

Mehrstufige Mechanische Abwasseraufbereitungsanlage

Im Rahmen des Sonderabfallaufkommens ist die Entsorgung von Altölen besonders zu betrachten. Die Entsorgung von Altölen richtete sich bis zum Inkrafttreten des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes grundsätzlich nach den im Abfallgesetz und insbesondere in der Altölverordnung vom 27. Oktober 1987 festgelegten Anforderungen. Danach enthält der Begriff „Altöl“ gebrauchte halbflüssige oder flüssige Stoffe, die ganz oder teilweise aus Mineralöl oder synthetischen Ölen bestehen, einschließlich ölhaltiger Rückstände aus Behältern, Emulsionen oder Öl-/Wasser-Gemische. Zu diesen Sonderabfallgemischen zählen auch MARPOL-Wässer aus der Schifffahrt (MARPOL I) sowie Abwässer aus der Tankreinigung.

Für letztere Anwendungen hat die Norddeutsche-Filter-Vertriebs-GmbH, (NFV), Hamburg, die sich schwerpunktmäßig mit der mechanischen Aufbereitung von Bilgenwässern beschäf-

tigt, eine Anlage in Containerbauweise konzipiert, die aus den Erfahrungen der neuesten Technologien zur Bilgenwasseraufbereitung resultiert, die Umstände der Tankwäsche aber berücksichtigt.

Neueste Technologien der NFV bedeuten primär rein mechanische Verfahren, da die NFV vor dem Hintergrund des neuen Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes bestrebt ist, eine möglichst 100%ige Abscheidung des Altöls unter Verzicht auf den Einsatz von Chemie, aber auch unter Umgehung energiezehrender Verfahren zu erzielen. Die Berücksichtigung all dieser aufgeführten Punkte bildete die Basis für die Entwicklung der **mehrstufigen Mechanischen Abwasseraufbereitungsanlage**.

Auftraggeber für diese mobile Entsorgungsstation war ein großes finnisches Unternehmen, dessen Kernge-

schäft in der Tank- und Schiffsreinigung liegt. Der Wunsch des Kunden lag in der Aufarbeitung und Kreislauf-führung großer Waschwassermengen unter Gewährung langer Standzeiten durch das Abwasser-Recycling. Das Altöl sollte weitestgehend abgetrennt werden, der Energieverbrauch und andere Betriebskosten sollten dabei minimal gehalten werden. Den Einsatz von Chemikalien galt es zu vermeiden.

Mittels eines Drei-Stufen-Systems, bestehend aus

- einem Mehrphasentrenner, Typ MPT,
- einem Mechanischen Emulsionsbrecher, Typ MEB und
- einer Membranfiltrationsanlage,

die alle separat oder gekoppelt arbeiten, ist es gelungen, den Einsatz von Chemie gänzlich zu unterbinden und trotzdem eine optimale Aufbereitung der Tankwaschwässer zur Kreislauf-



Bild 1: Mehrphasentrenntrenner (1. Stufe)

führung nach dem Stand der Technik zu erreichen.

Eine Besonderheit bei diesen Einzel-Aufbereitungsstationen stellt die kontinuierliche Ölmesung hinter jeder einzelnen Stufe dar. Die Meßcharakteristik ermöglicht die automatische Zu- bzw. Abschaltung der jeweils nächstfolgenden Aufbereitungsstufe in Abhängigkeit der erreichten Meßwerte, die stets mit den geforderten Einleitgrenzwerten verglichen werden.

Die komplette Abwasserbehandlungsanlage ist inklusive der kompletten Schaltwarte in einen speziell verstärkten, mobilen 20-Fuß-Container eingebaut, der für den Transport auf geeigneten Lastkraftwagen mit einem »Multilift«-Unterrahmen ausgerüstet ist. Zur Inbetriebnahme müssen lediglich die Zu- und Ablaufleitungen angebracht werden, um das System in den funktionsfähigen Zustand zu überführen. Hierfür ist außen am Container ein Anschlußkasten mit den entsprechenden Schlauchkupplungen vorgesehen.

Anlagenbeschreibung

In der **Eintrittskammer des Mehrphasentrenners** (1. Stufe) erfolgt durch Gravitation zunächst eine Vorabscheidung



Bild 4: Schaltkasten und Vorlagetank



Bild 2: Mechanischer Emulsionsbrecher (2. Stufe)

größerer Ölanteile und großer Öltropfen, die sofort in den integrierten Ölsammeldom aufsteigen. Danach durchströmt das Öl-Wasser-Gemisch patentierte Phasentrennprofile (s. Abb. 1), die der parallelen Vorabscheidung von Ölen und Feststoffen dienen.

Die patentierten Profile, die parallel zueinander angeordnet und in Strömungsrichtung wellenförmig geführt sind, ermöglichen aufgrund ihrer strömungstechnisch optimierten Konstruktion das Zusammenwirken von Strömungs-, Gravitations- und Koaleszenzeffekten. So werden die Tropfen der diskontinuierlichen Ölphase an der Unterseite der Phasentrennprofile aufgefangen, wo sie mit anderen Tropfen zu einem Film zusammenfließen.

Als größere Tropfen fließen sie dann bis an die Spitzen der Profile und steigen als große Tropfen durch die integrierten Löcher an die Oberfläche auf.

Gleichzeitig sinken im Wasser befindliche Schmutzpartikel bei der Strömung durch die MPT-Einbauten auf deren Oberseite ab, rutschen bis zum Ende des Schenkels und rieseln von dort durch die offenen Spalten zwischen den einzelnen Profiltreihen in den Schlamm-sammelraum am Boden des Behälters. Je nach Bedarf kann der angesammelte Schlamm über den für die Entleerung vorgesehenen Stutzen abgelassen werden. Die Effektivität der Ölabscheidung bleibt dadurch dauerhaft erhalten.

Die Überwachung des Ölstandes in dem Ölsammeldom und die Ölsteuerung erfolgt automatisch über eine Niveau-Sonde. Bei Erreichen eines maximalen Ölstandes öffnet das Öl-ablaßventil, das Öl fließt automatisch in den Schmutzölsammeltank ab. Nachdem das Öl-Wasser-Gemisch die Phasentrenneinbauten durchströmt hat, gelangt es über die Verbindungsleitung in den Eintritt des Mechanischen Emulsionsbrechers.



Bild 3: Membranfiltrationsanlage (3. Stufe)

In der 2. physikalischen Entölungsstufe, dem **Mechanischen Emulsionsbrecher**, werden in speziellen Emulsionsbrecher-Elementen auch feinste mechanisch emulgierte Öltropfen bis hin zur Löslichkeitsgrenze abgeschieden, die im Mehrphasentrenner nicht abgeschieden werden konnten, und ebenfalls in einem entsprechenden Öldom gesammelt. Auch hier erfolgt die Ölstandsüberwachung und Ölsteuerung automatisch über die Niveau-Sonde.

Das Abscheideprinzip beruht in dieser Stufe auf dem Koaleszenzeffekt in einem Faserbett. Die Struktur und der Aufbau des Faserbettes ist der Abscheideleistung der vorgeschalteten 1. physikalischen Stufe angepaßt.

Die sogenannten MEB-Elemente werden radial von innen nach außen durchströmt. Dabei vereinigen sich die sehr feinen Tropfen der diskontinuierlichen Ölphase oder werden durch die bereits an den Fasern entstandene Grenzschicht eingefangen und bilden einen benetzenden Film (s. Abbildung 2). Mit der Durchströmung der kontinuierlichen Wasserphase bewegt sich der Film zum Austritt des MEB-Elementes und bildet dort große Tropfen, die aufgrund der Schwerkraft periodisch in den Ölsammeldom aufsteigen.

Die Abscheidung der diskontinuierlichen Phase im Phasentrennelement ist selbst bei geringsten Dichteunterschieden und einer Tropfengröße von 1 µm Durchmesser bis zur Löslichkeitsgrenze möglich.

Nach Durchströmung der zweiten Stufe wird das Medium, wenn es den geforderten Einleitgrenzwerten noch nicht entsprechen sollte (s. auch Parameterüberwachung), in einem 1m³-Tank gesammelt, der als Speisetank für die dritte Stufe, die **Membranfiltrationsanlage** (3. Stufe) dient. Der Füllstand in dem Vorlagetank wird über einen Schwimmerschalter überwacht.

Ist ein vorgegebener Füllstand erreicht, wird die Membranfiltrationsanlage automatisch gestartet und das Medium aus dem Vorlagetank in den Membrankreislauf gefördert.

Mit der Membranfiltrationsanlage können im Chargenbetrieb stabile Emulsionen aus dem Vorlagetank filtriert bzw. aufkonzentriert werden. Dabei strömt das Medium in Längsrichtung an den Membranen vorbei. Aufgrund der spezifischen Membranporengröße diffundieren kleinere und Wassermoleküle infolge des Differenzdruckes (Transmembrandruckes) quer zur Strömungsrichtung durch die Membranstruktur auf die Austrittsseite der MF-Anlage. Größere höhermolekulare Teilchen und Kohlenwasserstoff-Moleküle werden vor den Membranen zurückgehalten und im Konzentratkreislauf aufkonzentriert. Ein Verstopfen der Membranen durch das aufkonzentrierte Öl im Konzentratkreislauf wird durch eine periodische Rückspülung verhindert, die in bestimmten Zeitintervallen automatisch erfolgt. Durch einen kräftigen Druckstoß wird eine bestimmte Filtratmenge rückwärts durch die Membranen gedrückt mit der Wirkung, daß anhaftende Feststoffe und Kohlenwasserstoffbeläge von den Membranen wieder abgesprengt und sofort von der Strömung im Konzentratkreislauf mitgerissen werden.

Sinkt die Filtratleistung mit zunehmender Betriebszeit und steigender Öl- und Feststoffkonzentrationen im Konzentratkreislauf trotz periodischer Rückspülungen weiter ab, ist die maximale Aufkonzentrierung der Emulsion erreicht und es erfolgt eine Konzentratausschleusung, so daß die Membranfiltrationsanlage für neues aufkonzentrierendes Medium aus dem Vorlagetank zur Verfügung steht. In gewissen Zeitabständen; insbesondere, wenn sehr viel dreckiges Medium durch die Membranen gefahren wurde, kann die Wirkung von periodischer Rückspülung und Konzentratausschleusung nicht mehr so effektiv sein. In diesem Fall erfolgt dann eine Reinigung der Anlage.

Parameterüberwachung

Hervorzuheben an dieser Mehrstufenkombination ist das Detektionssystem, mit dem alle Abwasserströme kontinuierlich und zeitgleich hinsichtlich der Parameter

- Ölkonzentration
- Feststoffkonzentration
- Trübung

hinter jeder einzelnen Stufe überwacht werden.

Am Austritt jeder einzelnen Stufe wird über eine Meßleitung kontinuierlich Probenwasser entnommen und

über den Monitor auf Restölgehalt untersucht. Liegt der Restölwert unterhalb des am Monitor eingestellten Grenzwertes, so wird das gereinigte Wasser über ein 3/2-Wege-Ventil direkt in den Austritt der Containeranlage gepumpt. Erfordert die Abwasserqualität jedoch eine weitere Aufbereitung, so wird die nächstfolgende Stufe aktiviert und die Abwasseraufbereitung damit verfeinert. Die einzelnen Stufen werden demnach je nach Wasserqualität automatisch zu- bzw. abgeschaltet.

Die sich hieraus ergebende Flexibilität ermöglicht eine wirtschaftliche Abwasseraufbereitung, die automatisch mittels einer integrierten elektronischen Überwachungseinheit gesteuert wird. Die nachfolgende Zeichnung stellt die einzelnen Stufen der Gesamtanlage schematisch dar; auf den folgenden Seiten zeigen Fotos Teilausschnitte des Containers.

Auf den Fotos 1-4 sind die einzelnen Stufen des Behälters dargestellt. So zeigt:

Foto 1: NFV-Mehrphasentrenner (1. Stufe) mit blauem Ölsammeltank rechts im Vordergrund. Vorne links Vorlagetank mit der Membranfiltrationsanlage im Hintergrund.

Foto 2: NFV-Mechanischer Emulsionsbrecher (2. Stufe) mit vorgeschaltetem Feststoff-Filter

Foto 3: Membranfiltrationsanlage (3. Stufe, rechts), Monitor (mittig) und Schaltzentrale des Containers (links)

Foto 4: Schaltkasten und Vorlagetank der Membranfiltrationsanlage. Links ist die Frontseite der ersten Stufe, des Mehrphasentrenner zu erkennen.

Anwendung

Die Mechanische Abwasseraufbereitungsanlage ermöglicht in dem Fall dieser kundenspezifischen Abwässer eine Abtrennung der Schmutzfraktionen Öle und Feststoffe, so daß die zur Tankreinigung eingesetzten Wässer problemlos der Wiederverwertung im Reinigungsprozeß zugeführt werden können. Die Feststoffe lassen sich über integrierte Schlammablässe in der ersten Stufe entnehmen, die separierten Öle werden sowohl in der ersten als auch in der zweiten Stufe so abgetrennt, daß sie gemeinsam gesammelt und einer Entsorgung oder einer Wiederverwertung im Sinne des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes zugeführt werden können.

Während zuvor vielfach eine chemische Schadstoffeliminierung erfolgte, um die Waschwässer im Kreislauf zu führen, entfällt diese Aufarbeitung heute aufgrund des Einsatzes der innovativen Abwasserrecycling-Anlage der NFV Hamburg. Mit minimalen Schadstoffanteilen belastetes Wasser kann nach der Aufarbeitung dem Waschpro-

zeß wieder neu zugeführt werden, um in einem weiteren Waschprozeß anfallende Schadstoffe aufzunehmen. Auf diese Weise wurde eine hoher Chemikalienverbrauch in einer entsprechenden Anlage durch ein wirtschaftlich arbeitendes, mehrstufiges Verfahren des Abwasserrecyclings ersetzt.

Als Einsatzgebiet dieser Anlage sind jedoch nicht nur die oben beschriebenen Tankwaschwässer zu nennen. Mit ähnlichen Erfolgsquoten lassen sich auch neutrale MARPOL-Abwässer und andere ölhaltige Abwässer behandeln, so daß eine Substitution der chemie- und energicaufwendigen Verfahren auch auf andere Bereiche ausdehnbar ist.

Verfahrensdaten: MPT- und MEB-Stufe

Durchsatzleistung	0,5 - 2,5 m ³ /h
Betriebsdruck	max. 3,0 bar
Betriebstemperatur	20 - 60 °C
Hauptphase	Waschwasser aus der Tank- und Schiffsreinigung
Nebenphase	Mineralöle
spezifisches Gewicht	< 980 kg/m ³ (20°C)
Viskosität	< 1000 cSt (20°C)
Flammpunkt	> 55 °C (A III)
Ölkonzentration am MPT-Eintritt	< 30 Vol-%, im Störfall kurzzeitig 100 %
Ölkonzentration am MEB-Eintritt	< 5 Vol-%
Abscheideleistung des MPT:	Restölgehalt < 15 ppm freie, nicht stabil emulgierte Kohlenwasserstoffe bzw. alle Öltropfen mit d > 25 µm werden abgeschieden
Abscheideleistung des MEB:	Restölgehalt < 5 ppm freie, nicht stabil emulgierte Kohlenwasserstoffe

MF-Stufe

Durchsatzleistung	max. 1000 l/h
Betriebsdruck	max. 7,0 bar
Betriebstemperatur	20 - 60 °C
Hauptphase:	Waschwasser aus der Tank- und Schiffsreinigung
Nebenphase	Mineralöle (emulgiert)
spezifisches Gewicht	< 980 kg/m ³ (20°C)
Viskosität	< 1000 cSt (20°C)
Flammpunkt	> 55 °C (A III)
Ölkonzentration am Eintritt	< 1 Vol-%
Aufkonzentration im Konzentrat-	
kreislauf	max. 20 Vol-%
Abscheideleistung	Restölgehalt < 5 ppm

Technische Daten:

Anschlüsse am Container	
Stromversorgung:	400 V/50 Hz, über Steckbuchse CEE 63A außen am Container
Externer Schimmerschalter:	Steckbuchse außen am Container
Anschlußkasten:	4 Camlock-Schlauchkuppelungen Varterteil DN 40 / 1 1/2" mit Kugelhähnen für
	• Eintritt Waschwasser
	• Austritt Brauchwasser
	• Entleerung Öltank
	• Restentleerung
	1 Klauenkupplung DIN 3481, 1" mit Kugelhahn für
	• Spülwasseranschluß
Hauptschaltkasten	
Anschlußspannung	400 V, 50 Hz
Steuerspannung	24 V, 50 Hz
Schaltkasten MF-Anlage	
Anschlußspannung	400 V, 50 Hz
Steuerspannung	24 V DC
Außenmaß:	
Container:	L x B x H 6040 x 2420 x 2600 mm