



Process Safety

Choose certainty.
Add value.

Störfallbetrachtung am Beispiel Tianjin 12. August 2015

Matthias Rizzi
Expert Process Safety



1. Einleitung
2. Ereignisablauf & Analyse der Explosionskatastrophe
3. Vorgehen bei einer Störfallbetrachtung
4. Auswirkungen
5. Lessons learnt?



Einleitung



Process Safety

Sonderwirtschaftszone Binhai Areal in Tianjin



Der 12. August 2015 – eine der grössten Chemieunfälle Chinas



22:52

- Erster Notruf: brennendes Auto
- Weitere Notrufe folgen

22:56

- Hafen-Feuerwehr trifft am Unfallort ein
- Feuerwehr hat Schwierigkeiten zum Brandherd vorzudringen, mehrere Container versperren die Zufahrt

23:04

- Weitere Feuerwehrezüge treffen ein
- Löscharbeiten werden aufgenommen

23:13

- Brand breitet sich unkontrolliert aus
- Evakuierung des Unfallortes wird veranlasst

23:34:06

- 1. Explosion: 15 Tonnen TNT äquivalent Sprengkraft
- Messstationen registrieren eine Erschütterung von 2.3 auf der Richter-Skala

Ereignisablauf



Process Safety

Der 12. August 2015 – eine der grössten Chemieunfälle Chinas



23:34:37

- 2. Explosion folgt: 430 Tonnen TNT äquivalent
- Messstationen registrieren eine Erschütterung von 2.9 auf der Richter-Skala

13. August
03:00

- Umweltmessungen werden aufgenommen:
- Hohe Konzentrationen von Trichlormethan, Methylbenzen, Epoxyethan werden festgestellt

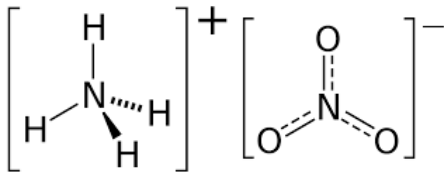
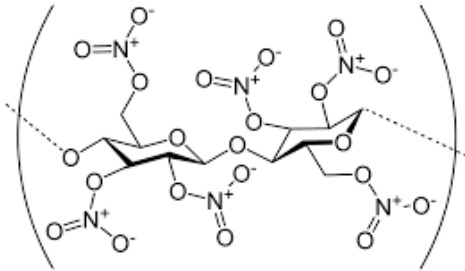
05:00

- Minister für öffentliche Sicherheit übernimmt die Notfallkoordination
- Katastrophenalarm wird ausgelöst

14. August
16:40

- Noch kleinere Explosionen
- Brand unter Kontrolle

Ein einfacher Fehler mit folgenschweren Auswirkungen



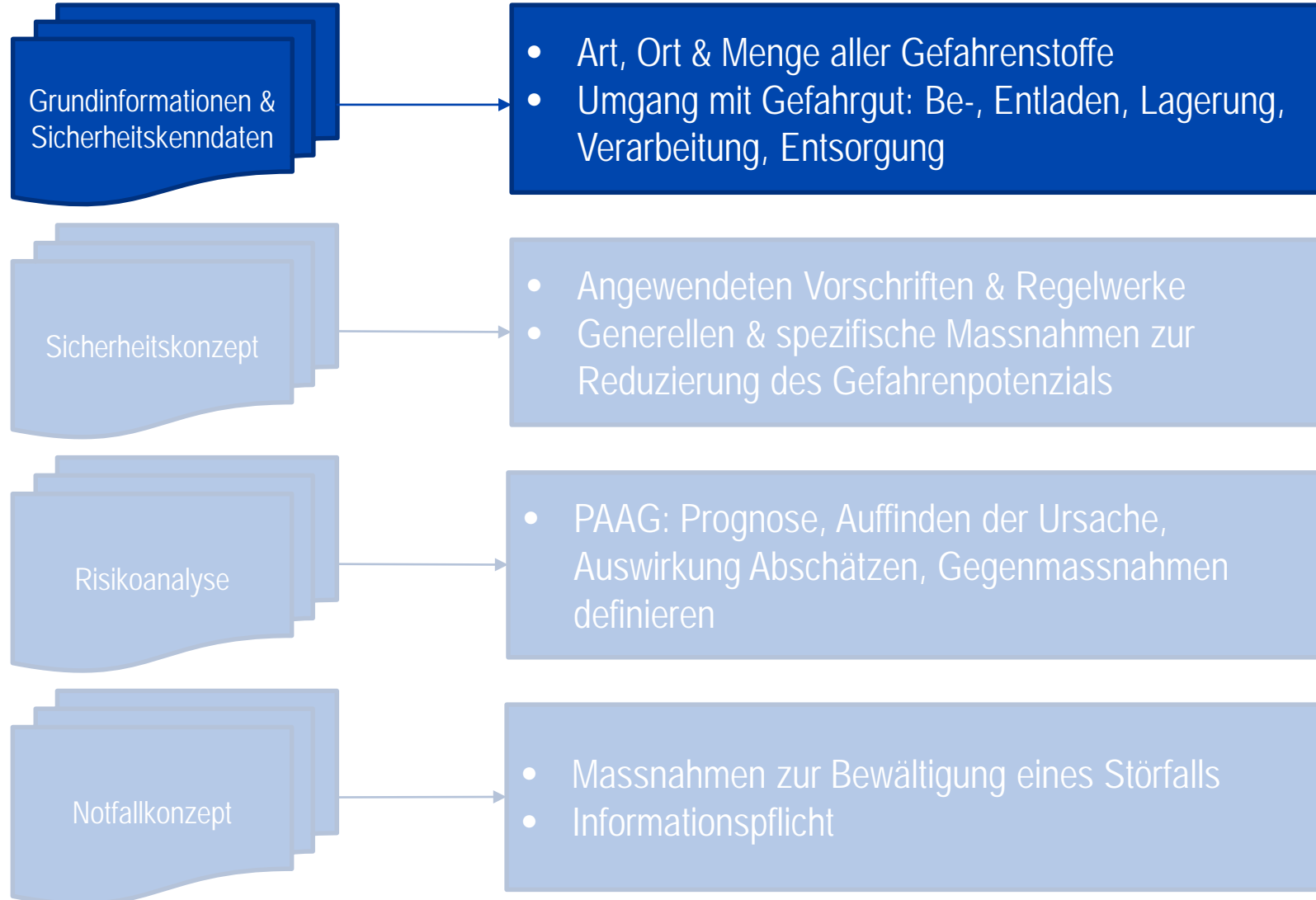
- Gebinde mit Nitrocellulose wurden beim Umladen beschädigt
- Netzmittel (EtOH) verdampft und die Nitrocellulose zersetzt sich exotherm bei 35°C Umgebungstemperatur
- Selbstentzündung ab 150°C → Brand
- Thermische Strahlung erhitzt umliegende Container
- Schliesslich kommt es zur Explosion eines nahe gelegenen Containers mit Ammoniumnitrat
- 30sec später explodieren weitere Container mit >800t Ammoniumnitrat
- Unkontrollierte Freisetzung aller möglichen Gefahrenstoffe

Vorgehen bei einer Störfallbetrachtung



Process Safety

4 wesentliche Schritte



Schritt 1: Grundinformationen & Sicherheitskenndaten

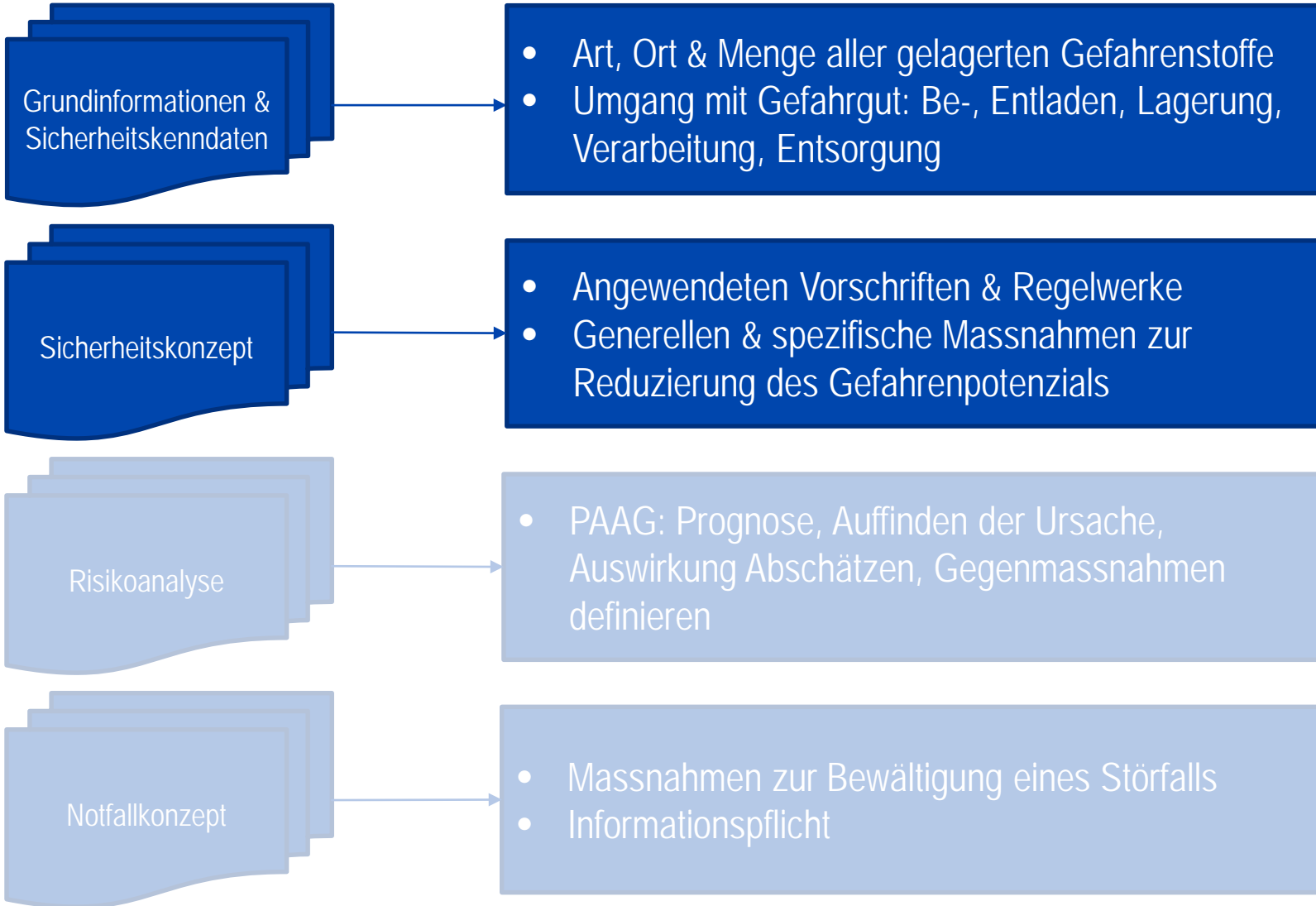
- 72 verschiedenen Gefahrenstoffe wurden auf dem Areal der Ruhai Gesellschaft umgeschlagen & gelagert
 - Klasse 2 – Gase und gasförmige Stoffe
 - Klasse 3 – Entzündbare flüssige Stoffe
 - Klasse 4 – Entzündbare feste Stoffe
 - Klasse 5 – Entzündend (oxidierend) wirkende Stoffe
 - Klasse 6 – Giftige Stoffe
 - Klasse 8 – Ätzende Stoffe
- darunter
 - >40t Nitrocellulose
 - >800t Ammoniumnitrat
 - >1000t Kaliumnitrat
 - >700t Natriumcyanid
 - >200t Magnesium
 - >400t hochentzündliche Flüssigkeiten
 - Unbekannte Mengen Calciumcarbid

Vorgehen bei einer Störfallbetrachtung



Process Safety

4 wesentliche Schritte

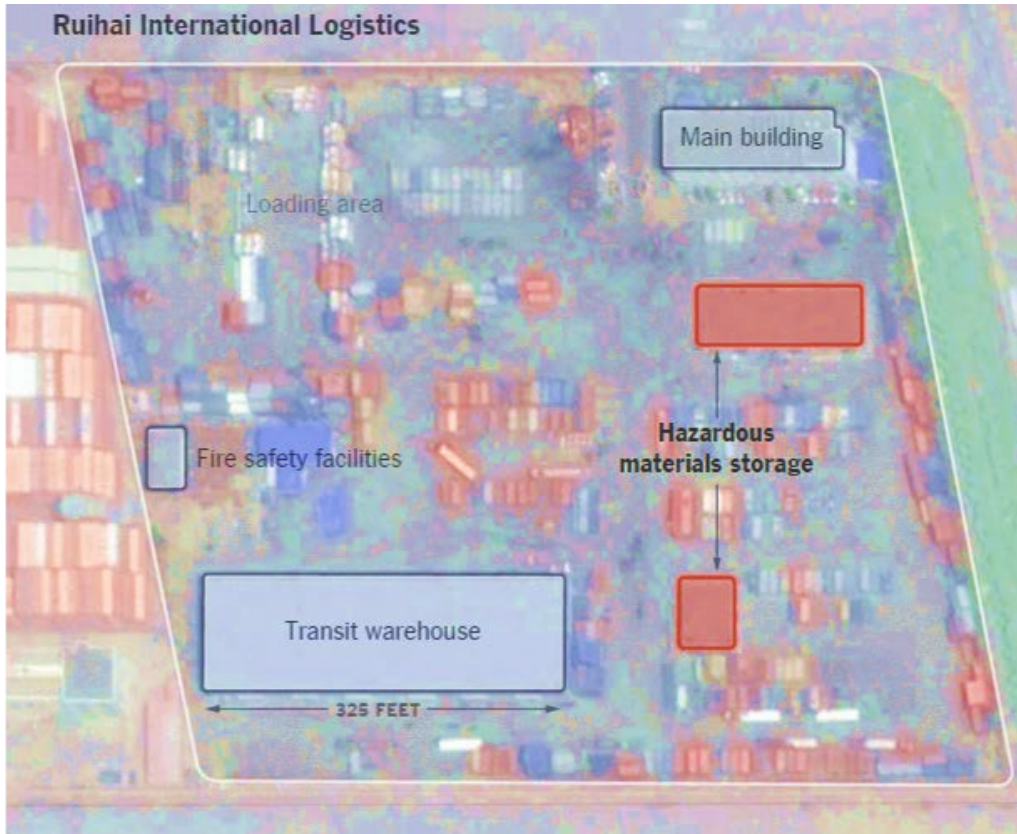


Vorgehen bei einer Störfallbetrachtung



Process Safety

Schritt 2: Das Sicherheitskonzept überprüfen



Sicherheitsmanagementsystem

Lagerkonzept

Organisatorische Massnahmen

- Ausbildung der Mitarbeiter
- Arbeitsabläufe
- Persönliche Schutzausrüstung
- Betriebsmittel

Technische

- Belüftung
- Alarmierungseinrichtungen
- Löscheinrichtungen

Bauliche Massnahmen

- Schutzwall
- Rückhaltevorrichtungen

Internationale Regelwerke: REACH, RoHS, Seveso III

Nationale Regelwerke: Störfallverordnung, Gefahrstoffverordnung

Technische Richtlinien: TRBS 1201-5, TRBS 2152-3&4, TRGS 400-499, TRGS 500-599, TRGS 700-899

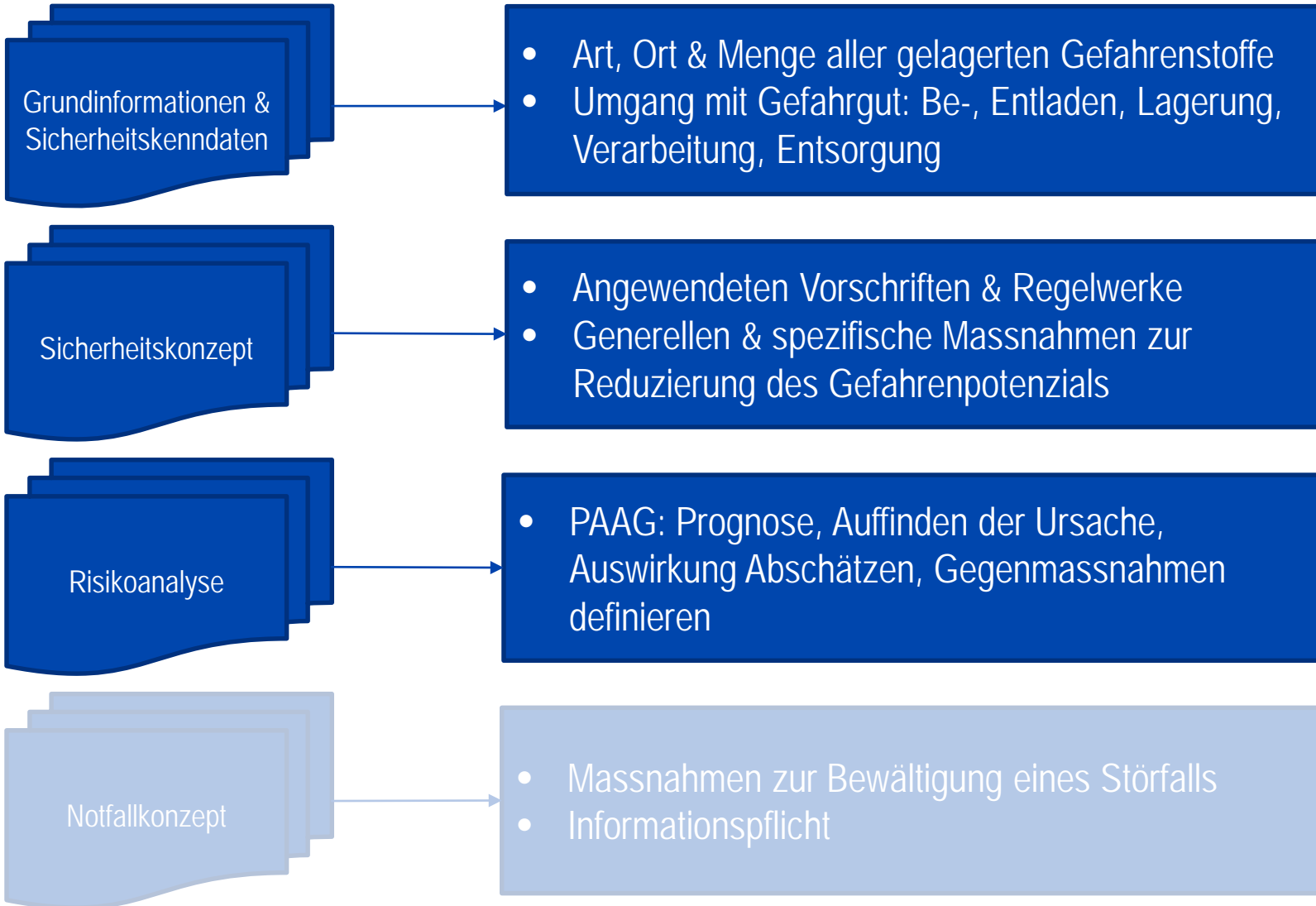
Interne Richtlinien

Vorgehen bei einer Störfallbetrachtung



Process Safety

4 wesentliche Schritte

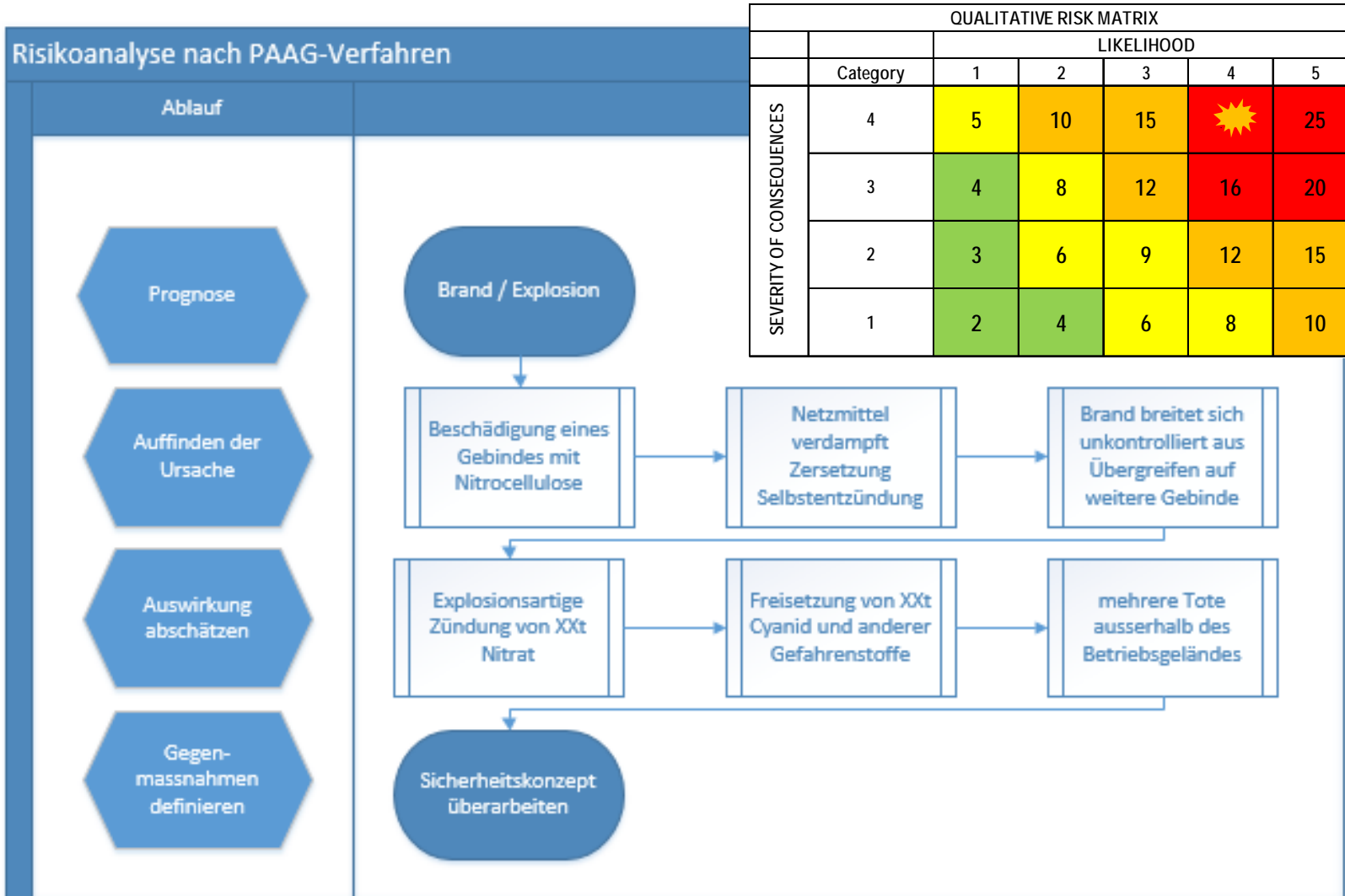


Vorgehen bei einer Störfallbetrachtung



Process Safety

Schritt 3: Die Risikoanalyse



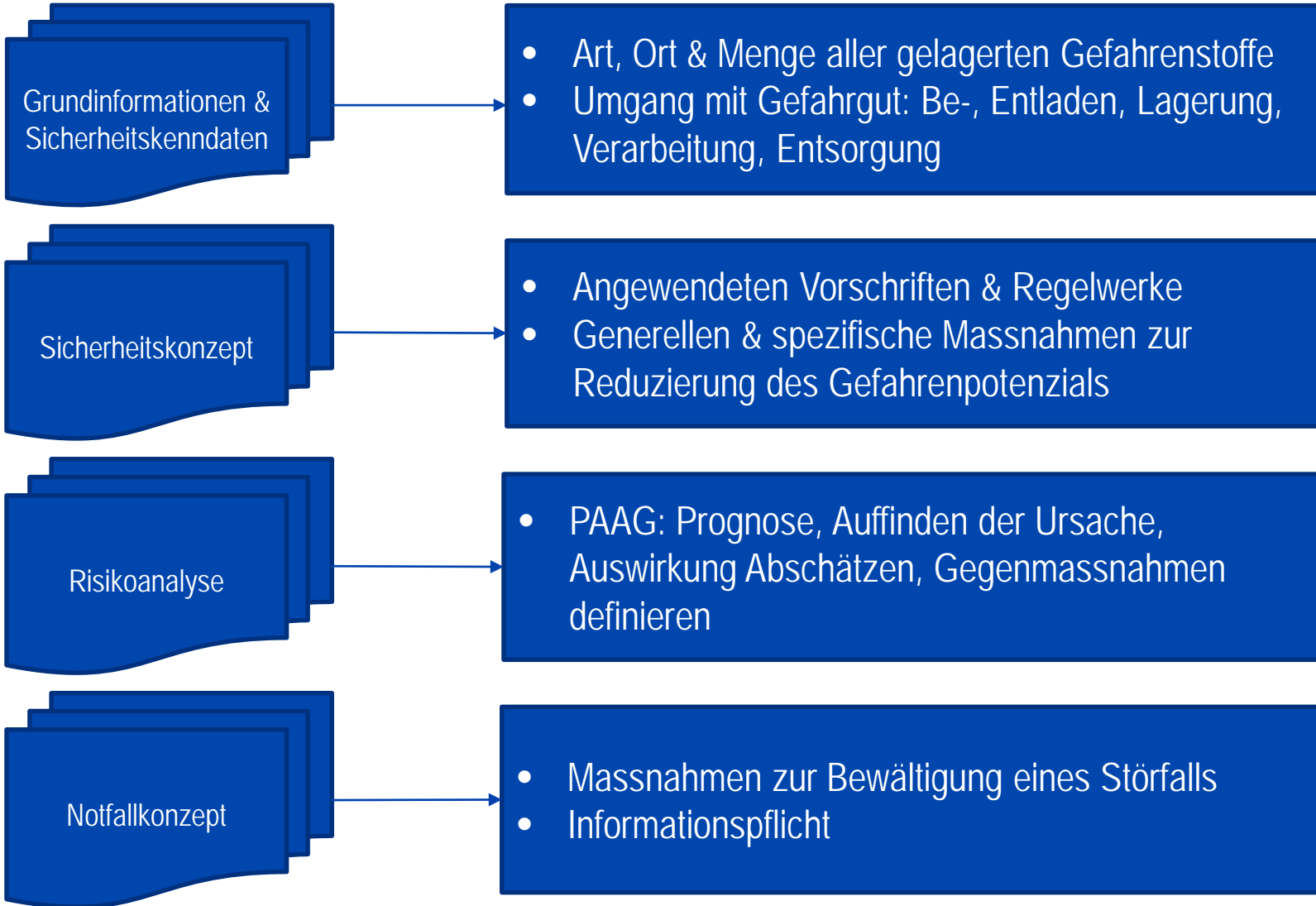
QUALITATIVE RISK MATRIX						
		LIKELIHOOD				
		1	2	3	4	5
SEVERITY OF CONSEQUENCES	Category					
	4	5	10	15		25
	3	4	8	12	16	20
	2	3	6	9	12	15
1	2	4	6	8	10	

Vorgehen bei einer Störfallbetrachtung



Process Safety

4 wesentliche Schritte



Vorgehen bei einer Störfallbetrachtung



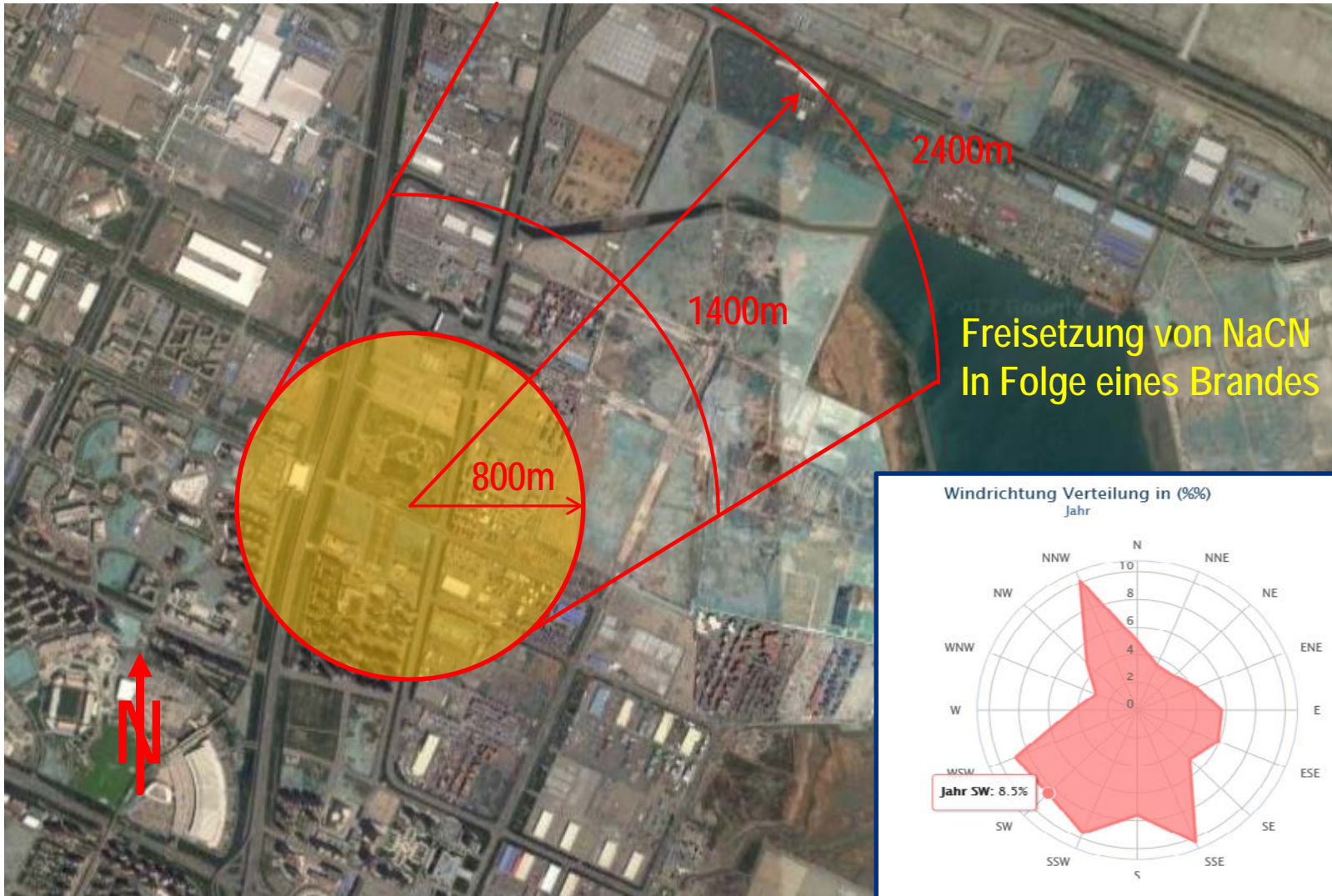
Process Safety

Schritt 4: Das Notfallkonzept



Vorgehen bei einer Störfallbetrachtung

Schritt 4: Das Notfallkonzept



Einer der grössten Chemieunfälle Chinas

Personenschaden

- 173 Tote (8 Personen vermisst, darunter 110 «Einsatzkräfte»)
- 797 Verletzte (Hospitalisierung)
- > 3'000 Erstversorgungen

Umweltschaden

- 320 Tonnen Natriumcyanid und grosse Mengen anderer Chemikalien wurden freigesetzt

Sachschaden

- 304 z.T. Gebäude schwer beschädigt
- 12'500 Fahrzeuge zerstört
- 7'500 TEU Container z.T. schwer beschädigt
- Unmittelbarer Schaden wird auf 1.47 – 3.25 Mrd.\$ geschätzt

Strafrechtliche Konsequenzen

- 49 Verurteilungen gegen Betreiber und Behördenvertreter
- Mehrere lebenslange Haftstrafen, 1 Todesurteil

Die Versäumnisse der Ruhai Gesellschaft

Schwere Verletzungen der New Binhai Area Planning Verordnungen	Gefahrgutlager hätte niemals an diesem Ort errichtet werden dürfen (dicht besiedeltes Gebiet mit Schulen in 800m Entfernung)
illegale Geschäfte ohne entsprechende Unterlagen	gültige Hafen-Lizenz oder Gefahrgut-Zertifikat nur für bestimmte Zeiträume vorhanden
Unsachgemäße Mittel, um die Genehmigung des Managements zu erhalten	Ruihai bestach Mitglieder des Tianjin Transport Kommission
Illegale Lagerung von Ammoniumnitrat	Keine Überwachung, kein Löschsystem
Unsachgemässe Lagerung von Gefahrgut	Güter verschiedener Gefahrgutklassen wurden zusammen gelagert, hohe Stapelung (z.T. 4 Container aufeinander) , nicht Einhaltung von Sicherheitsabständen
Überschreiten der zulässigen Höchstmengen	Zulassung galt für 25t Kaliumnitrat und 16t Natriumcyanid
Unzulässiger Umgang mit Gefahrgut	Grobe Handhabung gefährlicher Waren durch Arbeiter; keine Überwachung; allgemeiner Mangel an Sicherheitsmanagement.
Falsche oder unvollständige Angaben gegenüber Aufsichtsorganen	Art, Ort und Menge der gelagerten Gefahrenstoffe waren unbekannt
genereller Mangel an Betriebssicherheit und Ausbildung des Personals	Sicherheitsvorschrift beschränkte sich auf ein Rauchverbot auf dem Areal
Versäumnis Notfallpläne zu entwickeln und Übungen zu organisieren	Kein Notfallplan, keine Notfallübungen, Umfeld nicht in Kenntnis über Umgang mit Gefahrenstoffen gesetzt



Fragen



Process Safety

Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

2015 TIANJIN EXPLOSIONS

XU Sen¹, LIU Dabin¹ Klaus-Dieter Wehrstedt² and Holger Krebs²

¹Nanjing University of Science and Technology, Xiao Ling Wei 200, Nanjing, Jiangsu, China

²Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Department 2 „Chemical Safety Engineering“, Unter den Eichen 87, 12205 Berlin, Germany

Facts Related to August 12, 2015 Explosion; Accident in Tianjin, China

Ping Huang and Jingyuan Zhang; State Key Laboratory of Explosion Science and Technology, Beijing Institute of Technology, Haidian District, Beijing 100081, China

A New Insight into the Accident Investigation: A Case Study of Tianjin Port Fire and Explosion in China

Zhou Aitao , and Fan Lingpeng; School of Resource & Safety Engineering, China University of Mining & Technology, Beijing 100083, China

FXB/DPRI Case Study Series, Case 4, February 2017: Preventing the Preventable: The 2015 Tianjin Explosions

Susan Lloyd Mcgarry , Satchit Balsari , Sadiya Muqueeth, Jennifer Leaning

<https://www.youtube.com/watch?v=oGcP84ouyAo>

<https://www.youtube.com/watch?v=C%GsQXPOcPA>

<https://www.google.ch/maps>

ERG - Emergency Responde Guide

WISER Software

GESTIS Gefahrenstoffmanager