

# Ervaringen in de waterhuishouding met onbeklede, zelfreinigende zuurstofelektrodes

In het licht van de over de gehele wereld getrooste inspanningen tot vervaardiging van met membranen beklede elektroden en de hierover verschenen publiciteit, werd tevens verder gewerkt aan de ontwikkeling van de onbeklede — en vooral de continu zelfreinigende elektrodes, toe te passen in waterzuiveringsinstallaties en voor controlemetingen in oppervlaktewateren.

De voor zijn werk met de Karl-Imhoff-prijs onderscheide fisisus G. Stracke [11, 12] onderkende, dat de toepassing van het meetprincipe van Toedt met onbeklede elektro-



ING. L. BRIENESSE  
Merrim en la Porte NV,  
Amsterdam

des bijzonder geschikt is voor metingen met weinig onderhoud over langere tijd, voor zover de elektrodenoppervlakken continu gereinigd worden. Vanwege vroegtijdig overlijden van G. Stracke werd zijn gepatenteerde methode niet verder ontwikkeld. Tijdens de 60-er jaren werd aan de Eidgenössische Technische Hochschule Zürich onder leiding van de professoren dr. O. Jaag en dr. A. Hörler door dipl. ing. L. Kalman een prototype van een zuurstofsonde met zelfreinigende elektrode ontwikkeld. De firma Züllig AG, Rheineck / Zwitserland heeft voor de fabricage ervan de licentierechten verworven.

In deze publikatie worden de resultaten van de jarenlange ontwikkelingswerkzaamheden aan de vermoedelijk enige op grote schaal in de praktijk toegepaste zuurstofsonde met onbedekte metaalelektrode samengevat.

Het oorspronkelijk door Jaag, Hörler en Kalman ontwikkelde prototype werd voor serie productie geschikt gemaakt. Het doel van de ontwikkeling was het bereiken van: — weinig onderhoud; — minimale noodzaak van externe service en een zo groot mogelijke meetstabiliteit bij langdurig, continu gebruik in een ruw milieu.

Verder werden de gevoeligheid van de sonde voor temperatuur, geleidbaarheid, pH, anionen en kationen, in het bijzonder zware metalen en mogelijk passiverende stoffen in het afvalwater alsmede voor olie onderzocht.

**De zuurstofsonde volgens Jaag, Hörler & Kalkman, gemodificeerd door Züllig, model Ss3-76**

## 1. Probleemstelling

Uitgaande van de overwegingen en inzicht-

ten van Stracke streefde Kalman [7] ernaar een bijzonder robuuste sonde te ontwikkelen, speciaal voor de afvalwaterzuiveringstechniek met een maandenlang meettechnisch stabiel en betrouwbaar functioneren, overigens bij een minimum aan onderhoud en eenvoudige bediening.

## 2. Meetprincipe

Basis van het procédé is een elektrochemische, d.w.z. galvanische zuurstofmeting, waarbij tussen twee ten opzichte van de te meten vloeistof niet afgeschermd metalen, een elektrische stroom geproduceerd wordt. Daarbij worden volgens Toedt [14] van de minder edele pool, de anode, metaalionen in oplossing gebracht, terwijl de daarbij vrijkomende elektronen de zuurstof aan de edelere pool, de kathode, reduceren.

Voor de evenwichtinstelling kan de brutoformule



gebruikt worden.

Bij de meting gaat het om de bepaling van een grensstroom, waarbij de diffusie van de zuurstof aan de edelere elektrode, als langzaamst proces, snelheidsbepalend is.

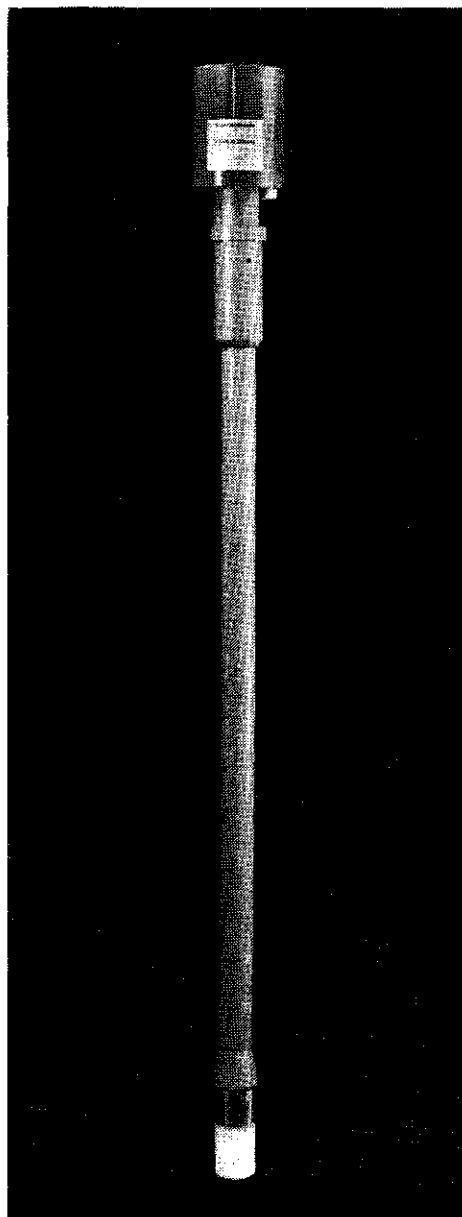
Voor de konstruktie en toepassing van de elektrode waren twee elektrochemische voorwaarden bepalend:

1. Opwekking en instandhouding van een konstante diffusiesnelheid aan de elektrodeoppervlakken.

2. Keuze van de elektrodes waarbij als enige stroomopwekker de reductie van de opgeloste zuurstof aan de edelere elektrode optreedt.

3. Konstruktie van de door Züllig gemodificeerde sonde.

Afb. 1 - Standaard zuurstofsonde, model Ss 3.



## a. Principiële overwegingen en fundamentele opbouw

Om aan de in de probleemstelling omschreven eisen in de praktijk te voldoen, dienden de stroomactieve elektrodenoppervlakken vrij te blijven van mechanische verontreinigingen en galvanotoxisch reagerende micro-organismen; hierbij diende het oppervlak van de kathode over lange tijdsduur geometrisch konstant te blijven, waardoor uiteindelijk een konstante diffusiesnelheid gewaarborgd zou zijn. Voorts was van belang, dat de stroomactieve kathodenoppervlakken niet slechts continu afgeveegd zouden worden, doch gelijktijdig uiterst fijn afgeslepen moeten worden.

De sonde (afb. 1) bestaat in principe uit een kunststof buis, die onderaan een eenvoudig uitwisselbare elektrode draagt. Laatstgenoemde bevat 2 concentrische metalen ringen, verschillend edel en geïsoleerd door middel van een kunststofmassa, met aan de kopse zijde een door een veer aangedrukte slijpsteen, welke met konstante snelheid roteert. De aandrijving vindt plaats via een in het bovendee van de sonde geplaatste, druiwaterdichte wisselstroommotor. Het te meten medium wordt met een de elektrode omringende en zich op en neer bewegende pompbeker naar de elektrode geleid en weer uitgestoten.

## b. Konstruktieve kenmerken

— Elektrode en slijpsteen (afb. 2).

Als kathode werd uit slijptechnische en elektrochemische overwegingen een zilveramalgamelektrode en als anode zink resp. ijzer gekozen.

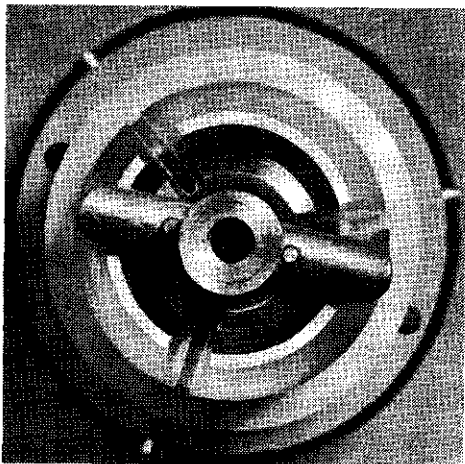
De stroomgevende, edelere elektrodecilinder kan tegenwoordig zeer maatvast vervaardigd worden, zodat door het afslijpen de geometrie van de stroomgevende slijp-

vlakken tot het nagenoeg geheel afslijten van de elektrode praktisch niet verandert en daardoor eventueel na-ijken binnen vele maanden niet is vereist.

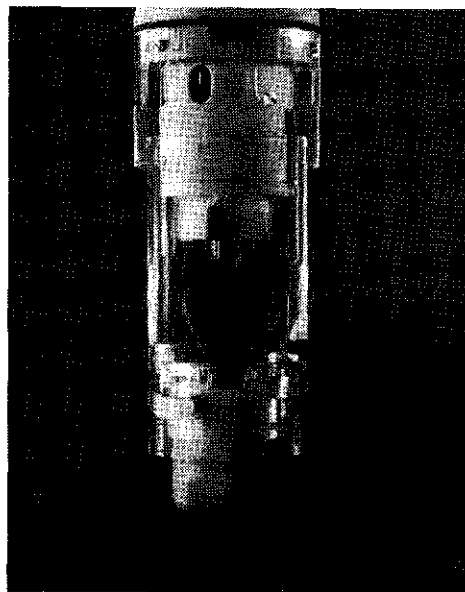
Als materiaal voor de slijpsteen komt keramisch gebonden carborundum van verschillende korrelgrootten in aanmerking.

De continue slijpwerking schaaft dagelijks het oppervlak uiterst dun af en houdt het slijpvlak van de kathode blank. De roterende slijpsteen produceert samen met de bekerbeweging een voortdurend gedefinieerde en nagenoeg konstante diffusiesnelheid aan de elektrodenoppervlakken.

— Vormgeving van de pompbeker (afb. 3). Een van een binnenkonus en een uitstootopening voorziene pompbeker zorgt voor het aanzuigen en uitstoten van de



Afb. 2 - Elektrode met slijpsteen, aanzicht van vrije vlak.



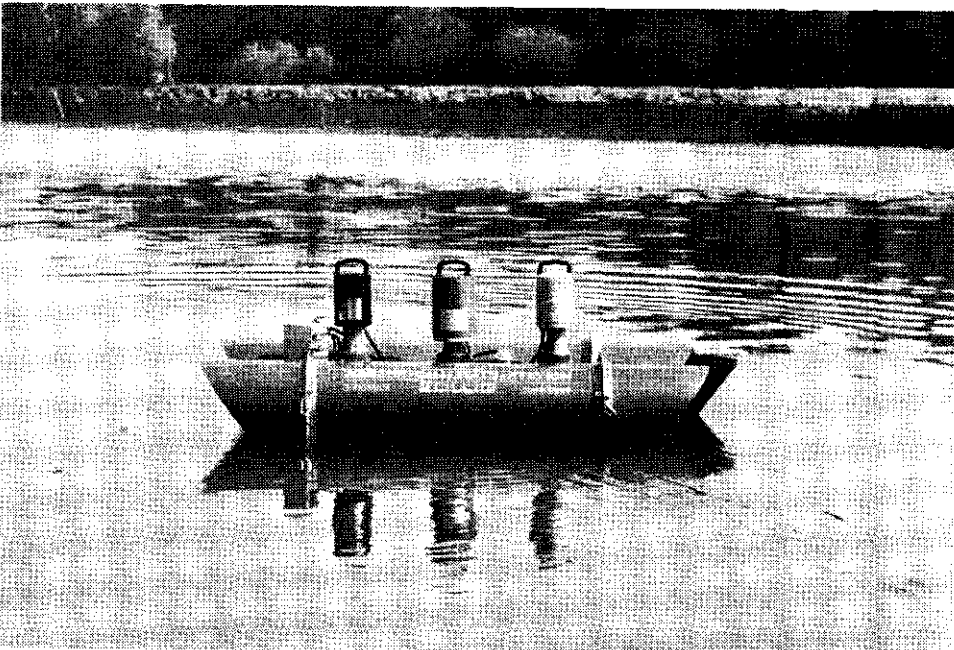
Afb. 3 - Pompbeker met slijbuitstoting. Vertikale verplaatsing van de beker d.m.v. stiften in de kurvengroef van de bekerwand.

meetvloei-stof. Het onderste deel van de bekermantel bevat inwendig een kurvengroef. Vanaf de bekeras lopen twee tegenover elkaar liggende stiften in deze groeven en zetten de roterende beweging van de as om in een hefbeweging van de beker. Een speciale duikklokconstructie van de stift-drager zorgt ervoor, dat de kurvengroeven en geleidestofsten in een luchtkussen komen te liggen, zodat abrasief werkende bestanddelen in de meetvloei-stof niet met de geleidestiften in aanraking komen en zodoende slijtage kan worden verminderd.

Afb. 4 - Zuurstofsonde ingezet in aktiefslib-bassin.



Afb. 5 - Zuurstofsonde samen met andere sondes voor pH, elektrische geleidbaarheid en temperatuur op een vlot in de Rijn gezet.



— Bescherming van de bekerinhoud tegen grof vuil.

Een door middel van een bajonetsluiting afneembare 'labyrinthring', over de bovenkant van de beker, keert vezels en grof vuil voor de bekingang af en werkt tevens als energiebreker bij sterke stroming rond de beker.

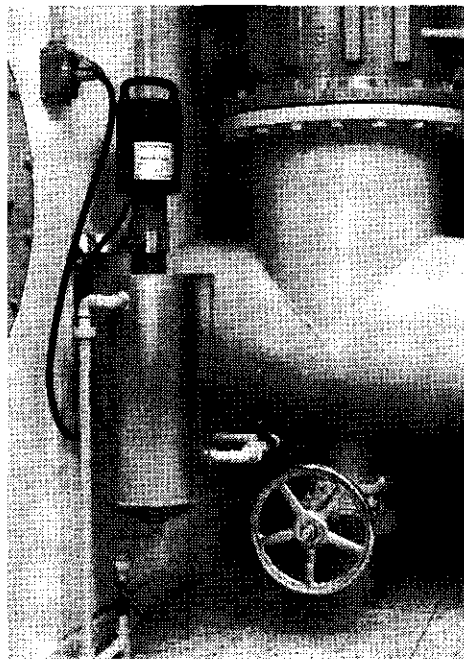
In deze bouwvorm heeft de sonde zich als bijzonder geschikt bewezen voor toepassing in aktiefslibinstallaties en nabezinktanks (afb. 4).

c. Gemodificeerde uitvoering voor toepassing in oppervlaktewater en drinkwater.

De positieve ervaringen met de zuurstofsonde in aktiefslibinstallaties leidden daartoe, ook de toepassing in oppervlaktewater voor twee gebieden te onderzoeken, t.w.:

— aan het wateroppervlak en in drinkwater; — onder water, d.m.v. een duikklok voor het continue opnemen van  $O_2$ - en temperatuurprofielen vanaf de meer- of plasbodem tot aan het wateroppervlak.

In de praktijk bleek dat de sondestaaf en beker tegen organische populaties, in het bijzonder algen, zwammen, protozoën, nematoden en insectenlarven met een algicide dienen te worden behandeld. Het tijdelijk hoge zuurstofgehalte van oppervlaktewater heeft tot gevolg, dat zich bij stroomproductie op de rug van de slijpsteen kalk afzet, wat tot kortsluiting tussen de elektrode-ringen kan leiden. Om dit te verhinderen wordt de beker voorzien van een borsteltje, dat bij de opgaande beweging van de beker en de rotatie de slijpsteenrug afveegt.



Afb. 6 - Toepassing van een korte sonde in een continu doorstroomd controlevat in een drinkwaterinstallatie.

Voor metingen in oppervlaktewateren met wisselend waterniveau worden de sondes bij voorkeur op een vrij drijvend vlot (afb. 5) of aan een drijvende steiger gemonteerd.

Voor drinkwaterbewaking, bijv. in pompstations, heeft de inbouw van de sonde in een open vat van een omloopleiding zich waargemaakt (afb. 6).

Voor continue bewaking van de zuurstof- en temperatuurverhouding op belangrijke meetpunten in meren, plassen en spaarbekkens, laat men een in een duikklok gemonteerde korte sonde dagelijks de water-niveaus vanaf het oppervlak tot op de bodem doorlopen.

**Gedrag van de sonde ten opzichte van fysieke en chemische invloeden**

a. *Meetbereik en lineairiteit van de elektroden. Amalgaam-zink (AZ 1) en amalgaam-ijzer (AE 1).*

De ijzer-amalgaam-elektrode AE 1 heeft een lineair meetbereik van 0 - 15 mg O<sub>2</sub>/l, De zink-amalgaam-elektrode AZ 1 werkt van 0 - 22 mg O<sub>2</sub>/l. De elektrode AZ 1 vertoont onder 0,5 mg/l een niet lineair gedrag. De karakteristieken doen inzien, dat alleen de hoek van de curve door één meetpunt ingesteld moet worden.

b. *Temperatuurcompensatie.*

Deze geschiedt met de geselecteerde thermistors, type FS 22 BZ. Bij instelling rond 10 °C, wordt een optimale compensatie voor het meetbereik van 5 - 30 °C verkregen.

c. *Afhankelijkheid van de elektrische geleidbaarheid (afb. 7).*

Voor deze onderzoeken werden sondes bij 310 resp. 1000 μS op 8,5 mg O<sub>2</sub>/l ingesteld, daarna in water van ca. 50 μS geplaatst waarbij een NaCl-oplossing in bepaalde hoeveelheden werd toegevoegd. De zuurgraad werd reeds vanaf ca. 100 μS rond pH 7 gehandhaafd. De resultaten tonen duidelijk het door de geleidbaarheids-variëatie gering beïnvloede meetbereik ten opzichte van de ingestelde waarde. Indien de geleidbaarheid rond 1000 μS en hoger is, dan is ijking rond 1000 μS aan te bevelen, waardoor de invloed van de geleidbaarheid boven 1000 μS wezenlijk verminderd is.

d. *Afhankelijkheid van de pH-waarde (afb. 8).*

Bij het onderzoek naar het pH-afhankelijke gedrag van de elektroden werd vastgesteld dat de zinkelektroden ongeveer tussen pH 6,5 - 9 toepasbaar zijn, terwijl de ijzerelektroden tot ca. pH 6 kunnen werken. Binnen deze grenzen bedragen de afwijkingen ten hoogste 0,2 - 0,3 mg O<sub>2</sub>/l bij 8 mg O<sub>2</sub>/l.

e. *Invloed van kationen en anionen.*

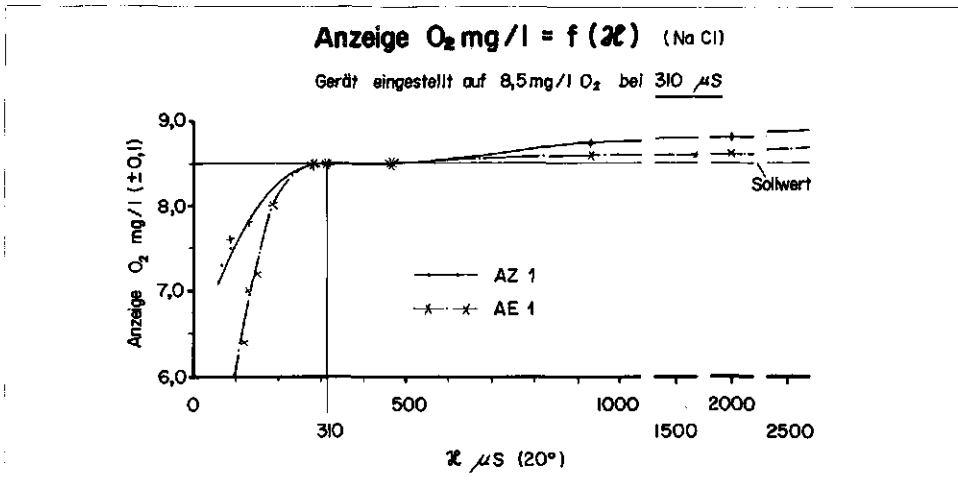
In het oog vallend zijn twee effecten:  
 — verhoging van de meetwaarde-aanwijzing ten opzichte van het effectieve O<sub>2</sub>-gehalte;  
 — vermindering van de meetwaarde tot het volledig wegvallen van de aanwijzing.

Verhoging van de meetwaarde kan veroorzaakt worden, behalve door extreme pH en geleidbaarheidsverandering, bijv. door:  
 — extra elektrodenpotentialen door metaalzouten en Redoxsystemen;  
 — afscheidingsprocessen van ionen met kleinere afscheidingsspanning dan het potentiaal van de O<sub>2</sub>-meetelektrode, welke een extra stroom produceren, het katodeoppervlak veranderen en nieuwe potentiaalverhoudingen scheppen.

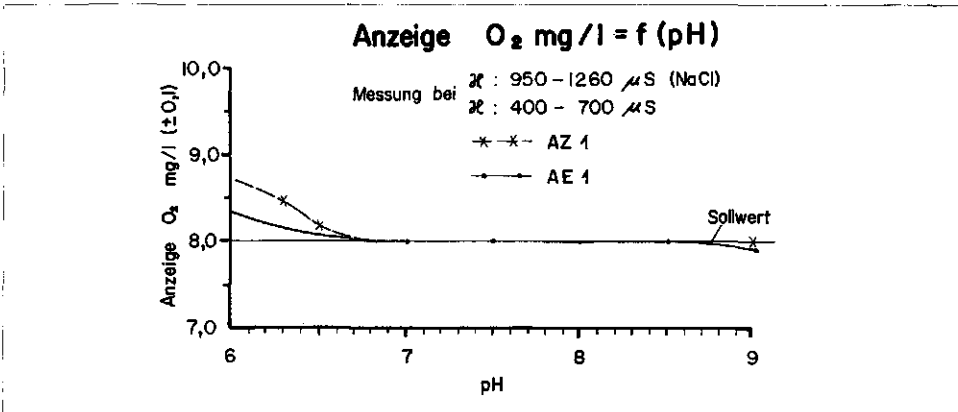
Verlaging van de meetwaarde als gevolg van zgn. passivering (afdichtingslaagvorming):

— door inhibitors, d.w.z. door afzetting van vreemde ionen door Van der Waalsche krachten of door dipool-effecten;  
 — door passivemiddelen, chemische binding tussen metaal en anionen, bijv.

Afb. 7 - Invloed van de elektrische geleidbaarheid op de O<sub>2</sub>-aanwijzing.



Afb. 8 - Invloed van de pH-waarde op de O<sub>2</sub>-aanwijzing.



TABEL I - Gedrag van de elektrodes met betrekking tot verschillende parameters en vergelijkwijs toelaatbare maximale waarden van stoffen in oppervlakte- en afvalwater.

Stoorparameters in oplossingen met aanvangswaarde $\geq 600 \mu\text{S}$	Max. toelaatbare waarde van de stoorparameter in mg/l voor afwijkingen $\leq 0,2 \text{ mg O}_2/\text{l}$		Max. toelaatbare waarde, in oppervlaktewater	Gevoeligheid van de elektrode AZ 1 beneden deze maximale waarde	Max. toelaatbare waarde in afvalwater	Gevoeligheid van de elektrode AE 1 beneden deze maximale waarde
	Elektrodentypen AZ 1	AE 1				
K <sup>+1</sup> , Na <sup>+1</sup> , Mg <sup>+2</sup>						
Ca <sup>+2</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+1</sup>	>1000	>1000	—	—	—	—
Al <sup>+3</sup>	1,0	20	0,1	—	20	—
Pb <sup>+2</sup>	2,0	3,0	0,1	—	0,5	—
Cd <sup>+2</sup>	5,0	5,0	0,01	—	2,5	—
Zn <sup>+2</sup>	5,0	> 30	5	—	3,0	—
Cr <sub>tot</sub>	> 30	15	0,05	—		
Fe <sup>+2</sup>	0,2	10				
Fe <sup>+3</sup>	1,0	> 20	1	—	} 20	(+)
Mn <sup>+2</sup>	15,0	> 30				
Cu <sup>+2</sup>	3,0	5	0,05	—	2,0	—
Ni <sup>+2</sup>	0,1	> 20	0,099	—	3,0	—
Co <sup>+2</sup>	1,0	3	0,05	—	0,05	—
CN <sup>-1</sup>	5,0	15	0,01	—	0,5	—
NO <sub>3</sub> <sup>-1</sup>	>1500	> 1500	25	—	$\geq 25$	—
SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	>1500	> 1500	100	—	300	—
S <sup>-2</sup>	2,0	1,0	0,01	—	1,0	—
PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>	>100	> 100				
Cl <sup>-1</sup>	>2000	> 2000				
anionenaktieve tenside	$\sim 50$	$\sim 50$			?	
ruwe olie	$\sim 2000$	$\sim 500$	> 3	—	?	
Cl <sub>2</sub>	0,5	1,0			0,5 — 3	(+)
pH	6,5 - 9	6,2-9			6,0 — 9,0	—

hydroxydecarbonaten, sulfiet, kleurstoffen en dertigenten.

De bij omvangrijke beproevingen bepaalde gevoeligheid van de elektrode ten opzichte van de afzonderlijke parameters werd in tabel I in getallen weergegeven.

### De toepasbaarheid van deze zuurstofsonde in watertechnologische gebieden met betrekking tot haar gedrag bij fysische stoorgrootten en chemische gevoeligheid

Tegen de toepasbaarheid van vrije, d.w.z. niet door een membraan bedekte elektroden voor zuurstofmeting in afvalwaterzuiveringsinstallaties en oppervlaktewateren werd altijd een groot scepticisme ingebracht.

Derhalve diende aangetoond te worden, hoe zich de diverse relaties in de praktijk vereenvoudigen, als de toepassing van de hier beschreven sonde tot een specifiek toepassingsgebied beperkt blijft, en als daarbij niet te hoog gestelde verwachtingen gekoesterd worden, zoals bij uiterst nauwkeurig werkende laboratoriumsondes, welke dienovereenkomstig behandeld moeten worden. De kracht van deze vrije sonde wordt gezien in haar toepassing als technologisch en onderhoudsarm bedrijf van lange duur.

In tabel I zijn ter vergelijking grenswaarden voor de niet beïnvloede meetgebieden van de beide elektroden-typen gegeven ten opzichte van de maximaal toelaatbare concentraties aan stoffen in oppervlaktewater en biologisch te reinigen afvalwater.

### Toepassing in oppervlaktewater en drinkwater

De zinkelektrode met haar tot ca. 22 mg O<sub>2</sub>/l reikend lineair functioneren is vanwege het meetbereik bij uitstek geschikt om ook oververzadiging te meten.

#### a. Fysische invloeden.

— **Temperatuur:** op grond van de haalbare temperatuurcompensatie door middel van een thermistor zijn in het normale werkgebied afwijkingen van  $\pm 0,2 \text{ mg O}_2/\text{l}$  te verwachten. Deze fout kan tot ca. 0,1 mg O<sub>2</sub>/l beperkt worden, als er gedurende zowel de zomer als de winter telkens een najking in het betreffende jaargetijde plaatsvindt.

#### b. Chemische invloeden

— **Elektrische geleidbaarheid:** de zinkelektrode AZ 1 is bij inrijken rond 300  $\mu\text{S}$ , in het gebied tussen 250 en 800  $\mu\text{S}$  slechts in geringe mate gevoelig voor de geleidbaarheid.

— **pH:** de pH beweegt zich in het meeste water boven pH 7. De zinkelektrode werkt in het meetbereik voor oppervlaktewater en onder de zich meestal slechts weinig veranderinge pH-verhoudingen bij drinkwater praktisch onbeïnvloed van de pH.

— **Kationen/Anionen:** op grond van verschillende richtlijnen voor het aanhouden van maximale waarden in vergelijking met de toelaatbare waarden voor de elektrode AZ 1 (tabel I) is in te zien, dat de zinkelektrode in oppervlaktewater en in drink-

water niet door chemische stoffen beïnvloed wordt.

Deze overwegingen tonen aan, dat de zuurstofsonde met zink-amalgaam-elektrode voorbestemd is voor toepassing in oppervlakte- en drinkwater.

### Toepassing in afvalwaterzuiveringsinstallaties

De toepassing van de zuurstofsonde in actief-slibinstallaties en nabezinktanks wordt in het algemeen door 3 omstandigheden vergemakkelijkt:

a. Het leefmilieu van actief-slib stelt zekere randvoorwaarden, in het bijzonder ook met betrekking tot pH en bepaalde stoffen in het afvalwater, zoals zware metalen, detergenten, metaalorganische complexen enz. [9].

b. De door de verschillende landen uitgegeven verordeningen en wetten over de vuillast van in riool- en op open water te lozen afvalwater schrijven grenswaarden voor, die o.a. in het beluchtingsbekken de instandhouding van de actieve biomassa en de bescherming van het ontvangend water nastreven. De biomassa zelf is door verschillende mechanismen in staat, zware metalen uit het meet-substraat te elimineren, waarbij de werkzaamheid van het effect van zink (80 %) via chroom, koper tot nikkel (40 %) verloopt [9, 8, 3].

c. Beperking van het gehalte aan zware metalen door de chemie, in het bijzonder door de pH-waarde. Het toelaatbare pH-gebied en de aan te houden grenswaarden aan stoffen in het

afvalwater creëren een chemisch milieu waarin de afzonderlijke componenten, vooral sterk oxiderende, zware metalen slechts in beperkte mate kunnen zijn opgelost.

De mogelijke concentratie van een bepaald zwaar metaal in waterige oplossing wordt in wezen bepaald door de pH-waarde en door aanwezigheid van bepaalde hoeveelheden andere ionen, die tot bezinking als gevolg van complexvorming kunnen leiden, bijv. calcium-ionen, die met zink en chroom moeilijk oplosbare verbindingen vormen. Hartringer [5] toonde aan, dat bepaalde metalen, die bijv. pas vanaf pH 8,5 kwantitatief beginnen te bezinken, onder aanwezigheid van twee of meerwaardig ijzer zich reeds eerder afscheiden.

Uit de kwantitatieve onderzoeken van Hartinger [5] kan aangetoond worden, dat de bij de bedrijfs-pH van 6,5 - 9 nog mogelijke resten aan zware metalen de voor afvalwaterzuiveringen aanbevolen ijzer-amalgaan-elektrode niet storen.

Voor de fosfaateliminatie in het simultaan-proces met behulp van driewaardig ijzer, bijv. Fe SO<sub>4</sub> Cl of aluminiumsulfaat, worden aan het actief-slib kunstmatig waterige oplossingen van de genoemde chemicaliën in overmaat gedoseerd, welke volgens Aregger [1] maximale waarden van elk ca. 0,4 Mol Fe<sup>+3</sup>, resp. Al<sup>+3</sup>/m<sup>3</sup> actief-slib, overeenkomstig ca. 22 mg/l Fe<sup>+3</sup> en 11 mg/l Al<sup>+3</sup>, gaven. De AE 1 elektrode is echter ook bij deze maximale waarden ongevoelig.

In tabel I wordt ook een overzicht gegeven van grenswaarden, welke in Duitsland, Zwitserland en Nederland voor toevoer in het rioolnet als maximale waarden niet mogen worden overschreden. Een vergelijking met de desbetreffende gevoeligheid van de ijzer-amalgaan elektrode toont aan,

dat de zuurstofsonde met de AE 1 elektrode ook in dit opzicht voorbestemd is voor de toepassing in actief-slib-installaties en nabezinktanks, aangezien haar gevoeligheid pas bij wezenlijk hogere waarden begint dan voor waterzuiveringen toelaatbare concentraties.

Steinecke [10] beveelt de toepassing van de hier beschreven sonde aan vanuit de ervaring, dat voor de regeling van de lucht-inbreng de bedrijfszekerheid belangrijker is, dan de absolute nauwkeurigheid. Voornoemde overwegingen mogen aangetoond hebben, dat echter de gevoeligheid van de elektroden voor wisselende hoeveelheden aan stoffen in het afvalwater veel geringer is, dan men eerst aangenomen heeft.

#### Keuze van de elektroden en slijpstenen (tabel II)

De keuze van de elektroden wordt reeds in principe vanuit de in tabel II gegeven vergelijkingen mogelijk gemaakt.

#### Nulpuntstabiliteit, nauwkeurigheid, onderhoud

Deze belangrijke criteria kunnen op grond van de tot nu toe praktische ervaringen als volgt behandeld worden:

##### a. Nulpuntstabiliteit, nauwkeurigheid

De geometrische stabiliteit van de ijk-rechte hangt wezenlijk af van het konstant blijven van de elektroden-oppervlakken gedurende het maandenlange slijpproces en varieert tussen ca. 0,5 tot 1,3 % van de meetwaarde. De praktische ervaringen tonen aan, dat naujking, ook na het wisselen van een slijpsteen, binnen 6 maanden niet nodig bleek. Onder de voorwaarde, dat de sonde Ss3 in een te meten vloeistof is ingezet, waarvan de samenstelling binnen de in tabel I gegeven toleranties ligt, dan kunnen bij de stroomsnelheid  $V < 0,5$  m/s de volgende nauwkeurigheden verwacht worden:

Meetbereik	Nauwkeurigheid beter dan
ca. 0—5 mg/l	± 0,2 mg/l
ca. 5—15 mg/l	± 0,3 mg/l
ca. > 15 mg/l	± 0,4 mg/l

##### b. Onderhoud

Het onderhoud is beperkt tot de volgende punten:

1. Controle van de beker aan de binnenkant op eventuele vervuiling, vraagt ca. 2 minuten. In het begin wordt aanbevolen wekelijks te controleren, wat echter vaak tot 4 of meer weken verschoven kan worden.

2. Uitwendig vrijmaken van de sondestaaf met een spons van eventuele slibafzetting, naar behoefte bijv. elke maand. Deze maatregel geldt voor het onderhoud van alle installaties in het beluchtingsbekken en vraagt voor de sonde ca. 2 minuten.

##### 3. Slijpsteenvervangning.

Oppervlakte- en drinkwater:  
Elke 4 maanden regeneratie van de slijpsteen 'Diamant' wat ca. 4 à 5 minuten vraagt.

Zuiveringsinstallaties, actief-slib-installaties:  
Elke 3 tot 6 maanden slijpsteen vervangen, wat ca. 2 minuten vraagt.

De door de fabrikant aanbevolen onderhoudsintervallen zijn uit overwegingen van zekerheid zeer klein aangegeven. Het bedienend personeel zal snel zelf een indruk krijgen van de effectief noodzakelijke tijdsafstanden, welke als regel groter zijn dan de hier aangegeven intervallen.

#### Literatuur

1. Aregger, A.: Gas, Wasser, Abwasser 52 (1972) H. 3.
2. Berichte der intern. Kommission zum Schutze des Rheins 1974.
3. Eidg. Anstalt für Wasserversorgung, Abwasser-

(vervolg op pagina 407)

TABEL II - Toepassingsgebieden van de elektroden en slijpstenen.

Toepassing	Elektrode	Slijpsteen	Regeneerebaarheid	Slijpsteenvervangning	Gem. slijtage per dag mm	Gem. houdbaarheid van de elektrode
Oppervlaktewater	zink-amalgaam AZ 1	'Diamant'	3 à 4 x	1 tot 1½ jaar	~ 0,03—0,02	~ 1½ tot 2 jaar
Drinkwater	ijzer-amalgaam AE 1	'Diamant'	3 à 4 x	1 tot 1½ jaar	~ 0,02	~ 2 jaar
Zuiveringsinstallaties huish. - industrieel gemengd, met 3e zuiveringstrap	ijzer-amalgaam AE 1	320 P	—	~ 4 tot 6 maanden	~ 0,01	~ 3 jaar
Zuiveringsinstallaties met hoog vetgehalte, olie, tensiden	zink amalgaam AZ 1	220 P	—	~ 3 tot 4 maanden	~ 0,03—0,02	~ 1½ tot 2 jaar
Slijmachtig slib bijv. veel slachtafvalwater, lijm- en papier afvalwater en bij weinig zware metalen						

(vervolg van pagina 393)

### Ervaringen in de waterhuishouding met onbektele, zelfreinigende zuurstofelektrodes

reinigung und Gewässerschutz (EAWAG), Jahresberichte 1973, 1974.

4. Eidgenössische Verordnung über Abwasser-einleitungen 1-1-1976 - 19, Drucksuachzentrale Bundeshaus, Bern.

5. Hartinger, L.: Wasser- und Abwasserforschung 1 (1968) S. 30/40.

6. Imhoff, K. R.: Gas, Wasser, Abwasser 54 (1974) H. 3.

7. Kalman, L., Schweiz. Zeitschrift für Hydrologie 31 (1969) H. 3.

8. Koppe, P.: gwf-wasser/abwasser 114 (1973) H. 3.

9. Leumann, P.: Gas, Wasser, Abwasser 56 (1976) H. 5.

10. Steinecke, H.: Abwassertechn. Seminar, Berichte aus Wassergütwirtschaft und Gesundheitsingenieurwesen, Techn. Universität München 8 (1975).

11. Stracke, G.: 'Vom Wasser' 25 (1958) S. 181/196. Verlag Chemie, Weinheim.

12. Stracke, G.: gwf-wasser/abwasser 100 (1959) H. 12.

13. Sunahara: Japanese Society of analytical chemistry, 22 may 1975.

14. Toedt, F.: Elektrochemische Sauerstoffmessung, Berlin 1958: Verlag de Gruyter.

15. Züllig, H.: gwf-wasser/abwasser 118 (1977) H. 5 S. 227/234.

● ● ●

### Rectificatie nieuw type puntbeluchter

Zoals de oplettende lezer zelf reeds had opgemerkt, is er een foutje geslopen in formule (8) van het artikel van Rácz, Groot Was-sink en Goinga: 'Semitechnisch onderzoek naar de eigenschappen van een nieuw type puntbeluchter in vierkante beluchtungs-bassins', in H<sub>2</sub>O nummer 15 (1978) pag. 325 e.v..

De formule zou moeten zijn:

$$P = \frac{N}{\rho n^3 d^5} = 12,4 \left( \frac{\rho n d^2}{\eta} \right)^{-0,10} \cdot \left( \frac{n^2 d}{g} \right)^{-0,25} \cdot \left( \frac{l}{d} \right)^{0,05} \cdot \left( \frac{H}{d} \right)^{0,90} \quad (8)$$

Het betreft dus het teken van de machten  $\frac{l}{d}$  en  $\frac{H}{d}$  van de termen  $\left( \frac{l}{d} \right)$  en  $\left( \frac{H}{d} \right)$ , waarbij het — teken dient te worden weggelaten.

Voor de goede verstaander is dit zeer duidelijk, menen de auteurs, temeer daar in het verdere verloop van het artikel de juiste waarde van genoemde machten wordt gehanteerd.

### Mededeling LH Wageningen

#### Rijnsyllabus

In januari/februari 1978 organiseerde de vakgroep Waterzuivering een serie voordrachten over de Rijn en de problemen die door de vervuiling van deze rivier zijn ontstaan (zie H<sub>2</sub>O 11 (1978) pag. 40). De tekst van deze voordrachten is gebundeld tot een syllabus.

Diegenen die één of meer van deze colleges hebben bijgewoond en het dictaat willen ontvangen dienen dit *schriftelijk* te bestellen bij het 'Centraal Magazijn', de Dreijen 4, Wageningen, onder vermelding van: 'Collegedictaat Waterzuivering 'De Rijn'. De kosten bedragen f 3.50.

cho | TNO

### Commissie voor Hydrologisch Onderzoek TNO

#### CHO mededelingen

#### Commissie voor Hydrologisch Onderzoek TNO

In de afgelopen maanden zijn de volgende CHO-publicaties verschenen:

1. 'Precipitation and Measurements of precipitation', als no. 23 in de serie Verslagen en Mededelingen van de CHO-TNO. Dit nummer bevat de Engelse vertalingen van de lezingen die zijn gehouden op de 33e Technische Bijeenkomst van de commissie (april 1976). Tijdens deze bijeenkomst werden de lezingen verzorgd door: prof. dr. F. H. Schmidt, drs. H. A. R. de Bruin (2x), dr. W. Attmampacher, dr. T. W. Harrold (is inmiddels overleden) en prof. ir. D. A. Kraijenhoff van de Leur.
2. 'Urbanization and water management' als no. 24 in de serie Verslagen en Mededelingen van de CHO-TNO. Dit nummer bevat de Engelse vertalingen van de lezingen die zijn gehouden op de 34e Technische Bijeenkomst van de commissie (4 mei 1977). Op die dag werden de lezingen verzorgd door: prof. ir. W. A. Segeren, ir. F. Slijk-oord, ir. J. B. M. Wiggers, ir. R. H. J. Kremer, ir. E. Schultz, ir. J. H. van der Vliet en ir. J. S. J. Dragt.
3. 'Verslag van de TNO - ad hoc groep Grondwatermodellen en Computer-programmatuur', als no. 2 in de serie Rapporten en nota's van de CHO.

In dit rapport wordt verslag uitgebracht van een inventarisatie van de in Nederland beschikbare grondwatermodellen en computerprogrammatuur en de behoefte aan deze modellen. Daarnaast wordt een algemeen overzicht gegeven van de grondslagen van de belangrijkste modellen, terwijl tenslotte aan de hand van de verkregen informatie een aantal aanbevelingen geformuleerd wordt.

4. *Nederlandse activiteiten in internationaal hydrologisch verband*, als no. 4 in de serie Rapporten en nota's van de CHO\*.

Hierin wordt een overzicht gegeven van de lezingen, gehouden tijdens een bijeenkomst te Delft op 25 april 1978, over dit onderwerp. De inleiders op deze dag waren: prof. dr. A. K. Constandse, prof. dr. ir. J. C. van Dam, prof. ir. H. J. Schoemaker, prof. ir. A. Volker, ir. H. J. Colenbrander, ing. H. ter Horst, ir. J. W. van der Made, ir. G. Verwolf en ir. F. C. Zuidema.

Het rapport bevat tevens een aantal schema's waarin de organisatiestructuur wordt weergegeven van de instellingen die op het watergebied actief zijn. Tevens is getracht een zo volledig mogelijk overzicht te maken van de Nederlandse contactadressen van deze internationale instellingen.

5. *Overzicht Publicaties 1977 op hydrologisch en waterhuishoudkundig gebied*, dat is samengesteld op initiatief van de Sectie voor Hydrologische Wetenschappen van het Nederlands Comité voor de UGGI en de Commissie voor Hydrologisch Onderzoek TNO.

Het overzicht moet gezien worden als een proefnummer en heeft tot doel een zo volledig en actueel mogelijke indruk te geven van de door de diverse Nederlandse instellingen gepubliceerde artikelen, rapporten en nota's.

6. *De hydrologische conferenties te Brussel*. Dit rapport van het Internationaal Hydrologisch Programma (IHP), verschenen als Rapport IHP - 78 - 01, bevat de samenstellingen van een tweetal bijeenkomsten, die in september 1977 op initiatief van de Unesco en de WMO hebben plaatsgevonden.

**35e Technische Bijeenkomst CHO, op woensdag 18 oktober a.s. te Lunteren**  
Deze Technische Bijeenkomst wordt door de Commissie in samenwerking met de Nederlandse Vereniging van Afvalwaterbehandeling en Waterkwaliteitsbeheer NVA georganiseerd en heeft als onderwerp: 'De samenhang tussen waterkwaliteit en

\* No. 3 in deze serie verschijnt binnenkort.