

iStockphoto



AUTEURS



David Berkhof
(Royal HaskoningDHV)



Leon Korving
(Aiforo)

DE INVLOED VAN DOSERING VAN KATIONEN EN BELUCHTING OP SLIBONTWATERING

Het ontwateren van zuiveringsslib is een belangrijke kostenpost voor de waterschappen. Alleen al de inkoop van flocculanten voor de ontwatering kost jaarlijks zo'n 23 miljoen euro. Uit de literatuur is bekend dat toediening van zouten van meerwaardige kationen (ijzer, magnesium, calcium) en beluchting de ontwaterbaarheid van zuiveringsslib kunnen verbeteren. Op drie rioolwaterzuiveringen en in het lab werd onderzocht of dit ook in de praktijk werkt.

De combinatie van beluchten en dosering van kationen (magnesium) wordt (bijvoorbeeld) toegepast in het Airprex proces. Daarin wordt struviet teruggewonnen en verbetert de ontwaterbaarheid. Een door Stowa gefinancierd onderzoek (Stowa 2016-11) moest meer inzicht geven in de rol van kationen en de invloed van beluchten op de ontwaterbaarheid.

Testen in de praktijk en in het lab

Uit literatuuronderzoek blijkt dat vooral de tweewaardige kationen als magnesium en calcium de ontwaterbaarheid verbeteren door hun effect op de lading van de slibvlokken; ze worden vooral gebonden aan de polysacchariden van het slib. Driewaardige kationen als ijzer (Fe^{3+}) gedragen zich anders, waarschijnlijk doordat ze zich vooral binden aan colloïdale eiwitten en op die manier de ontwatering verbeteren. In dit onderzoek is de invloed van calcium (Ca^{2+}), magnesium (Mg^{2+}), en driewaardig ijzer (Fe^{3+}) onderzocht.

Locatie	Periode A	Periode B	Periode C
RWZI Nieuwgraaf	Geen dosering	Dosering Fe hoog	Dosering Fe laag
RWZI Beverwijk	Dosering Mg (hoog/normaal)	Geen dosering	Dosering Ca
RWZI Amsterdam-West	Normale dosering Mg en lage beluchting	Normale dosering Mg en hoge beluchting	Geen dosering Mg en geen beluchting

In dit onderzoek zijn praktijktesten uitgevoerd op de rioolwaterzuiveringen Nieuwgraaf, Beverwijk en Amsterdam West. Het doel was effecten aan te tonen van kationen en beluchting op de ontwaterbaarheid van slib. Daarnaast zijn laboratoriumproeven gedaan met de toevoeging van kationen aan slib.

Praktijktesten

Op drie rwzi's is het effect van de dosering op de ontwaterbaarheid onderzocht.

In de praktijktest op rwzi Nieuwgraaf (zie grafiek 1) werd driewaardig ijzer (Fe³⁺) toegevoegd aan het slib. De twee lijnen in de onderstaande grafiek geven voor 2 Fe-doseringen het verband aan tussen dosering van poly-elektrolyt (PE) en ontwateringsresultaat (DS% van het slib). De resultaten links van een lijn leiden tot een besparing ten opzichte van de bestaande situatie. Rechts van een lijn zijn de kosten voor dosering hoger dan de besparingen. De letters verwijzen naar de periode zoals genoemd in de tabel.

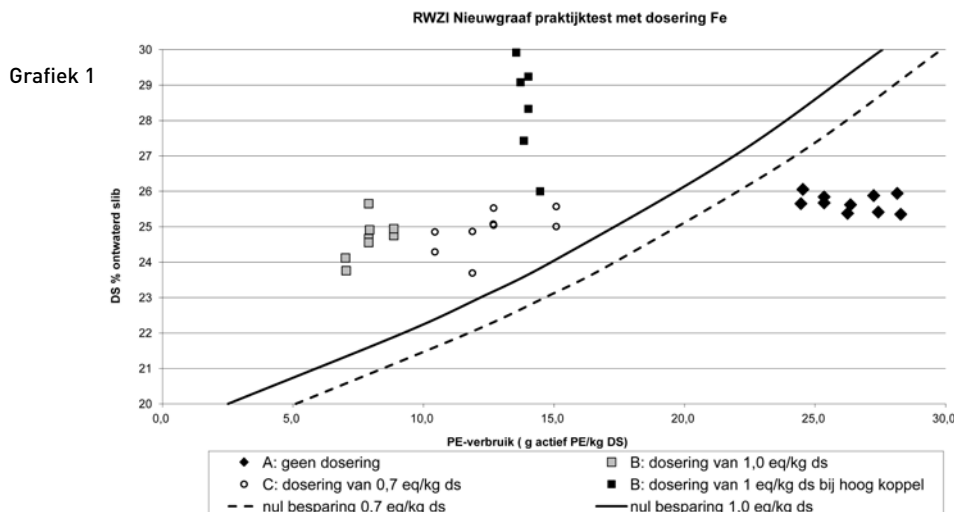
Bij de rwzi Nieuwgraaf kon door toevoeging van Fe³⁺ het PE verbruik met meer dan 50% worden teruggebracht. Ook kon het drogestofgehalte van de slibkoek worden verhoogd van 25% naar 29% doordat de ijzerdosering verhoging van het koppel op

de centrifuge toeliet. De verlaging van PE-verbruik en het hogere drogestofgehalte leiden tot een netto besparing tot 180.000 tot 210.000 euro per jaar, ofwel circa 15% van de kosten voor slibafzet en PE verbruik. In deze bedragen zijn de vorming van chemisch slib (neerslag van ijzerzouten in het slib) en de kosten voor de dosering van ijzer meegenomen.

Op rwzi Beverwijk bleek dat door toevoeging van magnesium het PE verbruik met 40% kan worden teruggebracht. Het drogestofgehalte van de slibkoek nam netto toe met ca 1%. Een vergelijkbare dosering met calcium gaf een zelfde verbetering van het drogestofgehalte van de slibkoek, maar de afname van het PE verbruik was minder: 18%.

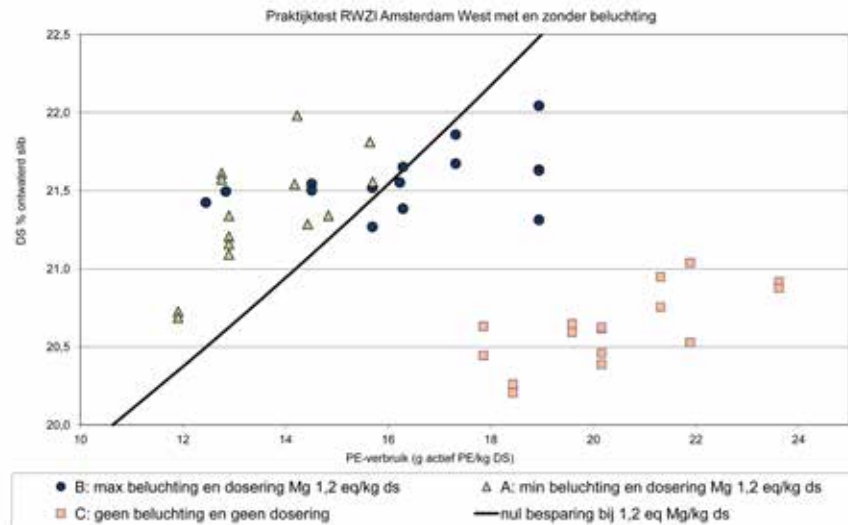
Bij de praktijkproef op de rwzi Amsterdam West (zie grafiek 2, volgende pagina) is invloed van de Airprex-installatie getest. Daarin wordt in het kader van de struvietproductie altijd al gewerkt met magnesium en met beluchting. Tijdens de proef is respectievelijk gewerkt met lage beluchting, hoge beluchting; in periode C is zonder de Airprex-installatie gewerkt (bypass).

Een lage beluchting in combinatie met de gangbare dosis magnesium geven samen een betere ontwaterbaarheid van het uitgegiste slib. Het PE verbruik daalde met ca. 28 %. Bij een hogere beluchting nam



Verwerking
zuiverings-slib
goedkoper met
kationen

Grafiek 2



het PE verbruik met 15% af, en werd de slibkoek iets droger (0,5-1,0 DS%). De beluchting kon niet volledig stil gezet worden omdat beluchting noodzakelijk is voor onder andere menging en sturing van de pH in de Airprex reactor.

De situatie met lage beluchting is financieel het gunstigst. Een positief effect van de hogere beluchting is dat de struvietproductie toeneemt door een hogere pH in de struvietreactor. Tegelijkertijd zorgt de beluchting echter ook voor desintegratie van de slibvlokken waardoor de ontwaterbaarheid achteruit gaat.

Op de drie rwzi's is ook gekeken naar de invloed van de dosering van kationen op de EPS, de extracellulaire polymere structuren. Dit zijn lange organische moleculen in het slib die "stevig" of "los" aan de slibvlokken gebonden kunnen zijn. "Loosely bound" EPS geeft een slechte ontwaterbaarheid omdat er dan meer geladen en colloïdale deeltjes zijn die door PE moeten worden gebonden. De resultaten laten voor de drie onderzochte rwzi's zien dat bij dosering van kationen (Fe, Mg of Ca) het gehalte aan "loosely bound" EPS daalt. Meer informatie hierover is te vinden in het volledige STOWA rapport.

Labtesten

De laboratoriumtesten werden uitgevoerd in het Technical Research Centre (TRC) van Royal Haskoning-DHV. Doel was om te beoordelen of labtesten gebruikt kunnen worden bij de inschatting van het effect van kationen op de ontwaterbaarheid van uitgegist slib. De ontwaterbaarheid is vastgesteld met de volgende methoden:

- Capillary Suction Time (CST): de tijd (in seconden) die het water uit het slib nodig heeft om een vaste

afstand over een standaard stuk filterpapier te vloeien. Hoe hoger de CST, hoe slechter de ontwaterbaarheid van het slib;

- Filtratie met een Mareco filterpers: na toevoeging van polyelektrolyet (PE) wordt slib samengeperst tussen twee filterdoeken, waarna het drogestofgehalte van de slibkoek wordt bepaald. Hoe hoger het drogestofgehalte, hoe beter de ontwaterbaarheid;
- Streaming current test (SC): Na meting van de lading van het slib, wordt een PE-oplossing toegevoegd, totdat het iso-electrisch punt (0 mV, neutrale lading) wordt bereikt. De hoeveelheid PE-oplossing is een maat voor het PE-verbruik in de praktijk.

De CST test is een veel gebruikte test om de ontwaterbaarheid van slib te meten, maar bepaalt alleen het vrije water. Persproeven met de Mareco pers worden vaker gebruikt als indicatie voor de ontwaterbaarheid en zijn hier uitgevoerd volgens een door Royal HaskoningDHV ontwikkeld protocol. Het protocol voor de SC test is door Royal HaskoningDHV en Aiforo ontwikkeld.

- Uit alle drie de testen bleek dat de toevoeging van kationen een positief effect heeft op de ontwaterbaarheid. Voor alle drie rwzi's bleken de laboratoriumproeven een goede indicatie te geven van veranderingen in de ontwaterbaarheid in de praktijk. De meest consistente resultaten werden gekregen met de CST test en streaming current test (SC). Persproeven kunnen als enige informatie geven over veranderingen in de droogtegraad van de slibkoek, maar toonden een grote spreiding zien in de meetresultaten.

Conclusies

Dit onderzoek laat zien dat door dosering van zouten van meerwaardige kationen (ijzer, magnesium, calcium) de ontwaterbaarheid van slib verbeterd kan worden en dat in veel gevallen de kosten voor de dosering van deze zouten terugverdiend wordt door een lager PE verbruik en soms ook een drogere slibkoek. De dosering van ijzerzouten liet zowel op lab als op praktijkschaal de grootste verbetering zien. De resultaten met magnesium verschaffen inzicht in het mechanisme achter de positieve effecten op de ontwaterbaarheid van slib, die vaak worden gevonden bij terugwinning van struviet. Deze positieve effecten worden vermoedelijk vooral veroorzaakt door de noodzakelijke overdosering van magnesium waardoor de structuur van de slibvlokken wordt verbeterd. Bovendien laat dit onderzoek zien dat de beluchting van slib, die onder meer bij het Airprex proces nodig is voor de winning van struviet, juist een negatief effect heeft op de ontwaterbaarheid. Een maximale winning van struviet vergt voldoende beluchting voor een verhoging van de pH van het slib, maar levert dus niet een maximale verbetering van de ontwaterbaarheid.

De gebruikte labproeven bleken een redelijk goede voorspelling te geven van de effecten op de ontwaterbaarheid. Praktijkproeven blijven echter nodig om de kwantitatieve effecten goed te kunnen onderbouwen. Verder bleken de effecten niet gelijk bij alle onderzochte slibben. De conclusie is dat elke slibontwatering zijn eigen onderzoek vergt om de optimale behandeling vast te stellen.

Verder onderzoek is nodig om de mechanismen van de ontwatering van slib verder te ontrafelen. In dit onderzoek is een eerste bemoedigende stap gezet door effecten op de extracellulaire polymere structuur (EPS) in het slib te meten. Verschillen in het EPS gehalte correleerden goed met de gevonden verschillen in de ontwaterbaarheid.

David Berkhof
(Royal HaskoningDHV)
Leon Korving
(Aiforo)

Bronnen

D. Berkhof, L. Korving, "De invloed van kationen en beluchting op slibontwatering", STOWA rapport 2016-11, ISBN nr. 978.90.5773.712.1

Novak, J. T., Sadler, M. E., & Murthy, S. N. (2003). Mechanisms of floc destruction during anaerobic and aerobic digestion and the effect on conditioning and dewatering of biosolids. *Water Research*, 37(13), 3136-3144

Sobeck, D. C., & Higgins, M. J. (2002). Examination of three theories for mechanisms of cation-induced bioflocculation. *Water research*, 36(3), 527-538.

DWA (2008), Merkblat M-383, Kenwerte der Klärschlammentwässerung, ISBN nr. 978-3-941089-29-7.

SAMENVATTING

Dit onderzoek ging over de invloed van toegevoegde kationen en beluchting op de ontwaterbaarheid van uitgegist zuiveringsslib. Labtesten werden gecombineerd met praktijktesten op de rwzi's Nieuwgraaf, Beverwijk en Amsterdam West. Effecten bleken te verschillen van locatie tot locatie. Op rwzi Nieuwgraaf kan de toevoeging van ijzerzouten naar verwachting leiden tot een besparing van ca € 200.000,- per jaar. Op rwzi Amsterdam West bleek dat extra beluchting van slib voor verhoging van de struvietproductie, de positieve effecten van magnesium op de ontwaterbaarheid kan beperken. Op de locatie Beverwijk bleek er een optimum te zitten in de PE-dosering. Voorbij dit optimum leidt dosering van kationen juist tot hogere slibverwerkingskosten. Daarom is het belangrijk om op elke locatie verkennende lab- en praktijktests te doen om in te schatten wat het te verwachten effect is en welke dosering nodig is om een bepaald effect te bereiken. Locaties met een hoog PE verbruik komen als eerste in aanmerking voor verkennend onderzoek.

Verwerking
zuiveringsslib
goedkoper met
kationen