

**Leitfaden zu den
sicherheitstechnischen Anforderungen
der ChemCar Wettbewerbe
Rev. 6**

ChemCar 2018

INBUREX Consulting
Gesellschaft für
Explosionsschutz und
Anlagensicherheit mbH

August-Thyssen-Str. 1
59067 Hamm
Telefon: +49 (0)2381 973 11 0
Telefax: +49 (0)2381 973 11 99
E-Mail: infos@inburex.com
Internet: www.inburex.com

Geschäftsführer:
Dr. Bernd Broeckmann
Dr. Klaus Hermann
Dipl.-Ing. (FH) Jörg Meistes
Sitz der Gesellschaft: Hamm
Amtsgericht Hamm HRB 1523

Dieser Leitfaden listet die Dokumente und Nachweise auf, die zur sicherheitstechnischen Betrachtung der eingereichten ChemCar-Konzepte erforderlich sind. Ohne diese ist eine qualifizierte Bewertung der Konzepte nicht möglich und damit kann auch keine Sicherheitsfreigabe erteilt werden.

Zur Verdeutlichung ist am Ende dieses Leitfadens exemplarisch die Dokumentation der technischen Daten eines ChemCars-Teams aus den vergangenen Jahren, inklusive der Berechnungen zur Abschätzung der entstehenden Reaktionswärme sowie des maximal zu erwartenden Druckes, aufgeführt (s. Kapitel 7-9). Diese ist jedoch nur als Beispiel für die äußere Form sowie für die Ausführlichkeit der Dokumentation zu verstehen, eine (Inhaltliche-) Übertragung 1 zu 1 ist in keinem Fall möglich.

1. Druck

- Betriebsdruck
Wie groß ist der Druck im Normalbetrieb des ChemCars?
Hierbei ist anzugeben, ob die angegebenen Drücke Absolut- oder Relativdrücke sind ([bar] oder [barü])
- Maximal zu erwartender Druck
Wie groß kann der Druck bei geschlossenem Druckbehälter durch die Reaktion maximal werden?
Hierbei ist das Worst-Case Szenario zu betrachten.
- Drucktest/Herstellerzertifikat
Fügt die Ergebnisse des durchgeführten Drucktests an oder legt ein Herstellerzertifikat bei. Bei Verwendung eines Drucksystems kann es trotz vorhandenem Herstellerzertifikat dazu kommen, dass ein Drucktest für das Gesamtsystem notwendig ist. Die Anforderungen an den Drucktest, sowie die Durchführung können den ChemCar Safety Rules entnommen werden.
- Sicherheitsventil
Die kompletten Berechnungen zur Auslegung des verwendeten Sicherheitsventils (z. B. nach AD Merkblatt A2) müssen vorgelegt werden. Nicht nur die Ergebnisse!
- Druckmesser / -anzeige
Stellt sicher, dass das ChemCar über eine geeignete Druckmessung / -anzeige verfügt und achtet darauf, dass diese auch im R&I-Fließbild erfasst ist / sind. An den ChemCars müssen in jedem Zustand (z. B. insbesondere bei einem liegengelassenen ChemCar) die inneren Druckverhältnisse abgelesen werden können.

- In Übereinstimmung mit den ChemCar Safety Rules ist darauf zu achten, dass das Druckinhaltsprodukt (Druck * Volumen) nach Möglichkeit 50 [bar * l] nicht überschreitet (⇒ Gültigkeitsbereich der Druckgeräterichtlinie 2014/68/EU; Richtlinie 2009/104/EG, Betriebssicherheitsverordnung). Für die Berechnung ist der maximal zu erwartende Druck anzunehmen. Bei Überschreitung ist zu empfehlen, Rücksprache mit dem Orgateam zu halten.

2. Temperatur

- Maximaltemperatur
Wie hoch ist die maximal zu erwartende Temperatur während des Betriebs?
Die kompletten Berechnungen sowie die Berechnungsgrundlagen sind anzugeben.
- Thermisches Gefahrenpotential
Werden Flamm- oder Zündpunkte eines oder mehrerer Stoffe erreicht?
Besteht die Gefahr, dass es zu thermischer Zersetzung eines oder mehrerer Stoffe kommen kann? Welche Zersetzungsprodukte entstehen?
Welche Folgereaktionen können einsetzen?
Wie groß sind die entstehenden Temperaturen in diesem Fall?
- Adiabate Temperaturerhöhung
Ist die verwendete Reaktion exotherm oder endotherm?
Welche Reaktionskinetik liegt der Reaktion zu Grunde?
Welche Temperaturerhöhung ist unter adiabaten Bedingungen zu erwarten?
Hierbei ist die vollständige Umsetzung bei der maximalen Einsatzmenge der Edukte zugrunde zu legen.
- Heiße Oberflächen
Welche Temperaturen können an zugänglichen Oberflächen entstehen?
Kann es durch heiße Oberflächen zu Verbrennungen kommen (Richtwert: $T > 60^{\circ}\text{C}$)?
Ist ein Berührungsschutz notwendig?
- Kalte Oberflächen
Wie stark kühlen sich zugängliche Oberflächen ab (durch Reaktionen oder Befüllvorgänge)?
Kann es zu Verletzungen durch kalte Oberflächen kommen z. B. Erfrierungen oder

Kaltverbrennungen (Richtwert: $T < 0^{\circ}\text{C}$)?

Ist ein Berührungsschutz notwendig?

3. Emissionen

- Abgasemission
Werden vor, während oder nach dem Betrieb Abgase freigesetzt?
Welche Abgase werden freigesetzt (z. B. H_2 , CO_2 , CO , O_2 ...)?
Welche Mengen werden maximal freigesetzt (Berechnungen mit angeben)?
Welche maximalen Gaskonzentrationen können durch die Gasemissionen im Umfeld entstehen?
Wie hoch sind die Grenzwerte für den austretenden Stoff (\Rightarrow Toxizität, Entzündbarkeit...)?
Ist die vorhandene Lüftung ausreichend, um eine Gefährdung durch die austretenden Stoffe zu mindern bzw. zu vermeiden?
- Schallemission
Wie hoch ist die maximal zu erwartende Schallpegel während des Betriebs?
Kann es durch die Schallbelastung zu Verletzungen / Beeinträchtigungen kommen (Durchführende und Zuschauer)?

4. Verfahrensweise

- Befüllen / Dosieren
Wie wird der Reaktor befüllt?
Wie werden die Edukte dosiert?
Kann es zu einer Fehlbefüllung/ -dosierung kommen?
Welche Folgen kann eine Fehlbefüllung/ -dosierung haben?
- Leckagen/ Unbeabsichtigte Freisetzung
Welche Gefahren können durch eine Leckage oder unbeabsichtigte Freisetzung entstehen?
Wie werden unbeabsichtigte Freisetzungen (insbesondere Flüssigkeitsleckagen) zurückgehalten? Gibt es ein Rückhaltekonzept, bspw. Auffangwannen?
Wie ist bei einer Leckage oder einer unbeabsichtigten Freisetzung vorzugehen?
Welche Schutzausrüstung ist notwendig?

- Mechanische Funktionen
Wie wird die Kraft übertragen?
Was geschieht bei einer mechanischen Blockade z. B. der Räder?

5. Dokumentation

- Notwendige Dokumente
Eine genaue Beschreibung der Funktionsweise des ChemCars
Eine Fotografie oder Zeichnung des ChemCars (auch unfertiges ChemCar als Status Quo)
Ein Blockfließbild des Prozesses
Sicherheitsdatenblätter aller vorhandenen Stoffe (sowohl eingesetzte als auch entstehende)
H&P-Sätze (in Schriftform)
Zusammenfassung aller verwendeten Substanzen mit Mengenangaben in einem Gefahrstoffkataster
R&I-Fließbild des ChemCars. Auf Vollständigkeit achten (Rohrleitungen, Beschriftungen etc.)
- Funktionsweise
Beschreibung der relevanten Anlagenteile (Turbine, Safety-Bags etc.) und deren Funktionsweise
- Betriebsanweisung
Betriebsanweisung nach TRGS 555 und GefStoffV § 14 für die verwendeten Edukte, Produkte und eventueller Hilfsstoffe. In einer Betriebsanweisung sollen kurz die Gefahren (explosionsgefährlich, brandfördernd, toxisch etc.), zu vermeidende Zustände, Umgang, Transport, Handhabung sowie die Entsorgung eines Stoffes erläutert werden. Aus der Betriebsanweisung muss hervorgehen welche persönliche Schutzausrüstung minimal erforderlich ist. Ein Beispiel für eine BA ist in Kapitel 9 abgelegt.
▶ Ein Sicherheitsdatenblatt ist keine Betriebsanweisung!!!
- Reaktionsgleichung
Gebt die vollständige (!) Reaktionsgleichung, inklusive aller Nebenreaktionen und Zwischenprodukte an

- Berechnungen
Sämtliche Rechenwege sind anzugeben (maximale Temperatur, maximaler Druck, Temperaturerhöhung etc.). Nicht nur die Ergebnisse.
- Materialeignung
Sind die verwendeten Materialien geeignet?
Kann es durch eingesetzte oder entstehende Stoffe zu einer Korrosion oder Versprödung von Bauteilen kommen?
Sind die verwendeten Materialien für die Temperaturbereiche geeignet?

Sämtliche Bauteile des ChemCar müssen in diesem Zusammenhang betrachtet werden. Für alle Bauteile, die mit Stoffen / Chemikalien (Edukte, Zwischenprodukte, Produkte) in Kontakt kommen können, ist die Materialeignung nachzuweisen, d. h. es ist zu klären, ob es unter den Einsatzbedingungen zu Wechselwirkungen zwischen den verwendeten Materialien und den Stoffen / Chemikalien kommen kann. Hierbei sind insbesondere auch Havarien oder Fehlfunktionen des ChemCars in die Betrachtung mit einzubeziehen, d. h. ist die sichere Rückhaltung von austretenden Stoffen gewährleistet?! Kann es zu Wechselwirkungen zwischen den austretenden Stoffen und den Rückhalteeinrichtungen kommen und die Funktion der Rückhaltung signifikant beeinträchtigen?

Der Nachweis über die Materialverträglichkeit (Herstellerangaben, Laborversuche etc.) insbesondere mit den Chemikalien (⇒ Edukte, Produkte UND Zwischenprodukte!!!) ist als unabdingbarer Teil des Sicherheitskonzeptes einzureichen.

6. Gefährdungsbetrachtung

Eine Gefährdungsbeurteilung hat den Sinn und Zweck, den bestimmungsgemäßen Betrieb sowie etwaige Störungen abzudecken. Die Auswirkungen einer Störung sind dabei auf den Anwendungsfall zu beziehen. Ein Verweis auf das Sicherheitsdatenblatt (allgemeiner Anwendungsfall) reicht nicht aus!

Neben den aus den verwendeten Stoffen entstehenden Gefahren (z. B. Explosionsgefahr) sollen auch solche betrachtet werden, die durch Materialeigenschaften (Glasbehälter ► Splitterschutz) oder Bauteile (schnell rotierendes Bauteil ► Abdeckung) entstehen können.

Safety-Analysis Form:

Sequence of Steps	Potential Hazards	Procedure to Control Hazard	PPE or Equipment Required
Emergency shut-down			
	Hazard A (z. B. Druckanstieg)	Procedure A (z. B. Stoppen der Eduktzuleitung, Öffnen der Sicherheitsventile)	PPE A, B, C (z. B. Schutzbrille, Laborkittel, Schutzhandschuhe)
Start-Up Procedure			
Run Time Procedure			
Shutdown Procedure			
Cleanup / Waste Disposal			

Beispiel für ein Gefahrstoffkataster

Chemical Information Page

Fill in as much data below as available. **Be sure to list the units!** If data are not available, leave the field blank. Material safety Datasheet (MSDS/SDS) for each named hazardous material is mandatory.

Chemical Quantities: List below the chemical names, concentrations, and total quantity of chemical required for the competition.

Chemical Name	Chemical State Solid, Liquid, Gas	Concentration Required	Total Quantity Required for Competition	Specific Personal Protective Equipment / Remarks

Chemical Properties and Hazards for ALL CHEMICALS, including reactants, solvents, intermediates and products.

Chemical Name	Physical State S, L, G	GHS Symbol(s)	H&P- Statements (No. only)		Incompatible Chemicals List chemicals present within the laboratory, and any others that may come in contact.	Flash Point Temp.
			Hazard Statements	Precautionary Statements		

7. Beispiel: Berechnung thermisches Gefährdungspotential

Calculation:									
Berechnungstabelle ChemCar									
1. Parameter									
Wegstrecke	20 m								
Zeit	30 s								
2. Geometrien									
Raddurchmesser	0,2 m								
Kolbenhub	0,35 m								
Anzahl der Umdrehungen	31,83								
Durchmesser des Zylinders	0,008 m								
benötigtes Volumen	0,00056 m ³								
3. Fahrzeug Daten									
Gewicht	5 kg								
zusätzliches Gewicht (Faktor)	0,3								
Gesamtgewicht	6,5 kg								
4. Dynamische Berechnung									
Kinetische Energie	1,44 J								
Geschwindigkeit	0,667 m/s								
Gravitationskonstante	9,81 m/s ²								
Reibbeiwert	0,6								
Reibenergie	765,18 J								
Wirkungsgrad	0,3								
belebte Leistung	2555,41 W								
benötigte CO ₂ -Menge	1,01 mol								
Gaskonstante R	8,314 J/mol/K								
Temperatur	303,75 K								
5. Stoffwerte									
Reaktion	2 HCl + K₂CO₃ --> 2 KCl + H₂O + CO₂								
Edukte	Masse [g]	Massenanteil	Molare Masse [g/mol]	Stoffmenge [mol]	Stöchiometrischer Koeffizient	freie Gibbsenthalpie [kJ/mol]	Standardbildungsenthalpie [kJ/mol]	Volumen [dm³]	
Salzsäure	368,947	0,2000	36,461	2,024	-2	-93,8	-92,31		
Kaliumcarbonat	289,637	0,5000	138,21	1,048	-1	-1065,4	-1151		
Wasser	1765,424		18	98,079	1	-237,2	-285,83		
Produkte	Masse [g]		Molare Masse [g/mol]	Stoffmenge [mol]	Stöchiometrischer Koeffizient	freie Gibbsenthalpie [kJ/mol]	Standardbildungsenthalpie [kJ/mol]	Volumen [dm³]	
Kohlenstoffdioxid	44,533		44,01	1,012	1	-394,5	-393,5	22,67	
Kaliumchlorid	150,875		74,551	2,024	2	-406,6	-436		
Wasser	18,214		18	1,012	1	-237,2	-285,8		
Molverhältnis Wasser/Carbonat	16,8947								
6. Reaktionstechnische Werte									
Reaktionswärme	-872,45 kJ								
freie Reaktionsenthalpie nach Gibbs	-191900 J/mol								
Faktor für Überschuss an Kaliumcarbonat	1,036								
Umsatz der Reaktion	1,000								
Exp. ermitteltes Volumen des Reaktionsgemisches	0,600 dm ³								
7. Berechnung der adiabaten Temperaturerhöhung									
Flüssigphase	3372,981 mol/m ³								
Konzentration (begrenzende Komponente)	-215680 J/mol								
Reaktionsenthalpie	998,00 kg/m ³								
Dichte (Annahme Wasser) Wärmekapazität	4184,00 J/kg/K								
adiabate Temperaturerhöhung	174,22 K								
8. Berechnung des entstehenden Drucks									
"freies" Volumen im Reaktor	0,4211 dm ³								
Van-der-Waals Konstanten	0,0004 m ³								
a	3,590E-01 (Pam) ⁶ /mol ²								
b	4,270E-05 m ³ /mol								
Entstehender Druck nach Van-der-Waal	4,689E+06 Pa								
Entstehender Druck nach Van-der-Waal	46,89 bar								

Mit Hilfe der angegebenen Berechnungen wird die Leistung abgeschätzt, die notwendig ist, um die gewünschte Strecke bei einem bestimmten Gewicht zurückzulegen. Mit Hilfe des idealen Gasgesetzes wird die benötigte Menge an entstehendem Gas (hier: CO₂) berechnet. Über die Stöchiometrie der Reaktion, erhält man die Einsatzmengen der Edukte. Korrekturen erfolgen über experimentell ermittelte Werte mit ein. Da beide Edukte in wässriger Phase vorliegen, wurde die Dichte und die spezifische Wärmekapazität für Wasser angenommen.

8. Beispiel für die Auslegung eines Sicherheitsventiles

Quelle: AD2000-A2: Sicherheitseinrichtungen gegen Drucküberschreitung – Sicherheitsventile

01					
02	Ansprechdruck der SV		1 bar _g		
03	Teilenummer			d ₀ =18mm, alpha=0,54	
04	Bezug				
05	Literatur; Quelle		AD2000-A2		
06	Benennung	Einheit	Formel / Zeichen	Werte - Tabelle	Bemerkungen
07	Umgebungsdaten				
08	Aussendruck	Pa	P_e	1,01E+05	
09	Innendruck	Pa	P_0	2,01E+05	1 bar _g
10	Temperatur	K	T	293,15	
11	Durchtrittsfläche	m ²	A_0	0,0003	d=18 mm
12	Ausflussziffer	-	α	0,54	
13	Thermophysikalische Stoffdaten				
14	Stoffname			28,2 Vol% NH ₃	Mischung
15	Molmasse	kg/kmol	M	nicht erforderlich /s.u	
16	Kompressibilität	-	Z	0,889	Z _{phast}
17	Isentropenexponent	-	κ	1,4	
18	Ergebnisse				
19	maximaler Massenstrom	kg/s	$\dot{m} = \alpha \cdot A_0 \cdot \psi \cdot \sqrt{2 \cdot \rho_g \cdot P_0}$	2,26E-01	
20	maximaler Massenstrom	kg/h		812,61807	
21	maximaler Volumenstrom	Nm ³ /s	$\dot{V}_N = \frac{\dot{m}}{\rho_{gN}}$	1,381E-01	Normvolumen
22	maximaler Volumenstrom	Nm ³ /h		497,014	
23	Strömungsform	-		kritisch	
24	Berechnungsteil				
25	Gasdichte	kg/m ³	$\rho_g = \frac{P \cdot M}{R \cdot Z \cdot T}$	28,591	
26	Normdichte Gas	kg/m ³	$\rho_{gN} = \frac{101300[\text{Pa}] \cdot M}{R \cdot 273,15[\text{K}]}$	1,635	
27	Druckverhältnis Innendruck / Außendruck	-	$\eta_0 = \frac{P_e}{P_0}$	0,503	
28	Kritisches Druckverhältnis	-	$\eta_{crit} = \left(\frac{2}{\kappa + 1} \right)^{\frac{\kappa}{\kappa - 1}}$	0,528	
29	Druckverhältnis	-	$\eta = \begin{cases} \eta_{crit} > \eta_0 \rightarrow \eta_{crit} \\ \eta_{crit} \leq \eta_0 \rightarrow \eta_0 \end{cases}$	0,528	
30	Ausflussfunktion	-	$\psi = \sqrt{\left(\frac{\kappa}{\kappa - 1} \cdot \left(\eta^{\frac{2}{\kappa}} \cdot \left(1 - \eta^{\frac{\kappa - 1}{\kappa}} \right) \right) \right)}$	0,484	

9. Beispiel für eine Betriebsanweisung nach TRGS 555/ GefStoffV § 14

(Firma)	1. BETRIEBSANWEISUNGSENTWURF	Nr.: Stand: 09.03.2016 Unterschrift:
GEFAHRSTOFFBEZEICHNUNG / TÄTIGKEIT / ARBEITSPLATZ		
Salzsäure, ab 10 % bis unter 25 % gilt für: (Arbeitsplatz, Tätigkeit, ggf. Betrieb, Gebäude)		
GEFAHREN FÜR MENSCH UND UMWELT		
  ACHTUNG	<p>Kann gegenüber Metallen korrosiv sein. (H290) Verursacht Hautreizungen. (H315) Verursacht schwere Augenreizung. (H319) Kann die Atemwege reizen. (H335)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Einatmen, Verschlucken oder Hautkontakt kann zu Gesundheitsschäden führen. Reizt die Atemwege, Augen, Haut. Kann den Magen-Darm-Trakt reizen. Vorübergehend Husten, Übelkeit, Riechstörung möglich. Kann Lungenschaden, Augenschaden, Zahnschaden, Nierenschaden, Magen-Darm-Beschwerden, Kehlkopfschwellung verursachen. - Reagiert mit starken Laugen unter heftiger Wärmeentwicklung. Reagiert heftig mit Natrium und Kalium. Heftigkeit und Gefährlichkeit der Reaktion sind abhängig von der Konzentration der Säure. Reagiert unter heftiger Wärmeentwicklung z.B. mit Aminen, Siliciumdioxid, Wasser. Bildet mit Kaliumpermanganat, Natriumhypochlorit (Bleichlauge) und konzentrierter Schwefelsäure gefährliche Gase und Dämpfe (z.B. Chlor, Chlorwasserstoff). Bildet mit Unedelmetallen gefährliche Gase und Dämpfe (Wasserstoff). Bildet mit Carbonaten gefährliche Gase und Dämpfe (Kohlendioxid). Bei der Reaktion entsteht Kohlendioxid: Berstgefahr durch Druckaufbau in geschlossenen Behältern! Bildet mit Stickoxiden gesundheitsgefährdende Gase und Dämpfe (Dichlordimethylether). - WGK: 1 (schwach wassergefährdend) 	
SCHUTZMASSNAHMEN UND VERHALTENSREGELN		
  	<ul style="list-style-type: none"> - Bei Dämpfen oder Nebeln Absaugung einschalten und in ihrem Wirkungsbereich arbeiten. Gebinde nicht offen stehen lassen! Beim Ab- und Umfüllen Verspritzen und Nachlauf vermeiden. Reaktionsfähige Stoffe fern halten bzw. nur kontrolliert zugeben. Beim Auflösen oder Verdünnen immer zuerst das Wasser und dann die Säure zugeben! Temperatur kontrollieren! Säurebeständige Hilfsgeräte verwenden! Arbeitsgeräte einsetzen, die Hautkontakt verhindern oder verringern. - Nicht Essen, Trinken, Rauchen oder Schnupfen. Einatmen von Dämpfen und Aerosolen vermeiden! Berührung mit Augen und Haut vermeiden! Vor jeder Pause und nach Arbeitsende Hände und andere verschmutzte Körperstellen gründlich reinigen. Hautpflegemittel nach der Arbeit verwenden! Produktreste sofort von der Haut entfernen, Haut schonend reinigen und sorgfältig abtrocknen. Keinen Arm- oder Handschmuck tragen. Straßenkleidung getrennt von Arbeitskleidung aufbewahren! Verschmutzte und durchtränkte Arbeitskleidung sofort wechseln. Separate Putzlappen und Reinigungstücher für Haut und Maschinen und Geräte verwenden. - Lagerbedingungen beachten! - Beschäftigungsbeschränkungen beachten! <p>Vorratsmenge am Arbeitsplatz:</p> <p>Augenschutz: Bei Überwachungstätigkeit: Gestellbrille mit Seitenschutz! Bei Spritzgefahr: Korbbrille! Handschutz: Handschuhe aus: ... (Bitte wählen Sie aus dem GisChem-Datenblatt oder anderen Ihnen vorliegenden Informationen unter Berücksichtigung der Tätigkeit einen geeigneten Schutzhandschuh aus und geben diesen hier an.) Beim Tragen von Schutzhandschuhen sind Baumwollunterziehhandschuhe empfehlenswert! Tragezeiten von Schutzhandschuhen beachten! Bei längerfristigem Tragen von Schutzhandschuhen: spezielle Hautschutzmittel vor der Arbeit verwenden.</p> <p>Atemschutz: Kombinationsfilter E-P2 (gelb/weiß) oder Kombinationsfilter BE-P2 (grau/gelb/weiß). Körperschutz: Beim Verdünnen oder Abfüllen: Kunststoffschürze!</p>	
VERHALTEN IM GEFAHRFALL		Feuerwehr 112
<ul style="list-style-type: none"> - Gefahrenbereich räumen und absperren, Vorgesetzten informieren. - Bei der Beseitigung von ausgelaufenem/verschüttetem Produkt immer Schutzbrille, Handschuhe sowie bei größeren Mengen Atemschutz tragen. Mit säurebindendem Material (z.B. Kalksteinmehl) aufnehmen, entsorgen und Reste mit Wasser wegspülen! - Bei Brand entstehen gefährliche Dämpfe (z.B. Chlorwasserstoff)! Entweichende Dämpfe mit Sprühwasser niederschlagen, anschließend möglichst schnelle Reinigung. Produkt ist nicht brennbar. Berst- und Explosionsgefahr bei Erwärmung! - Eindringen in Boden, Gewässer und Kanalisation verhindern! - Alarm-, Flucht- und Rettungspläne beachten. Feuerwehr alarmieren. <p>Zuständiger Arzt: Unfalltelefon:</p>		
ERSTE HILFE		Notruf 112
	<p>Bei jeder Erste-Hilfe-Maßnahme: Auf Selbstschutz achten, ärztliche Behandlung. Lebensrettende Sofortmaßnahmen, wie 'Stabile Seitenlage', 'Herz-Lungen-Wiederbelebung', 'Schockbekämpfung' müssen situationsabhängig durchgeführt werden. Wunden keimfrei bedecken. Für Körperruhe sorgen, vor Wärmeverlust schützen.</p> <p>Nach Augenkontakt: Sofort unter Schutz des unverletzten Auges ausgiebig (mind. 10 Minuten) bei geöffneten Lidern mit Wasser spülen.</p> <p>Nach Hautkontakt: Verunreinigte Kleidung, auch Unterwäsche und Schuhe, sofort ausziehen, persönliche Schutzausrüstung tragen. Haut mit viel Wasser spülen.</p> <p>Nach Einatmen: Verletzten aus dem Gefahrenbereich bringen. Frischluftzufuhr durch Einatmen von frischer Luft oder Beatmung. Beatmungshilfen benutzen (Selbstschutz). Sofort, auch bei fehlenden Krankheitszeichen, ein Dosieraerosol (inhalatives Steroid) einatmen lassen. Dosierung, Art der Anwendung und weitere Behandlung nach betriebsärztlicher Anordnung!</p> <p>Nach Verschlucken: Sofortiges kräftiges Ausspülen des Mundes. Wasser in kleinen Schlucken trinken lassen.</p> <p>Ersthelfer:</p>	
SACHGERECHTE ENTSORGUNG		

10. Literaturhinweise

-
1. <http://www.gischem.de/index.htm> Gefahrstoffinformationssystem Chemikalien der BGRCI und der BGHM
 2. [http://www.dguv.de/ifa/GESTIS-Stoffdatenbank/index.jsp](http://www.dguv.de/ifa/GESTIS/GESTIS-Stoffdatenbank/index.jsp) GESTIS-Stoffdatenbank: Gefahrstoffinformationssystem der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung
 3. http://www.kas-bmu.de/publikationen/tras/TRAS_410_09102012.pdf TRAS 410: Erkennen und Beherrschen exothermer chemischer Reaktionen - Fassung 10/2012
 4. <http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/TRGS/TRGS-555.html> TRGS 555 "Betriebsanweisung und Information der Beschäftigten" (PDF-Datei, 98 KB)
 5. Gefahrstoffverordnung <http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/Rechtstexte/Gefahrstoffverordnung.html>
 6. Stoessel, F.: Thermal Safety of Chemical Processes: Risk Assessment and Process Design, Wiley-VCH-Verlag, Weinheim, 2008
 7. Steinbach, J.: Chemische Sicherheitstechnik. VCH Verlagsgesellschaft mbH, Weinheim 1995.
 8. Stehen, H.: Handbuch des Explosionsschutzes, Wiley-VCH-Verlag, Weinheim, 2000