

DE MILIEU-EFFECTEN VAN LOZING VAN ONGEZUIVERD VEENKOLONIAAL
AFVALWATER IN DE DOLLARD VIA EEN PERSLEIDING

Dr. Norbert Dankers

RIJKSINSTITUUT VOOR NATUURBEHEER
VESTIGING TEXEL
Postbus 59, 1790 AB Den Burg, Texel
tel. 02226 - 343

RIN-rapport 84/2

Rijksinstituut voor Natuurbeheer
Texel

1984

BIBLIOTHEEK
RIJKSINSTITUUT VOOR NATUURBEHEER
KEMPERBERGERWEG 67
6816 RM ARNHEM-NEDERLAND

196972 T

R.I.N.-RAPPORT

INHOUDSOPGAVE

1 INLEIDING	2
2 VOORGENOMEN HANDELING	2
3 EFFECTEN	3
3.1 Effecten op de zuurstofhuishouding	3
3.2 Effecten op organismen	6
3.2.1 Benthische organismen	7
3.2.2 Garnalen vissen en vogels	9
4 SAMENVATTING	10
5 LITERATUUR	12

Voorwoord

In Oost-Groningen wordt de laatste eeuw door de aardappelmeel- en strokartonindustrie tijdens de campagne in het najaar een dermate grote hoeveelheid organisch afval geloosd, dat de kanalen zuurstofloos worden, en het gistende afval stank verspreidt.

In de laatste jaren zijn een aantal fabrieken gesloten, en in andere wordt het afvalwater gezuiverd. De fabriek in Terapelkanaal loost nog ongezuiverd afvalwater dat stank in een aantal kanalen, en zuurstofarmoede in het zuidoostelijk deel van de Dollard veroorzaakt.

Er werd naar gestreefd het afvalwater van de fabriek in Terapelkanaal met ingang van 1986 gezuiverd te hebben, maar door financiële problemen bij het bedrijf, en mogelijke veranderingen in het produktieproces waardoor een ander soort zuivering noodzakelijk is, zal deze datum waarschijnlijk niet gehaald worden. Om de stankoverlast toch terug te dringen werd het plan gelanceerd het afvalwater tijdelijk via een persleiding rechtstreeks op de Dollard te lozen.

Door de Consulent Natuurbehoud van de Provincie Groningen werd het RIN gevraagd te rapporteren over de mogelijke effecten van deze lozing. Een snelle rapportage was mogelijk door de vele studies van de werkgroep Biologisch Onderzoek Eems Dollard Estuaria, en een recent rapport van deze werkgroep dat op grond van een modelstudie de veranderingen in het zuurstofgehalte van de Dollard voorspelt.

De Directie

1 INLEIDING

Om de stankoverlast in de kanalen van Oost-Groningen verder terug te dringen zijn er plannen om het afvalwater van de Aardappelverwerkingsbedrijven (AVEBE) in Terapelkanaal niet meer in de kanalen te lozen, maar via een persleiding rechtstreeks naar de Dollard af te voeren.

Naar aanleiding van deze plannen werd door de Consulent Natuurbehoud in de provincie Groningen aan het RIN gevraagd te rapporteren over de te verwachten effecten voor het ecosysteem van de Dollard.

Al gedurende meer dan 100 jaar worden in het najaar zeer grote hoeveelheden spoel- en proceswater van de strokarton- en aardappelmeelfabrieken in de veenkoloniale kanalen geloosd. Het water in de kanalen wordt daardoor zuurstofloos. Vervolgens wordt een deel van het organisch materiaal anaëroob afgebroken waardoor een grote stankoverlast ontstaat. Het zuurstofloze water met hoge concentraties organisch materiaal wordt bij Nieuwstatenzijl in de Dollard geloosd. Daardoor wordt in een deel van de Dollard het water zuurstofloos. Om de effecten van deze lozingen te bestuderen werd in het begin van de jaren 70 aangevangen met het Biologisch Onderzoek Veenkoloniaal Afvalwater (BOVA). Na een aantal jaren werd dit uitgebreid tot het Biologisch Onderzoek Eems-Dollard Estuarium (BOEDE). De gegevens die door dit onderzoek zijn verzameld zijn onontbeerlijk voor het beschrijven van effecten van lozingen in het Dollardgebied.

Gedurende de laatste jaren is door o.a. saneringen binnen de aardappel- en strokartonindustrie en zuiveringsmaatregelen, de hoeveelheid geloosd organisch materiaal sterk afgenomen. In verband met wettelijke regelingen en beleidsvoornemens wordt ernaar gestreefd in 1986 in Oost-Groningen kwalitatief goed oppervlaktewater te hebben. De veenkoloniale industrieën mogen na 1986 dus slechts gezuiverd afvalwater in de kanalen lozen, en ook het spuiwater dat in de Dollard geloosd wordt moet dan minimaal 5 mg/l O₂ bevatten en een laag zuurstofverbruik (BZV 5) hebben.

2 VOORGENOMEN HANDELING

In principe zou voor de industrie in Terapelkanaal een grote zuiveringsinstallatie aangelegd moeten worden om het organisch materiaal in het afvalwater af te breken. Deze installatie moet een capaciteit hebben van ongeveer 1,6 miljoen inwonerequivalenten. Een investering van deze grootte is volgens de aardappelverwerkende industrie niet te dragen en bovendien is niet zeker of in verband met toekomstige produktieaanpassingen of saneringen over enkele jaren nog

zo'n grote zuiveringscapaciteit noodzakelijk zal zijn. Daarom is nu het voorstel gedaan om gedurende een periode van een aantal jaren het afvalwater via een persleiding bij Nieuwstatenzijl rechtstreeks op de Dollard te lozen. De tot nu toe gebruikte vloeivelden (+ 350 ha) bij Terapelkanaal zouden dan niet meer gebruikt worden. De stankoverlast in een groot deel van Oost-Groningen zou daarmee tot het verleden behoren. Het afvalwater komt via de pijpleiding ongeveer 6 weken eerder in de Dollard dan momenteel na het doorstromen van vloeivelden en + 40 km kanaal (STUVA 1983). Voorts wordt ernaar gestreefd de compagnetijd te verlengen van 16 - 18 weken tot 24 weken.

3 EFPECTEN

Door het onderzoek van BOEDE en RIZA is reeds zeer veel bekend over de effecten van het veenkoloniaal afvalwater (BOEDE 1983, blz. 212-236). Bovendien bevindt veel BOEDE onderzoek zich in de laatste stadia voor publikatie. Een uitgebreide behandeling van alle beschikbare informatie zou zeer veel tijd vergen. Bij de beschrijving van de door de pijpleiding te verwachten effecten wordt daarom gebruik gemaakt van een klein aantal relevante publikaties en van ervaringen op het gebied van lozingen en het gedrag van organisch materiaal.

3.1 Effecten op de zuurstofhuishouding

Er is een aantal oorzaken waardoor de zuurstofhuishouding in de Dollard kan veranderen bij lozing via een persleiding ten opzichte van de lozing via de kanalen.

- 1) Door het snellere transport naar de Dollard vindt minder afbraak plaats. Momenteel is het afvalwater ongeveer 6 weken onderweg van de fabriek naar de Dollard. Tijdens deze tocht wordt maar een klein gedeelte van het materiaal aëroob afgebroken, maar een groot deel ondergaat een anaërobe gisting. Een groot deel van het biologisch afbreekbare materiaal is dus al verdwenen als het afvalwater in de Dollard geloosd wordt, en het zuurstofverbruik (BZV 5) is dus lager dan dat van het via een persleiding geloosde water. Bovendien zal het via de kanalen geloosde materiaal voor een groter gedeelte uit langzaam of slecht afbreekbare verbindingen bestaan. Deze verbindingen worden over een groter deel van het estuarium verspreid voordat ze afgebroken worden.
- Bij een lozing via een pijpleiding komt "vers" materiaal in de Dollard, dat nog geheel afgebroken moet worden. Door de snelle afbraak zal de zuurstofvraag dus vooral in het zuidoostelijk deel van de Dollard groot zijn.

2) Het afvalwater komt direct na het begin van de campagne in de Dollard.

Bij het lozen via de kanalen komt het afvalwater rond eind september in de Dollard. Bij gebruik van een persleiding zal dat al midden augustus het geval zijn. In die periode is de watertemperatuur hoger. Daardoor kan het water minder zuurstof bevatten, en bovendien verlopen de afbraakprocessen sneller waardoor meer zuurstof verbruikt wordt.

3) De Westerwoldse Aa loost alleen met eb. Een persleiding kan continu lozen. Het is niet duidelijk wat de gevolgen van dit veranderde spuiregime zullen zijn. Bij lozing via een persleiding tijdens vloed zal het afvalwater in de omgeving van het lozingspunt in hoge concentraties voorkomen, maar tijdens de eb zal het water in de hoofdgeul mogelijk een iets hoger zuurstofgehalte hebben dan bij lozing via de kanalen. Nader onderzoek naar het gedrag van het via een pijp geloosde water en naar het effect op de zuurstofhuishouding wordt aanbevolen.

Momenteel duurt de campagne 16 tot 18 weken. Onafhankelijk van de keuze van lozingsmethode wordt er door de AVEBE naar gestreefd de campagne te verlengen tot + 24 weken. Dit betekent dat een langduriger aantasting van de zuurstofhuishouding zal optreden indien ongezuiverd water geloosd wordt. De gevolgen hiervan op het ecosysteem van de Dollard dienen nader onderzocht te worden.

Over de effecten op de zuurstofhuishouding is door Ruardijen Van Es (1983) een studie verricht. Met een wiskundig model waarin waterstromen en factoren die invloed hebben op de zuurstofhuishouding, ingevoerd werden, berekenden zij de gevolgen van een aantal lozingsscenario's. Op grond van het meest aannemelijke scenario nl. lozing van 210 ton CZV (chemisch zuurstofverbruik) via pijp en 35 ton CZV via de Westerwoldse Aa, waarvan 75 % snel, 10 % langzaam en 15 % nauwelijks afgebroken wordt, komen zij tot de conclusie dat het grootste deel van de Dollard (compartiment 1 t/m 4 (fig. 1), + 80 km²) zuurstofgehaltes lager dan 5 mg/l zal krijgen. 5 mg/l is de minimumwaarde die in binnenwater geaccepteerd wordt op grond van waterkwaliteitscriteria. Bij zuivering van het afvalwater wordt alleen in compartiment 1 (+4 km²) het zuurstofgehalte lager dan 5 mg/l (5 mg/l is de minimumwaarde die in binnenwater geaccepteerd wordt op grond van waterkwaliteitscriteria).

Een simulatie m.b.v. het wiskundig model van de toestand in 1977 werd vergeleken met in het veld gemeten waarden. Hierbij bleek er voldoende overeenstemming te bestaan om het model te accepteren. Er zijn echter een aantal onzekerheden en beperkingen in het model waardoor een toekomstige situatie nooit met grote nauwkeurigheid voorspeld kan worden. Zo gaat het model uit van een homogene

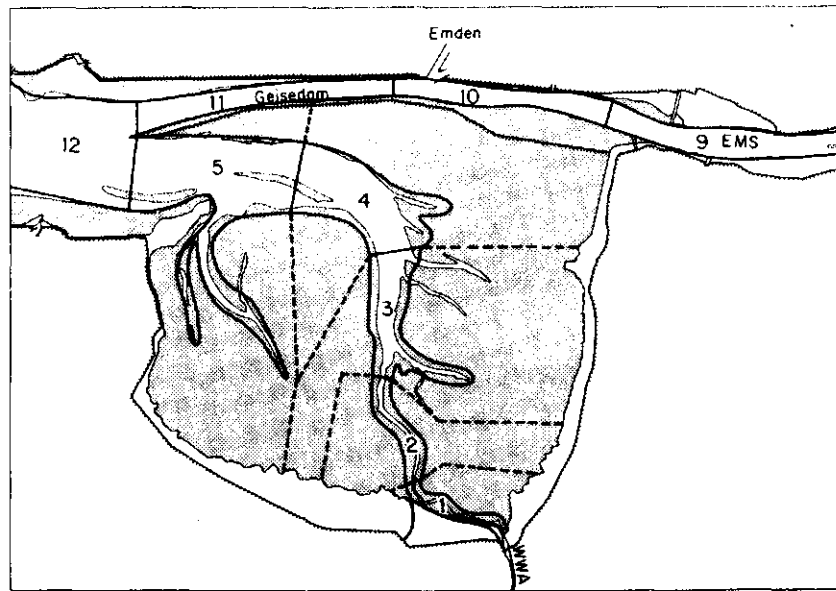


Fig. 1. De Dollard met de compartimentsgrenzen

watermassa in elk van de onderscheiden compartimenten. In de praktijk blijken regelmatig "pakketten" zuurstofloos water voor te komen die ver in de Dollard doordringen. Daardoor kunnen lokaal anaërobe toestanden ontstaan op plaatsen waar dat op grond van de modelberekeningen niet te verwachten valt. Bovendien wordt de situatie bij gemiddelde waterstand gesimuleerd. Bij laagwater kan de situatie in de geul veel ernstiger zijn tot op grotere afstand van Nieuwstatenzijl. Ook is de samenstelling van het door een pijp geloosde materiaal wezenlijk anders dan de via kanalen geloosde substantie. Het model gaat weliswaar uit van een bepaalde verhouding goed, matig en slecht afbreekbaar materiaal die veranderd is ten opzichte van de vroegere lozingen, maar in werkelijkheid is de situatie complexer. Er wordt aangenomen dat het materiaal dat via de kanalen geloosd wordt voor het grootste deel maar matig afbreekbaar is (van Es en Ruardij, 1982). Echter, tijdens het verblijf in de kanalen wordt een deel van het organisch materiaal door gistingsprocessen afgebroken. De hierbij gevormde afbraakprodukten zoals formiaten, propionaten en alcoholen, zijn nog niet volledig geoxydeerd, maar zodra deze verbindingen in een aëroob milieu komen zullen ze zeer snel afgebroken worden. Deze verbindingen komen niet of nauwelijks voor in het via de pijpleiding geloosde afvalwater. Het model gaat er ook van uit dat het afvalwater via de pijpleiding de Dollard rond 1 september bereikt. Op grond van informatie over het verlengen van de campagne lijkt het dat deze datum vervroegd moet worden tot half augustus. Dat wil zeggen dat de effecten ernstiger zullen zijn.

Gedurende de laatste jaren zijn de lozingen bij Nieuwstatenzijl sterk verminderd, en daardoor is het gemiddelde zuurstofgehalte in de zuidoosthoek van de Dollard sterk gestegen. Tussen 1979 en 1982 is de geloosde hoeveelheid (gerekend als BZV₅) afgenomen tot de helft (Essink e.a. 1983). Daar BZV₅ gemeten wordt als materiaal dat binnen 5 dagen afbreekt is het echter beter de geloosde hoeveelheden uit te drukken in tonnen koolstof omdat ook een groot gedeelte van het na 5 dagen nog aanwezige materiaal in de Dollard afgebroken zal worden. Tussen 1979 en 1982 nam de geloosde hoeveelheid koolstof per campagne af van ca. 30.000 ton naar 19.000 ton (BOEDE 1983).

Volgens de voorspellingen van het BOEDE model (Ruardij en van Es 1983) moet verwacht worden dat ondanks de verminderde vuillast de zuurstofgehalten in de Dollard bij lozing via een pijpleiding weer vergelijkbaar zullen zijn met die in de periode rond 1977 toen de grootste lozingen plaatsvonden.

3.2 Effecten op organismen

Conclusies over de effecten van lozingen via een pijpleiding op organismen in de Dollard worden alleen getrokken op grond van door de modelberekeningen voorspelde veranderingen in het zuurstofgehalte. Over de rechtstreekse invloed van het geloosde organisch materiaal (voedsel) op organismen in de toch al voedselrijke Dollard is te weinig bekend om daarover conclusies te trekken. Wel wordt algemeen aangenomen dat deze invloed vergeleken met de effecten van lagere zuurstofgehalten te verwaarlozen is. Een vermindering van de hoeveelheid geloosd organisch materiaal in de periode 1978-1982 heeft in elk geval niet geleid tot verlaging van dichtheden van Nereis (Essink e.a. 1983).

Een belangrijk probleem bij het trekken van conclusies is dat in het zuid-oostelijk deel van de Dollard voor de meeste benthische organismen al een extreem milieutype aanwezig is. Door de afwisseling van zout en zoet, lange droogvaltijd en korte fourageertijd, grote temperatuurschommelingen, en de onder natuurlijke omstandigheden al relatief grote fluctuaties in zuurstofgehalte door de grote hoeveelheden sedimentierend organisch materiaal die ter plaatse gemineraliseerd worden, komen in het zuid-oostelijk deel van de Dollard weinig soorten voor. Daar staat tegenover dat in de relatief dunne waterlaag boven de platen de invloed van reaëratie groot is, en in de geulen door turbulentie goede menging optreedt.

Bij het aangeven van veranderingen die zullen optreden ten gevolge van het lozen via een pijpleiding kan men zich afvragen waarmee vergeleken moet worden. Men kan b.v. het slechtste jaar nemen (1977), de huidige, sterk verbeterde, situatie, of de potentiële optimale situatie die zou ontstaan indien het afvalwater, zoals gepland, in 1986 slechts gezuiverd geloosd wordt. Men zou deze optimale situatie

moeten vergelijken met de situatie welke ontstaat als de pijp aangelegd wordt, maar omdat niet voldoende bekend is hoe het ecosysteem zich zal ontwikkelen na het saneren van de afvalwaterlozingen, kan in de praktijk slechts vergeleken worden met de huidige en eerdere situaties.

3.2.1 Benthische organismen

Over invloeden van zuurstofloos water op kwelderplanten is weinig bekend. Deze planten zijn weliswaar aangepast aan het feit dat ze met de wortels in zuurstofloos sediment staan, maar in de praktijk blijkt dat meestal rond de wortels toch zuurstof aanwezig is (Ranwell 1972, p. 92). Ranwell (1972, p. 95) concludeert dat kwelderplanten weliswaar niet afsterven door zuurstofloosheid van het sediment, maar dat ze in anaërobe sedimenten wellicht doodgaan door toxische verbindingen b.v. sulfiden die onder anaërobe omstandigheden gevormd worden. Ook Chapman (1976) benadrukt het belang van een bovenste bodemlaag met zuurstof omdat anders veel kweldersoorten het niet zouden overleven. De zeer lage zuurstofgehalten in de directe omgeving van het lozingspunt zouden een negatieve invloed kunnen hebben op de kweldervegetatie ter plaatse. Nader onderzoek hiernaar is gewenst.

Er zijn duidelijk effecten van lozingen op de soortenrijkdom van benthische diatomeën aangetoond (Admiraal en Peletier, 1980), maar het is niet duidelijk of de primaire produktie in positieve of negatieve zin beïnvloed wordt door de lozingen. In elk geval zijn van nature voldoende nutriënten aanwezig zodat een "bemesting" geen effect heeft. De hoge primaire produktie in het zuidoostelijk gedeelte van de Dollard is te wijten aan de hoge ligging van de platen en de daardoor lange lichtinstraling, en aan het verminderen van de begrazing omdat veel soorten grazers verdwenen zijn ten gevolge van de verontreiniging (BOEDE 1983, p. 225).

De zeer kleine bodemdieren (meiofauna) komen met relatief weinig soorten in het zuidoostelijk deel van de Dollard voor, en hetzelfde geldt voor de grote bodemdieren (macrobenthos). Volwassen nonnetjes (Macoma baltica) komen in dit gebied niet voor terwijl ze er van nature wel aanwezig zouden kunnen zijn. Hun verdwijnen is naar alle waarschijnlijkheid te wijten aan de lozingen (BOEDE 1983, p. 327).

Het dier dat momenteel met de grootste biomassa in het zuidoostelijk deel van de Dollard voorkomt is de Zeeduizendpoot (Nereis diversicolor). Nereis is eigenlijk geen goede soort om als indicator voor milieuveranderingen te gebruiken. Hij is zeer resistent tegen extreme situaties en kan nagenoeg zuurstofloze condities enige tijd overleven. Desondanks verdwenen deze wormen vroeger in het najaar uit het gebied bij Nieuwstatenzijl ten gevolge van de lozingen. In 1982 vonden Essink e.a. (1983) dat de dieren in het najaar echter nog wel aanwezig waren; dit werd mogelijk door de sterk verminderde vuillast van de Westerwoldse Aa.

Uit Essink e.a. (1983) kan worden opgemaakt dat Nereis verdwijnt bij zuurstofgehalten onder de 2 mg/l. Volgens Ruardij en van Es (1983) wordt het zuurstofgehalte t/m gebied 3 (fig. 1), dat wil zeggen in een gebied van ongeveer 45 km² minder dan 2 mg/l. Dat wil echter niet zeggen dat daar ook alle Nereis zal verdwijnen, want Van Es en Ruardij modeleerden voor de situatie bij gemiddelde waterstand, terwijl Essink zuurstof mat rond hoogwater als de hoogste waarden voorkomen. Bovendien spelen in het gebied waar Essink e.a. (1983) werkten een aantal andere stressfactoren mee zoals hoogteligging, laag zoutgehalte, temperatuur etc. zodat de dieren wellicht wat gevoeliger waren voor lage zuurstofgehalten. Uit de resultaten van Ruardij en Van Es (1983) kan ook opgemaakt worden dat de toekomstige situatie tenminste even ernstig zal zijn als de toestand in 1977 (het jaar met de grootste lozingen) toen Nereis in een gebied van minimaal 7 km² in het najaar geheel verdwenen was. Nereis kwam toen wel in een groter gebied voor dan op grond van het zuurstofgehalte (2 mgO₂/l niveau) voorspeld zou worden. De dichtheden waren toen wel zeer laag, Essink (pers.comm.) vond op de overgang van gebied 3 en 4 (fig. 1) in het najaar dichtheden van $\pm 100/m^2$. In latere jaren waren de dichtheden in dat deel van de Dollard veel hoger (400-600/m²). Door Van Arkel en Mulder (1982) werden de dichtheden en biomassa's van najaar 1974/75 en voorjaar en nazomer van 1979 met elkaar vergeleken. In 1974 en 1975 werd veel afvalwater geloosd, en in de campagne van 1978 relatief weinig. In 1979 werden significant hogere dichtheden en biomassa's gevonden dan in 1974/75, maar het is niet duidelijk in hoeverre dit een normale jaarlijkse fluctuatie is, een seizoeneffect of een effect van minder lozing.

Op grond van de beschikbare informatie kan niet geconcludeerd worden in welke mate Nereis en andere bodemdieren achteruitgaan ten opzichte van de huidige situatie als via de pijpleiding geloosd gaat worden. Dat van een aanzienlijke afname sprake zal zijn is zeker.

Volgens Van Arkel en Mulder (1982) kwamen in 1979 over de gehele Dollard gemiddeld 300-700 individuen van Nereis diversicolor per m² voor. De biomassa was 1,3 - 2,7 g/m² (asvrij drooggewicht(AVD)) dat wil zeggen 1300 - 2700 kg/km². Essink e.a. (1983 en pers.comm.) vonden in het zuidoostelijk deel van de Dollard juist buiten de maximale invloedsfeer van het zuurstofloze water dichtheden van gemiddeld 1200/m². Juist in dit gebied zullen de effecten van het te wijzigen lozingsregime het ernstigst zijn. Nereis zal elk najaar weer verdwijnen over een gebied van minimaal 10 km² (13-27 ton AVD) en maximaal 30 à 40 km² (39-112 ton AVD)

Ook onder normale omstandigheden trekt een deel van de jonge Nereis in de winter naar dieper water (Essink e.a. 1983; Dankers en Binsbergen, 1984). Doordat de lozingen met een pijpleiding al in augustus zullen beginnen, zal Nereis al ernstig gestoord worden in een periode dat ze nog in zeer grote dichtheden aanwezig zijn. Daardoor al het effect op de populatie ernstiger zijn dan bij een lozing via de kanalen die pas eind september de Dollard bereikt.

3.2.2 Garnalen vissen en vogels

Bij het beoordelen van effecten op garnalen, vissen en vogels moet een onderscheid gemaakt worden tussen de rechtstreekse effecten die het gevolg zijn van reacties van deze dieren op zuurstoftekorten en de indirecte effecten ten gevolge van het verdwijnen van prooidieren.

Vogels hebben geen last van water met te lage zuurstofgehalten, en garnalen en vissen hebben in principe de mogelijkheid water met lage zuurstofgehalten te verlaten en te ontwijken. In de praktijk blijkt dit echter dikwijls niet te lukken. Vlak bij de sluis van Nieuwstatenzijl zijn met sleepnetten dikwijls dode vissen gevangen (BOEDE 1983). Ook garnalen overleven een kortstondig verblijf in zuurstofloos water niet, en tijdens de lozingen gaan zeer veel garnalen dood (Stam 1982). In de geul stroomt het zuurstofloze zoete water over het zoute nog zuurstof bevattende water heen. Als de zuurstofgehalten bij de bodem dalen, zwemmen de garnalen omhoog (Huddart en Arthur 1971), waar nog lagere concentraties aanwezig zijn. Als ze het wateroppervlak kunnen bereiken, worden ze daar gevangen door meeuwen die zich concentreren op de overgang van zuurstofrijk naar zuurstofarm water. Ook op de platen kan tijdens lozingen een grote sterfte van garnalen optreden (Stam 1982). Bij welke zuurstofconcentraties sterfte van garnalen optreedt is niet duidelijk, en daarom is niet nauwkeurig aan te geven over welk gebied garnalen en vissen zullen verdwijnen indien via een pijpleiding geloosd wordt.

De belangrijkste reden dat in het zuidoostelijk deel van de Dollard op de platen in het najaar geen vis voorkomt is volgens Stam (1982) het ontbreken van voedsel. Van mei t/m juli komt daar wel een aantal vissoorten voor. Indien t.g.v. het lozen via een pijpleiding de dichtheid van de bodemdieren *Nereis*, *Corophium*, *Macoma* etc. afneemt zal dit dus een effect hebben op de vispopulatie van de Dollard, en in tweede instantie enig effect op de Noordzeepopulatie.

Ook is de garnaal een belangrijk prooidier voor verschillende soorten vogels, terwijl *Nereis* en *Corophium* het belangrijkste voedsel zijn voor de kluut. In gebieden zonder *Nereis* schijnt de kluut niet te foerageren (Essink, pers.comm). De biomassa van de garnaal bedraagt momenteel $\pm 100 \text{ kg/km}^2$ (AVD), maar omdat niet voorspeld kan worden over welk gebied ze zullen verdwijnen, kunnen de effecten op predatoren niet doorgerekend worden.

Zoals eerder aangegeven kan berekend worden dat ten gevolge van de lozing via de pijpleiding de biomassa van *Nereis* af zal nemen met minimaal 13 ton (AVD). Er wordt aangenomen dat voedsel beperkend is voor de vogels in de Dollard, en dat 25-50 % van de beschikbare *Nereis* door vogels geconsumeerd wordt (Smit, 1979). Grof geschat verdwijnt dus minimaal 3 ton van de voor vogels beschikbare organische stof.

Een kluut eet per dag ca. 35 gram (AVD) (Smit 1979). Een verminderd voedselaanbod van 3 ton betekent dus minimaal $3 \times 10^6 / 35 = 85700$ vogeldagen minder voedsel. Dit kan echter niet met zekerheid vertaald worden in het al dan niet verminderen van het aantal kluten in het gebied, omdat niet zeker is of het aantal kluten gelimiteerd is door

het voedselaanbod. In de jaren zestig kwamen veel grotere aantallen voor dan nu (Boekema e.a. 1983), en het is niet bekend in welke dichtheden Nereis toen voorkwam. De kluut besteedt thans jaarlijks 585000 vogeldagen in de Dollard. Indien voedsel momenteel beperkend is, moet er van worden uitgegaan dat door het lozen via de pijpleiding het klutenbestand in het najaar met 15 % zal kunnen verminderen.

De kluut komt met de grootste aantallen voor in juli t/m oktober, dat wil zeggen dat vooral het vervroegen van de lozingen voor deze soort zeer nadelig is. Omdat de kluut op grotere schaal gezien een zeldzame soort is, wordt de z.g. Ramsarnorm (1 % van de Noordwest-europese populatie) al overschreden als in een gebied 250 kluten aanwezig zijn.

Ook voor de zwarte ruiters is de Dollard een belangrijk gebied. De grootste aantallen komen voor in augustus (1800-1900 individuen). Het belangrijkste voedsel is garnaal en Nereis (Holthuijzen 1979), maar de belangrijkste foerageergebieden liggen buiten de directe invloedssfeer van de Westerwoldse Aa. In hoeverre het aantal ten gevolge van de lozing via de pijpleiding zal verminderen is moeilijk te berekenen, maar het vervroegen van de lozing zal het grootste effect hebben.

Ongetwijfeld zullen ook andere vogels beïnvloed worden, maar de effecten zullen minder ernstig zijn dan voor kluut en zwarte ruiters vanwege de voedselkeuze en/of tijd van voorkomen.

4 SAMENVATTING

In verband met het streven de omgeving van Terapelkanaal met ingang van 1986 te bevrijden van de stankoverlast ten gevolge van de jaarlijkse aardappelcampagne, wordt overwogen het afvalwater via een pijpleiding rechtstreeks op de Dollard te lozen. In de Dollard zal dan "vers" afvalwater geloosd worden omdat de gedeeltelijke afbraak die momenteel in de kanalen optreedt dan niet meer plaatsvindt. Daardoor zal meer organisch materiaal binnen de Dollard afgebroken moeten worden, hetgeen een negatieve invloed heeft op de daar heersende zuurstofgehalten. Bovendien zal de lozing door het snellere transport ongeveer zes weken eerder plaatsvinden dan thans het geval is.

De zuurstofgehalten in de Dollard zullen waarschijnlijk weer dalen tot niveaus die rond 1977 voorkwamen, toen zeer veel afvalwater geloosd werd. Deze conclusie is gebaseerd op een rapportage n.a.v. modelonderzoek van het BOEDE. Omdat in het model een aantal onzekerheden zitten, zouden de effecten in werkelijkheid nog ernstiger kunnen zijn. Door de lage zuurstofgehalten, en het vroeger optreden daarvan, zullen veel organismen in het najaar uit het zuidoostelijke gedeelte van de Dollard verdwijnen. Dit zal gevolgen hebben voor de vissen en vooral de vogels die in dit gebied foerageren. Vooral de kluut wordt ernstig getroffen. Een en ander betekent een wezenlijke vermindering van de natuurlijke waarden van de Dollard.

Ik wil dr. P. de Wolf, dr. K. Essink en de medewerkers van het RIN bedanken voor de ter beschikking gestelde informatie en het kritisch doorlezen van het manuscript.

5 LITERATUUR

- Admiraal, W. & H. Peletier 1980. Distribution of diatome species on an estuarine mudflat and experimental analysis of the selective effect of stress. *J. exp. mar. Biol. Ecol.* 46 : 157-175.
- Arkel, M.A. van & M. Mulder 1982. Macrobenthische fauna van het Eems-Dollard estuarium : een kwalitatieve survey (1978); een kwantitatieve survey (1979); veranderingen in een periode van vijf jaar BOEDE Publ. & Versl. 1982-6; 63 pg.
- BOEDE 1983. Biologisch Onderzoek Eems-Dollard Estuarium. BOEDE Publ. & Versl. 1983-1; 267 pg.
- Boekema, E.J., P. Glas & J.B. Hulscher 1983. Vogels van de provincie Groningen. Wolters-Noordhof, Groningen, 387 pg.
- Chapman, V.J. 1976. Coastal vegetation. Pergamon Press, Oxford, 292 pg.
- Dankers, N. & M.A. Binsbergen 1984. Zeeduizendpoten (Nereis diversicolor) trekken ook. *De Levende Natuur* 85(1) : 14-15.
- Es, F.B. van & P. Ruardij 1982. The use of a model to asses factors affecting the oxygen balance in the water of the Dollard. *Neth. I. Sea Res.* 15 : 313-330.
- Essink, K., H.L. Kleef, W. Visser & P. Tydeman 1983. Population dynamics of the ragworm Nereis diversicolor in the Dollard (Ems Estuary) under changing conditions of stress by organic pollution. *Proceedings E.M.B.S. Oslo* (in press).
- Huddart, R. & D.R. Arthur 1971. Shrimps in relation to oxygen depletion and its ecological significance in a polluted estuary. *Env. poll.* 2:13-25
- Holthuyzen, Y.A. 1979. Het voedsel van de zwarte ruiters, (Tringa erythropus) in de Dollard. *Limosa* 52 : 22-33.
- Ranwell, D.S. 1972. Ecology of salt marshes and sand dunes. Chapman and Hall, London, 258 pg.
- Ruardij, P. & F.B. van Es 1983. Berekeningen aan de mogelijke gevolgen voor de zuurstofhuishouding in de Dollard van een persleiding voor afvalwater van de aardappelmeelfabriek in Terapelkanaal naar Nieuw-Statenzijl. BOEDE Publ. & Versl. 1983-4, 19 pg.
- Smit, C.J. 1979. Vogels. In: Bergman, M. & N. Dankers. De ecologische consequenties van het omleggen van de Eems door de Dollard. RIN-rapport 79/1, 134 pg.
- Stam, A. 1982. De vissen, krabben en garnalen van het Eems-Dollard Estuarium. II. Kwantitatieve inventarisatie van de garnalen. BOEDE Publ. & Versl. 1982-4, 38 pg.
- STUVA 1983. Afvalwaterproblematiek aardappelzetmeel- en derivatenfabriek Avebe-Ter Apelkanaal. STUVA Werkgroep III, oktober 1983.