

Nr.	Art der Gefährdung	Ort der Gefährdung Wo?	Ursache der Gefährdung Wann?	Potentielle Konsequenzen Was passiert?	Maßnahme Nr.	Empfohlene Gegenmaßnahmen Mögliche Maßnahmen zur Risikominderung	Maßnahme umgesetzt? (ja/nein)
1	Feuer						
		Die gesamte Anlage	Brandursache entweder eine Explosion, Selbstentzündung, glühende Partikel, Schweißarbeiten, etc.	Zündquelle für die Explosion	1,1	Bereitstellung von Ausrüstungen zur Branderkennung und Feuerbekämpfung wie: Tragbare Systeme: Feuerlöscher Festinstallierte Systeme: Schaumtürme, große Fließpumpen, Schaum Löschgeräte, automatische oder manuell betriebene Brandschutzsysteme.	
					1,2	Vergasungsanlagen sollten dem internationalen Stand der Technik bezüglich der Vorbeugung und Kontrolle von Feuer- und Explosionsrisiken entsprechen, einschließlich Sicherheitsvorkehrungen die den Abständen zwischen den Behältern innerhalb der Anlage sowie zwischen der Anlage und benachbarte Gebäude betreffen.	
					1,3	Feuerrückschlagsicherungen installieren	
				Schädigung oder Zerstörung der Vergasungsanlage oder des Gebäudes	1,4	Alle Brandschutzsysteme sollten in einem sicheren Bereich der Anlage untergebracht sein und durch ihre Entfernung zu anderen Anlagenteilen oder Brandwänden geschützt werden.	
				Körperliche Verletzungen von Menschen	1,5	Ein offizieller Plan für das Verhalten im Brandfall muss vorbereitet werden, dessen Ausführung durch die notwendigen Ressourcen und Schulungen unterstützt wird. Dies sollte Schulungen für Mitarbeiter über die Anwendung von Ausrüstung zur Feuerbekämpfung und das Verhalten im Falle einer Evakuierung einschließen.	
	Brennstofflager			Unerwünschte Verbrennung von Kraftstoff	1,6	Brennstoffe in verschlossenen Behältern oder räumlich getrennt in separaten Gebäude lagern. Eine feuerbeständige Trennung (mit einer bestimmten Feuerwiderstandszeit) zwischen dem Brennstofflager und dem Vergaser kann je nach lokalen Brandschutzvorschriften erforderlich sein.	
					1,7	Der Ascheaustag sollte eine Befeuchtungsvorrichtung haben um glühende Partikel zu löschen. Man kann auch die Wendelförderer des Ascheaustrages (Ascheaustagsschnecke) mit Stickstoff inertisieren .	
	Vergasungseinrichtungen			Entweichen von toxischen Dämpfen	1,8	Die Lufteinlaßventile sollen verhindern, dass Rauch in die Aufenthaltsbereiche eintritt.	
					1,9	Mit einem sechsmaligen Luftwechsel pro Stunde sollte für ausreichende Belüftung im Vergasergebäude gesorgt werden.	
					1,1	Einführen von sicherheitsbezogene Verhaltensvorschriften für Betrieb und Wartung. Diese sollten die Verwendung von störungssicheren Steuerventilen und Ausrüstungen für das Abschalten im Notfall miteinbeziehen.	

Nr.	Art der Gefährdung	Ort der Gefährdung Wo?	Ursache der Gefährdung Wann?	Potentielle Konsequenzen Was passiert?	Maßnahme Nr.	Empfohlene Gegenmaßnahmen Mögliche Maßnahmen zur Risikominderung	Maßnahme umgesetzt? (ja/nein)	
2	Explosionsfähige Atmosphäre							
	Die gesamte Anlage		Ein technischer oder Bedienfehler, der folgendes verursacht : 1. Unterdruck, 2. Überdruck, 3. Staubwolke	Lufteinströmung Gasaustritt	2,1	Maßnahmen zur Vermeidung von Explosionen einführen wie: - Mit Inertgas fluten - Zündquellen beseitigen - Staubablagerungen entfernen - Entstehung von Staubwolken - Den Boden sauber halten - Erdung der verschiedenen Bereiche der Anlage		
				Eine Explosion, die zu weiteren Explosionen führen kann (siehe Staubexplosionen), Zerstörung der Anlage, Feuer, etc.	2,2	Vergasungsanlagen sollten den internationalen Anforderungen zur Prävention und Kontrolle von Brand- und Explosionsgefahren entsprechend entworfen, gebaut und betrieben werden. Für sichere Entfernungen zwischen Behältern innerhalb der Anlage sowie zwischen der Anlage und benachbarten Gebäuden muss gesorgt werden. Eintreten von verfahrensvorschriften für Betrieb und Wartung hinsichtlich der		
			Ein Gemisch aus brennbaren Gasen und Sauerstoff sind zusammen mit einer Zündquelle vorhanden	Kleinere Explosionen oder sogenannte Verpuffungen	2,3	Sicherheit. Diese sollten die Verwendung von störungssicheren Steuerventilen und Ausrüstungen für das Abschalten im Notfall mit einbeziehen		
			Schädigung oder Zerstörung der Vergasungsanlage und/oder Gebäude	2,4	Höchstwerte für die Konzentration von Sauerstoff an den Probenentnahmestellen definieren. Temperatur- und Drucksensoren sollten vor und nach den Hauptkomponenten der Anlage installiert werden. Installieren Sie Sauerstoffsensoren in den Gasleitungssystemen und überwachen Sie die Sauerstoffkonzentration, installieren Sie CO - Detektoren entlang der gesamten Anlage.			
			Das Auslaufen von brennbaren Flüssigkeiten	Eine Explosion kann einen Brand verursachen	2,5	Einen Wassertopf als Flammenwächter einsetzen und Gassensoren um Lecks aufzuzeigen		
	Bereiche der Anlage in denen feiner Staub und andere Partikel verarbeitet werden (Brennstofflagerung, Aschaustrag oder Staubentfernung...)	Feiner Staub und andere Partikel	Explosion, Brand		2,6	Organisatorische Vorkehrungen um Sauberkeit zu gewährleisten; Staubablagerungen und Verunreinigungen vermeiden; vermeide Staubböden und halte die Böden sauber; Rauchverbotsschilder anbringen		
					2,7	Die Anwendung von Zoneneinteilungskriterien bei der Wahl der elektrischen Ausrüstung während der Gestaltung. Die Einteilung in Ex-Zonen bestimmt welche Art oder Kategorie von Geräten erlaubt ist.		
					2,8	Nicht verbrannte Gase zum abfackeln leiten Inertisierung der Anlage mit Stickstoff Feuerrückschlagssicherungen verwenden Mit einem sechsmaligen Luftwechsel pro Stunde sollte für ausreichende Belüftung im Vergasergebäude gesorgt werden.		
		Bereiche des Gastransports	mindere Gasqualität					

Nr.	Art der Gefährdung	Ort der Gefährdung Wo?	Ursache der Gefährdung Wann?	Potentielle Konsequenzen Was passiert?	Maßnahme Nr.	Empfohlene Gegenmaßnahmen Mögliche Maßnahmen zur Risikominderung	Maßnahme umgesetzt? (ja/nein)
3	Gefährliche Stoffe						
		Die gesamte Anlage	Überdruck Leckagen Im Betrieb und bei der Wartung	Vergiftung durch das Entweichen von toxischen Gasen, CO Vergiftung Einige PAKs sind karzinogen Erstickungsgefahr (CO, PAK,...) Reizung der Augen und Atemwege	3,1	Betreiber sollten kleine tragbare CO Messgeräte mit sich führen	
					3,2	Das System so konstruieren, dass es gasdicht ist Kontrollräume sollten mit Überdruck gelüftet werden	
				Das Entweichen von CO in der Umgebung der Anlage und Umweltbelastung	3,3	CO Detektoren sollten in allen Anlagenbereichen (Lagergebäuden, Vergaserhüllen, im Gasmotorraum) installiert werden	
	Die gesamte Anlage beim Ein- und Ausschalten	brennbare Materialien	Brandentstehung Explosionen die zu weiteren Explosionen führen können (u.a. Staubexplosionen)	3,4	Die meisten Unfälle ereignen sich beim Ein- oder Ausschalten der Anlage. Darum sollten sich Mitarbeiter während diesen Zeiten nicht unnötig nahe an Systemkomponenten mit entzündliche Materialien (Vergaser, Zyklonbehälter, Filter, etc.) aufhalten.		
	Lagergebäude, Vergaserhülle und im Bereich des Gasmotors	Überdruck	Vergiftung durch das Entweichen von toxischen Gasen, CO Vergiftung Einige PAKs sind karzinogen Erstickungsgefahr (CO, PAK,...) Reizung der Augen und Atemwege	3,5	Feste CO Detektoren, die bei CO Werten oberhalb 25/ 50 ppm alarmieren, sollten in Lagergebäuden, Vergaserhüllen, im Gasmotorraum und in Kontrollräumen installiert werden.		
				3,6	Mit einem sechsmaligen Luftwechsel pro Stunde sollte während des Betriebs für ausreichende Belüftung im Vergasergebäude gesorgt werden.		
	Wassertopf			3,7	Bei der Konstruktion auf Gasdichtheit achten entsprechend der Stand der Technik für COMAH (Seveso II) Betriebe.		
	Im Bereich des Aschaustrags	Glühende Kohlepartikel und hohe Temperaturen	Brandentstehung Explosionen die zu weiteren Explosionen führen können (u.a. Staubexplosionen)	3,8	Der Aschaustrag sollte eine Befeuchtungsvorrichtung haben um glühende Partikel zu löschen		
			Fremdmaterial	Beschädigungen im Bereich des Aschaustrags	3,9	Im Bereich des Aschaustrags mit Wasser besprühen	
				3,10	Bereich der Brennstoffvorbehandlung verbessern + im Bereich des Aschaustrags mit Wasser besprühen		
	Im Bereich der Gasreinigung	Glühende Partikel Leckagen Lager- oder Auffangbehälter	Brandentstehung Explosionen die zu weiteren Explosionen führen können (u.a. Staubexplosionen)	3,11	Glühende Partikel sollten daran gehindert werden in die nachgelagerte Gasreinigung zu gelangen. Dies kann durch die Installation einer Flammenrückschlagsicherung oder durch die Kombination eines Zyklons mit einem Absenkkasten erfolgen.		
	Nasswäschesysteme und Partikelfilter für die Entfernung von Flugasche	Giftige Stoffe + Karzinogenität durch Mittel zur Entfernung bzw. zum Recycling von Teer	Umweltverschmutzung durch Waschwasser	3,12	Das Aufbewahren in Sammelbehältern, die durch zertifizierte Firmen abgeholt und entsorgt werden, so wie es in der jeweiligen Genehmigung vorgeschrieben wird		
				3,13	Vermeiden Sie die Herstellung von unnötigem toxischem Material; nur die Erzeugung von toxischen Produkten wie das Generatorgas und das Waschwasser kann nicht umgangen werden. Bereitstellung von Mitteln zum persönlichen Schutz: Schutzbrille, Handschuhe, Sicherheitsschuhe, CO Messgeräte.		
				3,14	geeignete Schutzkleidung tragen		
				3,15	Betreiber sollten Handschuhe, Schutzbrille und Sicherheitsschuhe tragen		
			Vergiftung der Mitarbeiter, Verletzungen Reizung				

Nr.	Art der Gefährdung	Ort der Gefährdung Wo?	Ursache der Gefährdung Wann?	Potentielle Konsequenzen Was passiert?	Maßnahme Nr.	Empfohlene Gegenmaßnahmen Mögliche Maßnahmen zur Risikominderung	Maßnahme umgesetzt? (ja/nein)
		Gasmotor	Hohe CO Konzentration		3,16	CO kann durch Detektoren registriert werden. Im Betriebshandbuch sollte das Verhalten beim CO Alarm genau dokumentiert sein.	
4	Gefahren während dem Betrieb und bei der Wartung						
	Die gesamte Anlage	rotierende Teile	Verletzungen	4,1	Bewegliche Teile sollten durch perforierte Platten abgegrenzt sein, gut sichtbare Schilder tragen und einen Notaus haben.		
		Schweißarbeiten	Brandentstehung Explosionen die zu weiteren Explosionen führen können (u.a. Staubexplosionen), Zerstörung der Anlage, Brände etc.	4,2	Hitzeerzeugende Wartungsarbeiten (Reinigung der Behälter, Lüftung) dürfen nur mit Genehmigung ausgeführt werden. Reparaturarbeiten wie Schweißarbeiten dürfen nur von dafür zugelassenen Personen ausgeführt werden.		
		Brennbares Material explosionsfähige Gemische /Atmosphären		4,3	Reparaturen wie Schweißarbeiten dürfen nur an dafür vorbereiteten Systemen durchgeführt werden. Leicht entzündliche Materialien und explosive Gemische oder Atmosphären müssen entfernt oder vermieden werden bevor solche Arbeiten durchgeführt werden können.		
		toxische Gase/ Erstickungsgefahr	Gasvergiftung, CO Vergiftung Erstickungsgefahr (CO, PAK,...) Reizung der Augen, etc.	4,4	Mitarbeiter sollten bei Wartung der Anlage den Kontakt mit und das Inhalieren von toxischen Gasen oder Flüssigkeiten vermeiden. Dies würde die meisten Unfälle, die während der Wartung passieren können verhindern. Alle Wartungsprozeduren sollten genau dokumentiert sein und es sollte für eine ordentliche Betriebsführung gesorgt werden.		
		Anwendungsfehler im Betrieb und bei der Wartung	verschiedene mögliche Konsequenzen	4,5	Sorgen Sie dafür, dass nur qualifiziertes Fachpersonal die Anlage betreiben und warten darf. Entsprechende Schulungen für das Personal anbieten		
			Materialverschlechterung an Erdungsverbindungen und daraus resultierende Fehlfunktionen	4,6	Formvorschriften die Nutzung und Wartung von geerdeten Leitungen einführen		
		Fehlprogrammierung des Steuerungssystems	Falsche Einstellungen und damit verbundene Fehlfunktionen die zu verschiedenen Konsequenzen führen	4,7	Sicherheitsbezogene Änderungen an der Prozesssteuerung dürfen nur von besonders ausgebildetem Personal durchgeführt werden und müssen im Logbuch dokumentiert werden.		
				4,8	Sicherstellen, dass Alarminstellungen nur Reprogrammiert werden nach dem ein Problem behoben wurde		

Nr.	Art der Gefährdung	Ort der Gefährdung Wo?	Ursache der Gefährdung Wann?	Potentielle Konsequenzen Was passiert?	Maßnahme Nr.	Empfohlene Gegenmaßnahmen Mögliche Maßnahmen zur Risikominderung	Maßnahme umgesetzt? (ja/nein)
		Reaktor	Fehlfunktion	Druckzunahme die zu Fehlzündungen im vorherigen Abschnitt führen sowie zum Gasaustritt und die damit verbundene Konsequenzen (vgl. Abschnitt 3)	4,10	Schutz vor Fehlzündungen im Reaktor anbringen	
		Gasfackel	schlechtes Wetter und damit einhergehende mindere Qualität des Gases		4,11	Fehlzündungen können durch den Einsatz einer Flammenrückschlagsicherung oder einer Wasservorlage verhindert werden. (siehe hierzu EN 12874)	
					4,12	Wenn Druck (oder Gas aus einem Behälter) abgelassen werden muss sollte das Gas zur Fackel geleitet werden. Die Querschnittsfläche des Druckablaßkanals sollte ungefähr die doppelte Fläche des Druckablaßventils haben.	
		Gaseinlass	Falsche Zeiteinstellung bei der Zündung		4,13	Schutz vor Fehlzündungen im Bereich der Luftenlässe zum Motor gemäß nationaler Bestimmungen installieren/ Vor dem Motor sollte eine Flammenrückschlagssicherung eingebaut werden/ Schutzventil gegen Fehlzündungen im Bereich der Luftansaugung des Motors	
		an den Ventilen	Überdruck		4,14	Sicherheitsbestimmungen für den Betrieb und die Wartung festlegen, einschliesslich dem Gebrauch von störungssichere Steuerventile, das Vorgehen beim Notaus und der Verwendung von Druckmeßgeräte.	
		Im Vergasungsreaktor	Lokal können höhere Sauerstoffkonzentrationen auftreten	4,15	Zwei Notausgänge nach draußen sollten vom Vergaserraum oder vom Motorraum aus vorhanden sein.		
		Beim Einschalten	explosive Atmosphären Zündquellen	4,16	Gas zum abfackeln leiten, die gesamte Anlage mit Stickstoff fluten		
Beim Ausschalten	explosive Atmosphären Zündquellen	4,17	Fluten mit Stickstoff In der Praxis wird auch mit Luft geflutet. Hier werden explosionsfähige Atmosphären jedoch nicht vermieden – Zündquellen sind vorher zu beseitigen (sekundäre Explosionsschutzmaßnahme).				
5	Gefahr durch Hitze						
		Brennstofflagerung, Transport und Materialzufuhr	Temperaturanstieg	Selbstzündung des Rohstoffs	5,1	Temperaturmessung bei großen Rohstoffstapeln, CO Sensoren und Sprinkleranlagen installieren	
		Heisse Oberflächen der Gaskühler	Chemische Reaktionen	Überhitzung von Materialien wie die feuerfeste Auskleidung oder Ventileinstellungen, etc. das zu einer Störung des Kühlprozesses führt. Dies kann die Entstehung von vielen möglichen Gefahren, wie z.B. Gasaustritt führen.	5,3	Ascheaustrag mit Wasser besprühen, Intervalle für Wartungsarbeiten festlegen, Material aus korrosionsfreiem Stahl; Leckagen mithilfe von Temperatursensoren registrieren, falls die festgesetzte Grenze für Selbstentzündung überschritten wird.	
		Heisse Oberflächen des Reaktors, Zyklons	Hohe Temperatur	Thermische Belastung und Korrosion	5,4	Regelmäßige Inspektion und Wartung	
				Verletzung der Mitarbeiter	5,5	Ordentliche Isolierung und Abschirmung Tragen von hitzeresistenten Handschuhen	

Nr.	Art der Gefährdung	Ort der Gefährdung Wo?	Ursache der Gefährdung Wann?	Potentielle Konsequenzen Was passiert?	Maßnahme Nr.	Empfohlene Gegenmaßnahmen Mögliche Maßnahmen zur Risikominderung	Maßnahme umgesetzt? (ja/nein)
6	Elektrische Gefahren						
		Die gesamte Anlage	Stromausfall	Druckzunahme die zum Entweichen von Gasen führt und deren Konsequenzen (vgl. Abschnitt 3)	6,1	Notaus gemäß den Sicherheitsbestimmungen	
			Elektrostatische Aufladung	Brandentstehung Explosionen die zu weiteren Explosionen führen können (u.a. Staubexplosionen), Zerstörung der Anlage, Brände etc.	6,2	Eine ordnungsgemäße Erdung wird empfohlen um elektrostatische Aufladung zu vermeiden und Schäden durch Blitzeinschlägen vorzubeugen.	
			Funken		6,3	Elektrische Anlagen sollten eigensicher sein und es sollten funkenfreie Werkzeuge verwendet werden Schneckenförderer sollten einen Drehzahlmonitor und Drehzahlregler haben	
		Überall wo explosionsfähige Atmosphären auftreten können	Schlechte Einteilung in Ex-Zonen		6,4	Die Instrumentation und Elektrik sollte Zone 1 entsprechen, andernfalls müssen die Teile gesichert werden. Im Vergaser selbst sollten die Teile Zone 2 entsprechen.	
		Gasführende Anlagenteile		Brandentstehung Explosionen die zu weiteren Explosionen führen können (u.a. Staubexplosionen), Zerstörung der Anlage, Brände etc.	6,5	Es wird empfohlen, alle gasleitenden Teilen zu erden.	
	PLC Programmable Logic Controller	Elektrostatische Aufladung	Malfunction of the PLC		6,6	Messgeräte sind galvanisch zu trennen. Die programmierbare Steuerung sollte geerdet sein.	
		Stromausfall			6,7	Programmierbare Steuerungen müssen mit einer unterbrechungsfreien Stromversorgung (USV) ausgestattet sein.	
	Luftansaugung des Motors	Elektrischer Durchschlag	Fehlzündung im Bereich des Lufteinlasses	6,8	Es müssen geschützte Leitungen eingesetzt werden um Stromausfälle zu vermeiden die Fehlzündungen hervorrufen könnten.		
7	Mechanische Gefahren						
		Förderbänder, Elektromotoren	scharfe Kanten und Teile	Verletzung der Mitarbeiter	7,1	Abschirmung, sichtbare Schilder, Notaus	
					7,2	Notausschalter und Leistungsschalter (lokal) sollten auf rotierenden Teilen, Steuerungspulten, Druckablaß- und Sicherheitsventilen angebracht werden, die zu gasführende Anlagenteile führen wie z.B. im Bereich der Materialeinspeisung, Zyklonen, und des Ascheaustrags.	