

Het gebruik van poreuze dragermaterialen in de waterzuivering

Voordracht gehouden tijdens het NVA-NBV-symposium 'Immobilisatie en afvalwaterbehandeling', gehouden op 2 april 1987 te Rotterdam.

Inleiding

De afvalwaterzuivering is vanaf het moment dat de mens zich ermee bezighoudt sterk aan mode onderhevig. Bij voortdurend zien we gewijzigde concepten opduiken, die evenwel uitgaan van hetzelfde principe namelijk: de aërobe afbraak van organische stof of de aërobe omzetting van stikstofverbindingen. De uitvoeringsvormen laten zich grofweg indelen in twee groepen, te weten:

- vrije slibvlokken;
- slib gehecht aan dragermaterialen.

Overzicht 1.

	Linpor C	Captor	Linpor N
sponsjes grootte (cm)	(1,2) ³	2,5 x 2,5 x 1,25	(1,2) ³
hoeveelheid sponsjes (vol. %)	10-40	10-40	10-40
uitpersen sponsjes	nee	ja	nee
slib in suspensie	ja	nee	nee
nabezinkruimte	ja	nee	nee
toepassing	overbelaste rwzi's	voorzuiivering	nitrificatie
	simultane nitrificatie	nitrificatie (2e trap)	(2e trap)

sponsjes afgevoerd. De sponsjes worden uitgeperst en teruggevoerd. Het slib komt vrij in een concentratie van 4-5% (op droge-stofbasis). Om te voorkomen dat sponsjes het aëratiebassin verlaten is een zeefscherm aangebracht. Door de afvoer van slib uit het aëratiebassin is geen nabezinkruimte nodig. De aanwezigheid van de sponsjes noodzaakt tot aanpassingen aan het beluchtingssysteem. De beluchting dient zodanig te zijn dat sprake is van een egale verdeling over de aëratieruimte. Dit betekent dat toepassing vooral in combinatie zal gaan met bellen-beluchting of een ander gelijkmatig beluchtend beluchtingssysteem.

1.2. Principe Linpor-proces

De sponsjes die in het Linpor-proces (Linpor-C; afbraak organische stof) worden gebruikt zijn aanmerkelijk minder uniform van vorm in vergelijking met het Captor-

proces. De gemiddelde afmeting is een vierkant blokje met zijden 1,2 cm. De sponsjes worden toegepast in een hoeveelheid die kan variëren tussen 10-40% (gemiddelde toepassing 20%). Hierbij wordt voor de afbraak van organische stof vooral de bovengrens van belang geacht.

Het Linpor-proces kan gezien worden als een actief-slibproces waar sponsjes aan zijn toegevoegd (schema 2). In de aëratieruimte bevindt zich niet alleen gehecht slib, maar zijn ook vrije slibvlokken aanwezig. Aangehecht slib zal na verloop van tijd losraken. Het slibgehalte kan in de aëratieruimte oplopen tot zo'n 8-15 g/l (op basis droge stof). Hiervan is 2,5-4 g/l niet gehecht. Om te voorkomen dat de sponsjes uitspoelen is een zeefscherm aangebracht. Toepassing van het Linpor-procedé houdt in dat een nabezinktank noodzakelijk blijft.



IR. W. VAN STARKENBURG
Dienst Binnenwateren/RIZA
Lelystad

Systemen met vrije slibvlokken zijn bijvoorbeeld actief slib in aëratietanks of oxydatiesloten (Pasveer). Gehechte systemen zien we bij fluid bed (zand-drager), bioschijven, oxydatiebedden (lava, kunststof) en poreuze dragers (sponsjes van polyurethaan). Op deze laatste toepassing wil ik nader ingaan.

1. Slib op poreuze dragermaterialen

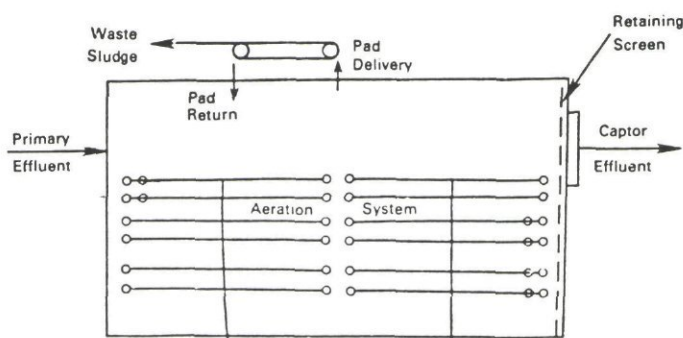
Het gebruik van poreuze dragermaterialen is de laatste tien jaar vooral in Groot-Brittannië en West-Duitsland opgekomen. In beide landen zijn systemen ontwikkeld die op een aantal punten principieel van elkaar verschillen. Dit heeft geleid tot het Captor-respectievelijk Linpor-proces. In beide gevallen wordt gewerkt met kleine rechte-hoekige sponsjes. Deze sponsjes worden in de vakliteratuur aangeduid als 'pads'.

1.1. Principe Captor-proces

Het Captor-proces werkt met sponsjes van 2,5 x 2,5 x 1,25 cm. De porositeit van de polyurethaanblokjes is 97%. De sponsjes worden toegevoegd aan aëratietanks in een hoeveelheid van 40.000 per m³. Het is gebleken dat deze hoeveelheid sponsjes nog zonder speciale voorzieningen mengbaar is. Dit betekent een gemiddeld volumepercentage van 31%. Overigens bleken in een aantal gevallen ook hoeveelheden van 16.000-43.000 m³ succesvol.

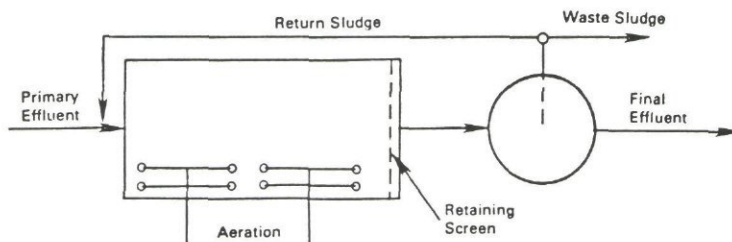
Het idee is om door de aanwezigheid van de sponsjes het slibgehalte te verhogen tot een niveau van 7-10 g/l. Tevens wordt de slibleeftijd verhoogd. Indien de activiteit van het slib even groot zou zijn als bij het 'normale' actief-slibproces, dan wordt de zuiveringscapaciteit sterk verhoogd.

De bedrijfsvoering van het Captor-proces is weergegeven in schema 1. Om de aangroei en afspoeling van de sponsjes in balans te houden wordt continu een deel van de



Schema 1 - Captor proces.

Schema 2 - Linpor-C proces.



1.3. *Modificaties*

De toepassing van sponsjes bij nitrificatie in een tweede trap wordt voor zowel Captor als Linpor als een goede mogelijkheid gezien. Bij deze toepassing valt het verschil tussen de beide systemen goeddeels weg. Dit komt vooral doordat de sponsjes in het systeem blijven en geen nabezinkruimte nodig is. Dit laatste gezien de zeer geringe groei van nitrificerende organismen.

Het Linpor-proces (Linpor-N) vond zijn eerste toepassing in de tweetraps nitrificatie (zie schema 3). In feite is als eerste stap elk biologisch systeem dat de BZV terugbrengt tot 20-30 mg/l (zonder stikstofoxydatie) bruikbaar. In de tweede stap wordt met 20-40% sponsjes bij een hydraulische verblijftijd van 2-4 uur de stikstof geoxydeerd.

Het zuurstofgehalte dient minstens 4-5 mg/l te zijn. Bij lagere gehalten is de overdracht naar de nitrificerende micro-organismen in de sponsjes onvoldoende.

Andere mogelijke toepassingen (voor Captor en Linpor) zijn toevoeging aan volledig gemengde anaërobe reactoren. Hierbij zou vooral effect te verwachten zijn op de verwijdering van opgeloste verontreinigingen.

1.4. *Verschillen*

De verschillen tussen beide systemen zijn aangegeven in overzicht 1.

2. **Praktijkervaringen**

De spons-systemen zijn, behalve in Groot-Brittannië en West-Duitsland, uitgebreid onderzocht in de Verenigde Staten.

De langste onderzoekstraditie heeft Groot-Brittannië, met name het Water Research Centre (WRC) te Stevenage. De eerste periode van het onderzoek is vooral bepaald door problemen met het uitspersen van de sponsjes. Met veel moeite is een evenwicht gevonden tussen een voldoende slibverwijdering en een acceptabel verlies aan spons-materiaal (hoekjes van de sponsjes e.d.). Een ander minder eenvoudig op te lossen probleem bleek de verandering van slibkwaliteit te zijn. In de richting van het midden van het sponsje gaande, bleek het slib

steeds verder gemineraliseerd en minder actief te zijn. In feite is dit alleen op te lossen door periodiek zeer vergaand uitspersen van de sponsjes.

Belangrijk onderzoek is uitgevoerd op de rioolwaterzuiveringsinstallatie te Freeholt. In tabel I zijn enige ontwerpgegevens van deze installatie vermeld.

TABEL I – *Toepassing Captor-systeem te Freeholt.*

Gemiddeld debiet	9.350 m ³ /dag
Belasting	0,56 kg BZV/kg d.s.
Influent BZV	144 mg/l
Hoeveelheid sponsjes	40 aantal/l
Biomassaconcentratie	7,2 g/l
BZV-verwijdering	70% (winter) 80% (zomer)
droge stof spuislib	5%
hydraulische verblijftijd	3,4 uur

Eerste resultaten geven aan dat de zuurstof-overdracht beter is dan in actief-slibsystemen. Een belangrijke kostenfactor vormt de slijtage aan en/of het verlies van de sponsjes. Deze hebben een kostprijs in de orde van 1 cent per stuk. Dit betekent een investering bij normaal gebruik van 400 gulden per m³ aëratieruimte. Er kan worden uitgegaan van een verlies aan sponsjes van gemiddeld 5% per jaar. Dit komt vooral door afslijtende hoeken en uitspoeling.

Bij onderzoek aan het Captor-proces in de Verenigde Staten bleek echter dat de BZV-verwijdering niet hoger kwam dan 45-60%. Tevens bleek nog veel zwevende stof in het effluent aanwezig (gemiddeld 75 mg/l). Hierdoor zou bij een praktijkinstallatie een nabezinktank nodig zijn. Een belangrijke kostenpost ten opzichte van het oorspronkelijk idee. De oorzaak van het achterblijvend zuiveringsrendement is dat de sponsjes inwendig anaëroob worden. Hierdoor gaat een groot deel van de slib-activiteit verloren. Er waren ook grote problemen met de reiniging en de verdeling van de sponsjes over het bassin. De eindconclusie van de Amerikaanse onderzoekers is dat de opties nog te hoog zijn gesteld. Overigens is ook het WRC zich bewust van

de beperkingen die nog aan het systeem kleven. Sterker nog, de laatste resultaten van onderzoeken tonen aan dat het effect van de verhoging van het biomassagehalte teniet wordt gedaan door verlaging van de activiteit.

Het Linpor-proces is op enkele waterzuiveringsinstallaties toegepast. Volgens het uitgevoerde onderzoek liep het slibgehalte op naar 5,5-9 g/l. Tevens trad een verbetering van effluent en de slibbezinking op. De conclusie is dat dit systeem toepasbaar is om snel maatregelen te nemen op overbelaste installaties. De toepassing van het proces is een betrekkelijk geringe ingreep. In feite gaat het om het toevoegen van sponsjes en het plaatsen van een zeefscherm. Dit systeem is overigens uitsluitend toegepast op installaties met bellenbeluchting (in verband met verdeling sponsjes). Het Linpor-proces is onder andere toegepast op de installaties van Freising (100.000 i.e.) en München-Grosslappen (200.000 i.e.). Overigens is op de installatie van Freising gebleken dat ook de nitrificatie sterk verbeterde. De processtabiliteit van deze installatie verbeterde aanzienlijk. Tevens verbeterde de slibindex. Dit resulteerde in minder slibverlies naar de nabezinktank.

Op enkele installaties wordt het Linpor-N systeem met succes toegepast. Hierbij wordt de goede nitrificerende werking toegeschreven aan de omstandigheid dat het slib door de hechting een hoge slibleeftijd heeft. De kosten van het systeem zijn, zoals het zich nu laat aanzien, vergelijkbaar met het Captor-proces.

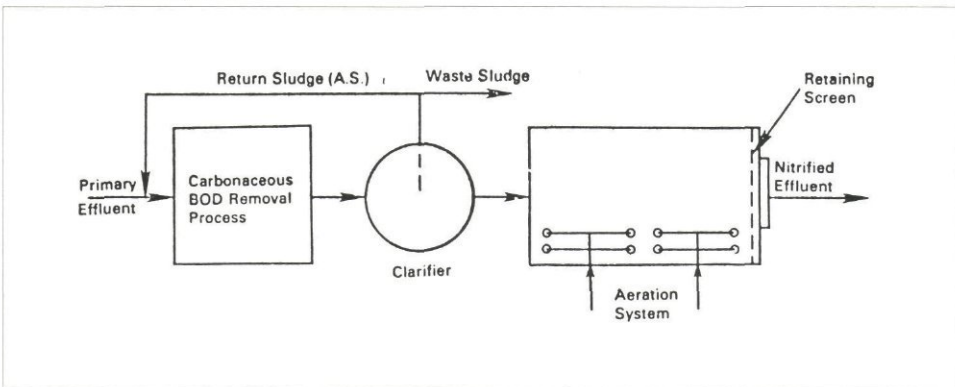
3. **Onderzoek in Nederland**

Medio 1986 is een studie afgerond waarin onder andere is gekeken naar de voordelen van toepassing van het Captor- en Linpor-proces in vergelijking tot conventionele actief-slibsystemen*.

Volgens de gegevens die op dat moment beschikbaar waren, bood toepassing goede perspectieven. Het voordeel werd vooral gevonden in de veel hogere slibgehalten die mogelijk zouden zijn. Gezien de theoretische perspectieven aan de ene zijde en een aantal praktijktegevallen aan de andere zijde, is besloten te onderzoeken in hoeverre er enige toepassing in de Nederlandse situatie zinvol is. Hierbij is gekozen voor onderzoek aan het Linpor-proces. Eind 1986 is door TNO (Hoofdgroep Maatschappelijke Technologie Delft) in nauwe samenwerking met de Dienst Binnenwateren/RIZA onderzoek op dit gebied gestart.

* De behandeling van stedelijk afvalwater in de toekomst. Studie van Witteveen en Bos en TNO in opdracht van de Dienst Binnenwateren/RIZA.

Schema 3 - Linpor-N proces.



Het onderzoek is gericht op drie aspecten:

- CZV-verwijdering in een overbelast systeem (volledig gemengd);
- nitrificatie (propstroom/compartimenten);
- behandeling van effluent (nitrificatie/zwevende stof verwijdering).

De experimenten worden uitgevoerd op 600 l-schaal met huishoudelijk afvalwater als voeding. Naast de zuiveringsresultaten wordt gekeken naar de aard en de activiteit van slib dat gehecht is aan de sponsjes en het slib dat in suspensie aanwezig is.

4. Conclusie

Het gebruik van poreuze dragermaterialen zou ook in Nederland een aantal zinnige toepassingen kunnen vinden. Hierbij moet, naar het zich laat aanzien, vooral gedacht worden aan toepassingen bij overbelaste installaties, licht slib of nitrificatie van voorgezuiverd afvalwater. Het bouwen van nieuwe installaties waarin poreuze dragers een onderdeel van dat deel van het proces zijn waar de organische stof wordt afgebroken lijkt voor de naaste toekomst nog geen realiteit. Nader onderzoek (ook financieel-economisch) moet uitwijzen of de toepassing van sponsjes (in tweetrapsystemen) voor verbetering van de nitrificatie ook op dit moment al een goede optie is.

Literatuur

- Boyle, W. C. and Wallace, A. T. (1986). *Status of Porous Biomass Support Systems for Waste water Treatment: An innovative/alternative Technology assessment*. EPA, jan. 1986.
- Voorneburg, F. van en Heide, B. A. (1986). *Mogelijkheden van slib-op-dragersystemen voor de aërobe biologische zuivering van stedelijk afvalwater*. STORA e.a.
- Hegemann, W. und Wildmoser, A. (1986). *Sanierung einer Belebungsanlage durch den Einsatz von schwimmenden aufwuchs Körpern zur Biomassenanreicherung*. Gwf Wasser/Abwasser 127, Hg blz. 415-421.
- Hegemann, W. (1983). *Leistungsverbesserung biologischer Anlagen*. Korrespondenz Abwasser 30, blz. 704-710.
- Hegemann, W. und Englmann, E. (1983). *Belebungsverfahren mit Schaumstoffkörpern zur Aufkonzentrierung von Biomasse*. Gwf Wasser/Abwasser 124, H5 blz. 233-239.
- Behandeling van stedelijk afvalwater in de toekomst*. TNO/Witteveen en Bos, 1986.

● End of page 373

Describing the conversion kinetics in such heterogeneous systems is relatively easy. With this it is possible to develop models for the determination of external and internal mass transfer limitations. Also the interaction of mixing and kinetics just as the influences of slough (crumble of the biofilm), shear-forces on the biofilm and attrition by collision of particles, can be modelled. However integrated models for the optimization of these systems are scarce. The development in the direction of an increased use of modern fermentation technology for the treatment of waste water can possibly form a positive contribution in this respect.

H₂O (20) 1987, nr. 16; 381

U.D.C. 628.353

F. W. A. M. RIJNART:

Trickling filters: an old technology with future?

Trickling filters have been in use since the beginning of this century. The development of this treatment system stagnated however in the past decade due to more severe effluent quality standards, this with exception of high loaded pretreatment filters, often filled with plastic media. Recently the interest in the system is however again growing. Advantages of the system are low energy consumption, good sludge quality and low sludge production, all resulting in lower treatment costs. This disadvantage of odour emission can be reduced by covering the filter and applying mechanical ventilation. Low loaded trickling filters operating in the Netherlands show a reasonable average effluent quality, expressed in BOD, as well as in Kjeldahl-nitrogen. But fluctuations in effluent quality are rather high, because the process is very sensitive to fluctuations in hydraulic and pollution loads. The effluent quality can be improved through an increase of the contact time, a reduction of the temperature influence and a further removal of fine solids from the effluent. Nitrification in plastic media filters has to be subject of further research. Low loaded trickling filters still offer good treatment options in situations where a less severe effluent quality can be accepted. High loaded – first step – filters are however less attractive because the complexity of the system, the relatively small cost savings and the insufficient denitrification. Well adapted and properly designed trickling filters offer furthermore a good alternative in small scale treatment and rural waste water treatment in developing countries, because of the low energy consumption and the limited process control and maintenance.

H₂O (20) 1987, nr. 16; 384

U.D.C. 628.35

T. W. M. WOUDE:

Experiences with Rotating Biological Contactors

RBCs are examples of applying immobilized micro-organisms in the field of biological waste water purification. RBCs are applied on a small as well as a large scale, ranging from a few tenths p.e. up to tens of thousands p.e. The small-scale units come up to expectations. No serious problems have been encountered so far. The RBCs at the works in Bostel (Holland) are not functioning optimally. Several mechanical problems showed up, some of which are not yet (fully) under control. The growth on the first RBC stage shows the development of Beggiatoa bacteria, indicating the occurrence of sulfides. Through this BOD removal is influenced in a negative way. The second RBC stage shows an insufficient nitrifying capacity, which is probably caused by too low N/BOD ratios flowing off in the first stage. Improvement is expected by dosing iron in the pre-sedimentation basin, leading to a sulfide precipitation and a higher BOD removal. This will be in favour of the performance of the first stage and consequently of the second, nitrifying stage.

H₂O (20) 1987, nr. 16; 388

U.D.C. 628.35 + 579.8.017.722

D. H. EIKELBOOM, R. KAMPF and F. VAN VOORNEBURG:

Biofilm formation in an airlift reactor for the treatment of municipal sewage

There is only a limited amount of biomass per m³ reactor volume present in conventional, aerobic sewage treatment plants. A number of objections are attached to this.

In principle, the biomass concentration can be considerably increased if the biomass is attached to a mobile carrier with a high density and a large surface area.

From literature study it was concluded that the three-phase airlift reactor developed by Gist-Brocades appeared to offer the best perspectives for the treatment of sewage by means of this principle. Laboratory research on 2 litres and 25 litres scale showed that the turbulent circumstances in such a reactor did not prevent the forming of a firm biofilm. This biofilm formation was especially influenced by the applied volumetric load, the available specific surface (m²/m³) and the system temperature.

With the carrier materials (pumice, lava, and biogrog) a biomass concentration of 15-30 kg/m³ could be reached. After the growth phase the biomass concentration usually varied considerably; because of this it was not yet possible to realize a long and stable operation.

With hydraulic retention times (HRT) of less than one hour the instability was mostly caused by a strong growth of *Thiothrix* filaments on the grains. With COD-volume loads ≤ 10 kg/m³ a day the dissolved COD was largely removed. Suspended solids (SS), however, were insufficiently absorbed. Simultaneously a further nitrification could be reached at this volumetric load.

H₂O (20) 1987, nr. 16; 393

U.D.C. 628.35 + 579.8.017.722

W. VAN STARKENBURG:

Porous Biomass Support Materials in Waste Water Treatment

The treatment of municipal waste water is in nearly all cases based on the aerobic degradation concept. A few years ago some modifications on the traditional activated sludge and trickling filter principles have been advocated. One of these is the use of Porous Biomass Support Materials. In Great-Britain (Captor-proces) and Western-Germany (Linpor-proces) there is some experience with the use of these porous materials (pads) on pilot plant and full scale. Apparently these materials may be used in cases where plants are overloaded, bulking sludge occurs or a second stage nitrification exists.

The Netherlands research is started to gain insight in which cases the use of pads will be a good strategy.

H₂O (20) 1987, nr. 16; 396

U.D.C. 628.35 : 54-139

A. MULDER and J. J. HEIJNEN:

Application of fluidized bed reactors for the treatment of industrial waste-water

By the application of the biological fluidized bed process high conversion capacities can be obtained. That will lead to a reduction in reactor volume and space requirement. This waste-water treatment system can be anaerobic as well as aerobic. The process can be optimized by varying relevant operational parameters. With the two-stage anaerobic fluidized bed process on fullscale conversion capacities (averaged on both reactors) of 20 kg COD/(m³ · d) were realized.

In a pilot-plant airlift suspension reactor, used as a post treatment for anaerobic sulphide and ammonia containing effluents, nitrification rates of about 2 kg N/m³ · day were obtained.