

Dynapuls



Der pulsierende, dynamische Anaerobfilter **Dynapuls** ist eine Hochleistungsanlage zur anaeroben Behandlung von organisch stark belasteten Abwässern. **Dynapuls** bringt bei hoher Betriebssicherheit äusserst kurze Abbauezeiten. Er verbindet in idealer Weise die Vorteile von Festbettanlagen (Anaerobfilter) und von Schlammbedtreaktoren (USAB, expanded bed).

Funktionsweise

Ein Anaerobfilter ist mit einem Trägermaterial (Filterpackung) gefüllt, das eine sehr grosse Oberfläche aufweist (z.B. $200\text{m}^2/\text{m}^3$), auf welcher die anaeroben Bakterien aufwachsen und festsitzen können. Dies hat den Vorteil, dass die Bakterien nicht mit dem behandelten Abwasser aus dem Reaktor gespült werden. Dadurch, dass so eine sehr hohe Bakterienkonzentration pro m^3 erreicht wird, kann der an sich langsame anaerobe Abbau gegenüber einer konventionellen Anlage (mit viel weniger Bakterien/ m^3) um mehr als eine Zehnerpotenz beschleunigt werden.

Abb. 1:

Blick auf eine mit Bakterien bewachsene Filterpackung, die hier wenig aus dem Abwasser auftaucht.

Die Packung besteht aus rechtwinklig verklebten Wellplatten aus Kunststoff.

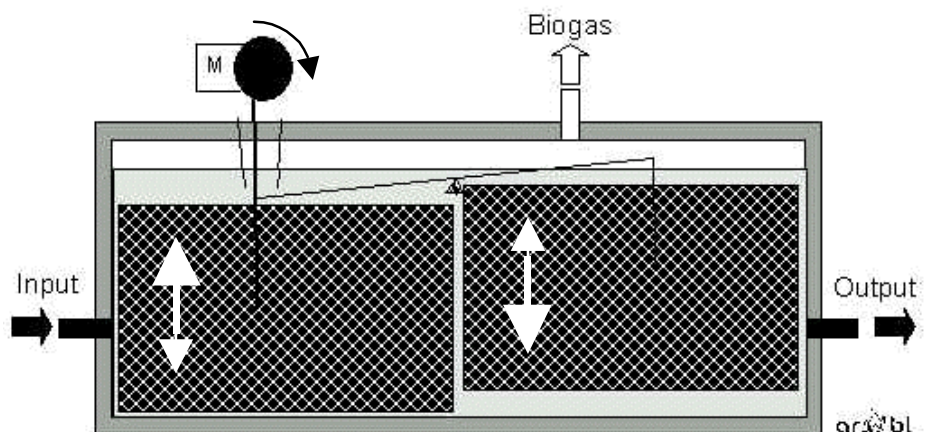


Anaerobfilter eignen sich nur für Abwässer, die wenig Feststoffpartikel aufweisen, da sonst die Gefahr von Verstopfen besteht. Ebenfalls können konventionelle Anaerobfilter durch das starke Bakterienwachstum „zuwachsen“.

Im Gegensatz zu konventionellen Anaerobfiltern wird im pulsierenden dynamischen Anaerobfilter unter sehr kleinem Energieeinsatz eine pulsierende Relativbewegung zwischen dem Trägermaterial, auf welchem die Bakterien aufwachsen, und der organisch belasteten Flüssigkeit erzeugt.

Abb. 2:

Die Filterpakete befinden sich im Gleichgewicht und werden durch die eine durch den Motor (M) angetriebene Scheibe in eine sanfte Schaukelbewegung versetzt



Vorteile von Dynapuls

Die Relativbewegung zwischen Trägermaterial (d.h. Bakterienfilm) und dem freien Substrat bringt verschiedene, grosse Vorteile:

1. Durch die Relativbewegung dringt das Substrat (gelöste organische Moleküle) tiefer in den Bakterienfilm ein, welcher sich auf dem Trägermaterial bildet. Dadurch wird ein grösserer Prozentsatz der Biomasse mit Nahrung versorgt, was die **aktive Biomasse** im Reaktor gegenüber einem statisch betriebenen Anaerobfilter mit gleicher Filteroberfläche **deutlich erhöht**. Beim statischen Filter werden nur die Bakterien an der Filmoberfläche ausreichend mit Substrat versorgt. **Mehr aktive Biomasse** ⇒ **schnellerer Abbau**
2. Durch die Relativbewegung zwischen Trägermaterial und Substrat werden die sich vom Film **abgelösten Bakterienagglomerate in Suspension** gehalten. Der suspendierte Bakterien Schlamm führt zu einer starken Vergrösserung der aktiven Oberfläche und damit zu einer zusätzlich verbesserten Abbauleistung. Der pulsierende Anaerobfilter kann unter diesem Gesichtspunkt im Gegensatz zu konventionellen, statischen Anaerobfiltern als ein Hybrid zwischen Fest- und Schlammbettreaktor betrachtet werden. **Mehr aktive Oberfläche** ⇒ **besserer Abbau**
3. In den UASB-Schlammbettreaktoren wachsen nur eine kleine Zahl von Bakterienarten als Granulat auf, da viele Arten nicht in der Lage sind „Körner“ zu bilden. Im Anaerobfilter hingegen kann in der Bakteriengemeinschaft des Films eine **sehr grosse Vielfalt von Arten** aufwachsen. Dies ermöglicht den Abbau einer grösseren Anzahl von organischen Verbindungen, was das Spektrum der Variationen im Abwasserzusammensetzung signifikant erweitert, da bei einer Veränderung der Abwasserzusammensetzung geeignet spezialisierte Bakterien in Aktion treten können. **Grössere Bakteriendiversität** ⇒ **grössere Stabilität bei Schwankungen und optimierter Abbau von mehr Verbindungen**.
4. Da die Bakterien im Gegensatz zu Schlammbetten auf dem Trägermaterial festsitzen, verbleiben sie bei einer Schockbelastung oder bei einem Stoss mit toxischen Substanzen (Antibiotika, Detergenzien etc.) auf dem Trägermaterial und werden nicht – wie in Schlammbetten üblich – ausgetragen. Sie kapseln sich allenfalls ab und erwachen nach der **Schockbelastung** (oder einem längeren Stillstand) wieder zu neuem Leben. **Fixierte Biomasse** ⇒ **hohe Prozessstabilität, stabil gegen Schwankung von Zufuhrmengen**
5. Da der Kontakt zwischen Bakterien und ihrer Nahrung durch die pulsierende Bewegung hergestellt wird, ist ein **Pfropfstromdesign möglich**: Das Substrat durchwandert den Reaktor von einem Ende zum anderen. Dadurch können sich – analog zum Ablauf des Abbaus – in jedem Abschnitt spezialisierte Bakterien entwickeln (hydrolytische, säurebildende und methanbildende). Im Gegensatz zu Schlammbetten muss nicht durch ständiges (energieintensives) Umpumpen eine klar vorgegebene Fliessgeschwindigkeit eingehalten werden, um die Bakterien in Suspension zu halten (was zudem den negativen Nebeneffekt hat, dass durch die ständige Durchmischung ein Teil des Substrats unabgebaut ausgetragen wird). **Pfropfstromdesign** ⇒ **vollständigerer, besser optimierter Abbau**
6. Durch kurzzeitiges Anheben der Pulsfrequenz kann die Bewuchsdicke des Bakterienfilms regulierend beeinflusst werden. Damit besteht **keine Gefahr des Zuwachsens** der Filterpackung. Folglich können - im Gegensatz zu statischen Filtern - Trägermaterialien mit einer hohen spezifischen Oberfläche eingesetzt werden. **Filmdicke regulierbar** ⇒ **keine Verstopfung**
7. Die Relativbewegung zwischen Bakterienfilm und Substrat bewirkt ein rasches Ablösen der Gasblasen von der Biomasse und damit ein feinblasiges **optimales Ausgasen**, d.h. es bilden sich nicht im Film unnötig grössere Blasen, die den Abbau behindern. **Besseres Ausgasen** ⇒ **besserer Abbau**
8. Als weiterer, grosser Vorteil stellte sich heraus, dass **Dynapuls** sehr **stabil ist gegen tiefen pH-Wert im Zufluss**. Die Stabilität gegenüber saurem Input scheint auf Mikrobereiche mit neutralem pH innerhalb der Biozönose, d.h. im Innem des Films zurückzuführen zu sein; Schlammbettreaktoren reagieren wegen der einseitigeren Zusammensetzung der Biozönose und des oft kleinen Durchmessers der Bakterienkörner auf Hungerzeiten, Schockbelastungen und auf Übersäuerung viel sensibler. **Hohe pH-Stabilität** ⇒ **weniger Chemikalien zur pH-Pufferung**

Eigenschaften

Dynapuls kombiniert daher in idealer Weise sämtliche Vorteile von UASB-Reaktoren (sehr hohe aktive Biomasse als Folge von grosser aktiver Oberfläche und intensivem Kontakt mit dem Substrat) und von Anaerobfiltern (hohe Stabilität gegenüber Schockbelastungen und Änderungen in der Substratzusammensetzung dank festsitzender Biomasse). Zusätzlich ist energieaufwendiges Umpumpen nicht nötig und ein Pfropfstromdesign möglich, wo die Bakteriengemeinschaften dem jeweiligen Abbaugrad des Substrats optimal angepasst sind.

Der pulsierende, dynamische Anaerobfilter **Dynapuls** zeichnet sich damit durch folgende Eigenschaften aus:

- ~~///~~ sehr hohe Abbauleistung und dadurch sehr kurze hydraulische Verweilzeit,
- ~~///~~ daher kleine Bauvolumina bei einfacher Konstruktion,
- ~~///~~ hohe Energieausbeute bei sehr kleinem Betriebsenergiebedarf,
- ~~///~~ sehr hohe Betriebssicherheit und
- ~~///~~ kleiner und einfacher Wartungsaufwand.

Einsatzbereiche

Dynapuls kann zur Behandlung von organisch belasteten Abwässern aller Art eingesetzt werden (Abwässer aus der Lebensmittelindustrie, flüssige Phase von Zweistufenprozessen, Chemieabwässer, etc.). Er verkraftet jegliche Art von organisch hoch belasteten Abwässern, sofern keine groben Partikel, wie Stroh etc. darin enthalten sind. Im Gegensatz zu UASB-Reaktoren führen auch fetthaltige Abwässer nicht zu Problemen.

Dank der extrem kurzen Abbauphase eröffnet sich in vielen Fällen die Möglichkeit, bei der Behandlung eines industriellen/gewerblichen Abwassers die anaerobe Stufe der aeroben voranzustellen und dadurch die Rentabilität und die Energieausbeute des Abbauprozesses zu verbessern. Es wurden bereits mit Erfolg auch Versuche mit Schlämmen aus kommunalen Abwasserreinigungsanlagen gefahren.

Performance

Mit **Dynapuls**-Pilotanlagen wurden verschiedenste Abwässer pilotiert

- ~~///~~ Permeat-Abwasser aus der Milchverarbeitung/Weichkäseherstellung (v.a. Lactose)
- ~~///~~ Brennereiabwasser aus der Kirsch-Produktion
- ~~///~~ Rezirkulat beim zweistufigen Abbau (Hydrolyse/Methanisierung) von Gemüseabfällen, Energiegras und Kaffeabfällen
- ~~///~~ Abwasser von der Verarbeitung von Erdfrüchten und Salaten (Randen, Kartoffeln, Rüben, Sellerie etc.)
- ~~///~~ Kommunaler Klärschlamm
- ~~///~~ Abwasser von der Verarbeitung von Fleischabfällen

Im letzteren Fall (Tiermehlfabrik Bazenhaid) wurden Vergleichsuntersuchungen mit bestehenden UASB-Reaktoren durchgeführt. Dabei zeigte sich, dass der **Dynapuls** Schockbelastungen verkraftet, die deutlich stärker waren, als jene, die beim UASB unweigerlich zum Erliegen der Gärung geführt und einen Neustart mit zugekauftem Granulat bedingt hatten.

Die möglichen Faulraumbelastungen (kg organisches Material pro m³ und Tag) sind beim **Dynapuls** höher als bei konventionellen Filtern oder Schlammbedreaktoren. Es wurden – nach einer Einfahrzeit von einigen Monaten - verschiedentlich Belastungen gefahren mit rund 15 kg CSB/m³.d. Bei Spitzen lag der Wert deutlich darüber. Die hohe Faulraumbelastung erlaubt den Bau eines relativ kleinen Reaktors.

Dynapuls ist im Vergleich zu anderen Anlagen sehr unempfindlich gegen tiefem pH-Wert im Ausgangsmaterial. Bei sehr rasch sehr stark versauernden Substraten (z.B. Brennschlempen; pH<4) ist allerdings auch hier eine pH-Regelung zu empfehlen, wenn sehr hohe Belastungen gefahren werden.

Im Fall des Vergleichs mit den UASB-Reaktoren wurden während 24 Stunden 36 kg CSB/m³.d und anschliessend nochmals während eines Tags 17.8 kg CSB/m³.d in Form von protein- und fetthaltigem Abwasser zugegeben. In diesen Werten sind suspendierte Fettpartikel, welche ebenfalls in den Filter gelangten und den CSB zusätzlich noch stark erhöhten, nicht inbegriffen! Nach nur zwei Tagen war der Abbau wieder auf normale Werte (~90% Abbau) gestiegen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass **Dynapuls** eine sehr gute Abbauleistung bei sehr hoher Faulraumbelastung zeigt, und dass er bei tiefen Betriebskosten sehr stabil ist gegen tiefen pH des Inputs, hydraulische Schockbelastungen wie auch solche mit (toxischen) organischen Komponenten.

Detailliertere technische Informationen zu den Pilotierungen finden sich in:

- Edelmann W, Engeli H., Baier U. (2004): *Performance of a dynamic, pulsating anaerobic filter while treating industrial wastewaters including a comparison with UASB reactors*, 10th World Congress on Anaerobic Digestion AD 2004, Montreal Canada, 29.8.-2.9.2004 (download: www.arbi.ch/Seite11.htm)

Abb. 3:

Pilotierung von Abwässern der Hefeindustrie (Hefefabrik Stettfurt).

*Das Abwasser wird in einem Puffertank aufgeheizt (Hintergrund) und durchläuft Anschliessend den **Dynapuls** rechts im Vordergrund.*

Kontakte

Dr. W. Edelmann
Arbi GmbH
Lättichstr. 8, CH-6340 Baar
Tel. +41 41 763 2121
info@arbi.ch

H. Engeli
engeli engineering
Hohmatrain 1, CH-8173 Neerach
Tel. +41 1 858 3020
engeli@compuserve.com

