



Jelle Pruim, Friesland Foods Cheese

Jans Kruit, Royal Haskoning

Rob van Gennip, Friesland Foods

# Stabiele fosfaat- en stikstofverwijdering van zuivelafvalwater is mogelijk

Voor Friesland Foods vormt water een essentieel onderdeel van het productieproces. Het bedrijf wil op haar productielocaties het waterverbruik terugdringen zonder daarbij concessies te doen aan de productveiligheid en -kwaliteit. Deze waterbesparing moet via brongerichte maatregelen worden gerealiseerd. Op de productielocatie in Marum wordt het afvalwater gezuiverd in een laag belaste actiefslibinstallatie die door eigen personeel wordt beheerd. De afgelopen jaren heeft men in Marum zich ingespannen om zonder ingrijpende aanpassingen van de zuiveringsinstallatie tegen verantwoorde kosten te voldoen aan de nieuwe lokale eisen voor fosfaat- en stikstofverwijdering. De uiteindelijke oplossing wijkt af van hetgeen gangbaar is.



Awzi Marum met op de voorgrond de voordennitrificatiereactor.

Friesland Foods Cheese produceert kaas uit melk. De nevenproducten worden afgevoerd. De room en de geconcentreerde wei worden op andere locaties verwerkt tot hoogwaardige kwaliteitsproducten. Het afvalwater dat overblijft, bevat relatief hoge gehalten aan

fosfaat en nitraat. Het fosfaat is afkomstig van melkbestanddelen uit het productieproces en reinigingsmiddelen. Het nitraat is voornamelijk afkomstig van salpeterzuur dat een noodzakelijk reinigingsmiddel is voor het schoonmaken van productie-installaties.

## De afvalwaterzuiveringsinstallatie in Marum

Het ruwe afvalwater wordt behandeld in een laag belaste actiefslibinstallatie. De belangrijkste dimensioneringsgrondslagen en het processchema zijn respectievelijk weergegeven in tabel 1 en afbeelding 1. De actiefslibreactoren kunnen zowel parallel als in serie worden bedreven. Een calamiteitentank is opgenomen om de reactoren te vrijwaren van stootsgewijze aanvoeren van afvalwater met relatief hoge CZV-waarden of een te hoge of te lage pH. Voor de verwijdering van fosfaat wordt aluminiumchloride gedoseerd. Het effluent wordt geloosd op oppervlaktewater dat in beheer is van het Waterschap Noorderzijlvest.

De awzi is ontworpen om te voldoen aan de volgende effluenteisen: maximaal 20 mg/l BZV, minimaal 70 procent Nkj-reductie en maximaal 30 mg/l zwevende stof.

De awzi is op basis van de gemiddelde CZV-vracht volbelast. In het influent kunnen de nitraatconcentraties oplopen van 5 mg/l normaal naar meer dan 120 mg/l. De fosfaat- en ammoniumconcentraties kunnen respectievelijk variëren van 35 tot 65 P-totaal mg/l en 50 tot 80 Nkj mg/l. De BZV-eis wordt eenvoudig gehaald en de fosfaatverwijdering bedraagt met simultane precipitatie met poly- $\text{AlCl}_3$  85 tot 90 procent. Gezien de hoge CZV/N-verhouding (meer dan 20) wordt al het stikstof verwijderd door de slibgroei.

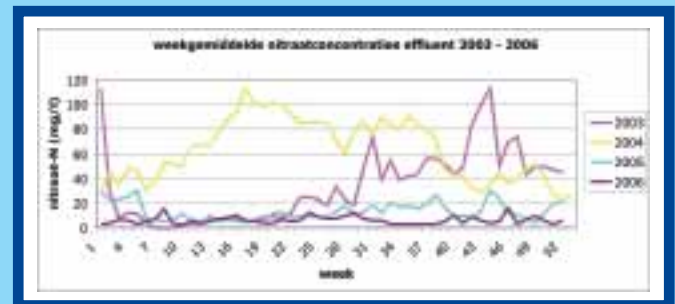
**Tabel 1. Dimensioneringsgrondslagen afvalwaterzuiveringsinstallatie.**

parameter/onderdeel	waarde (en eenheid)
ontwerpbelasting	
CZV-vracht	2.000 kg/d
vervuilingseenheden	16.500
hydraulische belasting	75 m <sup>3</sup> / h
calamiteitentank	100 m <sup>3</sup>
contacttank	40 m <sup>3</sup>
actiefslibreactoren	
volume	2 x 2.915 m <sup>3</sup>
temperatuur	20-30°C
slibgehalte	4 kg ds/m <sup>3</sup>
slibbelasting	0,085 kg CZV/ kg ds.d
slibleeftijd	30 dagen
slibproductie	750 kg ds/s
OC-oppervlaktebeluchters	2 x 160 kg/O <sub>2</sub> /h
nabezinktank	
diameter	14 meter
oppervlaktebelasting	0,3 m/h
retourslibdebiet	75 m <sup>3</sup> /h
slibbuffertanks	2 x 480 m <sup>3</sup>

**Afb. 1: Verloop P-totaal in het effluent in de periode 2003-2006.**



**Afb. 2: Verloop nitraat in het effluent in de periode 2003-2006.**



Vrijwel alleen de nitraatvracht moet micro-biologisch worden omgezet in stikstofgas.

### Nieuwe effluenteisen en aanpassingen procesconfiguratie

In 2000 zijn door Waterschap Noorderzijlvest aan Friesland Foods Cheese aanvullende effluenteisen geformuleerd waaraan per 1 januari 2003 moest worden voldaan: maximaal 10 mg/l Nkj, maximaal 15 mg/l NO<sub>3</sub>-N en maximaal 10 mg/l P-totaal. De zuivering voldeed niet altijd aan de nieuwe N-totaaleis. De oorzaak lag bij pieklozingen van salpeterzuur. Ook werd af en toe de P-totaaleis overschreden.

Het bedrijf wilde de nieuwe effluenteisen halen tegen minimale investeringskosten. Royal Haskoning hielp bij de systeemkeuze, het ontwerp en de systeemanalyse van de bedrijfsvoering gedurende de afgelopen jaren.

In 2001 en 2002 is getracht door verandering van het beluchttingsregime simultane en intermitterende denitrificatie te introduceren. Na aanvankelijk succes moest door verhoging van het afvalwateraanbod een dermate grote anoxische periode worden aangehouden dat schuimproblemen en slibuitspoeling optraden. De oorzaak van deze fenomenen was de aanwezigheid van licht slib. Om de nieuwe N-totaaleis te bewerkstelligen is een technologisch modelonderzoek uitgevoerd ten behoeve van de mogelijkheden van een stabiele denitrificatie.

Op basis van het modelonderzoek werd geconcludeerd dat zelfs bij piekconcentraties in het influent van 120 mg NO<sub>3</sub>-N/l en maximale CZV-vracht het volume van de bestaande actiefslibreactoren ruim voldoende is om de nieuwe lozingeisen te halen. De bestaande installatie is echter volledig gemengd en gevoelig voor licht slib bij een laag zuurstofregime. De oplossing werd derhalve gezocht in voordennitrificatie. Op basis van laboratoriumexperimenten werd geconcludeerd dat een voordennitrificatiereactor met een volume van maximaal 1.000 kubieke meter noodzakelijk is voor de verwijdering van een pieklozing van nitraat. Op basis van de beschikbare procesreactoren en slibopslagcapaciteit is gekozen om één bestaande slibbuffertank aan te passen tot een voordennitrificatiereactor met een volume van 480 kubieke meter. Met een geleidelijke afvoer van afvalwater en beter gebruik van de calamiteitentank werd ingezet op een verwijdering van de nominale nitraatvracht (komt overeen met circa 50 mg NO<sub>3</sub>-N/l). Pieklozingen van nitraat zouden dan in de actiefslibreactoren moeten worden verwijderd. De actiefslibreactoren kunnen het beste in serie bedreven worden waarbij in de eerste reactor een laag zuurstofgehalte van 0,2-1,2 mg/l kan worden aangehouden. De aangepaste awzi is weergegeven in afbeelding 1.

### Resultaten awzi met voordennitrificatiereactor in 2003

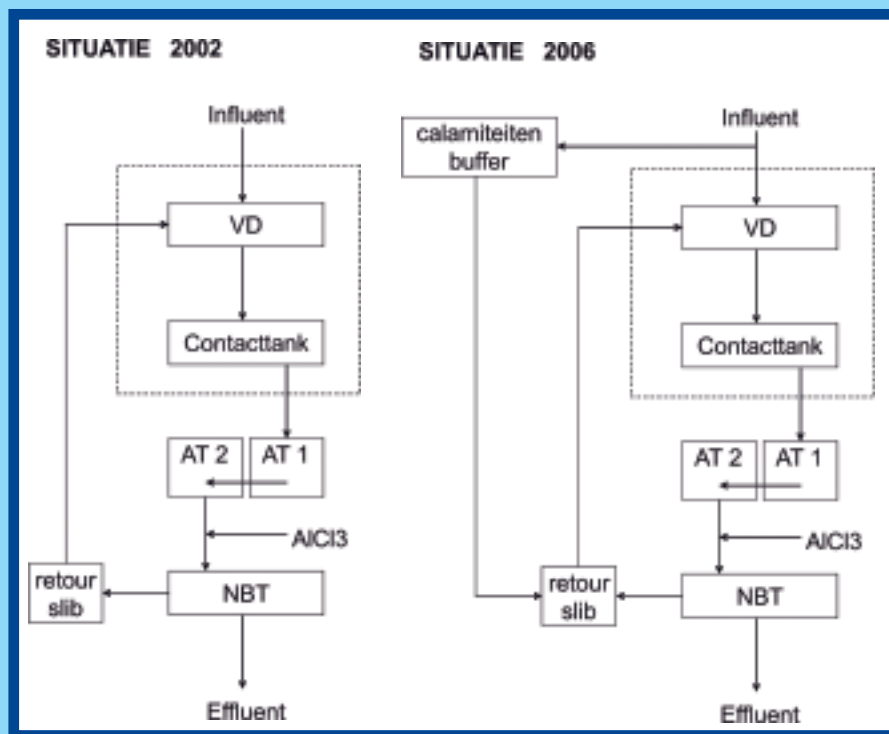
Eind 2002 zijn de aanpassingen uitgevoerd. Vanaf januari 2003 is direct een uitstekende

denitrificatie op gang gekomen en kon de N-totaaleis van 15 mg/l eenvoudig worden gehaald. Perioden van onder de 10 mg/l waren geen zeldzaamheid. Vanaf mei 2003 werd de lozingeis echter overtreden. Ook traden verhoogde P-totaalpieken op. Vanaf medio 2003 kwamen de nieuwe lozingeisen voor nitraat en fosfaat niet meer in beeld. Toen begon een intensieve zoektocht naar de mogelijke oorzaken en oplossingen.

De volgende oorzaken konden na een systeemanalyse van de bedrijfsvoering worden aangewezen:

- In april en mei 2003 werden warme condensaatstromen met lage pH-waarden over de awzi geleid. Deze stromen veroorzaakten een reductie van de contacttijd in de voordennitrificatiereactor;
- Door toepassing van een geconcentreerder schoonmaakmiddel werd aanvankelijk bij gelijkblijvend gebruik meer fosfaat in het influent geconstateerd. De doseerpomp van de chemicaliën stond op een vaste instelling en derhalve was meestal sprake van een onderdosering. Tevens werd geëxperimenteerd met een ander chemicalie: natriumalmetaat. De gewenste fosfaatverwijdering bleef achter ten opzichte van het gebruik van poly-AlCl<sub>3</sub>;
- Door verhoging van de productie traden meer incidentele pekellozingen op. Pekel-

Afb. 3: Procesconfiguratie in 2002 en 2006.



lozingen verhogen de fosfaatconcentraties in het influent en remmen de denitrificatie indien de biomassa niet voldoende geadapted is;

- De retourslibpompen functioneerden vanaf de zomerperiode niet optimaal ten gevolge van slijtage, waardoor niet altijd voldoende slib in de voordennitrificatiereactor aanwezig was.

Het duurde tot eind 2003 voordat alle oorzaken duidelijk waren en duurzame oplossingen gevonden waren, zoals afkoppeling van condensaatstromen, goed gebruik van schoonmaakmiddelen, optimalisatie van de poly-AICI<sub>3</sub>-dosering, vervanging van de slibretourpompen en plaatsing van extra pekelbuffers.

### Resultaten awzi met voordennitrificatiereactor in 2004-2006

#### Fosfaatverwijdering

In de periode 2004-2006 werd niet meer geëxperimenteerd met het type chemicaliën en het 'goodhouse keeping' kon worden gehandhaafd. De P-totaal is kan tot op vandaag goed worden gehaald. Het verloop van de P-totaal in het effluent is weergegeven in afbeelding 1.

#### Nitraatverwijdering

Ondanks de bovengenoemde duurzame oplossingen is in 2004 nooit de nitraateis gehaald (zie afbeelding 2). Deze eis werd

behoorlijk overschreden, tot wel 100 mg/l. Daar de maximale nitraatconcentratie in het influent niet hoger was dan 120 mg/l, moesten opnieuw de influentkarakteristieken en procescondities worden geanalyseerd. Hieruit bleek uiteindelijk dat het zuurstofgehalte van het retourslib soms kon oplopen tot boven de 5 mg/l. Dit resulteerde in een matige tot slechte denitrificatie. Daarnaast bleek uit een trendanalyse tussen 2003 en 2004 dat de vuilvruchtconcentratie in het influent op CZV-basis vooral in de eerste helft van 2004 lager was dan dezelfde periode in 2003. Bovengenoemde oorzaken zorgden ervoor dat de denitrificatie in 2004 niet op gang kwam. Daar in de tweede helft van 2004 de CZV-vrucht in het influent nog lager was, werd besloten tot een proefperiode met gerichte dosering van specifieke afvalwaterstromen in de retourslibput. Hiertoe werd de calamiteitentank gebruikt als opslagbuffer. De dosering zorgde ervoor dat de nitraatconcentraties eind 2004 daalden richting de gewenste effluenteis. De nitraateis kleiner dan 15 mg/l werd eindelijk gehaald en gecontinueerd. In de rest van 2005 en 2006 werd dosering van influent uit de calamiteitentank definitief gemaakt, waarbij de dosering werd gekoppeld aan het zuurstofgehalte van het retourslib. Het eindeffect is dat de voordennitrificatiereactor altijd zuurstofloos retourslib ontvangt, waardoor een stabiele denitrificatie ontstaat met een maximale contacttijd.

De procesconfiguraties in 2002 en 2006 zijn weergegeven in afbeelding 3.

### Conclusies

Een stabiele fosfaat- en stikstofverwijdering van zuivelafvalwater blijkt met een aangepaste methode binnen de bestaande systeemgrenzen goed mogelijk. Friesland Foods Cheese in Marum voldoet nu volledig aan de gestelde effluenteisen. Hierbij is ondanks een redelijk constant aanvoerdebiet maar een fluctuerende vuilvrucht ten gevolge van veranderde productieprocessen soms veel tijd nodig geweest om de juiste stabiliteit te creëren en te handhaven. Met de geleverde inspanningen is voor de aangepaste procesconfiguratie in relatie tot de gestelde effluenteisen het maximale gerealiseerd wat bedrijfseconomisch mogelijk is.