

Energiebesparing door hybride beluchting

ENERGIE EN AFVALWATER

De laatste jaren worden de termen energieverbruik, energiebesparing en waterzuiveringen onlosmakelijk aan elkaar verbonden. Ook bij Waterschap Reest en Wieden is de aandacht voor energie groot. Om aan de Meerjarenaafpraak voor energiebesparing (MJA3) en het Klimaatakkoord te voldoen zijn diverse energiebesparende projecten geformuleerd. Eén van deze projecten is het implementeren van hybride beluchtingsregelingen en het (bij)plaatsen van energie-efficiënte bellenbeluchting bij 3 rioolwaterzuiveringen (rwzi's). Dit project is aangemeld bij de provincie Drenthe die hiervoor subsidie heeft verstrekt.

Deze energiebesparende projecten op gebied van beluchting zijn toegepast op de rwzi's van Meppel, Echten en Beilen. Bij rwzi Beilen is de mechanische beluchting inmiddels geheel vervangen door bellenbeluchting. Voor Meppel en Echten gaat het om een gedeeltelijke vervanging van de bestaande mechanische beluchting door het bijplaatsen van bellenbeluchting en het ombouwen van de conventionele procesregeling naar hybride beluchting.

Uitgaande van de ervaringen die bij de recente renovatie van de rwzi Meppel in 2009 zijn opgedaan met bellenbeluchting in beluchtingscircuit 2 zijn medio 2010 de twee beluchtingscircuits in Echten aangepast. Daarnaast is ook beluchtingscircuit 1 van Meppel voorzien van hybride beluchting. In dit artikel worden de ervaringen beschreven met de hybride beluchting in Meppel en Echten.

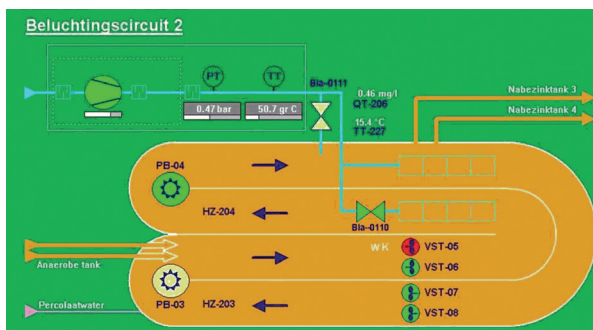
RENOVATIES EN UITBREIDINGEN VAN DE RWZI MEPPEL

Aanpassing van de voorbehandeling rwzi Meppel in 2009

De rwzi Meppel is in 2009 voornamelijk hydraulisch uitgebreid met een extra nabezinktank. Ook de roostergoedvoorziening en de zandvanger zijn vernieuwd. De twee afzonderlijke influentwerken zijn vervangen door een centraal aanvoerwerk in combinatie met een tussengemaal waarmee de relatief kleine voorbezinktank optimaal belast wordt. Met de capaciteit instelling van dit tussengemaal kan ook de BZV/N verhouding voor de biologie geregeld worden. Momenteel is dit zo geregeld dat bij DWA vrijwel al het influent wordt voorbezonden terwijl bij RWA het grootste deel direct naar de anaërobe tank gaat. Hiermee is ten opzichte van de oude situatie al 80% meer gistingsgas geproduceerd zonder dat dit geleid heeft tot vermindering van de stikstofverwijdering. Dit leidt tevens tot een verminderde zuurstofvraag in de beluchtingscircuits.

Aanpassing van de beluchting circuit 2 rwzi Meppel bij de hydraulische uitbreiding in 2009

Als gevolg van de toename van de hydraulische capaciteit is de waterverdeling en daarmee ook de verdeling van de vuilvracht over de beide beluchtingscircuits bij RWA zodanig veranderd dat in beluchtingscircuit 2 extra beluchting moest worden bijgeplaatst. In de bestaande situatie was het beluchtingscircuit voorzien van twee puntbeluchters. Deze zijn bij de ombouw gehandhaafd. De benodigde extra beluchtingscapaciteit wordt ingebracht met fijne bellenbeluchting. Er is gekozen voor een uitvoering met platen waarbij de beluchtingspakketten in het been van de overstort naar de nabezinktank en het daarvoor liggende been zijn aangebracht. Tussen beide pakketten bevindt zich nog een puntbeluchter (PB04). Deze puntbeluchter blijft altijd aan en wordt frequentie geregeld. Het influent komt binnen juist achter de andere puntbeluchter (PB03). Deze puntbeluchter komt alleen bij indien er een zeer grote zuurstofvraag optreedt. In onderstaand figuur is de inrichting van beluchtingscircuit 2 weergegeven.



Figuur 1 inrichting beluchtingscircuit 2 rwzi Meppel

Aanpassing van de beluchtingsregeling circuit 2 rwzi Meppel in 2009

In de oude situatie waren de puntbeluchters frequentie geregeld en was de setpointinstelling van het zuurstofgehalte met een zogenaamde blokregeling geregeld. Hierbij werd in de tijd met een periodiek hoog en periodiek laag zuurstofgehalte gewerkt. Deze oude procesregeling leidde tot een slibindex van 140 ml/gram. Met het bijplaatsen van de extra beluchting in circuit 2 is ook de regeling aangepast van conventioneel naar hybride.

SITUATIE RWZI MEPPEL BELUCHTINGSCIRCUIT 2 NA DE RENOVATIE IN 2009

Procesinstelling

De nieuwe hybride procesregeling is er op gericht om ammonium af te breken tot minder dan 0,5 mg N/l om Microtrix draadvormers te bestrijden. Tevens is de setpointinstelling van zuurstof geautomatiseerd. Als het ammonium gehalte lager is dan 0,5 mg N/l en het nitraat gehalte hoger is dan de ingestelde waarde gaat het zuurstofsetpoint naar een ingestelde lage waarde om te kunnen denitrificeren. De regeling is dusdanig opgezet dat zoveel mogelijk zuurstof wordt ingebracht met de bellenbeluchting. Echter, puntbeluchter PB-04 blijft altijd in

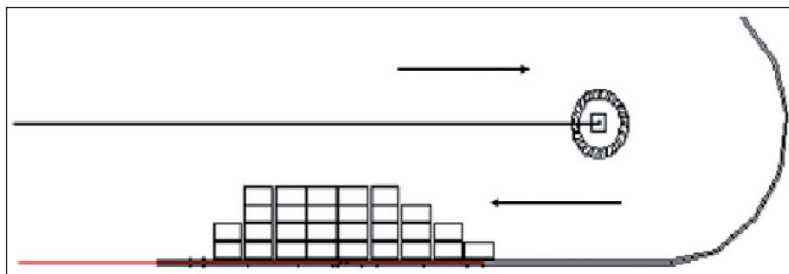
bedrijf. Dit is noodzakelijk omdat het slib/water mengsel nabij de overstort naar de nabezinktank voldoende zuurstof dient te bevatten. De puntbeluchter draait in eerste instantie op minimale frequentie. Als de plaatbeluchting vervolgens naar 100% is opgeschroefd en het gewenste zuurstofniveau nog niet is bereikt wordt puntbeluchter PB-4 verder opgeschroefd. Indien dan nog meer zuurstof noodzakelijk is zal puntbeluchter PB-03 worden ingeschakeld. Bij afnemende zuurstofvraag zijn een aantal extra stappen ingebouwd (stappen 7, 8 en 9). In figuur 2 zijn zowel de stappen bij toenemende zuurstofvraag als bij afnemende zuurstofvraag schematisch weergegeven.



Figuur 2 beluchttingsregeling circuit 2 rwzi Meppel

Introductie van ‘Spiral flow’

Om de (vroegere) drijfslaag op deze carroussel te bestrijden zijn de extra beluchttingspakketten op een bijzondere wijze in het circuit geplaatst. Normaal gesproken wordt over de volle breedte platen geplaatst. Hierdoor hoopt zich vaak veel drijfslaag op voor een beluchttingspakket. Door de platen trapsgewijs te laten beginnen en te eindigen en de platen asymmetrisch te plaatsen (zie figuur 3) wordt een dusdanig stromingsprofiel ingesteld dat drijfslagen makkelijker worden kapotgeslagen en weer worden opgenomen in de waterstroom. Met deze zogenaamde spiral flow over de breedte van het been kan de drijfslaag circuleren en daarmee makkelijk het beluchttingspakket passeren. De meeste drijfslaag wordt door de spiral flow weer opgenomen in het actief slib. De eventueel nog resterende drijfslaag wordt afgescheiden in de nabezinktank. Deze nieuwe configuratie van beluchttingsplaten was enkele jaren daarvoor al met succes uitgetprobeerd met een tijdelijke extra beluchting op de rwzi Echten.



Figuur 3 Bovenaanzicht ligging beluchttingsplaten beluchttingscircuit 2 rwzi Meppel.

BEVINDINGEN ÉÉN JAAR NA DE RENOVATIE VAN RWZI MEPPEL IN 2009

De nieuwe zuurstofregeling heeft in combinatie met de extra bellenbeluchting geleid tot een daling van de slibindex van 140 naar 100 ml/gr. Met deze regeling en de introductie van de spiral flow is de drijfslagvorming op circuit en nabezink-tank vrijwel volledig verdwenen.

Er zijn echter ook verbeterpunten geconstateerd. Bij de inrichting van circuit twee is de focus voornamelijk gericht geweest op uitbreiding van de beluchting en verbetering van de procesregeling en minder op de energie efficiëntie. Met name het feit dat puntbeluchter PB04 altijd aan blijft terwijl de meer efficiënte bellenbeluchting uit kan gaan wordt niet ideaal gevonden. Ook de locatie van het beluchtingspakket in de denitrificatiezone is ter discussie komen te staan. De situatie dat slechts één beenlengte beschikbaar is voor de denitrificatie blijft energetisch en proces technisch niet optimaal. Een belangrijk punt in de procesvoering bleek ook de plaats van de zuurstof, ammonium en nitraat sensoren. De beste plaats, in deze situatie, bleek achter het laatste beluchtingspakket en voor de denitrificatiezone te zijn.

Met deze ervaringen in het achterhoofd zijn in 2010 de vernieuwingen in circuit 1 van de rwzi Meppel en de twee carroussels van de rwzi Echten aangebracht.

HYBRIDE BELUCHTINGEN GERICHT OP ENERGIEBESPARING IN MEPPEL EN ECHTEN IN 2010

Doelstelling

De doelstelling voor de beide beluchtingscircuits van Echten en beluchtingscircuit 1 van Meppel is, om met behoud van de goede procesvoering zoals bereikt in beluchtingscircuit 2 van rwzi Meppel, een maximale energiebesparing te bereiken om te kunnen voldoen aan de MJA3 afspraken.

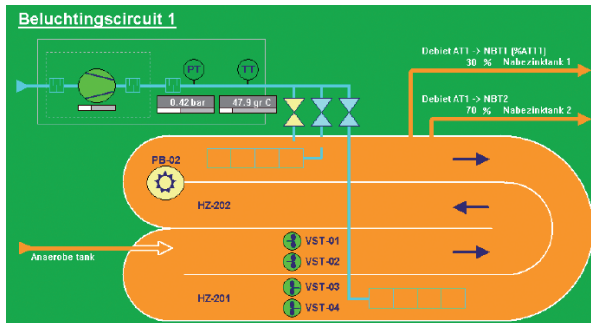
Uitgangspunt in het energie efficiency plan (EEP) van het waterschap was voor dit project een besparing op beluchtingsenergie van 35%. De insteek is anders dan in 2009 bij beluchtingscircuit 2 van Meppel waar het voornamelijk ging om extra beluchtingscapaciteit. Voor de beide beluchtingscircuits in Echten en beluchtingscircuit 1 in Meppel is er nu meer sprake van een vervangingscapaciteit ten behoeve van energiereductie. Door deze vervangende capaciteit groot genoeg te kiezen was het mogelijk één van de twee puntbeluchters te schrappen. Nog meer beluchtingsplaten plaatsen zou energetisch wenselijk zijn, maar economisch niet te verantwoorden. De overgebleven puntbeluchter komt alleen in werking bij hogere belastingen van de biologie.

De gehanteerde configuratie voor beide beluchtingscircuits van rwzi Echten en van beluchtingscircuit 1 van rwzi Meppel zijn gelijk. In het navolgende zijn de aanpassingen van beluchtingscircuit 1 van rwzi Meppel beschreven.

Hybride beluchting t.b.v. energiebesparing op beluchtingscircuit 1 van Meppel in 2010

Uitgaande van de ervaringen met circuit 1 (2009) zijn de beluchtingspakketten nu anders gesitueerd. Ten opzichte van circuit 2 wordt de denitrificatiezone langer. Ook het tweede beluchtingspakket ligt in circuit 1 op een andere plek

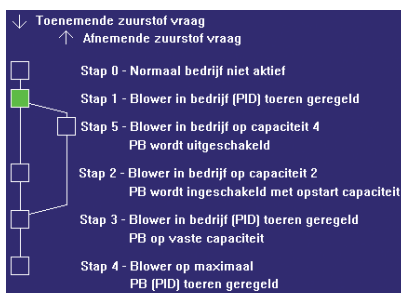
in het beluchtingscircuit. Door het beluchtingspakket voor de overloop naar de nabezinktank te plaatsen hoeft de enige overgebleven puntbeluchter niet continue in bedrijf te blijven. Het beluchtingspakket zorgt er voor dat het slib/water mengsel voldoende belucht is om naar de nabezinktank afgevoerd te worden. In figuur 4 is de configuratie schematisch weergegeven. De beluchtingspakketten zijn ook hier zo geplaatst dat er een spiral flow ontstaat.



Figuur 4: Inrichting omloop circuit 1 rwzi Meppel

Nieuwe procesregeling hybride beluchting rwzi Meppel 2010

De veranderde indeling van de beluchtingscircuits vraagt om een andere processturing dan eerder uitgevoerd bij beluchtingscircuit 2 van rwzi Meppel. Bij de nieuwe regeling is de focus vooral geweest op energiebesparing door het optimaal inzetten van de bellenbeluchting. De puntbeluchters worden zo ingezet dat deze aanvullend werken op de regeling van de bellenbeluchting, zonder dat dit nadelig is voor de procesvoering. De setpointregeling voor zuurstof is gelijk gebleven aan die van beluchtingscircuit 2. In figuur 5 zijn de verschillende stappen in de beluchtingsregeling schematisch weergegeven voor zowel toenemende als afnemende zuurstofvraag.



Figuur 5: beluchtingsregeling van circuit 1 van rwzi Meppel (2010)

BEVINDINGEN GEOPTIMALISEERDE HYBRIDE BELUCHTING IN DE PERIODE 2010-2011 OP DE RWZI ECHTEN

Vanwege het ontbreken van nauwkeurige energie metingen op de rwzi Meppel worden hier de resultaten beschreven zoals die op de rwzi Echten zijn bereikt. Deze zijn vrijwel identiek aan die in Meppel.

Effluent kwaliteit en energiebesparing in de circuits van de rwzi Echten

Energiebesparing is een belangrijk doel maar het zuiveren van afvalwater blijft natuurlijk het hoofddoel. In tabel 1 zijn een aantal kwaliteits- en kwantiteitsgegevens van de eerste drie maanden van 2010 en 2011 van rwzi Echten met elkaar vergeleken. In de eerste drie maanden van 2010 werd nog gebruik gemaakt van de oude configuratie, in 2011 was deze omgebouwd tot de nieuwe configuratie.

Tabel 1: gemiddelde proceswaarden 1e kwartaal 2010 & 2011 circuits 1&2 rwzi Echten

	Debiet (m ³ /d)	IE's *	NH ₄ (mg/l)	NO ₃ (mg/l)	DS (g/l)
Circuit 1, 2010	8.692	37.206	0,53	2,93	4,61
Circuit 1, 2011	7.734	37.283	0,09	1,98	4,80
Circuit 2, 2010	8.304	37.206	0,77	4,31	4,63
Circuit 2, 2011	8.087	37.283	0,11	1,38	4,82

* = op basis van verhoudingsgetallen in debietverdeling

Uit de meetwaarden over de eerste drie maanden van 2011 blijkt dat de nieuwe configuratie en de beluchtingsregeling een positief effect hebben op de zuiveringsprestaties. Opvallend is dat niet alleen het ammoniumgehalte is gedaald tot onder de streefwaarde van 0.5 mg N/l maar dat ook het nitraatgehalte lager is. Ook hier is, evenals in Meppel, de drijfslagvorming als gevolg van draadgroei in het slib verdwenen en is de slibindex stabiel en laag.

Of dit ook gepaard gaat met de gewenste energiereductie wordt vergeleken in tabel 2.

Tabel 2: Gemiddeld energieverbruik per dag 1e kwartaal 2010 & 2011 circuits 1&2 rwzi Echten

	Punt bel., kWh/d	Punt bel., kWh/d	Blower, kWh/d	Totaal, kWh/d
Circuit 1, 2010	1.682	574	-	2.256 (100%)
Circuit 1, 2011	274	-	1.205	1.479 (66%)
Circuit 2, 2010	1.492	869	-	2.361 (100%)
Circuit 2, 2011	378	-	1.240	1.618 (69%)

Uit de vergelijking van het gemiddelde energieverbruik van beide beluchtingsconfiguraties blijkt dat er een energiebesparing van circa 31 tot 34% is gerealiseerd. Dit is een benadering van de gestelde doelstelling van 35%. Om nog meer te besparen zou het aantal beluchtingsplaten aanzienlijk meer moeten zijn dan nu is geplaatst. De laatste paar procent kosten daarmee het meest. Vanuit economisch oogpunt werd dat minder interessant gevonden.

Tabel 3: Kosten

Kosten in Euro	Geraamd (€)	Gerealiseerd (€)	Subsidie Prov. Drente (€)	Netto (€)
Circuit 1&2 Echten	920.000	960.000	65.664	894.336
Circuit 1 Meppel	430.000	421.000	29.184	391.816
Totaal	1.350.000	1.381.000	94.848	1.286.152

Voor de hybride beluchting in Echten is uitgegeven na aftrek van subsidie € 894.336,= De energiebesparing bedraagt per jaar op basis van de eerste drie maanden in 2011 1520 kWh/dag en omgerekend op jaarbasis circa 555.000 kWh. Bij een kostprijs van € 0.12 per kWh is dit een besparing van € 66.600 per jaar. De terugverdientijd is dus circa 13 jaar

De reden dat de kosten voor de rzi Echten hoger waren dan geraamd ligt aan de verwijdering en de afvoer van het bezonken zand uit de beide circuits zoals te zien is op de onderstaande foto.



Figuur 6: zand in circuits van Echten heeft geleid tot extra kosten.

CONCLUSIES

Door de aanpassingen aan de conventionele beluchtingscircuits met puntbeluchters van de rwzi's Meppel en Echten zijn een aantal belangrijke stappen gezet! Het energieverbruik van de beluchting is met ruim 30% teruggebracht, daarnaast zijn de proceseigenschappen sterk verbeterd. De slibindex en drijfslag worden beter beheerst en de effluentkwaliteit is sterk verbeterd. De gewenste energiebesparing is bereikt zonder voorbij te gaan aan het primaire proces van het zuiveren van afvalwater. De terugverdientijd blijft met circa 13 jaar, mede dankzij de subsidie van de provincie Drenthe binnen, de technische levensduur van deze hybride beluchting.

Door:

Frank Brandse, Waterschap Reest en Wieden

Rutger Dijsselhof, Waterschap Reest en Wieden

Mike van Boldrik, Tauw