

Principes en resultaten beproevingsmetingen van het tegenstroom-beluchtingsprocédé

Inleiding

Bij het ontwerp van de uitbreiding van de RWZI Nieuw-Lekkerland, uitgevoerd door het Ingenieursbureau ir. A. van der Mast BV, zijn de volgende systemen met elkaar vergeleken:

- Oxydatiesloot met puntbeluchters.
- Oxydatiesloot met mammoetrotoren.
- Oxydatiesloot met fijne bellen-beluchting volgens het tegenstroom-beluchtingsprocédé.

Daar de uitbreiding van de installatie op



IR. P. H. M. BLOM
Bosman bv,
Piershil

ongeveer 100 m van de bebouwing was gepland zijn zeer hoge eisen gesteld ten aanzien van geluidsemissie en verspreiding van aerosolen.

Na een grondige vergelijking van deze systemen van beluchting en na overweging van het gunstige zuurstofinbrengrendement (gegarandeerd op 3 kg O₂/kWh in schoon water) van de tegenstroom-beluchting werd besloten tot de bouw van de eerste tegenstroom-beluchtingsinstallatie in Nederland. Voor het in bedrijf stellen van de installatie zijn OC-metingen verricht, waarover in dit artikel gerapporteerd wordt.

Allereerst zal enige aandacht worden besteed aan het principe van de tegenstroom-beluchting, daarna volgt een omschrijving van de installatie Nieuw-Lekkerland en tenslotte worden de OC-metingen beschreven.

Het tegenstroom-beluchtingsysteem

Het tegenstroom-beluchtingsysteem (beluchting met fijne bellen onder relatief hoge druk) is ontstaan naar aanleiding van proefnemingen verricht door TNO [1], waaruit blijkt, dat het zuurstofinbrengrendement ten opzichte van conventionele bellen beluchtingssystemen (spiralflow-ridge and furrow) stijgt, indien de fijne lichtbellen inplaats van in stilstaand water in horizontaal stromend water worden geïnjecteerd.

Uit deze onderzoeken blijkt tevens dat:

- Het rendement toeneemt, naarmate de horizontale watersnelheid wordt vergroot.
- Het zuurstofinbrengrendement afneemt indien de luchthoeveelheid per m diffusor lengte toeneemt (N m³/m . uur).

Een verklaring voor de verhoging van het zuurstofinbrengrendement ten opzichte van conventionele bellenbeluchting wordt gevonden in het feit dat bij de conventionele bellenbeluchting in het water spiraalstromingen ontstaan. Deze spiraalstromingen zijn een gevolg van dichtheidsverschillen tussen de vloeistofkolommen boven en naast de beluchtings-elementen.

De luchtbelletten komen in een opwaartse waterstroom terecht, die een stijgsnelheid heeft 2 à 3 keer zo groot als de stijgsnelheid van de luchtbel.

De contacttijd wordt tot 1/3 à 1/4 teruggebracht en bedraagt in een 3 m diepe tank in plaats van 10 à 12 sec. nog slechts 3 à 4 sec. [2].

De firma Schreiber is tot de volgende conceptie gekomen om de spiraalstromingen

tegen te gaan. Rond een cirkelvormige voor-nabezinktank c.q. slibstabilisator of denitrificatiebekken is een ringvormig aeratiebassin gesitueerd. Een brug roteert met een omtreksnelheid van ca. 80 cm/sec. De beluchtingsbuizen worden zoveel mogelijk opgehangen aan de brug. Indien alle diffusoren bevestigd kunnen worden aan de roterende brug, plaatst men in het bekken remschotten (zie afb. 1 en 2). Het meestromen van het water wordt hierdoor tegengegaan. Het water krijgt een snelheid van ongeveer 5 à 10 cm/sec. Het snelheidsverschil tussen de beluchtings-elementen en het water bedraagt aan de buitenkant ongeveer 70 cm/sec. en neemt naar het midden toe af.

Het aktiefslib blijft in suspensie daar om de 2 à 3 min. de brug elke doorsnede van het aeratie circuit passeert en de opstijgende luchtbelletten de bezinking van de aktiefslibdeeltjes verhindert.

De diffusoren bevinden zich op ongeveer 20 cm boven de bodem van het aeratiebekken.

Het aantal diffusoren, dat aan de beluchtingsbrug kan worden bevestigd, is afhankelijk van de volgende factoren:

- De sterkte van de brug.
- De belasting van de beluchterbuis (m³/m . uur).
- De hoeveelheid in te brengen lucht.
- De geometrie van het aeratiebekken.

Indien niet alle beluchtings-elementen opgehangen kunnen worden aan de roterende brug, worden een aantal beluchterbuisen stationair opgesteld in het aeratiebassin (zie afb. 1 en 3).

De stationaire elementen worden op 15 cm boven de bodem en de roterende elementen op 30 cm boven de bodem opgesteld.

Om te voorkomen dat bij de stationaire beluchters spiraalstromingen ontstaan, wordt aan het water een snelheid gegeven van ± 30 cm/sec.

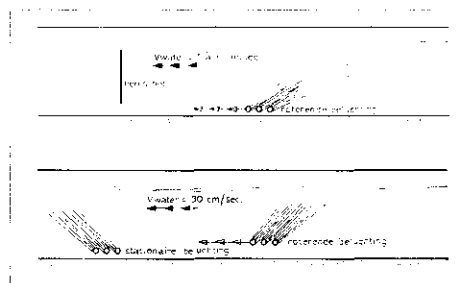
Hiervoor worden aan de brug stuwplaten bevestigd. De remschotten komen bij dit type installatie te vervallen.

Verwacht kan worden dat installaties met alleen roterende beluchters een enigszins beter rendement zullen hebben dan installaties met roterende en stationaire beluchters, daar het snelheidsverschil tussen het water en de beluchting in het algemeen groter is.

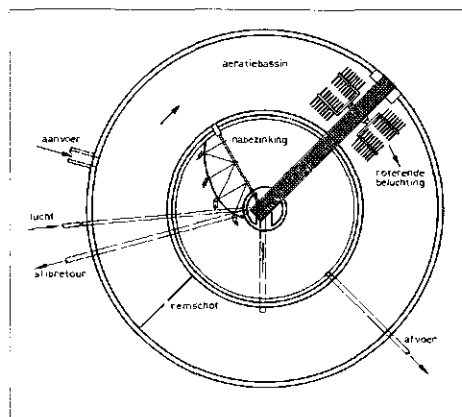
Omschrijving van de uitbreiding van de rwzi Nieuw-Lekkerland

Het nieuw gebouwde gedeelte van de zuivering te Nieuw-Lekkerland is een uitbreiding van een bestaande continu werkende oxydatiesloot (capaciteit 2500 i.e.). Deze oxydatiesloot is uitgebreid met de volgende onderdelen (zie afb. 4).

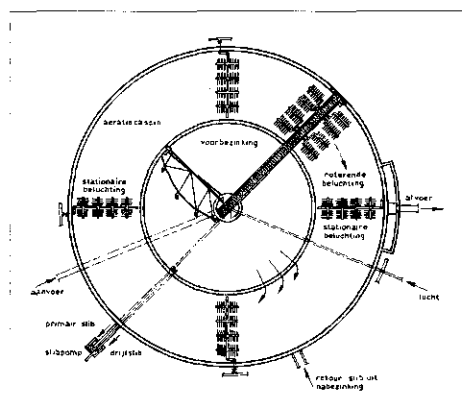
Afb. 1.



Afb. 2.



Afb. 3.



- Een influent-effluent gemaal.
- Een comminator.
- Een slibretourgemaal.
- Een aeratiebassin met in het midden een nabezinktank.
- Een slibindikker.
- Een slibgebouw met zeefbandpers.

De aeratietank heeft een capaciteit van 7.000 i.e. en is gedimensioneerd volgens oxydatiesloot principes. De afmetingen van het bassin zijn: binnendiameter 24,60 m, buitendiameter 36 m, zijwaterhoogte 3,20 m. De beluchting vindt plaats volgens het tegenstroom-beluchtingssysteem.

Bij de installatie te Nieuw-Lekkerland was het niet mogelijk om alle beluchtings-elementen op te hangen aan de roterende brug, daarom zijn in het bassin 2 stationaire beluchters gemonteerd.

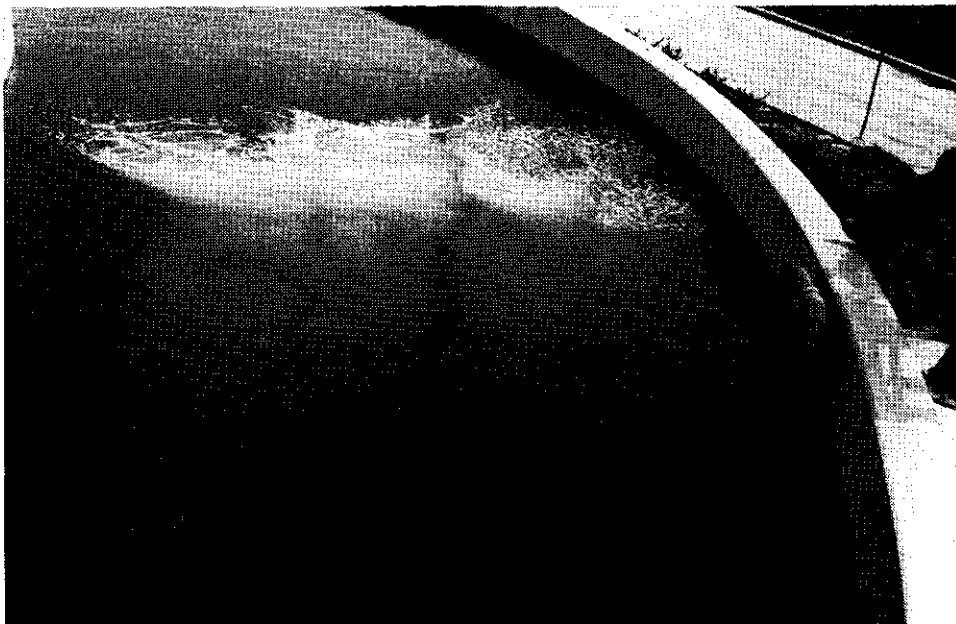


Foto 1 - Afbuiging van de beltenbaan bij de stationaire beluchter.

De beluchtingsapparatuur

Blowers

Ter voorziening van de luchttoevoer zijn 2 Roots blowers geïnstalleerd (fabrikaat Aerzener GMA. 10.2). De capaciteit van de blowers bedraagt 6,15 m³/min elk bij een opvoerhoogte van 3,2 m (temperatuur 20 °C druk 1 atm.). De aandrijving geschiedt met een BBC elektromotor (geïnstalleerd vermogen 7,5 kW). De overbrenging vindt plaats door middel van een V-snaar. De blowers zijn buiten opgesteld en voorzien van een geluidsisolerende omkasting.

Luchtleidingen

De blowers zijn aangesloten op 2 luchtleidingen, die gekoppeld zijn op de luchtleiding naar de roterende beluchting en op de luchtleidingen naar de 2 stationaire beluchters. De luchtleiding naar de roterende beluchting is onder het bekken gelegd en komt via het middendraaipunt en de brug bij de roterende beluchters. De luchtdichting in het middendraaipunt geschiedt met een speciale luchtdichte seal. De luchtleidingen naar de stationaire beluchters zijn als ringleidingen om de buitenwand gelegd.

De luchttoevoer kan bij elke roterende en stationaire beluchter afgesloten worden door middel van een afsluiter. De beluchters zijn met behulp van een hefinrichting op eenvoudige wijze te controleren.

De diffusoren

De beluchtingsbuizen zijn van het type Brandol 60 (diameter 70 mm, lengte 750 mm). Aan de roterende beluchter zijn 32 elementen en aan de stationaire beluchter 40 elementen gemonteerd.

De roterende brug

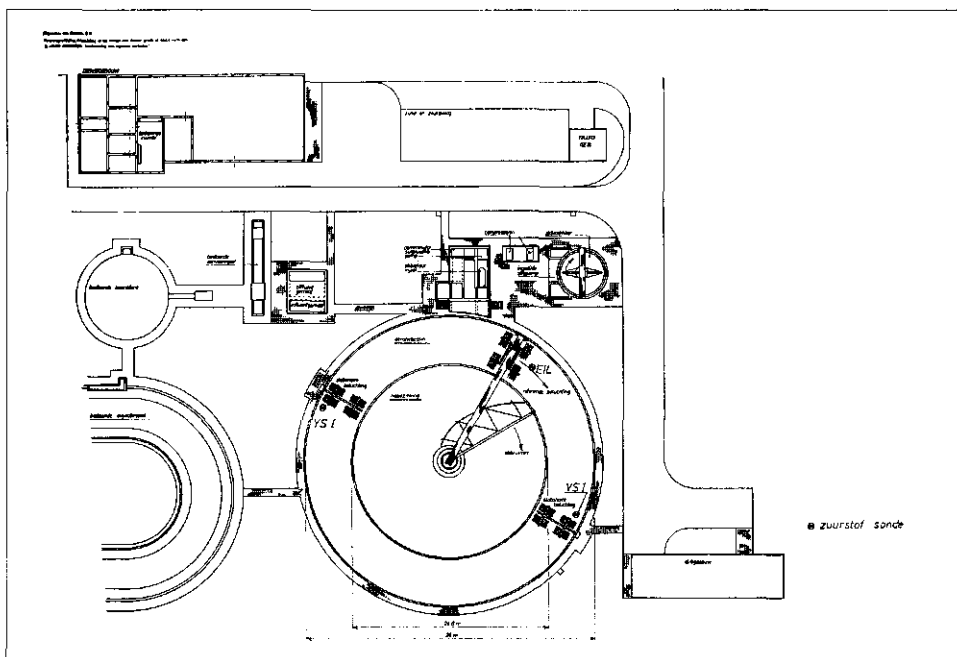
De aandrijving van de roterende brug geschiedt door middel van een SEW motorreductor, die direkt op het voorwiel is gemonteerd (geïnstalleerd vermogen 4 kW). De voortstuwing van het water vindt plaats door 2 smalle stuwplaten (lengte 2500 mm, breedte 400 mm), die aan de brug bevestigd zijn (zie foto 2).

OC-metingen

Inleiding

De OC-metingen zijn in opdracht van Bosman Waterbeheersing en Milieuvverbetering BV uitgevoerd door de firma Schreiber en hebben plaats gevonden op 23 en 24 juni 1976. Het RIZA heeft duplo metingen verricht en heeft de uitwerking van de meetresultaten begeleid. In totaal zijn 3 proeven gedaan. Bij de eerste proef is de OC bepaald met 1 blower in bedrijf. Bij de overige 2 proeven is de

Afb. 4.



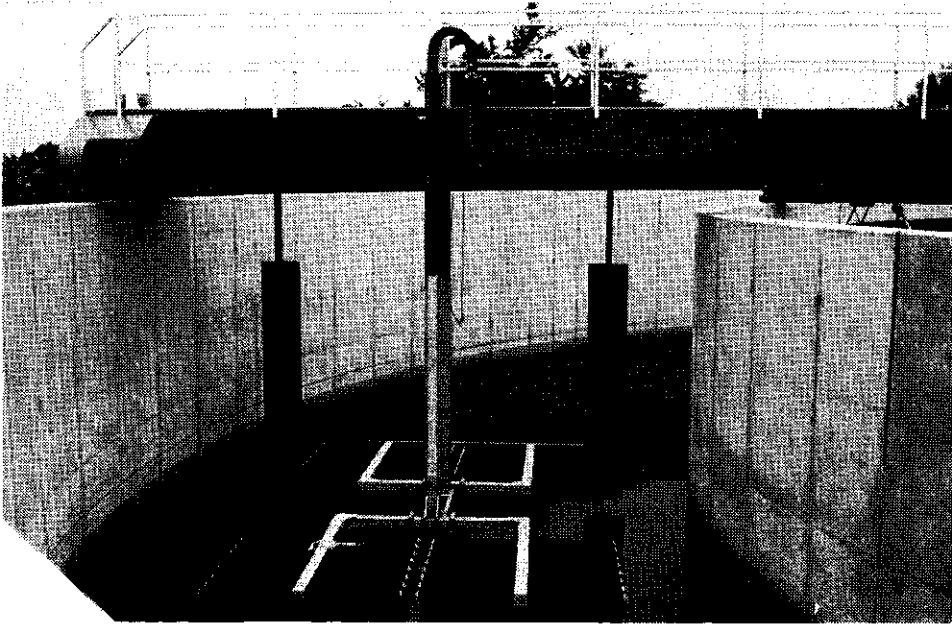


Foto 2 - Beluchtingsbrug met stuwplaten en beluchtingsbuizen.

zuurstofinbreng gemeten met beide blowers in bedrijf.

Meetapparatuur

In het bekken is de toename van het zuurstofgehalte bepaald met behulp van 3 zuurstof-sondes.

De zuurstof-sonde (Eil) van het RIZA werd 2 m voor de brug, 1 m onder het water-niveau aan de roterende brug gemonteerd. De beide elektroden (YSI) van de firma Schreiber werden ca. 1 m onder het water-niveau aan de wand opgehangen (zie afb. 4). Om het stroomverbruik te meten werden in de schakelkast in het bedieningsgebouw 3 geijkte kWh-meters gemonteerd resp. voor de aandrijving van de brug en de beide blowers. Ter controle werd op de schakelkast een meetkoffer aangesloten met een Ampère- en Wattmeter.

De gemiddelde kabelafstand van de elektromotoren tot de schakelkast bedroeg 70 m. De optredende kabelverliezen zijn verwaarloosd.

Meetmethode

De OC-metingen zijn verricht volgens de niet-stationaire reaeratiemethode [3]. Bij deze methode wordt het bekken gevuld met schoonwater en zuurstofloos gemaakt door middel van natriumsulfiet gekatalyseerd door een kobalt zout.

Het aeratiebassin van de tegenstroom beluchtingsinstallatie in Nieuw-Lekkerland was gevuld met leidingwater.

De verzadigingswaarde C_s van het water in het bekken is volgens de methode Winkler bepaald.

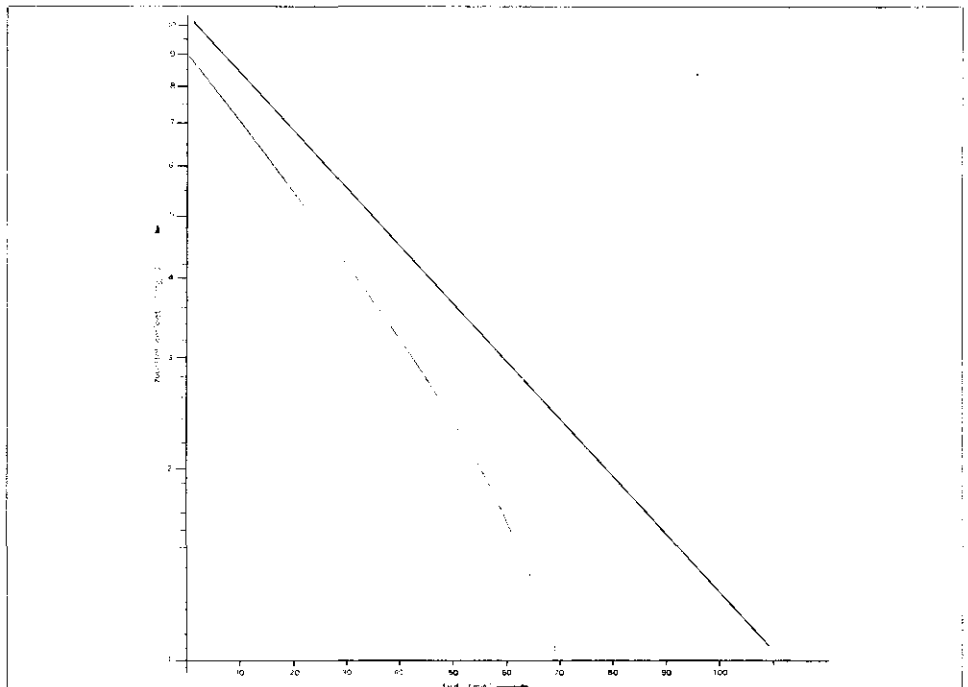
Voor de 1e meting werd 6 kg cobalt chloride ($\text{CoCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$) en 250 kg water watervrij

natriumsulfiet in opgeloste vorm aan het water toegevoegd.

Voor de 2e en 3e meting werd nog eens 250 kg watervrij natriumsulfiet gedoseerd. Vervolgens is het zuurstofloze water belucht met behulp van de tegenstroom-beluchtings-apparatuur.

Het verloop van de stijging van het zuurstofgehalte C ten opzichte van de tijd is continu met de zuurstofelektroden gemeten. Het zuurstofdeficiet ($C_s - C$) is grafisch uitgezet op half logaritmisch papier ten opzichte van de tijd.

Afb. 5a.



De grafiek die ontstond bleek geen rechte maar een kromme te zijn (zie afb. 5), hetgeen zou kunnen betekenen dat de verzadigingswaarde C_s in het bekken gemeten niet juist was. Deze bedroeg $9,4 \text{ mgO}_2/\text{l}$ bij een watertemperatuur van $19,5^\circ\text{C}$, terwijl de verzadigingswaarde van zuurstof in water volgens de tabel bij deze temperatuur $C_{ST} 9,3 \text{ mgO}_2/\text{l}$ bedraagt.

Volgens Kayser e.a. [4] is de verzadigingswaarde in een drukluchtinstallatie afhankelijk van de inblaasdiepte en te berekenen met de formule

$$C_s^* = C_{ST} \left(0,5 + \frac{10,35 + m}{20,7} \right)$$

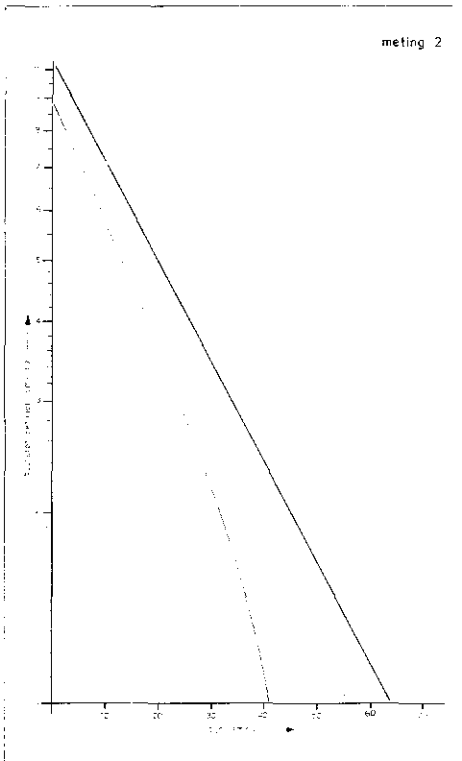
C_s^* = de verzadigingswaarde van zuurstof in water bij een inblaasdiepte m , een druk van 760 mm Hg en de heersende watertemperatuur T ($^\circ\text{C}$).

C_{ST} = de verzadigingswaarde van zuurstof in water bij de heersende watertemperatuur T ($^\circ\text{C}$) volgens de tabel van verzadigingswaarden van zuurstof in water bij een druk van 760 mm Hg.

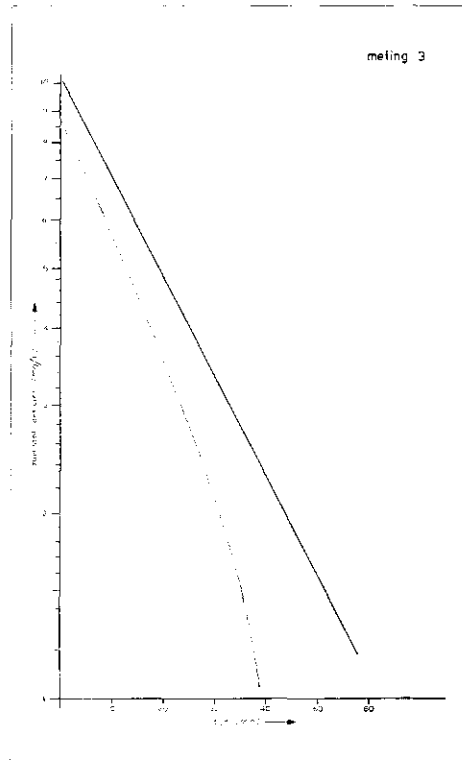
m = de inblaasdiepte (m).

Bij een inblaasdiepte van 2,84 m en een C_{ST} van $9,3 \text{ mg/l}$ wordt dan een waarde voor C_s^* gevonden van $10,6 \text{ mg/l}$.

Aannemende dat de bepaalde verzadigingswaarde C_s inderdaad niet juist gemeten is en uitgaande van deze berekende verzadigingswaarde C_s^* blijken de daarmee gecorrigerende waarden van het zuurstofdeficiet op half logaritmisch papier uitgezet



Afb. 5b.



Afb. 5c.

wel een rechtlijnig verband te vertonen. De helling van de rechte lijn is $tg\alpha$. De grafische voorstellingen van de metingen zijn weergegeven in de afb. 5a, 5b en 5c. De berekening van het zuurstofinbrengend vermogen heeft plaats gevonden met de volgende formule:

$$OC = C_S \cdot 2,303 V \cdot tg\alpha \sqrt{\frac{D_{10}}{D_T} \frac{C_S^*}{C_{ST}}}$$

OC: zuurstof inbrengend vermogen in schoon water in kg/h bij een zuurstofconcentratie van 0 mg/l een temperatuur van 10 °C en een inblaasdiepte van m (meter).

C_S: de verzadigingswaarde van zuurstof in schoon water bij 10 °C en 760 mm Hg (11,3 · 10⁻³ kg/m³).

V: inhoud van het aeratiebassin in m³ (1633 m³).

$\sqrt{\frac{D_{10}}{D_T}}$: diffusie-correctiefactor bij de

watertemperatuur T.

$\frac{C_S^*}{C_{ST}}$: correctiefactor verzadigingswaarde.

Vervolgens is het zuurstofinbrengendement bepaald met:

$$n = \frac{OC}{N_{totaal}} \quad (\text{kg} \cdot \text{O}_2/\text{kWh})$$

waarin N_{totaal} het totale vermogen is van de aandrijving van de brug en de blowers.

De resultaten van de OC-metingen zijn samengevat in de tabel.

Interpretatie

Ondanks het feit dat tijdens de OC-metingen in de tegenstroombeluchtinstallatie te Nieuw-Lekkerland enige onnauwkeurigheden hebben plaats gevonden (een te hoge cobaltchloride dosering en een bepaling van een onjuiste verzadigings-

waarde in het bekken) geeft deze meting een goede indicatie omtrent de zuurstofinbrengendementen, die met een tegenstroombeluchtinstallatie bestaande uit roterende en stationaire beluchters minimaal te bereiken zijn.

Uit de onderstaande tabel blijkt dat de zuurstofinbrengendementen voor deze tegenstroombeluchtinstallatie variëren van 3,1 kgO₂/kWh (OC-meting 2 en 3) bij hoog luchtdrukte (2 blowers in bedrijf) tot 3,4 kgO₂/kWh bij laag luchtdrukte (1 blower in bedrijf) gemeten in schoon water.

Aan de gegarandeerde waarde van 3,0 kgO₂/kWh is hiermee ruimschoots voldaan. Het verschil in rendementen bij hoog en laag luchtdrukte is enerzijds te verklaren door het feit dat bij de hoge luchtdrukte grotere bellen ontstaan, die een grotere stijgsnelheid hebben, anderzijds door het grotere leidingverlies, dat bij de hoge capaciteit optreedt.

Tevens is het opvallend dat de hoeveelheid energie die benodigd is voor de aandrijving van de brug en het transport van het water gering is en varieert van 0,7 Watt/m³ bij het lage luchtdrukte tot 0,8 Watt/m³ bij het hoge luchtdrukte.

Slotbeschouwing

Bij de beoordeling van de zuurstofinbrengwaarden (kgO₂/kWh) in Nieuw-Lekkerland moet rekenschap gegeven worden van de volgende punten:

— De installatie te Nieuw-Lekkerland is een relatief kleine installatie (7000 i.e.) gedimensioneerd volgens oxydatiesloot principes.

— De tegenstroombelucht is uitgerust met 2 relatief kleine blowers en elektro-

TABEL.

	T (°C)	C _S [*] /C _{ST}	$\sqrt{\frac{D_{10}}{D_T}}$	tgα (h-1)	OC (kg/h)
meting 1	19,5	1,146	0,8376	0,5532 (sonde 1) 0,5438 (sonde 2)	22,56 22,18
meting 2	20,5	1,146	0,8222	0,9564 (sonde 1) 0,9558 (sonde 2)	38,28 38,26
meting 3	21,0	1,146	0,8145	0,9723 (sonde 1) 0,9495 (sonde 2)	38,55 37,65

	N aandr. brug (kW)	N Blowers (kW)	N totaal (kW)	n (kgO ₂ /kWh)
meting 1	1,19	5,37	6,56	3,4 3,4
meting 2	1,29	10,98	12,27	3,1 3,1
meting 3	1,29	10,98	12,27	3,1 3,1

motoren die in totaliteit een minder rendement hebben dan grote blower units.

— De installatie is uitgerust met roterende en stationaire beluchters.

Verwacht kan worden dat bij grotere installaties uitgerust met alleen roterende beluchting en grote blower units nog aanzienlijke betere rendementen mogelijk zijn.

Literatuur

1. Pasveer, A. en Sweeris, S. *A new development in diffused air aeration*. JWPC (1965) no. 9, blz. 1267-1274.
2. Pasveer, A. *Zuurstoftoevoer en zuurstofverbruik in het aerobe biologische zuiveringsproces*. Publicatie TNO no. 252 N.
3. Sweeris, S. *Meting zuurstoftoevoervermogen*. H₂O (1969) no. 23, blz. 610-649.
4. Kayser, R. *Ermittlung der Sauerstoffzufuhr von Abwasserbelüftern unter Betriebsbedingungen* (1967).

Bundel 'Meetmethoden bij corrosie-onderzoek en corrosiebestrijding'

De voordrachten, gehouden tijdens de Leergang Corrosie met als thema 'Meetmethoden bij corrosie-onderzoek en corrosiebestrijding' (TH Eindhoven, 6 - 7 januari 1977), zijn gebundeld in druk verschenen als Corrosiepublicatie 15 van het NCC. Deze 79 pagina's omvattende publikatie wordt aan hen die de leergang hebben bijgewoond, gratis toegezonden en is voor verdere belangstellenden tegen betaling van f 25,— (incl. BTW, doch excl. verzendkosten) verkrijgbaar bij het secretariaat van de Stichting Nederlands Corrosie Centrum, p/a Verfinstituut TNO, Postbus 203, 2600 AE Delft.

Kalimijnen ontkennen schade aan Westlandse tuinders

In hun antwoord op de dagvaarding voor de rechtbank in Rotterdam hebben de Franse kalimijnen ontkend, dat de tuinders in het Westland schade ondervinden van hun lozingen van afvalzout op de Rijn. De Stichting Reinwater, die de Elzasser kalimijnen voor de rechter daagde, heeft de argumenten van de onderneming voor de Rotterdamse rechtbank schriftelijk weerlegd. De Franse zoutindustrie, die verantwoordelijk wordt gesteld voor 45 % van de totale zoutlast van de Rijn, betoogt dat de schuld bovendien niet alleen op de kalimijnen geschoven kan worden. Als er schade aan

de tuinbouwgewassen wordt veroorzaakt, gebeurt dit door het totaal van alle zoutlozingen, inclusief die van de soda-fabrieken in Duitsland.

De Stichting Reinwater, die de schuld van de andere zoutlozers niet ontkent, staat op het standpunt dat de kalimijnen vergoeding moeten betalen voor hún aandeel in de schadelijke zoutlast van de Rijn. De schade, die de tuinders in het Westland als gevolg van de hoge zoutlast van het rivierwater ondervinden, wordt geschat op ongeveer f 30 miljoen per jaar. Als de eis door de rechtbank wordt toegekend, zal de Stichting de juiste hoogte van de schadevergoeding vaststellen. De kalimijnen hebben thans de gelegenheid voor dupliek. Het zal daardoor nog enige tijd duren voordat de rechtbank in Rotterdam tot een uitspraak komt (ANP).

Wordt 'levensduur' ondergrondse olietanks bepaald door inwendige corrosie?

Onder deze titel schrijft ing. H. J. Hane-kamp, Hinderwet gemeente Velsen, een artikel in Gemeentewerken '78, no. 2, pag. 44 en 45. Hij bepleit het periodiek verwijderen van de sludge-afzetting in tanks en meent dat mogelijkerwijs toepassing van oliebestendige coating een duurzame oplossing biedt. Zoals bekend is een werkgroep van de Commissie voor Preventie van Rampen thans doende aanbevelingen terzake op te stellen.

Prof. J. C. I. Dooge doctor honoris causa



Ter gelegenheid van het 60-jarig jubileum van de Landbouwhogeschool Wageningen is aan prof. James C. I. Dooge de graad van doctor honoris causa in de landbouwwetenschappen verleend. Dr. Dooge, voorzitter van de IAHS, ontving deze titel vanwege zijn persoonlijke bijdrage aan de hydrologie en vanwege zijn didactische- en wetenschappelijke bijdrage aan het werk van de LH. Erepromotor prof. ir. D. A. Kraijenhoff v. d. Leur noemde o.a. de uitzonderlijke kwaliteiten voor de wetenschap van de jonge doctor.



Nederlandse Vereniging voor Afvalwaterzuivering

Verslag najaarsvergadering NVA

Verslag van de najaarsvergadering van de Nederlandse Vereniging voor Afvalwaterbehandeling en Waterkwaliteitsbeheer, gehouden op 28 oktober 1977 te Oss.

1. Opening en mededelingen

De voorzitter opent de vergadering om 10.15 uur en heet de ca. 75 aanwezigen hartelijk welkom.

De bestuursmededelingen betreffen de volgende zaken:

— de activiteiten van de nog jonge programmagroepen zijn zeer geslaagd te noemen;

— op buitenlands terrein zijn er contacten geweest met de Belgische zustervereniging over het organiseren van een gezamenlijke studiedag met als onderwerp: kosten van afvalwaterzuivering. Voorts is er van 3 - 8 oktober jl. door 34 leden een geslaagde excursie naar Duitsland gehouden. De volgende tweejaarlijkse NVA-excursie in 1979 zal zich richten op de Verenigde Staten van Noord-Amerika; de voorbereidingen hiervoor zullen binnenkort ter hand worden genomen. De internationale commissie NVA houdt zich tezamen met 2 stuurgroepen intensief bezig met de organisatie van het in september 1978 te Amsterdam te houden NVA/IAWPR-congres over beluchting, gelijktijdig met de Aquatech-tentoonstelling;

— de belangstelling voor de 3 verschillende opleidingen, die door de NVA worden gegeven is bijzonder groot;

— de financiële commissie maakt voortgang met het doorlichten van de financiële structuur van de vereniging;

— het bestuur acht het wenselijk, dat een propagandafolder wordt opgesteld, om op deze wijze nog meer mensen en instanties, die werkzaam zijn op het gebied van de afvalwaterbehandeling en het waterkwaliteitsbeheer, te interesseren voor het lidmaatschap van de NVA. De kosten, die ca. f 10.000,— zullen bedragen, kunnen ten laste van het kapitaal gebracht worden.

2. Verslag voorjaarsvergadering

Het verslag van de voorjaarsvergadering,