

Vergaande P- en N-verwijdering uit huishoudelijk afvalwater met terugwinning van fosfaat

Voordracht gehouden tijdens het NVA-symposium 'Fosfaatverwijdering uit afvalwater' op 9 februari 1988 te Wageningen

waste water which gives very favourable BOD/N and BOD/P ratios.

The plant is designed for 12,500 PE corresponding to a dry weather flow of 3,200 m³/day and has been taken into operation at the end of 1985.

Operating results with and without chemical addition (contact filtration with addition of ferric chloride) are given in Table II.

5. Future developments

Mathematical models developed for the alternating process systems BIO-DENITRO and BIO-DENIPHO will soon be used as standard tools for process design and optimization. (Modified IAWPRC models). When the models are calibrated by means of the actual waste water characteristics and pilot or full scale process kinetics, the effluent values for BOD, N, and P can be predicted at various conditions, and process optimization will be possible.

Most of the activities in the near future will then be concentrated on the development of reliable combinations of on-line measuring devices for ammonia, nitrate, and phosphate.

References

1. Henze, Christensen, M. (1975). *Denitrification of Sewage by Alternating Process Operation*. Prog. Water Technology (2), p. 339-347.
2. Kristensen, G. H., Arvin, E. and Bundgaard, E. (1983). *Full Scale Experience with Phosphorus Removal in an Alternating System*. Water Science and Technology 15 (3/4).
3. Tetraault, M. J., Rusten, B., Benedict, A. H. and Kreissl, (1987). *Assessment of Phased Isolation Ditch Technologies*. Journal JWPCF, 59 (9), p. 833-840.
4. Comeau, Y., Oldham, W. K. and Hall, K. J. (1987). *Dynamics of carbon reserves in biological dephosphatation of wastewater*. Advances in Water Pollution Control, BIOLOGICAL PHOSPHATE REMOVAL FROM WASTEWATERS. Proceedings of an IAWPRC Specialized Conference held in Rome, Italy, 28-30 September.
5. Elin, Holm Kristensen, Petersen, Rindel and Rye. (1987). *Danish Activities on Biological Phosphorus Removal*. Poster Paper from IAWPRC Specialized Conference on Biological Phosphate Removal from Wastewater, Rome, 28-30 September.

● ● ●

Inleiding

Het wordt algemeen erkend, dat in principe elke actief-slibinstallatie toegankelijk gemaakt kan worden voor biologische defosfatering mits een anaërobe zone wordt ingelast. Hoewel het introduceren van een anaërobe zone een eerste voorwaarde is voor biologische defosfatering, wordt de optimalisering van het proces toch met name bepaald door factoren als samenstelling afvalwater, slibbelasting en slibverwerking.



I.R. J. H. RENSINK
Landbouwuniversiteit Wageningen
Vakgroep Waterzuivering



H. J. G. W. DONKER
Landbouwuniversiteit Wageningen
Vakgroep Waterzuivering



D. M. E. ANINK
Landbouwuniversiteit Wageningen
Vakgroep Waterzuivering

Bij de samenstelling van het afvalwater gaat het in eerste instantie om de reeds aan-gevoerde en de te produceren hoeveelheid lagere vetzuren in de anaërobe zone.

Hoe meer aanmaak van lagere vetzuren, hoe meer groeimogelijkheden voor de bacterie *Acinetobacter* en derhalve hoe meer fosfaat-verwijdering. In dit opzicht hebben bedrijven met gemakkelijk verzuurbaar afvalwater, zoals bijvoorbeeld zuivel- en limonade-fabrieken een zeer positieve invloed op de P-verwijdering.

Teneinde over voldoende lagere vetzuren in de anaërobe zone te kunnen beschikken, kunnen extra lagere vetzuren worden verkregen uit voorverzuring van een deel van het primaire slib.

Uit eigen onderzoek [Rensink, 1981] is duidelijk vastgesteld, dat bij lage slib-belastingen – en dus vergaande nitrificatie – het gevormde nitraat de aanmaak van lagere vetzuren door facultatief anaërobe bacteriën blokkeert vanwege een te hoge redox-potentiaal. Voorts oxyderen de denitrifi-cerende bacteriën de reeds aanwezige lagere – en wellicht hogere – vetzuren waardoor er minder substraat resteert voor *Acinetobacter*. Een en ander leidt dus tot minder fosfaat-verwijdering. Teneinde de storting van nitraat – aangevoerd met het retourslib – te om-zeilen, kan de conventionele procesvoering als volgt worden gewijzigd: het binnen-

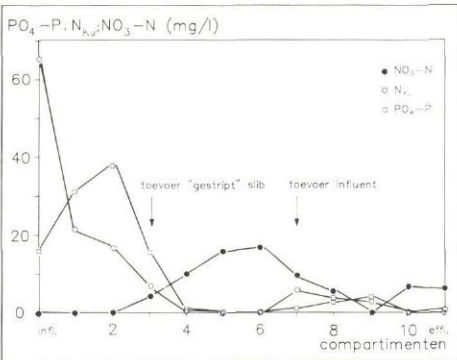
Samenvatting

Vergaande biologische defosfatering op een laag belaste actief-slibinstallatie is mogelijk, mits een deel van het retour-slib in een 'bypass' van de installatie wordt ontdaan van fosfaat door middel van strippen. Het hierbij massaal vrij-gekomen fosfaat kan met de korrel-reactor worden omgezet in vast korrelig calcium-fosfaat voor industrieel her-gebruik. Wanneer het secundaire surplusslib anaëroob wordt gestabili-seerd, dient allereerst het surplusslib te worden gestript, teneinde teruglevering van fosfaat te minimaliseren. Vergaande biologische N-verwijdering is mogelijk wanneer tevens een anoxische zone in de installatie wordt opgenomen en ter plaatse wordt gevoed met een klein deel van het binnenkomend afvalwater. Onder bovengenoemde procesomstan-digheden werden P- en N-reducties bereikt van resp. 99,9 en 90%.

komende afvalwater en het retourslib worden een korte tijd – 20 à 30 minuten – met elkaar gemengd, bijvoorbeeld in een zandvanger die tegelijkertijd de functie krijgt van een contacttank, om de slibvlok hoog te beladen met organische stoffen. Vervolgens wordt het beladen slib door middel van bezinking van de nitraatrijke waterfase gescheiden. De denitrificerende bacteriën kunnen nu slechts beschikken over het nitraat in de sliblaag, waardoor er meer lagere vetzuren ter beschikking komen van *Acinetobacter*. In de praktijk wordt deze procesvoering benaderd door actief-slibinstallaties met alternerende beluchting zoals bijvoorbeeld de installaties te Bunnik en Bunschoten [Janssen, 1988].

Het rendement van biologische defosfatering wordt ook sterk beïnvloed door de wijze van slibverwerking. Bij het proces van biologische defosfatering van afvalwater wordt het fosfaat met het surplusslib aan de zuiveringsinstallatie onttrokken. Het hangt nu van de wijze van slibbehandeling af in hoeverre er wederom fosfaat uit het slib vrijkomt en de actief-slibinstallatie opnieuw bereikt. Het vrijgekomen fosfaat kan hierbij afkomstig zijn van indikers, slibgisting, filterpersen, etc. Volgens Japanse onder-zoekers [1987] wordt bij slibgisting circa 60% van het geaccumuleerde fosfaat weer naar de installatie teruggevoerd. Het rendement van de fosfaatverwijdering loopt hierbij aan-zienlijk terug.

Een mogelijkheid om uit deze impasse te komen is gebruik te maken van het zogenaamde Phostrip-proces, ontwikkeld door Levin en Shapiro [1987]. Hierbij wordt een deel van het retourslib in een anaërobe



Afb. 2 - Momentopname lengteprofiel van enkele parameters.

TABEL III – Resultaten.

		Periode				
		1	2	3	4	5
CZV infl.	mg/l	328	384	333	335	391
CZV effl.	mg/l	37	40	42	37	38
η-CZV	%	88	88	84	77	88
P _{tot} infl.	mg/l	11	14	12	13	12
P _{tot} effl.	mg/l	2,4	0,1	0,0	0,3	0,1
η P	%	78	99,6	100	99,6	99,6
P _{tot} effl.	b*	54	95	81	86	81
N _{kj} infl.	mg/l	44	51	39	38	44
N _{kj} effl.	mg/l	4,2	0,1	0,0	0,3	0,3
η N _{kj}	%	78	99,6	100	99,6	98,1
NO ₃ -N effl.	mg/l	7,2	9,8	4,7	6,4	5,5
SVI	ml/g	150	140	130	130	150
g CZV/kg slib · d		190	195	170	165	180
g BZV ₅ /kg slib		115	115	105	100	110
temp. influent °C		15,5	17,9	18,1	18,7	14,2

* Bij dwa gemiddelde 100 P/l.

geprecipiteerd. Het eindprodukt is dan een slurry. Een alternatieve methode biedt de eerder genoemde korrelreactor, waarbij het eindprodukt in korrelvorm kan worden verkregen en van economisch belang kan zijn voor hergebruik in de industrie. Het verwijderen van fosfaat in de 'by-pass' biedt de volgende voordelen ten opzichte van fosfaatverwijdering in de hoofdstroom:

1. Een kleiner reactervolume ten gevolge van een behandeling van een deelstroom.
2. Er hoeft niet voldaan te worden aan de lozingsvoorwaarden met als gevolg:
 - a. een geringere hoeveelheid kalk of loog;
 - b. een flexibeler procesvoering;
 - c. geen pH-bijstelling;
 - d. geen zandfiltratie;
 - e. minder storingsgevoelig.

Discussie

Onder de gegeven proefomstandigheden was het mogelijk het fosfaat zeer vergaand uit het afvalwater te verwijderen (zie afb. 2). Tengevolge van een lichte neiging tot licht-slibvorming (zonder draden) werd er geen zwevende stof met het effluent meegevoerd, waardoor mede de fosfaatverwijdering hoger was. De vergaande P-verwijdering moet met name aan het stripproces worden toegeschreven, zoals ook uit eerder onderzoek is gebleken [Vries en Rensink, 1985]. Naarmate er meer azijnzuur aan de stripper-

tank werd toegevoegd, was de fosfaatverwijdering beter en het proces van biologische defosfatering stabiel. Bij een dosering van 38 mg natriumacetaat per gram droge stof had langdurige regenval geen invloed op de biologische P-verwijdering. Wel was de P-release geringer in de strippertank ten gevolge van een lager P-aanbod. Verkleining van de strippertank tot 100 l, waardoor de gemiddelde verblijftijd in de strippertank werd teruggebracht van 12,5 uur naar 8 uur, deed geen afbreuk aan de hoeveelheid afgegeven fosfaat.

De voortzetting van het hier gepresenteerde onderzoek zal zich voorlopig richten op de invloed van een wisselend debiet – zoals in de praktijk plaatsvindt – op de stabiliteit van het proces van biologische defosfatering. Voorts zal meer aandacht worden besteed aan de capaciteit van de strippertank en fosfaat-terugwinning met behulp van de korrel-reactor.

Conclusies

1. Onder de gegeven proefomstandigheden is een P- en N_{kj}-verwijdering mogelijk van respectievelijk 99,9 en 90%.
2. Het ammonium- en nitraatgehalte in het effluent bedroegen respectievelijk 0 en 7 mg/l.
3. Terugwinning van fosfaat is in de by-pass aanzienlijk goedkoper dan in de hoofdstroom.
4. Deze procesvoering leidt tot stabiele resultaten.

Literatuur

Rensink, J. H. (1981). *Biologische defosfatering en procesbepalende factoren*. NVA Symposium, Amersfoort, Nederland.

Janssen, P. en Rensink, J. H. (1988). *Biologische defosfatering op de rwzi's Bunnik en Bunschoten*. H₂O. Dit nummer.

Levin, G. V. and Della Sala, U. (1987). *Phostripproces – a viable answer to eutrophication of lakes and coastal sea waters in Italy*. Biological phosphorus removal from waste waters. *Advances in Water Pollution Control. A series of conferences sponsored by IAWPRC*. Proceedings of an IAWPRC specialized conference held in Rome. p. 249-259.

Eggers, E. und Dijk, van, J. C. (1986). *Abscheidung von Calciumphosphaten aus Abwasser durch Kristallation im Wirbelbett-Reaktor*. Entfernung von Phosphaten aus Abwässer und Nutzbarmachung von Klärschlammen. Hoechst Symposium.

Vries, H. P. and Rensink, J. H. (1985). *Proceedings of the International Conference on Management Strategies for phosphorus in the Environment*. p. 54-65. Portugal.

Murakami, Koike, T. S., Taniguchi, N. and Esumi, H. (1987). *Influence of return flow phosphorus load in performance of the biological phosphorus revival process*. *Proceedings of an IAWRC specialized conference held in Rome*. p. 237-247.



Volgens batchexperimenten zou de verblijftijd van het slib nog teruggebracht kunnen worden tot zes uur zonder teruggang in 'P-release'. Het percentage P in het slib van de strippertank liep terug van 4 tot 2,6. Het stikstof gemeten als K_jehldahlstikstof werd volledig verwijderd. Slechts een klein deel was als nitraat in het effluent aanwezig. Verwisseling van de compartimenten 9 en 10 in respectievelijk aëroob en anoxisch leidde tot een geringe nitraatreductie. Het anoxisch maken van compartiment 10 zou echter kunnen resulteren in een incidenteel zuurstoftekort in de nabezinkruimte en dientengevolge 'P-release'. Zoals in de inleiding reeds is gememoreerd zal secundair spuislib bestemd voor slibgisting eerst gestript moeten worden alvorens slibgisting plaatsvindt. Zowel het spuislib als het slib dat gestript dient te worden voor de biologische defosfatering kan tegelijkertijd in de strippertank plaatsvinden. Modelstudies wezen uit dat strippen in de 'by-pass' voldoende garantie biedt voor een lage P-effluentwaarde. Ten aanzien van de azijnzuurdosering aan de strippertank wordt tot nog toe gebruik gemaakt van technisch natriumacetaat. Onderzocht wordt nu in hoeverre het mogelijk is een deel van het primaire slib voor de aanmaak van lagere vetzuren te bestemmen.