

Mestvolume verminderen met membraanfiltratie

Is het mogelijk om uit dunne mestfractie schoon water en een kunstmestvervanger te produceren? In rioolwaterzuiveringen en in de veehouderij verschijnen steeds meer installaties die gebruik maken van ultrafiltratie en omgekeerde osmose. De technische mogelijkheden voor ontwatering zijn sterk toegenomen. Dit biedt perspectief voor het verminderen van het aantal transportbewegingen.

Ing. Fridtjof de Buisonjé
(ASG – Animal Sciences Group van Wageningen
Universiteit & Researchcentrum, Lelystad)

Omgekeerde osmose (OO) is de meest extreme scheidingstechniek waarmee zelfs ionen uit een vloeistof kunnen worden afgescheiden (belangrijke toepassing: bereiding van drinkwater uit zeewater). Wanneer twee zoutoplossingen met verschillende concentratie gescheiden zijn door een semi-permeabel membraan, ontstaat er transport van water door het membraan. Het water stroomt van de oplossing met de lage zoutconcentratie naar de oplossing met de hoge zoutconcentratie. Dit wordt osmose genoemd. Het concentratieverschil tussen de oplossingen vormt de drijvende kracht (osmotische druk) voor de diffusie (het transport) van water door het membraan. Een semi-permeabel membraan laat water veel beter door dan opgeloste stoffen. Wanneer men een 'zoute' vloeistof zoals een dunne mestfractie wil concentreren (ontwateren), dient het watertransport door het membraan juist in omgekeerde

richting te gaan. Het water moet als het ware uit de dunne mestfractie worden geperst. Hierbij ontstaat een permeaat (schoon water) en een concentraat. De benodigde druk kan, afhankelijk van de toepassing en het type membraan, variëren van circa 15 bar tot meer dan 100 bar.

Ultrafiltratie en omgekeerde osmose

Varkensdrijfmest of digestaat wordt eerst gescheiden met een centrifuge. De dikke fractie kan worden afgezet naar bijvoorbeeld een composteerder of pelleteerbedrijf. De dunne fractie wordt gezeefd om grove delen af te vangen en verder behandeld via ultrafiltratie (UF) en omgekeerde osmose (OO) tot een kleurloze heldere vloeistof. Deze vloeistof kan worden verregend of hergebruikt op het bedrijf (reiniging van stallen, spoelen van vrachtwagens) of op het riool geloosd. Bij zowel UF als OO komt een concentraat vrij. Het concentraat van UF bestaat voornamelijk uit opgelost organisch materiaal zoals bacteriën, terwijl het concentraat van OO vrijwel uitsluitend uit anorganisch materiaal zoals opgeloste zouten bestaat. Naarmate de concentratie van zouten in het concentraat toeneemt door onttrekking van water, neemt de diffusiesnelheid van zouten door het membraan naar het permeaat toe. Tegelijkertijd neemt als gevolg van het concentreren de permeaatstroom door het membraan af. Dit resulteert in hogere zoutconcentraties, dus minder zuiver permeaat. Van de ingaande mest komt zo'n 15 procent terecht in de dikke fractie, ruim 15 procent in concentraat van UF, ruim 15 procent in concentraat van OO en de resterende 50 tot 55 procent is permeaat of osmose-water. Bij een goed werkende installatie is het stikstofgehalte van het permeaat < 200 mg/liter zodat het zonder emissiebeperkende maatregelen over landbouwgrond verregend kan worden. In een onderzoek naar

OO op de dunne fractie van zeugenmest bleek het mogelijk om het N-gehalte van het permeaat door aanzuren van het mestmonster te reduceren van 295 tot 53 mg/liter. Door aanzuren verschuift het chemisch evenwicht van ammoniak naar ammonium. Ammoniumionen worden door de OO-membranen beter tegengehouden dan ammoniakmoleculen.

Kunstmestvervangers

Het concentraat van de ultrafiltratie bestaat voornamelijk uit organisch materiaal en kan worden teruggevoerd naar de ingaande mest. Het steriele permeaat van ultrafiltratie (vrij van organisch materiaal zoals bacteriën en virussen maar met alle opgeloste zouten) en het eveneens steriele concentraat van omgekeerde osmose (opgeloste zouten) kunnen gezien worden als (een grondstof voor) kunstmestvervangers.

Membranevervuiling groot probleem

Membranevervuiling (fouling) kan de doorstroming van het permeaat door de membranen sterk verminderen. Dan neemt het energiegebruik sterk toe en moeten de membranen worden gereinigd. Voornaamste boosdoeners zijn:

- hechting van gedispergeerde deeltjes (heel kleine afgescheiden deeltjes of silt) aan het membraanoppervlak,
- hechting van grote organische moleculen aan het membraanoppervlak,
- hechting van bacteriën en -kolonies aan het membraanoppervlak: *biofouling*.
- hechting van neergeslagen zouten aan het membraanoppervlak: *scaling*.

Biologische vervuiling van de membranen (biofouling) kan schadelijke, vaak onomkeerbare, effecten hebben. Vooral bochten, ellebogen en doodlopende delen van een membraan zijn een goed aanhechtingspunt voor bacteriën. De biofilm wordt dikker omdat de bacteriën zich blijven vermenigvuldigen en dood organisch materiaal in de complexe structuur van de biofilm blijft hangen. De slijmerige afzetting wordt een sterk samenhangend geheel dat moeilijk of helemaal niet meer te verwijderen is. Uiteindelijk zullen delen van de biofilm loslaten en zich verspreiden in alle systeemcomponenten, inclusief het membraan.

Sommige membraanmaterialen vormen zelfs een goede voedingsbodem voor micro-organismen.

Scaling

Opgeloste stoffen met een lage oplosbaarheidsconstante, zoals calciumcarbonaat (kalk) en bariumsulfaat, worden door de ontwatering van het concentraat bij het OO-proces verder geconcentreerd en kunnen dan kristalkiemen vormen op het membraan. Uiteindelijk kunnen deze kiemen uitgroeien tot een dichte laag en de doorstroming van het permeaat sterk verminderen. In een Vlaamse rioolwaterzuiveringsinstallatie wordt na de UF ammoniumchloride en natriumhypochloriet gedoseerd die samen reageren tot monochlooramine (NH₂Cl). Monochlooramine is niet schadelijk voor de OO-membranen en voorkomt biofouling. Tevens wordt zuur (pH-correctie) en anti-scalant gedoseerd om kristalgroei op de OO-membranen te voorkomen. Het osmosewater wordt uiteindelijk geïnfiltreerd in een duingebied om het geschikt te maken voor drinkwaterbereiding.

Discussie

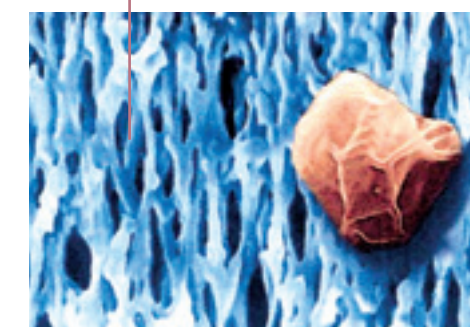
Uit het bovenstaande mag blijken dat een goede voorbehandeling van de mestvloeistof van essentieel belang is, evenals een goede afstemming van elke (filtratie)stap op de volgende stap. Daarbij hoort ook de juiste toepassing van chemische hulpstoffen om biofouling en scaling te voorkomen. Mestvloeistof en dunne fractie digestaat zijn door hun complexe en wisselende samenstelling een grote uitdaging voor de ontwerpers van UF- en OO-installaties.

De kosten voor het mestontwateringsproces bedragen circa 6 tot 12 euro per kuub ingaande dunne mest. Dit is exclusief afzet van eindproducten en geldt vanaf een schaalgrootte van circa 20.000 kuub mest per jaar. Bij hoge mestafzetprijzen is het mogelijk tegen een lagere prijs dan de mestafzetprijs mest te verwerken. De mogelijkheid van lozing van osmose-water op het riool hangt af van de eisen die de waterschappen stellen. Lozing op het riool geeft een aanzienlijke vermindering van het aantal transportbewegingen. Het concentraat van OO kan als (grondstof voor) een kunstmestvervanger worden beschouwd.

ULTRAFILTRATIE-MEMBRAAN

Bacterie op een polymeer ultrafiltratiemembraan.

Foto: ASG



Tabel				
De grenzen van de filtratietechnieken en de relatie tussen de afmetingen en de massa van deeltjes				
	Microfiltratie	Ultrafiltratie	Nanofiltratie	Omgekeerde osmose
Afmeting deeltjes	> 0,1 µm* > 500 000 Da**	0,1 - 0,01 µm* 1000 - 500.000 Da**	0,01 - 0,001 µm* 100 - 1000 Da**	< 0,001 µm* < 100 Da**
Type deeltjes	zwevende deeltjes, colloïdale mengsels, olie-emulsies	macromoleculen, bacteriën, virussen en eiwitten	micromoleculaire verbindingen	metaalionen, opgeloste zouten, pesticiden

*) 1 µm = 1 micron = 10⁻⁶ meter = 0,001 mm
**) Meestal wordt dit soort membranen gekarakteriseerd door hun *Molecular-Weight-Cut-Off* (MWCO), ofwel het maximale molecuulgewicht van het materiaal dat nog het membraan kan passeren. 1 Da = 1,66 x 10⁻²⁷ kilogram