

EcoSan-Bodensanierungsanlage

Kurze Anlagenbeschreibung

Stand 04.09.97

1 EINLEITENDE ANMERKUNGEN	4
2 AUFGABENSTELLUNG	4
3 ALLGEMEINE ANFORDERUNGEN	4
3.1 ALLGEMEINES	4
3.1.1 Beschaffenheit des Schüttguts	4
3.1.1.1 Konsistenz	4
3.1.1.2 Belastung	4
3.1.2 Anlagenbeschreibung	5
3.1.2.1 Aufbau der Anlage	5
3.1.2.2 Verfahrensbeschreibung	5
3.2 MENGENGERÜST	6
3.2.1 Beschaffenheit des Schüttguts	6
3.2.2 Chargengröße	6
3.3 BETRIEBSZEIT	6
4 ZUGESICHERTE EIGENSCHAFTEN	6
4.1 ALLGEMEINES	6
4.2 VERFAHREN	6
4.2.1 Anforderungen an die Reinheit des Schüttguts	6
4.2.2 Anforderungen an die Feuchte des Schüttguts	7
4.2.3 Geforderter Reinigungsablauf	7
4.2.4 Reststoffe	7
5 ANLAGENAUSFÜHRUNG	7
5.1 ALLGEMEINES	7
5.2 BESCHICKUNG	7
5.3 SCHAUFELTROCKNER	7
5.3.1 Allgemeines	7
5.3.2 Funktionsbeschreibung	7
5.3.2.1 Trommel zur Wasserverdampfung	7
5.3.2.2 Trommel zur Schadstoffentfernung	8
5.4 HEIZSYSTEM	8
5.4.1 Allgemeines	8
5.4.2 Funktionsbeschreibung	8
5.5 KÜHLSYSTEM	8
5.5.1 Allgemeines	8
5.5.2 Dampfkondensatoren	9
5.5.3 Kühlanlage	9
5.6 BEFEUCHTUNG DES SCHÜTTGUTS	9
5.7 VERBRAUCH	9
5.7.1 Erdgas	9
5.7.2 Frischwasser	9
5.8 ENTSORGUNGSSYSTEM FÜR DIE KONDENSATE	10
5.8.1 Allgemeines	10
5.8.2 Funktionsbeschreibung	10
5.8.2.1 Kondenswasser	10
5.8.2.2 Schadstoffkondensate	10
5.9 ABLUFTSYSTEM	10
5.9.1 Allgemeines	10

Kurze
Beschreibung
zur EcoSan-Anlage

5.9.2 Funktionsbeschreibung	10
5.10 PUMPEN	10
5.10.1 Vakuumpumpen	10
5.10.2 Flüssigkeitspumpen	11
5.10.2.1 Kondenswasserpumpen	11
5.10.2.2 Schadstoffpumpen	11
5.10.2.3 Anmerkungen	11
5.10.2.4 Kühlwasserkreislauf	11
5.10.2.5 Thermoölkreislauf	11
5.11 ZUSAMMENFASSUNG VON KOMPONENTEN	11
5.12 REINIGUNG	11
5.13 ENERGIEVERSORGUNG	11
5.14 GERÜST	12
5.15 BEGEHUNG	12
5.16 FUNDAMENT	12
5.17 GERÄUSCHPEGEL	12
5.18 REGELUNGSTECHNIK	12
5.19 ENTSORGUNG	12
6 ÄNDERUNGEN	12
7 GEWÄHRLEISTUNG	12
8 ANHANG	14

1 Einleitende Anmerkungen

Diese Beschreibung dient zur Erläuterung des Prinzips der *EcoSan*-Anlage, ohne jedoch auf genauere Spezifikationen und Details einzugehen.

An der Beschreibung behält sich TechnoSan Umwelttechnik GmbH alle Rechte vor.

2 Aufgabenstellung

Die Aufgabe der Anlage ist es, Schüttgut zu reinigen, das mit verdampfenden Schadstoffen belastet ist.

3 Allgemeine Anforderungen

3.1 Allgemeines

3.1.1 Beschaffenheit des Schüttguts

Bei dem Schüttgut handelt es sich i. d. R. um Erdreich unterschiedlichster Beschaffenheit belastet mit überwiegend verdampfenden Schadstoffen.

3.1.1.1 Konsistenz

Das Schüttgut kann unterschiedliche Konsistenzen aufweisen. Diese sind:

- Gruppeneinteilung nach DIN 18196 (z. B. Kies, Sand, Schluff, Ton, Torf etc.)
- Bodenklassen nach DIN 18300 (z. B. Oberboden, fließender Boden, leicht lösbarer Boden etc.)

3.1.1.2 Belastung

Das Schüttgut ist hauptsächlich mit verdampfenden Schadstoffen belastet. Hierzu gehören:

- Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) (z. B. Naphthalin, Flouren, Pyren, Anthracen etc.).
- Benzol-Toluol-Xylol-Verbindungen (BTX) (z. B. Benzol, Toluol, p-Xylol, Cumol, Ethylbenzol etc.).
- Polychlorierte Biphenyle (PCB) (z. B. Trichlor-, Tetrachlor-, Pentachlor-Biphenyl etc.).
- Leichtflüchtige Kohlenwasserstoffe (LHKW) (z. B. Trichlorethen, Trichlormethan, cis-Trichlorethen etc.).
- Sprengstoffe (z. B. 2,4,6-Trinitrotoluol, m-Dinitrobenzol etc.).
- Anorganische Stoffe, i. d. R. Schwermetalle (z. B. Quecksilber, Cadmium, etc.) oder Halbmetalle (z. B. Arsen) und deren Verbindungen.

3.1.2 Anlagenbeschreibung

3.1.2.1 Aufbau der Anlage

Kernstück der Anlage bilden zwei übereinander stehende Schaufeltrockner (s. Anhang). Auf dem oberen sitzt der Einfüllstutzen für das belastete Schüttgut. Der Ausstrag dieses Trockners ist mit dem Einfüllstutzen des unteren verbunden, dessen Ausstrag wiederum mündet in der Befeuchtungseinheit.

Beide Trockner werden mit Thermoöl beheizt, das deren Mäntel umfließt. Das Öl wird von einem mit Gas betriebenen Erhitzer auf die erforderliche Temperatur gebracht. An den Trocknern befinden sich Dampfkondensatoren. Beide Kondensatoren sind mit Vakuumpumpen verbunden. Die Kondensatoren sind zudem mit dem Kühlwasserkreislauf verschaltet.

Vom oberen Kondensator läuft eine Leitung in einen Flüssig/flüssig-Abscheider und von dort in Schadstoffsammelbehälter bzw. in eine Befeuchtungseinheit. Der untere Kondensator ist direkt mit Schadstoffsammelbehältern verbunden.

Die Befeuchtungseinheit besteht aus einem Sammeltank und einem nachgeschaltetem Mischer. Dieser wird aus einem Lagerbehälter mit dem gereinigten Schüttgut beschickt. Der Behälter ist mit dem unteren Trockner verbunden.

Die Beschickung der Anlage mit dem belasteten Schüttgut erfolgt über ein Förderband.

3.1.2.2 Verfahrensbeschreibung

Das zu behandelnde Schüttgut, das durch Sieben eine maximale Partikelgröße von 50mm besitzt, wird über das Förderband in die erste Trommel eingegeben (s. Anhang) und aufgeheizt. Dort wird im Unterdruck das Wasser verdampft und im angeschlossenen Kondensator wieder verflüssigt.

Das Schüttgut wird nach der Trocknung in die zweite Trommel geführt und die Schadstoffe werden wiederum im Unterdruck desorbiert und ebenfalls im dort angeschlossenen Kondensator verflüssigt. Nach diesem Prozeß wird das Schüttgut mit dem kondensierten Wasser aus dem ersten Verfahrensschritt, das zuvor aufbereitet wurde, wieder befeuchtet. Die Schadstoffe werden in Sammelbehältern aufgefangen und gesondert verwertet. Mit einer Prozeßsteuerung kann eine Fraktionierung der einzelnen Schadstoffe ermöglicht werden.

Die dem Schüttgut entzogenen Schadstoffe liegen nach dem Prozeß weitgehend sortenrein vor und können in den Wirtschaftskreislauf zurückgeführt werden.

3.2 Mengengerüst

3.2.1 Beschaffenheit des Schüttguts

Mit verdampfbaren Verunreinigungen verschmutztes, körniges Schüttgut, wie z. B. Erdreich oder Sand (s. Abschnitte 2.1.1.1 und 2.1.1.2).

3.2.2 Chargengröße

Das minimale Gewicht einer Charge beträgt 10t.

3.3 Betriebszeit

Die Reinigungsanlage soll nach heutigem Stand eine Zykluszeit (inkl. Ein- und Aus-trag) von höchstens 60min für eine Charge haben. Ausgenommen hiervon ist die erste Charge nach dem Starten der Anlage.

4 Zugesicherte Eigenschaften

4.1 Allgemeines

Der Reinigungsprozeß muß automatisiert ablaufen. Bei Störungen muß ein akustisches und optisches Signal auf die Störung hinweisen. Eine hauptzeitparallele Tätigkeit des Maschinenbedieners sowie das Aufbereiten neuen Schüttguts muß durch das Anlagenkonzept berücksichtigt werden.

4.2 Verfahren

4.2.1 Anforderungen an die Reinheit des Schüttguts

Das Schüttgut soll nach der Behandlung frei i. S. der gesetzlichen Vorschriften von verdampfbaren Stoffen sein. Eine Ausnahme bilden jene, deren Siedepunkt bei einem Absolutdruck von 10mbar oberhalb 300°C liegt. Insbesondere gelten die relevanten Teile der folgende Vorschriften für die Reinheit von Schüttgut:

- Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG)
- Raumordnungsgesetz (ROG)
- Baugesetzbuch (BauGB)
- Chemikaliengesetz (ChemG)
- Pflanzenschutzgesetz (PflSchG)
- Düngemittelgesetz (DMG)
- Abfallgesetz (AbfG)
- Klärschlammverordnung (AbfKlärV)
- Strafgesetzbuch (StGB)
- weitere, nicht explizit aufgeführte relevante Gesetze und Verordnungen

4.2.2 Anforderungen an die Feuchte des Schüttguts

Das Schüttgut muß weitgehend den Wasseranteil haben, den es vor der Behandlung besaß. Dieser liegt i. d. R. bei 10 - 20 Gew.-%, maximal 30 Gew.-%.

4.2.3 Geforderter Reinigungsablauf

Die Anlage hat die unter 4.2.1 geforderte Reinheit des Schüttguts zu gewährleisten.

4.2.4 Reststoffe

Der Auftragnehmer hat Einrichtungen bereitzustellen, die eine permanente Schadstoffabscheidung aus der Anlage garantieren. Diese werden in gesonderten Sammelbehältern aufgefangen.

Das gleiche gilt für Stoffe, die beim Betrieb oder der Wartung entstehen, wie z. B. Öle oder Reinigungsmittel.

5 Anlagenausführung

5.1 Allgemeines

Die Anlage soll ebenerdig aufgestellt werden. Die gesamte Anlage wird in Modulbauweise gefertigt, sodaß sie innerhalb kurzer Zeit auf- oder abgebaut werden kann.

5.2 Beschickung

Das zu reinigende Schüttgut wird über ein Förderband zum Einfüllschacht des oberen Schaufeltrockners gebracht. Das Förderband wird mit einem Radlader beschickt.

5.3 Schaufeltrockner

5.3.1 Allgemeines

Thermodynamische Berechnungen ergaben, daß der beste Energieeintrag durch die Verwendung eines Schaufeltrockners mit einer schnell drehenden Schaufelwelle erzielt werden kann. Die Anlage sollte diesem Prinzip genügen. Die Schaufeltrockner haben die Aufgabe, die für die Verdampfung notwendige Energie in das Schüttgut einzubringen und die flüchtigen Stoffe abzutrennen.

5.3.2 Funktionsbeschreibung

In der Anlage werden zwei übereinanderstehende Schaufeltrockner verwendet. Im oberen wird das im Schüttgut befindliche Wasser verdampft, im unteren werden die Schadstoffe entfernt. Es werden u. a. folgende Anforderungen gestellt:

5.3.2.1 Trommel zur Wasserverdampfung

- Arbeitsweise: diskontinuierlich
- Minimale Durchsatzleistung: 10t feuchtes Schüttgut/60min (evtl. versetzt mit Steinen)

Kurze
Beschreibung
zur EcoSan-Anlage

- Maximale Wandtemperatur: 350°C
- Schüttguttemperatur: ca. 50°C
- Minimal möglicher Druck im Behandlungsraum: 100mbar absolut

5.3.2.2 *Trommel zur Schadstoffentfernung*

- Arbeitsweise: diskontinuierlich
- Minimale Durchsatzleistung: (10-x)t trockenes, staubförmiges Schüttgut/60min (evtl. versetzt mit Steinen); x = Wasseranteil des feuchten Schüttguts
- Maximale Wandtemperatur: 400°C
- Schüttguttemperatur: max. 300°C
- Minimal möglicher Druck im Behandlungsraum: 10mbar absolut

Die Trockner und die Befeuchtungseinheit sind so miteinander verschaltet, daß das Schüttgut in einem geschlossenem System läuft, d. h. das Schüttgut wird in den Einfüllschacht der oberen Trommel eingegeben und verläßt die Anlage erst nach der Befeuchtung wieder.

5.4 *Heizsystem*

5.4.1 *Allgemeines*

Durch das Heizsystem werden die beiden Schaufeltrockner auf die erforderlichen Betriebstemperaturen gebracht.

5.4.2 *Funktionsbeschreibung*

Beide Trockner werden mit Thermoöl beheizt. Das Öl soll bis auf 400°C erhitzt werden können und gelangt vom Erhitzer zu den Trommeln, die rundum beheizt werden. Die Regelung erfolgt über Thermoelemente, die jeweils an Ein- und Ausgang des Öls an den Trommeln und in den Trommeln selbst angebracht sind.

5.5 *Kühlsystem*

5.5.1 *Allgemeines*

Mit dem Kühlsystem werden die in den Trommeln entstehenden Dämpfe verflüssigt. Dies muß mindestens mit dem Massenstrom vonstatten gehen können, mit dem die Dämpfe entstehen. Das Kühlsystem setzt sich aus einem Kondensator für jeden Schaufeltrockner, den Kühlwasserkreisläufen, einem Kühlturm und der Frischwasserversorgung zusammen.

5.5.2 Dampfkondensatoren

Die Dampfkondensatoren sitzen an den Trocknern (s. Anhang). Ihre Leistung muß so groß dimensioniert sein, daß sie die entstehenden Dämpfe sofort wieder kondensieren. In der Trommel darf sich kein erhöhter Druck einstellen.

Die Dampfkondensatoren sollten als Rohrbündelwärmetauscher mit geraden Rohren ausgeführt sein. Der Dampf strömt durch die Rohre, das Kühlwasser außerhalb. Die Kondensatoren müssen selbstreinigend und gut zugänglich sein.

5.5.3 Kühlanlage

Die Dampfkondensatoren werden über einen Kühlwasserkreislauf versorgt. Das erwärmte Kühlwasser aus beiden Kondensatoren wird in einem Kühlturm wieder abgekühlt. Die Leistung des Turms muß so bemessen sein, daß über die Kondensatoren mindestens die Energieaufnahmekapazität zur Verfügung steht, wie sie unter 5.5.1 beschrieben wurde.

Da aus dem Kühlturm Kühlwasser verdampft, ist dieser mit einer entsprechenden Frischwasserversorgung zu koppeln.

5.6 Befeuchtung des Schüttguts

Nach der Beendigung des Reinigungsvorganges im unteren Schaufeltrockner muß das Schüttgut wiederbefeuchtet werden. Es ist nach dem Reinigungsprozeß extrem trocken und staubförmig. Die Befeuchtungseinheit ist direkt dem unterem Trockner nachgeschaltet. Die Befeuchtung erfolgt durch Zwangsmischung in einem geschlossenem System. Versorgt wird die Befeuchtungseinheit aus einem vorgeschalteten Sammel-tank für das aus dem ersten Trocknungsschritt entstandene und aufbereitete Kondenswasser evtl. ergänzt um Frischwasser.

5.7 Verbrauch

5.7.1 Erdgas

Als Brennstoff für das Heizsystem dient Gas. Die Versorgung erfolgt aus einem Flüssiggastank. Der Verbrauch des Brenners sollte durch Isolierungen im Heizsystem - auch an den Trommeln - möglichst niedrig gehalten werden.

5.7.2 Frischwasser

Da aus dem Kühlturm Kühlwasser verdampft, ist dieser mit einer entsprechenden Frischwasserversorgung zu koppeln. Hinzu kommt die zusätzliche Wassermenge zur Wiederbefeuchtung des Schüttguts.

5.8 Entsorgungssystem für die Kondensate

5.8.1 Allgemeines

Es werden zwei Arten von flüssigen Medien dem Schüttgut entzogen. Zum einen das mit leichtflüchtigen Kohlenwasserstoffverbindungen belastete Kondenswasser aus dem oberen Schaufeltrockner, zum anderen die kondensierten Schadstoffe aus dem unteren Trockner. Beide Arten sollen auf zwei unterschiedliche Wege behandelbar sein.

5.8.2 Funktionsbeschreibung

5.8.2.1 Kondenswasser

Das Kondenswasser des oberen Schaufeltrockners wird zur Wiederbefeuchtung des gereinigten Schüttguts verwendet. Davor muß es entsprechend aufbereitet werden. Das Kondenswasser gelangt anschließend in einen Sammeltank und von dort in die Befeuchtungseinheit.

5.8.2.2 Schadstoffkondensate

Die Kondensate der Schadstoffe aus dem unteren Schaufeltrockner gelangen ebenfalls vom Kondensator in geeignete Sammelbehälter. Je nach Einstellung der Betriebsbedingungen im Trockner lassen sich die Schadstoffe fraktionieren.

5.9 Abluftsystem

5.9.1 Allgemeines

Zur Erzeugung des Vakuums wird die Luft aus den Trocknern über die Kondensatoren abgesaugt (s. Anhang) und in die Umgebung geleitet.

5.9.2 Funktionsbeschreibung

Es muß gewährleistet sein, daß kein Kondensat in die Vakuumpumpen gelangen kann. Obwohl die Kondensatoren so ausgelegt sind, daß kein Dampf in die Abluftleitung kommt, ist dies aus sicherheitstechnischen Gründen nicht auszuschließen. Den Vakuumpumpen ist daher eine entsprechende Reinigungseinheit vorzuschalten. Diese sollte sich leicht reinigen lassen.

5.10 Pumpen

5.10.1 Vakuumpumpen

Mit Hilfe der Vakuumpumpen wird in den Schaufeltrocknern ein Absolutdruck von bis zu 100mbar bei der Wasserverdampfung und bis zu 10mbar bei der Entfernung der Schadstoffe erzeugt und gehalten.

5.10.2 Flüssigkeitspumpen

In der Anlage werden unterschiedliche Flüssigkeitspumpen benötigt. Im einzelnen sind dies:

5.10.2.1 Kondenswasserpumpen

Kondensatpumpen werden zur Förderung des Wassers aus dem oberen Kondensator verwendet. Da nicht auszuschließen ist, daß durch alle Pumpen Schadstoffe - wenn auch nur in geringen Mengen - strömen, müssen entsprechend beständige Pumpen verwendet werden.

5.10.2.2 Schadstoffpumpen

Die Schadstoffpumpen werden zur Förderung der abgetrennten flüssigen Schadstoffe benötigt. Auch hier müssen chemisch beständige Pumpen verwendet werden.

5.10.2.3 Anmerkungen

Bei der Kondenswasser- und der Schadstoffpumpe hinter den Kondensatoren ist darauf zu achten, daß auf deren Einlaufseite ein Unterdruck herrscht, dieser sich aber nicht hinter den Pumpen fortsetzen darf. Es müssen also Pumpen - evtl. in Verbindung mit anderen Bauteilen - verwendet werden, die trotz der anliegenden Druckdifferenz fördern können und als Schleuse wirken.

5.10.2.4 Kühlwasserkreislauf

Im Kühlwasserkreislauf werden für jeden Kreislauf durch einen der Kondensatoren eine Pumpe benötigt.

5.10.2.5 Thermoölkreislauf

s. Abschnitt 5.4.2

5.11 Zusammenfassung von Komponenten

Zur besseren Handhabung und Kompatibilität werden fast alle Bauteile zu Gruppen zusammengefaßt und in Rahmengestellen oder Containern untergebracht. Die gesamte Anlage ist in Modulbauweise ausgeführt und geeignet zur Beförderung mit Lastkraftwagen.

5.12 Reinigung

Für eine einwandfreie Funktion der gesamten Anlage ist eine regelmäßige Reinigung notwendig. Dies betrifft v. a. die Komponenten, bei denen schon eine geringe Verschmutzung die Funktionsweise einschränken würde.

5.13 Energieversorgung

Für den Betrieb des Thermoölerhitzers ist eine Versorgung mit Gas notwendig. Dieses wird aus einem Flüssiggastank, der direkt mit dem Brenner verbunden ist, entnommen.

Die Versorgung mit elektrischer Energie erfolgt über am Aufstellungsort vorhandene Anschlüsse oder, falls diese nicht zur Verfügung stehen, über einen Generator

5.14 Gerüst

Das Gerüst dient der Unterstützung des Personals bei Bedienung, Wartung und Montage.

5.15 Begehung

Durch Vorrichtungen zum Begehen muß gewährleistet werden, daß alle für die Bedienung notwendigen Stellen gut und zügig erreichbar sind und notwendige Wartungs-, Montage- und Reparaturarbeiten rasch durchgeführt werden können.

5.16 Fundament

Wird die Anlage auf einem nicht ausreichend befestigten Untergrund aufgestellt, so wird ein Fundament benötigt.

5.17 Geräuschpegel

Für Sanierungsanlagen gilt ein Beurteilungspegel von 85dB(A).

5.18 Regelungstechnik

Die Regelungstechnik muß die Funktion der einzelnen Komponenten und die der Bauteile untereinander gewährleisten. Der gesamte Prozeßablauf mit Ausnahme der Aufbereitung des Schüttguts und der Beschickung wird automatisch geregelt. Die Regelung ist mit allen zugehörigen Meß- und Schaltkreisen in einer zentralen Anlage installiert. Die Regelung ist für den gesamten Reinigungsablauf und die Störfassung zuständig.

5.19 Entsorgung

In der Anlage können unterschiedliche Arten von zu entsorgenden Flüssigkeiten anfallen (Schadstoffe, Öle, Reinigungsmittel etc.). Für jede Art von Flüssigkeit muß eine geeignete Entsorgung möglich sein.

6 Änderungen

Sämtliche Änderungen am Anlagenaufbau sind grundsätzlich möglich. Sie sind mit dem Auftraggeber abzusprechen. Der Auftragnehmer hat die Funktion der Anlage weiterhin zu gewährleisten.

7 Gewährleistung

Die Gewährleistung beträgt mindestens 12 Monate ohne Schichtbegrenzung ab Übernahme der Anlage. Der Beginn der Gewährleistung wird im Abnahmeprotokoll festgelegt.

Kurze
Beschreibung
zur EcoSan-Anlage

Die Ersatzteilliefergarantie beträgt 10 Jahre. Für diesen Zeitraum stellt der Lieferant zudem sicher, daß Anpassungen der Software an die zukünftigen Standards angeboten werden.

8 Anhang

