überblick





Risikobewertung – Ergebnisse/Ist-Zustand



Der Staat ist verpflichtet, die ... Sicherheit seiner Bewohnerinnen zu schützen und alles **mögliche und zumutbare** vorzukehren, damit dieses Recht ... nicht ... verletzt werden kann.

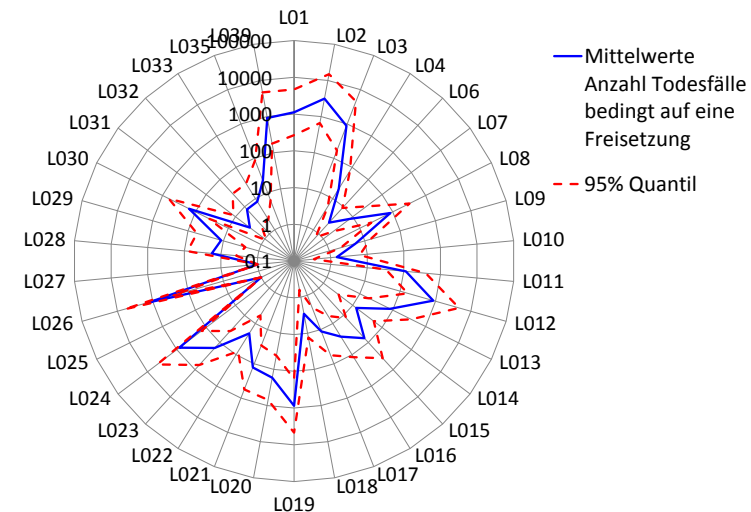
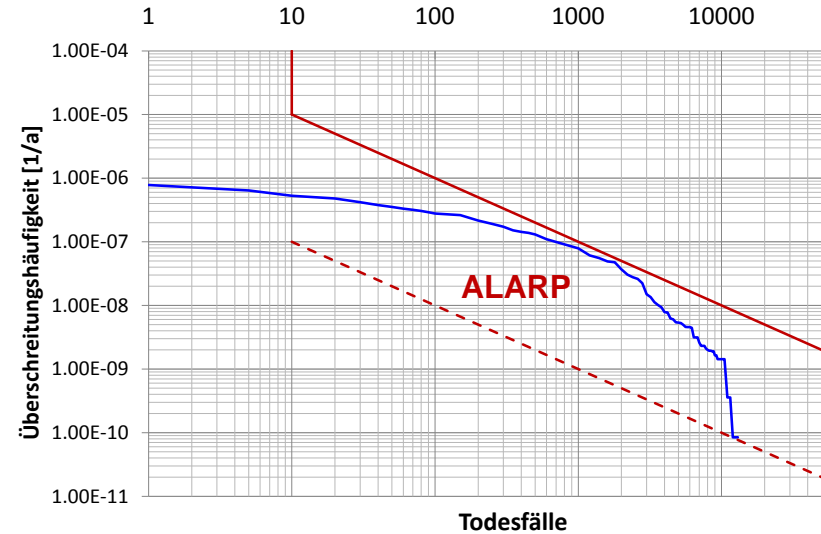


Ergebnisse Ist-Zustand (bei 9'500 Flugbewegungen/a)

Statistisch ist mit einem Absturz auf diesen Routen alle 12'631 Jahre zu rechnen.

Statistisch ist mit einer Freisetzung gefährlicher Stoffe alle 1'300'000 Jahren zu rechnen.

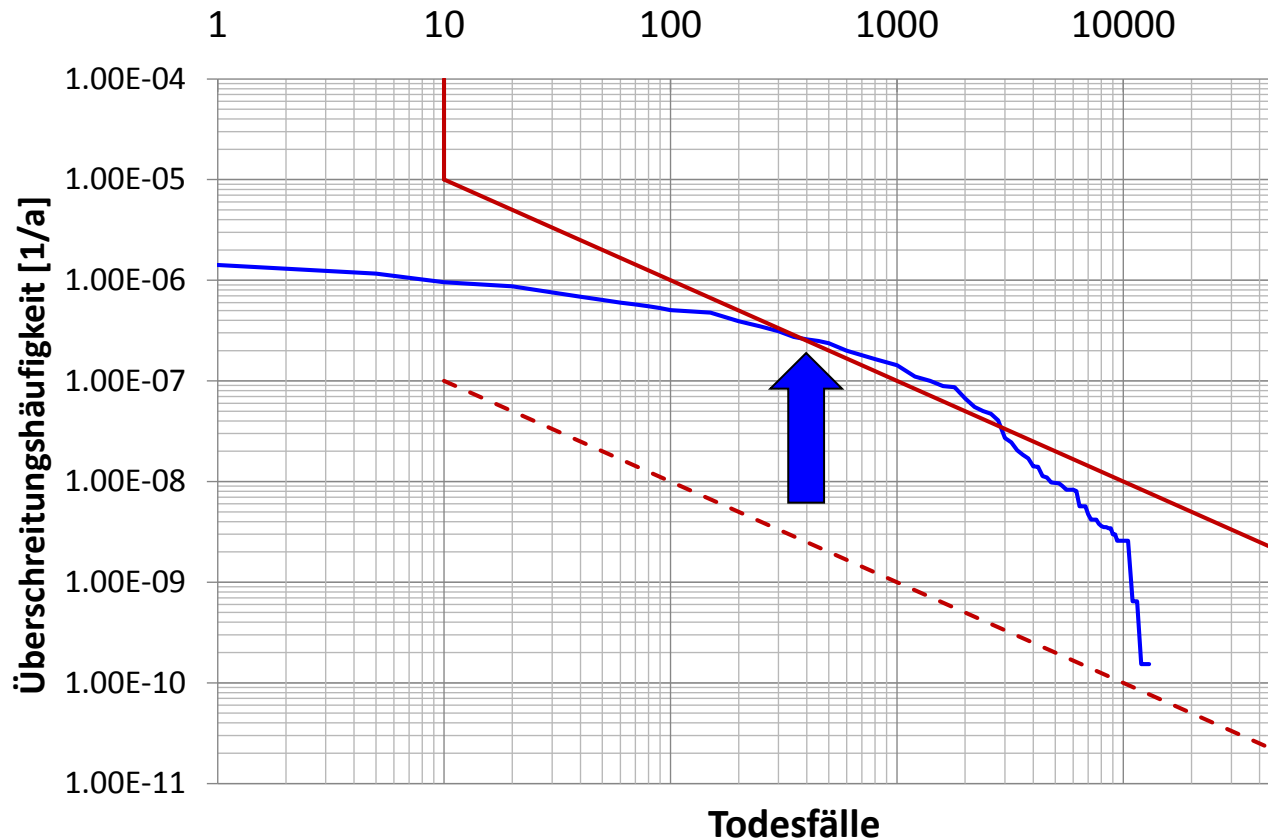
Jährliches Todesfallrisiko ist $2.59 \cdot 10^{-4}$.





Risikobewertung – Ergebnisse/Zukunft

17'000 Flugbewegungen/Jahr



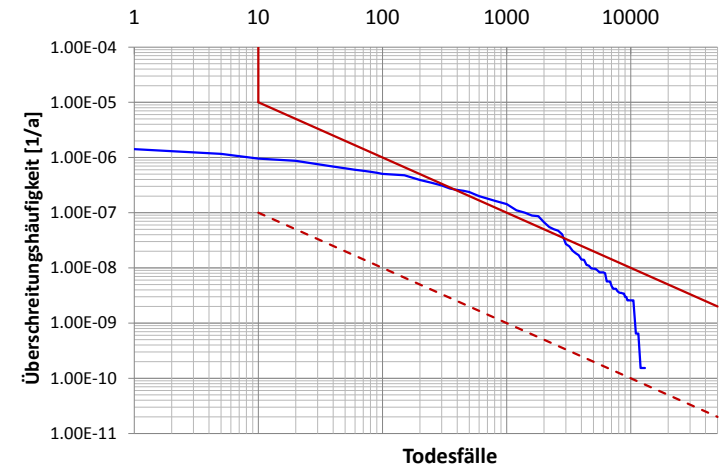


Ergebnisse Zukunft (bei 17'000 Flugb./a)

Statistisch ist mit einem Absturz auf diesen Routen alle 6'975 Jahre zu rechnen.

Statistisch ist mit einer Freisetzung gefährlicher Stoffe alle 700'000 Jahren zu rechnen.

Jährliches Todesfallrisiko ist $4.70 \cdot 10^{-4}$.





Schlussfolgerungen I / II

Risiko im **Ist-Zustand**, d.h. bei der derzeitigen Anzahl von Überflügen, ist **vollständig im ALARP** Bereich und liegt nahe an der oberen Akzeptanzlinie.

Daher sind **Untersuchungen** möglicher **Massnahmen** zur Risikoreduktion **erforderlich**.

Werden die **Flugbewegungen** auf 17'000 pro Jahr **gesteigert**, so ist eine **Akzeptierbarkeit** gemäss des Kriteriums der Überschreitungswahrscheinlichkeit **nicht mehr gegeben**.



Schlussfolgerungen II / II

Es hat sich gezeigt, dass **Sichtflugrouten** über den IAP Cynthia **nicht zum Risiko beitragen**.

Reduzierung der Anzahl der Instrumentenflüge **auf** den **Flugrouten IF 078° und IF 253°** ist eine **Risikovermeidungsstrategie**.

**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!**

Fragen?
Anmerkungen?
Diskussionsbedarf?

Risikoanalyse Industriepark InfraServ und Dyckerhoff

Matthias Schubert, Dr. sc. ETH, Dipl.-Ing RWTH
Wiesbaden, 03.12.2013