

SUMMARY

Sewage treatment in an extended aeration package plant, type „Metoxy”

Manufacturers of extended aeration package plants tell only too often, that no excess activated sludge or hardly any excess sludge needs to be removed from the system. The here described plant has been investigated in order to get an idea of the frequency of removing the excess sludge particularly and the plant operation in general. The investigations are showing, that under the experiment conditions the excess activated sludge has to be removed from the plant once in the four weeks. The amount of excess sludge may roughly be estimated at 20-25 gr. dry matter per 54 gr. BOD₅ fed per day. The plant accomplished a good purification of the sewage.

Behandeling van afvalwater in een compacte zuiveringsinstallatie met voortgezette beluchting van het slib-watermengsel, type „Metoxy”

Inleiding

Bij de verontreiniging van het oppervlaktewater nemen de lozingen van afvalwater, afkomstig van kleine woon- en werkgemeenschappen een belangrijke plaats in. De zuivering van het afvalwater van afgelegen dorpskernen, bejaardentehuizen, sanatoria en kampeertereinen in een conventionele installatie, bestaande uit voorbezinktank, oxydatiebed of belucht slibtank, nabezinktank en slibgistingsruimte is technisch zeer wel mogelijk, maar wegens de zeer hoge investeringsom per aan te sluiten inwonerekivalent niet gemakkelijk te verwezenlijken.

Uit de noodzaak om ook het afvalwater van gemeenschappen als bovengenoemd op nog economisch verantwoorde wijze biologisch te kunnen zuiveren zijn verschillende typen van zuiveringsinstallaties volgens een compacte bouwwijze ontstaan. Een overzicht, alsmede een typebeschrijving van deze installaties kan men vinden in het artikel „zuiveringsinrichtingen volgens compacte bouwwijzen” van ir. R. Karper [1]. Het type zuiveringsinstallatie volgens de compacte bouwwijze, dat het meeste toepassing heeft gevonden, werkt met voortgezette beluchting van het slib-watermengsel (extended aeration) en een lage BOD-ruimtebelasting. Een voorbeeld

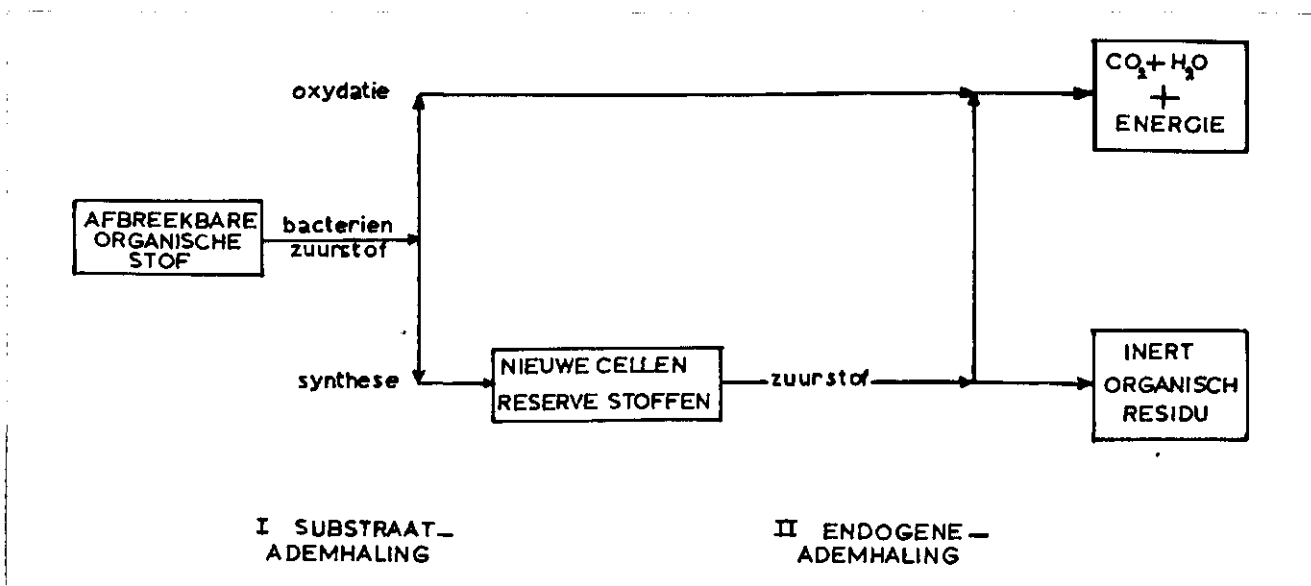
hiervan is de in Nederland door het Instituut voor Gezondheidstechniek TNO ontwikkelde oxydatiesloot.

Bij de werkwijze volgens extended aeration wordt het afvalwater met weglating van de voorbezinking rechtstreeks in de beluchtingsruimte gevoerd, waar de zuivering met behulp van het belucht-slibproces plaatsvindt. Het afvalwater heeft een langere verblijftijd in de beluchtingsruimte dan bij het conventionele belucht-slibproces; de slibbelasting, dit is het aantal kg BOD₅ per dag toegevoerd per kg slib droge stof onder aeratie, is bij dit proces veel lager (0,05 tegen 0,3 bij het conventionele belucht-slibproces). De reden daarvoor is, dat men wil bereiken dat niet alleen een bio-chemische oxydatie van de organische afvalstoffen wordt verkregen, doch dat tevens door auto-oxydatie van de levende cellen de hoeveelheid surplus-slib wordt beperkt.

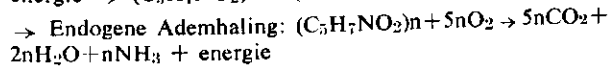
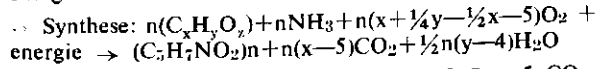
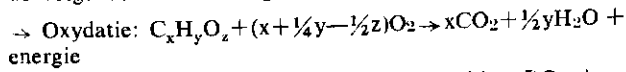
In afb. 1, die werd ontleend aan een artikel van McCarty en Brodersen [2] zijn de afbraak en de omzetting van de organische stof in de belucht-slibinstallatie schematisch weergegeven.

In werkelijkheid is het proces ingewikkelder; zo zijn bijvoorbeeld de omzettingen van de zwavel- en stikstofverbindingen uit het schema weggelaten. Deze twee fasen van het

Afb. 1



schema, substraat-ademhaling enerzijds en endogene ademhaling anderzijds, spelen zich bij de installatie volgens het extended aeration proces gelijktijdig in dezelfde ruimte af. Het procesverloop kan geïllustreerd worden aan de hand van de volgende vereenvoudigde vergelijkingen [3]:



De stikstof die in laatstgenoemde reactievergelijking in de vorm van ammoniak ontstaat, wordt in de praktijk dikwijls door nitrificatie verder geoxydeerd tot nitraat. Evenzo zullen zwavelverbindingen worden geoxydeerd tot sulfaat.

Voor de substraat-ademhaling is veel zuurstof nodig; voor de endogene ademhaling wordt maar weinig zuurstof per tijdseenheid verbruikt. De zuurstofbehoefte bij de endogene ademhaling is gebreken afhankelijk te zijn van de slibleef tijd; deze bedraagt voor het proces met extended aeration 30-40 dagen tegenover minder dan 5 dagen bij het conventionele proces. Voor de beluchtingstijd van het afvalwater in de beluchtingsruimte worden in de literatuur over extended aeration waarden genoemd van 18 à 24 tot 72 uur toe, welke waarden zijn te stellen tegenover beluchtingstijden van 8 uur en minder bij het conventionele belucht-slibproces. Volgens Steward kan de slibbelasting variëren van 0,05 tot 0,2

$\frac{g \text{ BOD}_5/\text{dag}}{m^3}$ en bedraagt de BOD-ruimtebelasting g slib als droge stof in het algemeen ongeveer 320 g BOD₅ per dag per m³ beluchtingsruimte [4]. McCarty en Brodersen geven een ruimtebelasting, waarvan het maximum tussen 320 en 640 g BOD₅ per dag per m³ aeratieruimte schommelt [2]. Imhoff stelde aan de hand van studies van Imhoff, von der Emde, Pasveer, Muskat en Kehr voor volledige biologische zuivering van het afvalwater met aerobe afbraak van het slib, de onderstaande tabel samen [5].

Volgens Pasveer moet men de slibbelasting niet groter nemen dan 0,05, als men naast het voordeel van een geringe hoeveelheid surpluslib wil bereiken dat dit spuislib niet meer tot rotting zal overgaan [1].

De slibbelasting en de keuze van de beluchtingsduur respectievelijk het volume aan aeratieruimte zijn bepalend voor de slibconcentratie in het slibwatermengsel bij het zuiveringsproces. Hoge slibconcentraties leiden tot een zware belasting van eventueel aanwezige bezinkruimten. In een gegeven situatie is de maximale hoeveelheid slib, die in een beluchtingssysteem kan worden opgebouwd en tevens in een bezinkruimte in een bepaalde tijd ook weer ten volle van de vloeistof kan worden gescheiden, afhankelijk van onder meer de bezinknelheid van het slib. Deze bezinknelheid zal in het algemeen afnemen met toenemende deeltjesconcentratie. Een maat voor de bezinkbaarheid van het slib is de slibindex (ml/g), welke wordt gegeven door de verhouding van het volume slib, gemeten in ml na 30 minuten bezinking en het gewicht van dit slibvolume in grammen droge stof.

Een hoge slibindex (>100) zal, bij gelijkgehouden oppervlaktebelasting en verblijftijd voor de bezinkinrichting, eerder tot slibafvoer met het effluent aanleiding geven dan een lage slibindex van b.v. 30 ml/g. Uit onderzoekingen van

het „Institut für Siedlungswasserbau und Wassergütewirtschaft der Universität Stuttgart” blijkt, dat het op den lange duur niet mogelijk is om in de beluchtingsruimte van een extended aeration systeem een hogere slibconcentratie dan 4-6 kg slib als droge stof per m³ aeratieruimte te handhaven [6].

Tevens wordt erop gewezen dat voor de dimensionering van de bezinkruimte moet worden uitgegaan van een maximale verblijftijd van 2,5 uur bij een oppervlaktebelasting van maximaal 0,8 m³ per m² per uur. Karper zou het slibvolume na 30 minuten bezinken met het oog op het gevaar, dat slib met het effluent van de installatie wordt gespuid, niet hoger willen laten oplopen dan tot 500 ml/l [1], hetgeen bij een slibindex van 70, welke voor een dergelijk geval normaal genoemd mag worden, overeenkomt met een 7 kg slib als droge stof per m³ aeratieruimte.

De benodigde hoeveelheid lucht is afhankelijk van de hoeveelheid zuurstof, die voor de biologische oxydatie van de afvalstoffen nodig is en van het nuttig effect van zuurstofoverdracht van het toegepaste beluchtingssysteem. Ten aanzien van dit aspect van het zuiveringsproces is het volgende op te merken. De BOD gemeten na 5 dagen, vertegenwoordigt ongeveer 65-70 % van de totale biochemische zuurstofbehoefte. Gaat men ervan uit dat ongeveer 90 % van de totale zuurstofbehoefte door oxydatie moet worden geëlimineerd, dan is hiervoor een hoeveelheid zuurstof van ongeveer 1,3 kg per kg BOD₅ vereist. Vindt de zuurstoftoevoer aan het systeem plaats door persluchtbeluchting en stelt men hiervan het nuttig effect op 5 %, dan moet de capaciteit van de blower ongeveer 95 m³ lucht per kg af te breken BOD₅ per dag bedragen. Hierbij is nog geen rekening gehouden met nitrificatie. Pasveer berekent een OC/loadwaarde van 2 voor de opgave als boven gesteld, uitgaande van de volgende aannamen [7]:

- per inwoner wordt 54 g BOD₅ per dag aan de installatie toegevoerd; bij een $\frac{\text{COD}}{\text{BOD}}$ verhouding van 1,6 komt deze 54 g BOD₅ overeen met 87 g COD per dag gemeten als verbruik van kalium-bichromaat. Van deze 87 g COD worden rond 25 g COD in het surpluslib vastgelegd en 6 g COD met het gezuiverde effluent afgevoerd;
- per inwoner wordt 12 g N per dag aan de installatie toegevoerd, waarvan 1,5 g N in de bacteriële lichamen van het spuislib wordt vastgelegd. De resterende 10,5 g N wordt volledig genitrificeerd en met het effluent afgevoerd;
- de zuurstof wordt toegevoerd bij een deficit van ongeveer 100 %;
- denitrificatie wordt buiten beschouwing gelaten.

De beluchter zal naast de vereiste zuurstofoverdracht ook voldoende turbulentie in de tank moeten bewerkstelligen om complete menging van het afvalwaterslibmengsel en een gesuspenderd blijven van het belucht-slib te waarborgen.

In het algemeen heeft tengevolge van de lage BOD-ruimtebelasting en de grote hoeveelheid toegevoerde lucht een verhoogde omzetting van de ammoniakstikstof in nitriet en nitraat plaats.

Het gehalte aan opgeloste zuurstof in de beluchtingsruimte van een installatie met voortgezette beluchting van het slibwatermengsel bedraagt gewoonlijk omstreeks 3 mg/l, hetgeen

beluchtingstijd (zonder retourslib) uur	BOD ₅ -ruimte- belasting g BOD ₅ /dag m ³	slib- concentratie g droge stof m ³	BOD slib- belasting g BOD ₅ /dag g droge stof	slib- leef tijd dagen	slib- index ml/g	OC-load g O ₂ g BOD ₅	Opmerkingen
72 - 24	150 - 500	3000 - 7000	0,05 - 0,08	36 - 25	30 - 80	2,3 - 2,0	hoofdzakelijk nitraten in het effluent

een gunstige invloed op de groei van nitrificerende bacteriën heeft. Bij het conventionele proces daarentegen wordt een aanzienlijk deel van de oorspronkelijk aanwezige hoeveelheid stikstof in het actieve slib opgenomen en met het surplusslib aan het systeem onttrokken. De nitrificatie kan moeilijkheden veroorzaken door opdrijven van slib in de bezinkruimte als de indikking en terugvoering van het bezonken slib te lang duren. Vermoed wordt dat denitrificatie door zuurstofgebrek in de slibvlok zelf optreedt, waarbij stikstof in de gasvorm vrijkomt.

Door deze gasontwikkeling wordt het slib naar de oppervlakte van de bezinkruimte meegevoerd



Ook de pH-waarde van het slibwatermengsel kan tengevolge van nitrificatie dalen. Een sterke daling is ongunstig voor het proces.

Behalve de slibhoeveelheid die voor een efficiënte en economische bedrijfsvoering nodig is, ontstaat een hoeveelheid surplusslib. Al eerder werd erop gewezen dat bij „extended aeration” de totale hoeveelheid surplusslib aanzienlijk minder is dan bij het conventionele actief slibproces. Karper noemt als richtcijfer voor het extended aeration proces 0,6-0,8 kg surplusslib per kg afgebroken BOD₅; wordt geen slibstabilisatie nagestreefd dan kan met 1 kg surplusslib per kg afgebroken BOD₅ worden gerekend [1].

Volgens Pasveer wordt in een oxydatiesloot per toegevoerde 54 g BOD₅ ongeveer 25-30 gram slib als droge stof gevormd [7].

In Amerika wordt het surplusslib meestal tezamen met het effluent afgevoerd; in ons land wordt het spuien van slib met het effluent meestal niet geaccepteerd, waardoor het meer of minder regelmatig op andere wijze uit het systeem moet worden verwijderd.

Over de frequentie waarmee dit spuien dient te geschieden bestaan zeer uiteenlopende meningen, variërend van praktisch nooit tot zeer veelvuldig. Krauth bericht, dat het surplusslib niet, zoals veelal wordt beweerd, 3-4 maal per jaar moet worden afgelaten, maar veeleer 3-4 maal per maand [6]. Ook de ervaring opgedaan met de oxydatiesloot bij de zuive-

ring van huishoudelijk afvalwater wijst in deze richting. Het is dan ook te betreuren dat in sommige prospecti van fabrikanten van compacte installaties voor extended aeration nog altijd gesteld wordt dat geen of bijna geen surplusslib behoeft te worden afgevoerd.

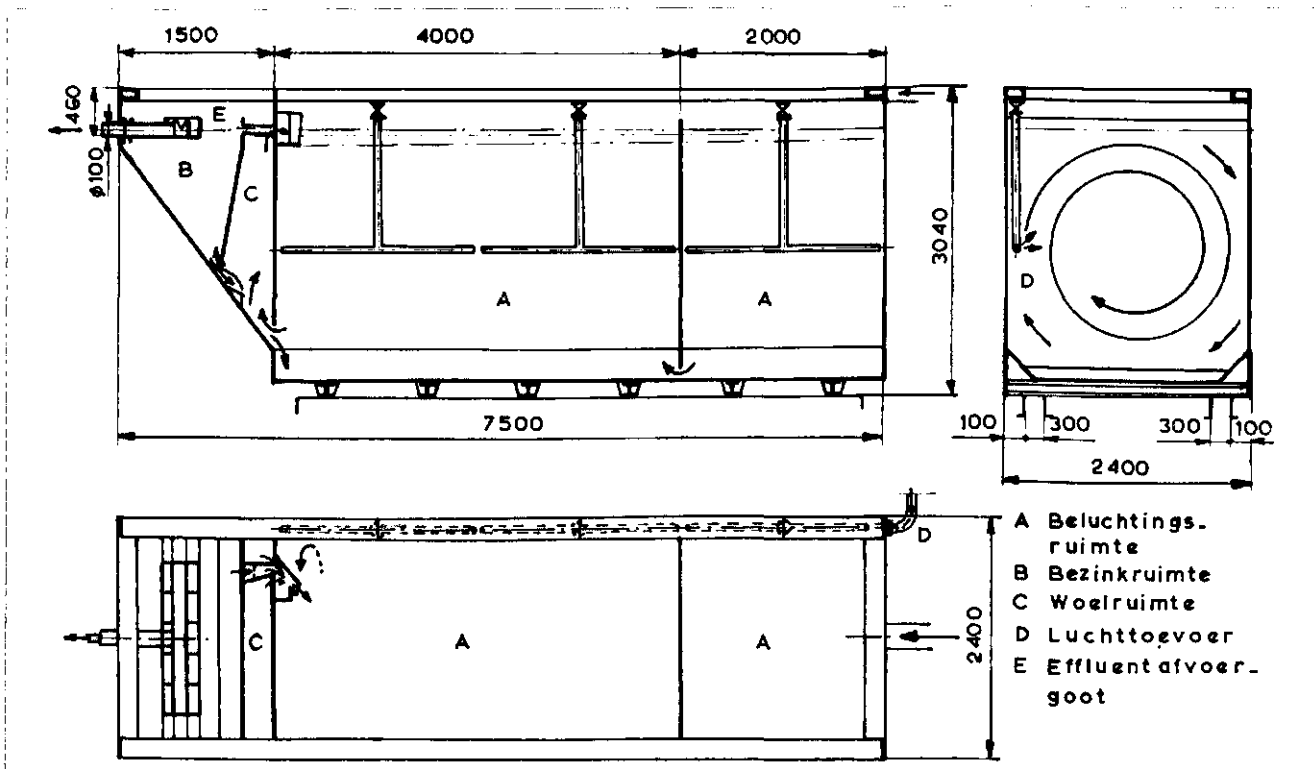
Er zou eveneens bij de uit Zwitserland afkomstige compacte installatie „Metoxy” slechts zeer weinig surplusslib verwijderd behoeven te worden („Der mineralisierte Schlamm muss nur in Intervallen von 6-11 Monaten entfernt werden”). Na overleg met de vertegenwoordiger van „Metoxy” in Nederland werd overeengekomen om een installatie van dat type bij de rioolwaterzuiveringsinstallatie te Leidschendam te plaatsen, ten einde een indruk te verkrijgen van de frequentie van het spuien van surplusslib in het bijzonder en de bedrijfsvoering van de installatie in het algemeen.

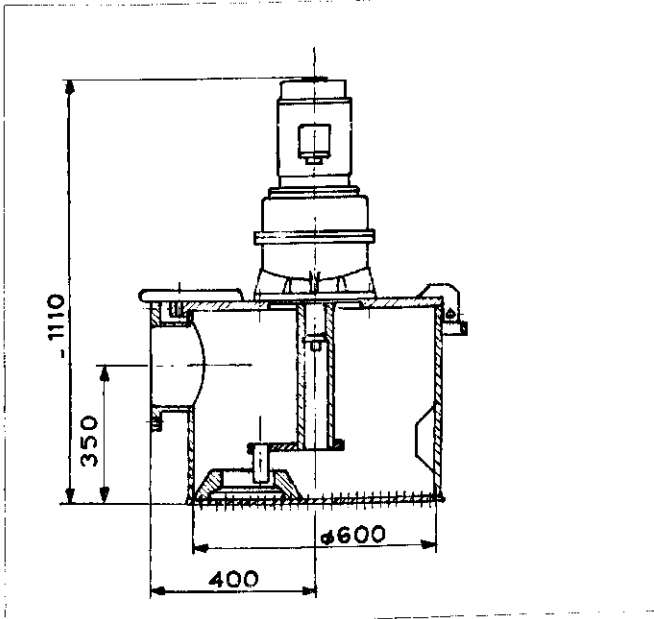
Beschrijving van de proefinstallatie

De onderzochte installatie van het fabrikaat Metoxy (afb. 2) heeft naar opgave van de fabrikant een beluchtingsruimte van 36 m³ inhoud; volgens onderzoeken van de EAWAG te Zürich zou het effectieve beluchtingsvolume 35,4 m³ bedragen [8]. Deze ruimte wordt door een wand in twee delen verdeeld met het doel te voorkomen dat een kortsluitstroming zou ontstaan tussen inloop en uitloop van dit onderdeel van de zuiveringsinrichting. Via een 12,5 cm brede spleet onder in de tank kan het slib-watermengsel uit het beluchtingsgedeelte in de bezinkruimte treden. De bezinkruimte bestaat uit twee compartimenten; het deel dat grenst aan het beluchtingsgedeelte is bedoeld als woelruimte teneinde te verhinderen dat turbulentie afkomstig uit de beluchtingsruimte het bezinkproces in ongunstige zin beïnvloedt. De woelruimte, met een inhoud van 1,83 m³, staat ook aan de bovenzijde door openingen in de scheidingswand met de beluchtingsruimte in verbinding. Vanuit de woelruimte komt het slib-watermengsel door een spleet van 8 cm breedte onder in de eigenlijke bezinkruimte.

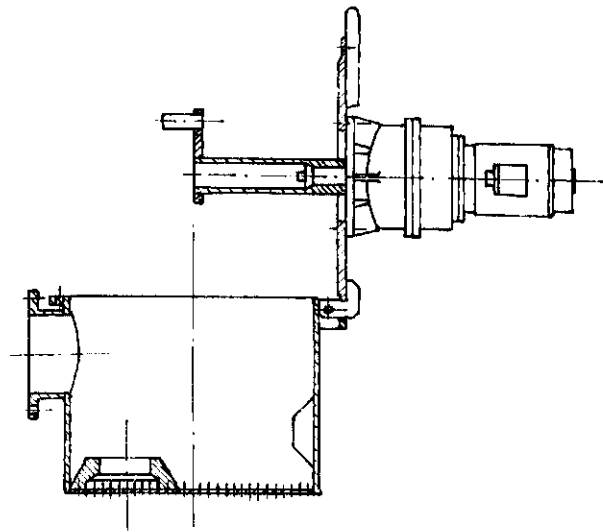
Ten behoeve van eventuele drijfslagvorming is de eigenlijke bezinkruimte aan de oppervlakte door een open goot verbonden met de beluchtingsruimte. De gedachte die aan be-

Afb. 2





Afb. 3



doelde constructie ten grondslag ligt is om met behulp van de aanwezige stromingsverhoudingen een eventueel gevormde drijfslaag terug te kunnen voeren naar het beluchtingsgedeelte.

Daar echter deze goot juist een ongewenste opwaartse stroming in de bezinkruimte stimuleerde waardoor opstuw van slib wordt bevorderd, werd de goot bij de beproeving afgesloten. Daarenboven werkte het systeem van afvoer niet effectief. De retourstroom door de goot naar de beluchtingsruimte bleek namelijk niet krachtig genoeg te zijn om de drijfslaag van achter de effluent afvoergoot geheel weg te nemen.

Het effectieve oppervlak van de bezinkruimte bedraagt $2,6 \text{ m}^2$; de nuttige inhoud is $2,4 \text{ m}^3$.

Het van het effluent gescheiden belucht-slib verlaat de bezinkruimte via de eerder aangeduide spleten van respectievelijk 8 en 12,5 cm breedte en wordt zo teruggevoerd in de beluchtingsruimte. Bij deze uitvoeringsvorm is de grootte van de slibterugvoer dus niet regelbaar.

De beluchting van het slib-watermengsel wordt verzorgd door een aantal beluchtingselementen welke aan één zijde van de beluchtingsruimte in de lengterichting zijn geplaatst op 120 cm onder de wateroppervlakte. Hierdoor ontstaat een dwarsstroming.

De beluchtingselementen bestaan uit buissegmenten van 190 cm lengte en met een inwendige diameter van 5 cm. In deze buizen zijn aan de bovenzijde twee rijen gaten aangebracht onder 90 en 45° met de verticale hartlijn; de onderlinge afstand van de gaten bedraagt 10 cm, de diameter van de gaten 0,8 cm.

Een compressor met een capaciteit van 132 m^3 per uur (bij 15° C en 735 mm Hg) levert de benodigde lucht.

Inherent aan aan het systeem Metoxy is een voorafgaande vermaling van de vaste bestanddelen in het te zuiveren afvalwater.

Hiertoe is de installatie voorzien van een vermaalmolen type Metoxy, welke de deeltjes dient te verkleinen tot 3 mm korrelgrootte (afb. 3).

De maximale capaciteit van de vermaalmolen bedraagt 12 l/sec. Een monopomp met een variabele capaciteit van 1-2 m^3/h onttrekt aan genoemde molen de voeding voor het zuiveringsproces.

Bij de opstelling op de rioolwaterzuiveringsinrichting te Leidschendam waren ten behoeve van de dosering van afvalwater aan de te onderzoeken apparatuur nog enige voor-

zoningen noodzakelijk. Zo werd bijvoorbeeld het afvalwater aan de vuilwaterkelder van het pompstation onttrokken met een kloppomp waarvan de capaciteit veel te groot was voor de compacte installatie. De keuze van een pomp met grote capaciteit werd ingegeven door de wens bij de beproeving geen kans te hebben van verstopping in de toevoerleiding op minder geschikte momenten (weekeinde). Tengevolge hiervan was het aanbrengen van een overstortbak met terugloopleiding noodzakelijk. Uit deze overstortbak werd de vermaalmolen gevoed. Ook in een kleine zandvangruimte werd voorzien. Een en ander gaf aanleiding tot vrij veel extra leidingen zoals op de foto is te zien (afb. 4).

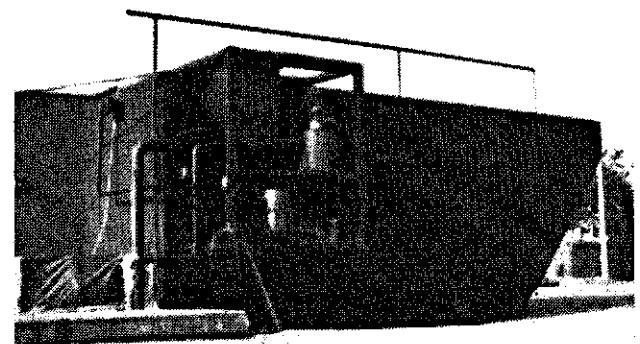
Ook voor een automatische continue bemonstering van influent en effluent werden bijzondere voorzieningen aangebracht.

Inrichting van het onderzoek

Alhoewel het onderzoek in de eerste plaats erop was gericht aan te tonen dat het regelmatig spuien van surplusslib noodzakelijk is om te voorkomen dat slib met het effluent wordt afgevoerd werd daarnaast van de gelegenheid gebruik gemaakt om het zuiveringseffect als zodanig van de installatie te meten.

Dagelijks werden etmaalmonsters genomen van het influent en het effluent. Daarnaast werden met de hand steekmon-

Afb. 4



sters genomen uit de beluchttingsruimte. De volgende analyses zijn daarin verricht.

Influent: BOD₅ (als zodanig en na 1 uur bezinken in een imhoff-glas); COD als kaliumbichromaat-verbruik gemeten (als zodanig en na 1 uur bezinken in een imhoff-glas); ml/l bezinksel na 1 uur bezinken in een imhoff-glas, droge stof van het bezinksel en de gloeirest in % van de droge stof van het bezinksel; ammonium, Kjeldahl stikstof, nitriet en nitraat, uitgedrukt als mg N/l en de zuurgraad.

Effluent: BOD₅ (na 1 uur bezinken in een imhoff-glas); COD als kaliumbichromaatverbruik gemeten (na 1 uur bezinken in een imhoff-glas); ammonium, Kjeldahl stikstof, nitriet en nitraat, uitgedrukt als mg N/l en de zuurgraad. Beluchtingscircuit: ml/l bezinksel na 30 minuten bezinken in een maatcylinder (ter plaatse); zwevende stof in mg/l en de gloeirest in % van de zwevende stof.

Na beëindiging van deze proefperiode is getracht een indruk te verkrijgen van de frekwentie van slib spuien en van de hoeveelheid surplusslib, die aan het systeem moet worden onttrokken. Ook werd het energieverbruik van de installatie gemeten.

Resultaten

De installatie werd in juli 1968 in bedrijf gesteld. Hiertoe was de tank met rioolwater gevuld en geënt met ongeveer 5 m³ uitgegist slib, welk mengsel vervolgens intensief werd belucht. Het bleek dat de installatie binnen 14 dagen voldoende ingewerkt was.

Het hiervoor aangegeven meetprogramma werd van augustus tot december uitgevoerd. Door enige wijzigingen van ondergeschikt belang is deze tijd in feite in een aantal perioden onder te verdelen; daar de resultaten hiervan onderling maar weinig verschil vertonen wordt hier volstaan met de resultaten van één zo'n periode weer te geven en wel die van oktober tot december 1968. In de tabel wordt het verloop van de belangrijkste parameters gedurende de in beschouwing genomen periode vermeld. Uit de gegevens valt het volgende op te maken.

1. de verblijftijd in de beluchttingsruimte bedraagt gemiddeld 21 uur;
2. de BOD-ruimtebelasting is gemiddeld 133 g/m³/dag; dit komt overeen met een belasting van 2,5 inwonerekwivalenten à 54 gram BOD₅ per dag per m³ beluchttingsruimte;
3. de slibbelasting is gemiddeld 0,018 $\frac{\text{g BOD}_5/\text{dag}}{\text{g droge stof}}$
4. de oppervlaktebelasting van de bezinkruimte is ongeveer 0,65 m³/m²/uur;
5. de verblijftijd in de bezinkruimte is ongeveer 1,5 uur;
6. de BOD₅ van het effluent bedraagt gemiddeld 5 mg/l met een maximum van 13 mg/l;
7. het slibvolume in de beluchttingsruimte liep op van 320 ml/l tot maximaal 660 ml/l; vanaf 550 à 600 ml/l bestond het gevaar dat slib met het effluent van de installatie werd meegevoerd; dit is ook enige malen waargenomen;
8. de slibindex nam van ongeveer 60 tot maximaal 90 ml/g toe;
9. de slib droge stof concentratie in de aeratieruimte varieert van 4190 tot 9680 mg/l; boven een concentratie van ca. 8000 mg/l blijkt er, zoals reeds onder punt 7 is opgemerkt, een grote kans te bestaan dat slib met het effluent wordt gespuid. De gloeirest in procenten van de zwevende stof varieert van 20,6-31,2 % met een gemiddelde waarde van 28 %;
10. er treedt praktisch volledige nitrificatie op; in het effluent werd nooit meer dan 0,1 mg/l ammonium N en nitriet N (niet in de tabel opgenomen) gemeten;
11. de temperatuur van het afvalwater in de installatie schommelde tussen 6 en 14° C, terwijl de pH van het influent en het effluent varieerde van 7,3 tot 8,2 (niet in de tabel opgenomen).

Uit de tabel is verder af te lezen dat ongeveer een maand

Datum	Aanvoer l/dag	Influent						Effluent						Beluchtingstank				
		COD mg/l	BOD ₅ mg/l	BOD ₅ g/dag	BOD ₅ g/m ³ dag	Kjeld. N mg/l	Amm. N mg/l	Amm. N mg/l	Kjeld. N mg/l	NO ₃ -N mg/l	BOD ₅ mg/l	COD mg/l	Bez. ml/l	Bez. ml/l	Zw. stof g/m ³	Gloeirest %	Index	Slibbel.
2/3 -10	39095	250	90	3519	99	19,4	13,2	0,1	3,1	12,3	3	45	< 0,1	320	4192	26,0	76	0,024
3/4 -10	38750	255	85	3294	93	27,2	19,1	0,1	2,8	15,2	2	50	afw.	360	5988	30,1	60	0,016
4/5 -10	38410	285	95	3645	103	33,5	27,2	0,1	2,1	24,4	4	45	< 0,1	370	6256	29,2	59	0,016
5/6 -10	38070	190	50	1904	54	41,3	23,0	0,1	5,7	19,6	3	45	< 0,1	390	6346	29,3	61	0,009
6/7 -10 ^x	33015	240	65	2146	61	36,7	28,3	0,1	2,4	25,2	4	40	< 0,1	390	6330	29,9	62	0,010
7/8 -10	34430	305	115	3959	112	30,7	22,8	spoor	1,7	28,2	6	50	< 0,1	430	6624	29,4	65	0,017
8/9 -10	35175	335	130	4573	129	29,0	18,4	spoor	2,5	23,0	2	35	afw.	430	6006	28,3	72	0,021
9/10 -10	34355	330	135	4636	131	-	24,7	spoor	2,8	22,0	2	30	afw.	420	6280	25,2	67	0,021
10/11 -10	34355	325	110	3779	107	30,8	21,7	spoor	3,8	23,0	1	40	afw.	440	6324	31,1	70	0,017
11/12 -10	34628	365	125	4329	122	29,4	21,9	0,1	1,7	23,5	1	50	afw.	480	6422	30,2	74	0,019
12/13 -10	35175	150	55	1935	53	16,1	11,9	spoor	2,4	18,2	1	40	afw.	460	5902	29,4	78	0,019
13/14 -10	35720	210	70	2500	71	29,3	23,8	0,1	3,2	20,2	1	30	afw.	480	6544	30,6	73	0,011
14/15 -10	35835	395	160	5734	162	34,8	20,0	-	-	-	-	-	-	480	6888	30,6	70	0,024
15/16 -10	35015	345	160	5602	158	24,7	23,2	afw.	2,5	21,3	2	40	afw.	520	6992	29,6	74	0,023
16/17 -10	35175	330	130	4573	129	26,3	24,3	spoor	4,5	23,7	2	45	< 0,1	520	7022	30,4	74	0,018
17/18 -10	35995	345	140	5039	142	34,7	26,0	0,1	4,2	22,7	1	40	< 0,1	590	7012	30,6	84	0,020
18/19 -10	35680	330	140	4995	141	35,6	26,2	0,2	4,2	25,6	2	55	< 0,1	610	7290	28,7	84	0,019
19/20 -10	35055	270	105	3661	104	39,3	29,6	0,1	5,6	27,6	2	55	< 0,1	600	7382	29,6	81	0,014
20/21 -10	34430	265	90	3099	88	41,4	30,8	0,1	8,8	29,6	2	65	< 0,1	560	7324	31,0	76	0,012
21/22 -10	33805	400	170	5747	162	36,5	25,1	0,1	5,6	26,0	4	65	< 0,1	540	7478	28,6	72	0,022

Datum	Aanvoer l/dag	Influent						Effluent						Beluchtingstank					Slib- bel.
		COD mg/l	BOD ₅ mg/l	BOD ₅ g/dag	BOD ₅ g/m ³ dag	Kjeld. N mg/l	Amm. N mg/l	Amm. N mg/l	Kjeld. N mg/l	NO ₃ N mg/l	BOD ₅ mg/l	COD mg/l	Bez. ml/l	Bez. ml/l	Zw.stof g/m ³	Gloei- rest %	Index		
22/23 - 10	33180	335	160	5301	150	44,5	29,2	0,1	70	26,6	3	45	afw.	510	7492	29,1	68	0,020	
23/24 - 10	34430	350	180	6197	175	43,4	30,8	spoor	4,0	28,5	2	55	afw.	530	7004	28,8	76	0,025	
24/25 - 10	35175	160	160	5628	159	-	31,3	0,1	-	26,3	2	45	< 0,1	520	8016	27,4	65	0,020	
25/26 - 10	34355	370	160	5497	155	42,7	50,3	spoor	3,5	30,5	7	55	afw.	540	6918	28,0	78	0,022	
26/27 - 10	34355	120	135	4638	131	42,0	32,2	spoor	5,2	33,4	2	40	afw.	560	7896	28,3	71	0,017	
27/28 - 10	34355	315	145	4981	141	48,1	37,9	spoor	3,1	34,2	3	53	afw.	560	7924	28,8	71	0,018	
28/29 - 10	33175	520	245	8618	243	44,5	30,8	spoor	1,7	33,8	6	50	afw.	560	7158	28,7	78	0,034	
29/30 - 10	35175	360	150	5276	149	-	23,8	0,1	-	25,3	6	50	0,4	580	8090	29,1	72	0,018	
30/31 - 10	33610	370	170	5714	161	41,0	31,4	0,1	2,1	27,4	8	70	0,1	580	8668	27,5	67	0,019	
31/10 - 1/11	34430	390	180	6197	175	40,9	33,2	0,1	2,1	29,1	2	50	afw.	610	8364	27,9	73	0,021	
1/1 - 11	35475	475	180	6386	180	29,4	20,8	0,1	3,1	25,2	4	60	< 0,1	610	8884	27,2	69	0,020	
2/3 - 11	34430	285	100	3443	97	33,7	26,6	0,1	2,8	26,3	3	70	< 0,1	610	8626	25,9	69	0,011	
3/4 - 11	33385	240	70	2337	66	33,3	23,0	-	-	-	-	-	-	650	8370	28,8	78	0,008	
4/5 - 11	28810	375	160	4610	130	32,5	19,9	spoor	3,1	26,2	5	80	0,3	620	7848	28,5	79	0,017	
5/6 - 11*	30150	365	180	5427	153	30,5	27,6	-	-	-	-	-	-	640	7654	27,4	84	0,020	
6/7 - 11	30150	350	155	4673	132	35,5	26,8	0,1	4,2	23,9	8	45	2,6	670	7880	28,4	83	0,017	
7/8 - 11	29450	335	160	4712	133	40,4	34,7	spoor	4,5	28,2	9	85	3,5	590	8236	27,8	72	0,016	
8/9 - 11	29450	330	140	4123	116	35,6	26,9	spoor	4,5	27,5	8	80	afw.	660	6500	28,8	101	0,018	
9/10 - 11	29450	270	95	2798	79	38,9	29,6	spoor	2,4	28,0	6	55	afw.	600	7652	28,4	78	0,010	
10/11 - 11	29450	280	110	3240	92	44,5	34,1	spoor	3,1	29,7	6	55	afw.	610	8130	28,1	75	0,011	
11/12 - 11	30150	410	185	5578	158	37,9	28,2	spoor	3,1	31,8	4	55	0,9	670	8890	27,6	75	0,018	
12/13 - 11	30850	300	145	4473	126	37,9	29,0	spoor	3,1	30,8	7	80	1,1	660	8182	25,5	81	0,015	
13/14 - 11	31625	335	155	4902	138	37,9	28,8	spoor	2,4	29,1	11	65	4,0	620	8144	28,4	76	0,017	
14/15 - 11	32400	650	210	6804	192	44,5	34,8	0,1	7,3	41,6	13	160	9,0	630	7404	27,0	85	0,026	
15/16 - 11	32400																		
16/17 - 11	32400																		
17/18 - 11	32400																		
18/19 - 11	32400	475	185	5994	169	44,9	33,4	spoor	3,1	35,0	7	67	< 0,1	630	7864	26,5	80	0,021	
19/20 - 11	32400	-	-	-	-	-	-	spoor	2,4	28,2	1	65	< 0,1	680	8374	26,1	81	-	
20/21 - 11	31265	440	225	7035	199	44,0	29,8	0,1	3,8	35,0	9	85	0,4	570	7806	26,7	73	0,025	
21/22 - 11	29790	435	205	6107	173	40,9	28,8	spoor	7,7	34,0	9	80	2,5	570	8732	24,2	65	0,020	
22/23 - 11	29560	385	185	5469	154	46,9	30,4	spoor	2,4	31,0	8	85	8,0	650	7732	27,1	84	0,020	
23/24 - 11	29790	360	135	4022	114	36,7	30,4	spoor	3,1	31,6	6	85	4,5	640	7410	26,5	86	0,015	
24/25 - 11	30020	270	115	3452	98	41,8	33,6	spoor	-	30,8	6	65	0,5	580	9682	20,6	60	0,010	
25/26 - 11	30130	410	180	5423	153	36,8	-	-	5,9	31,6	12	70	3,0	540	7914	26,6	68	0,019	
26/27 - 11	30130	360	110	3314	94	44,5	34,4	spoor	2,4	26,6	-	70	1,0	620	8214	26,7	75	0,011	
27/28 - 11	30130	395	160	4821	136	39,8	29,1	spoor	3,8	33,6	3	40	< 0,1	620	8316	26,3	70	0,016	
28/29 - 11	30130	480	160	4821	136	42,7	30,2	spoor	3,8	32,8	3	80	< 0,1	580	7768	27,9	72	0,018	
29/30 - 11	30130	390	160	4821	136	38,2	26,7	spoor	2,5	31,6	2	80	0,3	620	7772	28,0	80	0,018	
30/11 - 1/12	30130	360	150	4520	128	38,9	32,2	spoor	2,5	30,8	5	110	2,0	650	8050	27,5	81	0,016	
1/2 - 12	30130	315	150	4520	128	40,3	30,0	spoor	3,1	30,5	8	100	1,7	600	7992	26,3	75	0,016	
2/3 - 12	30130	490	230	6930	196	41,0	28,4	0,2	2,5	19,0	8	100	4,0	640	8072	27,0	79	0,022	
3/4 - 12	29790	375	180	5362	151	41,7	30,0	spoor	4,5	34,5	9	75	4,7	640	7474	28,2	86	0,020	
4/5 - 12	29790	405	200	5958	168	38,9	29,5	spoor	2,5	29,8	11	80	1,2	660	7328	28,3	90	0,023	
x	Discontinue aanvoer - na 7 uur aanvoer 1 uur geen aanvoer etc.																		
*	Discontinue aanvoer - na 6 uur aanvoer 2 uur geen aanvoer etc.																		

na het begin slib met het effluent van de installatie werd afgevoerd. Het slibvolume bedraagt dan ongeveer 600 ml/l. Na de in de tabel vermelde periode is getracht om een indruk te verkrijgen van de frekwentie van slib spuien en de hoeveelheid surplusslib. Daartoe werd begonnen met het afdalen van slib uit de beluchttingsruimte overeenkomstig de voorschriften van de fabrikant. Hiertoe werd eerst de luchttoevoer afgesloten, daarna kreeg het slib in de tank gedurende 1 uur tijd tot bezinken en tenslotte werd met behulp van een pomp uit de sliblaag 1/10 deel van de inhoud van de tank afgepompt, waarna de beluchting weer werd ingeschakeld.

Deze procedure werd herhaald steeds nadat het slibvolume was opgelost tot 500 ml/l. Deze laatste waarde werd uit veiligheidsoverwegingen als maximaal toelaatbaar gewenst geacht.

Op deze manier is de frekwentie van het slib spuien vastgelegd. De hoeveelheid spuislib uitgedrukt als grammen droge stof per inwoner-ekwivalent per dag werd berekend met behulp van een representatief monster van het afgepompte slib en de hoeveelheid verpompt materiaal. Uit dit onderzoek valt af te leiden dat surplusslib eenmaal per 4 weken uit de installatie verwijderd moet worden. De hoeveelheid surplusslib is globaal te stellen op 20-25 gram droge stof per 54 gram toegevoerde BOD₅ per dag. Deze getallen gelden natuurlijk alleen voor de omstandigheden waaronder de proefneming te Leidschendam werd verricht.

Het geïnstalleerde vermogen van de installatie bedraagt volgens de fabrikant 1,75 kW, waarvan 1,45 kW voor de compressor en 0,3 kW voor de molen. Bij metingen dezerzijds werd een opgenomen vermogen van 1,57 kW voor de compressor en van 0,178 kW voor de vermaalmlen gevonden.

Voor onderhoudswerkzaamheden aan de proefinstallatie werd een halve dag per week uitgetrokken. Daarbij bleek het iedere keer nodig een vermaal residu uit de molen te verwijderen en de inhoud van de zandvangruimte vóór de toevoerleiding naar de installatie te ledigen. De resterende tijd werd besteed aan het reinigen van de installatie zelf.

Samenvatting

Uit onderzoeken aan de Metoxy proefinstallatie te Leidschendam is gebleken dat met deze installatie een goede zuivering van het afvalwater te bereiken is. De slibbelasting was tengevolge van de verhouding van het aangevoerde volume afvalwater (gemiddeld 1670 l/uur), welke bepalend is voor de goede werking van de bezinkruimte en de verwijingswaarde van het water (gemiddeld 4700 g BOD₅/dag) zeer laag, gemiddeld 0,018. Deze waarde kan ongetwijfeld verder worden opgevoerd, als de bezinkruimte groter wordt gedimensioneerd. De oppervlaktebelasting bedroeg bij de proefinstallatie $1,67 : 2,6 = 0,65 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{uur}$ en de verblijftijd ongeveer 1,5 uur.

Op de installatie waren 87 inwoner-ekwivalenten à 54 g BOD₅ per dag aangesloten. Duidelijk is aangetoond dat het surplusslib frekwenter zal moeten worden afgelaten dan in de prospectus van de fabrikant wordt aangegeven.

Het aantal op de installatie aan te sluiten personen wordt door de fabrikant afhankelijk gesteld van de dagelijkse hoeveelheid afvalwater per hoofd. De type aanduiding van de installatie (= 36 m³) komt overeen met de inhoud van de beluchttingsruimte van de installatie en met de aangevoerde hoeveelheid afvalwater in m³ per dag; er wordt namelijk uitgegaan van een verblijftijd van 1 dag.

Het toepassingsbereik van de onderzochte installatie is dan als volgt:

l/inw. dag	100	130	150	170	200	250	300
inw.	360	280	240	210	180	145	120

In Zwitserland wordt in het algemeen uitgegaan van een hoeveelheid afvalwater van 170 l per hoofd per dag en 75 gram BOD₅ per hoofd per dag. In dit geval zou de installatie volgens de fabrikant toereikend moeten zijn voor de behandeling van het huishoudelijk afvalwater van 210 personen. In ons land, waar wordt gerekend met 100 l per inwoner per dag en 54 gram BOD₅ per hoofd per dag zou dit type installatie voldoende moeten zijn voor de zuivering van het afvalwater van 360 personen. De BOD-ruimtebelasting bedraagt in dit geval 550 g BOD₅ per m³ beluchttingsruimte per dag. Bij een slibconcentratie van 7 g/l in de aeratieruimte is de slibbelasting 0,08. Deze waarde is bij slibstabilisatie voor Nederlandse begrippen te hoog. Bovendien is de bezinkruimte in dit geval veel te krap bemeten.

Uitgaande van een slibbelasting van 0,05 zou de installatie geschikt moeten zijn voor het huishoudelijk afvalwater van maximaal 230 personen. Het is te verwachten dat de hoeveelheid surplusslib dan groter zal zijn dan onder de beproevingsomstandigheden is gevonden. Ook zal dientengevolge meer malen het surplusslib afgelaten moeten worden.

De oppervlaktebelasting van de bezinkruimte bedraagt nu $2,3 : 2,6 = \text{ca. } 0,9 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{uur}$ en de verblijftijd $2,4 : 2,3 = \text{ca. } 1 \text{ uur}$. Neemt men voor de inhoud van de bezinkruimte de gezamenlijke inhoud van bezink- en woelruimte dan vindt men voor de verblijftijd $4,23 : 2,3 = \text{ca. } 2 \text{ uur}$. Ook dan blijft er sprake van een krap bemeten bezinkruimte.

Moet behalve huishoudelijk afvalwater ook nog regenwater in de installatie meebehandeld worden dan is de bezinkruimte zeer bepaald te krap gedimensioneerd.

Tot slot zij vermeld dat de Metoxy installatie in Nederland vervaardigd wordt door Machinefabriek en Ingenieursbureau Stork-Kwant NV te Sneek en wordt vertegenwoordigd door de licentiehoudster Lindeteves-Jacoberg NV te Amsterdam. De ontwerper is MetoBau te Würenlingen in Zwitserland.

Aan het slot van dit artikel mag een woord van dank aan al degenen die bij het tot stand komen van de proefnemingen betrokken waren niet ontbreken.

Literatuur

- Karper, R., *Zuiveringsinrichtingen volgens compacte bouwwijzen*. Water 51 (1967) (18), p. 328, e.v.
- McCarty, Perry L. and Brodersen, C. F., *Theory of extended aeration activated sludge*. Journal Water Pollution Control Federation, vol. 34, no. 11, november 1962, p. 1095, e.v.
- McCabe, J. and Eckenfelder, W. W., *Biological treatment of sewage and industrial wastes, Volume I: Aerobic Oxidation*. Reinhold Publishing Corporation, New York, 1956, Chapman and Hall, Lim., London.
Eckenfelder, W. W.: Kinetics of biological oxidation, p. 18.
- Stewart, Mervin, J., *Activated sludge proces variations, the complete spectrum*. Water and Sewage Works, vol. 111, no. 4, april 1964, p. 153, e.v.
- Imhoff, Klaus R., *Zur Berechnung von Belebungsbecken*. Das Gas- und Wasserfach, 104 Jahrg., Heft 52, 27 Dezember 1963, p. 1494, e.v.
- Krauth, Karlheinz, *Fertigkläranlagen nach dem Schlammbelebungsverfahren für Anschlusswerte bis 500 Einwohner*. Das Gas- und Wasserfach, 109 Jahrg., Heft 46, 15 November 1968, p. 1295.
- Pasveer, A., *De oxydatiesloot, grondslagen en toepassingen*. Cursus Oxydatief-biologische Zuivering van Afvalwater II. Stichting Postakademie Vorming Gezondheidstechniek 1965-1966.
- Bericht über die Untersuchungen von 12 August bis 28 August 1964 an der Versuchkläranlage „Oxydo“ in Koblenz/AG; Eidg. Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung u. Gewässerschutz an der ETH, Zürich, im April 1965.