

Pilotonderzoek op rwzi Franeker met nageschakelde continue zandfiltratie

ING. H. KUIPERS, TAUW
IR. J. WOUTERS, PAQUES
IR. A. FLAMELING, TAUW
S. BOUMA, WETTERSKIP FRYSLÂN

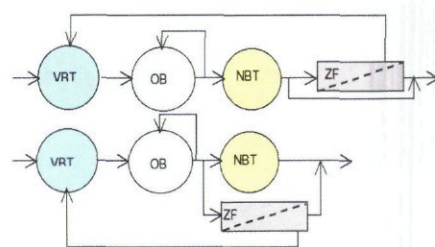
De rwzi Franeker moet worden aangepast om te kunnen voldoen aan de huidige en nieuwe eisen ten aanzien van de parameters zwevend stof, fosfaat en stikstof. Na onderzoek van diverse mogelijkheden in de jaren 2000-2003 is geconcludeerd dat de inzet van continue zandfiltratie het meest geschikt is. Bij pilotonderzoek op de rwzi is aandacht besteed aan een serieschakeling na de nabezinktanks en aan een parallelschakeling na de oxidatiebedden. Onderzoek is uitgevoerd naar de verwijdering van vrij hoge concentraties zwevend stof en fosfaat, in combinatie met stikstofverwijdering door biologische denitrificatie in één processtap. Dit is in Nederland nog niet eerder uitgevoerd. Het onderzoek heeft aangetoond dat ruimschoots aan de toekomstige effluenteisen kan worden voldaan. Mede op basis van dit onderzoek heeft Wetterskip Fryslân besloten de rwzi Franeker aan te passen met een continu denitrificerend zandfilter. In één processtap zal hierbij een vergaande verwijdering van zwevend stof, fosfaat en stikstof plaatsvinden. Die oplossing wordt nu vertaald in een procesontwerp en zal in de nabije toekomst gerealiseerd worden.

De rwzi Franeker heeft een ontwerpcapaciteit van 87.000 i/c (136 g TZV) en ligt in het beheersgebied van Wetterskip Fryslân. Ze is één van de overgebleven zuiveringen in Nederland met oxidatiebedden voor de biologische omzetting van BZV en stikstof. De zuivering bestaat in de waterlijn uit een voorbezinking, twee laagbelaste oxidatiebedden en twee hoogbelaste nabezinktanks. In deze zuiveringsopzet is alleen gedeeltelijke nitrificatie mogelijk en geen denitrificatie. Fosfaat kan alleen chemisch verwijderd worden door een ijzerdosering op de voorbezinking. Een deel van het humusslib is moeilijk bezinkbaar en spoelt uit. De rwzi voldoet daardoor regelmatig niet aan de effluenteisen voor zwevend stof en fosfaat. Recent onderzoek¹⁾ naar de gewenste oppervlaktewaterkwaliteit van het ontvangende oppervlaktewater heeft aangetoond dat een verdergaande kwaliteitsverbetering ten aanzien van stikstof en fosfaat gewenst is. In tabel 1 is dit toegelicht.

Voor het bereiken van de gewenste kwaliteitsverbetering zijn diverse oplossingen in meer of mindere mate onderzocht. Ze varieer-

den van procesoptimalisaties in de huidige bedrijfsvoering tot complete nieuwbouw. Eén van de meest verantwoorde oplossingsrichtingen bleek de inzet van een nageschakelde polijstingsfiltratie, voor een gecombineerde verwijdering van zwevend stof (fysische scheiding), fosfaat (chemische defosfatering) en stikstof (biologische denitrificatie).

Wetterskip Fryslân heeft in samenwerking met Paques en Tauw in 2002 onderzoek²⁾ uitge-



Afb. 1: Onderzochte configuraties.

voerd met continue zandfiltratie, gebaseerd op Astrasand continu-filtratie (zie kader) ter verbetering van de effluentkwaliteit. In het onderzoek zijn globaal de mogelijkheden onderzocht om de concentraties zwevend stof, fosfaat en stikstof te verlagen. Hierbij is aandacht besteed aan twee procesconfiguraties (zie ook afbeelding 1):

- inzet in deelstroom benedenstrooms van de nabezinking (serieschakeling),
- inzet in deelstroom parallel aan de nabezinking, met rechtstreekse voeding vanuit de oxidatiebedden (parallelschakeling).

Bij parallelschakeling zullen de hydraulisch hoogbelaste nabezinktanks lager belast worden en waarschijnlijk beter gaan werken. Hierdoor zou een geringere deelstroom kunnen worden gebruikt, wat uiteindelijk resulteert in een kleinere filterinstallatie.

In dit artikel zijn de resultaten van het onderzoek beschreven en wordt ingegaan op het procesontwerp.

Proefopstelling en resultaten zandfiltratieproeven

Voor de uitvoering van de proeven is gebruik gemaakt van een continu zandfilter met een filteroppervlak van drie vierkante meter en een effectieve bedhoogte van 2,5 m. Het proefonderzoek is opgesplitst in diverse deelonderzoeken voor beide configuraties, al dan niet met gecombineerde biologische denitrificatie, waarbij is gevarieerd met filtratiesnelheden (5 tot 15 meter per uur) en Me-P (0-2)-verhoudingen.

De analyseresultaten van onder andere

Tabel 1. Effluenteisen nu en in de toekomst en huidige effluentkwaliteit (in mg/l).

parameter	huidige eisen	toekomstige eisen*	huidige effluentkwaliteit (jaargemiddelde 2003)
zwevend stof	30	30	48,1
totaalfosfaat	2	2	3,1
totaalstikstof	30	10	24,7

* Voor zwevend stof geldt grenswaarde (90-percentiel).
Voor totaalfosfaat geldt het voortschrijdend gemiddelde van tien etmalen.
Voor totaalstikstof geldt het jaargemiddelde.

zwevend stof, totaalfosfaat en -stikstof zijn verkregen op basis van tijdsproportionele monsters van zowel het influent als het effluent van het zandfilter. De resultaten zijn groepsgewijs samengevat in tabel 2, als gemiddeld resultaat met de standaarddeviatie.

Uit tabel 2 blijkt dat bij toepassing van de serieschakeling een verwijderingsrendement haalbaar is voor zwevend stof en totaalfosfaat tot respectievelijk 70 en 80 procent. Voor totaalstikstof is een verwijderingsrendement realiseerbaar tot 82 procent. In de parallelschakeling is een rendement haalbaar voor de verwijdering van zwevend stof en totaalfosfaat tot respectievelijk 91 en 93 procent. Voor totaalstikstof is een rendement haalbaar tot 90 procent.

Het verwijderde percentage totaalstikstof is samengesteld uit het verwijderingsrendementen van NO₃-N, NO₂-N en N-Kj. In tabel 3 zijn de afzonderlijke verwijderingsrendementen weergegeven, als gemiddelde voor de parallelschakeling. Uit deze tabel blijkt dat bij de parallelschakeling volledige denitrificatie heeft plaatsgevonden en dat daarnaast ook een overgroot deel van N-Kj verwijderd wordt. Tevens blijkt dat zelfs een aanzienlijk deel NH₄-N omgezet wordt.

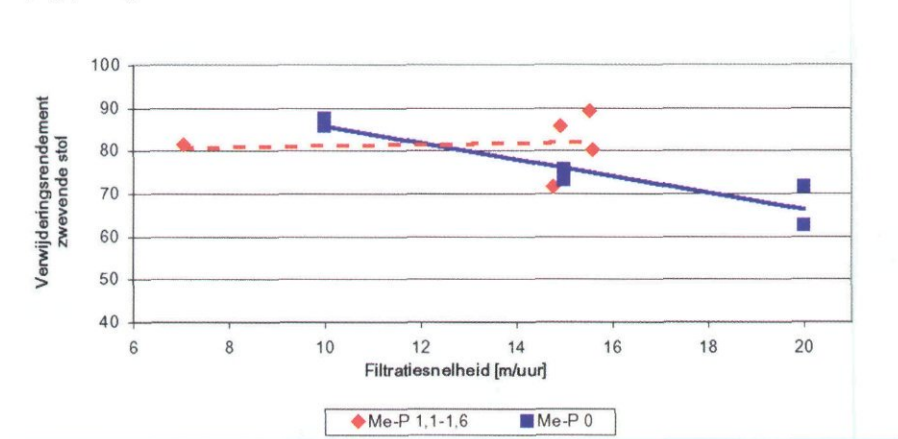
In principe is het verwijderingsrendement voor zwevend stof een functie van de filtratiesnelheid. Naarmate de filtratiesnelheid toeneemt, neemt het verwijderingsrendement af. Dit effect is minder duidelijk bij toepassing van een vlokmiddel. Dit is voor de parallelschakeling geïllustreerd in afbeelding 2.

Daarnaast hebben de proeven het volgende opgeleverd:

- In de parallelle optie leidt een combinatie van verwijdering van zwevend stof, fosfaat en stikstof in één processtap tot een lage toelaatbare filtratiesnelheid.
- Serieschakeling leidt tot een lagere stofbe-



De proefopstelling.



Afb. 2: Verwijdering van zwevend stof bij parallelschakeling als functie van filtratiesnelheid en vlokmiddeldosering.

Tabel 3. Gemiddelde onderzoeksresultaten parallelschakeling.

deelonderzoek	filtratie snelheid m/uur	totaal- stikstof %	NO ₂ -N %	NO ₃ -N %	N-Kj %	NH ₄ -N %
met denitrificatie						
3 afloop oxidatiebed	5,7-12	69	63	98	49	39

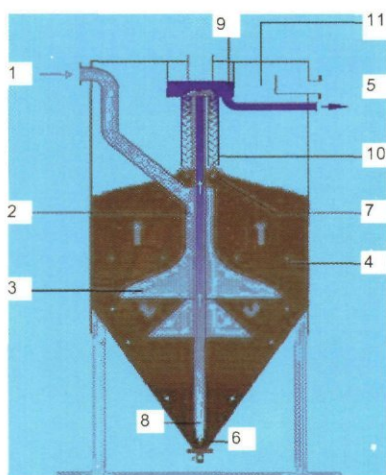
Tabel 2. De onderzoeksresultaten.

deelonderzoek	filtratie- snelheid m/uur	Me-P mol/mol	zwevend stof (mg/l) ± sd		totaalfosfaat (mg/l) ± sd		totaalstikstof (mg/l) ± sd	
			in	uit	in	uit	in	uit
zonder denitrificatie								
1 afloop oxidatiebed	9-15	0-3,0	65,9 ^{±24,3}	12,6 ^{±3,6}	4,9 ^{±1,5}	1,6 ^{±1,2}	26,9 ^{±3,8}	25,2 ^{±4,5}
2 effluent nabezinktank	5-14	1,0-4,6	33,0 ^{±0,0}	12,0 ^{±0,0}	2,4 ^{±0,0}	0,4 ^{±0,0}	23,0 ^{±0,0}	15,0 ^{±0,0}
met denitrificatie								
3 afloop oxidatiebed	6-12	0-1,4	88,3 ^{±33,3}	23,1 ^{±9,8}	4,3 ^{±1,9}	1,3 ^{±1,2}	20,3 ^{±7,9}	9,9 ^{±8,9}
4 effluent nabezinktank	6-10	0,4-2,0	45,8 ^{±16,6}	19,1 ^{±7,2}	2,4 ^{±0,9}	1,0 ^{±0,7}	15,9 ^{±4,6}	8,1 ^{±3,6}

* sd = standaarddeviatie

Principe van continue zandfiltratie

De werking van het Astrasand filter berust op het tegenstroomprincipe, waarbij de voedingsleiding (1) het te reinigen water aanvoert. Via de toevoerbuiss (2) en de verdeelarmen (3) wordt het water in het zandbed (4) geleid. Het water wordt in opwaartse richting gezuiverd en verlaat het filter aan de bovenzijde (5).



Het zandbed beweegt in een tegenstroom met het te reinigen water. Het transport van het meest vervuilde zand, wordt bereikt door een continue onttrekking van het zand uit de onderzijde van de conus van het filter door middel van een airliftpomp. Aan de bovenkant van het filter wordt het zand gewassen en valt weer schoon boven op het zandbed (7). De zandcirculatie gaat volgens het mammoetpompprincipe, waarbij onderin de centrale stijgbuis (8) perslucht wordt ingebracht, dat samen met het vervuilde zand- en watermengsel opstijgt. De heftige beweging die hierbij in het mengsel ontstaat, maakt het vuil los van het zand. Bovenin de stijgbuis ontwijkt de lucht naar de atmosfeer, stroomt het water over naar de spoelwaterafvoer

(9) en valt het zand in de zandwasser. De zandwasser (10) bovenin de filtraatruimte wast het zand met een geringe hoeveelheid schoon filtraat. Hierbij wordt het zand van de laatste verontreinigingen ontdaan. De stroming komt tot stand door een niveauverschil tussen filtraat (11) en spoelwater (9).

lasting op het zandfilter, waardoor een combinatie van verwijdering van zwevend stof, totaalfosfaat en stikstof haalbaar is in één processtap met acceptabele filtratiesnelheden tot tien meter per uur.

Bij optimale procescondities kan ruimschoots worden voldaan aan de nieuwe effluenteisen en ontstaat de mogelijkheid tot deelstroombehandeling bij regenwaterafvoer.

Zowel evaluatie van de historische meetgegevens als specifieke bezinkproeven zijn uitgevoerd. De resultaten zijn samengevat in afbeelding 3 en laten zien dat geen eenduidige rendementsverbetering optreedt bij verlaging van de oppervlaktebelasting. Dit is van belang bij de evaluatie van de proefresultaten. Voor de combinatie van verwijdering van zwevend stof, fosfaat en stikstof blijkt dat de parallelschakeling minder geschikt is.

Effect oppervlaktebelasting nabezinktanks op effluëntkwaliteit

Om de effectiviteit van de parallelschakeling vast te stellen is onderzoek gedaan naar de invloed van de oppervlaktebelasting van de nabezinktanks op het bezinkrendement.

Procesontwerp

Het procesontwerp wordt momenteel nader uitgewerkt, rekening houdend met de resultaten van de proeven en de ontwerphorizon van 2020. De bestaande rwzi zal hydraulisch worden aangepast ter verwerking van een

uurdebiets van 2.500 kubieke meter per uur. De zandfilterinstallaties worden uitgelegd op een capaciteit van 1.200 kubieke meter per uur (120 m² filteroppervlak). Bij debieten van meer dan 1.200 kubieke meter per uur vindt bypass van de filterinstallatie plaats. Met deze configuratie wordt voldaan aan alle eisen.

Conclusies

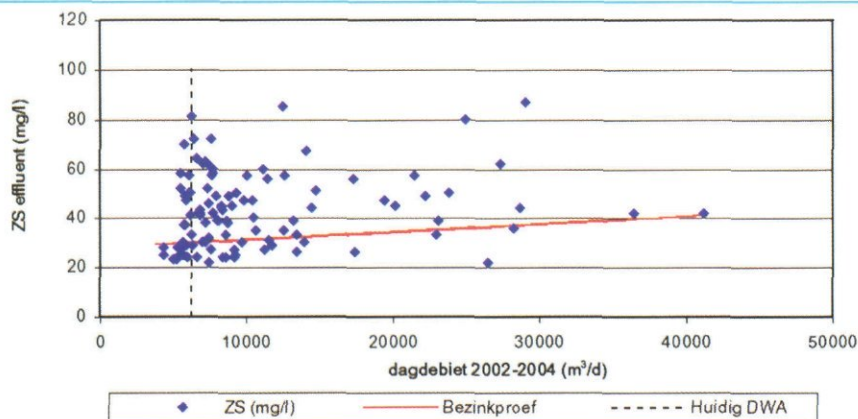
Uit de resultaten van het pilotonderzoek blijkt dat bij een filtratiesnelheid van circa 15 m/uur voor de parallelschakeling een verwijderingsrendement van zwevend stof realiseerbaar is van circa 75 procent zonder dosering van ijzer. Voor een vergaande fosfaatverwijdering is een dosering van ijzer noodzakelijk. Hierdoor neemt ook de verwijdering van zwevend stof toe tot circa 90 procent. Doordat de haalbare effluentwaarden ruim beneden de effluenteisen liggen, kan met een deelstroombehandeling worden volstaan.

Om naast verwijdering van zwevend stof en fosfaat tot een goede verwijdering van stikstof in één processtap te komen, moet met een lagere filtratiesnelheid worden gewerkt. Het maximale gerealiseerde verwijderingsrendement voor totaalstikstof van het effluent van de nabezinktanks bedraagt 83 procent. Een verdere procesoptimalisatie door middel van een filterregeling³⁾, welke niet is getest in de proefinstallatie, zal leiden tot hogere rendementen in de praktijkinstallatie.

Nader onderzoek naar de nabezinking heeft uitgewezen dat een hogere oppervlaktebelasting geen verband heeft met hogere gehalten zwevend stof in het effluent. Om deze reden is de parallelschakeling niet voor de hand liggend.

Wetterskip Fryslân heeft mede op basis van de goede onderzoeksresultaten besloten de rwzi Franeker aan te passen met een nageschakeld continu zandfilter voor de verwijdering van zwevend stof, fosfaat en stikstof. De procesrisico's zijn geminimaliseerd. Verder bestaat een goed inzicht in de voor de zuivering karakteristieke procescondities. Het resultaat zal worden vertaald in de realisatie van een seriegeschakelde polijstingsfiltratie voor gecombineerde verwijdering van zwevend stof, fosfaat en stikstof.

Afb. 3: Zwevend stof effluent nabezinktanks als functie van het dagdebiets.



LITERATUUR

- 1) Bouma S (2003). Voorstel tot aanpassing/uitbreiding rwzi Franeker.
- 2) Knol E., A. Flameling en J. Kramer (2003). Effluentpolijsting rwzi Franeker met behulp van continue zandfilters
- 3) Kramer J., J. Wouters, D. Anink en R. van der Kuij (1997). Biologische denitrificatie: proefresultaten met continue zandfiltratie. H₂O nr. 13.