

1. Anaëroobe reactoren. Deze zorgen voor productie van methaan (energiewinning), en voor verwijdering van BOD van 25-40% voor de Settler, 70-90% voor de ABR en meer dan 90% voor de AF.
2. Het horizontaal doorstroomd filter (PGF) :fig. 8.7..De bodemhelling is 1% en het filtermateriaal is fijn grind. Het is een nazuivering met een BOD verwijdering van 75-90%, en de verwijdering van bacteriën meer dan 95%.

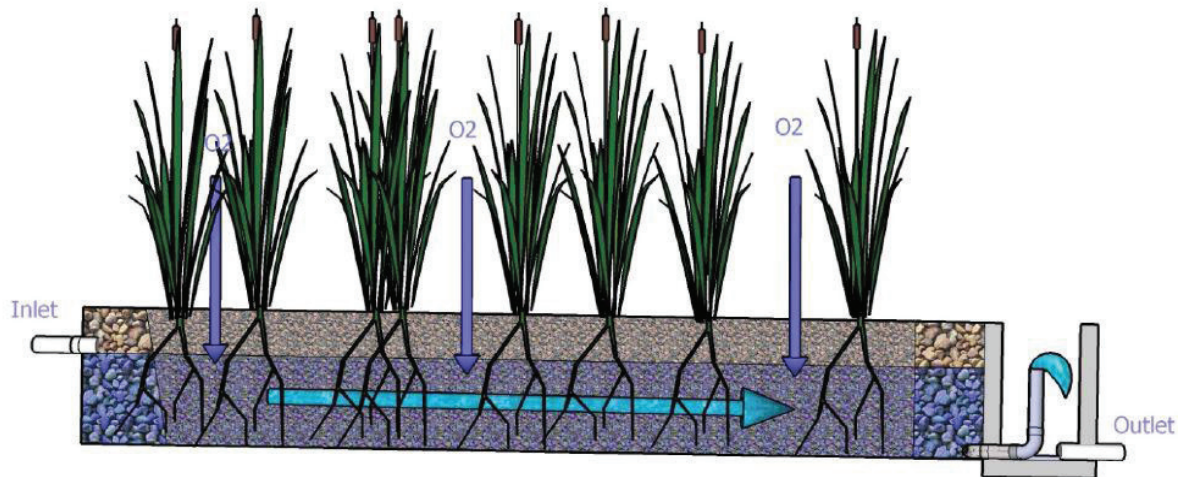


Fig. 8.7. Horizontaal filter voor zuivering BOD.(PGF)

3. De laatste stap is de vijver. Hierin staan algen. De BOD verwijdering is 20-30%, en de verwijdering van bacteriën meer dan 95%. Dit wordt veroorzaakt door het invallende u.v. licht.

Om het hele rapport te downloaden, klik [hier](#)

8.2.d. Verticaal doorstroomd helofytenfilter Lauwersoog (Bron: Meuleman, A.F.M., 1999.; mondelinge mededeling waterschap Noorderzijlvest 18-10-2010).

Het verticaal doorstroomd helofytenfilter Lauwersoog is sinds 1975 in gebruik en ontvangt huishoudelijk afvalwater en riooloverstortwater van de bebouwing van Lauwersoog, een jachthaven, een camping en een aantal kleine recreatieve voorzieningen. De belasting bedraagt circa 500 tot 600 inwonerequivalenten. Het filter bestaat uit een viertal compartimenten, die afwisselend bevoeid worden. De vegetatie van de compartimenten bestaat vrijwel uitsluitend uit *Phragmites australis* (riet). Deze vegetatie wordt jaarlijks in de winter gemaaid, waarna het maaisel wordt afgevoerd. De resterende plantenresten worden verbrand.

In 1991 zijn water- en massabalansen van het infiltratieveld voor organische stof (chemisch en biologisch zuurstofverbruik (resp. CZV en BZV)), stikstof (N) en fosfor (P) opgesteld. Daarnaast zijn de aantallen pathogene micro-organismen in het in- en uitstromende water geteld. Speciale aandacht is besteed aan de processen opname door de rietvegetatie, denitrificatie, accumulatie en adsorptie in de bodem.



Zuiveringsrendement

De zuiveringsefficiëntie met betrekking tot de nutriënten stikstof (N) en fosfor (P) was relatief laag (30% reductie van de totale stikstofbelasting van circa 2400 kg N/ha, 24% reductie van de fosforbelasting van circa 360 kg P/ha). In veel onderzoeken naar de efficiëntie van zuiveringsmoerassen wordt het zuiveringsrendement uit het verschil tussen de concentraties van stoffen in het in- en uitstromende water afgeleid (black box benadering). Onderzoek in het infiltratieveld te Lauwersoog wees uit dat berekeningen van het zuiveringsrendement op grond van gemeten concentratieverschillen slecht overeenkomen met de rendementen zoals deze met behulp van balansstudies zijn berekend. Zelfs wanneer gebruik werd gemaakt van jaargemiddelden van concentraties, gebaseerd op een groot aantal metingen (>25), leidde de black box benadering tot een verkeerde inschatting van het zuiveringsrendement.

Optimalisatie van het proces ‘opname door de vegetatie’

Gedurende het groeiseizoen neemt de vegetatie stikstof en fosfor uit de bodem en het water op en slaat deze op in boven- en ondergronds plantenmateriaal. Opname van stoffen door de vegetatie draagt alleen aan het zuiveringsrendement bij, indien er sprake is van een maaibeheer. Door het maaien van de bovengrondse delen van de vegetatie en het afvoeren van het maaisel, worden nutriënten uit het zuiveringsmoeras verwijderd. Indien geen maaibeheer wordt uitgevoerd, worden de opgenomen stoffen slechts tijdelijk vastgelegd en komen zij na het afsterven van de vegetatie gedurende het najaar en de winter weer vrij.

De hoeveelheden stikstof en fosfor, die afgevoerd kunnen worden, hangen af van de maximale opslag van deze stoffen in de bovengrondse delen van de vegetatie en het tijdstip van het maaien. Het maximale rendement van het zuiveringsproces ‘opname door de vegetatie’ wordt in principe bereikt indien op het moment van maximale opslag in bovengrondse delen (augustus, september) gemaaid wordt. Wanneer in de zomermaanden gemaaid wordt, worden er weliswaar meer nutriënten afgevoerd, maar wordt tevens de vitaliteit van het rietgewas aangetast. Door het vroegtijdig maaien wordt namelijk de aanleg van voorraden van met name suikers in het wortelstelsel beperkt, waardoor de groei in het volgende jaar geremd kan worden. Maaien in het najaar kent dit nadeel niet, omdat dan het transport van suikers van boven naar ondergrondse plantendelen reeds is voltooid. Door het maaien in het najaar worden twee keer zoveel nutriënten afgevoerd als wanneer in de winter wordt gemaaid.

Optimalisatie van de belasting

De belangrijkste richtlijn voor het ontwerp van een zuiveringsmoeras betreft de maximaal aan te voeren hoeveelheid stoffen per oppervlakte-eenheid aan zuiveringsmoeras (maximale belasting). Deze maximale belasting dient op de som van de maximale capaciteiten van de afzonderlijke zuiveringsprocessen gebaseerd te zijn. Wanneer deze som wordt overschreden, zal er geen verdere verwijdering meer optreden.

De nutriëntenbalans van het infiltratieveld te Lauwersoog wijst uit dat door optimalisatie van de zuiveringsprocessen er jaarlijks circa 1000 kg stikstof en 100 kg fosfor per hectare infiltratieveld kunnen worden verwijderd. Deze grenswaarden voor de maximale belasting komen met zuiveringsresultaten van meer dan 100 Noord-Amerikaanse en Deense zuiveringsmoerassen overeen. In die zuiveringsmoerassen waar de jaarlijkse belasting hoger is dan 1000 kg N/ha of 100 kg P/ha, voldoet in verreweg de meeste situaties de kwaliteit van het uitstromende water (effluent) niet aan de Nederlandse normen voor de kwaliteit van het effluent van rioolzuiveringsinstallaties. Bij belastingen die lager zijn dan de genoemde grenswaarden, voldoet de kwaliteit van het uitstromende water in alle situaties aan de lozingsnormen.

Wanneer de kwaliteit van het uitstromende water van zuiveringsmoerassen aan de Nederlandse Algemene milieukwaliteitseisen voor oppervlaktewateren moet voldoen, dient de maximale belasting van een zuiveringsmoeras zelfs een factor 10 lager te zijn (respectievelijk 100 kg N/ha en 10 kg P/ha). Sinds 2002 functioneert het helofytenfilter niet meer, omdat Lauwersoog toen op de nieuwe rwzi te Ulrum is aangesloten. Het is nu in bezit van Staatsbosbeheer, en maakt onderdeel uit van het Nationaal Park Lauwersmeer.

8.2.e. Living machine Emmen Dierenpark

Een Living Machine systeem in de dierentuin behandelt 260.000 l/dag afvalwater van bezoekers en het onderhoud van de gehuisveste dieren. In een tropische kas circuleert het afvalwater door ronde betonnen bakken. In die bakken groeien waterplanten. De bacteriën in het actieve slib spelen de hoofdrol. Ze nestelen zich aan het grote oppervlak van de plantenwortels en zorgen voor de afbraak van organische stoffen. Daarnaast onttrekken de planten voedingsstoffen als stikstof en fosfaat aan het actieve slib. De hoeveelheid afvalstoffen komt overeen met 1500 (i.e.)

De verblijftijd is een etmaal. Het plantaardig behandelde water wordt vervolgens door een slibfilter en daarna door uv-filters geleid om te zorgen dat alle bacteriën gedood worden. Klik [hier](#) om het zuiveringsproces te zien.

Maar het systeem wordt niet alleen voor de nijlpaarden gebruikt. Ook een bassin met 200pinguïns wordt gereinigd door de Living Machine, en dat van de reuzenschildpadden eveneens. Het gezuiverde afvalwater wordt ook gebruikt voor en toiletspoeling.

Als gevolg van dit systeem is er reductie met 84% van het waterverbruik in de dierentuin gerealiseerd.



Living machine Dierenpark Emmen
(de Waterfabriek)