

Für einen ganzen Standort: Kurz-HAZOP mit Kurz-LOPA

Dr.-Ing. Robert Kirchner
RCC Dresden, 27. November 2019

Mit konsequenter LOPA-Logik in weniger Zeit zu mehr Sicherheit

Dr.-Ing. Robert Kirchner
Köthen, 8. November 2019, 8:30 Uhr



Stressfaktoren in der Prozess-Sicherheit

Dr.-Ing. Robert Kirchner
Köthen, 7. November 2019, 14.30 Uhr



Erste Ergebnisse vom LOPA-Ausschuss von ProcessNet

Dr.-Ing. Robert Kirchner
November 2021 in Planung



Dr.-Ing. Robert Kirchner

- Moderation für **Risikoanalysen**
(PAAG/HAZOP, LOPA, kundenspez.)
- Betriebsoptimierte Prozess-Gefahren-Analysen
- Beratung und Methodenentwicklung zur Prozess-Sicherheits-Analyse
- Process Safety Quick Check PSQC

Referent für

LOPA, PAAG, PAAG-LOPA
bei Universität Wuppertal
und BGRCl



**VERFAHRENS- &
UMWELTECHNIK
KIRCHNER**



Ein ganzer Standort im Überblick: Kurz-HAZOP mit Kurz-LOPA

- I. Ganzer Standort
- II. Kurz-HAZOP
- III. Kurz-LOPA
- IV. Ergebnis
- V. Fazit und Ausblick



I. The process safety checked site

Founded: 1910

Employees: 1100

Products: 600, mostly inorganic

Part of a global chemical company with strict guidelines for safety management and risk analyses



Aufgabenstellung für Risiko-Analyse:

- Sicherheits-Status für “Neueinkauf” mit HAZOP/LOPA feststellen
- Zeitvorgabe: maximal 5 Jahre für vollständige Sicherheitsanalysen



Rahmenbedingungen:

- 180 Einzelanlagen
- 3 “Schlüssel-Ingenieure”
- Zeitbudget:
0,5 Tag pro Woche
= 383 Mann-Tage =
ca. 2 Tage pro Einzelanlage



Beschluss:

- Zeitsplittung 1 + 4 Jahre
1 Jahr Quick Check
4 Jahre HAZOP/LOPAs für als kritisch identifizierte Anlagen
- 180 Einzelanlagen
→ 92 Quick Check Einheiten



Process Safety Quick Check

PSQC: 14 of 92 check units

Check Unit	Plant Description	Check Unit	Plant Description
CO 3	Ash Conditioning	R 1	Drying and Milling
CO 5	Combustion	R 2	Neutralization
CO 6	Boiler Plant	R 7	B-Solztion
CR 1	Crystallisation	U 10	Compressed Air
CR 2	Potash Laye Tank	U 11	Vacuum Plant
		U 12	Cooling Water
H 5	Hydrogenchloride Gen.		
H 8	Filtration		
H 16	Hydrogen Plant		

(5 to 15 P&IDs per check unit)



II. Vorgehen bei HAZOP/ PAAG

1. Unterteilung der Anlage in Betrachtungseinheiten BE
2. Sollfunktionen für alle Betriebsweisen für jede BE erstellen
3. Mit Leitworten **Abweichungen** postulieren, mögliche **Ursachen** auffinden, **Auswirkungen** analysieren
4. Bei kritischen Szenarien notwendige **Gegenmaßnahmen** (und deren **Qualität** festlegen)



Ziel von PAAG/HAZOP

Anlagenrisiken ermitteln/identifizieren,
und zwar

systematisch und vollständig

→ “endlose” Liste von Szenarien



Rahmen bei HAZOP/ PAAG

1. Kreativer und kritischer Betrachtungsprozess
2. Ehrliche und offene Atmosphäre
3. Team von Fachleuten
4. Vollständige Planungsunterlagen oder Anlagendokumentation liegen vor
5. Statusfeststellung, kein neues Engineering



Vorgehen Kurz - HAZOP

1. Team (ohne Moderator) beschreibt Prozessschritte der Einheit und ihre Gefahren im 10 Punkte umfassenden Formblatt
2. Moderator bekommt ausgefülltes Formblatt und hinterfragt Prozess und Gefährdungen
3. Team und Moderator entwickeln Formblattinhalt zur einvernehmlichen Beschreibung von Prozess und Gefahren weiter



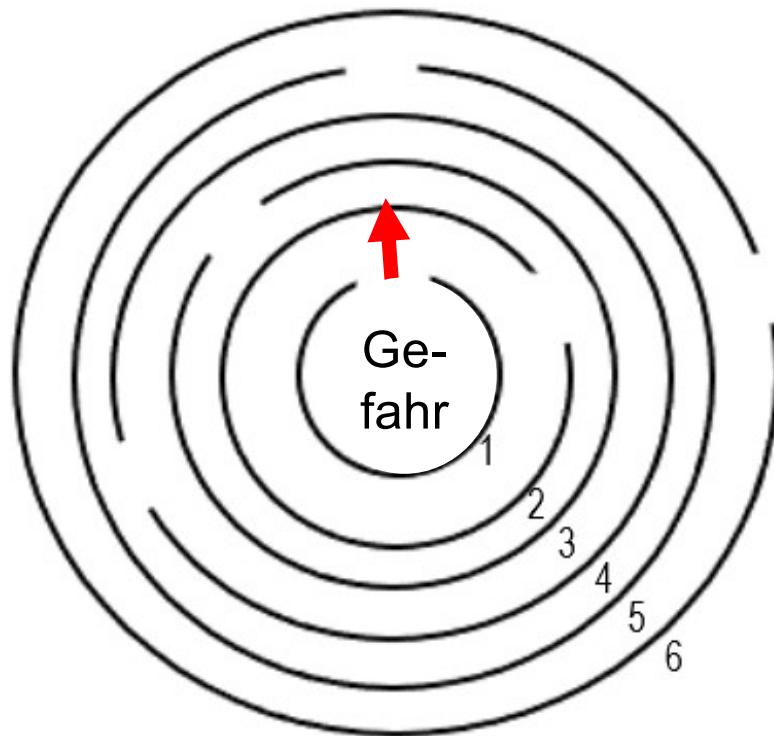
III. Vorgehen bei LOPA

1. Unterteilung der Anlage in Betrachtungseinheiten BE
2. Untersuchung von Worst Case Szenarien
3. Festlegung von Zielhäufigkeiten in Zehnerpotenzraster
4. Bewertung von Schutzebenen mit Zehnerpotenzraster

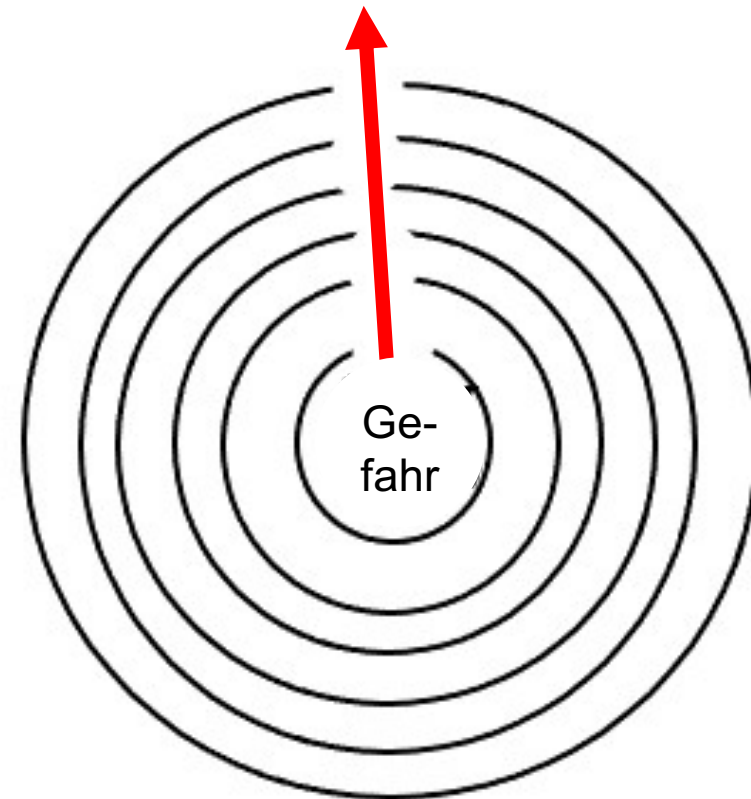
Dynamische LOPA - Zwiebel



Mensch / Umwelt / Vermögen



Mensch / Umwelt / Vermögen





Schutzebenen

1. Druckfeste Hülle
2. Tatsächliches Mitarbeiterverhalten
3. Anwesenheit im Gefahrenbereich
4. Definierter Einsatz von Gas-Sensoren mit klarer Reaktionskette
5. Reaktionskette und Reaktionszeit bei Alarmen
6. PLT-Schutzeinrichtung



Abschätzung der Ereigniswahrscheinlichkeit EW

$EW < IEF * PFD \text{ (Schutzebene 1)} * PFD \text{ (Schutzebene 2)}$

$= 1 / 10 \text{ Jahren} * 0,1 * 0,01 = 1/10.000 \text{ Jahre} = 10^{-4} / \text{Jahr}$

$$-\log EW = \sum CP = 1 + 1 + 2 = 4$$

IEF = Initiating Event Frequency

PFD = Probability of Failure on Demand



LOPA-Formel

$$TF \leq \sum CP$$

Bewertung der
Schadenshöhe im
Worst Case Szenario
TF = 4, 5,....oder 10

Bewertung der
vorhandenen
Schutzschichten



Übliche LOPA-Ergebnis – Übersicht

Fall	Abweichung	TF	Creditpoints CP für Schutzebenen							TF - \sum CP
			A	B	C	D	E	F	G	
W 37.P1	Druck zu hoch	7	2	1	2	1	1	1	0	- 1
K 42.T2	Temperatur zu hoch	7	2	1	2	1	0	1	0	0

			.		.					
R 37.Z1	Zeitpunkt zu früh	8	1	0	1	2	1	1	0	2



Rahmen bei LOPA

1. Kreativer und kritischer Betrachtungsprozess
2. Ehrliche und offene Atmosphäre
3. Team von Fachleuten
4. Vollständige Planungsunterlagen oder Anlagendokumentation liegen vor
5. Statusfeststellung, kein neues Engineering, aber gute Basis für weiteres Engineering



Vorgehen Kurz - LOPA

1. Moderator entwirft zwei bis vier Worst Case Szenarien WCS
2. Worst Case Szenarien werden im Team diskutiert und weiterentwickelt
3. Vier Worst Case Szenarien werden in LOPA-Zehnerpotenzraster bewertet
4. Bewertung der Worst Case Szenarien bestimmt Risiko-Rang der Einheit beim Vergleich mit den übrigen 97 Einheiten



IV. Process Safety Check Result 1: Risk Evaluation

Consequence
Severity
Classes:

A,B,C,D,E

Frequency
Classes:

S,T,U,V,W,X,Y,Z

Check Unit	Plant Description	Worst Case Scenarios Risk Evaluation			
CO 3	Ash Conditioning	CU	DW	EW	ES
CO 5	Combustion	AV	AU	BV	BX
CO 6	Boiler Plant	AT	AT	AT	EV
CR 1	Crystallisation	BX	BX	BV	AX
CR 2	Potash Lye Tank	BW	DW	DW	EW
H 5	Hydrogenchlorid Generation	AU	BX	DV	EV
H 8	Filtration	BT	CV	DW	-
H 16	Hydrogen Plant	AW	AW	AX	AX
R 1	Drying and Milling	AT	BT	DV	EW
R 2	Neutralization	AW	AW	BU	BU
R 7	B-Solution	BU	EV	-	-
U 10	Compressed Air	CT	-	-	-
U 11	Vacuum	EW	EU	-	-
U 12	Cooling Water	CX	AT	BF	CU



Process Safety Check Result 2: Check Unit Risk Ranking

Consequence
Severity
Classes:

A,B,C,D,E

Frequency
Classes:

S,T,U,V,W,X,Y,Z

Check Unit	Plant Description	Worst Case Scenarios Risk Evaluation				Ranking	
		rot	gelb				
CO 5	Combustion	A V	A U	B V	B X	14	4
CR 1	Crystallization	B X	B X	B V	A X	12	5
H 16	Hydrogen Plant	A W	A W	A X	A X	10	10
R 2	Neutralization	A W	A W	B U	B U	10	8
H 5	Hyrogenchlorid Generation	A U	B X	D V	E V	9	2
CR 2	Potash Lye Tank	B W	D W	D W	E W	4	4
U 12	Cooling Water	C X	A T	B F	C U	3	12
CO 6	Boiler Plant	A T	A T	A T	E V		15
R 1	Drying and Milling	A T	B T	D V	E W		11
H 8	Filtration	B T	C V	D W	-		9
CO 3	Ash Conditioning	C U	D W	E W	E S		5
R 7	B-Solution	B U	E V	-	-		4
U 11	Vacuum	E W	E U	-	-		
U 10	Compressed Air	C T	-	-	-		



Ergebnisse

1. 92 von 92 Units = 368 WCS
Violett: 0,3 %
Rot: 9,8 %
Gelb: 35,9 %
Grün: 54,0 %
2. Ansätze zu Sofortverbesserungen bei 27 Einheiten gefunden
3. Sicherheitsorientierte Einarbeitung der Jungingenieure/innen
4. Dauer: 2017 + 2018 statt geplantem einem Jahr wegen Personalausfällen



Prüfung der PQSC-Ergebnisse

1. Prüfung einzelner Ergebnisse in Diplomarbeit
2. Grundsätzliche Revalidierung von violett, rot und “starkgelb” bewerteten Szenarien
3. Für 30 % der Einheiten vollständige HAZOP/LOPA in den nächsten Jahren



V. Fazit und Ausblick

1. PQSC mit LOPA und HAZOP/PAAG-Elementen ist Antwort auf modernen Zeit- und Kompetenzmangel
2. PQSC mit LOPA und HAZOP/PAAG-Elementen führt zu schnellster Aufdeckung akuter Sicherheitslücken



Seit 1990

Beratung und Projektbegleitung

Risikoanalysen u.a. LOPA, PAAG

Beratung Prozess-Sicherheit

Prozess-Simulation

Beratung Umweltschutz & Recht

Thermische Verfahrenstechnik

in

Anlagenbau & Anlagenplanung

Chemie & Pharma & Solar

Öl & Gas

Lackherstellung & Lackierung

Recycling & Umweltschutz & Energie



**VERFAHRENS- &
UMWELTECHNIK
KIRCHNER**

www.umweltechnik-kirchner.de