



Technische Dokumentation

Förderthema

"Mobile MAG-Trocknungsanlage"

Grimma, 20.01.1995


.....
Projektleiter


.....
Verfahrenstechnik


.....
MTA

Verteiler: Herr Vetterlein
Herr Seeber
Herr Apitz
EA-U 2x
EP-M



4 Inhaltsverzeichnis

- 1 Titelblatt
- 2 Bestätigungsblatt
- 3 Qualitätszertifikat (f. innerbetriebliche Vorlage nicht erforderlich)
- 4 Inhaltsverzeichnis
- 5 Aufgabenstellung
- 6 Technische Erläuterungen
 - 6.1 Allgemeine Hinweise
 - 6.2 Technologische Beschreibung
 - 6.3 Beschreibung der Hauptausrüstungen
 - 6.4 Anlagenbeschreibung
 - 6.5 Erläuterungen zu Verkehrs- und Transporteinrichtungen
 - 6.6 Hinweise zur Instandhaltungsgerechten Projektierung
 - 6.7 Hinweise zur Montage und Inbetriebnahme
 - 6.8 Automatisierungskonzeption
 - 6.8.1 Allgemeine Erläuterungen
 - 6.8.2 Meßtechnik
- 7 Brand- und Explosionsschutz
- 8 Ausrüstungslisten
 - 8.1 Ausrüstungsliste MTA
 - 8.2 MSR-Stellenliste
- 9 Erforderliche Genehmigungen, Zustimmungen, Gutachten
- 10 Zeichnungsverzeichnis
- 11 Anlage: Sicherheitskonzept

5 Aufgabenstellung

- Erarbeitung der technischen Dokumentation für eine mobile Klärschlamm-trocknungsanlage in Containerbauweise.

Geplante Leistung der Trocknungsanlage: Wasserverdampfungsleistung 100 kg/h

Einsatzprodukt: Kommunaler und industrieller Klärschlamm

Einsatzort: Kläranlagen, Entsorgungsunternehmen

Energieträger: Flüssiggas (Propan, Butan), Erdgas

- Realisierung der Container-Trocknungsanlage als MAG-Referenzanlage zur Aufstellung auf dem Gelände der MAG oder einer Entsorgungsfirma, die das Recht besitzt, Klärschlämme zu erfassen und zu entsorgen.
- Gewinnung praktischer Einsatzerfahrungen mit der vorgeschlagenen Technologie, den eingesetzten Ausrüstungen sowie dem Sicherheitskonzept (insbesondere für die Gestaltung des Brüdenkreislaufes und der Schlamm-pelletierung).
- Ermittlung von Auslegungsparametern für Kunden
- Unterstützung der Akquisition
- Erarbeitung von Planungsunterlagen
- Erarbeitung von Standardangeboten

6 Technische Erläuterungen

6.1 Allgemeine Hinweise

Gemäß Aufgabenstellung ist die Trocknungsanlage für die Trocknung von kommunalem und industriellem Klärschlamm vorgesehen. Die Schlammtrocknung mit dieser Anlage ist als Dienstleistung für die Kläranlagenbetreiber vorwiegend in den neuen Bundesländern gedacht.

Die Klärschlamm-trocknung erfolgt in einem Trommeltrockner, wobei der Wärmeeintrag zur Verdampfung des im Klärschlamm gebundenen Wassers durch einen im Kreislauf geführten überhitzten Dampfstrom erfolgt.

Der Auslegung der Anlage liegt eine theoretische Maximallast von 100 kg/h Wasserverdampfungsleistung zugrunde.

Da für eine Trocknungstechnologie mit überhitztem Brüdenkreislauf bei Einsatz eines Trommeltrockners keine Erfahrungen vorliegen, ergibt sich erst während des Betriebes der Anlage die tatsächlich zu erreichende Wasserverdampfungsleistung bei den verschiedenen Lastfällen.

Die Anlage wird so konzipiert, daß sie erweiterbar und auf andere Trocknungstechnologien umrüstbar ist.

Als Heizmedium wird Flüssiggas vorgesehen, um unabhängig von den örtlichen Bedingungen und Möglichkeiten der Energieversorgung die Anlage betreiben zu können. Die Flüssiggasanlage wird gemietet, um die Flexibilität für Sommer-/Winterbetrieb zu erhalten und die Transportwege zum Einsatzort zu minimieren.

Zur Gewährleistung einer leichten Umsetzbarkeit wurde der Einbau der technologischen Ausrüstungen in Container gewählt.

Zur Erarbeitung dieser Dokumentation wurden die für die technologischen Ausrüstungen eingegangenen Angebote zugrunde gelegt.

6.2 Technologische Beschreibung

Der übernommene Klärschlamm wird im Dickschlammsilo Pos. 01.01 zwischengepuffert. Das Dickschlammsilo fungiert gleichzeitig als Einlauftrichter für die Exzentrerschneckenpumpe Pos. 01.02. Im Silo sind 2 gegenläufige Paddelwellen integriert, um eine Brückenbildung des Schlammes zu verhindern.

Über die dem Dickschlammsilo zugehörige Austragsschnecke wird der Schlamm der Exzentrerschneckenpumpe Pos. 01.02 zugeführt, von wo aus die Förderung in den Mischer Pos. 02.01 erfolgt. Die Menge wird über die mit dem Schlamm eingetragene Feuchte reguliert.

Gleichzeitig wird dem Mischer Trockenprodukt aus dem Trockengutsilo Pos. 03.02 über den biegsamen Schneckenförderer Pos. 03.03 zugeführt. Die zugeführte Menge wird über den Feuchtegehalt des aus dem Mischer austretenden Produktstromes bestimmt.

Durch Zumischen von getrocknetem Klärschlamm wird der TS-Gehalt auf 55 - 65 % eingestellt. Gleichzeitig erfolgt eine Granulierung des Produktes, wobei die Hauptfraktion im Bereich von 2 - 8 mm liegt.

Das granuliert Produkt wird über den Schneckenförderer Pos. 02.02 und eine Zellradschleuse dem Trommeltrockner Pos. 02.03 zugeführt. In diesem wird das Produkt auf einen TS-Gehalt von 80 - 95 % entwässert. Als Wärmeträger zur Feuchtigkeitsaufnahme und damit zur Trocknung des Produktstromes dient überhitzter Brüdenndampf, der im Kreislauf geführt wird.

Der Brüdenndampf wird im Wärmeübertrager Pos. 02.07 mit Hilfe von Rauchgas auf 200 - 300 °C überhitzt. Im Trommeltrockner kühlt er sich durch die Wasseraufnahme auf eine Austrittstemperatur von ca. 120 °C ab.

Der Brüden wird im Staubfilter Pos. 02.05 von den mitgerissenen Staubpartikeln gereinigt und durch das Gebläse Pos. 02.06 dem Trockner Pos. 02.03 wieder zugeführt.

Die aufgenommene Wassermenge aus dem Produktstrom wird als Teilstrom aus dem Brüdenkreislauf abgezogen und dem Mischkondensator Pos. 04.01 zugeführt.

Das getrocknete Produkt wird über eine Zellradschleuse in den Schneckenförderer Pos. 02.09 aus dem Trockner Pos. 02.03 ausgetragen. Hier erfolgt die Zuführung zum Vibrationswendelförderer Pos. 02.04. Ebenso wird dieser mit dem im Filter Pos. 02.05 aus der Entstaubung des Brüdenkreislaufes anfallenden Feinstaub über eine Zellradschleuse und den Schneckenförderer Pos. 02.08 beschickt.

Im Wendelförderer Pos. 02.04 wird der Produktstrom gleichzeitig auf ca. 50 °C gekühlt. Über den Schneckenförderer Pos. 02.10 gelangt der gekühlte Trockenproduktstrom in das Sieb Pos. 03.01, welches direkt auf dem Trockengutsilo Pos. 03.02 montiert ist. Im Sieb Pos. 03.01 erfolgt die Aufteilung des Produktstromes bei 2 mm in eine Ober- und Feinkornfraktion.

Der Feinkornauslauf wird direkt in das Trockengutsilo Pos. 03.02 geführt.

Vom Trockengutsilo wird die im Mischer Pos. 02.01 benötigte Trockengutmenge, die zum Einstellen der geforderten TS-Konzentration vor dem Trockner und zum Aufbau der geforderten Kornfraktion notwendig ist, über den biegsamen Schneckenförderer Pos. 03.03 zur Verfügung gestellt.

Die Oberkornfraktion wird vom Sieb aus direkt in einen Lagerbehälter außerhalb der Anlage geführt. Es besteht gleichzeitig die Möglichkeit, einen Teil der Oberkornfraktion in das Trockengutsilo zu leiten, wenn nicht genügend Feinkorn zur Granulierung zur Verfügung steht.

Der aus dem über den Trockner Pos. 02.03 geführten Brüdenkreislauf abgezogene Teilstrom wird zur Kondensation in den Mischkondensator Pos. 04.01 gegeben. Der Kondensatkreislauf wird über die Kondensatpumpe Pos. 04.03 und den Luftkühler Pos. 04.02 geführt. Zur Kondensation wird das im Luftkühler Pos. 04.02 gekühlte Brüdenkondensat genutzt. Die auszukreisende Kondensatmenge wird über ein zweites Kühlregister im Luftkühler Pos. 04.02 geführt, um auch im Sommerbetrieb eine maximal mögliche Kühlung zu ermöglichen. Die Ausschleusung erfolgt über die Füllstandsregelung des Mischkondensators Pos. 04.01.

Das im Mischkondensator anfallende Inertgas wird in die Wärmeerzeugungsanlage Pos. 05.01 zur Verbrennung gegeben.

Die in der Trocknungsanlage benötigte Wärmemenge wird in der Wärmeerzeugungsanlage Pos. 05.01 erzeugt, wobei diese aus Brenner und Brennkammer besteht. Als Heizmedium dient hauptsächlich Flüssiggas, wobei aber ein Mehrstoffbrenner eingesetzt wird, um auch für andere Energieträger die Flexibilität zu erhalten. Das Flüssiggas wird außerhalb der Containeranlage im Behälter Pos. 05.03 gelagert.

Direkt an die Brennkammer angeschlossen ist der Wärmeübertrager Pos. 02.07 zur Überhitzung der Kreislaufbrüden.

Die Temperaturführung der Rauchgase wird über die Menge der Verbrennungsluft gesteuert, um die Temperaturbelastung des Wärmeübertragers Pos. 02.07 in Grenzen zu halten sowie die Rauchgase direkt in den Abgasschornstein zu geben.

Die Lagersilos Pos. 01.01, 03.02, das Sieb Pos. 03.01 einschließlich der zugehörigen Förderstrecken für das Trockenprodukt sowie der Mischer Pos. 02.01 sind an ein Aspirationsluftsystem angeschlossen. Die Aspirationsluft wird im Staubfilter Pos. 06.01 entstaubt und durch das Gebläse Pos. 06.02 zur Wärmeerzeugungsanlage Pos. 05.01 zur Verbrennung gefördert.

Zur Inertisierung der Förderstrecken und des Lagersilos für das Trockenprodukt wird Stickstoff eingesetzt. Dieser wird in der benötigten Menge in einem Stickstoffgenerator erzeugt.

Die Problematik Ex- und Brandschutz ist in der Sicherheitskonzeption ausgearbeitet.

6.3 Beschreibung der Hauptausrüstungen

- Dickschlammsilo/Exzentrerschneckenpumpe Pos. 01.01/01.02

Das Dickschlammsilo und die Exzentrerschneckenpumpe zur Förderung des Dickschlammes werden als eine integrierte Einheit aufgestellt.

Der Einlauftrichter der Pumpe wird in dem Maße vergrößert, daß er gleichzeitig als Dickschlammsilo fungiert.

Im Silo ist ein Brückenbrecher integriert, bestehend aus zwei gegenläufigen Paddelwellen mit außenliegender Wellenabdichtung und Lagerung. Der Brückenbrecherantrieb ist an der Pumpe angebaut.

- Mischer Pos. 02.01

Zum Einsatz kommt ein Eirich-Intensivmischer vom Typ R, da dadurch wahrscheinlich die besten Voraussetzungen gegeben sind, um gleichzeitig den Effekt des Mischens und Granulierens zu erreichen.

Der Mischer arbeitet kontinuierlich, wobei die Beschickung von oben erfolgt und die Entleerung über einen Bodenauslauf realisiert wird.

Der Mischer besteht aus einem geneigten, sich drehenden Mischgutbehälter, wodurch das Mischgut in den Bereich eines exzentrisch angeordneten, schnell rotierenden Mischwerkzeuges gefördert wird. Dadurch ist eine optimale Homogenisierung des Mischgutes bei kürzesten Mischzeiten gegeben.

Durch einen stationären Materialumlenker wird der Mischstrom geteilt, gewendet und gleichzeitig ein Anbacken an der Behälterwand verhindert.

Zur besseren Reinigung und Wartung des Behälters können die Werkzeuge ausgefahren werden.

- Trommeltrockner Pos. 02.03

Zum Einsatz kommt ein einzügiger Trommeltrockner. Am Einlauf der Trommel ist eine Eintragsspirale angeordnet, über die der granulierten Produktstrom aufgegeben wird. Die restliche Trommellänge ist mit Rieseleinbauten bestückt, die eine gleichmäßige, schleierartige Verteilung des Trocknungsgutes über den Trommelquerschnitt bewirken und gleichzeitig für die Förderung sorgen.

Am unteren Teil des Austragsgehäuses befindet sich der Austrag für das getrocknete Gut, am oberen Teil wird der Brüden aus dem Trockner geführt. Der Kreislaufbrüden wird im Gleichstrom mit dem zu trocknenden Gut durch den Trommeltrockner geführt.

Die Trommel läuft auf 2 Laufringen, die auf jeweils 2 Stützrollen mit zugehörigem Rahmen gelagert sind.

Der Trommelantrieb erfolgt über eine Antriebskette.

- Vibrationswendelförderer Pos. 02.04

Der Vibrationswendelförderer dient der Kühlung und Förderung des aus dem Trommeltrockner austretenden Trockengutstromes. Er besteht aus dem schwingungssteifen Wendelturm, der aus durchgehend angeschweißten Wendelböden besteht. Diese sind als Doppelböden zur Aufnahme des Kühlwassers ausgeführt.

Der Schwingungsantrieb erfolgt über zwei wartungsfreie Drehstrom-Vibrationsmotoren, die untenliegend angeordnet sind. Diese sind in der Unwucht verstellbar.

Der Wendelturm ist auf 4 hochelastischen Schraubenfedern gelagert. Zugehörig ist ein elektronisches Bremsgerät, das zur Vermeidung von übergroßen Schwingungsbewegungen und zum schnellen Abbremsen der Vibrationsmotoren dient.

- Sieb/Trockengutsilo/Schneckenförderer Pos. 03.01/03.02/03.03

Sieb, Trockengutsilo und biegsamer Schneckenförderer bilden eine integrierte Einheit. Das Sieb ist als Vibrations-Rundsiebmaschine ausgeführt und direkt auf dem Trockengutsilo montiert. Durch den Einsatz hoher, weicher Druckfedern zwischen dem Untergestell und dem schwingenden Teil der Siebmaschine werden nur geringfügige Schwingungen übertragen.

Die Produktausläufe für Ober- und Feinkorn können wahlweise angeordnet werden, wobei der Feinkornanteil mittig in das Trockengutsilo geführt wird.

Die Siebmaschine ist als 1-Deckanlage für die Siebung in 2 Fraktionen (Grenzkorn 2 mm) ausgelegt. Der Antrieb erfolgt über Spezial-Vibrationsmotoren.

Am bzw. im Trockengutsilo sind Vibrationsaustragshilfen einschließlich Vibrationsmotor befestigt, um eine Brückenbildung bei schwer fließenden Produkten zu verhindern.

Direkt an das Trockengutsilo angeflanscht ist ein biegsamer Schneckenförderer, bestehend aus einem Kunststoffschlauch aus PE und einer flexiblen Transportschnecke aus Federstahl. Der Antrieb erfolgt über einen Drehstrom-Flanschmotor, die Steuerung über Frequenzumrichter.

Das Förderprinzip beruht auf der Aufwirbelung und nachfolgenden Verdrängung des Trockengutes, wozu eine bestimmte Mindestdrehzahl der Förderschnecke benötigt wird.

- Wärmeerzeugungsanlage/Wärmeübertrager Pos. 05.01/02.07

Der Wärmeübertrager dient der Überhitzung der Kreislaufbrüden für den Trommeltrockner. Zur Aufheizung wird das in der Wärmeerzeugungsanlage anfallende Rauchgas genutzt. Diese besteht aus einer Brennkammer und zugehöriger Brenneranlage. Die Brennkammer ist als Stahlblechkonstruktion in eckiger Bauweise mit einer feuerfesten Auskleidung ausgeführt. Zum Einsatz kommt ein Flächenbrenner als Mehrstoffbrenner für Flüssig- und Erdgas als Betriebsstoffe.

Zur Gaszuführung gehört eine geprüfte Gassicherheitsstrecke mit Gasfilter, Gasdruckregelgerät, Gasdruckwächter und Dichtheitskontrollgerät.

Über den Brenner werden die Inertgase aus der Brüdenkondensation und die Aspirationsluft mit verbrannt.

Direkt an die Brennkammer angeflanscht ist der Wärmeübertrager, der als Kreuzgegenstromwärmeübertrager ausgeführt ist.

Der Materialeinsatz des Wärmeübertragers wird entsprechend den vorliegenden Rauchgastemperaturen in den Materialqualitäten abgestuft.

6.4 Anlagenbeschreibung

- Räumliche Anordnung

Nach dem gewählten Aufstellungskonzept sind die technologischen Ausrüstungen in 3 Stück 12-m-Containern angeordnet.

Die Container I und II bilden das untere Geschoß der Anlage. Der Container III ist auf I angeordnet und bildet mit dem Dach von II das Obergeschoß. Das Obergeschoß ist über eine Außentreppe begehbar. Seitlich von der Containergruppe ist der Flüssiggasbehälter unter Beachtung des Schutzbereiches angeordnet.

Im Container I ist der Fahrstand für die Trocknungsanlage vorgesehen.

- Hinweise zum Bau

Für die Aufstellung der Container ist eine Fundamentplatte erforderlich.

Für die Containerfahrzeuge, Hebezeug und sonstigen Transport ist die Fläche um die Anlage entsprechend zu befestigen.

Zur Abführung von Regen-, Spül- und Abwasser (Brüdenkondensat), Zu- und Abführung von Kühlwasser sind die erforderlichen Einläufe bzw. Anschlußpunkte bauseitig zu erbringen.

Zur Aufstellung des Flüssiggasbehälters wird eine Fundamentplatte benötigt. Diese kann auch vom Flüssiggasbetrieb mit dem Gastank angeliefert werden.

Wenn die Trocknungsanlage nicht in einem abgeschlossenen Betriebsgelände aufgestellt wird, ist diese einschließlich Flüssiggastank mit einem Zaun ca. 1,5 m hoch zu schützen.

- Werkstoffauswahl, Korrosionsschutz

Der Werkstoffeinsatz erfolgt entsprechend den in der Anlage vorliegenden Betriebsbedingungen und den mit den Herstellern der Einzelausrüstungen vereinbarten Ausführung.

Ausrüstungen kommen nur mit komplettem Korrosionsschutz zum Einsatz. Korrosionsschutzleistungen vor Ort sind vorwiegend Ausbesserungsarbeiten bei Montage oder nach Ortswechsel der Anlage.

Rohrleitungen aus CrNi-Stahl werden nicht gestrichen.

- Dämmung, Beheizung

In der Trocknungsanlage sind mehrere Ausrüstungen und Rohrleitungen mit Wärmedämmung zu versehen. Als Dämmstoff kommt Mineralwolle zum Einsatz. Die Dämmung ist erforderlich gegen Wärmeverlust sowie als Berührungsschutz bei Oberflächentemperaturen > 60 °C im Bedienbereich.

Zur Vermeidung von Auskondensierung ist der Staubfilter Pos. 02.05 unter der Dämmung mit einer elektrischen Beheizung zu versehen.

Inwieweit Schalldämmung erforderlich ist, ist noch zu prüfen.

- Dämmung gegen Wärmeverlust

Pos. 02.05/06.01 Staubfilter (mit elektrischer Beheizung)

Pos. 02.07 Wärmeübertrager

Pos. 02.06 Gebläse

Pos. 02.02 Schneckenförderer

Rohrleitung für Brüdenkreislauf

Rohrleitung für Brüden zum Mischkondensator Pos. 04.01

Rauchgasleitung von Brennkammer Pos. 05.01 zum Wärmeübertrager Pos. 02.07

- Berührungsschutz

Pos. 02.08 Schneckenförderer

Pos. 02.09 Schneckenförderer

Pos. 04.01 Mischkondensator

Rohrleitung für Brüdenkondensat vom Mischkondensator Pos. 04.01 zur Kondensatpumpe Pos. 04.03 und weiter zum Luftkühler Pos. 04.02

Rauchgasleitung vom Wärmeübertrager Pos. 02.07 zum Schornstein

Raumheizung: Es wird auf eine Elektroheizung orientiert.
Folgende Mindesttemperaturen sind zu gewährleisten:

Fahrstand: 20 °C

Maschinenräume: 5 °C

- Gebäude-, Säure-, Blitzschutz, Kanalisation

Die Container sind so auszuführen, daß die statischen und dynamischen Belastungen beim Betreiben der Anlage und beim Transport keine Schäden hervorrufen. Das Anbringen von Halterungen für Rohrleitungen, Kabel, Beleuchtung usw. sowie Durchbrüche in Fußböden, Decken und Wänden ist zu berücksichtigen.

Im Fußboden müssen die erforderlichen Anschlußpunkte für die Verankerung der Ausrüstungen vorhanden sein. Erforderlich ist eine feuchtigkeitsbeständige, leicht zu reinigende Ausführung.

Säureschutz ist nicht erforderlich.

Die Container sind an eine Erdungsanlage anzuschließen.

In der Anlage anfallendes Abwasser wird an definierten Übergabestellen nach außen abgeleitet und in die Kläranlage zurückgeführt, je nach den örtlichen Gegebenheiten durch Schlauchleitungen oder Kanalisation.

- Entlüftungs- und Entleerungssysteme

Für die technologischen Ausrüstungen ist ein Entlüftungssystem mit Zwangsentlüftung durch ein Gebläse (1x Reserve) vorgesehen, an welches die jeweiligen Ausrüstungen angeschlossen sind. Zur Staubabscheidung dient ein Filter.

Die Abluft wird in der Wärmeerzeugungsanlage verbrannt und mit den Rauchgasen durch den Schornstein ins Freie geleitet.

Eine Raumlüftung für die Container wird vorgesehen (stündlicher Luftwechsel ≥ 2 -fach).

Die Anlage wird so konzipiert, daß eine völlige Entleerung möglich ist. Die dazu erforderlichen Übergabestellen sind entsprechend auszubilden. Gleichzeitig dient ein System von Anschlüssen der nachfolgenden Reinigung der Aggregate mit Wasser, Dampf bzw. Reinigungslösungen.

- Havarieschaltungen

Die Anlage ist mit der für einen wirtschaftlichen und sicheren Betrieb erforderlichen Technik zu versehen.

Zur Inertisierung von Ausrüstungen ist eine Stickstoffversorgungsanlage vorgesehen. Damit ist es möglich, im Falle eines Brandes die Pos. 02.09, 03.01, 03.02 automatisch so mit Stickstoff zu versorgen, daß ein Brand innerhalb dieser Ausrüstungen erstickt wird. Weiterhin ist für Pos. 02.01, 02.08, 02.10, 03.01, 03.03 eine von Hand einstellbare Stickstoffeinspeisung vorgesehen (s. auch Pkt. 7).

Für die E-Verbraucher der Trocknungsanlage ist für den Havariefall eine Not-Aus-Schaltung vorzusehen.

6.5 Erläuterungen zu Verkehrs- und Transporteinrichtungen

- Transport der Trocknungsanlage

Der Transport der Anlage in der geplanten Ausführung ist in 5 Einheiten vorgesehen:

1. - 3. Einheit: Container I, II, III
4. Einheit: Luftkühler, Oberteil des Wendelförderers, Schornstein, N₂-Flaschen, Treppenaufgang, sonstige Anbauten und Verbindungsteile wie Schläuche, Kabel
5. Einheit: Flüssiggasbehälter
Behälter und, falls erforderlich, die dafür notwendige Fundamentplatte werden vom Anbieter für Flüssiggas bereitgestellt und transportiert

Inwieweit es erforderlich ist, eine weitere Einheit mit sanitären Einrichtungen der Anlage zuzuordnen, hängt vom jeweiligen Einsatzort ab und wäre für den konkreten Fall zu prüfen.

Für den Auf- und Abbau ist ein Hebezeug erforderlich.

Es ist Straßentransport mittels Containerfahrzeug für die 1. - 3. Einheit sowie ein LKW für die 4. Einheit vorgesehen.

- Produkttransport in der Trocknungsanlage

Hierfür sind je nach Beschaffenheit des Klärschlammes geeignete Ausrüstungen vorgesehen (siehe Ausrüstungsliste).

Die Anlieferung des Dickschlammes sowie die Abnahme des Trockengutes sind nicht Bestandteil dieser Dokumentation. Im Bedarfsfall können beide Ausrüstungen beigelegt werden.

Eine Rohrleitung DN 125 PN 16 zum Befüllen des Dickschlammesilos sowie eine Austrittsleitung für Trockengut DN 120 sind vorgesehen.

Der Transport des Dickschlammes innerhalb der Anlage erfolgt über Rohrleitungen. Der getrocknete Schlamm wird über Schneckenförderer bzw. Vibrationswendelförderer geführt.

Weitere, in der Trocknungsanlage vorkommende Medien wie Brüdenndampf, Brüdenkondensat, Flüssiggas, Kühlwasser, Abluft, Rauchgase werden in Rohrleitungen oder Blechkanälen transportiert.

6.6 Hinweise zur instandhaltungsgerechten Projektierung

Die Ausrüstungen sind so anzuordnen und die Container so auszuführen, daß Montage-, Wartungs- und Reparaturarbeiten ordnungsgemäß erfolgen können. Ausbaumaße sind zu beachten, die Container mit den erforderlichen Türen und Montageöffnungen zu versehen.

Die Rohrleitungsverbindungen zwischen den Containern erfolgen über flexible Leitungen.

Für jeden Container ist ein durchgehender Montageträger zum Einhängen eines Hebezeuges vorzusehen ($P = 0,5 \text{ t}$).

Die Schnittstellen an Rohrleitungen, Kabeln, eventuell auch an Ausrüstungen sind so anzuordnen und auszuführen, daß der Abbau und Wiederaufbau der Containeranlage durch lösbare Verbindungen möglich ist und Beschädigungen vermieden werden.

Äußere Anbauten an den Containern sind so auszuführen, daß eine leichte Demontierbarkeit gegeben ist und das Transportmaß beim Umsetzen nicht überschritten wird. Es sind Halterungen vorzusehen, in denen beim Transport die demontierten Ausrüstungen, z. B. Oberteil vom Wendelförderer, Schneckenförderer, sicher gehalten werden, wenn möglich in den Containern oder auch für den Transport auf einem LKW.

Für eine sinnvolle Kennzeichnung von Ausrüstungen, Rohrleitungen, Armaturen, EMSR-Ausrüstungen ist zu sorgen.

Zur Berücksichtigung bei der konstruktiven Bearbeitung und Fertigung sind dem Containerhersteller die erforderlichen Anschlußpunkte und Lasten für die Maschinenbefestigung, Halterung von Rohrleitungen und Kabel sowie andere Bauteile anzugeben, ebenso Durchbrüche in Decke, Wand und Fußboden der Container.

Der Verschluß eingebrachter Durchbrüche ist mit dem Hersteller abzustimmen, wie auch die Befestigung kleinerer noch nicht definierter Installationsteile an der Innenverkleidung.

Zur Kontrolle, Reinigung und Entleerung von Rohrleitungen und Ausrüstungen sind entsprechende Möglichkeiten vorzusehen.

Für den Einbau von Meßgeräten zur Versuchsdurchführung sind die erforderlichen Anschlüsse an Rohrleitungen und Ausrüstungen vorzusehen. Diese werden im normalen Trocknungsbetrieb wieder verschlossen.

6.7 Hinweise zur Montage und Inbetriebnahme

Die Anlieferung und Aufstellung der Container zur Montagedurchführung sollte im Betriebsgelände MAG oder in dessen Nähe erfolgen. Dazu sind die erforderlichen Genehmigungen einzuholen.

Bei Anlieferung ist ein Kran zu stellen.

Bei der Standortwahl sind die für die Durchführung der Montage, der Funktionsprobe und eines eventuellen Probetriebes erforderlichen Bedingungen zu beachten, z. B.:

- geeignete Aufstellfläche für Container und Flüssiggasbehälter mit Zu- und Abfahrmöglichkeit für Transportfahrzeuge und Kran
- Ausreichend Platz für Baustelleneinrichtung, Lagerraum oder Platz dafür
- Absicherung der Baustelle
- E-Anschluß, Wasseranschluß, Entwässerung, Erdung.

Für die Funktionsprobe und Probetrieb sind die erforderlichen Protokolle und Vorschriften zu erarbeiten. Erforderliche Abnahmeprüfungen und Freigaben zur Inbetriebnahme sind zu veranlassen.

6.8 Automatisierungskonzeption

6.8.1 Allgemeine Erläuterungen

Allgemein basiert der EMSR-Teil der Anlage auf folgender Konzeption:

Für die Bedien- und Beobachtungsebene wird ein aus drei Schränken (B x T x H: 800 x 800 x 2000) konzipierter örtlicher Fahrstand vorgesehen. Dieser Fahrstand beinhaltet in Funktionseinheit das Gefäßsystem zur Aufnahme der

- Bedien- und Beobachtungsebene
 - * aktives Fließbild mit schaltbaren E-Abnehmern "HAND-EIN, AUS, AUTOMATIK", Zustandsanzeige
 - * Text-Display zur Einblendung von Bedienungs- und Alarmmeldungen (festgelegte Textzeilen)
 - * Anwahldisplay für Meßwerte (seriell)
 - * Bedienterminal SPS
 - * freies Tastenfeld
- Speicher-Programmierbare-Steuerung (SPS)
- Registriertechnik
- Gerätegerüste und Klemmleisten
- EMSR-Schaltanlage für die E-Antriebe und die Beleuchtung (vgl. Konzeption für Fahrstand lt. Skizze)

6.8.2 Meßtechnik

Gemäß den spezifischen Anforderungen der entsprechenden Meßstelle kommen folgende Meßverfahren zum Einsatz:

Temperaturmessung	fern	Widerstandsthermometer PT 100
	örtlich	Gasdruckthermometer
Druckmessung	fern	Druckmeßumformer
	örtlich	Manometer
Durchflußmesser	fern	Flügelradzähler, induktive Durchflußmesser
	örtlich	Rotameter
Füllstandsmessung	fern	Ultraschallmeßaufnehmer
	örtlich	Magnetklappenanzeiger, Füllstandselektroden
Analysentechnik		
Feuchte	fern	berührungsloses Meßverfahren in Kombination mit zyklischen Laboruntersuchungen
%-Gehalt im Schlamm und Mischgut		
Gaswarntechnik		
%-Gehalt an CO, CH ₄ , O ₂	fern	Konzentrations-Grenzwertsensoren

7 Brand- und Explosionsschutz

Hierzu wurde das

"Sicherheitskonzept zum Schutz der Versuchsanlage zur Klärschlamm-trocknung vor Brand- und Explosion" vom 17.01.1995 erarbeitet und als Anlage beigefügt.



Lfd.Nr.	Benennung	Stück	Gewicht					
			Einzel t	Gesamt t				
1	2	3	4	5				
01	Pos. 01.01 Dickschlammsilo Werkstoff: Auf. Pos. 01.02 montiert	V = 1 m ³ 1.4541 1						
02	Pos. 01.02 Exzentrerschneckenpumpe mit Rührpaddel und Zuführschnecke Fördermenge: Förderdruck: Antriebsleistung: Werkstoff:	0,1 ... 2,0 m ³ /h 12 bar 7,5 kW / 2,2 kW GG 25 / C-Stahl 1						
03	Pos. 02.01 Mischer (oder Granulierteller) Inhalt: Durchsatz: Antriebsleistung: Werkstoff:	75 l 400 l/h 7 kW C-Stahl 1						
04	Pos. 02.02 Schneckenförderer Fördermenge: Länge: Antriebsleistung: Werkstoff:	100 ... 550 kg/h ca. 2500 mm 1,5 kW C-Stahl 1						
05	Pos. 02.03 Trommeltrockner einzügig Wasserverdampfungs- leistung: Durchsatz: Heizung: Antriebsleistung: Werkstoff:	100 kg/h 100 ... 550 kg/h Brüdenkreislauf 200 ... 300 °C 7,5 kW C-Stahl 1						
Rev./Datum	0 -	1 -	2 -	3 -	4 -	5 -	6 -	7 -
Erstellt								
Geprüft								



Lfd.Nr.	Benennung	Stück	Gewicht					
			Einzel t	Gesamt t				
1	2	3	4	5				
06	Pos. 02.04 Vibrationswendelförderer mit Wasserkühlung Fördermenge: ca. 120 kg/h Trockengut Höhendifferenz: ca. 4,0 m Kühlwedel: 15 Stück Antriebsleistung: 2 x 1,2 kW Werkstoff: 1.4541	1						
07	Pos. 02.05 Staubfilter Brühdendurchsatz: 3450 m ³ /h Druckverlust: 25 mbar zul. Betr. Temp.: 150 °C Filterfläche: 27 m ² Werkstoff: Gehäuse 1.4571 Filtermaterial: Aramid-Nadelfilz	1						
08	Pos. 02.06 Gebläse Medium: Brühdendampf Förderstrom: 3600 m ³ /h ΔP = 80 mbar zul. Betr. Temp.: 120 °C Antriebsleistung: 2,2 KW Werkstoff:	1						
09	Pos. 02.07 Wärmeübertrager Medium: Rauchgas/ Brühdendampf Austauschfläche: 22 m ² Eintritt Rauchgas: 850 °C Austritt Rauchgas: 200 °C Eintritt Brühdendampf: 120 °C Austritt Brühdendampf: 200 ... 300 °C Werkstoff: warmfester Stahl	1						
Rev./Datum	0 -	1 -	2 -	3 -	4 -	5 -	6 -	7 -
Erstellt								
Geprüft								



Lfd.Nr.	Benennung	Stück	Gewicht					
			Einzel t	Gesamt t				
1	2	3	4	5				
10	Pos. 02.08 Schneckenförderer Fördermenge: 100 kg/h Länge: ca.2000 mm Antriebsleistung: 1,0 kW Werkstoff: C-Stahl	1						
11	Pos. 02.09 Schneckenförderer Fördermenge: 450 kg/h Länge: ca. 2000 mm Antriebsleistung: 1,5 kW Werkstoff: C-Stahl	1						
12	Pos.02.10 Schneckenförderer Fördermenge: 550 kg/h Länge: ca. 1600 mm Antriebsleistung: 1,5 kW Werkstoff: C-Stahl	1						
13	Pos. 03.01 Sieb Siebgut: getrockneter Klärschlamm Maschenweite: 2,03 mm Antriebsleistung: 0,48 kW Werkstoff: St 37 auf Pos. 03.02 angeordnet	1						
14	Pos. 03.02 Trockengutsilo Volumen: ca. 0,5 m ³ mit Vibrations- motor Antriebsleistung: 95 W Werkstoff: C-Stahl	1						
Rev./Datum	0 -	1 -	2 -	3 -	4 -	5 -	6 -	7 -
Erstellt								
Geprüft								



Mobile MAG - Trocknungsanlage
Ausrüstungsliste

Lfd.Nr.	Benennung	Stück	Gewicht	
			Einzel t	Gesamt t
1	2	3	4	5

15 Pos. 03.03

Schneckenförderer (biegsam) 1
 Fördermenge: 0,05 ... 0,5 m³/h
 Länge: ca.4500 mm
 Antriebsleistung: 1,5 kW
 Werkstoff: C-Stahl / PE
 Unter Pos. 03.02 angeordnet

16 Pos. 04.01

Mischkondensator 1
 Durchmesser: 273 mm
 Länge: ~ 2000 mm
 Werkstoff: 1.4571

17 Pos. 04.02

Luftkühler mit 2 getrennten Registern 1

Register Nr. 1
 Kühlung Brüdenkondensatkreislauf
 Wärmeleistung: max. 70 kW

Register Nr. 2
 Kühlung Brüdenkondensat
 Wärmeleistung: max. 7,5 kW
 Kondensateintritt: 95 °C
 Kondensataustritt: 40 °C
 Antriebsleistung: 1,6 kW
 Werkstoff: 1.4571/RSt 37.2

18 Pos. 04.03

Kondensatpumpe 1
 Medium: Brüdenkondensat

Fördermenge: 2 ... 3 m³/h
 Förderhöhe: 65 ... 52 m
 Antriebsleistung: 2,2 kW
 Wellenabdichtung: einfachw. GRD
 Werkstoff: GG

Rev./Datum	0 -	1 -	2 -	3 -	4 -	5 -	6 -	7 -
Erstellt								
Geprüft								



Lfd.Nr.	Benennung	Stück	Gewicht					
			Einzel t	Gesamt t				
1	2	3	4	5				
19	<p>Pos. 05.01</p> <p>Wärmeerzeugungsanlage bestehend aus Brennkammer Gasbrenner, vollautomatisch modulierend arbeitend Typ WG 20 N/1-A,Z Wärmeleistung: 100 kW Antriebsleistung des Gebläses 0,1 kW</p>							
20	<p>Pos. 05.02</p> <p>Gasversorgungsanlage komplett bestehend aus Flüssiggasbehälter Fassungsvermögen: 2,1 t komplett mit Regel- und Sicherheitsarmaturen für oberirdische Aufstellung</p>	1						
21	<p>Pos. 06.01</p> <p>Staubfilter Abluftstrom: ca. 25 m³/h Druckverlust: 15 mbar zul. Betr.-Temp.: 70 °C Filterfläche: 1 m² Werkstoff: Gehäuse Edelstahl Filtermaterial: Polyestervlies</p>	1						
22	<p>Pos. 06.02 / 1+2</p> <p>Gebläse Medium: Abluft Förderstrom: ca. 50m³/h ΔP: 40 mbar Betr. Temp. 30 °C Antriebsleistung: 0,06 kW Werkstoff:</p>	2						
Rev./Datum	0 -	1 -	2 -	3 -	4 -	5 -	6 -	7 -
Erstellt								
Geprüft								



Mobile MAG - Trocknungsanlage
Ausrüstungsliste

Lfd.Nr.	Benennung	Stück	Gewicht	
			Einzel t	Gesamt t
1	2	3	4	5
23	<p>Pos. 06.03</p> <p>N₂ - Inertierungsanlage bestehend aus Flaschenbatterie (2x2 Flaschen) automatische Umschaltung Signalkasten für Druckwächter Druckregler mit Durchflußmesser</p>	1		
24	<p>Pos. ohne</p> <p>Container Abmessung: 12 192 x 2438 x 2591 (LxBxH)</p> <p>Ausstattung:</p> <p>Dämmung Heizung (elektrisch) Lüftung Beleuchtung Fahrstand im Container I E-Verteilung Treppe, Podest Türen Haspelfahrwerk, Handhebezeug</p>	3		
25	<p>Pos. ohne</p> <p>Abgasschornstein</p>	1		

Rev./Datum	0 -	1 -	2 -	3 -	4 -	5 -	6 -	7 -
Erstellt								
Geprüft								



MASCHINEN-
UND ANLAGENBAU
GRIMMA GmbH

Objekt: " Klärschlamm-trocknung mit Knet-trockner "

Projekt Phase : - REFERENZ - Anfrage / - Angebot

EMSR - Bearbeiter: Reiche
Telef.: (03437) 97 2144
Datum: 04.01.1995

MSR - STELLENLISTE

lfd. Nr.	MSR - Stelle Bez.	Pos. Nr. (MTA)	ANZAHL	Spezifikation Meß- bzw Stellort	Bemerkung	Meßbereich (Stellbereich) (Einsatzbedingung)	Anzeige	Frequ.	Aufschaltung PLS			Bemerkungen zu Meßaufnehmer bzw. Stellorgan	MTA - Abgrenzung (BEMERKUNG)		
									analog inp.	Pt out.	digital 100 inp. out.				
1	2	3	4	5	6	8	9		10	11	12	13	14	16 17	18
1.0		02.03	****	TROCKNER	****										
1.1	TIRCA	02.03	1	Temp. Ltg. v. 02.07 n. 02.03	DN350	0 - 400 grdC (Brüden)	1	1	1	1				Pt 100 mit Schutzrohr, Mat. 1.4571, Länge 300 mit Meßumformer und - ört.- Anzeige II	Schutzrohr 1/2" Außengewinde
1.1.1	Pos. offen III														
1.1.2	PIR	02.03	1	Druck Ltg. v. 02.07 n. 02.01	DN350	0 - 400 grdC (Brüden)	1	1	1					Druckmeßumformer mit Druckmittler zur Temp.entkopplung	Flanschschluß DN
1.1.3	FIR	02.03	1	Durchfl. Ltg. v. 02.07 n. 02.01	DN350	0 - 400 grdC (Brüden)	1	1	1					Wirtdruckgeber - Meßblende	gefianschte Meßblende
1.1.4	QISA	02.03	1	O2-Gehalt in %	DN350	in Vol % (max. 400 °C)				1				Quadra beam (??)	Flanschschluß DN
1.1.5	Pos. offen III														
1.1.6	Pos. offen III														
1.1.7	TIRCA	02.03	1	Druck Ltg. v. 02.03 n. 02.05	DN350	0 - 150 grdC (Brüden)	1	1	1					Pt 100 mit Schutzrohr, Mat. 1.4571, Länge 300 mit Meßumformer und - ört.- Anzeige II	Schutzrohr 1/2" Außengewinde
1.1.8	TIR	02.03	1	Druck Ltg. v. 02.03 n. 02.05	DN350	0 - 150 grdC (Brüden)	1	1	1					Pt 100 mit Schutzrohr, Mat. 1.4571, Länge 300 mit Meßumformer und - ört.- Anzeige II	Schutzrohr 1/2" Außengewinde
1.1.9	Pos. offen III														
1.1.10	PdSA	02.05	1	Diff.Druck über 02.05	DN350 ..	0 - 150 grdC (Brüden)					2			Diffdruckschalter 2 x Gw	2 x Flanschschluß DN vor und nach 02.05
1.1.11	PIR	02.06	1	Druck Ltg. v. 02.05 n. 02.06	DN300	0 - 120 grdC (Brüden)	1	1	1					Druckmeßumformer mit Druckmittler zur Temp.entkopplung	Flanschschluß DN
1.1.12	MIR	02.06	1	Fauchte H2O-Gehalt in %	DN300	0 - 120 grdC (Brüden)	1	1	1					Quadra beam (??)	Flanschschluß DN
1.1.13	Pos. offen III														
1.1.14	Klappe	02.06	1	Auskreisung Brüdenrücklauf	DN 80	0 - 120 grdC (Brüden)				1				Stellvent. mit elt. Antrieb, 2 x Endlagenschit.	Flanschschluß DN (80)
1.1.15	Klappe	02.06	1	Auskreisung Brüdenrücklauf	DN 350	0 - 120 grdC (Brüden)				1				Stellvent. mit elt. Antrieb, 2 x Endlagenschit.	Flanschschluß DN (80)
1.1.16	Pos. offen III														
1.1.17	PIR	02.07	1	Druck Ltg. v. 02.07 n. 04.01 (02.06)	DN300	0 - 120 grdC (Brüden)	1	1	1					Druckmeßumformer mit Druckmittler zur Temp.entkopplung	Flanschschluß DN

MSR - STELLENLISTE

Ifd. Nr.	MSR - Stelle Bez. Ifd. Nr.	Pos. Nr.: (MTA)	Spezifikation Meß- bzw. Stellort Standort	Bemerkung	Meßbereich (Stellbereich) (Einsatzbedingung)	Anzeige Art	Anzahl	Aufschaltung PLS			Bemerkungen zu Meßaufnehmer bzw. Stellorgan	MTA - Abgrenzung (BEMERKUNG)					
								analog Inp. / out.	Pt 100 Inp. / out.	digital							
1	2	3	5	6	8	9		10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1.1.18	FIR	02.07	Durchfl. Ltg. v. 02.07 n. 04.01 (02.06)	DN300	0 - 120 grdC (Brüden)		1		1				Wirldruckgeber - Meßblende			gefänschte Meßblende	
1.1.19	MIR	02.07	Feuchte H2O-Gehalt in % von 05.01 nach 02.07	DN300	0 - 120 grdC (Brüden)		1		1				Quadrat beam (?)			Flanschanschluß DN	
1.1.20	FIR	02.07	Durchsatz Rauchgas von 05.01 nach 02.07	DN300	0 - 120 grdC (Brüden)		1		1				Wirldruckgeber - Meßblende			gefänschte Meßblende	
1.1.21	TIRCA	02.07	Temperatur Rauchgas von 05.01 nach 02.07	DN300	0 - 150 grdC (Brüden)		1	1	1				Pt 100 mit Schutzrohr, Mat. 1.4571, Länge 300 mit Meßumformer und - örtl.- Anzeige II			Schutzrohr 1/2" Außengewinde	
1.1.22	TIRA	02.07	Temperatur Rauchgas von 02.07 zum Schornstein	DN300	0 - 150 grdC (Brüden)		1	1	1				Pt 100 mit Schutzrohr, Mat. 1.4571, Länge 300 mit Meßumformer und - örtl.- Anzeige II			Schutzrohr 1/2" Außengewinde	
1.1.23	Pos. offen III																
1.1.24	FIR	05.02	Rückführung Rauchgas von 02.07 ü. 05.02 n. 05.01	DN	0 - 120 grdC (Brüden)				1				Wirldruckgeber - Meßblende			gefänschte Meßblende	
1.1.25	Klappe	05.02	Rückführung Rauchgas von 02.07 ü. 05.02 n. 05.01	DN	0 - 120 grdC (Brüden)				1	2			Stellvent. mit elt. Antrieb, 2 x Endlagenschit. Pt 100 mit Schutzrohr, Mat. 1.4571, Länge 300 mit Meßumformer und - örtl.- Anzeige II			Flanschanschluß DN (80) Schutzrohr 1/2" Außengewinde	
1.1.26	TIR	05.01	Temperatur Rauchgas von 02.07 am Eintritt 05.01	DN ...	0 - 120 grdC (Brüden)		1	1	1								
1.1.27	Pos. offen III																
2.0		05.01	**** TROCKNER	****													
2.1	FIOR	05.01	Verbrauchszählung Flüssiggas	DN	0 - 40 grdC				1				Gaszähler			Flanschanschluß	
2.2	FIR	05.01	Verbrauchsmessung Luft für Brenner	DN 150	0 - 40 grdC			1	1				Wirldruckgeber - Meßblende			gefänschte Meßblende	
2.3	TI	05.01	Temperatur der Luft für Brenner	DN 150	0 - 40 grdC				1				örtl. Gasdruckthermometer			Flanschanschluß DN	
2.4	FIOR	05.01	Verbrauchszählung Kühlwasser	DN 25	0 - 40 grdC				1				Wasserzähler (Turbinenradzähler)			Flanschanschluß	
2.5	TIR	05.01	Temperatur Kühlwasser	DN 25	0 - 40 grdC			1	1				Pt 100 mit Schutzrohr, Mat. 1.4571, Länge 300 mit Meßumformer und - örtl.- Anzeige II			Schutzrohr 1/2" Außengewinde	
2.6	Pos. offen III																
2.7	Pos. offen III																
3.0		01.01	**** SILO für Dickschlamm	****													
3.1	QISA	01.01	1 CH4 - Gehalt in %	DN ...	in Vol % (max. 400°C)							1	1 Auer - Elektrode			Flanschanschluß DN	
3.1.1	QISA(MV)	04.01	1 Absaugtng. v. 01.01 n. 06.01	DN 25	Magnetventil								1 Magnetventil			Flanschanschluß DN	

MSR - STELLENLISTE

lfd. Nr.	MSR - Stelle Bez.	Pos. Nr.: (MTA)	Spezifikation Meß- bzw. Stellort	Bemerkung	Meßbereich (Steilbereich) (Einsatzbedingung)	Anzeige	Regel.	Aufschaltung PLS analog inp. out.	Pt digital inp. out.	Bemerkungen zu Meßaufnehmer bzw. Stellorgan	MTA - Abgrenzung (BEMERKUNG)					
1	2	3	5	6	8	9		10	11	12	13	14	15	16	17	18
3.2	LISA	01.01	1 Dickschlamm silo	DN ..	Füllstand			1		2			Ultraschall - Füllstandmessung			Flanschanschluß DN
3.3	PSA	01.02	1 hinter Pumpe 01.02	DN 125	0 - 40 grdC			2		2			Druckschalter			1 x Flanschanschluß DN
3.4	MIRA	01.02	1 FEUCHTE-Gehalt in %	DN125	in Vol % (max. ... °C)		1	1		1			Quadra beam (??)			Flanschanschluß DN
3.5	Pos. offen III															
4.0		02.01	**** Mischer	****												
4.1	MIRA	02.01	1 FEUCHTE-Gehalt in %	DN125	in Vol % (max. ... °C)		1	1		1			Quadra beam (??)			Flanschanschluß DN
5.0		04.01	**** Brüdenkreislauf	****												
5.1	TIR	04.01	1 Temp. Ltg. v. 02.07 n. 04.01	DN 80	0 - 120 grdC (Brüden)		1	1					Pt 100 mit Schutzrohr, Mat. 1.4571, Länge 300 mit Meßumformer und -örtl.-Anzeige II			Schutzrohr 1/2" Außengewinde
5.2	FIR	04.01	1 Ltg. v. 02.07 n. 04.01	DN 80	0 - 120 grdC (Brüden)		1	1					Wirkdruckgeber - Meßblende			gefänschte Meßblende ... ??? 1 x Flanschanschluß DN ??
5.3	PI	04.01	1 Druck Ltg. v. 02.07 n. 04.01	DN 80	0 - 120 grdC (Brüden)								Manometer			
5.4	Pos. offen III															
5.5	TIR	04.01	1 Temp. Ltg. v. 04.01 n. 06.02	DN 25	90 grdC (Brüden)		1	1					Pt 100 mit Schutzrohr, Mat. 1.4571, Länge 300 mit Meßumformer und -örtl.-Anzeige II			Schutzrohr 1/2" Außengewinde
5.6	FIR	04.01	1 Ltg. v. 04.01 n. 06.02	DN 25	90 grdC (Brüden)		1	1					Wirkdruckgeber - Meßblende (???)			gefänschte Meßblende ... ???
5.7	MIRA	04.01	1 v. 04.01 n. 06.02	DN 25	in Vol % (max. ... °C)		1	1		1			Quadra beam (??)			Flanschanschluß DN
5.8	PIC	04.01	1 Druck Ltg. v. 04.01 n. 06.01	DN 25	90 grdC (Brüden)		1	1					Druckmeßumformer mit Druckmittler zur Temp.entkopplung			Flanschanschluß DN
5.9	LICE	04.01	1 Behälter	DN ..	Füllstand			1		2			Magnetklappenanzeiger			2 x Flanschanschluß DN
5.9.1	LICE(MV)	04.01	1 Ltg. v. 04.03 n. 04.02	DN 25	Magnetventil					1			Magnetventil			Flanschanschluß DN
5.10	PIZA	04.03	1 hinter Pumpe 04.03	DN 32	95 grdC					2			Manometer m. 2 x GW			1 x Flanschanschluß DN
5.11	TIR	04.03	1 Temp. Ltg. v. 04.03 n. 04.02	DN 32	95 grdC		1	1					Pt 100 mit Schutzrohr, Mat. 1.4571, Länge 300 mit Meßumformer und -örtl.-Anzeige II			Schutzrohr 1/2" Außengewinde
5.12	FIR	04.03	1 Temp. Ltg. v. 04.03 n. 04.02	DN 32	40 grdC		1	1					Wirkdruckgeber - Meßblende (???)			gefänschte Meßblende ... ???
5.13	TI	04.03	1 Temp. Ltg. v. 04.03 n. 04.02	DN 32	40 grdC								Thermometer			gefänschte Meßblende ... ???
5.14	TIRCA	04.02	1 Temp. Ltg. v. 04.03 n. 04.02	DN 32	40 grdC		1	1					Pt 100 mit Schutzrohr, Mat. 1.4571, Länge 300 mit Fühlerkopftransmitter ohne örtl. Anzeige			Schutzrohr 1/2" Außengewinde

MSR - STELLENLISTE

Ifd. Nr.	MSR - Stebe Bez. Ifd. Nr.	Pos. Nr.: (MTA)	Spezifikation Meß- bzw Stellort Siedl 04.01.1995	Bemerkung	Meßbereich (Stellbereich) (Einsatzbedingung)	Anzeige druck	Regel.	Aufschaltung PLS				Bemerkungen zu Meßaufnehmer bzw. Stebjorgen	MTA - Abgrenzung (BEMERKUNG)			
								analog inp.	analog out.	Pt 100 inp.	digital out.					
1	2	3	5	6	8	9		10	11	12	13	14	15	16	17	18
5.15	TIRCA	04.02	Temp. Ltg. v. 04.02 n. Abfluß Brüdenkondensat	DN ...	..... grdC		1	1								Schutzrohr 1/2" Außengewinde
5.16	Pos. offen III															
5.17	Pos. offen III															
5.18	TI	04.02	Temp. Ltg. z. Abfluß Brüdenkondensat	DN 20	..... grdC	1										gefianschte Meßblende ... ???
5.19	FOIR	04.02	1 Ltg. z. Abfluß Brüdenkondensat	DN 20	..... grdC	1				1						Flanschanschluß
5.20	Pos. offen III															
6.0		06.01	**** Filter	****												
6.1	PdSA	06.01	1 Diff. Druck über 06.01	DN25/80	20 grdC						2					2 x Flanschanschluß DN vor und nach 02.05
6.2	FIR	06.01	1 Durchfl. Ltg. v. 04.03n. 04.02	DN 80	70 grdC		1	1								gefianschte Meßblende ... ???
6.3	PI	1+2	1 Druck Ltg. v. 02.07 n. 04.01	DN 80	70 grdC	1										1 x Flanschanschluß DN ??
7.0		02.04	**** Trockengutförderer	****												
7.1	TIRCA	02.04	1 Temp. Ltg. v. 02.04 n. 03.01	DN ..	..... grdC		1	1								Schutzrohr 1/2" Außengewinde
7.1.1	TIRCA(MV)	02.04	1 Temp. Ltg. v. 02.04 n. 03.01	DN 25	Magnetventil						1					Flanschanschluß DN
7.2	TIRCA	02.04	Temp. Kühlwasserzultung n. 02.04	DN 25	..... grdC		1	1								Schutzrohr 1/2" Außengewinde
7.2.1	TIRCA(MV) ???	02.04	Temp. Kühlwasserzultung n. 02.04	DN 25	Magnetventil						1					Flanschanschluß DN
7.3	TIR	02.04	1 n. 02.04 Kühlwasserzultung	DN 25	95 grdC		1	1	1	1						Schutzrohr 1/2" Außengewinde
7.4	FIR	02.04	1 n. 02.04 Kühlwasserzultung	DN 25	20 grdC		1	1								gefianschte Meßblende ... ???
7.5	TIR	02.04	1 Temp. Ltng. 02.04 n. 03.01	DN ...	..... grdC		1	1								Schutzrohr 1/2" Außengewinde
7.6	MIR	02.04	1 Feuchtegehalt Trockenprodukt Ltng. 02.04 n. 03.01	DN ...	..... grdC		1	1								Flanschanschluß DN
7.7	QISA	03.01	1 O2 - Gehalt in %	DN ...	in Vol % (max. °C)						1					Flanschanschluß DN
7.7.1	QISA(MV)	03.01	1 Stickstoffzultung. n. 03.01	DN 25	Magnetventil							1				Flanschanschluß DN

MSR - STELLENLISTE

lfd. Nr.	MSR - Stelle Bez.	lfd. Nr.	Pos. Nr.: (MTA)	Spezifikation Meß- bzw Stellort	Bemerkung	Meßbereich (Stellbereich) (Einsatzbedingung)	Anzeige	Reght.	Aufschaltung PLS analog Inp. out.	Pt digital Inp. out.	Bemerkungen zu Meßaufnehmer bzw. Stellorgan	MTA - Abgrenzung (BEMERKUNG)					
1	2	3	4	03.02.1995	6	8	9		10	11	12	13	14	15	16	17	18
7.8	QISA	03.02	1	CO - Gehalt in %	DN ...	in Vol % (max. °C)					1	Auer - Elektrode					Flanschschiuß DN
7.8.1	QISA(MV)	03.02	1	Stickstoffzultng. n. 03.02	DN 25	Magnetventil					1	Magnetventil					Flanschschiuß DN
7.9	TI	03.02	1	Temp. Trockproduktsilo 03.02	DN ...	.... grdC	1					Thermometer					gefianschte Meßblende ... ???
7.10	LISA	03.02	1	Trockproduktsilo 03.02	DN ..	Füllstand			1	2		Ultraschall - Füllstandmessung					Flanschschiuß DN
7.11	Pos. offen III																
7.12	Pos. offen III																
7.13	Pos. offen III																
7.14	Pos. offen III																

quantitativer Menge spez. MSR - Stellen

Stand lt. Datum Ausdruck
05.01.1995

Schätzung weiterer hinzukommender Signale aus dem EMSR Teil der Anlage	
ANZAHL anlg inp.	37
ANZAHL anlg out.	4
ANZAHL Pt 100	0
ANZAHL dig inp.	33
ANZAHL dig outp.	17
Anzeige örtl. REGISTRIERUNG	37
	37

E/A - Sig. INSGESAMT

42
9
5
43
27

9 Erforderliche Genehmigungen, Zustimmungen, Gutachten

Die konzipierte mobile Klärschlamm-trocknungsanlage fällt nicht unter die Bestimmungen der Genehmigungsverfahren nach BImSch, WHG und Gewerbeordnung.

Für das Errichten der Anlage auf dem Betriebsgelände der MAG GmbH ist ein Baugenehmigungsverfahren nach § 64 der Sächsischen Bauordnung durchzuführen. Dazu ist ein Bauantrag an das Landratsamt bzw. das Stadtbauamt der Stadt Grimma zu stellen.

Für das Betreiben der Anlage zu Versuchszwecken auf dem eigenen Betriebsgelände sind die entsprechenden innerbetrieblichen Genehmigungen einzuholen.

Die WAB Leipzig GmbH ist über das Einleiten von Brüdenkondensat zu informieren. Die Nachweispflicht über die Einhaltung der Einleitbedingungen in das Abwassernetz lt. Vertrag vom 18.11.1993 zwischen MAG GmbH und WAB Leipzig GmbH obliegt der MAG GmbH.

Desgleichen muß für die Entsorgung des getrockneten Klärschlammes der Nachweis für die Kontaminationsfreiheit erbracht werden.

Vor Inbetriebnahme ist die EMSR-Anlage vom TÜV abzunehmen.

Bei Umsetzung der Anlage zum jeweiligen Einsatzort ist die beauftragende Kommune bzw. der Betreiber für die Einholung der entsprechenden Genehmigungen zuständig.

10 Zeichnungsverzeichnis

Verfahrensfließbild	1A 8208(2) VF 001
Aufstellungsentwurf	1A 8208(2) ASP 001
R- und I-Schema	1A 8208(1) RIF 001
Konzeption des Fahrstandes	1A 8208(3) ANM 001

Anlage

zur Technischen Dokumentation
"Mobile MAG-Trocknungsanlage"

Sicherheitskonzept

zum

**Schutz der mobilen MAG-Trocknungsanlage
vor Brand und Explosion**

für die Vorlage beim

**TÜV Umwelttechnik GmbH
AB Sicherheit und Störfallvorsorge**

Grimma, 17.01.1995

Inhaltsverzeichnis

- 1 Problemstellung und Abgrenzung
- 2 Technologische Beschreibung der Anlage
- 3 Beurteilung der Brand- und Explosionsgefahr
 - 3.1 Bildung von explosionsgefährlichen Methan-Luft-Gemischen
 - 3.2 Bildung von explosionsgefährlichen Staub-Luft-Gemischen
 - 3.3 Beurteilung der Brand- und Explosionsgefahr in dem Abluftsystem
 - 3.4 Beurteilung der Brand- und Explosionsgefahr in dem Brüdensystem
 - 3.5 Brandgefährdung in dem Trockengutsilo
 - 3.6 Brandgefährdung durch das Trockengut in den Apparatecontainern
 - 3.7 Brand- und Explosionsgefährdung durch den Flüssiggastank
- 4 Zusammenfassung

1 Problemstellung und Abgrenzung

Bei der Trocknung von Klärschlamm in der zu errichtenden mobilen MAG-Trocknungsanlage ist mit Gefährdungen zu rechnen, die von dem Produkt selbst in seinen verschiedenen Verarbeitungszuständen ausgehen können. Dabei handelt es sich um Brand- und Explosionsgefahr, hervorgerufen durch das Begleitprodukt Methan bzw. durch den Staubanteil im Trockenschlamm.

- Methan

Es kann auf mikrobiologischem Wege in dem noch feuchten Dickschlamm entstehen und mit der Luft explosionsgefährliche Gasgemische bilden.

- Trockenproduktstaub

Der getrocknete Klärschlamm enthält bis zu 50 % organische Substanz. Der bei der Trocknung und bei dem Transport entstehende Produktstaub kann mit der Luft explosionsgefährliche Staub-Luft-Gemische bilden.

- heißes Trockenprodukt

Das Trockenprodukt erreicht bei der Trocknung sowie in den nachfolgenden Apparaten vor seiner erzwungenen Abkühlung eine Temperatur von 95 °C. Das Trockengut liegt dabei als Granulat in einem Korngrößenbereich von 0,1 ... 6 mm vor, ca. 80 % davon liegen in dem Korngrößenbereich von 2 ... 6 mm.

- Flüssiggas

Für die Beheizung des Trockners wird als Heizmedium Flüssiggas eingesetzt.

Ziel des zu erarbeitenden Sicherheitskonzeptes ist es, die in den einzelnen technologischen Stufen bestehenden Gefährdungen zu beurteilen und die technischen Maßnahmen vorzuschlagen und zu beschreiben, mit welchen eine Brand- bzw. Explosionsgefährdung ausgeschlossen werden kann.

Die Erarbeitung des Sicherheitskonzeptes erfolgt auf der Grundlage der "Sicherheitstechnischen Stellungnahme zu Explosionsschutzmaßnahmen in einer Klärschlamm-trocknungsanlage" des TÜV Umwelttechnik GmbH, Niederlassung Sachsen. [1]

2 Technologische Beschreibung der Anlage

Die technologische Beschreibung der MAG-Trocknungsanlage erfolgt auf der Grundlage des Verfahrensfließbildes (Zeichn.-Nr. 1A 8208(2) VF 001).

Die Anlage ist in drei Containern untergebracht und sie ist transportabel gestaltet, so daß sämtliche Brand- und Explosionsschutzmaßnahmen standortunabhängig gelten müssen.

Die Anordnung der einzelnen Apparate in den Containern ist aus dem Aufstellungsplan (Zeichn.-Nr. 1A 8208(2) ASP 001) ersichtlich.

Der zu trocknende Klärschlamm mit einem Trockensubstanzgehalt (TS-Gehalt) von 20 ... 35 % wird in das Dickschlammsilo 01.01 gegeben. Die Beschickung des Silos erfolgt in der Regel diskontinuierlich. Der Behälter ist abgedeckt und mit einer Absaugung versehen.

Die Entnahme des Klärschlammes aus dem Silo erfolgt über eine Austragschnecke am Behälterboden und mittels Exzentrerschneckenpumpe 01.02 wird das Produkt in den Mischer 02.01 gefördert. In diesem wird es mit getrocknetem Klärschlamm gemischt, um einen TS-Gehalt von 65 % einzustellen, mit dem das Gut über den Schneckenförderer 02.02 und eine Zellradschleuse in den Trommeltrockner 02.03 gegeben wird. Die Eintrittstemperatur des Gutes liegt bei etwa max. 45 °C.

Der Trockner 02.03 ist als einzügiger Trommeltrockner ausgeführt. Das zu trocknende Gut bewegt sich im Gleichstrom mit dem Trockenmittel in axialer Richtung und gibt dabei seine Feuchte an das Trockenmittel ab. Es tritt über eine Zellradschleuse an der gegenüberliegenden Stirnseite aus dem Trockner aus. Als Wärmeträger wird zur Verdampfung der Feuchtigkeit überhitzter Brüden Dampf mit einer Temperatur von 200 ... 300 °C eingesetzt. Die Trocknung des Klärschlammes erfolgt bei einer Temperatur von 120 °C, die auch die Austrittstemperatur des Brüdens ist.

In dem Staubfilter 02.05 wird der mitgeführte Staub abgeschieden und über eine Zellradschleuse und den Schneckenförderer 02.08 dem Trockengut zugemischt.

Der Brüden wird mittels Gebläse 02.06 aus dem Staubfilter abgezogen, in dem Wärmeübertrager 02.07 auf 200 ... 300 °C erhitzt und erneut in den Trommeltrockner gegeben.

Das Trockengut verläßt den Trommeltrockner über eine Zellradschleuse und den Schneckenförderer 02.09 mit einer Temperatur von maximal 95 °C. Es wird in dem Vibrationswendelförderer 02.04 auf 50 °C abgekühlt und über den Schneckenförderer 02.10 in das Sieb 03.01 gegeben, in welchem die Absiebung der Kornfraktion von 2 bis 6 mm erfolgt, die als Trockenschlamm abgegeben wird, während vor allem die Fraktion unterhalb 2 mm zunächst in das Trockengutsilo 03.02 gelangt. Sie wird über den Schneckenförderer 03.03 gemeinsam mit dem Naßschlamm in den Mischer 02.01 gegeben. Das dabei entstehende Mischgut hat eine feucht krümelige Struktur und wird in dem Trommeltrockner getrocknet.

Die Erwärmung des Kreislaufbrüdens, der als Trockenmittel dient, erfolgt durch den Wärmeübertrager 02.07. Als Heizmedium dienen Rauchgase, die bei der Verbrennung von Flüssiggas entstehen. Die Verbrennung erfolgt in dem Flüssiggasbrenner mit Brennkammer 05.01.

Das Flüssiggas wird in dem transportablen Behälter 05.03 bereitgestellt. Der Flüssiggasbehälter wird in dem notwendigen Sicherheitsabstand (≥ 3 m) zu dem Apparatecontainer aufgestellt.

Der bei der Trocknung entstehende Überschußbrüden verläßt den Kreislauf und wird in dem Mischkondensator 04.01 kondensiert. Als Kühlflüssigkeit wird Brüdenkondensat verwendet, das aus dem Sumpf des Mischkondensators bei einer Temperatur von 95 °C mittels Kondensatpumpe 04.03 abgezogen und in dem Luftkühler 04.02 auf 40 °C heruntergekühlt wird. Das überschüssige Brüdenkondensat wird aus dem Kreislauf entnommen und nach seiner Abkühlung aus der Anlage weggeführt.

Innerhalb der Anlage ist ein Entlüftungssystem installiert, an welches das Dickschlammsilo 01.01, der Mischer 02.01, das Sieb 03.01, das Trockengutsilo 03.02 sowie der Mischkondensator 04.01 angeschlossen sind. zur Einstellung der erforderlichen Absaugmengen sind in den Rohrleitungen vor den Absaugstellen Klappen installiert. Dabei wird die Absaugmenge anhand des sich in der Rohrleitung ausbildenden Unterdruckes eingestellt. Die Einstellung der Absaugmenge erfolgt während des Anfahrbetriebes und wird nach jedem Betriebsstillstand kontrolliert.

In der Abluftleitung sind zwei Gebläse 06.02 installiert, von denen eines ständig läuft und das andere als Reserveaggregat automatisch anläuft, wenn das Hauptaggregat ausfällt. Mittels Rückschlagklappen wird dabei automatisch die entsprechende Leitung freigegeben.

Der Abluftstrom, der als Verunreinigungen aus dem Klärschlamm-trocknungsprozeß als nachweisbare Komponenten Methan, Ammoniak und Klärschlammstaub sowie meßtechnisch nicht erfaßbare Geruchsstoffe enthält, wird in dem Staubfilter 06.01 gereinigt und in die Brennkammer 05.01 gegeben.

Zur Vermeidung von brand- und explosionsgefährlichen Staub-Luft-Gemischen erfolgt die Zugabe von Stickstoff in die Schneckenförderer 02.08 und 02.09, um auf diese Weise die Sauerstoffkonzentration auf 10 Vol.-% abzusenken. Die Sauerstoffkonzentration wird am Austritt aus dem Schneckenförderer gemessen und bei Überschreiten der Grenzkonzentration öffnen die Magnetventile in der Stickstoffleitung. Der Inertgasstrom durchläuft gemeinsam mit dem Trockengut die Förderaggregate 02.08, 02.09, 02.04 sowie 02.10 und wird am Eintritt in das Sieb 03.01 gemeinsam mit dem Abgas aus dem Sieb abgesaugt.

Die O₂-Grenzkonzentration im Sieb 03.01 wird durch ein O₂-Meßgerät kontrolliert und durch die Zugabe von Stickstoff gesteuert. Das Trockengutsilo 03.02 ist mit einer CO-Meßeinrichtung ausgestattet, um auf diese Weise die Entstehung eines Glimmbrandes zu signalisieren und die Begasung des Behälters mit Stickstoff zu steuern. Die Absaugung des Silos ist in das Abgassystem eingebunden.

3 Beurteilung der Brand- und Explosionsgefahr

Die Beurteilung erfolgt auf der Grundlage der ZH 1/10 "Richtlinien für die Vermeidung der Gefahren durch explosionsfähige Atmosphäre mit Beispielsammlung" (Ex-RL). Entsprechend dieser Richtlinie sind durch geeignete technische Maßnahmen die Gefährdungen durch explosive Methan-Luft- und Staub-Luft-Gemische zu beseitigen.

3.1 Bildung von explosionsgefährlichen Methan-Luft-Gemischen

Es wird davon ausgegangen, daß sich im Innern des Dickschlammsilos 01.01 sowie in der Exzentrerschneckenpumpe 01.02 und in der Förderleitung bis zu dem Mischer 02.01 explosive Gasgemische bilden können.

Zur Einschätzung der tatsächlichen Gefährdung erfolgt die rechnerische Ermittlung der sich bildenden Methanmenge. Unter idealen Bedingungen (Temperatur 30 °C, 70 % organischer Anteil in der Trockensubstanz, Trockensubstanzgehalt 5 %) werden aus 1 kg Trockensubstanz im Frischschlamm über einen Zeitraum von 25 Tagen etwa 480 l Biogas mit einem Methangehalt von 70 % in dem Faultrum einer Kläranlage gebildet. In der Klärschlamm-trocknungsanlage werden Klärschlämme unterschiedlicher Qualität eingesetzt, d. h. im ungünstigsten Fall (maximale CH₄-Bildung) auch Frischschlamm. Es wird deshalb mit der maximalen Biogausausbeute von 0,8 l/kg TS h gerechnet.

Die Einschätzung der Explosionsgefährdung erfolgt für das Dickschlammsilo 01.01 und den Mischer 02.01. Die Exzentrerschneckenpumpe 01.02 ist Bestandteil des Silos und wird deshalb nicht gesondert betrachtet. Das sich in der sich anschließenden Rohrleitung bildende Methan wird mit in dem Gefährdungspotential des Mixers erfaßt.

- Naßschlammsilo (Pos. 01.01)

TS-Konzentration:	35	%
Lagervolumen:	1	m ³
Biogausausbeute:	0,8	m ³ /t TS h
TS-Menge:	1	x 0,35 = 0,35 t TS
Biogasmenge:	0,35 x 0,8	= 0,28 m ³ /h
Methanmenge (V _{Mmax}):	0,28 x 0,7	= 0,196 m ³ /h
UEG:	0,049	
f:	2	
k _{Zul} :	0,5	
Umgebungstemperatur (T):	30	°C (303 K)

$$V_{Lmin} \geq \frac{V_{Mmax} \cdot f \cdot T}{k_{Zul} \cdot U_{EG} \cdot 293}$$

$$V_{Lmin} \geq \frac{0,196 \cdot 2 \cdot 303}{0,5 \cdot 0,049 \cdot 293} = 16,5 \text{ m}^3/\text{h}$$

Für die Entlüftung des Dickschlammsilos wird eine Luftmenge von 35 m³/h gewählt.

- Mischer (Pos. 02.01)

TS-Konzentration:	75	%
Füllmenge:	75	l
Biogasausbeute:	0,4	m ³ /t TS h (Der Anteil von mindestens 50 % Trockenschlamm erzeugt keine Biogas)
TS-Menge:	0,075	x 0,75 = 0,056 t
Biogasmenge:	0,056	x 0,4 = 0,0225 m ³ /h
Methanmenge:	0,0225	x 0,7 = 0,0158 m ³ /h

$$V_{Lmin} \geq \frac{0,0158 \cdot 2 \cdot 303}{0,5 \cdot 0,049 \cdot 293} = 1,3 \text{ m}^3/\text{h}$$

Für die Entlüftung des Mixers wird eine Luftmenge von 3 m³/h gewählt.

Entsprechend den im Innern des Silos herrschenden Bedingungen wird davon ausgegangen, daß sich außerhalb des Silos keine explosiblen Gas-Luft-Gemische bei gefülltem Silo bilden können solange die Absaugung in Betrieb ist. Die Absaugung darf deshalb erst abgestellt werden, wenn der Behälter vollständig entleert ist.

Die Einstellung der Absaugluftmengen erfolgt mittels fest installierter Klappen, indem über entsprechende Meßstutzen mit Differenzdruckmessung der jeweilige Luftdurchsatz ermittelt wird.

Für die Absaugung werden zwei Gebläse 06.02 installiert, wobei das Reservegebläse bei Ausfall des laufenden Gebläses automatisch anläuft.

Bei Ausfall der Elektroenergie erfolgt die Entlüftung des Silos und des Mixers über die fest installierten Luftzuführungsleitungen in die Dachzone des Containers.

Mittels CH₄-Warngerät wird der Methangehalt in dem Dickschlammsilo überwacht. Bei Überschreitung des zulässigen Grenzwertes wird ein Alarm ausgelöst.

3.2 Bildung von explosionsgefährlichen Staub-Luft-Gemischen

Die Trockensubstanz des getrockneten Klärschlammes weist einen Anteil von 15 ... 70 % organischer Bestandteile auf, so daß mit Brand- und Explosionsgefährdung durch Staub-Luft-Gemische zu rechnen ist. Für Klärschlammstaub wurden die nachfolgenden explosionstechnischen Kenngrößen ermittelt: [2]

untere Ex-Grenze:	60	g/m ³
Zündtemperatur:	540	°C
Mindestzündenergie:	1	Ws
Sauerstoffgrenzkonzentration für Medianwert:	16	Vol.-%
Medianwert:	23 ... 700	µm

- Abgelagerter Staub

Brennzahl:	BZ 3 ... BZ 5	
Glimmtemperatur:	230 ... 430	°C
Selbstentzündungstemperatur:	110 ... 140	°C

- Aufgewirbelter Staub

Staubexplosionsfähig:	ja	
max. Explosionsdruck:	6,6 ... 7,7	bar
K _{St} -Wert:	36 ... 104	bar m/s
untere Ex-Grenze:	60 ... 500	g/m ³
Zündtemperatur:	360 ... 510	°C
Mindestzündenergie:	490 ... 735	mJ (0,49 ... 0,735 Ws)
Sauerstoffgrenzkonzentration:	16 ... 17	Vol.-% O ₂

Die Beurteilung der Brand- und Explosionsgefährdung erfolgt anhand der "Beispielsammlung" (ZH 1/10).

- Mischer (Pos. 02.01)

In dem Mischer werden 1 Teil Naßschlamm mit maximal 2,2 Teilen Trockengut miteinander vermischt und ein TS-Gehalt von maximal 65 % eingestellt. Im Innern des Mixers ist die Bildung einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre (g.e.A.) betriebsmäßig zu erwarten (gem. 5.1.5.1.1). Eine Brand- und Explosionsgefährdung wird dadurch ausgeschlossen, daß im Innern des Mixers keine Zündquellen vorhanden sind und die Zündung des Staub-Luft-Gemisches durch den hohen Feuchtegehalt des Mischgutes ($\geq 25\%$) erschwert wird. Die Temperatur des Mischgutes beträgt maximal 45 °C.

Durch den Anschluß des Mischers an das Entlüftungssystem wird verhindert, daß Staub aus dem Mischer unkontrolliert austreten kann. Außerdem ist der Mischer als dichte, geschlossene Apparatur ausgeführt, so daß außerhalb des Mischers die Bildung einer g.e.A. ausgeschlossen werden kann.

- Schneckenförderer (Pos. 02.02)

Es wird ein Produkt mit einem TS-Gehalt von maximal 65 % und einer Temperatur von maximal 45 °C gefördert. Ein höherer TS-Gehalt bzw. die Förderung von Trockengut wird durch die Prozeßführung ausgeschlossen, indem durch eine Verriegelung nur Trockengut in den Mischer 02.01 gefördert wird, wenn gleichzeitig die Zufuhr von Naßschlamm erfolgt.

Das Entstehen einer g.e.A. innerhalb des Schneckenförderers wird wegen des hohen Feuchtegehaltes des Fördergutes ausgeschlossen. Durch die Gestaltung des Schneckenförderers als geschlossene, dichte Apparatur entsteht außerhalb des Apparates keine Zone als explosionsgefährdeter Bereich.

- Trommeltrockner (Pos. 02.03)

Der Ein- und Austrag des Gutes erfolgt durch je eine Zellradschleuse, dadurch ist der Trommeltrockner gegenüber der Außenluft weitestgehend abgeschlossen. In dem Trommeltrockner ist das Entstehen einer g.e.A. möglich (Pkt. 5.1.1.2.1), wenn keine Schutzmaßnahmen getroffen werden. Als Schutzmaßnahme ist in dem Trommeltrockner eine vollständige Inertisierung vorgesehen, so daß kein explosionsgefährdeter Bereich in dem System vorhanden ist.

Zur Inertisierung wird überhitzter Dampf eingesetzt, der gleichzeitig als Wärmeträger für den Trocknungsprozeß dient. Er tritt mit einer Temperatur von 200 ... 300 °C in den Trockner ein und gibt seine Wärme an das Trockengut ab, wobei er sich auf 120 °C abkühlt.

Der mit dem Brügendampf ausgetragene Produktstaub wird in dem Staubfilter 02.05 abgeschieden. Ein Teil des Brügendampfes wird anschließend kondensiert, der Rest wird nach seiner Erwärmung in den Trockner zurückgeführt.

Die mit dem Trockengut eingetragene Luftmenge dürfte maximal dem Klärschlammvolumen äquivalent sein, d. h. daß bei einer Klärschlammmenge von 600 kg/h und einer Dichte von 700 kg/m³ etwa neben 0,86 m³/h Klärschlamm auch 0,86 m³/h Luft in den Trockner eingebracht werden. Weiterhin erfolgt ein Lufteintrag durch die notwendige Abreinigung des Staubfilters. Die Luftmenge für die Abreinigung beträgt 14,4 m³/h, so daß sich ein Lufteintrag von maximal 15,3 m³/h ergibt. Eine Anreicherung von Luft in dem Kreislaufstrom ist nicht zu erwarten, da von dem Brüden-Luft-Gemisch ständig ein Teilstrom über die Brüdenkondensation abgezogen wird. Es stellt sich eine Gleichgewichtskonzentration von

$$\varphi_{O_2} = \frac{15,3 \cdot 0,21}{167,5 + 15,3} \cdot 100 = 1,75 \text{ Vol.-%}$$

ein, die sich aus der zugeführten Luftmenge von 15,3 m³/h und der sich bildenden Brüdenmenge von 167,5 m³/h ergibt.

Nach dem Stillstand des Trockners ist dieser bei seiner Inbetriebnahme vollständig mit Luft gefüllt, die durch Dampf verdrängt werden muß. Zu diesem Zwecke wird in die Brüdenleitung bei laufendem Gebläse 02.06 vor dem Wärmeübertrager 02.07 Wasser eingespritzt, das in diesem bei entsprechender Wärmezuführung über den Brenner 05.01 verdampft. Über eine Meßstelle in der Brüdenleitung wird nach dem Trockner die Sauerstoffkonzentration gemessen. Über dieses Meßsignal wird ein Magnetventil angesteuert, welches die Wasserdosierung regelt und so lange geöffnet ist, bis eine Sauerstoffgrenzkonzentration von weniger als 16 Vol.-% erreicht wird. Danach kann mit der Dosierung des Klärschlammes begonnen werden.

Bei Schwankungen der Klärschlammzufuhr im laufenden Betrieb und beim Abfahren des Prozesses bleibt die inerte Atmosphäre erhalten. Nach dem Abschalten der Klärschlammzufuhr 02.02 und des Trommeltrockners 02.03, nach dessen Entleerung sowie der Wärmezufuhr 05.01 und des Gebläses 02.06 wird der Brüden über den Mischkondensator 04.01 und das Gebläse 06.02 teilweise abgezogen und gleichzeitig über ein Druckausgleichsventil Stickstoff in das Kreislaufsystem eingespeist.

Eine g.e.A. kann während des Abfahrprozesses auch deshalb nicht auftreten, da das Trockengut zunächst vollständig aus dem Trockner entfernt und gleichzeitig der Staub mit dem Kreislaufbrüden ausgetragen und in dem Staubfilter 02.05 abgeschieden wurde. Wenn Luft in den Trockner eintritt, ist dieser bereits entleert und staubfrei.

Der Trommeltrockner ist als geschlossene Apparatur ausgeführt, so daß die Bildung von g.e.A. und von gefährlichen Staubablagerungen außerhalb des Aggregates vermieden wird. Ein explosionsgefährdeter Bereich wird deshalb außerhalb des Trockners nicht vorgesehen.

- Schneckenförderer (Pos. 02.08 und 02.09)

In den Schneckenförderern wird das Trockengut mit einer Temperatur von 95 °C zu dem Vibrationswendelförderer 02.04 transportiert. In den Schneckenförderern herrscht durch den mit dem Trockengut mitgeführten Brüden eine inerte Atmosphäre, so daß die Ausbildung einer g.e.A. ausgeschlossen werden kann. Zusätzlich wird in die Schneckenförderer Stickstoff dosiert, wobei die zu dosierende Menge über ein Regelventil eingestellt und über einen Strömungsmesser kontrolliert wird.

Außerhalb der Schneckenförderer wird die Bildung einer g.e.A. sowie von gefährlichen Staubablagerungen durch die geschlossene, dichte Ausführung des Förderaggregates verhindert.

- Vibrationswendelförderer (Pos. 02.04)

In dem Vibrationswendelförderer wird das Trockengut abgekühlt und senkrecht nach oben gefördert. Der Vibrationswendelförderer ist mit einer Gummimanschette umschlossen und an den Übergabestellen sind dichte Manschetten angebracht, so daß normalerweise kein Staub nach außen dringen kann. Innerhalb des Kühl- und Förderaggregates wird eine g.e.A. durch die Zugabe von Stickstoff in den beiden vorgeschalteten Schneckenförderern 02.08 und 02.09 verhindert. Eine Brand- und Explosionsgefährdung wird weiterhin dadurch ausgeschlossen, daß in dem Apparat keine betriebsmäßig zu erwartenden Zündquellen und keine durch selten auftretende Betriebsstörungen bedingten Zündquellen vorhanden sind.

Außerhalb des Förderaggregates wird durch möglicherweise austretenden Staub ein explosionsgefährdeter Bereich der Zone 11 festgelegt, der im Umkreis von 1 m ab Außenkontur der Vibrationsrinne gilt.

- Schneckenförderer (Pos. 02.10)

Mittels Schneckenförderer wird das Gut zu dem Sieb 03.01 transportiert. Die Guttemperatur beträgt etwa 40 °C. Innerhalb des Aggregates wird die Ausbildung einer g.e.A. durch die Zugabe von Stickstoff in den vorgeschalteten Förderaggregaten verhindert. Eine Brand- und Explosionsgefährdung wird auch dadurch ausgeschlossen, daß in dem Apparat keine betriebsmäßig zu erwartenden Zündquellen und keine durch selten auftretende Betriebsstörungen bedingten Zündquellen vorhanden sind.

Durch die geschlossene, dichte Ausführung wird die Bildung von g.e.A. sowie von gefährlichen Staubablagerungen außerhalb des Schneckenförderers vermieden.

- Sieb (Pos. 03.01)

In dem Sieb erfolgt die Klassierung des Klärschlammes. Innerhalb des Apparates wird die Ausbildung einer g.e.A. durch die Messung der O₂-Konzentration und die Zugabe von Stickstoff bei Überschreiten der Grenzkonzentration vermieden. Eine Brand- und Explosionsgefährdung wird auch dadurch ausgeschlossen, daß in dem Apparat keine betriebsmäßig zu erwartenden Zündquellen und keine durch selten auftretende Betriebsstörungen bedingten Zündquellen vorhanden sind.

Außerhalb der Siebeinrichtung wird durch möglicherweise austretenden Staub ein explosionsgefährdeter Bereich der Zone 11 festgelegt, der im Umkreis von 1 m ab Außenkontur der Siebanlage gilt.

- Trockengutsilo (Pos. 03.02)

Beim Befüllen und Entleeren des Silos ist mit der Bildung von g.e.A. zu rechnen und es sind die Anforderungen gem. Zone 10 im Innern des Silos zu berücksichtigen, d. h. in dem Behälter dürfen keine zu erwartenden Zündquellen und keine durch selten auftretende Betriebsstörungen bedingten Zündquellen vorhanden sein. Erforderliche Meß- und Steuergeräte innerhalb des Silos müssen den notwendigen Schutzgrad aufweisen.

Zur Unterdrückung der Staubeentwicklung in dem Silo wird aus dem Silo ständig staubhaltige Luft über das zentrale Abluftsystem abgesaugt.

Aus dem Silo kann kein Staub austreten, so daß außerhalb nicht mit der Bildung einer g.e.A. oder mit gefährlichen Staubablagerungen zu rechnen ist.

- Austragstutzen für Trockenprodukt

Das Trockenprodukt mit dem gewünschten Kornspektrum (2 ... 6 mm) wird über eine Rohrrutsche in einen abgedeckten Transportcontainer gegeben. Die anfallende Trockengutmenge beträgt maximal 55 kg/h. Das Trockengut ist weitestgehend staubfrei, so daß nicht mit einer Staubbildung außerhalb dieses Containers gerechnet werden muß. Der Trockengutcontainer ist im Freien aufgestellt. In seinem Innern befinden sich keine Zündquellen. Spezielle Schutzmaßnahmen zur Vermeidung einer Brand- und Explosionsgefahr werden nicht vorgesehen.

3.3 Beurteilung der Brand- und Explosionsgefahr in dem Abluftsystem

- Abluftstrom aus dem Dickschlammsilo 01.01

Wie bereits unter Pkt. 3.1 ausgeführt, liegt die Methankonzentration in dem Abluftstrom unterhalb der unteren Ex-Grenze für Methan-Luft-Gemische, so daß eine Explosionsgefährdung in dem Abluftsystem ausgeschlossen werden kann.

- Abluftstrom aus dem Mischkondensator 04.01

Der aus dem Mischkondensator abgezogene Abluftstrom enthält vor allem Ammoniak und nicht quantifizierbare Geruchsstoffe. Der Ammoniakgehalt des Brüdengases wird anhand der Mengen an Klärschlamm und Brüdenkondensat sowie des Ammoniakgehaltes im Klärschlamm abgeschätzt.

Klärschlammmenge, bezogen auf TS:	48	kg/h
Ammoniakgehalt, bezogen auf TS:	1,1	%
Brüdenkondensatmenge:	100	kg/h
Brüdengasmenge:	15,3	m ³ /h

Wenn man davon ausgeht, daß das Ammoniak bei der Trocknung vollständig in die Dampfphase übergeht, so fallen in der Brüdenkondensation 0,53 kg NH₃/h an. Die Brüdenkondensation wird bei einer Temperatur von 90 °C betrieben. Bei dieser Temperatur beträgt die Löslichkeit von Ammoniak in Wasser 110 g/l.

Aus den Mengenbilanzen für Brüdenkondensat und Wasser ergibt sich eine NH₃-Konzentration im Brüdenkondensat von 5,3 g/l. Damit wird die Sättigungskonzentration für Ammoniak in Wasser beträchtlich unterschritten, denn man kann davon ausgehen, daß der Ammoniak vollständig mit dem Brüdenkondensat ausgewaschen wird. Bei Ausfall der Brüdenkondensation entsteht ein Gemisch aus Brüden, Luft und Ammoniak mit einer Konzentration von 2,9 g/m³ und selbst unter Vernachlässigung des Brüdens, der die Hauptkomponente darstellt, beträgt die Ammoniakkonzentration in der Luft nur 35 g/m³.

Beim Eintreten dieser Havariesituation wird die Wärmezufuhr unterbrochen, so daß die weitere Bildung von Brüden und von gasförmigem Ammoniak unterbunden wird.

- Abluftstrom aus den Förder- und Lagereinrichtungen für Trockenschlamm

Die Förder- und Lagereinrichtungen sowie die Siebanlage werden mit Stickstoff inertisiert, so daß das mit Staub beladene Abgas aus diesen Aggregaten nicht explosibel ist, da die Sauerstoffgrenzkonzentration mehrfach überwacht wird und bei Überschreiten des Sollwertes von 10 Vol.-% O₂ die Zugabe von Stickstoff erfolgt.

3.4 Beurteilung der Brand- und Explosionsgefahr in dem Brüdensystem

In dem Brüdensystem wird mittels Gebläse 02.06 ein Kreislaufstrom aufrechterhalten, wobei ein Brüdenvolumenstrom von 1.500 bis 3.450 m³/h erzeugt wird. Im Normalbetrieb entstehen stündlich 167,5 m³ Brüden, die über den Brüdenvolumenstrom mitgeführt und über den Mischkondensator ausgekreist werden.

Der aus dem Trockner austretende staubhaltige Brüden wird in dem Staubfilter 02.05 gereinigt. Ein Teil des Brüdens wird dem Kreislauf entnommen, der Rest wird in dem Wärmeübertrager 02.07 auf 200 ... 300 °C erhitzt.

Während des Betriebes kann eine Brand- und Explosionsgefährdung ausgeschlossen werden, da einerseits durch den im Kreislauf geführten Brüden eine inerte Atmosphäre herrscht, andererseits der Staub in dem Staubfilter 02.05 abgeschieden wird.

Die Sauerstoffkonzentration im Brüdenkreislauf wird ständig überwacht, wobei insbesondere während des Anfahrprozesses durch spezielle Maßnahmen die Sauerstoffgrenzkonzentration unterschritten wird. Dabei erfolgt bei der Inbetriebnahme des Trommeltrockners die Zugabe von Wasser in den Brüdenkreislauf, das dann verdampft und auf diese Weise die Sauerstoffkonzentration abgesenkt wird. Nach Unterschreiten der Sauerstoffgrenzkonzentration wird der Trocknungsprozeß eingeleitet.

Eine Brand- und Explosionsgefährdung durch den im Klärschlamm enthaltenen Ammoniak kann ausgeschlossen werden, da die anfallenden Ammoniak- und Brüdenmengen im Zusammenhang mit der eingespeisten Luft die Ausbildung einer g.e.A. ausschließen.

3.5 Brandgefährdung in dem Trockengutsilo (Pos. 03.02)

Das Trockengut wird in dem Silo (Volumen 1 m³) zwischengelagert, bevor es erneut in dem Prozeß eingesetzt wird.

Das Gut wird mit einer Temperatur von maximal 50 °C eingelagert, mit Hilfe des Bodenaustrages ist gesichert, daß das Trockengut das Silo nach einer gewissen Verweilzeit wieder verläßt. Innerhalb des Silos wird ein explosionsgefährdeter Bereich der Zone 10 festgelegt. Eine Zündquelle ist in dem Silo nicht vorhanden.

Die Entstehung von Glimm- und Schwelbränden innerhalb des Silos ist unter normalen Betriebsbedingungen nicht zu erwarten. Als Sicherheitsmaßnahme wird die Überwachung des CO-Gehaltes in der aus den Silos abgesaugten Luft durch zugelassene Brandmelder vorgesehen. Sobald in dem Abluftstrom CO ermittelt wird, erfolgen eine Alarmierung und die automatische Zufuhr von Stickstoff in das gefährdete Silo, um auf diese Weise den Glimm- und Schwelbrand durch Sauerstoffmangel zu ersticken.

3.6 Brandgefährdung durch das Trockengut in den Apparatecontainern

Die einzelnen Behälter, Apparate und Fördereinrichtungen sind geschlossen und dicht ausgeführt, so daß in der Regel nicht mit dem Austritt von Klärschlammstaub in einer Größenordnung zu rechnen ist.

Um den Vibrationswendelförderer und um die Siebanlage wird ein brand- und explosionsgefährdeter Bereich der Zone 11 festgelegt, wobei der Abstand von der Außenkontur der Apparate 1 m in horizontaler Richtung und 0,5 m in vertikaler Richtung beträgt.

Staubablagerungen in größerem Umfang, wie sie über längere Betriebsperioden auftreten können, werden mittels Staubsauger beseitigt. Für die regelmäßige Reinigung der betroffenen Flächen hat der Betreiber Sorge zu tragen.

3.7 Brand- und Explosionsgefährdung durch den Flüssiggastank

Die Wärmeversorgung der Anlage erfolgt mittels Flüssiggas, das in dem Behälter 05.03 gelagert wird. Die Installation der Gasleitung, der Armaturen und des Brenners erfolgen entsprechend den geltenden Vorschriften. Vor der Inbetriebnahme wird eine Abnahme durchgeführt. Um den Flüssiggasbehälter wird ein Schutzbereich gelegt (siehe Aufstellungsplan Zeichn.-Nr. 1A 8208(2) ASP 001).

4 Zusammenfassung

Das vorliegende Sicherheitskonzept wurde für eine Klärschlamm-trocknungsanlage in Containerbauweise erarbeitet. Zur Vermeidung einer Brand- und Explosionsgefährdung wurden je nach Gefährdung und technischer Gestaltung folgende Maßnahmen vorgesehen:

- Belüftung bzw. Absaugung
- Inertisierung mittels Wasserdampfbrüden bzw. Stickstoff
- Staubabscheidung mittels Filter
- Überwachung der Sauerstoffgrenzkonzentration und Steuerung der Inertgaszugabe
- Festlegung von Sicherheitszonen

Es wird eingeschätzt, daß mit den vorgesehenen Maßnahmen eine Brand- und Explosionsgefährdung ausgeschlossen wird.

Literaturzusammenstellung

- [1] "Sicherheitstechnische Stellungnahme zu Explosionsschutzmaßnahmen in einer Klärschlamm-Trocknungsanlage"
TÜV Umwelttechnik GmbH, Niederlassung Sachsen vom 25.10.1994
- [2] Scholl, E. u. a. "Explosionsschutz bei Klärschlamm-trocknungsanlagen"
VDI-Berichte Nr. 975 (1992)