

Bijzondere toepassingen van de oxydatiesloot zuivel- en bio-industrie

Als een van de eerste, wellicht zelfs als allereerste bijzondere toepassing van de oxydatiesloot staat het gebruik ervan in de zuivelindustrie te boek. Reeds in 1958 verscheen een rapport van de Rijks Agrarische Afvalwater Dienst (RAAD) te Arnhem, inzake de onderzoeken bij de nv Nutricia te Zoetermeer [1]. De proef-oxydatiesloot aldaar had een inhoud van 30 m³. Over het algemeen was het influent weinig geconcentreerd, enkele honderden mg BOD per liter (gem. 211 mg/l). Wel hoog was het gehalte aan calciumzouten. Het merendeel kwam voor in onopgeloste toestand. Rond 20 % van de zware stof in het influent bestond uit Ca.

De zuiveringsresultaten waren gemiddeld zeer goed, als maxima werden waarden van ca. 10 mg BOD₅/l waargenomen. Ook de slibkwaliteit liet, misschien ook wel door het hoge kalkgehalte, niets te wensen over. Slibindices van ca. 50 waren gebruikelijk. Het niet ongunstige energieverbruik en de slibaanwas als geheel leidden tot de conclusie dat het systeem veelbelovend was voor de zuivelindustrie.

Op grond van deze proefresultaten kwamen in 1959 en in 1960 in Groningen een tweetal oxydatiesloten tot stand bij zuivelfabrieken. Ook in Overijssel besloot een kaasfabriek tot de bouw van een dergelijke installatie (1958). Aanvankelijk voldeden de zuiveringsresultaten wel aan de verwachtingen. Na verloop van tijd echter werd, door vergroting van de toegevoerde vervuiling, maar ook door technische onvolkomenheden, de werking minder betrouwbaar.

De interne sanering van de bedrijven in afvalwater-technische zin werd, zoals zo vaak, niet strikt gehandhaafd. Mede tengevolge van onvoldoende controle op de naleving van de voorwaarden uit de lozingsvergunning door de beheerder van het ontvangende water, verslechterde deze toestand met de jaren. Tenslotte bleek bv. een der installaties vrij constant met 400 % te worden overbelast. Niettemin waren de deskundigen door deze ontwikkelingen niet geschokt in hun vertrouwen in het fenomeen oxydatiesloot. De investeringskosten voor dit type installaties bleken bijzonder laag te kunnen zijn, in vergelijking met het enige toen bekende alternatief voor biologische zuivering:

de alternatieve dubbel filtratie.

Ook de eenvoud van het systeem was een sterk punt. De technische onvolkomenheden tenslotte werden veelal veroorzaakt door eenvoudig te vermijden constructiefouten in de toegepaste materialen en appendages.

Hernieuwde proefnemingen werden dan ook terecht opgezet in Ede. Het afvalwater van de proefabriek van het Nederlands Instituut voor Zuivel Onderzoek (NIZO) werd gebruikt als influent. Aan de uitvoerige berichten over deze proefinstallatie [2] kunnen de volgende hoofdzaken worden ontleend:

I. Geleideschotten

Uit metingen is gebleken, dat het plaatsen van geleideschotten in de bochten van de oxydatiesloot de stroomsnelheid van het slibwatermengsel verhoogt en wel tot

de gewenste snelheid van 30 cm per seconde of meer. In de praktijk betekent dit dat geleideschotten met succes het zgn. „middeneiland” kunnen vervangen en dat kan worden volstaan met een verticale separatiwand.

II. Het biologisch inwerken der proefinstallatie

Bij het biologisch inwerken van een oxydatiesloot is het meestal uit financiële overwegingen niet gebruikelijk zoveel slib van een andere installatie te betrekken, dat de oxydatiesloot kan starten bij het gewenste slibgehalte van ca. 4 g/l. Om deze reden begint men veelal bij een lagere slibconcentratie — bijvoorbeeld lager dan 2 g/l — om vervolgens middels het zo goed mogelijk aanpassen van de BOD-belasting, het slibgehalte naar het gewenste peil op te voeren. Daar het slib bij een lage concentratie extra gevoelig is voor overbelasting, wordt in deze periode vaak slib gevormd met slechte bezinkingseigenschappen. Voor zuivel-oxydatiesloten betekent dit meestal dat het slib veel Sphaerotilusdraden bevat, waardoor het bezinkingsproces moeilijk gaat verlopen. Ook komt het soms voor dat het slib in een opgeblazen toestand geraakt zonder een sterke ontwikkeling van Sphaerotilus natans. Bij het biologisch inwerken der proefinstallatie is gebleken, dat de voorgeschiedenis van het slib en de BOD-slibbelasting een belangrijke rol spelen bij de opbouw van een goed bezinkende slibvlok.

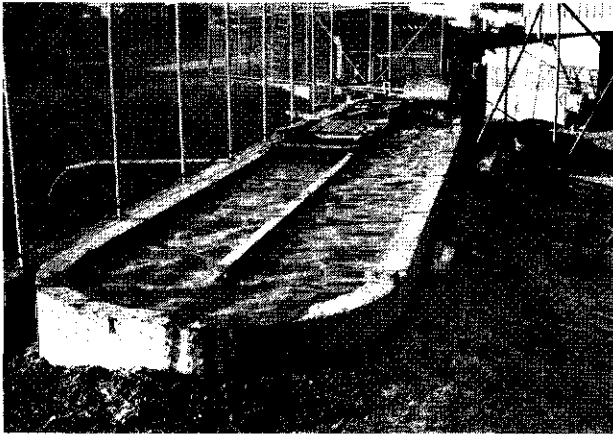
Met betrekking tot het biologisch inwerken van een oxydatiesloot zijn op grond van de hierboven vermelde gegevens de volgende factoren van belang:

- Het entslib moet een goede voorgeschiedenis hebben.
- Bij egale belasting moet de BOD-slibverhouding niet te hoog zijn.
- Bij stootbelastingen kunnen hogere BOD-slibbelastingen worden aangehouden.
- Het aanvangsslibgehalte liefst zo hoog mogelijk nemen; een lage slibconcentratie is, mede vanwege de geringe volumedichtheid, een beter groeimilieu voor Sphaerotilus natans dan een hoog slibgehalte.

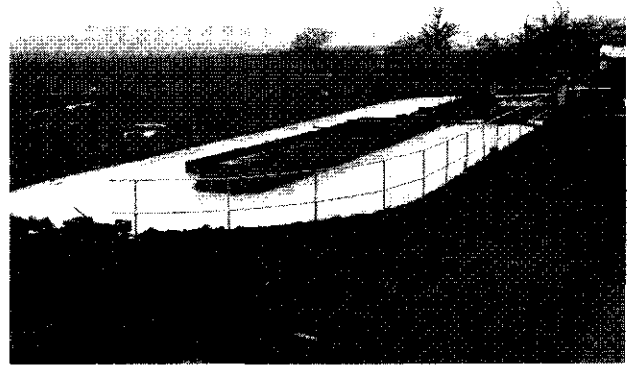
III. Invloed stootbelastingen bij een normaal werkende oxydatiesloot

Een overbelasting van het systeem in de praktijk is meestal het gevolg van plotselinge lozingen van wei of andere melkproducten door het bedrijf. Om deze reden zijn stootgewijze overbelastingen uitgevoerd met achtereenvolgens ondermelk, verzuurde ondermelk, wei en verzuurde wei. Uit deze stootgewijze overbelastingen (100-400 %) is gebleken, dat stootbelastingen geen invloed hebben op de hoedanigheid van het slib. In sommige gevallen werd de slibindex zelfs lager. Wel trad na de stootbelasting een flinke zuurstofdaling op, doch de sloot werd niet zuurstofloos. Bij een overbelasting van 400 % zure wei, bleef het zuurstofniveau in de sloot enkele dagen beneden 1 mg/l.

Voorts nam de BOD₅ van het effluent tijdelijk toe. Bij een discontinue installatie zal de toeneming van de BOD₅ van het effluent geringer zijn.



Afb. 1 - De allereerste proefnemingen in Zoetermeer (1957).



Afb. 2 - De eerste resultaten (Overijssel 1958).

IV. Verbetering van slecht bezinkbaar slib

Uit de onderzoeken hieromtrent is naar voren gekomen, dat actief chloor + stootsgewijze belastingen het slib weer in een goede conditie kunnen brengen. Wanneer het slib draden bevat, dient in de eerste plaats te worden gezocht naar toevoeging van actief chloor en stootsgewijze belastingen. Door zijn destructieve werking is het actief chloor in staat de draden, welke de slibvlokken verbinden, te vernietigen, waardoor het slib aanmerkelijk beter bezinkt. Ook worden door een éénmalige chloorgift de protozoën veelal gedood en wordt de slibvlok gedeeltelijk geoxydeerd. Wanneer na deze chloorgift de belasting elke dag stootsgewijze wordt toegediend, gaan de bacteriën die inhaerent zijn aan een goede bezinking van de vlok, zich explosief ontwikkelen, zodat zij in staat zijn de Sphaerotilusdraden verder terug te dringen. Daar het actief chloor een zeer destructieve werking heeft, dient op laboratoriumschaal te worden uitgemaakt, welke chloorgift verantwoord is voor het geval in kwestie.

V. Slibaanwas

Omtrent de slibaanwas kan op grond van de verkregen uitkomsten worden gesteld dat deze ca. 25-30 % bedraagt van de opgebrachte BOD₅. Aangaande de slibaanwas is wel duidelijk gebleken, dat de groei van het slib wordt beïnvloed door de wijze van belasten en door de samenstelling van het afvalwater.

In laboratorium- en praktijkproeven is aangetoond, dat eenzelfde BOD-stootbelasting meer slibaanwas geeft dan een identieke BOD-belasting gelijkmatig over 24 uren verdeeld. Uiteraard komt dit verschil bij hogere belastingen steeds meer tot uiting.

VI. De zuiveringsgraad van het afvalwater

Het zuivelafvalwater bestaande uit een oplossing van melksuiker, melkzouten, colloïdaal opgelost eiwit en een geringe hoeveelheid vetemulsie, vormt een ideale voedingsbodem voor de micro-organismen. Het resultaat is dan ook dat deze natuurlijke produkten voor meer dan 98 % worden afgebroken. In zuivel-oxydatiesloten, welke juist zijn gedimensioneerd, worden BOD₅-waarden van het effluent bereikt lager dan 10 mg/l. Indien de installatie een stootbelasting ontvangt kunnen tijdelijk hogere waarden voorkomen.

Deze resultaten vormden de basis voor de ontwerpen van een aantal oxydatiesloten bij zuivelfabrieken in

Noord-Holland. In al deze gevallen werd, op grond van de opgedane ervaring, de grootst mogelijke volkomenheid bij de interne bedrijfssanering nagestreefd.

In tegenstelling tot vroegere installaties werd nu afgezien van influent-buffering met het doel om stootbelastingen te vermijden. Verder werd bewust gekozen voor een aparte nabezinktank. Ook de totale vormgeving van het circuit evolueerde, voornamelijk op grond van ruimtewinst en van goedkopere constructie. Tenslotte werden, voor het indikken van surplusslib, speciale maatregelen voorzien.

Dimensionering

Wanneer een zuivelfabriek zijn koelwater via een aparte schoonwaterriolering afvoert en zich overigens enige beperking oplegt ten aanzien van het gebruik van bedrijfswater, zal de BOD₅ van het te lozen afvalwater eerder boven dan beneden 1000 ppm liggen. Consumptiemelkbedrijven die veel produkten in glas gebotteld afleveren komen vaak wat lager uit. De reden hiervan is het vrij grote spoelwatergebruik in de flessenreinigers. Ook het niet smetteloze water uit de sterilisatie apparatuur draagt hiertoe bij. De hoge en wisselende concentratie van het influent maakt een dimensionering op basis van verblijftijd onaanvaardbaar. De voor huishoudelijk afvalwater nog steeds bruikbare vuistregel: inhoud circuit = 3 x 24 h dwa zou voor dit geconcentreerde influent aldaar tot overbelasting leiden. Althans een overbelasting in vergelijking met de universele dimensioneringsgrondslag van de BOD/slibbelasting.

In dit speciale kader zal alleen over oxydatiesloten worden gesproken die zijn gebaseerd op een BOD/slibbelasting van omstreeks 0,05 kg/kg per etmaal.

Het blijkt dat in de praktijk bij deze belasting een uitermate betrouwbaar zuiveringsresultaat mag worden verwacht. Voor ieder industrieel zuiveringsproces kan het belang van de betrouwbaarheidsfactor niet genoeg beklemtoond worden.

Het streven naar een intensivering van de zuiveringsprocessen ligt voor de hand. De investeringskosten kunnen daardoor vaak in niet geringe mate dalen. Ook een mogelijke besparing in grondoppervlakte die bij de beperkte diepte van de sloot aanzienlijk kan zijn, wekte belangstelling in de richting van een intensieve belasting van het systeem.

Intensivering kan worden bereikt door een hoger slibgehalte aan te houden dan 4 gram/l in het aeratie-circuit. Door verdubbeling van dit gehalte kan de sloot 50 %

kleiner worden. De beluchttingscapaciteit van de rotoren kan nagenoeg dezelfde blijven omdat deze wordt berekend op basis van de zuurstofbehoefte in het toegevoerde afvalwater. De BOD/slibbelasting echter blijft op het lage niveau van 0,05 kg/etmaal.

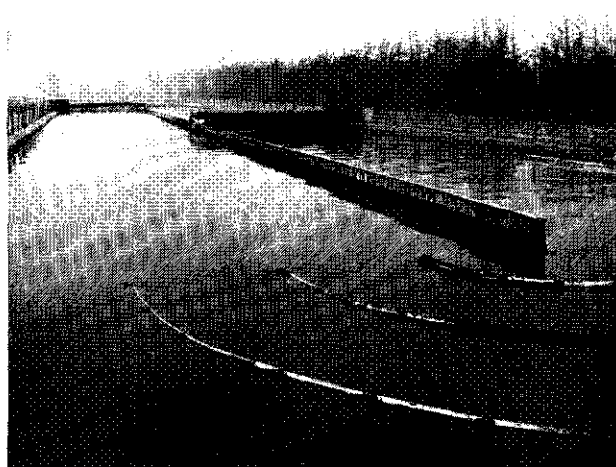
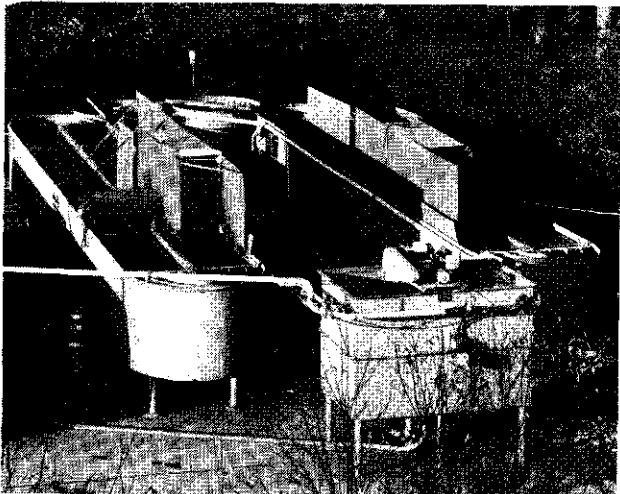
Om meerdere redenen wordt in diverse oxydatiesloten voor zuivelafvalwater inderdaad met deze hoge slibgehaltenes gewerkt.

Eerstens blijkt een hoger slibgehalte meer weerstand te geven tegen stoot- en overbelasting van het systeem. Deze ervaring was reeds bij de proefinstallaties opgedaan en werd later enkele malen in de praktijk bevestigd. Doelbewust onderzoek naar het optimale niveau heeft niet plaatsgevonden en zal ook extra moeilijk zijn omdat de onregelmatigheidsfactor in het toevoerpatroon zo onzeker is. Welke piekbelastingen moet de installatie nog kunnen verwerken zonder schade aan de slibkwaliteit? *Tweedens* wordt in verband met de slibafzet naar landbouwgronden in het winterseizoen graag slib in het circuit gebufferd totdat transport weer mogelijk is. Maatgevend bij deze procedure is in feite de slibindex, die voor zuivelslib ca. 100 bedraagt.

Een hoog slibgehalte in een op de gebruikelijke norm van 4 gr/l ontworpen oxydatiesloot leidt uiteraard tot hoge slibleeftijden. Daarbij heeft de geringere slibaanwas in zuivelafvalwater vergeleken met huishoudelijk afvalwater nog een versterkende invloed. De gemiddelde slibleeftijd in sloten voor huishoudelijk afvalwater is ca. 30 dagen. Hierbij is dan uitgegaan van een slibdrogestofproduktie van 30 gr per inwoner per dag (55 % van de opgebrachte BOD). Voor zuivelslib is de slibaanwas echter slechts ca. 25 % van de opgebrachte BOD, vooral omdat primair slib vrijwel ontbreekt. Neemt men de slibleeftijd van 30 dagen als ontwerpbasis dan resulteren veel kleinere beluchttingscircuits dan de nu gebruikelijke. Of anders gezegd, in de op BOD/slibbelasting van 0,05 ontworpen installaties bij een gemiddeld slibgehalte van 4 g/l is de slibleeftijd van „zuivelslib” ca. tweemaal zo hoog als van „huishoudelijk slib”. Het is de vraag of dit zin heeft. Voortgezette beluchting van 30 dagen oud actief slib blijkt weinig of geen invloed te hebben op de mineralisatie-graad, uitgedrukt in zuurstofverbruik of in gehalte aan anorganische stof.

De consequentie van het gebruik van de slibleeftijd als ontwerpparameter van een zuiveloxydatiesloot wordt nu aan de hand van een bestaand geval getoetst.

Afb. 3 - De latere proefnemingen in Ede (1964).



Afb. 4 - De volgende resultaten (Opmeer, 1965).

Sloot voor 10.000 i.e. (540 kg BOD₅/etmaal). Circuitinhoud, gebaseerd op 200 gr BOD/m³ bij 4 gr slibdrogestof per liter, in totaal 2700 m³.

Rekenend met een slibaanwas ter grootte van 25 % van de opgebrachte BOD, en een slibleeftijd van 30 dagen, ontstaat een slibaanwas per dag van 135 kg en in 30 dagen dus van 4050 kg. Bij handhaving van het criterium 4 gr/l slib in de sloot, moet de slootinhoud dan ruim 1000 m³ zijn.

De BOD/slibbelasting per etmaal wordt in dit geval 540

— kg = 0,133, ofwel 2,7 maal hoger dan de gebruikelijke norm.

De voor industriële afvalwaterzuivering altijd wel noodzakelijke overdimensionering moet niet ontaarden in verspilling van bouw materiaal, ruimte en energie. Het is daarom speciaal dat een dergelijk groot verschil in uitkomst bij toepassing van twee verschillende, maar wel plausibele uitgangspunten, noodt tot nader onderzoek. Alle moderne zuivel-oxydatiesloten zijn voorzien van een aparte nabezinkinrichting. De af te voeren waterhoeveelheden zijn van zodanige omvang, dat een continu proces de voorkeur verdient.

Gescheiden bezinking, met regelbare retourslibvoorzieningen biedt de meeste waarborgen om bij matige en zelfs slechte bezink-eigenschappen van het slib, toch een effluent te kunnen lozen zonder bezinkbare delen. De op het systeem van de Dortmund-tank berustende nabezinkingen, met een oppervlaktebelasting tussen 0,5 en 0,75 m/h, voldoen in alle opzichten. Het bekende nadeel van hoge investering, weegt volledig op tegen de betrouwbare werking, mede door de afwezigheid van bewegende delen bij dit type bezinktank.

Vormgeving

De uitvoeringsvorm van het beluchttingscircuit, oorspronkelijk een ovale sloot met middeneiland, en wanden met een talud 1 : 1, is in de loop der tijden geëvolueerd. Het middeneiland werd eerst vervangen door een scheidingsdam, later door een nog eenvoudiger verticale scheidingswand van geprefabriceerde perronstukken.

De bouw werd hierdoor vereenvoudigd omdat begonnen kon worden met het leggen van één vlakke vloer voor de gehele sloot. Om de lengte van de installatie te beperken werden de „benen” van de sloot als het ware omgeklapt en ontstond de labyrint-vorm.

Door de introductie van de puntbeluchters werd het mogelijk het slootidee te verlaten en kon op de rechthoekige tankvorm worden overgegaan. Een tussenvorm, de carrouseluitvoering is inmiddels ook in de zuivelindustrie in gebruik.

Slibverwerking

Het surplusslib van alle zuivel oxydatiesloten vindt zijn weg in de landbouw als organische meststof. De afzet vindt plaats in vloeibare toestand na statische indikking tot 2 à 3 % droge stof. Het gebruik van mechanische ontwateringsapparatuur is blijkens proeven wel mogelijk maar gezien de geringe slibhoeveelheden per bedrijf, individueel niet economisch.

Voor deze agrarisch gerichte bedrijven moet een blijven de afzet in de landbouwsector mogelijk zijn. De ervaringen in het waterschap „Regge en Dinkel” zijn in dit opzicht veelbelovend. Dit geldt dan nog slib van huishoudelijke oorsprong waaraan bepaalde milieu-hygiënische risico's niet kunnen worden ontzegd. Deze risico's bestaan niet of in slechts zeer beperkte mate, voor zuivel-slib. Het merendeel van de vervuiling wordt hier gevormd door reeds gepasteuriseerde melkresten. Niettemin zou onderzoek hieromtrent van waarde zijn. Op dit onderwerp zal nog nader worden ingegaan bij de bio-industrie oxydatiesloten.

Om de perioden te overbruggen waarin de landbouw het slib niet kan afnemen, beschikken de meeste bedrijven over opslagcapaciteit voor ongeveer een maand. De goedkoopste uitvoeringsvorm blijkt een standaard-landbouwsilo te zijn. Deze silo kan tevens als indiktank worden gebezigd.

Bij een slibaanwas van 30 % van de BOD, wat erg ruim is, en een drogestof gehalte van 3 % bij aflevering betekent een belasting van 100 kg BOD/dag een slibafvoer van jaarlijks ongeveer 300 ton. Een grote zuivelfabriek zal wellicht het vijfvoud van deze hoeveelheid produceren. Nochtans loont zich mechanische ontwatering niet bij deze orde van grootte.

De gemiddelde samenstelling van het slib is als volgt, uitgedrukt in % van de droge stof:

Organische stof	75	Kalk (CaO)	7
Stikstof (N)	6	Kalium (K ₂ O) sporen	
Fosfor (P ₂ O ₅)	5,5		

Slibhuishouding

In het voorgaande zijn de meeste aspecten, zowel de kwalitatieve als de kwantitatieve van de slibhuishouding in zuiveloxydatiesloten behandeld.

Zuiveringseffect

Het zuiveringseffect dat met oxydatiesloten voor zuivelafvalwater kan worden bereikt is zowel relatief als absoluut zeer hoog. Bij enige aandacht voor een juiste gang van zaken is het zeer wel mogelijk om BOD₅-waarden van 10 en COD waarden van 40-60 dpm te bereiken, in een volledig genitrificeerd effluent.

BIO-INDUSTRIE

Zoals in vrijwel iedere tak van bedrijvigheid wordt ook het individuele landbouwbedrijf gedwongen tot intensivering en specialisatie.

Alleen op deze wijze kan aan nationale en internationale concurrentie het hoofd worden geboden. Intensivering van de produktie is zeker op de gemengde zandbedrij-

ven in het oosten en zuiden van ons land slechts in beperkte mate mogelijk. Veelal gaat de agrarische ondernemer zich met voordeel specialiseren in een bepaald onderdeel van het oorspronkelijk zeer gevarieerde produktieschema.

De beperkte en gefixeerde omvang van het merendeel van de zandbedrijven, leidde ertoe dat niet-grondgebonden produkties bij deze specialisatie de voorkeur genieten. De dierveredelingssector is hiertoe bij uitstek geschikt.

Zo ontstonden in de vijftiger jaren de grote mesterijbedrijven voor varkens, slachtpluimvee, kalveren en de grote legkippen- en varkensfokbedrijven. Groot gezien de aantallen dieren per bedrijf, nog steeds klein of middelgroot gezien de bedrijfsoppervlakte. Een toenemend aantal bedrijven beschikt zelfs in het geheel niet (meer) over cultuurgrond. Deze gehele groep van gespecialiseerde dierveredelingsbedrijven wordt verstaan onder het begrip: bio-industrie.

Vooraf op die bedrijven waar de min of meer „natuurlijke” verhouding tussen aanwezige dieren en oppervlakte cultuurgrond ingrijpend verandert, zijn problemen te verwachten bij de afvoer van de dierlijke afvalstoffen. Bij gebruik als meststof is het bijvoorbeeld voldoende om de afvalstoffen van 17 varkens op een hectare bouwland te brengen. Hierbij worden de bodemvoorraden aan kali en fosfaat bij een normale vruchtwisseling vrijwel in stand gehouden. Het merendeel van de bio-industrieën heeft echter een veelvoud van 17 varkens per hectare eigen cultuurgrond.

Om de daaruit voortvloeiende overmaat aan afvalstoffen kwijt te raken hanteert men methoden als: overbemesting, transport naar andere agrarische bedrijven, afvoer naar centrale mestdrogerijen, dumping en droging in eigen beheer. Daarnaast werd de mogelijkheid ontwikkeld om door middel van aerobe biologische afbraak het probleem op te lossen c.q. te verlichten.

In 1964 begon de RAAD met proeven in deze richting, uitgaande van het principe van de oxydatiesloot. De resultaten van de eerste praktijkinstallatie die in 1965 tot stand kwam, waren hoopgevend. Zeer hoge zuiveringspercentages, 99 % BOD verwijdering was eerder regel dan uitzondering, konden worden bereikt. Omdat echter het influent wel bijzonder geconcentreerd was (BOD gem. 30.000 ± 3000 ppm) werd toch niet een standaard kwaliteit effluent bereikt. Bij een lage slibbelasting van 0,023 kg BOD/kg slib en een gemiddelde verblijftijd van 40 dagen, werd de totale mestproduktie van 100 varkens behandeld. De waargenomen slibaanwas was normaal in vergelijking met installaties voor huishoudelijk afvalwater.

De aanwezige technische voorzieningen en de wijze van bedrijfsvoering maakten nauwkeurige metingen toen helaas onmogelijk. Een van de beperkende factoren voor de toepassing van aerobe zuivering blijkt namelijk de droge stof balans van het systeem te zijn, zoals later zou blijken. In 1966 kon, dankzij een subsidie van de Minister van Verkeer en Waterstaat een breed opgezet onderzoek worden uitgevoerd. Over de resultaten hiervan werd onlangs [3 en 4] gerapporteerd.

Vrijwel alle (ca. 30) in Nederland bestaande installaties bij bio-industrieën zijn, conform de standaard parameter, ontworpen op een BOD/slibbelasting van 50 gr per kg slib per dag. Om praktische redenen als o.a. beperking van slibafvoerfrequentie, is het actuele slibgehalte in het beluchtingsbassin meestal aanmerkelijk hoger dan 4 gr/l.

Tabel I geeft een overzicht van de belangrijkste gegevens van een aantal bij het onderzoek betrokken installaties.

TABEL I - Gegevens betreffende oxydatiesloten bij bio-industrieën

Diersoort	Belasting (kg BOD/dag)	Inhoud aeratiebassin (m ³)	Verblijftijd (dagen)	gem. slibgehalte (kg d.s./m ³)	gem. slibbelasting (g BOD/kg d.s.d.)	Ruimtebelasting (kg BOD/m ³ .d.)
leghennen	25	90	53	13	22	0,28
mestvarkens	13	35	16	8	48	0,38
mestvarkens	8	35	40	10	23	0,23
varkens	150	1030	12	9	16	0,14
mestkalveren	12	60	100	12	17	0,20
mestkalveren	15	70	54	13	17	0,21
mestkalveren	30	85	27	10	35	0,35

Dimensionering

De dimensionering van de in Nederland gebouwde installaties t.b.v. bio-industrieën is in grote trekken gelijk aan die van oxydatiesloten voor de behandeling van huishoudelijk afvalwater. De doelstelling van deze installaties is tweedelig. Ten eerste om een zo groot mogelijk gedeelte van het influent als gezuiverd effluent te kunnen lozen. Hiermee wordt het transportprobleem vereenvoudigd. Ten tweede om zoveel mogelijk droge stof uit het effluent af te breken zodat het uiteindelijke volume gestabiliseerd surplusslib zo gering mogelijk wordt, wederom met het oog op transportkosten van de reststoffen.

Het is niet zonder redenen dat deze beide, voor de hand liggende doelstellingen hier wellicht ten overvloede worden gememoreerd. In het buitenland, en met name in de USA streeft men met de oxydatiesloot voor de bio-industrie een geheel ander doel na. Hoofdzakelijk is daar het ook ons niet onbekende neveneffect van de aerobe mestbehandeling, namelijk het elimineren van het stankprobleem. In vele Hinderwetsprocedures speelt dit facet vaak de hoofdrol bij vestiging of uitbreiding van bio-industrieën. Wordt zoals in Amerika het neveneffect echter tot hoofddoel gemaakt, dan kunnen ook de dimensioneringsgrondslagen worden aangepast.

Gebruik makend van de optredende vloeistofverdamping (0,5-1 % per dag) wordt de drijfmestmessa zover mogelijk ingedikt. De grens wordt gevormd door het punt waarop de beluchter de massa onvoldoende in turbulente beweging kan houden. Zuurstofgebrek en anaerobie nopen dan tot het verwijderen van een deel van de inhoud. Wanneer deze mestafbraakinstallaties direct onder de roosterstelvloer zijn gebouwd is een bijkomend voordeel dat de stallucht zelf ook zuiverder is. Zeer opvallend is het effect in stallen met legkippen of batterijen. Aan de staaldraad bodem van de kippenkooien blijft nauwelijks enige verse mest hangen, die nog stank kan verspreiden. De lucht in een proefstal van Cornell University in Ithaca (NY) was dan ook gelijk die in een wat vochtige kelder. De geur van kippemest was volkomen afwezig. Daar het echter niet de bedoeling is om in dit artikel bijzondere toepassingen van de oxydatiesloot te behandelen wordt aan dit facet geen verdere aandacht besteed.

Om constant een redelijk zuiveringsresultaat te kunnen bereiken blijkt een ruime dimensionering noodzakelijk. Hiervoor zijn enkele redenen aan te geven die verband houden met de te behandelen materie. De hoge BOD-

concentratie van het influent (5.000 à 35.000 mg/l) samen met het geringe volume noodzaken meestal tot een éénmalige influent dosering per dag.

Dit belastingspatroon is biologisch niet het meest ideale. Het kleine dagelijkse volume vraagt, om technische en economische redenen, een discontinu bedrijf, zonder aparte nabezinking. Een lange bezinkperiode met stilstaande beluchter blijkt nodig om een voldoende dikke effluentlaag zich te laten afscheiden. De zuiveringsperiode wordt hierdoor wezenlijk bekort.

Zowel om de frequentie van het surplusslib verwijderen te drukken, als ook om een hogere indikkingsgraad van het surplusslib te verkrijgen houdt de praktijk hoge slibgehalten aan in de aeratiebassins. De activiteit van het gemiddelde slib is echter laag omdat een niet gering deel van de vaste stof wordt gevormd door biologisch inerte voederresten, strodeeltjes etc. Om voldoende actief materiaal in omloop te hebben moet het slibgehalte wel hoog zijn, moet dus ook het beluchtingsbassin ruim zijn bemeten.

Tenslotte speelt ook de factor „toezicht en onderhoud” nog een rol. In de meeste gevallen is deze bij bio-industrieën niet ideaal. Ook dan weer vormt een wat ruime dimensionering een graag ingecalculerde zekerheidsfactor.

Dimensionering op basis van slibleeftijd leidt in nog sterkere mate dan bv. bij zuivelafvalwater tot moeilijkheden. De hoeveelheid drogestof die per diersoort per dag in de mest wordt geproduceerd is van zoveel factoren afhankelijk, dat daarvoor geen betrouwbare middenwaarde is te geven. Hetzelfde geldt overigens voor de totale hoeveelheid BOD en COD die per dier per dag wordt geproduceerd, en voor de surplusslibaanwas als percentage van de toegevoerde BOD en COD. Hierbij speelt het levendgewicht van het dier een voorname rol naast o.a. het soort voedsel en de hoeveelheid daarvan. Omdat de installatie in staat moet zijn de maximale vervuiling van het te stallen veebestand te verwerken, gaat men wel uit van de volgende BOD-productie per dier per dag:

mestkalveren		75 gr. BOD
fokvarkens		50 gr. BOD
mestvarkens	alleen gier	20 gr. BOD
	drijfmest	100 gr. BOD
legkippen	batterijmest	18 gr. BOD

Het Uitvoeringsbesluit van de Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren geeft ter vergelijking de volgende vervuilingswaarden aan, uitgedrukt in inwoner-equivalenten op basis van COD en stikstof (tesamen 180 gram O₂-behoefte):

kalveren	1 inwoner-equivalent
varkens, volledige lozing	2 inwoner-equivalent
varkens, alleen gier	1 inwoner-equivalent
kippen, drijfmest	0,1 inwoner-equivalent

Vormgeving

De meestal geringe omvang van de installaties en de zwakke economische positie van de ondernemers, noopt tot een zeer eenvoudige uitvoeringsvorm van het geheel. Het oorspronkelijke sloottype leent zich als installatie zeer goed voor „doe-het-zelf”-uitvoering door de boer. De beluchter wordt als bouw pakket aangeschaft, de slootbekleding kan in beton of in hydrofaan worden uitgevoerd. De laatste tijd worden vrijwel uitsluitend puntbeluchters toegepast, gemonteerd in geprefabriceer-

de betonnen mestilo's. Deze compacte bouwwijze blijkt bedrijfszeker te zijn. De meeste inrichtingen werken zoals reeds gezegd, discontinu. Een beperkte automatisering kan de dagelijkse aflatprocedure vereenvoudigen en betrouwbaar maken.

Nochtans hebben, blijkens ervaring, deze meest zeer eenvoudige installaties, meer behoefte aan toezicht en onderhoud dan de conventionele oxydatiesloten.

Het ontbreken van voldoende zuiveringstechnisch inzicht leidt er samen met bovengenoemde factoren toe, dat niet steeds een optimaal zuiveringsresultaat wordt behaald. Intensievere controle en begeleiding door de waterbeheerder zal in vele gevallen wel verbetering kunnen brengen.

Zuiveringseffect

Het gemiddelde reinigingseffect van oxydatiesloten voor de bio-industrie is zeer hoog.

Aan het reeds eerder aangehaalde uitgebreide onderzoek 1967/1970 kunnen de volgende cijfers worden ontleend:

	effluent (mg/l)		reductie (%)	
	COD	BOD	COD	BOD
Varkensdrijfmest	700	100	95,4	98,6
Varkensgier	1200	80	62,7	95,2
Kalvermest	1000	130	97,8	99,3

In deze cijfers is ook de invloed van bedrijfsstoringen verwerkt. Enerzijds mag worden gesteld dat BOD-waarden in het effluent van 20 mg/l en lager zelden voorkomen, anderzijds dat in goedwerkende installaties een BOD-effluent waarde van 150 mg/l niet hoeft te worden overschreden.

Middels voortgezette effluent-beluchting blijkt het mogelijk om een aanmerkelijke verlaging van de BOD te bewerkstelligen. Wellicht biedt een aerobe lagoon in dit verband verdere mogelijkheden. De te behandelen volumina zijn in ieder geval gering, zodat de ruimtebehoefte beperkt kan blijven.

Ondanks het feit dat tengevolge van denitrificatie grote hoeveelheden stikstof verdwijnen worden in het effluent toch meestal nog enkele tientallen tot enkele honderden mg/l ammoniak en nitraat gevonden. In een aantal gevallen kan ook het nitriet-gehalte tot zeer hoge waarden oplopen. Het eutrophiërende effect van deze hoge concentraties wordt weer verminderd door de relatief geringe volumina die door de bio-industrie plagen te worden geloosd. Hetzelfde geldt in feite voor de fosfaat-balans.

De inwoner-equivalentie op basis van BOD en van P ligt in dezelfde orde van grootte bij de verschillende diersoorten. Bio-industrie installaties dragen niet in extra mate bij tot eutrophiëring in vergelijking met zuiveringen voor huishoudelijk afvalwater van dezelfde capaciteit.

Slibhuishouding

De beperkende factor voor toepassing van de oxydatiesloot, of ruimer gesteld van de aerobe biologische zuivering van dierlijke afvalstoffen, wordt gevormd door de slibhuishouding. De hoeveelheid droge stof in de mest van de betreffende dieren is groot. Veel van dit materiaal is biologisch inert en moet dus weer afgevoerd worden, tesamen met het bij de biologische afbraakprocessen gevormde surplusslib. Het resulterende afbraakpercentage van de oorspronkelijke aanwezige droge stof varieert tussen 40 en 70 %.

Wanneer de resterende droge stof in de vorm van tot

5 % d.s. ingedikt surplusslib moet worden afgevoerd is bij een geconcentreerd influent als batterijmest van legkippen de volume-reductie negatief.

De behandeling van drijfmest geeft slechts een geringe volume-reductie, tenzij het influent vooraf mechanisch wordt ontwaterd en het ingedikte materiaal buiten de installatie om wordt verwerkt.

Deze vóórbehandeling blijkt echter nog te weinig bedrijfszeker en alleen voor zeer grote bedrijven economisch verantwoord. Het meeste resultaat is te verwachten van de behandeling van gier welke relatief weinig droge stof bevat bijvoorbeeld tot 2 %. In dat geval blijft ca. 10 % van het oorspronkelijke volume als surplusslib over. Ofschoon nauwkeurig bepaalde getallen vrijwel ontbreken lijkt het redelijk om voor de laatstgenoemde categorie een slibaanwas van 30-50 %, betrokken op de toegevoerde BOD als richtlijn aan te houden.

Hygiëne

Een van de proefinstallaties, werkend volgens het principe van de oxydatiesloot, werd betrokken in een onderzoek over de eliminatie van Salmonella [5].

Uit de kiemcijferbepalingen blijkt dat in de varkensdrijfmest een redelijke reductie van aerobe flora en Enterobacteriaceae bereikt kan worden door de zuivering. Door de meer gedetailleerde MPN-bepaling der Salmonella kiemcijfers kan geconcludeerd worden dat de reductie van Salmonella twee decimalen bedraagt. Dit resultaat stemt goed overeen met de eerder reeds bij verschillende rioolwaterzuiveringsinstallaties gevonden reductie van E.coli.

Voor bio-industrieën kan gezegd worden dat deze installaties volledig voor de hygiënische taak berekend zijn mits de Salmonella-infectie van de dieren niet al te intensief is. Is dit wel het geval, bij Salmonella-kiemcijfers in de orde van grootte van 10^2 - 10^3 en meer, dan blijkt het effluent niet meer als onschadelijk te kunnen worden gekenmerkt. Een algehele eliminatie van pathogene kiemen, i.e. Salmonella, zal niet met deze zuivering te bereiken zijn, zolang de infecties in zo uitgebreide en intensieve vorm bij varkens in Nederland voorkomen.

Perspectief

De oxydatiesloot, in welke vorm dan ook, is voor iedere gesaneerde zuivelfabriek een afdoend en economisch verantwoord sluitstuk op de behandeling van het bedrijfsafvalwater.

Voor de bio-industrie biedt de oxydatiesloot vooral mogelijkheden als biologische vóórbehandeling van afvalstoffen met een laag droge stof gehalte. De omvang van de installatie dient daarbij niet te klein te zijn. Lozing van het effluent vindt dan plaats op een openbaar riool en een daarop aansluitende zuiveringsinstallatie voor verdere reiniging.

De oxydatiesloot kan, met enige aanpassing in de dimensioneringsgrondslagen, goede diensten bewijzen als bestrijdingsmiddel tegen luchtverontreiniging. Dit geldt zowel voor de bedrijven als geheel, alsook bij de verdere verwerking als meststof van de gestabiliseerde drijfmest.

Literatuur

1. RAAD — Rapport proefinstallatie Zoetermeer, Arnhem 1958.
2. Verslag proefoxydatiesloten 1963/1966. RAAD, Arnhem, mei 1966.
3. Have, P. ten. Landbouwkundig Tijdschrift 83, 3, 1971, p. 106.
4. Intern Rapport ILB, RAAD en RIZA, Wageningen, september 1970.
5. Kampelmacher, E. H. Intern Rapport U 130/69 Zoön. RIV Utrecht (1969).