

Lfd. Nr.	Gefahrenquelle / Störungen	Mögliche Ursachen	Mögliche Folgen	Erkennung	Verhindernde und begrenzende Maßnahmen
1	Versagen von Umschließungen/ Leckagen	Allgemein	Stofffreisetzung; je nach Stoff Vergiftung, Brand Explosion	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Regelmäßige Kontrollgänge</li> <li>- Gaswarnanlage im Keller unter den Pastenkassetten (Vier Messstellen für verschiedene Gase (Sauerstoffmangel, drei mal Ex) nebeneinander im Bereich der Kernströmung der Raumabluftabsaugung so angeordnet, dass Erkennung eventueller Leckagen leicht möglich</li> <li>- Füllstandsüberwachung im Pumpensumpf im Keller unter den Pastenkassetten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Berücksichtigung der bestimmungsgemäßen und störungsbedingten Belastungen (Druck, Temperatur, Medien, Schwingungen etc.) bei der Auslegung, Konstruktion, Fertigstellung, Aufstellung sowie Überwachung und Wartung der Komponenten</li> <li>- Not-Aus-Schalter für die Pastenpumpen vor Ort außerhalb des Kellers; schaltbar auch von zentraler Messwarte,</li> <li>- Bodenbereich des Kellers als Auffangfläche mit Gefälle zum abflusslosen Pumpensumpf ausgeführt</li> <li>- Durchzuführende Maßnahmen bei Alarmierung der Gaswarnanlage/ Lecküberwachung in den Pumpensümpfen sind in Arbeitsanweisung bzw. im BAGAP festgelegt; regelmäßige Unterweisung der Mitarbeiter</li> <li>- Zugang <u>in den</u> Keller nur bei in Betrieb befindlicher Raumlüftung und sofern kein Gasalarm ansteht (Anzeige vor Ort); ansonsten nur mit Arbeitserlaubnis, persönlicher Schutzausrüstung, transportablem Ex-Ox-Meter und Sicherungsposten</li> <li>- Aufnahme von kleineren Mengen ausgetretener Gefahrstoffe mit Bindemitteln unter Beachtung der Arbeitsschutzmaßnahmen;</li> <li>- Störfallbegrenzende Maßnahmen zum Brandschutz im Bereich der Arbeitsbehälter (Werkfeuerwehr, stationäre Brandmelder, Löschanlagen)</li> </ul>
1.1a		Äußere mechanische Beschädigung infolge Fahrzeugverkehr (Oberseite Pastenkassetten)	Siehe 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Während aller Tätigkeiten vor Ort anwesendes Personal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vollständig unter Geländeneiveau / Anfahrfäche angeordnete Umschließung nicht durch Anfahren zu beschädigen</li> <li>- Fahrzeugverkehr nur mit Schrittgeschwindigkeit und Einweisung durch das örtliche Personal</li> <li>- Pastenkassetten vollständig über dem Keller (siehe 1) angeordnet</li> <li>- Teilfläche vor den Pastenkassetten zu den Kassetten hin geneigt und medienbeständig – mit Überwachung der Dichtigkeit - ausgeführt,</li> </ul>
1.1b		Äußere mechanische Beschädigung (Unterseite Pastenkassetten, Pastenförderung)	Siehe 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Siehe 1</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kein Fahrzeugverkehr, Stapler- oder Hubwagentransport, Krantransport im Bereich des Kellers unter den Pastenkassetten (Aufstellbereich Pastenförderungspumpen)</li> <li>- Nur bei Wartungs- / Reparaturarbeiten vereinzelt Handhabung schwerer Lasten unter ständiger Personalanwesenheit; in diesem Fall sind die Anlagenteile außer Betrieb und meist entleert</li> </ul>

Lfd. Nr.	Gefahrenquelle / Störungen	Mögliche Ursachen	Mögliche Folgen	Erkennung	Verhindernde und begrenzende Maßnahmen
1.2		Korrosion; Angriff auf Dichtungsmaterialien	Siehe 1	- Siehe 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Langjährig erprobte und bewährte Werkstoffe (Kassetten Normalstahl, ansonsten durchgehend Edelstahl, Weichstoffdichtungen) für alle Abfälle führenden Teile, auch beständig gegen witterungsbedingte Außenkorrosion</li> <li>- Annahmekriterien der Pastenkassetten (insbesondere bzgl. pH-Wert und korrosiver Einzelkomponenten) schließen stark korrosive Abfälle aus</li> <li>- Regelmäßige Prüfung der Pastenkassetten auf Schäden / korrosive Angriffe incl. verkürzter Prüffristen (2 Jahre) für die durch Korrosion angegriffenen Kassetten</li> <li>- Keine temporären / provisorischen Verbindungen (bspw. Schläuche aus Fremdmaterialien) in diesem Bereich</li> <li>- Ansonsten siehe Maßnahmen zu 1</li> </ul>
1.3		Leckage an Antriebsdurchführungen - KOS-Putzmeister-Pumpen - Spindeldurchführungen an Armaturen	Siehe 1	- Siehe 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pumpe spezieller Bauart ohne Wellendurchführungen nach außen; einzige bewegliche Durchführung durch das Gehäuse der Pumpe für eine taktweise langsam bewegte Umschaltstange (Umschaltung „S-Rohr“) mittels Viton®-Dichtung abgedichtet; den besonderen Belastungen angepasste Wartungsintervalle mit frühzeitigem Austausch</li> <li>- Armaturen betriebsbewährt</li> <li>- Kleinstleckagen werden in Wannen unter potentiellen Leckagestellen zurückgehalten</li> <li>- Ansonsten siehe Maßnahmen zu 1</li> </ul>
1.4		Warmwasserbegleitheizung der Pastenkassetten (im Ausstragsbereich)	Äußere Leckage: Wasserfreisetzung Innere Leckage: Wasserübertritt in die Abfälle führenden Leitungen oder Abfallübertritt in die Wasserleitungen	Regelmäßige Rundgänge; regelmäßige Standkontrolle im Wassernetz	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bewährte Werkstoffe für den Wasserkreislauf</li> <li>- Geschlossener Wasserkreislauf mit entgastem, aufbereitetem Wasser</li> <li>- Warmwasserbegleitheizung als Ganzrohrschlangen auf den massiven Wänden der Pastenkassetten ausgeführt; damit innere Leckage extrem unwahrscheinlich</li> <li>- Druck im Wasserkreislauf (3 bar) über dem hydrostatischen Druck in den Pastenkassetten</li> <li>- In diesem Anlagenbereich kommen keine mit Wassergefährlich reagierenden Abfälle zum Einsatz (siehe auch lfd. Nr. 10)</li> </ul>
2.1	Lösen temporärer Verbindungen		Stofffreisetzung bei Fehlbedienung	- Entfällt	- Anlage vollständig fest verrohrt; keine temporären / provisorischen Verbindungen in diesem Bereich

Lfd. Nr.	Gefahrenquelle / Störungen	Mögliche Ursachen	Mögliche Folgen	Erkennung	Verhindernde und begrenzende Maßnahmen
2.2	Öffnen von Spül- / Entlüftungs- / Entleerungs- / Reinigungsarmaturen etc.		Austritt von Abfällen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ständig anwesendes Personal während des Vorgangs</li> <li>- Ansonsten siehe 1</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alle derartigen Anschlüsse sind mit normalbetrieblich geschlossenen Armaturen versehen <u>und zusätzlich</u> mit Blindflanschen / -kappen gesichert</li> <li>- Anschlüsse werden nur im drucklosen Zustand bei geschlossenen Armaturen hergestellt bzw. wieder rückgebaut, Kontrolle durch örtliche Manometer an Rohrleitungen. Auch nach erfolgter Absperrung von Teilabschnitten ist durch undichte Armaturen ein erneuter Druckaufbau möglich soweit nicht der zu öffnende Abschnitt nach außen entspannt ist</li> <li>- Während des bestimmungsgemäßen Öffnens unter Beachtung der Arbeitsschutzmaßnahmen werden gemäß AA bzw. Freigabe-/ Erlaubnisschein Auffangeinrichtungen bereitgehalten und die festgelegten Sicherheitsmaßnahmen beachtet</li> </ul>
2.3	Öffnen von Probenahmeeinrichtungen		Austritt von Abfällen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ständig anwesendes Personal während des Vorgangs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Keine Probenahmen aus den Förderleitungen; Proben werden ggf. direkt aus den oben offenen Pastenkassetten gezogen</li> </ul>
3	Unzulässiger Füllstand				
3.1	Zu hoch	Erhöhte Stoffzufuhr	Stoffübertritt ins Abluftsystem	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Füllstandsanzeigen LI 311/331 an örtlichem Bedienstand</li> <li>- Redundanter Füllstandsalarm LA (Z) 312 / 332</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Befüllung der Pastenkassetten ausschließlich vor Ort durch Entleeren von Saugwagen, Behältern etc. oder Ausspritzen von Saugwagen im freien Fall</li> <li>- Befüllung jederzeit vor Ort zu unterbrechen</li> <li>- Eindeutig wahrnehmbarer, besonders auffällig gestalteter zweistufiger Füllstandshochalarm LA+A++ 311/331 vor Ort (Stufe 1 so, dass noch ein größtmöglicher Behälter entleert werden kann, Stufe 2 so, dass ein Unterbrechen der Füllung unter Berücksichtigung des Nachlaufs noch möglich ist)</li> <li>- Redundanter Füllstandsalarm mit ausreichendem Abstand zum Hochpunkt der – nach oben geführten – Absaugung der Kassetten</li> </ul> <p><u>Sonderfall:</u> Entleerung der Pumpensümpfe der Keller unter den Pasten- und Feststoffkassetten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Entleerung und Rückführung in die Pastenkassetten nur mit Arbeitsfreigabe und unter ständiger Aufsicht</li> <li>- Mengenstrom klein gegenüber normalbetriebl. Befüllung</li> <li>- Mengen sehr klein gegenüber den Kassettenvolumina</li> </ul>
3.2	Zu tief	Stoffentnahme	Trockenlaufen der Pumpe	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Füllstandsanzeigen LI 310/330 an örtlichem Bedienstand</li> <li>- Förderstrom zur Verbrennung kommt zum Erliegen (dort indirekte Erkennung, siehe 11.2)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Abschaltung der KOS-Putzmeisterpumpen bei Unterschreitung des Minimalfüllstands)</li> <li>- Kolbenpumpe besonderer Bauart Aufgrund sehr geringer Relativgeschwindigkeit (Kolbengeschwindigkeit 0,03 m/s) und nur minimalen Energieeintrags im Falle, dass die Kolben Luft „fördern“ hat Trockenlauf keine sicherheitsrelevanten Folgen (Pumpe als Zündquelle siehe lfd. Nr. 7.2)</li> </ul>

Lfd. Nr.	Gefahrenquelle / Störungen	Mögliche Ursachen	Mögliche Folgen	Erkennung	Verhindernde und begrenzende Maßnahmen
3.3	Standabweichungen zwischen den beiden Kammern der Pastenkassette	Verstopfen des Rechens	Versagen des Rechens	- Siehe 4.1.8	- Siehe 4.1.8
4	Unzulässiger Druck			-	-
4.1	In Pastenkassette			-	-
4.1.1	Unzulässiger Druck in Pastenkassette: Zu Hoch	Fehlerhafte Befüllung mit Medium zu hoher Dichte	Versagen des Behälters	Keine direkte Erkennung möglich	- Die Pastenkassetten sind für den maximal mögliche hydrostatischen Druck eines Mediums der Dichte 1300 kg/m <sup>3</sup> (damit 1,3 fache Wasserdichte) ausgelegt; Abfallgemische höherer Dichte sind nicht zu erwarten
4.1.2	Unzulässiger Druck in Pastenkassette: Zu hoch	Überdrücken bei der Befüllung	Versagen des Behälters	Keine direkte Erkennung möglich	- Die Pastenkassetten sind bestimmungsgemäß teilweise offen zur Atmosphäre, auch bei geschlossenem Deckel ist aufgrund von Randspalten kein Druckaufbau möglich - Befüllung erfolgt ausschließlich mittels Schwerkraft und ohne Pumpeneinsatz - Entatmung in das Abgasnetz
4.1.3	Unzulässiger Druck in Pastenkassette: Zu Hoch	Überdrücken mit Hilfsmedien	Versagen des Behälters	Keine direkte Erkennung möglich	- Keine Hilfsmedienanschlüsse
4.1.4	Unzulässiger Druck im Behälter: Zu hoch	Überdrücken mit Spülwasser	Versagen des Behälters	Keine direkte Erkennung möglich	- Die Pastenkassetten sind bestimmungsgemäß teilweise offen zur Atmosphäre, auch bei geschlossenem Deckel ist aufgrund von Randspalten kein Druckaufbau möglich - Spülung erfolgt nur bei geöffnetem Deckel - Entatmung in das Abgasnetz
4.1.5	Unzulässiger Druck in Pastenkassette: Zu hoch	Gasbildung	Versagen des Behälters	Keine direkte Erkennung möglich	- Siehe Maßnahmen gegen chemische Reaktionen (Ifd. Nr. 10) - Entatmung in das Abgasnetz
4.1.6	Unzulässiger Druck in Pastenkassette: Zu hoch	Temperaturerhöhung / Thermische Expansion	Versagen des Behälters	Keine direkte Erkennung möglich	- Die Pastenkassetten sind bestimmungsgemäß teilweise offen zur Atmosphäre, auch bei geschlossenem Deckel ist aufgrund von Randspalten kein Druckaufbau möglich - Pastenkassetten sind nur geringen witterungsbedingten Temperaturschwankungen ausgesetzt; nur Austragsbereich mit Warmwasser gleichbleibender Temperatur (65 °C, Sicherheitstemperaturbegrenzer) beheizt; eine nennenswerte Temperaturerhöhung gegenüber der Ausgangstemperatur in der Kassette (etwa 25°C) findet nicht statt. - Entatmung in das Abgasnetz

Lfd. Nr.	Gefahrenquelle / Störungen	Mögliche Ursachen	Mögliche Folgen	Erkennung	Verhindernde und begrenzende Maßnahmen
4.1.7	Unzulässiger Druck in Pastenkassette: Zu tief	Flüssigkeitsentnahme, Abkühlung, Absaugung in das Abgasnetz	Versagen des Behälters	Keine direkte Erkennung möglich	- Die Pastenkassetten sind bestimmungsgemäß teilweise offen zur Atmosphäre, auch bei geschlossenem Deckel ist aufgrund von Randspalten kein Unterdruckaufbau möglich - Pastenkassette kann Luft / Abgas aus dem Abgassystem ziehen
4.1.8	Unzulässiger Druck in Pastenkassette: Hydrostatischer Druckunterschied zwischen den Kammern	Verstopfen des Rechens	Versagen des Rechens	Keine direkte Erkennung möglich	- Grobmaschiger (Maschenweite 5 cm) Rechen neigt nicht zu großflächiger Verstopfung - Lockere Hindernisse werden bei sich anbahnendem Standunterschied durch die Durchströmung verfrachtet - Regelmäßige Reinigung (wöchentlich)
4.2	Unzulässiger Druck in der Pastenförderleitung				
4.2.1	Unzulässiger Druck in der Pastenförderleitung Zu hoch	Überdrücken durch das geförderte Medium mittels KOS-Putzmeisterpumpen (siehe auch 5.4)	Versagen der Leitungen	- füllstandsüberwacher Pumpensumpf im Keller - regelmäßige Rundgänge	- Druck auf der Hydraulikantriebsseite der Pumpen – mittels redundanter Druckschalter in MSR-Schutzeinrichtungsqualität oder Maschinenschutzeinrichtung Kat. 3 DIN EN ISO 13849-1, ehemals EN 954-1) - so begrenzt, dass Förderdruck (Vordruck und Druckerhöhung) maximal 15 bar (unter Auslegungsdruck Komponenten) beträgt - Armaturen im Förderweg so verriegelt (Betriebseinrichtung) , dass ein Pumpenbetrieb nur bei freigeschalteter Förderstrecke möglich ist; weitere Armaturen im Förderweg direkt an den Lanzen ebenfalls mit in die Pumpenverriegelung eingebunden; keine normalbetrieblich betätigten Handarmaturen im Förderweg - Auslegung des Rohrleitungssystems auf 16 bar
4.2.2	Unzulässiger Druck in der Pastenförderleitung Zu hoch	Überdrücken mit Hilfsmedium Spülwasser	Versagen der Leitungen	-	- Maximaler Spülwasserdruck (6 bar) liegt unter Auslegungsdruck der Rohrleitungen
4.2.3	Unzulässiger Druck in der Pastenförderleitung Zu hoch	Temperaturerhöhung / Thermische Expansion	Versagen der Leitungen	-	- Rohrleitungen sind durchgehend unbeheizt und im Gebäude oder witterungsgeschützt verlegt - Armaturen im Förderweg so verriegelt , dass keine Rohrleitungsabschnitte eingeblockt werden; keine weiteren Handarmaturen im Förderweg
4.2.4	Unzulässiger Druck in der Pastenförderleitung Zu tief	Pumpenausfall Abkühlung u. a.	Keine	- -	- Leitungen sind vakuumfest (Maßnahmen gegen Rückströmen aus Verbrennung s. Nr. 8; Maßnahmen gegen Störungen im Stofffluss zur Verbrennung s. 11.2)

Lfd. Nr.	Gefahrenquelle / Störungen	Mögliche Ursachen	Mögliche Folgen	Erkennung	Verhindernde und begrenzende Maßnahmen
5	Unzulässige Temperatur				
5.1	Zu hoch	Zu große Heizleistung	Druckanstieg in Leitungen, chemische Reaktionen	- Erkennung durch Temperaturüberwachung	- Pastenkassetten sind weitgehend unbeheizt; nur der Austragsbereich ist mit Warmwasser gleichbleibender Temperatur (65 °C) beheizt; eine nennenswerte Temperaturerhöhung gegenüber der Ausgangstemperatur (etwa 25°C) findet nicht statt. - Begrenzung der Beheizungstemperatur durch Sicherheitstemperaturbegrenzer - Annahmekriterien der Pastenkassetten schließen thermisch sensible Abfälle aus
5.2	Zu hoch	Gefährliche chemische Reaktionen		-	- Siehe Maßnahmen gegen chemische Reaktionen (lfd. Nr. 10); sicherheitsrelevante Temperaturerhöhung nicht zu erwarten
5.3	Zu hoch	Witterungs- oder umgebungsbedingte Aufheizung		-	- Pastenkassetten sind weitgehend unbeheizt; nur der Austragsbereich ist mit Warmwasser gleichbleibender Temperatur (65 °C) beheizt; eine nennenswerte Temperaturerhöhung gegenüber der Ausgangstemperatur (etwa 25°C) findet nicht statt. - Rohrleitungen sind durchgehend im Gebäude oder witterungsgeschützt mit angemessenem Abstand zu heissgehenden Teilen verlegt.
5.4	Zu hoch	Fördern gegen geschlossene Armatur bspw. infolge Versagen der Verriegelung der Armaturen im Förderweg, Fehlbedienung von Handarmaturen, Verstopfen	Unzulässige Erwärmung	-	- Siehe 4.2.1
5.5	Zu tief	Witterungsbedingte Abkühlung / Ausfall der Begleitheizung	Einfrieren, Ausfällen, Verstopfen	-	- Sehr hohe Wärmekapazität der Pastenkassette verlangsamt jede Temperaturänderung; Leitungen in Räumen und im Freien vor abrupter Abkühlung geschützt. - Ansonsten siehe 5.4
6	Bildung gefährlicher Gas- oder Dampf-Luft Gemische				
6.1	Betrieb der Pastenkassette für Lösemittel bei offenem Deckel	Fehlbedienung	Gefährliche / explosionsfähige Atmosphäre im Raum oberhalb der Kassette	- Ex-Messung mit Signalisierung vor Ort	- Öffnen der Kassetten nur bei funktionstüchtigem Abgassystem und wenn kein Gasalarm ansteht.

Lfd. Nr.	Gefahrenquelle / Störungen	Mögliche Ursachen	Mögliche Folgen	Erkennung	Verhindernde und begrenzende Maßnahmen
6.2	Anlieferung von Stoffen ungewöhnlich hohen Dampfdrucks in die Pastenkassette für Lösemittel - Überschreitung des Flammpunkts	Falsche Stoffe, erhitzte Stoffe	Gefährliche / explosionsfähige Atmosphäre im Raum oberhalb der Kassette	- Vor Ort durch Geruch und Dampf-/Nebelbildung	- Durch Vermischung mit den Kassetteninhalt erfolgt eine Abkühlung eventuell erwärmter Stoffe - Auslegung der Pastenkassette für Lösemittel für Zone 0 Ex-RL - Luftführung in der Pastenkassette leitet eventuell freiwerdende Gase und Dämpfe in das Abgassystem für explosionsfähige Abluft (Absaugleistung für eine Kassette ca. 750 m <sup>3</sup> /h, damit Strömungsgeschwindigkeit im teiloffenen Bereich, durch den die Ansaugung von Luft erfolgt, mit 1,5 m/s; Absaugmenge weit größer als Verdunstung auf der gesamten Kassettenoberfläche bei sehr leicht flüchtigen Stoffen (Verdunstung unter 100 g/s entspricht größenordnungsmäßig weniger als 360 m <sup>3</sup> /h)
6.3	Anlieferung von gefährlichen flüchtigen Stoffen in die Pastenkassette für wässrige Abfälle	Stoffverwechslung	Gefährliche / explosionsfähige Atmosphäre im Raum oberhalb der Kassette	- Vor Ort durch Geruch und Dampf-/Nebelbildung	- Eingangskontrolle der Abfälle mit Zuweisung des Entladeortes - Überprüfung des korrekten Entladeortes durch Personal vor Ort vor der Entladung - Auslegung auch der Pastenkassette für wässrige Abfälle für Zone 0 Ex-RL
6.4	Ungenügende Absaugung der Pastenkassette	Ventilatorausfall, Verstopfen der Absaugöffnungen in das Abgassystem	Gefährliche / explosionsfähige Atmosphäre im Raum oberhalb der Kassette	- Mindestdurchflussüberwachung der Abluft aus den Pastenkassetten mit Alarm vor Ort FA-(Z))	- Automatische Umschaltung auf zweiten Ventilator - Absaugöffnungen im hinteren Bereich der Deckel der Pastenkassetten senkrecht nach oben geführt und mit Spritzschutz versehen - Absaugöffnungen könnten nur durch massives Überfüllen – über deren Hochpunkt hinaus – dauerhaft verstopft werden, ansonsten liefern kurzzeitig übertretende Stoffe wieder in die Kassette zurück; dazu siehe 3.1 - Regelmäßige Reinigung der Absaugöffnungen - Unterbrechung der Entladung und Schließen der Deckel bzw. der Anschlüsse der Kassetten bei Ausfall der Absaugung
6.5	Freisetzung von gefährlichen Stoffe in den Bereich oberhalb der Pastenkassetten	Unsauberes Arbeiten Fehlbedienung bei der Befüllung Erhebliche Überfüllung	Explosionsfähige Atmosphäre im im Bereich oberhalb der Pastenkassetten	- Gaswarnanlage an der Rückwand des Bereichs so angeordnet, dass in der Abluftströmung – Naturzug - liegend	- Sämtliche Arbeiten (Befüllung der Kassetten, Reinigung von Fahrzeugen) nur unter ständiger Kontrolle durch verantwortliche Mitarbeiter der GSB - Flächen neben / zwischen den Kassettenöffnungen alle mit Neigung derart ausgeführt, dass Abfälle über die Teilöffnungen der Kassetten in diese laufen; keine Bereiche mit Flüssigkeitsansammlungen - Überwachte Absaugung der Kassetten führt auch zur Minderung der Freisetzung in den Raum, da gerichtete Strömung aufrecht gehalten wird
6.6	Freisetzung gefährlicher Stoffe im Keller unter den Pastenkassetten	Leckage Fehlbedienung	Explosionsfähige Atmosphäre im Keller unter den Pastenkassetten	- Gaswarnanlage im Keller unter den Pastenkassetten	- Maßnahmen gegen Stofffreisetzung s. lfd. Nr. 1/ 2 - Überwachte technische Lüftung des Raumes (Luftwechsel 5 / Stunde) mit optischer Lauf- und akustischer und optischer Ausfallanzeige vor Ort

Lfd. Nr.	Gefahrenquelle / Störungen	Mögliche Ursachen	Mögliche Folgen	Erkennung	Verhindernde und begrenzende Maßnahmen
6.7	Luft Eintritt in das System (Sumpfpumpen mit Druckluftantrieb)	Membranbruch an den Pumpen	Zündung und Explosion	- Ständige Beaufsichtigung bei Betrieb	- Betrieb der Pumpen nur sporadisch und nur unter ständiger Beaufsichtigung - Gepumpt werden normalbetrieblich nur Reinigungswässer
7	Zündung zündfähiger Gemische	Vorhandensein wirksamer Zündquelle		-	-
7.1	Innerhalb des Systems	Heiße Oberflächen generell	Explosion	-	- Elektrische Einrichtungen explosionsgeschützt entsprechend Temperaturklasse T4 (oder besser) – 135°C - ausgeführt - Keine heißen Medien (Dampfanschluss zum Reinigen) im Aufstellungsbereich Erwärmung bewegter Teile infolge Reibung siehe nachstehend 7.2
7.2 a	Innerhalb des Systems	Erhitzung durch Reibung an bewegten Teilen - Pumpen (Umschaltgestängedurchführung)	Explosion	- Keine direkte Erkennung möglich	- Ausschließlich langsamlaufende Teile im Bereich der Pumpe (maximal 0,03 m/s) - Im Bereich der bewegten Teile innerhalb des Systems liegt keine explosionsfähige Atmosphäre vor so lange die Pumpe gefüllt ist / nicht trocken läuft
7.2 b	Innerhalb des Systems	Erhitzung durch Reibung an bewegten Teilen - Pumpen (Trockenlaufen)	Explosion	- Keine direkte Erkennung möglich	- Kolbenpumpe besonderer Bauart : Aufgrund sehr geringer Relativgeschwindigkeit (Kolbengeschwindigkeit 0,03 m/s) und nur minimalen Energieeintrags im Falle, dass die Kolben Luft „fördern“ hat Trockenlauf keine sicherheitsrelevanten Folgen.
7.2 c	Innerhalb des Systems	Erhitzung durch Reibung an bewegten Teilen - Pumpen (Fördern gegen geschlossene Armaturen)	Explosion falls nicht inertisiert	- Keine direkte Erkennung möglich	- Siehe 5.4 bzw. 4.2.1
7.3	Innerhalb des Systems	Statische Elektrizität	Explosion	- Keine direkte Erkennung möglich	- Alle Anlagenteile sind geerdet und an den Potentialausgleich angeschlossen, es werden keine aufladbaren Materialien eingesetzt
7.4	Innerhalb des Systems	Eintrag von Zündquellen : Flammen/ heiße Gase von Drehrohr/ Nachbrennkammer via Abluft oder Flüssigphase	Explosion	- Keine direkte Erkennung möglich	<u>Abluft:</u> - Abluft –Leitung zündquellenfrei (für Zone 0 Ex-RL ausgelegt) und mit drei Sicherheitsmaßnahmen gegen Rückzündung aus Brennkammer geschützt <u>Flüssig:</u> - Pumpen können kein Gas fördern; Leerlaufen der Pastenleitung zur Feuerung hin durch Armaturen im Bereich der Lanzen verhindert



Lfd. Nr.	Gefahrenquelle / Störungen	Mögliche Ursachen	Mögliche Folgen	Erkennung	Verhindernde und begrenzende Maßnahmen
7.5 a	Außerhalb des Systems - Oberseite Pastenkassetten	Allgemein: Elektrische Betriebsmittel, Statische Elektrizität, Heiße Oberflächen, Instandsetzungsarbeiten	Explosion	- Keine direkte Erkennung möglich	- Ausweisung des Innenraums der Kassetten als Zone 0, sodann bis Entleerhöhe Fahrzeuge zzgl. 1,4 Meter entsprechend Zone 1 Ex-RL, darüber Zone 2; dementsprechende Wahl der Betriebsmittel und Ausführung der Anlagen - Arbeiten mit potentiellen Zündgefahren werden nur Erteilung einer schriftlichen Arbeitserlaubnis und mit entsprechenden Sicherheitsmaßnahmen (Überwachung der Atmosphäre, Entleeren von Komponenten etc.) durchgeführt - Entleerung von Fahrzeugen und Gebinden nur nach ordnungsgemäßer Erdung
7.5.b	Außerhalb des Systems - Oberseite Pastenkassetten	Erhitzung / Funken durch Reibung oder Schlag an bewegten Teilen - Bewegung des Deckels	Explosion	- Keine direkte Erkennung möglich	- Deckel wird nur langsam mechanisch bewegt - Bewegung nur bei nicht anstehendem Ex-Alarm in der Kassettenabluft.
7.5.c	Außerhalb des Systems - Unterseite Pastenkassetten (Pastenkeller)	Erhitzung / Funken durch Reibung oder Schlag an bewegten Teilen - Bewegung von Armaturen (relevant wegen der großen Durchmesser und Schließkräfte)	Explosion	- Keine direkte Erkennung möglich	- Nur normal oder langsam schließende Armaturen im Einsatz, die nach aller Erfahrung weder Funken noch relevante Reibungswärme während des Bewegungsvorgangs erzeugen
7.5.e	Außerhalb des Systems - Oberseite Pastenkassetten	Erhitzung / Funken durch Reibung oder Schlag an bewegten Teilen - Krangreifer während des Zugriffs in eine Kasette	Explosion	- Keine direkte Erkennung möglich	- Bewegungsgeschwindigkeit (Heben/Senken/Öffnen/Schließen) des Krans begrenzt auf unter 1 m/s - Lager und Rollen im Bereich des Krangreifers werden, da Anpresskräfte allein aus den Gewichtskräften resultieren, nicht nennenswert erhitzt: erhöhte Anpresskräfte bspw. durch eingeklemmte Gegenstände im Rollenbereich führen zum Stillstand der Kranbewegung, da kein Fremdantrieb vorhanden - Anschlagen des Krangreifers an die Kassettenwand aufgrund natürlicher Verschmutzung und Werkstoffpaarung erfahrungsgemäß nicht funkenreissend
7.5.f	Außerhalb des Systems - Oberseite Pastenkassetten	Erhitzung / Funken durch Reibung oder Schlag an bewegten Teilen - Kranantrieb	Explosion	- Keine direkte Erkennung möglich	- Der elektrische Kranantrieb befindet sich weit oberhalb der Pastenkassetten in einem Bereich, in dem aufgrund - der Absaugung der Kassetten - der natürlichen Bunkerbelüftung keine explosionsfähige Atmosphäre zu erwarten ist; im Bereich des Greifers nur hydraulischer Antrieb - Ausführung des Kranantriebs genügt Zone 2 EX-RL

Lfd. Nr.	Gefahrenquelle / Störungen	Mögliche Ursachen	Mögliche Folgen	Erkennung	Verhindernde und begrenzende Maßnahmen
7.5 g	Außerhalb des Systems - Oberseite Pastenkassetten	Heiße Teile an Fahrzeugen	Explosion	- Keine direkte Erkennung möglich	- Fahrzeugverkehr nur gestattet - für Fahrzeuge, die keine betriebsmäßig heißen und freiliegenden Teile (Katalysator, Auspuff) im hinteren Bereich, welcher ausschließlich in den Bereich der Kassetten rückwärts einfährt aufweisen Anm.: Standard bei „Saugfahrzeugen“ mit Rückseiteentleerung - so lange die Gaswarnanlage im hinteren Bereich der Kassetten (im Abstrom der natürlichen Raumlüftung) keinen Alarm (20 % UEG von Butan) meldet - soweit Kassettenfüllstand ausreichend unter Maximalstand liegt (Mindestabstand Flüssigkeit – Kassettenrand 1 Meter, Standalarm L+ 311/331 –siehe 3.1) - soweit keine Auffälligkeiten anderer Art vorliegen
7.5 h	Außerhalb des Systems - Oberseite Pastenkassetten	Reinigungsarbeiten an Fahrzeugen	Explosion	-	- Reinigung nur unter den Bedingungen nach 7.5 g gestattet - Nutzung angemessener persönlicher Schutzausrüstungen - Ausspritzen nur von geerdeten Behältern / Fahrzeugen mit Drücken unter 500 bar und Flüssen unter 5 l/s (siehe 3.2.12 der Elektrostatik-RL)
7.6	Außerhalb des Systems - Unterseite Pastenkassetten, Keller unter den Kassetten, Pastenförderung	Elektrische Betriebsmittel, Statische Elektrizität, Heiße Oberflächen, Instandsetzungsarbeiten, Heiße Teile an Fahrzeugen	Explosion falls Stofffreisetzung außerhalb des Systems erfolgt	-	- Ausweisung des Kellerbereichs entsprechend Zone 1 Ex-RL, dementsprechende Wahl der Betriebsmittel und Ausführung der Anlagen - Arbeiten mit potentiellen Zündgefahren werden nur Erteilung einer schriftlichen Arbeitserlaubnis und mit entsprechenden Sicherheitsmaßnahmen (Überwachung der Atmosphäre, Entleeren von Komponenten etc.) durchgeführt - Kein Fahrzeugverkehr
8.1	Stoff- und Druckübertrag in/aus anderen Anlage teilen (Flüssigkeitsseitig)			-	- Rückförderung von Stoffen aus den Pumpensämpfen (Keller Pasten- und Feststoffkassetten) nur nach Freigabe und Kontrolle der Unbedenklichkeit

Lfd. Nr.	Gefahrenquelle / Störungen	Mögliche Ursachen	Mögliche Folgen	Erkennung	Verhindernde und begrenzende Maßnahmen
8.2	Stoff- und Druckübertrag in/aus anderen Anlagenteilen (Gasseitig)		Reaktionen zwischen inkompatiblen Stoffen	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verbindung der Kassetten nur über das gemeinsame Abgassystem</li> <li>- <u>Druck:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Maßnahmen gegen unzulässigen Überdruck in den Kassetten siehe 4.1</li> </ul> </li> <li>- <u>Stoff:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ins Abgassystem übertretende Verdrängungsgase werden aufgrund der gerichteten Strömung im System in die Verbrennung gefördert und gelangen nicht in andere Apparate</li> <li>- Aufgrund Stoffkonzentrationen und Mengen verursachen über das Abgassystem in anderer Behälter gelangende Verdrängungsgase keine Gefährdung</li> <li>- Aufschäumen der Kassetten aufgrund der eingebrachten Stoffe und des Fehlens von Rührern etc. nicht zu erwarten</li> <li>- Relevanter (flüssiger) Stoffübertritt ins Abgassystem nur möglich bei Überfüllen der Kassetten, dazu siehe 3.1</li> <li>- Anschlüsse der Kassetten an das Abgassystem derart, dass im Abgassystem eventuell anfallende Kondensate nicht in andere Behälter verschleppt werden</li> </ul> </li> </ul>
8.3	Stoff- und Druckübertrag zwischen den beiden Kammern einer Kassette	Defekter Rechen	Übertritt von Grobstoffen in die Kammern zur Pumpenbeschädigung	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rechen nicht dynamisch-mechanisch belastet</li> <li>- Regelmäßige Kontrolle auf Beschädigungen</li> <li>- Pumpen können Grobstoffe bis mehrere cm Durchmesser fördern</li> <li>- Ggf. Blockade der Pumpe, Abschaltung über Hydraulikdruckbegrenzer</li> </ul>
9.	Rückströmen in die Hilfsmedien			-	-
9.1	Druckluftnetz (Sumpfpumpen)	Membranbruch	Verschleppen von Verunreinigungen	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Als Rückschlagarmatur wirksamer Druckminderer vor dem Abgang zu den Sumpfpumpen.</li> <li>- Druck im Druckluftnetz steht höher als auf der Seite der zu fördernden Medien (diese sind drucklos)</li> </ul>
9.2	Spülwasser oder Spülluft	(Fehlerhafte) Spülvorgänge an druckführenden Teilen	Verschleppen von Verunreinigungen	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rückschlagarmatur in der Spülwasser- und -luftzuleitung zum Kassettenkeller (nur dort unter Druck befindliche Komponenten)</li> <li>- Spülen nur von drucklosen (offenen) Behältern und Rohrleitungsabschnitten</li> </ul>
9.3	Warmwasserheizung	Leckage im Bereich der Heizung	Reaktion mit Wasser, Verschleppung von Verunreinigungen	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Siehe 1.4</li> </ul>

Lfd. Nr.	Gefahrenquelle / Störungen	Mögliche Ursachen	Mögliche Folgen	Erkennung	Verhindernde und begrenzende Maßnahmen
9.4	Hydrauliköl	Leckage	Reaktion mit Hydrauliköl, Verunreinigung des Öls, Verschleppen von Lösemitteln in den Hydraulikkreis	- Standüberwachung im Hydrauliksystem	- Druck im Hydrauliksystem stets höher als in den Abfälle führenden Leitungen, bei Druckabfall fällt entsprechend auch der abfallseitige Druck - Keine direkte Berührung Hydrauliköl – Abfall aufgrund des Antriebssystems der Pumpen - Hydrauliköl gegenüber den üblichen Abfallflüssigkeiten inert
10	Gefährliche chemische Reaktionen		Hinweis: Bei dieser Gefahrenquelle besteht ein praxisrelevantes aber unvermeidliches Restrisiko, welches aus den Unsicherheiten hinsichtlich der Abfalleigenschaften, des nicht beliebig erweiterbaren Analyseumfangs vor und bei der Annahme und der ausschließlich organisatorischen Maßnahmen resultiert.		
10.1	Abweichungen der Ausgangsstoffe	Verunreinigungen der Ausgangsstoffe z.B. mit katalytischer Wirkung, Aktivatorabbau von Inhibitoren (z. B. infolge langer Lagerung), falscher pH-Wert	Überschreiten der Auslegungsparameter und Stofffreisetzung	- Laboranalysen	- Es werden keine Stoffe angenommen, bei denen mit der Gefahr von Polymerisation, Selbstentzündung, Selbstersetzung etc. gerechnet werden muss oder die besondere Lageranforderungen hinsichtlich der Vermeidung gefährlicher Reaktionen haben.
10.2	Vermischung	Vermischen von miteinander reagierenden Stoffen	Überschreiten der Auslegungsparameter und Stofffreisetzung	- Laboranalysen	- Hohe Verdünnung der Stoffe in den Kassetten vermeidet gefährliche Reaktionen - Kassetten nicht druckdicht / offen – damit kein Druckanstieg infolge Reaktion möglich - Eventuell entstehende Gase werden über die Absaugung der Kassetten abgeführt - Den Mitarbeitern stehen persönliche Schutzausrüstungen, insbesondere Atemschutzmasken, für den Fall der Freisetzung von Gasen zur Verfügung
10.3	Vermischung	Rückstände aus vorheriger Nutzung	Überschreiten der Auslegungsparameter und Stofffreisetzung	-	- Entfällt, da kontinuierlicher Betrieb der Kassetten, ansonsten siehe 10.2
11.1	Störungen im Stofffluss - Befüllung	Fehlbedienung	Überfüllen oder Unterfüllen der Kassette	- Siehe 3.1 bzw. 3.2	- <u>Zu Schnell / zu viel</u> : Alarmpunkte der Füllstandsmessungen so gewählt, dass auch bei hohem Förderstrom eine rechtzeitige Unterbrechung der Befüllung erfolgen kann; ansonsten siehe 3.1 - <u>Zu wenig / zu langsam</u> : siehe 3.2 Nicht relevant, betriebliches Problem

Lfd. Nr.	Gefahrenquelle / Störungen	Mögliche Ursachen	Mögliche Folgen	Erkennung	Verhindernde und begrenzende Maßnahmen
11.2	Störungen im Stofffluss - von der Kassette zur Verbrennung	Falsche Fördergeschwindigkeit Pumpenausfall Armaturenfehlschaltung Kassette leer Leckage in Förderleitung Verstopfen	Ausfall Förderung in die Verbrennung Abweichende Verbrennungsparameter und ggf. erhöhte Emissionen	- Abweichungen der Stoffzufuhr zum Drehrohr bzw. zur Nachbrennkammer kann anhand abweichender Verbrennungsparameter vom Anlagenfahrer erkannt werden	<u>Zu schnell / zu viel oder zu wenig / zu langsam:</u> - Abweichende Dosiergeschwindigkeit/-mengen führen zu Abweichungen der Verbrennungsparameter sowie ggf. erhöhten Emissionen ; sicherheitsrelevante Abweichungen führen zur Störabschaltung der Verbrennung über Schutzeinrichtungen in diesem Bereich - Siehe auch 5.4 bzw. 7.2 c (Temperaturerhöhung durch Fördern gegen geschlossene Armatur)
11.3	Störungen im Stofffluss - Abgasabsaugung	Ausfall Abgasventilator Verstopfen von Leitungen oder Leitungseinbauten	Erhöhte Emissionen	- Ausfall der gesamten Ex-Absaugung wird zentral in der Messwarte alarmiert - Durchflussmessungen im Bereich der Abluftabsaugung mit Alarmierung vor Ort – siehe 6.4 - Saugwirkung an den einzelnen Absaugstellen wird regelmäßig überprüft	<u>Zu schnell / zu viel:</u> - Nicht relevant, da Zuluftöffnungen größer als Absaugöffnungen <u>Zu wenig / zu langsam:</u> - Automatische Umschaltung auf zweiten Ventilator - Siehe 6.4
11.4	Störungen im Stofffluss - Raumabsaugung im Keller unter den Pastenkassetten	Ausfall Raumlüftventilator, Verstopfung, Armaturenfehlschaltung, Änderung der Strömungsverhältnisse im Gesamtsystem	Erhöhte Schadstoffbelastung im Raum	- (Elektrischer) Ausfall der Absaugung wird vor Ort alarmiert - Gaswarnanlage im Arbeitsbehälterraum	- Zugang <u>in den</u> Keller unter den Pastenkassetten nur mit Arbeitserlaubnis (enger Raum Unterflur, technisch belüftet) oder nur für eingewiesenes Fachpersonal, mit Kontrolle der Lüftung, Ex-Ox-Meter und Sicherungsposten - Armaturen vor Ort einjustiert und gegen Verstellen gesichert - Regelmäßige wiederkehrende Prüfung incl. Wiederholungsmessung der Abluftmengen der Lüftungsanlage, notwendigenfalls mit Demontage und Reinigung von Rohrleitungsabschnitten
12.	Ausfall Energie/ Hilfsmedien				
12.1.		Elektrische Energie (Pumpen, Ventilatoren)	Ausfall Pumpen und Ventilatoren	- Laufmeldungen	- Siehe „Störungen im Stofffluss“, lfd. Nr. 11
12.2		Warmwasserbegleitheizung	Abkühlung, ggf. Einfrieren / Erstarren		- Siehe „Temperatur zu tief“, lfd. Nr. 5.6
12.3		Spülwasser	Unterbrechung von Spülvorgängen	- Vor Ort bei den entsprechenden Tätigkeiten	- Keine sicherheitsrelevanten Folgen, Spülvorgang muss unterbrochen werden (siehe auch lfd. Nr. 9.2)

Lfd. Nr.	Gefahrenquelle / Störungen	Mögliche Ursachen	Mögliche Folgen	Erkennung	Verhindernde und begrenzende Maßnahmen
12.4	Ausfall MSR-Einrichtungen	Druckluft	Unterbrechung der Sumpfentleerung	- Vor Ort bei den entsprechenden Tätigkeiten	- Keine sicherheitsrelevanten Folgen, Spülvorgang muss unterbrochen werden (siehe auch lfd. Nr. 9.1)
12.5		Hydraulik (Pumpen, Deckelantriebe)	Ausfall Pumpen und eckelantriebe	- Störungsmeldung der Hydraulikantriebe - Pumpen: siehe 12.1	- siehe 12.1
13		Instrumenten- und Steuerluft oder Stromausfall	Kein Steuerung der Anlage mehr	- Zentrale Überwachung, Ausfallanzeige in der Messwarte	- Gesicherte Druckluftversorgung durch redundante Druckluftkompressoren - Batteriegepufferte Notstromversorgung für sicherheitsrelevante MSR-Einrichtungen - Fernbetätigbare Armaturen sind nach Fail safe Prinzip ausgeführt - Regelmäßige Wartung und Prüfung
Nachfolgend werden nur sicherheitsrelevante MSR-Einrichtungen betrachtet; deren Bezeichnung wurde entsprechend angepasst („Z“ anstelle „S“);					
13.1	Überfüllsicherung Pastenkassetten LA+ (Z) 310 und 330	Verschmutzen	Überfüllen und Stoffaustritt in den Aufstellungsbe- reich	-	- - Ausführung der Messung PZ als MSR-Schutzeinrichtung Im Sinne der VDI 2180 - Regelmäßige wiederkehrende Prüfung der MSR-Schutzeinrichtungen
13.2	Druckbegrenzung Hydraulik		Versagen der Lei- tungen	-	- Ausführung der Messung PZ als MSR-Schutzeinrichtung im Sinne der VDI 2180 (bzw als gleichwertige Maschinenschutzeinrichtung) - Regelmäßige wiederkehrende Prüfung der MSR-Schutzeinrichtungen
13.4	Durchflussüber- wachung Kasset- tenabluft FA-(Z) F202		Mangelhafter Durchfluss, Aus- bildung explosi- onsfähiger Atmo- sphäre	-	- Ausführung der Messung GZ als MSR-Schutzeinrichtung im Sinne der VDI 2180 - Regelmäßige wiederkehrende Prüfung der MSR-Schutzeinrichtungen