

# Duurzame stikstofverwijdering in aërobe afvalwaterzuivering

Het New Activated Sludge (NAS<sup>®</sup>) systeem werd door Colsen BV in 2003-2004 ontwikkeld in samenwerking met de Universiteit van Gent. Het systeem omvat een gecombineerde werking van actief slib (nitrificatie/denitrificatie) met anamox (nitritatie/N-kortsluiting). Door deze combinatie kan stikstofverwijdering verregaand plaatsvinden, ook bij afvalwater dat arm is aan organische koolstof. Anaëroobe voorzuivering van afvalwater vindt steeds meer plaats en leidt tot een duurzame en effectieve wijze van zuivering. Het systeem biedt ook perspectieven bij biogasinstallaties en voor de rwzi.

## CONVENTIONELE STIKSTOF VERWIJDERING

In het verleden werd al het bedrijfsafvalwater gezuiverd middels het conventionele actief slib systeem, ongeacht de precieze samenstelling van het afvalwater.

Sinds de jaren '90 wordt de focus meer en meer op het anaëroob voorzuiveren van afvalwater gelegd. Dit komt voort uit de lage kosten voor anaëroobe zuivering en de energie productie uit het biogas. Afvalwater met een hoge CZV-inhoud wordt nu grotendeels anaëroob voorgezuiverd waarbij biogas gevormd wordt, dat gebruikt wordt voor stoomopwekking of productie van elektriciteit. Door deze voorzuivering toe te passen wordt een hoog aandeel van de CZV verwijderd en kan de CZV/N-ratio ongunstig uitvallen voor conventionele technieken voor stikstofverwijdering.

Bij een nitrificatie/denitrificatiesysteem worden stikstofverbindingen omgezet tot nitraat, waarna het nitraat verwijderd wordt door middel van actief slib met verbruik van CZV. Wanneer onvoldoende CZV beschikbaar is (CZV/N lager dan 6) voor deze nitrificatie zal het effluent nog een aanzienlijke vracht aan nitraten bevatten, of dient een externe koolstofbron gedoseerd te worden.

- (1)  $\text{NH}_4^+ + 1,5 \text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_2^- + \text{H}_2\text{O} + 2 \text{H}^+$
- (2)  $\text{NO}_2^- + 0,5 \text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_3^-$
- (3)  $2 \text{NO}_3^- + \text{CZV} \rightarrow \text{N}_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$

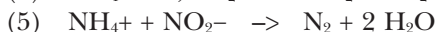
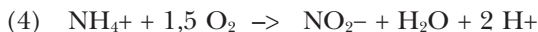
*Stikstof-omzettingen bij conventionele nitrificatie/denitrificatie.*

## NIEUWE STIKSTOF VERWIJDERING.

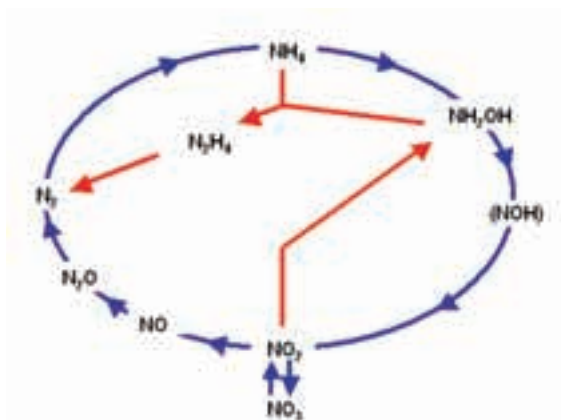
Voor afvalwater met een lage CZV/N-verhouding (<5), zoals bij anaëroob voorgezuiverd afvalwater, kan met het NAS<sup>®</sup>-proces stikstof vergaand verwijderd worden. Het proces combineert de conventionele nitrificatie/denitrificatie met een

door nitritatie/kortsluitroute binnen de stikstofverwijdering en gaat door in drie verschillende zones: een aërobe zone (I), een anoxische zone (II) en opnieuw een aërobe zone (III).

In zone I wordt ammoniumstikstof deels omgezet in nitriet en een klein aandeel nitraat. Het nitriet wordt vervolgens door combinatie met ammonium omgezet in stikstofgas in zone II.



*Stikstof omzettingen bij nitritatie/N-kortsluitroute.*



*Schematisch overzicht van nitrificatie/denitrificatie (blauw) en de nitritatie/N-kortsluitroute (rood).*

Dit vormt de zogenaamde kortsluitroute en wordt uitgevoerd door micro-organismen van de Anammox-groep (anaerobic ammonium oxidation). Organismen die geïdentificeerd zijn als behorende tot deze groep zijn *Candidatus Brocadia* sp., *Candidatus Kuenenia* sp. en *Candidatus Scalindua*. In deze zone gaat ook de denitrificatie door van het in zone I en zone III geproduceerde nitraat.

De organismen van de Anammox-groep zijn zeer actief. Onderzoek heeft aangetoond dat in het NAS<sup>®</sup>-systeem 80% van de stikstof verwijderd wordt door deze groep terwijl deze organismen slechts 3% van de biomassa uitmaken. De micro-organismen van de Anammox-groep hebben een zeer lange verdubbelingstijd en groeien hierdoor traag aan.

## VOORDELEN NIEUWE STIKSTOFVERWIJDERING

De voordelen van het NAS<sup>®</sup>-systeem liggen in verminderde operationele kosten. Bij conventionele nitrificatie/denitrificatie wordt per mol  $\text{NH}_4^+$  stoichiometrisch 1,856 mol  $\text{O}_2$  verbruikt. Bij het NAS<sup>®</sup>-proces wordt ca. 0,6 mol  $\text{O}_2$  per mol N bespaard, doordat een deel van de ammoniumstikstof omgezet wordt tot nitriet in plaats van nitraat (zie reactie 4-5). Dit komt overeen met een verlaging in zuurstofbehoefte (en dus in beluchtingsenergie) van meer dan 30%.

Bovendien moet bij een conventioneel systeem met vergaande stikstofverwijdering, zoals hierboven aangegeven, een koolstofbron gedoseerd worden bij afvalwater met lage CZV/N verhouding. Deze koolstofbron (bv. methanol, melasse) dient aangekocht te worden. Bij het NAS<sup>®</sup>-proces wordt een deel van de stikstof zonder verbruik van zuurstof en CZV omgezet in stikstofgas, waardoor vaak geen additionele C-bron nodig is.

Hierdoor zal ook de slibproductie significant lager zijn. Slibaangroei in het NAS<sup>®</sup>-systeem is lager door de kortsluitroute waardoor minder CZV nodig is. Het merendeel van de slibaangroei wordt veroorzaakt door heterotrofe CZV omzetting en bedraagt 0,3 kg slib/kg N. Ter vergelijking bedraagt bij conventionele nitrificatie/denitrificatie de slibproductie 0,5-1,0 kg slib/kg N.

Het NAS<sup>®</sup>-systeem combineert de stikstof verwijdering via nitriet en anammox met het bekende actiefslib systeem en vergt daardoor geen dubbele investeringen. Vele actiefslib systemen zijn met beperkte aanpassingen om te bouwen tot NAS<sup>®</sup>-systemen.

### **PRAKTIJKERVARINGEN IN DE INDUSTRIE**

Vanaf 2004 is het NAS<sup>®</sup>-systeem ingezet bij verschillende awzi's van aardappelverwerker Lamb Weston Meijer, nl. in Kruijningen en Bergen op Zoom waar het gecombineerd wordt met een membraanbioreactor (MBR). Daarnaast werd het systeem als NAS<sup>®</sup>-MBR gerealiseerd bij een aardappelverwerker in Italië.



*Conventioneel nitrificatie/denitrificatie systeem omgebouwd tot NAS<sup>®</sup> bij aardappelverwerker Lamb Weston Meijer, Bergen op Zoom.*

## **NAS<sup>®</sup> ALS DIGESTAATBEHANDELING**

Aangezien digestaat vaak erg rijk is aan stikstof kan NAS<sup>®</sup> ook voor de nabehandeling van digestaat gebruikt worden. Sinds 2008 is het systeem bij de vergistinginstallatie van Ecofuels geïmplementeerd. In België werd een biogasinstallatie voor varkensmest en industriële reststromen in 2009 uitgerust met een NAS<sup>®</sup>-systeem om het water op oppervlaktewater te kunnen lozen.

Momenteel worden ook verschillende zuiveringen in Italië en Spanje gebouwd voor zuivering van digestaat en/of afvalwater.



*NAS<sup>®</sup> systeem voor digestaatzuivering Ecofuels, Well (Limburg).*

## **NAS<sup>®</sup>-SYSTEME VOOR DIGESTAATZUIVERING ECOFUELS, WELL (LIMBURG)**

Bij anaërobe voorzuivering van afvalwater zijn bijkomende koolstofbronnen op de aërobe zuivering onontbeerlijk. Bij het NAS<sup>®</sup>-systeem is dit niet noodzakelijk, wat het tot een duurzame oplossing om energieteterugwinning en afvalwaterbehandeling te combineren.

## **NAS<sup>®</sup> ALS KOUDE STIKSTOF VERWIJDERING**

Alle bovengenoemde toepassingen heeft het te behandelen afvalwater een temperatuur van  $> 20$  °C. Bij de behandeling van communaal afvalwater is deze temperatuur veel lager en kan zelfs in de winter dalen tot  $< 10$  °C. Momenteel worden in samenwerking met de Universiteit van Gent testen voorbereid om het NAS<sup>®</sup> systeem ook geschikt te maken voor koude rioolwaterzuivering, waardoor ook daar een aanzienlijke besparing op energie kan worden bereikt.

*Jorit Hillaert, Colsen BV*