



John Smit, Afvalzorg BV
Luit Wiersum, Millivision BV

Verminderen van kalkafzetting in percolaat van waterzuivering

Diverse stortlocaties hebben te kampen met hoge gehalten calcium in het afvalwater. Door de intensieve beluchting in de aerobe zuivering slaat het calciumcarbonaat neer. Deze kalkafzetting kan operationele problemen geven zoals kalklagen, aantasting van beluchters, verstopte leidingen en hogere mechanische belasting van pompen. Daarnaast worden neergeslagen kalkdeeltjes gevangen in het slib, waardoor de anorganische fractie in het slib toeneemt met als gevolg dat de (de)nitrificatiesnelheid afneemt.

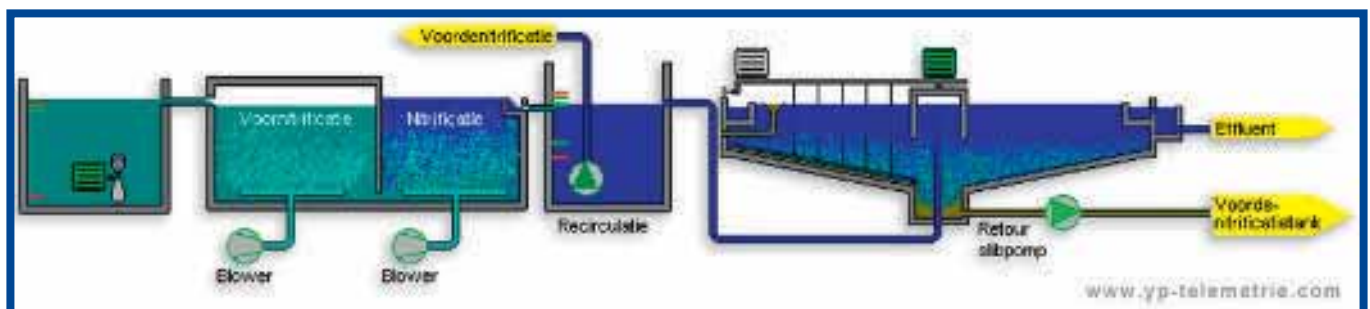
Het bedrijf Afvalzorg bekeek verschillende opties om kalkvorming in de zuivering preventief te verminderen. De achterliggende mechanismen van calciumcarbonaatvorming zijn in kaart gebracht door middel van labonderzoek. Het basisconcept was om het calcium voor de zuivering neer te slaan en het gevormde zuivere CaCO_3 te gaan hergebruiken. Dit bleek echter niet kosteneffectief. Na uitvoering van een multicriteria-analyse bleek dat een procesgeïntegreerde aanpak kosteneffectiever was.

Vorig jaar oktober en november zijn de beluchtingschotels vervangen door een fijne belbeluchting met een belgrootte van circa twee millimeter. Door onder andere efficiëntere beluchting vermindert de mechanische kracht en wordt minder kooldioxide gestript. Een tweede aanpassing was een verlaging van de temperatuur in de zuivering van 30 naar 20°C. In het geval van Afvalzorg lijkt het omslagpunt te liggen bij 20°C. Hierboven slaat calciumcarbonaat neer terwijl onder deze temperatuur een evenwichtssituatie ontstaat waarbij een klein deel van het calcium neerslaat. Een lagere temperatuur draagt bij aan de natuurlijke



Neergeslagen kalk in leidingen.

Afb. 1: Schema van de waterzuivering bij Afvalzorg.



buffering van het water, omdat er meer kooldioxide in het water kan oplossen. Door de aanpassing is het anorganisch gehalte van het actiefslib in de waterzuivering gedaald van 75 naar 30 procent.

Afvalzorg houdt zich bezig met afvalverwerking. Wanneer hergebruik geen optie is, zorgt het bedrijf voor het veilig en verantwoord storten van restafvalstromen. Afvalzorg beschikt over een eigen waterzuivering (PWZI) om percolaat van de stortvlakken te zuiveren. De zuivering betreft een laagbelast actiefslibproces. Uit de stortvlakken komt gemiddeld 40 tot 56 kubieke meter percolaatwater per uur vrij. Dit water is onder andere rijk aan ammonium, calcium, magnesium en bevat een hoog aandeel complexe verbindingen, waaronder biologisch nagenoeg niet afbreekbare humus- en fulvozuren.

Het afvalwater komt binnen in de anoxische zone, waar het BZV efficiënt wordt gebruikt voor denitrificatie van de nitraathoudende interne recirculatiestroom. Ten behoeve van de denitrificatie wordt een koolstofbron gedoseerd. De BZV:N-verhouding wordt gestuurd op 3:1. Bij deze verhouding wordt 95 tot 98 procent van het nitraat verwijderd; 200 mg/l nitraat wordt gedenitrificeerd tot 4 a 8 mg NO₃/liter. Vervolgens wordt het aanwezige ammonium genitrificeerd in drie aerobe zuiveringstraten. Het actiefslib bezinkt in twee nabezinktanks. Het gezuiverde effluent wordt geloosd op het Noordzeekanaal.

Door aanscherping van de effluentnormen heeft Afvalzorg eind 2006 een capaciteitsvergroting gerealiseerd van de percolaatwater zuiveringsinstallatie. Het nitrificatievolume is vergroot en de denitrificatiecapaciteit uitgebreid door plaatsing van een nieuwe voordennitrificatietank. Voorts is bij het nieuwe ontwerp uitgegaan van een asrestgehalte van 20 procent en een watertemperatuur van 25 tot 30°C.

Een half jaar na ingebruikname van de installatie ontstonden procesproblemen, veroorzaakt door de neerslag van CaCO₃. Dit veroorzaakte scaling in de leidingen, pompen en een metersdikke kalksliblaag, die was bezonken in de voordennitrificatietank. Ook daalde de nitrificatie-activiteit door de hoge asrest in het actiefslib. Vorig jaar nam Afvalzorg het initiatief om de kalkneerslag te verminderen. Adviesbureau Millvision werd hiervoor ingezet als sparringpartner. Dit bureau is gespecialiseerd in de papier- en kartonindustrie en afvalwatertechnologie.

Door het hoge kalkgehalte worden de slibvlokken erg zwaar. Dit is nadelig voor de slibbezinking. Te snelle bezinking (slibvolume-index < 60 ml/g) zal leiden tot uitspoeling van de kleine slibdeeltjes. De zware vlokken bezinken zo snel dat een opwaartse stroming ontstaat die deze kleine slibdeeltjes naar boven stuwen.

Een belangrijke parameter bij waterzuivering is het bufferend vermogen van het afvalwater. Als afvalwater kooldioxide en

ontwerpdebiet	56 m ³ /uur
NH ₄ -verwijderingscapaciteit	350 kg N/dag
NH ₄ -concentratie influent	260 mg/l
NH ₄ -verwijderingsrendement	99,9%
slibconcentratie	5,5 g/l
CZV-slibbelasting	0,1-0,15 kg CZV/kg DS/dag
totale denitrificatiecapaciteit	800 m ³
totale nitrificatiecapaciteit	1.200 m ³
nadenitrificatie	80 m ³
oppervlakte nabezinktanks	2 x 78 m ²
oppervlaktebelasting	0,35 m/uur
interne recirculatie nitraatrijk water	10 t.o.v. influent

Tabel 1: Percolaatzuivering Afvalzorg.

bicarbonaat bevat, dan heeft het een groot bufferend vermogen. Deze stoffen zijn namelijk in staat om zuur weg te vangen of af te staan. Dit wordt het koolzuurevenwicht genoemd. Hierdoor ontstaat een stabiele pH in de waterzuivering en vermindert de vorming van carbonaat en CaCO₃.

Door het afvalwater te beluchten, wordt kooldioxide gestript. Hierdoor neemt het bufferend vermogen van het water af en verschuift het evenwicht naar rechts, waardoor carbonaat wordt gevormd. Het gevormde carbonaat kan vervolgens neerslaan tot calciumcarbonaat. Het is daarom van belang om de bufferende werking zo veel mogelijk intact te houden, door zo weinig

mogelijk kooldioxide te strippen uit het water of door meer kooldioxide in het water in oplossing te houden.

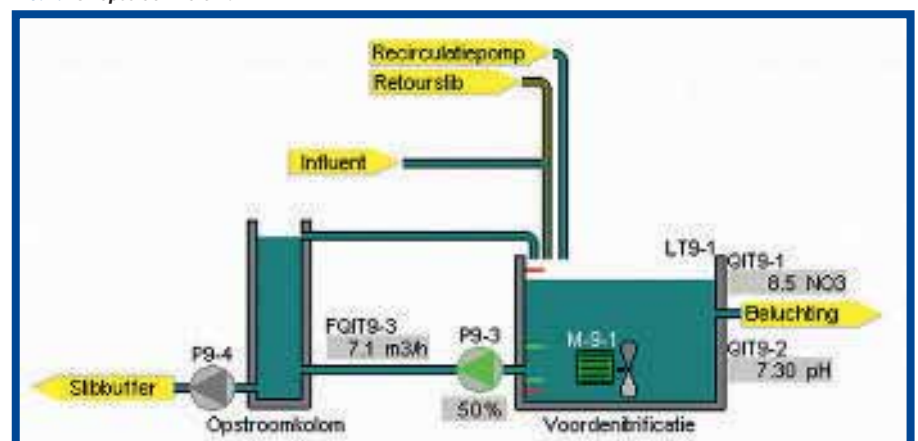
Oplossingen

In het laboratorium zijn diverse opties onderzocht op effectiviteit. Het influent alkaliseren en het gevormde calciumcarbonaat voor de zuivering uitvlokken, bleek niet kosteneffectief. Aanzuren om te voorkomen dat calcium neerslaat, bleek ook niet kosteneffectief. Voorbeluchten en het gevormde calciumcarbonaat voor de zuivering uitvlokken, bleek wel een haalbare optie. Ongeveer 30 procent vlokke binnen een uur uit. Nadeel van deze methode was dat een extra processtap noodzakelijk werd

Tabel 2: Calciumneerslag bij 20 en 30°C.

	20°C	Ca mg/l	30°C	Ca mg/l
0 uur	19,4	380	19,4	380
1 uur	20,1	378	33,2	371
2 uur	19,4	369	32,9	365
3 uur	19,3	368	35,8	317
4 uur	19,2	367	27,8	302
5 uur	20,0	367	29,9	298
calciumneerslag	3,4%		21,6%	

Afb. 2: Een opstroomkolom.



en dit extra kosten met zich meebracht. Vandaar dat deze oplossingen zijn afgevallен.

De snelheid van calcium-neerslag is onderzocht door het kalkrijke influentwater met het actiefslib bij 20 en 30°C gedurende 5 uur intensief te roeren.

In het geval van Afvalzorg lag het omslagpunt bij ongeveer 20°C. Daarboven slaat het calciumcarbonaat neer, terwijl daaronder een evenwichtssituatie ontstaat waarbij slecht een beperkt aandeel van het calcium (3,4%) neerslaat (zie tabel 2).

Een procesgeïntegreerde oplossing is de plaatsing van een extra opstroomkolom om de zware kalkdeeltjes te bezinken. Deze kalkdeeltjes hebben een bezinksnelheid die een factor 10 tot 20 hoger is dan actiefslib.

Toepassing oplossingen

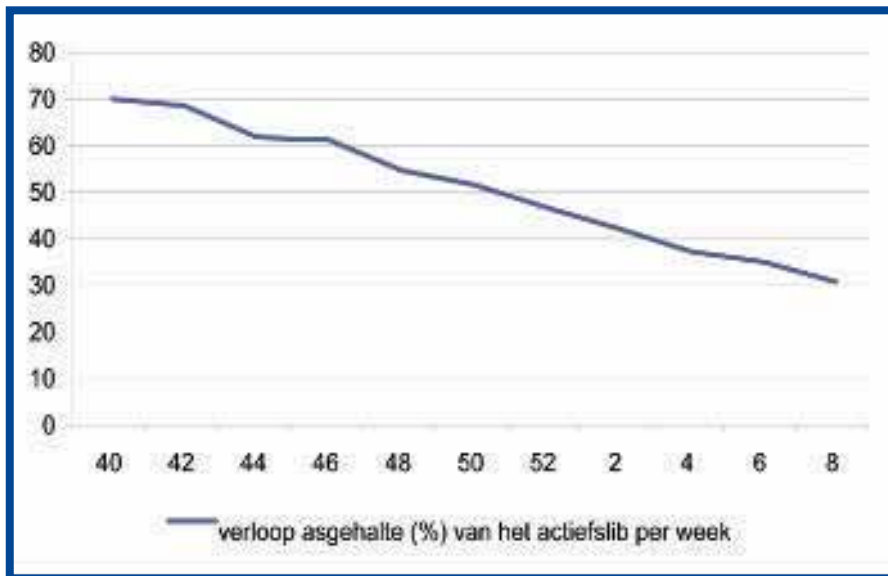
Afgelopen oktober en november zijn de beluchtingschotelers vervangen voor een fijne beluchting met een belgrootte van circa twee millimeter. Door de efficiëntere beluchting wordt minder kooldioxide gestript en is het energieverbruik ongeveer gehalveerd. Voor het instellen van de proces temperatuur wordt bij Afvalzorg gebruik gemaakt van de restwarmte die vrijkomt bij het verbranden van stortgas. Met de overige restwarmte worden onder andere de omliggende gebouwen van Afvalzorg verwarmd. De temperatuur kan op de zuivering worden ingesteld op basis van de gemeten temperatuur van het effluent na de warmtewisselaar. De temperatuur op de zuivering is stapsgewijs verlaagd van 30 naar 20°C.

Doordat de zuivering ter voorkoming van kalkneerslag lager in temperatuur wordt bedreven, houdt Afvalzorg meer restwarmte over die nuttig toegepast kan worden. Afvalzorg is voornemens de restwarmte te gaan leveren aan een naastgelegen bromeliakwekerij, die de warmte gaat benutten voor het verwarmen van de kassen. De in verbrandingsketels geproduceerde warmte wordt via warmtewisselaars afgeven aan het water en via een warmwatertransportleiding naar het kassencomplex getransporteerd.

Van september tot december daalde het anorganisch gehalte in de waterzuivering van 75 tot onder de 40 procent. Dit voorjaar daalde het verder naar 27 procent.

Aanpak *N-limicola*

Om voor de toename van organische biomassa te compenseren, is het slibgehalte verlaagd van 12 naar 5 gram ds/liter. Als gevolg van de afname van het anorganisch gehalte begon de organische fractie en ook de slibvolume-index (SVI) geleidelijk te stijgen, van 140 naar 460 ml/g. Het aandeel draadvormende bacteriën, onder andere *N-limicola* (type 3) nam in deze periode sterk toe maar had geen negatief effect op de effluentkwaliteit. De slibbelasting (CZV en stikstofbelasting) was laag, 0,08 kg CZV/ kg ds/dag en de (de)nitrificatieprocessen verliepen prima. Er werd een lichte



Afb. 3: Afname anorganisch gehalte in het actiefslib na temperatuursverlaging.

gasvorming in de nabezinktank en retourslibstroom waargenomen.

Om de groei van *N. limicola* tegen te gaan, werden de procescondities tegen het licht gehouden. Ter bestrijding van de draadvormende bacterie *N. limicola* werd gekozen voor een hogere CZV-slibbelasting met als achterliggende gedachte dat de slibbelasting in overeenstemming werd gebracht met de ontwerpcondities van de zuivering (0,15 kg CZV/kg ds. dag). Het gevolg van deze actie was een verdere toename van het aandeel *N. limicola* en een dikke drijfslag op de nabezinktanks met een verslechterde effluentkwaliteit. In het actiefslib was gasvorming waarneembaar wat zorgde voor nadenitrificatie in de nabezinktank, dit terwijl er geen beschikbaar CZV in het effluent aanwezig was. De nitraatconcentratie in de voordennitrificatietank nam af tot 0 mg/l.

Na drie weken kwamen we tot de conclusie dat een andere aanpak nodig was om *N. limicola* te bestrijden en daarmee het tegengaan van de drijfslag op de nabezinktank. We besloten om de koolstofbrondosering een aantal dagen uit te zetten. Na twee dagen begon het nitraatgehalte in de voordennitrificatietank langzaam te stijgen en synchroon daaraan nam de gasvorming in de nabezinktank af. Na een week was de drijfslag geheel verdwenen en de effluentkwaliteit genormaliseerd. De populatie *N. limicola* nam langzaam af en kon worden ingekapseld in de bacteriënvlokken.

De hypothese is dat *N. limicola* wordt gestimuleerd door anaerobe procescondities in de voordennitrificatie. Indien het nitraat in de denitrificatiezone afwezig is, ontstaan anaerobe (septische) procescondities. *N. limicola* (type III) kan onder deze condities vetzuren in de vorm van poly-hydroxyboterzuur opslaan en krijgt hierdoor een groeivoordeel ten opzichte van de vlokvormende bacteriën in de zuivering. De nitraatconcentratie wordt momenteel stabiel bedreven door op 4 a 8 mg/l nitraat te sturen, door middel van een in-line NO_x-sensor in de

voordennitrificatietank. Hierdoor verloopt het denitrificatieproces stabiel en wordt exact de juiste hoeveelheid koolstofbron gedoseerd.

Conclusie

Afvalzorg te Nauerna beschikt over een eigen zuivering om het percolaatwater uit de stortvlakken te zuiveren. De zuivering betreft een laagbelast actiefslibproces (voordennitrificatie gevolgd door nitrificatie). Het actiefslib bestaat voor driekwart uit calciumcarbonaat (krijt) en voor slechts een kwart uit levende biomassa. Deze kalkafzetting veroorzaakt operationele problemen, zoals kalklagen, aantasting van beluchters, verstopte leidingen en hogere mechanische belasting van pompen. Ook is de nitrificatie / denitrificatie-activiteit van de zuivering lager dan de ontwerp-capaciteit. Vorig jaar september begon een onderzoek om de neerslag van calciumcarbonaat preventief te verminderen. Door de nieuwe efficiëntere bodembeluchting wordt er minder kooldioxide gestript; hierdoor slaat minder calcium neer. Het energieverbruik is hiermee ook gehalveerd. Een verlaging van de temperatuur van 30 naar 20°C draagt bij aan de natuurlijke buffering van het water. Hiermee wordt de vorming van calciumcarbonaat preventief voorkomen. Het anorganisch gehalte van het actiefslib is gedaald van 75 naar 30 procent. Plaatsing van een extra bezinkstap om de zware kalkvlokken selectief uit het actiefslib te verwijderen zal bijdragen tot het verminderen van eventuele sliblagen in de zuivering.

LITERATUUR

- 1) Eikelboom D. (1999). Procesbewaking door microscopisch onderzoek. TNO-MEP. Rapport 99/057.
- 2) Jenkins D. (1993). Manual on the causes and control of activated sludge bulking and foaming.
- 3) Metcalf en Eddy McGraw Hill Wastewater Engineering: treatment and reuse.
- 4) Holleman A. (1959). Leerboek der anorganische chemie, 17e druk.