



# De ecologische toestand van de Afrikahaven: de nulsituatie

**RIZA werkdocument 2003.138X/ANW nota 03.17**

Rapportage in opdracht van Rijkswaterstaat,  
directie Noord-Holland

Auteurs: Dr. K. Wolfstein (RIZA-WSE),  
Drs. Y. Wessels (AquaSense) en J. Oosterbaan  
(RIZA-WSE)

Lelystad, september 2003



### Samenvatting 5

#### 1. Inleiding 9

#### 2. Methode 11

- 2.1 Overzicht beschikbare data fytoplankton en bemonstering 11
- 2.2 Overzicht beschikbare data zoöplankton en bemonstering 12
- 2.3 Overzicht beschikbare data macrofauna en bemonstering 12
- 2.4 Overzicht beschikbare data vis en bemonstering 14
- 2.5 Overzicht beschikbare data fytobenthos 14
- 2.6 Overzicht beschikbare data oevervegetatie 14
- 2.7 Overzicht van de chemische en fysische gegevens 15

#### 3. Resultaten 17

- 3.1 Fytoplankton 17
  - 3.1.1 Huidige situatie: biomassa, dichtheid en soortensamenstelling 17
  - 3.1.2 Relatie fytoplankton met de waterkwaliteit 19
  - 3.1.3 Vergelijking Afrikahaven met de Noordzeekanaal 23
- 3.2 Zoöplankton 24
  - 3.2.1 Huidige situatie in de Afrikahaven (soorten) 24
  - 3.2.2 Relatie zoöplankton met waterkwaliteit 27
  - 3.2.3 Vergelijking met gegevens Noordzeekanaal 29
  - 3.2.4 Interacties tussen fyto- en zoöplankton 30
- 3.3 Macrofauna 30
  - 3.3.1 Huidige situatie in de Afrikahaven 31
  - 3.3.2 Meest opvallende soorten 31
  - 3.3.3 Hard en Kunstmatig-substraat 33
  - 3.3.4 Infauna 34
  - 3.3.5 Epifauna 37
  - 3.3.6 Relatie macrofauna gemeenschap en waterkwaliteit 39
  - 3.3.7 Vergelijking met gegevens Noordzeekanaal 40
- 3.4 Vissen 42
  - 3.4.1 Huidige situatie in de Afrikahaven 42
  - 3.4.2 Relatie vis en waterkwaliteit 43
  - 3.4.3 Vergelijking met gegevens Noordzeekanaal 44
- 3.5 Fytobenthos 44
- 3.6 Oevervegetatie 45

#### 4. Conclusies en aanbevelingen 47

- 4.1 Fytoplankton 47
  - 4.1.1 Conclusies 47
  - 4.1.2 Aanbeveling voor monitoring 48
- 4.2 Zoöplankton 48
  - 4.2.1 Conclusies 48
  - 4.2.2 Aanbevelingen voor monitoring 49

---

|        |                                      |    |
|--------|--------------------------------------|----|
| 4.3    | Macrofauna                           | 49 |
| 4.3.1. | Conclusies                           | 49 |
| 4.3.2. | Aanbevelingen voor monitoring        | 50 |
| 4.4    | Vis                                  | 51 |
| 4.4.1. | Conclusies                           | 51 |
| 4.4.2. | Aanbevelingen voor monitoring        | 51 |
| 4.5    | Fytobenthos                          | 51 |
| 4.5.1. | Conclusie                            | 51 |
| 4.5.2. | Aanbeveling                          | 51 |
| 4.6    | Vegetatie                            | 52 |
| 4.6.1. | Conclusies                           | 52 |
| 4.6.2. | Aanbevelingen                        | 52 |
| 4.7    | Algemene opmerkingen voor monitoring | 52 |

**5. Literatuur 53**

**Colofon 55**

**Bijlagen 57**

**Bijlage 1 59**

**Bijlage 2 61**

**Bijlage 3 63**

**Bijlage 4 65**

**Bijlage 5 67**

**Bijlage 6 69**

In opdracht van Rijkswaterstaat, directie Noord-Holland zal in het kader van het project "Vastlegging kwaliteitsverloop Afrikahaven, nulsituatie" een beschrijving worden gegeven van de verschillende organismengroepen (fytoplankton, zoöplankton, macrofauna en vis) en de interacties van de levensgemeenschappen onderling en met de milieuomstandigheden. Daarom werd in 2002 de Afrikahaven, een zijhaven van het Noordzeekanaal, bemonsterd. De voorliggende rapportage geeft een overzicht van de resultaten van het onderzoek. Tevens worden de gegevens vergeleken met data afkomstig van het Noordzeekanaal.

### **Fytoplankton**

Het fytoplankton werd vanaf april t/m september 2002 maandelijks op twee locaties bemonsterd: voor- en achterin in de haven. De algenbiomassa (chlorofyl-a) lag duidelijk onder de MTR-norm en werd merendeels door het fosfaatgehalte gestuurd.

Omdat de grootste groep van het fytoplankton uit kleine, ronde en overige algen bestond, die niet op soort konden worden gedetermineerd, is het moeilijk om een relatie te leggen tussen de soorten-samenstelling en chemische of fysische parameters. Er werden geen bijzondere soorten algen gevonden, de meeste tot op soort of geslacht gedetermineerde algen waren indifferent (ongevoelig) voor zoutgehalte of zoetwatalgen, die ook kunnen voorkomen in wateren met schommelende lage zoutgehaltes. Er kwamen slechts twee potentieel toxische cyanobacteriënsoorten in kleine hoeveelheden voor. Daarom is de waarschijnlijkheid van een cyanobacteriënbloei momenteel niet als hoog in te schatten.

De getallen werden vergeleken met gegevens van het Noordzeekanaal (NZK, KM13) uit 2001. Een duidelijk seizoensverloop was zowel in de Afrikahaven als ook in het Noordzeekanaal niet te onderscheiden, maar op beide locaties waren dezelfde soorten dominant. De totale aantallen van het fytoplankton van de Afrikahaven waren hoger dan in het Noordzeekanaal. De aantallen kleine, ronde en overige algen domineerden op beide locaties, maar waren in de Afrikahaven beduidend hoger dan in het Noordzeekanaal. De aantallen cyanobacteriën waren ook hoger in de Afrikahaven dan in het Noordzeekanaal. Daarnaast werden in de Afrikahaven veel minder soorten gevonden dan in het Noordzeekanaal of ze konden niet verder worden gedetermineerd. Er was behalve de hoogte van de celgetallen geen groot verschil tussen de Afrikahaven en het Noordzeekanaal. Hierbij dient een kanttekening te worden gemaakt, dat er getallen van twee jaren worden vergeleken. Een mogelijke reden voor de hogere waarden in de Afrikahaven kan zijn, dat de verblijftijd hier hoger is en de stroming en turbulentie minder zijn ten opzichte van het Noordzeekanaal.

---

Er zijn te weinig data voor een statistische analyse van de relatie fyto- en zoöplankton, maar het verloop van de biomassa fytoplankton en de aantallen zoöplankton lijkt een enigszins logisch verband te tonen. Het rapport doet aanbevelingen voor toekomstige monitoring.

### **Zoöplankton**

Het zoöplankton werd in 2002 in de maanden juni, juli en september zowel voorin als achterin de haven op twee diepten bemonsterd.

De dichtheden van zoöplankton in de Afrikahaven liggen gemiddeld in de ordegrrootte van 300 individuen per liter, uitgezonderd één uitschieter in de ondiepe laag voorin de haven in juni met meer dan 1.000 individuen per liter.

Circa 70% van het zoöplankton bestaat uit naupliuslarven van *Copepoda* (eenoogekreeftjes). Daarnaast komen adulte *Copepoda*, *Rotifera* (radardiertjes), *Cladocera* (o.a. watervlooien) en larven van wormen, weekdieren en zeepokken voor. Waarschijnlijk komen ook *Ciliophora* (wimperdiertjes) voor, maar deze groep is niet geanalyseerd.

Aangezien over het algemeen niet tot op de soort is gedetermineerd, kunnen geen duidelijke relaties vastgesteld worden tussen het zoöplankton en de milieufactoren. Wel werd vastgesteld dat de grootste groep naast de naupliuslarven brakke tot mariene soorten betreft.

Bij vergelijking met zoöplanktongegevens van het Noordzeekanaal blijkt dat de totale dichtheden overeenkomen. De groep *Rotifera* komt echter in geringere aantallen voor dan in het Noordzeekanaal.

Er lijkt een logisch verband te bestaan tussen de hoeveelheden fytoplankton en zoöplankton, echter er zijn te weinig gegevens (slechts enkele maanden) om dit goed vast te kunnen stellen.

Het rapport doet aanbevelingen voor toekomstige monitoring.

### **Macrofauna**

Macrofauna werd in 2002 in de maanden april, juni en september langs twee raaien bemonsterd: voorin en achterin de haven. Door het toepassen van verschillende monstertechnieken werden vier typen macrofauna bemonsterd: macrofauna op hard-substraat, kunstmatig-substraat, epifauna en infauna. De in- en epifauna werd op drie diepten bemonsterd. Naast gegevens uit dit reguliere onderzoek zijn ook uit een ander onderzoek macrofaunagegevens beschikbaar (TNO, 2002).

Op het hard- en kunstmatig-substraat werden vooral kreeftachtigen en weekdieren gevonden en een klein aandeel tweevleugeligen. Soorten die in grote hoeveelheden werden aangetroffen zijn slijkgarnalen, de brakwaterpok en de brakwatermossel. In tegenstelling tot op en in de bodem werden op het hard-substraat naast tweekleppigen (*Bivalvia*) ook slakken (*Gastropoda*) aangetroffen. Bij de in- en epifauna kwamen ook veel kreeftachtigen voor, maar vooral veel wormen; daarnaast een klein aandeel weekdieren en geen tweevleugeligen. Opvallend was dat bij de wormen veel soorten voorkwamen die snel kunnen koloniseren en tolerant zijn voor lage zuurstofgehalten. Bij de weekdieren werden echter twee soorten gevonden die relatief zeldzaam zijn en gebonden zijn aan schone omstandigheden met voldoende zuurstof.

---

Op het hard-substraat zijn hogere dichtheden gevonden dan op het kunstmatig-substraat, vooral veroorzaakt door de brakwaterpok en de brakwatermossel. Tussen de locaties voorin de haven en achterin de haven zijn geen grote verschillen gevonden.

Bij de infaunabemonstering zijn grote verschillen gevonden tussen de verschillende diepten. Over het algemeen zijn in de bovenste laag de dichtheden, de biomassa en het aantal soorten het hoogst. Hier komen voornamelijk kreeftachtigen voor, met name de Slijkgarnaal. In de diepere lagen (10-15 m) komen voornamelijk wormen voor. Een opvallend hoge dichtheid wordt bereikt op een diepte van 8-10 m in september, die bijna geheel te wijten is aan de worm *Streblospio benedicti*. Vanwege zijn geringe omvang neemt de biomassa niet toe. De totale biomassa neemt gedurende het seizoen af, maar het aantal soorten neemt toe. Tussen de locaties zijn wel verschillen gevonden, maar hier is geen duidelijke trend in te ontdekken.

In de Afrikahaven zijn vrijwel alleen brak- en zoutwatersoorten gevonden. Zoete soorten komen alleen aan de oppervlakte voor, met name op het hard-substraat. Gedurende het hele jaar komen in de bovenste lagen soorten voor, die zuurstofrijke omstandigheden nodig hebben. Op de bodem geldt dit ook, behalve voor september, achterin de haven. Dan is daar sprake van een lage zuurstofverzadiging (2%) en komen alleen de tolerante wormen voor.

In vergelijking met de rest van het Noordzeekanaal blijkt dat in de Afrikahaven al relatief veel soorten voorkomen (50 van de 76). De soortensamenstelling op het hard-substraat is vergelijkbaar uitgezonderd het geringere aantal wormen in de Afrikahaven. De aantallen soorten en dichtheden infauna in het diepste deel waren in november 2000 en april 2001 nog duidelijk minder dan in het Noordzeekanaal en de overige havens. In 2002 waren de dichtheden op de bodem ook nog relatief laag, vergeleken met het Noordzeekanaal. Voor de overige diepten en voor het totale soortenaantal werd geen verschil gevonden. Het rapport doet aanbevelingen voor toekomstige monitoring.

### **Vissen**

In november 2001 is door het RIVO op vijf locaties in de Afrikahaven een visbemonstering uitgevoerd. In juni 2002 is door de OVB gevestigd naar vislarven en -eieren. In totaal zijn 17 soorten vis aangetroffen, waarvan de grondelsoorten dikkopje en brakwatergrondel met veruit de hoogste aantallen voorkwamen. Opvallend was dat de grondels alleen voorin de haven voorkwamen, evenals de meeste andere bodemvissen. De meeste aangetroffen soorten zijn brak- of zoutwatersoorten. Zoete soorten zijn alleen in juni aangetroffen als bijvangst bij het onderzoek naar visbroed en juvenielen.

In vergelijking met het Noordzeekanaal zijn vrij veel soorten aangetroffen (17 van de 28). In de Afrikahaven ontbraken vooral de zoetwatersoorten van het Noordzeekanaal. Van juvenielen en visbroed werden in de Afrikahaven meer soorten (7) aangetroffen dan in de kanaaloever (3).

---

Het lijkt belangrijk om de vismonitoring voort te zetten, zowel van pelagiale als van benthische soorten, als ook van juvenielen. Vis kan het beste één keer per jaar in de zomer gemonitord worden.

### **Fytobenthos**

Omdat niet alle brakke en mariene diatomeeënsoorten goed konden worden gedetermineerd bleek de soortensamenstelling van de diatomeeën in het brakke Noordzeekanaal en de Afrikahaven niet zo geschikt te zijn als indicator voor waterkwaliteit. Als de kennis over beoordeling van waterkwaliteit op basis van benthische diatomeeën in de toekomst wordt verbeterd, in het bijzonder met betrekking tot brakke en zoute wateren, is aan te bevelen deze parameter in de Afrikahaven te blijven monitoren.

### **Vegetatie**

De vegetatieopname rond de Afrikahaven heeft geen bijzondere resultaten opgeleverd. Voor de ontwikkeling van de haven is het onderdeel vegetatie van minder belang. Wanneer toch besloten wordt om de ontwikkelingen van de vegetatie te blijven volgen is het van belang om vooral in de eerste drie jaar vegetatieopnamen te maken. Daarna kan de frequentie minder worden.

### **Algemene opmerkingen**

Afstemming over het meetprogramma (o.a. bemonsteringsmethoden, diepten, data) met monitoring in de overige havens en de rest van het Noordzeekanaal is wenselijk, waardoor betere vergelijkingen mogelijk zijn.

Aangeraden wordt om alle gegevens volgens een vooraf bepaald formaat in één databestand aan te leveren.



---

# 1. Inleiding

---

Rijkswaterstaat, directie Noord-Holland beheert de water(bodem)-kwaliteit van het Noordzeekanaal. De in 2000 aangelegde Afrikahaven, een zijhaven van het Noordzeekanaal, maakt hier onderdeel van uit. Om de Afrikahaven optimaal te kunnen beheren en onderbouwde beslissingen te kunnen nemen met betrekking tot het toekomstige beheer, is inzicht noodzakelijk in het functioneren van de Afrikahaven. Hierbij wordt in de eerste plaats gedacht aan kennisontwikkeling op het gebied van ecologie, hydrodynamica en kwaliteit van water en sediment. De Afrikahaven is in vergelijking met het Noordzeekanaal een jong systeem met oorspronkelijk schoon sediment en weinig verstoring door scheepvaart, waar veel processen (indringen van verontreinigd slib vanuit het Noordzeekanaal en beïnvloeding van de macrofauna en fyto-/zoöplankton levensgemeenschap) pas recentelijk zijn aangevangen. Dit biedt de gelegenheid deze processen integraal vanaf de nulsituatie te volgen en de ontwikkelingen van een schone referentiesituatie voor het Noordzeekanaal te beschrijven.

De Afrikahaven is een hoekige bak met steil tot flauw aflopende oevers. Het diepste punt van de haven is 16,5 m. Het bovenste deel van de oevers is voor het grootste deel beschermd met breuksteen, vanaf circa 4 m diepte bestaat de flauwe helling uit zand. De bodem bestaat voor 95% uit zand en 5% slib plus debris.

---

Deze rapportage – het ecologisch onderdeel van het project “Vastlegging kwaliteitsverloop Afrikahaven, nulsituatie” - beschrijft de huidige situatie van verschillende organismengroepen, hun relatie met relevante milieuparameters en vergelijkt de beschikbare gegevens met data uit het Noordzeekanaal.

Het voorliggend rapport werd geschreven in samenwerking tussen AquaSense en het RIZA, afdeling WSE.

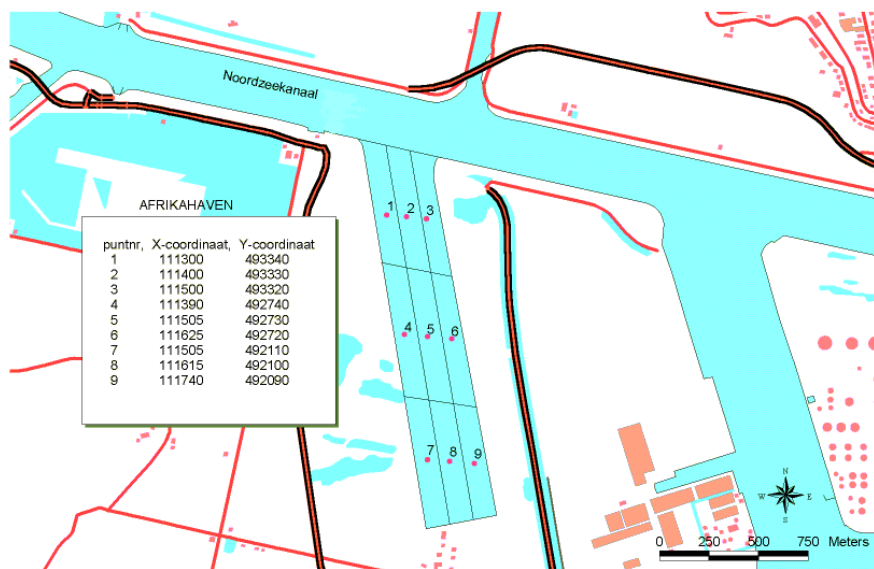
## 2.Methode

### 2.1 Overzicht beschikbare data fytoplankton en bemonstering

In 2002 werden de bovenste 2 m van de waterkolom op twee locaties voor (AFKHVN2) en achter in de Afrikahaven (AFKHVN8) op fytoplankton bemonsterd door de Informatiedienst Water van RWS DNH (figuur 2.1). De bemonstering vond plaats op 24 april, 17 juni, 15 juli, 14 augustus en 16 september. In mei mislukte de bemonstering. Als fytoplanktonparameter werd het *chlorofyl-a*-gehalte bepaald als indicator voor de totale biomassa, celgetallen en soortensamenstelling. De monsters werden onderzocht door het RIZA. Chlorofyl werd bepaald zoals beschreven in het RIZA-werkvoorschrift 8140 2.113 (1981). De fytoplanktonsamenstelling werd bepaald volgens het RIZA-werkvoorschrift 8140 2.106 (2002). Zo ver mogelijk, werden de algen tot op soortniveau gedetermineerd. De groep, die als "overige algen" is gekarakteriseerd, bestaat uit kleine, ronde, niet verder determineerbare cellen.

**Figuur 2.1**

Overzichtskaartje vakken (en monsterlocaties) in de Afrikahaven.



---

## 2.2 Overzicht beschikbare data zoöplankton en bemonstering

In 2002 is door de Informatiedienst Water van RWS DNH op 17 juni, 15 juli en op 9 september op twee locaties in de Afrikahaven zoöplankton bemonsterd: voorin (monsterpunt AFKHVN2) en achterin (monsterpunt AFKHVN8) de haven. Er werd bemonsterd op twee dieptes: 5 m en 10 m. De bemonstering in juni kwam in de plaats van de mislukte bemonstering in mei. De monsters (5 liter) zijn gezeefd over 55 µm planktongaas. Het materiaal is gefixeerd met acetaat-gebufferde lugol. De zoöplankton is geanalyseerd volgens de "Koeman en Bijkerk"-methode (Koeman en Bijkerk, 2002).

## 2.3 Overzicht beschikbare data macrofauna en bemonstering

In de Afrikahaven is op vier verschillende manieren macrofauna verzameld, die ieder representatief zijn voor een ander substraat. De stortstenen oeverbeschoeiing in het bovenste deel van de haven is bemonsterd d.m.v. het afborstelen van stenen (hard-substraat-bemonstering) en knikkerkorven (kunstmatig-substraatbemonsteringen). Soorten van de diepere oever en bodem werden verzameld m.b.v. de "Aquasucker" (epifaunabemonstering) en boxcorer (infaunabemonsteringen).

Door de Informatiedienst Water van RWS DNH werd in 2002 op 24 april, 19 en 20 juni, 13 en 19 september en op 16 oktober macrofauna bemonsterd. Alle monsters van april (op één monster na) en een aantal monsters van 15 m in september zijn zoek geraakt. Bemonstering vond plaats langs twee raaien; voorin de haven (vak 1) en achterin (vak 7). Voor de hard-substraatbemonstering zijn per monster 5 stenen afgeborsteld die minimaal drie maanden onderwater hebben gelegen. Van elke steen is de oppervlakte gemeten om het aantal per m<sup>2</sup> te berekenen.

Voor de kunstmatig-substraatmonsters zijn knikkerkorven (figuur 2.2) geplaatst op een diepte van circa 1 m. De methode is beschreven in Bij de Vaate (1990).

**Figuur 2.2**

Knikkerkorf.



---

Epi- en infaunabemonsteringen werden uitgevoerd op drie diepten. In september is afgeweken van de diepten; toen werd in plaats van op -4, -10 en -15 m, op -3 en op -8 m bemonsterd. Epifauna is verzameld m.b.v. de "Aquasucker" (figuur 2.3.). Hiertoe is de "Aquasucker" over een traject van circa 400 m net boven de waterbodem gesleept. De infauna is bemonsterd m.b.v. een boxcorer (oppervlakte 0,07 m<sup>2</sup>). Hiertoe werden per monster 3 happen verzameld. Alle monsters zijn na monsternamen gespoeld over een zeef van 500 µm en geconserveerd in 70% alcohol. De hard- en kunstmatig-substraatbemonsteringen werden door het RIZA-IMLB geanalyseerd. Epi- en infaunamonsters werden door AquaSense uitgezocht en gedetermineerd (AquaSense, 2003). Uitzoeken vond plaats op een lichtbak. Omdat er veel kleine individuen werden aangetroffen is het restmateriaal met behulp van binoculair gecontroleerd op aanwezigheid van deze kleine individuen. De soorten zijn vervolgens gedetermineerd tot op laagst mogelijke taxonomische niveau. Door TNO zijn in het kader van een Triadestudie ook macrofaunabemonsteringen in de Afrikahaven uitgevoerd. Op 1 en 2 november 2001 en op 19 april 2002 werden in drie monstervakken (voor, midden en achterin de haven), steeds op drie monsterpunten, monsters genomen van de bovenlaag van het sediment (op circa -15 m). Dit werd gedaan met een boxcorer (diameter 30 cm). Dit monster werd uitgezeefd over een zeef van 500 µm (TNO, 2002).

**Figuur 2.3**

"Aquasucker" klaar voor bemonstering.



---

## **2.4 Overzicht beschikbare data vis en bemonstering**

In november 2001 is door het RIVO een visbemonstering uitgevoerd in verband met een visstandonderzoek in opdracht van de Visstands-beheerscommissie Noordzeekanaal. De bemonstering werd uitgevoerd met een garnalenkornet, op vijf locaties in de Afrikahaven.

In juni 2002 is door de OVB gevist naar vislarven en –eieren, met behulp van boomkuil (3.600 m), raamkuil (1.200 m), vitragezege (3x) en planktonnet (200 m). In het macrofaunaonderzoek werden ook enkele vissen aangetroffen.

## **2.5 Overzicht beschikbare data fyto-benthos**

In het kader van een pilotstudie van het RIZA om ervaring op te doen met de monitoring van benthische diatomeeën (kiezelalgen) zijn op 4 juli en 4 september 2002 in de Afrikahaven monsters genomen. In juli betrof het 5 monsters van het aanwezige stortsteen, in september één van het stortsteen en twee van kunstmatig steen. Tevens zijn monsters genomen op het Noordzeekanaal nabij de Afrikahaven en in IJmuiden, alsmede op diverse locaties elders in Nederland.

Doel van de studie was om aan de hand van de taxonomische samenstelling van de diatomeeën een uitspraak te kunnen doen over de waterkwaliteit. De exacte werkwijze staat beschreven in Wolfstein, 2003.

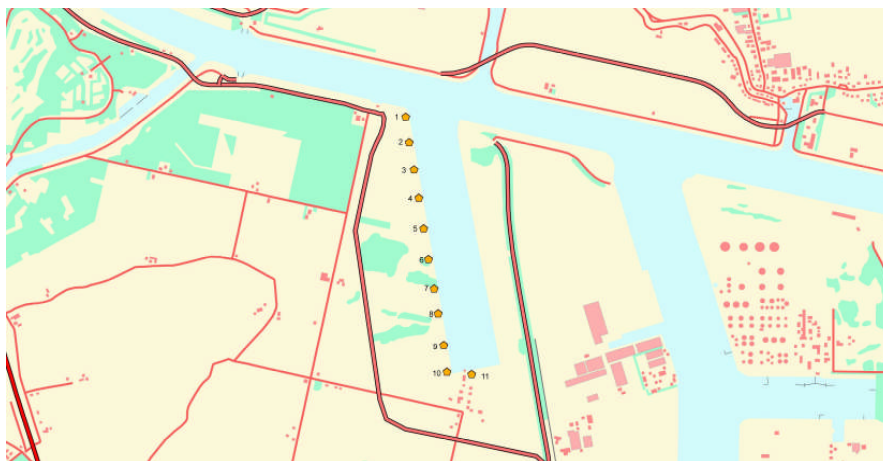
## **2.6 Overzicht beschikbare data oevervegetatie**

Op 26 juni 2002 heeft de Informatiedienst Water volgens de Tansley-methode een vegetatieopname gemaakt van de overbegroeiing in de Afrikahaven. Langs de westoever (totale lengte 1.965 m) zijn op 10 locaties (met ongeveer gelijke tussenruimte) opnames gemaakt. Langs de zuidoever (totale lengte 364 m) zijn op drie locaties opnames gemaakt (figuur 2.4). De oostoever is langs gevaren, waarbij vooral aandacht is besteed aan soorten die aan de andere oevers ontbreken.

---

### Figuur 2.4

Overzicht locaties waar vegetatieopnames zijn gemaakt.



## 2.7 Overzicht van de chemische en fysische gegevens

De chemische veldmetingen en analyses voor het project zijn uitgevoerd door verschillende laboratoria: Informatiedienst Water van RWS DNH, IVM, Omegam en RIZA-IMLA. IVM heeft de organotin-analyses uitgevoerd. RIZA-IMLA heeft in het oppervlaktewater, de sedimentvallen, de waterbodem en het zwevend stof de metalen (ICP/MS) bepaald. Omegam heeft alle overige chemische analyses uitgevoerd. In dit rapport worden alleen chemische en fysische gegevens getoond, die voor de biologische parameters relevant zijn. Voor verdere informatie wordt naar de rapportage “waterkwaliteit” (RIZA werkdokument 2003.136X) verwezen.





---

## 3.Resultaten

---

### 3.1 Fytoplankton

Om inzicht in het ecologisch functioneren en de ontwikkeling van het fytoplankton te krijgen is kennis nodig over de wisselwerking met de sturende milieuparameters. De biomassa, dichtheid en soortensamenstelling van de algen worden aan de ene kant beïnvloed door fysische en chemische factoren zoals watertemperatuur, lichtklimaat, nutriënten- en zoutgehalte maar ook door biologische factoren zoals begrazing door het zoöplankton. Daarom wordt ingegaan op de interacties tussen fytoplankton, waterkwaliteit en zoöplankton.

#### 3.1.1. Huidige situatie: biomassa, dichtheid en soortensamenstelling

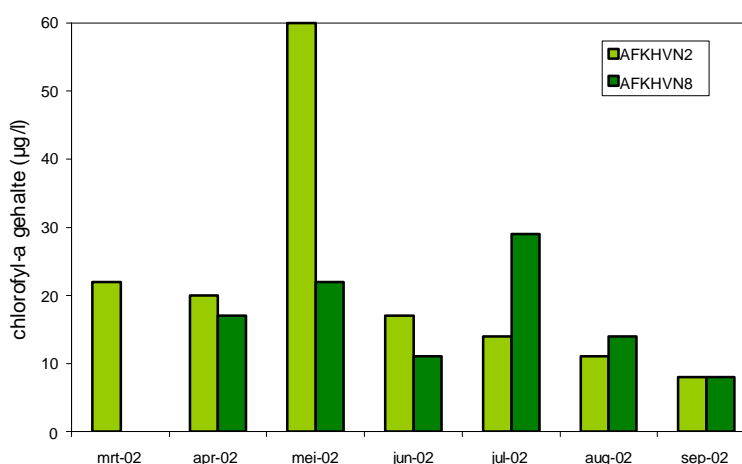
Het *chlorofyl-a*-gehalte is te zien als een parameter voor de algenbiomassa. De zomergemiddelde waarden waren 22 µg/l op locatie AFKHVN2 en 17µg/l op locatie AFKHVN8 (figuur 3.1). De maandelijkse meetwaarden van de twee locaties zijn te vinden in figuur 3.1. Deze varieerden tussen 8 en 29 µg/l, met een uitzondering van mei: op locatie AFKHVN2 werd 60 µg/l gemeten. Op locatie AFKHVN2 werd er ook in maart *chlorofyl-a* gemeten. De concentratie bedroeg 22 µg/l.

De hoogte van de algenbiomassa verschilde tussen beide locaties, maar er is geen sprake van een trend. Tot en met de maand juni was het gehalte hoger op locatie AFKHVN2, maar vanaf juli was het omgekeerd. De *chlorofyl-a*-concentraties lagen altijd onder de MTR-norm van 100 µg/l.

---

**Figuur 3.1**

Het *chlorofyl-a*-gehalte op bemonsterde dagen in 2002.

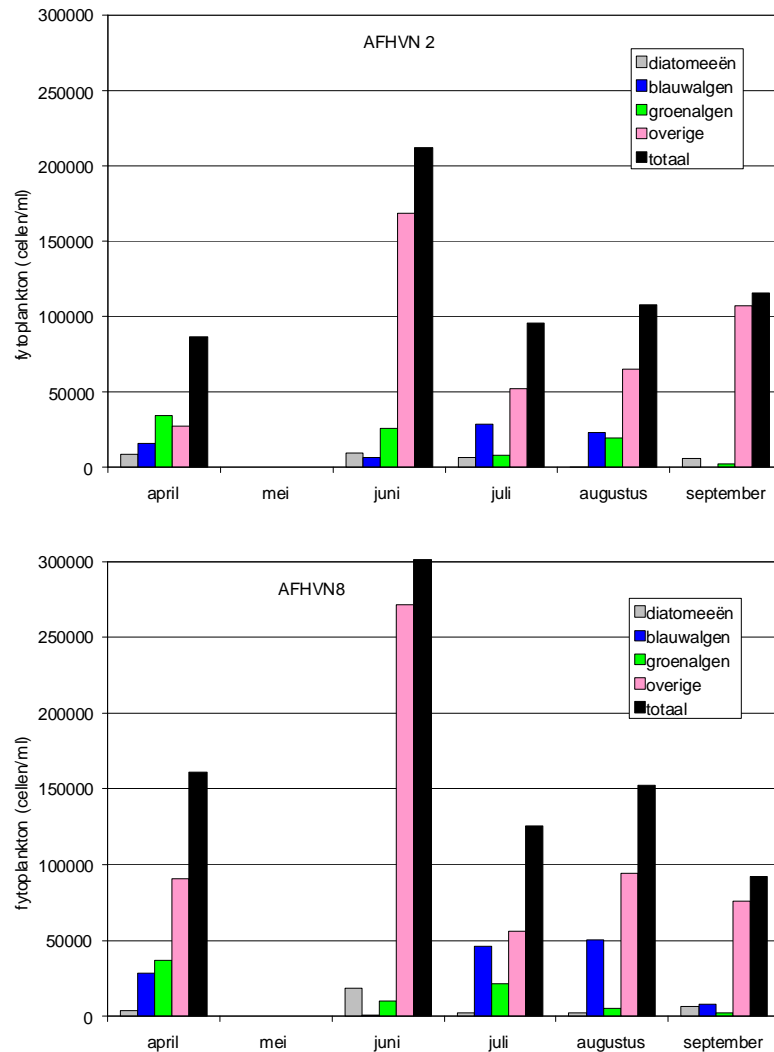


---

Wat betreft de hoogte van de *celgetallen* was er een duidelijk verschil tussen beide monsterlocaties. Op locatie AFKHVN8 was de totale hoeveelheid steeds hoger met uitzondering van de maand september. Het patroon van het chlorofylgehalte was dan ook niet terug te vinden in de celgetallen van de algen. Helaas waren er geen gegevens van de soortensamenstelling in mei waardoor er niet verklaard kan worden welke algen de hoge *chlorofyl-a*-waarde veroorzaakten. Het maximum lag in juni met 211.000 cellen/ml bij locatie AFKHVN2 en 300.000 cellen/ml bij AFKHVN8. De laagste waarden werden bij AFKHVN2 in april gemeten en bij AFKHVN8 in september (figuur 3.2). De totale hoeveelheid algen werd ingedeeld in hoofdgroepen: diatomeeën (of kiezelalgen), groenalgen, blauwalgen (of cyanobacteriën) en “overige” algen. Dat zijn algen, die niet in de bovengenoemde groepen vallen en die nader konden worden geïdentificeerd, zoals kleine, ronde, ovale cellen en overige algen (geen groen-, blauw- en kiezelalgen). De laatste drie genoemde groepen werden in dit werkdocument als kleine, ronde overige algen samengevat en maakten gezamenlijk het grootste deel uit van het totale aantal algen (met uitzondering van de maand april op locatie AFKHVN2). In totaal werden 37 fytoplanktonsoorten of -geslachten geïdentificeerd, waaronder 16 groenalgen (tabel in bijlage 1). Opvallend hoge celgetallen werden in april van de soort *Tetrastrum komarekki* gevonden. De belangrijkste kiezelalgengeslachten waren *Stephanodiscus* en *Skeletonema*, die helaas niet op soortniveau werden geïdentificeerd. Bij de cyanobacteriën domineerde het geslacht *Merismopedia*, welk zout- en zoetwaterminnende soorten omvat. De hoeveelheid blauwalgen was op locatie AFKHVN8 dubbel zo hoog (circa 50.000/ ml) als op de locatie AFKHVN2. Juli en augustus kunnen als typische “blauwalgen-maanden” beschouwd worden. Gezien de celgetallen en het zoutgehalte is de waarschijnlijkheid van een bloei van cyanobacteriën niet hoog. In brak of zoutwater treedt nauwelijks een cyanobacteriënbloei op, omdat de meeste cyanobacteriënsoorten niet tegen een schommelend zoutgehalte kunnen. Er kwamen slechts twee potentieel toxische cyanobacteriënsoorten in kleine hoeveelheden voor: *Microcystis sp.* op locatie AFKHVN8 en *Oscillatoria agardhii* op beide locaties.

**Figuur 3.2**

De concentratie algen in de Afrikahaven gesommeerd per hoofdgroep.



### 3.1.2. Relatie fytoplankton met de waterkwaliteit

Er konden geen duidelijke relaties vastgesteld worden tussen het fytoplankton en de milieufactoren, omdat a) vaak niet tot op soort gedetermineerd werd, b) het een redelijk kleine dataset was en c) er soms hiaten in monitoring van enkele parameters zaten (zie tabel voor milieuparameters in bijlage 5).

#### 3.1.2.1 Doorzicht, temperatuur en zuurstofgehalte

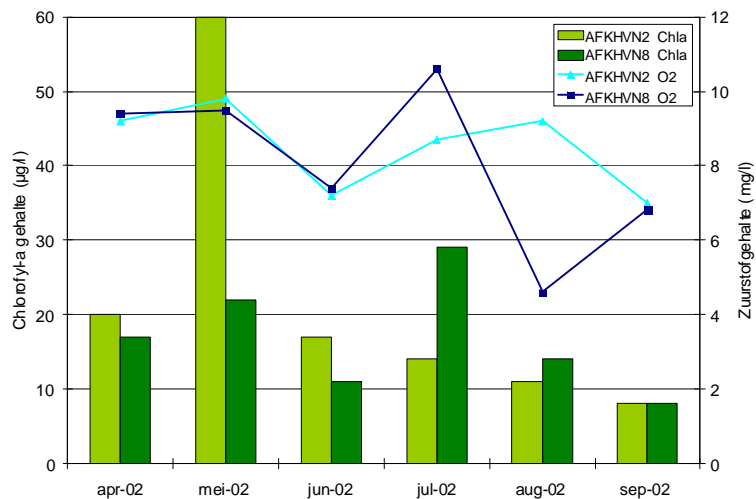
Zoals verwacht, waren tijdens de maanden met de laagste *chlorofyl-a*-gehalten (augustus en september) ook de doorzichten (1,3–1,5 m) op beide locaties het hoogst. De hoge *chlorofyl-a*-waarde (29 µg/l) en de tegelijkertijd grote zichtdiepte (1,3 m) in juli op locatie AFHAVN8 zijn niet te verklaren.

De watertemperatuur was het hoogst in de maanden juli t/m september (circa 22 °C). In deze maanden hadden de cyanobacteriën, die tussen 20 en 30 °C optimaal kunnen groeien, hun maximale cel-dichtheid.

Zoals in figuur 3.3 is te zien, bestond er op locatie AFKHVN2 geen relatie tussen de algenbiomassa en het zuurstofgehalte. Op locatie AFKHVN8 stemden de waarden beter overeen: gedurende dagen met hoge *chlorofyl-a*-gehaltes werden ook hoge zuurstofgehaltes gemeten, eventueel afkomstig door primaire productie van de algen.

**Figuur 3.3**

*Chlorofyl-a*-gehaltes en zuurstofgehaltes in de Afrikahaven.



### 3.1.2.2 Zoutgehalte

In tabel 3.1 is het zoutgehalte in de vorm van chloride (Cl) op 1 m diepte vanaf april t/m september weergegeven. Voor verdere data zie rapportage "waterkwaliteit" (RIZA werkdocument 2003.136X). Het chloridegehalte schommelde op beide locaties rond de 3.000 mg/l. Het zomergemiddelde was 3.250 mg/l op locatie AFKHVN2 en 3.450 mg/l op locatie AFKHVN8. In april werd er echter op locatie AFKHVN2 een buitengewoon hoge waarde van 5.500 mg/l gemeten. Overigens is het niet uit te sluiten dat het hier om een foutieve meetwaarde gaat.

Tijdens de veldmeting is een waarde van 2.888 mg/l gemeten. De laagste waarde werd in mei op dezelfde locatie gemeten. De andere locatie (AFKHVN8) toonde niet zo'n sterke variatie, de waarden lagen tussen 2.800 en 3.900 mg/l. Op grond van deze zoutgehaltes kunnen de locaties als zwak brak (of oligohalien) tot brak (of  $\beta$ -mesohalien) worden benoemd (Venice- System, 1959). De meeste algen die in de Afrikahaven voorkomen, zijn indifferent (niet gevoelig) of zoetwater-algen, die ook kunnen voorkomen in wateren met schommelende lage zoutgehaltes (Wolfstein, 1996). De geslachten *Skeletonema* en ook *Chaetocerus*, die overwegend zoutwatersoorten omvatten, kwamen alleen in lage aantallen voor. Helaas werd slechts op geslachtsniveau gedetermineerd. Daarom is het niet duidelijk, of de zoutwaterminnende soorten zoals bijv. *Skeletonema costatum* of *S. subsalsum* niet voorkwamen of niet konden worden gedetermineerd.

**Tabel 3.1**

Overzicht over het maandelijks zoutgehalte.

|           | AFKHVN2<br>[mg/l Cl] | AFKHVN8<br>[mg/l Cl] |
|-----------|----------------------|----------------------|
| 22-4-2002 | 5.500                | 3.000                |
| 21-5-2002 | 2.400                | 2.800                |
| 17-6-2002 | 3.200                | 3.900                |
| 15-7-2002 | 3.200                | 3.200                |
| 12-8-2002 | 3.000                | 3.000                |
| 16-9-2002 | 3.400                | 3.600                |

Deze zouttolerante soorten komen zowel in zeewater als ook zoetwater met een hoog chloridegehalte voor, zoals in de Rijn (Ibelings *et al.* 1998).

### 3.1.2.3 Nutriënten

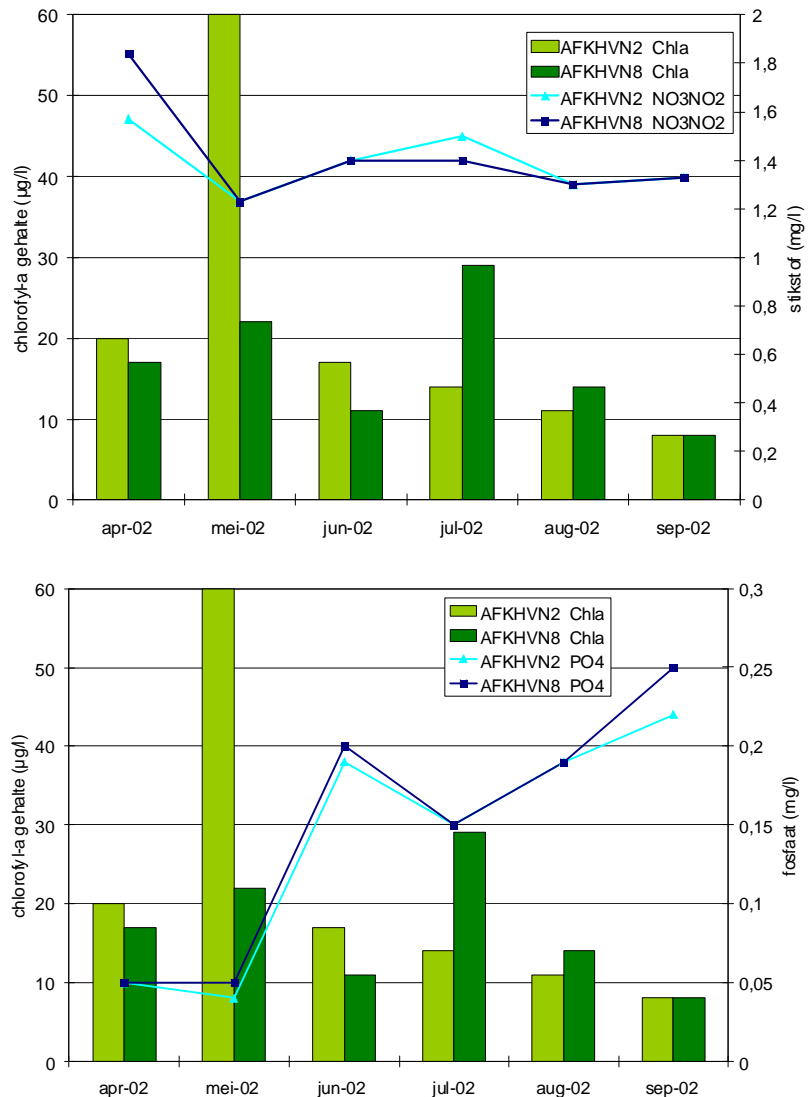
#### Fosfaat en stikstof

Het fosfaatgehalte (april t/m september) verschilde nauwelijks tussen beide locaties (tabel in bijlage 5). Voor verdere data zie rapportage “waterkwaliteit” (RIZA werkdokument 2003.136X). Op beide locaties lag het PO<sub>4</sub>-gehalte t/m mei met 0,05 mg/l beneden de MTR-norm van 0,15 mg/l, maar overschreed de norm in juni (0,2 mg/l). Daarna gingen de gehalten weer terug naar waarden van 0,15–0,19 mg/l. De hoogste concentraties (0,22–0,25 mg/l) werden echter in september gemeten. Ook de stikstofwaarden verschilden nauwelijks tussen beide locaties. Het stikstofgehalte gemeten als ammonium was redelijk stabiel met concentraties tussen 0,1 en 0,2 mg/l. Nitriet/nitraat varieerde tussen 1,2 en 1,8 mg/l met maximale waarden in april. De MTR-norm van 2,2 mg/l totaal stikstof werd alleen op locatie AFKHVN 2 in maart overschreden.

Aan de inverse relatie tussen nutriënten en algenbiomassa (fosfaat gaat omlaag bij stijgende *chlorofyl-a*-gehalten en omgekeerd) is te zien, dat de hoeveelheid algenbiomassa merendeels door het fosfaat werd bepaald (figuur 3.4). Maar ook stikstof (nitriet/nitraat) ging in het voorjaar fors omlaag. Dit is te verklaren door het voorkomen van zowel zoetwateralgen, waarvan de biomassa door fosfaat wordt gestuurd, als ook zoutwateralgen (bijv. te vinden bij de geslachten *Chaetoceros* en *Skeletonema*), met stikstof als belangrijkere nutriëntensoort.

**Figuur 3.4**

Relatie algenbiomassa en nutriënten  
(Chla = chlorofyl-a, NO<sub>3</sub>NO<sub>2</sub> =  
nitriet/nitraat, PO<sub>4</sub> = fosfaat).



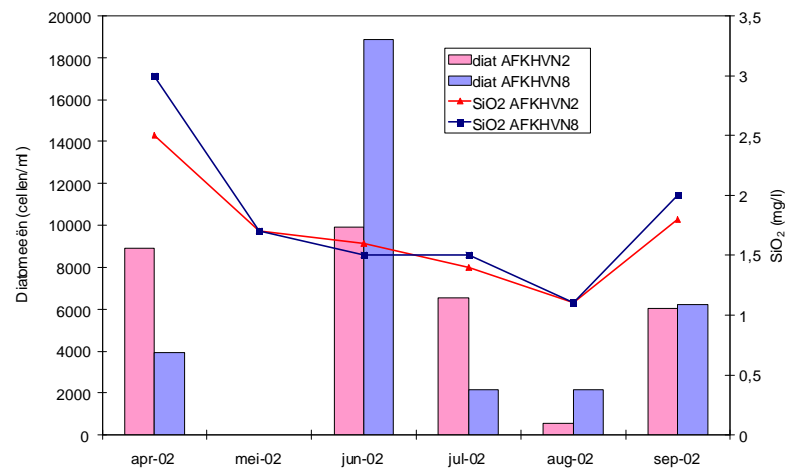
In het voorjaar werden beide nutriënten opgenomen door het fytoplankton en de waarden gingen t/m mei omlaag. Daarna liepen de *chlorofyl-a*-gehalten terug, de algenbiomassa werd gemineraliseerd en de nutriënten vertoonden een lichte (nitriet/nitraat-) tot sterke (fosfaat)stijging.

### Silicaat

De interactie tussen silicaat en diatomeeën, de enige algengroep die in staat is deze stof op te nemen, is in figuur 3.5 te zien: het silicaat werd door de algen opgenomen, wat resulteerde in maximale dichtheden van de diatomeeën in juni (data van mei ontbreken) en in een afname van silicaat.

**Figuur 3.5**

De relatie van diatomeeën en het silicaatgehalte.



Na juni gingen de waarden van algen en nutriënt omlaag (de algen raakten gelimiteerd). In september was er weer voldoende silicaat voor een nieuwe opkomst van de diatomeeën.

### 3.1.3. Vergelijking Afrikahaven met de Noordzeekanaal

Om tot een inschatting te komen over de toestand van de Afrikahaven, worden de data vergeleken met het Noordzeekanaal. Helaas zijn er geen data van het Noordzeekanaal van 2002 bekend, maar wel van 2001. Voor de vergelijking wordt de locatie bij KM13 gebruikt. Normaal voor zoetwater is een opeenvolging van kiezelalgen, groenalgen en cyanobacteriën, als de temperatuur van het water omhoog gaat. Kiezelalgen vertonen meestal nog een bloei of piek in het najaar. Een duidelijk seizoensverloop was zowel in de Afrikahaven als ook in het Noordzeekanaal niet te onderscheiden. De maximale celdichtheid lag in juni (circa 148.000 cellen/ml). Kleine, ronde overige algen en overige (geen groen-, blauw- en kiezelalgen), die niet nader konden worden geïdentificeerd werden als "overige" samengevat en waren samen met de groenalgen de belangrijkste groepen. Groenalgen domineerden in april en mei en bereikten een maximum van circa 87.000/ml. Daarna kwamen kleine, ronde overige algen op en bereikten een hoeveelheid van maximaal 80.000 cellen/ml. Vanaf juni vormden cyanobacteriën een co-dominantie en bereikten een maximum in juni en september met circa 34.000 en 32.000 cellen/ml. Diatomeeën speelden geen rol van betekenis en hadden het grootste aandeel in april (circa 4.300 cellen/ml). In totaal werden 69 fytoplanktonsoorten of -geslachten geïdentificeerd. Opvallend hoge celgetallen werden in april van de *Chlorococcales* en de soort *Tetrastrum komarekii* gevonden. De belangrijkste kiezelalgeslachten waren *Skeletonema* en *Stephanodiscus*. Bij de cyanobacteriën domineerden de *Chroococcales*, *Aphanocapsa* sp. en verschillende soorten van het geslacht *Merismopedia*, welk zout- en zoetwaterminnende soorten omvat. Er kwamen slechts twee potentieel toxische cyanobacteriënsoorten in kleine hoeveelheden voor: *Microcystis* sp. en *Oscillatoria agardhii*.

---

Uit de vergelijking van het Noordzeekanaal met de Afrikahaven komt naar voren:

- De totale aantallen van het fytoplankton van de Afrikahaven waren met 210.000 cellen/ml bij AFKHVN2 en 300.000 cellen/ml hoger dan in het Noordzeekanaal (maximum van circa 148.000 cellen/ml).
- De aantallen kleine, ronde en overige algen domineerden op beide locaties maar waren in de Afrikahaven beduidend hoger dan in het Noordzeekanaal.
- De aantallen groenalgen liggen in de Afrikahaven wat lager dan in het Noordzeekanaal.
- De aantallen cyanobacteriën waren hoger in de Afrikahaven (maximaal 50.000 cellen/ml) dan in het Noordzeekanaal (maximaal 34.000 cellen/ml).
- In de Afrikahaven werden veel minder soorten gevonden dan in het Noordzeekanaal of konden niet verder worden gedetermineerd. Toch waren op beide locaties dezelfde soorten dominant.

Er was behalve de hoogte van de celgetallen geen groot verschil tussen de Afrikahaven en het Noordzeekanaal, bijv. in de soortensamenstelling. Toch moet men zich ervan bewust zijn, dat er getallen van twee jaren worden vergeleken. Daarbij is de fytoplanktonontwikkeling afhankelijk van de weersontwikkeling (licht en temperatuur), maar ook van de hoeveelheid nutriënten en begrazing door zoöplankton. Een mogelijke reden voor de hogere waarden in de Afrikahaven kan zijn, dat de verblijftijd er hoger is en de stroming en turbulentie minder ten opzichte van het Noordzeekanaal.

## 3.2 Zoöplankton

Veranderingen in fyto- en zoöplanktonpopulaties kunnen in het algemeen gerelateerd worden aan sturende factoren zoals trofiegraad en verontreinigingen. Over de samenstelling van zoöplankton in brakke wateren zoals het Noordzeekanaal en de factoren die de samenstelling beïnvloeden is weinig bekend. Wel is bekend dat over het algemeen in brakke milieus relatief veel *Ciliophora* (wimperdiertjes, voorheen *Ciliata*) en *Copepoda* (eenooγκreeftjes) worden aangetroffen. De belangrijkste groep binnen de *Copepoda* is *Calanoida* (Stowa, 2002).

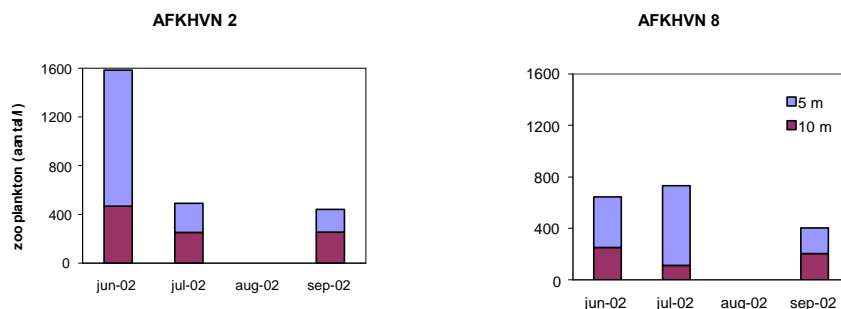
### 3.2.1. Huidige situatie in de Afrikahaven (soorten)

In de Afrikahaven zijn op twee verschillende locaties, op twee verschillende diepten en op drie data zoöplanktondichtheden bepaald. De data, opgesplitst per soort, voor alle monsterdata, locaties en dieptes zijn weer gegeven in de tabel van bijlage 2. Er blijken verschillen in dichtheden tussen de twee locaties, afhankelijk van de tijd van het jaar (figuur 3.6). In juni is de dichtheid voorin de haven (AFKHVN 2) erg hoog (circa 1.600 individuen per liter). In juli en september is de dichtheid lager (circa 500 ind./l) en zijn er geen grote verschillen meer tussen de beide locaties, of tussen de verschillende diepten.



**Figuur 3.6**

Totale aantallen zoöplankton per liter, op twee locaties en op twee dieptes in de Afrikahaven.

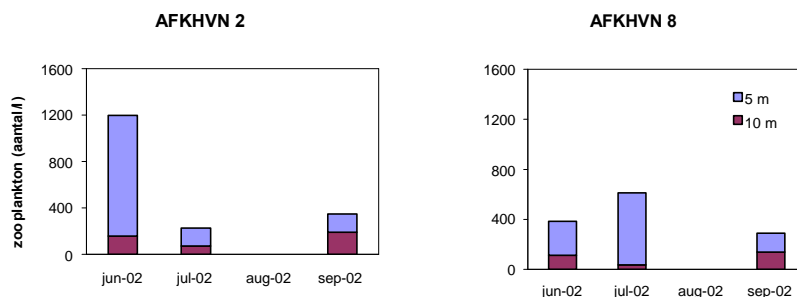


De grootste groep (circa 70%) van het zoöplankton wordt gevormd door naupliuslarven van de hoofdgroep *Copepoda* (zie tabel in bijlage 2). Deze groep is niet verder gedetermineerd tot subgroep of soort. De groep verklaart vrijwel alle variatie in de data, inclusief de uitschieter in juni (figuur 3.7).

In juni bevinden de larven zich vooral in het ondiepe gedeelte. Mogelijk zijn deze larven later in het jaar veranderd in adulten.

**Figuur 3.7**

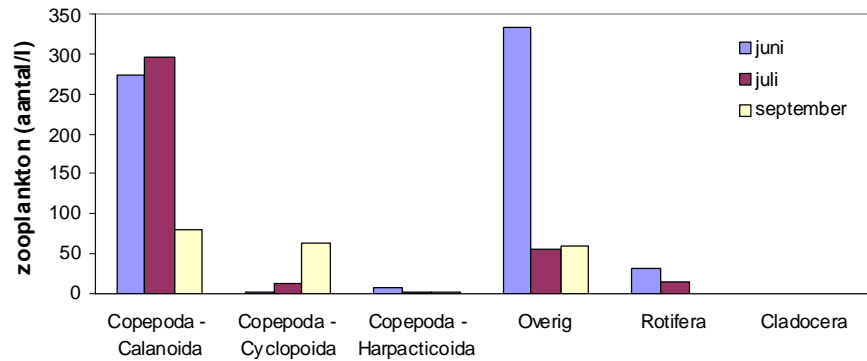
Totale aantallen naupliuslarven van de *Copepoda* groep per liter, op twee locaties en op twee dieptes in de Afrikahaven.



Van het overige zoöplankton bestaat een groot deel eveneens tot de hoofdgroep *Copepoda* (figuur 3.8). Deze behoren tot de subgroepen *Calanoida*, *Cyclopoida* en *Harpacticoida*. Hiervan vormen de *Calanoida* de grootste groep. Verder zijn de hoofdgroepen *Rotifera* (raderdiertjes), *Cladocera* (o.a. watervlooien) en "overig" benoemd. In de groep "overig" komen wormen, larven van weekdieren (veligerlarven) en zeepokkenlarven (*Balanidae*) voor. De hoofdgroep *Ciliophora* is niet geanalyseerd. Hiermee ontbreekt waarschijnlijk een belangrijke groep, aangezien de brakwaterciliaat *Tintinnopsis* een dominante soort is in grote delen van het Noordzeekanaal (Van Haren & Van Wieringen, 1997).

**Figuur 3.8**

Totale aantallen zoöplankton per liter in de Afrikahaven gedurende het seizoen, uitgesplitst naar groepen (gesommeerd over locatie en diepte).

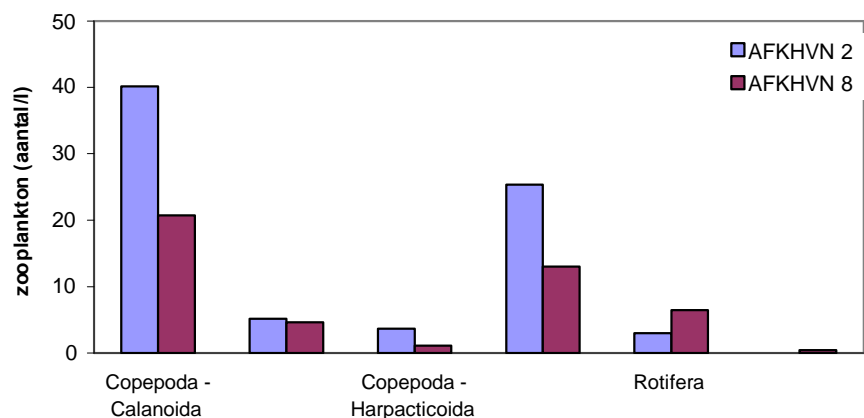


Over het algemeen wordt het meeste zoöplankton gevonden in juni en juli. In de groep "overig" is evenals bij de *Copepoda* naupliuslarven ook een uitschieter te zien in juni. Dit wordt vooral bepaald door de larven van wormen in het diepere deel. Een mogelijke verklaring voor de lagere waarden later in het jaar is dat de larven dan niet meer tot het zoöplankton behoren. De groep "overig" komt in alle maanden vooral in het diepe gedeelte voor. Ook andere groepen komen in het diepe deel in hogere aantallen voor dan in het ondiepe deel. Voor sommige groepen wisselt dit echter per maand. Dit wisselende beeld komt mogelijk door de verticale migratie, die in ieder geval van de *Copepoda* bekend is. De *Rotifera* daarentegen bevinden zich vrijwel alleen in het ondiepe deel.

Voor bijna alle groepen geldt dat gemiddeld voorin de haven iets hogere aantallen voorkomen dan achterin de haven (figuur 3.9). Dit varieert echter per maand en per soortgroep. Ook hier is geen trend in te ontdekken.

**Figuur 3.9**

Aantallen zoöplankton per liter op de twee meetlocaties in de Afrikahaven, gemiddeld over het seizoen en de diepte.



Een bijzondere soort in de Afrikahaven is de cladoceer *Podon leuckarti*. Deze mariene soort is voor zover bekend niet eerder aangetroffen in het Noordzeekanaal.

### 3.2.2. Relatie zoöplankton met waterkwaliteit

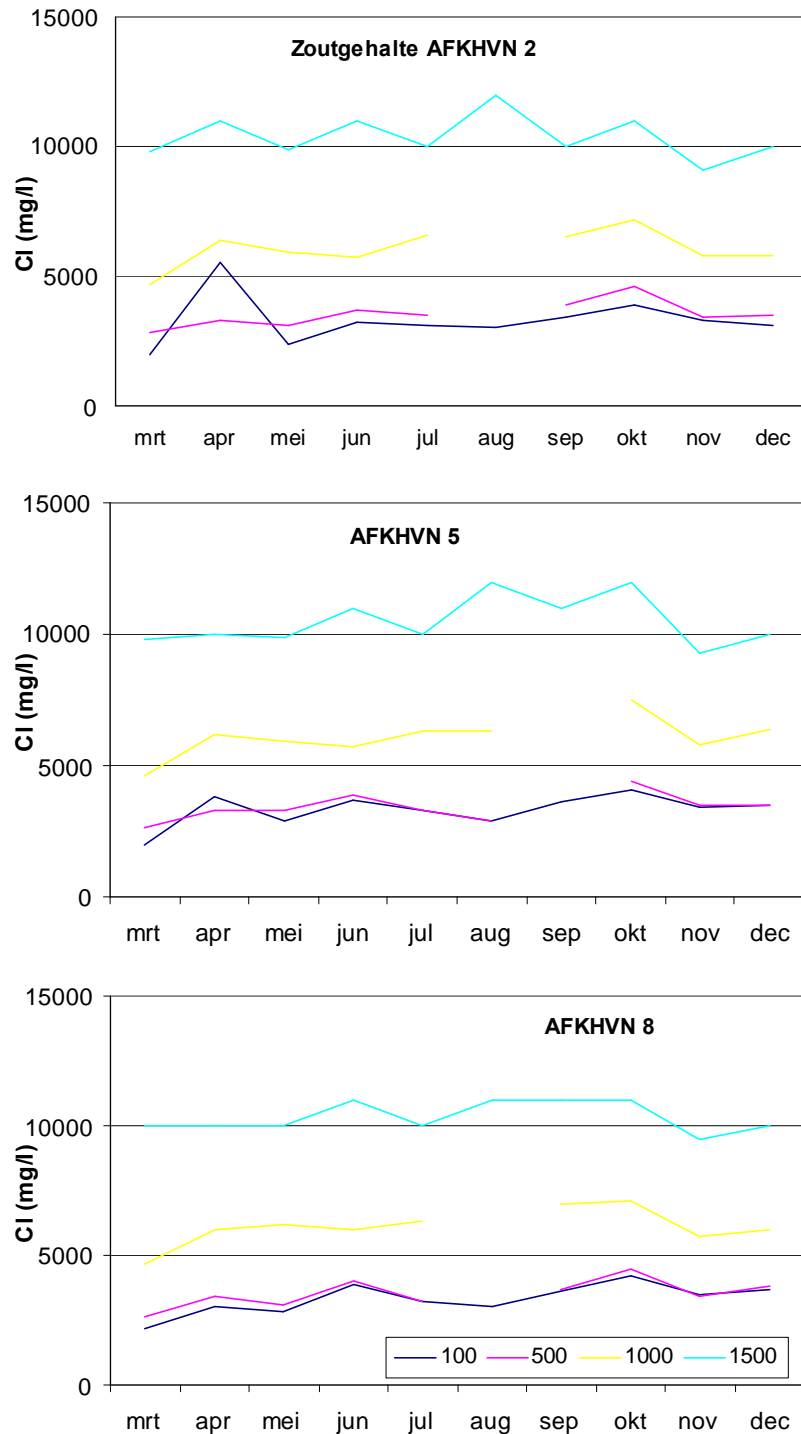
#### 3.2.2.1 Zoutgehalte

In figuur 3.10 zijn de zoutgehalten op de verschillende dieptes in de Afrikahaven weergegeven. Aangezien over het algemeen niet tot op soort is gedetermineerd, kunnen geen duidelijke relaties vastgesteld worden tussen het zoöplankton en het zoutgehalte.

Bijna driekwart van het totale zoöplankton wordt gevormd door de niet-gespecificeerde groep naupliuslarven, die als groep in de hele range van zoet tot marien voorkomen.

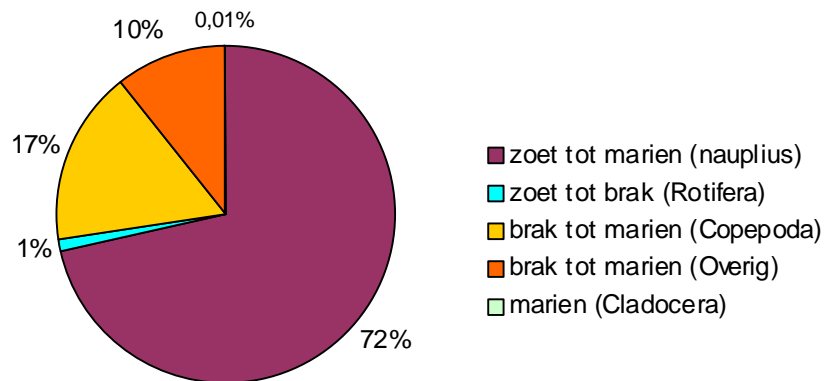
**Figuur 3.10**

Zoutgehalte op verschillende dieptes van de locaties AFKHVN 2, 5 en 8.



**Figuur 3.11**

Aandeel van de in de Afrikahaven aangetroffen zoöplanktongroepen, geclusterd naar saliniteitsrange.

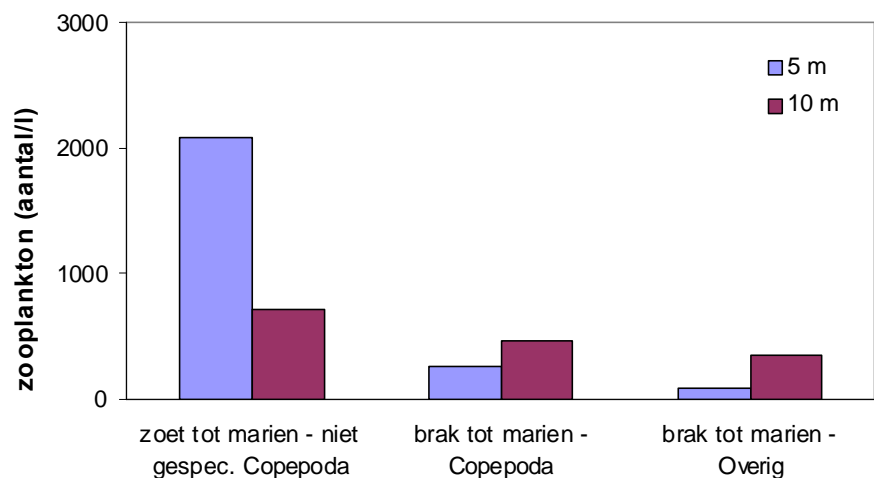


Voor de overige groepen is wel een nadere aanduiding over de saliniteit te geven. Zowel de aangetroffen *Calanoida* en *Cyclopoida* binnen de hoofdgroep *Copepoda* (17% van totaal), als de soorten binnen de groep "overig" (10% van totaal), kunnen gekarakteriseerd worden als brak tot mariene groepen. Slechts 1% van de totale aantallen zoöplankton wordt gevormd door zoet tot brakke soorten uit de groep *Rotifera*. Figuur 3.11 geeft een overzicht van de aangetroffen zoöplanktongroepen geclusterd naar saliniteitsrange.

De brakke tot mariene soorten zijn verdeeld over de beide monsterpunten in de Afrikahaven en bevinden zich zowel in het ondiepe, als in het diepere water. In het diepere, zoutere deel van de haven komen hogere aantallen voor dan in de ondiepe laag (figuur 3.12). Dit geldt zowel voor de *Calanoida* en de *Cyclopoida* als voor de groep "overig". De zoete tot brakke raderdiertjes komen vrijwel alleen in het ondiepe gedeelte voor (5 m). Dit correspondeert met de lagere zoutgehalten in de ondiepere delen.

**Figuur 3.12**

De belangrijkste zoöplanktongroepen, totale aantallen in de ondiepe en in de diepere laag.

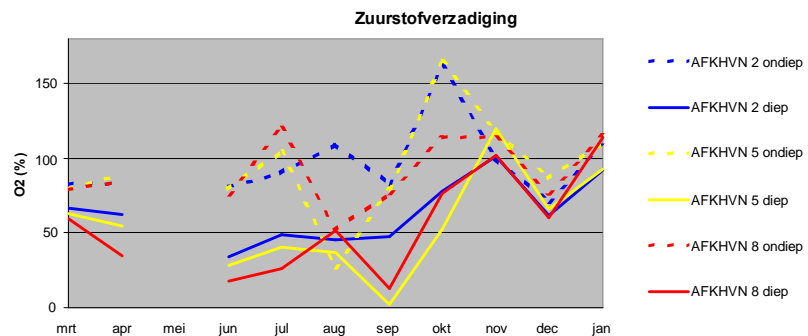


### 3.2.2.2. Zuurstof

In september is de zuurstofverzadiging op de bodem bij locatie AFKHN8 laag (13%, fig. 3.13). Voor de grootste groep zoöplankton, de *Copepoda*-naupliuslarven, lijkt dit niet uit te maken. Deze groep komt in september in het diepere deel in vergelijkbare hoeveelheden voor als in juni en juli. Dit geldt ook voor de veligerlarven van de *Bivalvia*. Calanoïde copepoden komen wel voor, evenals larven van polychaeten duidelijk in lagere aantallen. Voor de *Copepoda*-naupliuslarven en de veligerlarven van de *Bivalvia* is er dus geen relatie te leggen met zuurstof, maar voor de Calanoïde copepoden en voor de larven van polychaeten is dit niet uitgesloten, aangezien deze groepen minder aanwezig zijn in het najaar op deze diepte.

**Figuur 3.13**

Zuurstofverzadiging op verschillende dieptes van de locaties AFKHVN 2, 5 en 8 ondiep (5 m) en diep (10 m).



### 3.2.3. Vergelijking met gegevens Noordzeekanaal

De zoöplanktongemeenschap in het Noordzeekanaal wordt gedetermineerd door *Copepoda* en *Rotatoria* (AquaSense, 2002). In de Afrikahaven zijn de *Copepoda* het meest aangetroffen. De gevonden hoge aantallen (tot circa 1.000 individuen per liter) zijn vergelijkbaar met cijfers van het hoofdkanaal (met name bij KM2). De *Rotatoria* komen veel minder voor dan in het Noordzeekanaal. In de Afrikahaven werden gemiddeld circa 5 individuen per liter gevonden en in het Noordzeekanaal gemiddeld circa 50 bij KM2 tot circa 100 bij KM25 (gegevens 2001). Voor KM13 zijn gegevens van 2002 bekend. Een getalsmatige vergelijking tussen deze locatie en de Afrikahaven is echter niet goed mogelijk (tabel 3.2), aangezien niet duidelijk is of tot op hetzelfde niveau is gedetermineerd, en omdat de bemonsteringsmethode verschilt. Opvallend is dat de groep "overig" in de Afrikahaven een belangrijke groep is, en in KM13 niet is onderscheiden. Het is waarschijnlijk dat de larven van wormen, weekdieren en zeepokken wel voorkomen, maar niet geanalyseerd zijn.

In het midden van het Noordzeekanaal domineren typische brakwatersoorten (Van Haren en Van Wieringen, 1997). In dit verband is het niet vreemd dat het grootste deel van het zoöplankton in de Afrikahaven, waarvan iets over de saliniteitsrange is te zeggen, brakwatersoorten zijn.

**Tabel 3.2**

Aantallen zoöplankton per liter in de Afrikahaven en een nabijgelegen locatie in het Noordzeekanaal (KM13), onderverdeeld in groepen. Het betreft de gemiddelden over de maanden juni, juli en september.

|                                | Afrikahaven | KM13 |
|--------------------------------|-------------|------|
| Copepoda – niet gespecificeerd | 1.020       | 16   |
| Copepoda – Calanoida           | 217         | 163  |
| Copepoda – Cycloida            | 26          | 151  |
| Copepoda – Harpacticoida       | 4           | -    |
| Rotifera                       | 16          | 1    |
| Cladocera                      | 0,3         | 0,1  |
| Overig                         | 149         | -    |

Ook mariene soorten worden in het Noordzeekanaal tot KM12 wel aangetroffen, maar in veel lagere aantallen. In dit opzicht geeft de soort *Podon Leuckarti* aan dat ook mariene soorten tot achterin de Afrikahaven zijn doorgedrongen.

In de Afrikahaven is ook in de diepere delen veel zoöplankton aangetroffen. Dit correspondeert met de relatief goede zuurstofgehalten, met name voorin de haven. In de nabije omgeving in het Noordzeekanaal (KM12) is de zuurstofvoorziening ook relatief goed, in tegenstelling tot bijvoorbeeld bij KM22.

#### 3.2.4. Interacties tussen fyto- en zoöplankton

De hoeveelheid algenbiomassa en de soortensamenstelling fytoplankton heeft een belangrijke functie als voedsel voor zoöplankton. Dit geldt ook voor de Afrikahaven aangezien het fytoplankton werd gedomineerd door kleine goed begraasbare overige algen.

Er zijn te weinig data voor een statistische analyse van de relatie fyto- en zoöplankton, maar het verloop van de biomassa fytoplankton en de aantallen zoöplankton lijkt een enigszins logisch verband te tonen. De biomassa fytoplankton ging in het algemeen vanaf juni omlaag (met uitzondering van de maand juli, locatie AFKHVN8). Dit zou veroorzaakt kunnen zijn door begrazing door zoöplankton. De aantallen zoöplankton gingen tijdens de zomer ook achteruit, wat verklaard zou kunnen worden door een afname in voedselbeschikbaarheid. De stijging van nutriëntengehalten tijdens de zomer correspondeert hiermee. De afname van zoöplankton was minder sterk op locatie AFKHVN8. Hier was de biomassa fytoplankton hoger dan op AFKHVN2.

### 3.3 Macrofauna

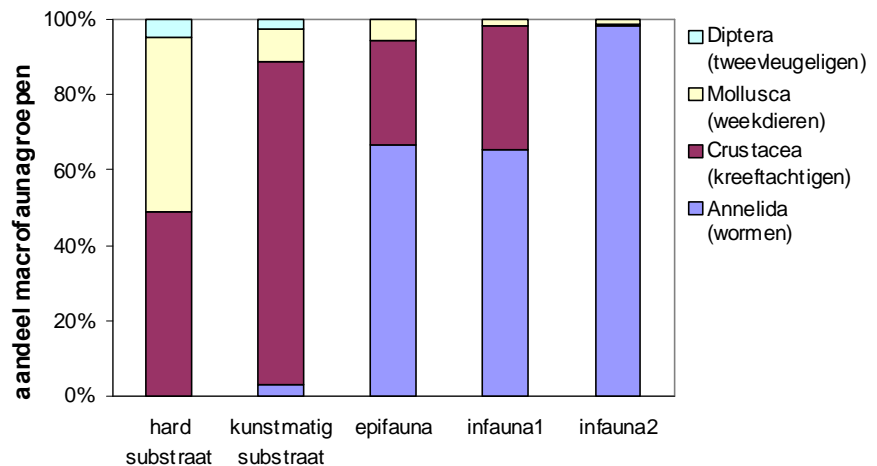
De macrofaunasamenstelling in het Noordzeekanaal wordt vooral gestuurd door de zoutgradiënt. Ter hoogte van de Afrikahaven komt een relatief soortenrijke zout/brakke macrofaunagemeenschap voor. De gemeenschappen in de Amsterdamse havens verschillen van het hoofdkanaal door o.a. geloosd koelwater en verontreinigingen. In de diepere delen van sommige havens komt door zuurstofloosheid nauwelijks macrofauna voor.

### 3.3.1. Huidige situatie in de Afrikahaven

De aangetroffen soorten en dichtheden/aantallen, alsmede enkele ecologische kenmerken zijn opgenomen in bijlage 3. Figuur 3.14 geeft een overzicht van de verdeling van de verschillende macrofaunagroepen per monstermethode.

**Figuur 3.14**

Verdeling macrofaunagroepen per meetmethode. Infauna1: onderzoek door meetdienst Rijkswaterstaat/AquaSense, op drie diepten. Infauna2: onderzoek TNO, alleen op 15 m diepte.



Duidelijk is dat de kreeftachtigen (Crustacea) en in mindere mate ook weekdieren (Mollusca) in alle substraten voorkomen, terwijl wormen (Annelida) vrijwel alleen bij de in- en epifaunabepaling gevonden zijn, en de tweevleugeligen juist alleen op het hard- en kunstmatig-substraat.

### 3.3.2. Meest opvallende soorten

#### 3.3.2.1 Annelida (wormen)

Van de wormen zijn met name borstelwormen (polychaeten) gevonden. Borstelarme wormen (Oligochaeten) waren nagenoeg niet aanwezig. De hoogste aantallen zijn gevonden van de spioniden *Marenzelleria viridis*, *Boccardelia ligierica* en met name *Streblospio benedicti*. Deze wormen leven net onder de sedimentoppervlakte als deposit feeders en mogelijk facultatieve suspension feeders. Ze zouden veel door vis gegeten worden. Het zijn opportunistische soorten die snel kunnen koloniseren en dus vrij ongevoelig zijn voor verstoringen. In het Noordzeekanaal is met name *Streblospio* plaatselijk talrijk te vinden, ook onder zuurstofloze omstandigheden. Dichtheden tot bijna 12.000 individuen per m<sup>2</sup> zijn aangetroffen (april 2001 bij KM11). Alledrie deze soorten weten in de sterk vervuilde bodem van de Amsterdamse havens te overleven, soms samen met *Nereis succinea*. Ook *N. succinea* is in de Afrikahaven gevonden. Dit is een typische brakwatersoort, die voornamelijk in slib te vinden is.

---

Naast de spioniden komt *Tharyx marioni* veel voor, in het TNO-onderzoek waarschijnlijk beschreven als *Aphelochaeta marioni*. Dit is verwarrend genoeg geen synoniem maar een sterk gelijkende soort uit een ander genus. Ook dit is een bodemsoort, die vrijwel alleen op grote diepten aangetroffen wordt en ook onder zuurstofloze omstandigheden gevonden is in de Westhaven.

#### 3.3.2.2 Crustacea (kreeftachtigen)

Van de infauna zijn de hoogste dichtheden gevonden van de soorten *Corophium multisetosum* en *Balanus improvisus* (brakwaterpok). De hoogste aantallen in de epifaunamonsters waren van *Crangon crangon* (gewone garnaal) en *Neomysis integer* (brakwateraasgarnaal). Hard-substraatsoorten waren vooral *Corophium lacustre*, *Balanus sp.* en *Gammarinema* (nematoden).

*Corophium multisetosum* en *C. lacustre* (slijkgarnalen) komen voor in brak tot zoet water. *C. multisetosum* bouwt moddergangen in klei of zand, soms op vast substraat samen met *C. lacustre*. In het Noordzeekanaal komt *C. multisetosum* vooral voor op de slibbodem en *C. lacustre* in ondiep water en oevers. *Corophium sp.* is niet bestand tegen zuurstofconcentraties lager dan 3 mg/l.

*Balanus improvisus* kan, in tegenstelling tot de gewone zeepok, ook in brak water goed overleven. Brakwaterpokken zijn te vinden op alles wat hard is en in de getijdenzone (van 0 tot 10 m diep) ligt, drijft of leeft. Vanwege zijn sessiele karakter is ook de brakwaterpok gevoelig voor zuurstofloze omstandigheden.

*Crangon crangon* heeft een voorkeur voor onbegroeide zand- of slibbodems in de kustwateren. Bij gevaar graven ze zich in. De soort komt zeer massaal voor in het Noordzeekanaal en zijn zijhavens.

*Neomysis integer* kan zowel in zoet water, in brak water als in zeewater leven. Zij leven in het water, vaak iets dicht bij de bodem dan de Kaspische aasgarnaal. De soort staat niet bekend als gevoelig voor zuurstofarme omstandigheden.

#### 3.3.2.3 Mollusca (weekdieren)

De meeste van de weekdieren van het in- en epifauna waren *Bivalvia* (tweekleppigen). Op de harde substraten werden meer *Gastropoda* (slakken) gevonden, zoals de kieuwslak *Bithynia tentaculata*. Kieuwslakken zijn relatief afhankelijk van een goede zuurstofvoorziening. De tweekleppige *Mytilopsis leucophaeata* (brakwatermossel) werd in alle substraten talrijk aangetroffen, maar vooral op het hard-substraat. Dit is een echte brakwatersoort. De dieren komen voor in estuaria, havens en kanalen, waar ze zitten vastgehecht aan stenen, damwanden, sluisdeuren en dergelijke. In het Noordzeekanaal worden dichtheden bereikt tot ruim 5.200 individuen per m<sup>2</sup>. In september 2000 is de soort onder zuurstofloze omstandigheden aangetroffen in de Mercurius- en Jan van Riebeeckhaven.



Tweekleppigen, die de epi- en infaunagemeenschap domineren, zijn *Mya arenaria* (strandgaper) en *Cerastoderma glaucum* (brakwaterkokkel). Beide soorten komen ook talrijk in het hoofdkanaal voor, waarbij de hoogste dichtheden vooral bereikt worden in de middenzone van het kanaal, rond KM11. De grote individuen komen in lage dichtheden voor aan de oever en de kleine individuen zitten vooral in hogere dichtheden in de diepere zone. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt door de hogere zuurstofbehoefte van grotere exemplaren. In het Noordzeekanaal is *M. arenaria*, op 1 individu na, alleen aangetroffen op plaatsen met meer dan 3 mg zuurstof per liter. *C. glaucum* is alleen bekend van plaatsen met een zuurstofconcentratie van 4,9 tot 8,9 mg zuurstof per liter.

Naast o.a. bovengenoemde soorten zijn in de Afrikahaven twee soorten tweekleppigen gevonden, die niet direct verwacht waren: *Abra nitida* (glanzende dunschaal) en *Macra corallina* (grote strandschelp).

*A. nitida* komt in de Noordzee voor, onder meer op de oestergronden in stevig slib. Ook *Macra* is een typisch mariene soort, die niet bepaald algemeen is. Het is een soort die tamelijk schone omstandigheden (o.a. voldoende zuurstof) nodig heeft.

#### 3.3.2.4 Diptera (tweevleugeligen)

De Diptera komen vrijwel alleen voor op hard-substraat, waarbij het grootste aandeel gevormd wordt door de soort *Halocladus variabilis*. Deze soort leeft uitsluitend in brak en zout water, zelfs bij een zoutgehalte hoger dan dat van zeewater.

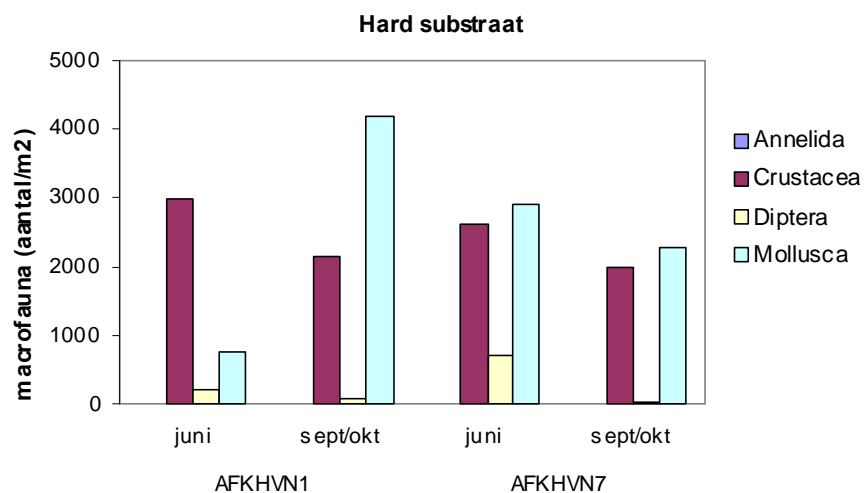
#### 3.3.3. Hard en Kunstmatig-substraat

De kunstmatig-substraatbemonstering levert een verschillend resultaat op in vergelijking met de hard-substraatbemonstering. Het verschil komt tot uiting in de dichtheden en soorten.

De dichtheden op hard-substraat zijn hoger dan op kunstmatig-substraat (vergelijk de figuren 3.15 en 3.16), ondanks dat de knikkerkorf relatief veel oppervlakte heeft ten opzichte van het hard-substraat. Het is echter de vraag of deze oppervlakte daadwerkelijk meer vestigingsmogelijkheden biedt. Daarnaast heeft het natuurlijke hard-substraat veel langer de tijd gehad om gekoloniseerd te worden.

**Figuur 3.15**

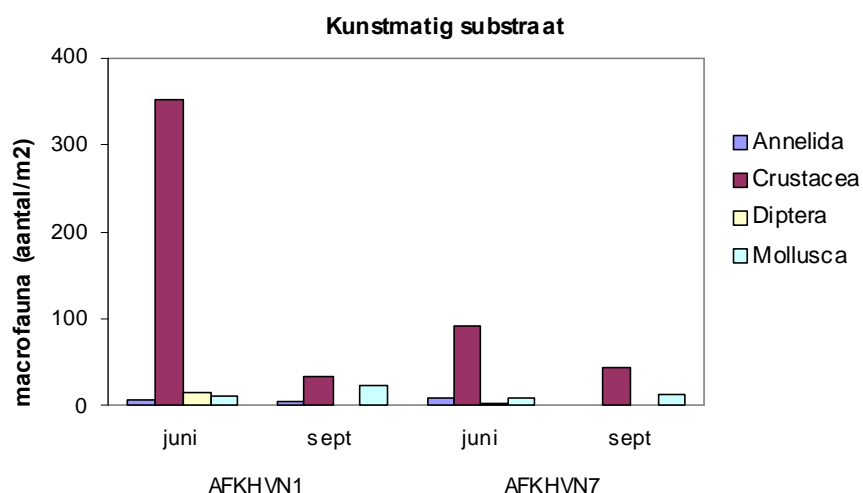
Totale aantallen macrofauna op hard-substraat in juni en september/oktober per soortgroep, uitgesplitst naar locaties voorin (AFKHVN 1) en achterin (AFKHVN 7) de haven.



Op alle tijden en alle locaties zijn de *Crustacea* dominant aanwezig. Dit geldt met name voor het kunstmatig-substraat; op het hard-substraat komen daarnaast ook veel *Mollusca* voor (figuur 3.15). Dit betreft vooral *Mytilopsis leucophaea* (brakwatermossel), die ook bij de in- en epifaunabemonsteringen is aangetroffen. *Annelida* (wormen) komen alleen op kunstmatig-substraat voor. Naast de *Annelida* voegt de kunstmatig-substraatbemonstering alleen de slak *Potamopyrgus antipodarum* (Jenkin's brakwaterhoortje) toe aan de overige methoden. Deze soort is vrij algemeen in brakke wateren.

**Figuur 3.16**

Totale dichtheden macrofauna op hard en kunstmatig-substraat per soortgroep, uitgesplitst naar locaties voorin (AFKHVN 1) en achterin (AFKHVN 7) de haven.



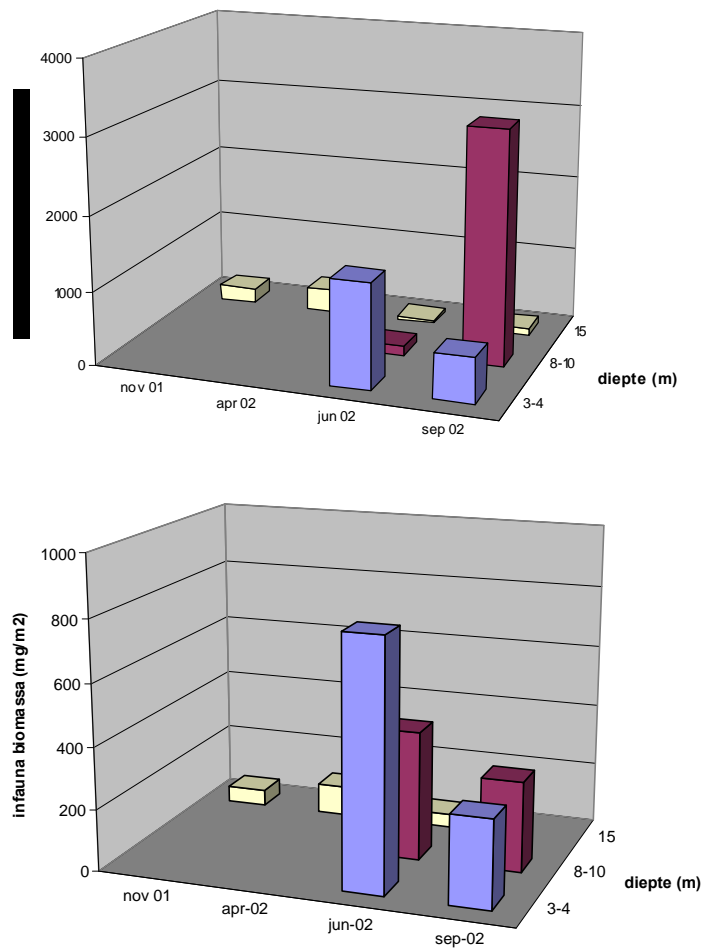
Voor bijna alle groepen is in alle gevallen een afname te zien tussen juni en september, zowel op hard- als op kunstmatig-substraat. Dit komt vooral voor rekening van *Corophium*, *Gammaridae* en *Halocladus*. Voor de *Mollusca* geldt dit alleen achterin (AFKHVN7) de haven, voorin (AFKHVN1) is juist een toename te zien.

#### 3.3.4. Infauna

Van alle infaunabemonsteringen zijn zowel dichtheden als biomassa berekend. In figuur 3.17 zijn de resultaten van alle infaunabemonsteringen weergegeven. De gegevens van 15 m diepte van november 2001 en april 2002 komen van het TNO-onderzoek.

**Figuur 3.17**

Totale berekende infaunadichtheden (a) en biomassa (b) in de tijd en in de diepte. Het betreft steeds het gemiddelde van bemonsteringen voorin en achterin de haven. Gegevens van september 2002 op 15 m zijn niet in de grafiek weergegeven, omdat hiervan geen biomassa's zijn bepaald.

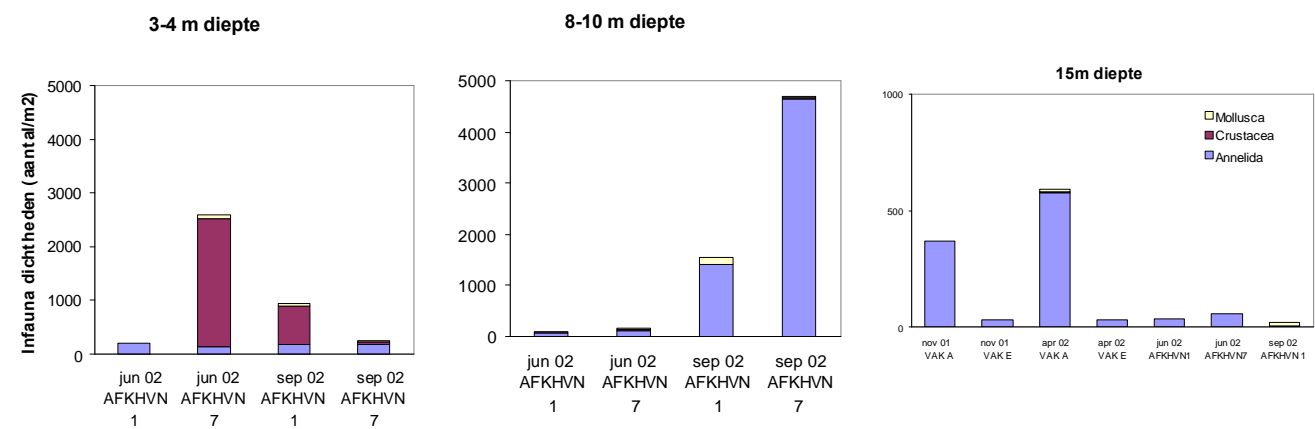


De figuren laten zien dat wat biomassa betreft, in de ondiepere delen meer macrofauna aanwezig is dan in het diepere deel. Voor dichtheden geldt dit ook, uitgezonderd de uitschieter in september op 8-10 m. Wanneer de dichtheden worden uitgesplitst naar groepen, wordt duidelijk dat op verschillende diepten verschillende groepen domineren. In het ondiepe gedeelte komen vooral *Crustacea* voor, terwijl in het diepere gedeelte *Annelida* de meerderheid vormen (figuur 3.18). Het overgrote deel van de wormen zijn polychaeten, er komen vrijwel geen oligochaeten voor; dit geldt voor alle dieptes en locaties. *Mollusca* worden alleen vertegenwoordigd door *Bivalvia*, er komen bijna geen *Gastropoda* voor.

Figuur 3.18 laat zien dat hoogste *Crustacea*-dichtheden vooral op 3-4 m voorkomen. Dit wordt bijna geheel veroorzaakt door de soort *Corophium multisetosum*, waarvan in juni achterin de haven een grote groep is aangetroffen (2.286 individuen per m<sup>2</sup>), en in september juist voorin de haven (700 ind./m<sup>2</sup>). De overige soorten komen zowel op 3-4 m als op 8-10 m diepte vrij constant voor met circa 10-20 ind./m<sup>2</sup>. Hierbij valt op dat op beide dieptes het aantal soorten in september hoger is dan in juni (figuur 3.19).

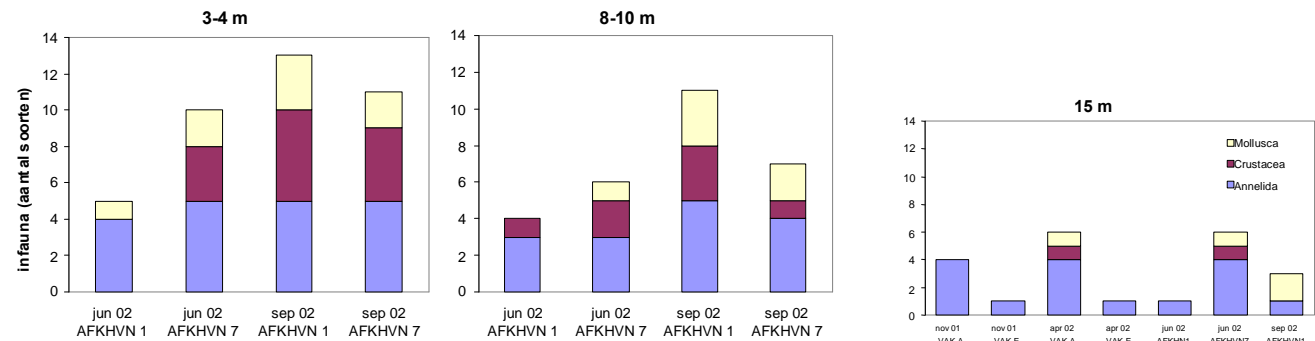
Figuur 3.18

Totale dichtheden infauna op drie verschillende diepten per locatie en meetdatum, uitgesplitst naar soortgroepen. AFKHVN 1 en VAK A: voorin de haven, AFKHVN 7 en VAK E: achterin de haven.



Figuur 3.19

Aantallen soorten infauna per diepte, meetdatum, locatie en soortgroep. AFKHVN 1 en VAK A: voorin de haven, AFKHVN 7 en VAK E: achterin de haven.



---

De *Mollusca* komen ook vrijwel alleen op 3-4 m en op 8-10 m voor. Ook voor de *Mollusca* geldt dat in september meer soorten werden gevonden dan in juni. In juni waren ook de dichtheden voorin zeer laag, terwijl in september de dichtheden voorin juist hoger waren dan achterin (evenals bij de *Crustacea*).

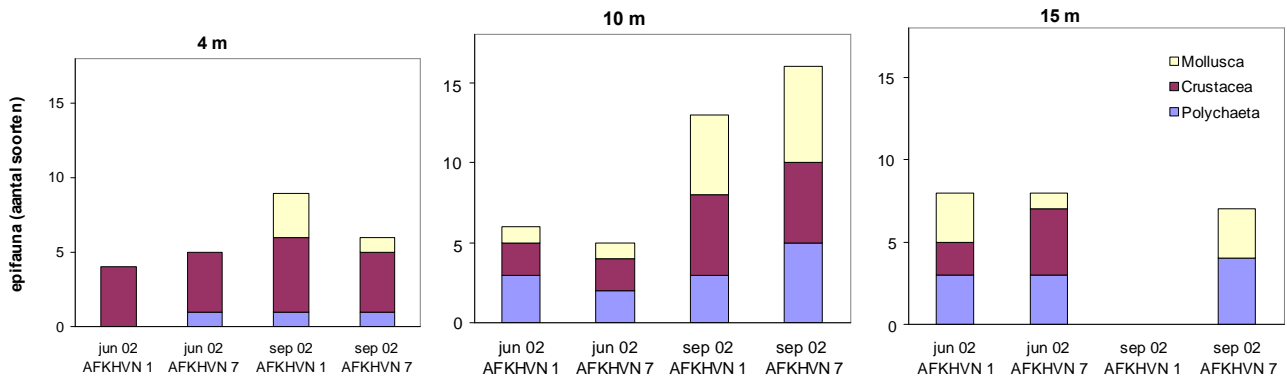
De *Annelida* zijn in de bovenste laag vrij constant aanwezig met 150-200 ind./m<sup>2</sup>. Op 8-10 m is deze groep ook goed vertegenwoordigd, waarbij zeer opvallend is dat ze vooral in september aangetroffen worden, met een enorme hoeveelheid achterin de haven (4.700 ind./m<sup>2</sup>). Deze toename wordt bijna geheel veroorzaakt door de soort *Streblospio benedicti*. De biomassa neemt niet toe, aangezien deze soort zeer klein is in vergelijking tot andere polychaeten zoals bijv. *Nereis succinea*, die overal vrij constant aanwezig is (niet op 15 m). In de diepste laag zijn de *Annelida* ook steeds aanwezig, in november 2001 en april 2002 vooral voorin (400 ind./m<sup>2</sup>). Dit verschil wordt vooral veroorzaakt door de soorten *Apolochaeta marioni* (zowel november als april) en *Streblospio benedicti* (april). In juni en september 2002 zijn voorin de haven veel lagere dichtheden *Annelida* aangetroffen.

### 3.3.5. Epifauna

In de epifaunabemonsteringen zijn veel infaunasoorten gevonden en andersom. In de epifaunabemonstering zijn iets meer soorten aangetroffen, dit komt mogelijk omdat er grotere monsters genomen zijn. De epifaunamonsters zijn niet-kwantitatief verzameld. Dat wil zeggen dat niet telkens een even groot monster is genomen, waardoor er geen dichtheid per eenheid bodem of water kan worden berekend. Omdat bij de bemonstering de Aquasucker wel steeds over eenzelfde lengte van 400 m werd getrokken kunnen de monsters wel onderling kwantitatief worden vergeleken. Aangezien geen dichtheden zijn berekend is er alleen een overzicht gegeven van het aantal aangetroffen soorten (figuur 3.20). Opvallend is dat de meeste soorten epifauna en de hoogste aantallen gevonden zijn rond een diepte van 10 m. Bij de infauna zijn de meeste soorten gevonden rond 3-4 m. Uit de figuren blijkt evenals bij de infauna een toename van macrofaunasoorten in september ten opzichte van juni. Dit verschil is het duidelijkst rond de 10 m.

**Figuur 3.20**

Aantallen soorten epifauna per diepte, meetdatum, locatie en soortgroep. AFKHVN 1: voorin de haven, AFKHVN 7: achterin de haven. Van het punt AFKHVN1 september 2002 ontbreken de meetgegevens.



Evenals bij de infaunabemonstering vormen in ondiepe lagen de *Crustacea* het grootste aandeel. De grootste aantallen zijn gevonden van *Crangon crangon*. Deze soort is het meest constant overal aanwezig, van 4 tot 15 m diep, en zowel in juni als september. Dit geldt in mindere mate ook voor *Neomysis integer*, die vooral rond 10 m diepte te vinden is, zowel in juni als september.

De meeste soorten *Mollusca* zijn gevonden in september, op 10 m diepte. De soorten die met de hoogste aantallen voorkomen, zijn ook bij de infaunabemonstering aangetroffen, zoals *Mya arenaria* en *Cerastoderma glaucum*. Daarnaast zijn op 10 m redelijke aantallen *Spisula subtruncata* gevonden en op 15 m de soorten *Macrura corallina* en *Abra nitida* (ook op 10 m).

De *Annelida* komen op verschillende diepten voor, met name de soort *Nereis succinea*, maar alleen op 15 m zijn er hoge aantallen gevonden. De grootste toename in september bij de *Annelida* wordt veroorzaakt door *Streblospio benedicti* en juvenielen van *Nereis sp.*, beide achterin de haven.

Het monster in april (niet getoond) bevat zoveel verschillende soorten van alle soortgroepen, dat het niet onwaarschijnlijk is, dat deze van meerdere diepten afkomstig zijn.

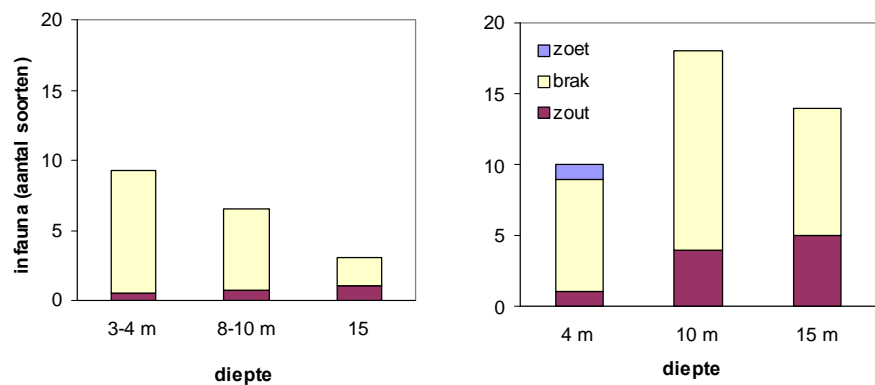
### 3.3.6. Relatie macrofauna gemeenschap en waterkwaliteit

#### 3.3.6.1 Zoutgehalte

In de Afrikahaven zijn met name brakke en zoute soorten gevonden. In de soortenlijst van bijlage 3, is te zien dat de weinige zoetwatersoorten vrijwel alle zijn aangetroffen op het hard- en kunstmatig-substraat, dus aan de oppervlakte, waar het water het minst brak is. Verschillen in zoutgehalte bestaan voornamelijk tussen de verschillende dieptes; minder in de horizontale richting of gedurende het seizoen. Het chloride-gehalte in de ondiepe laag (1-5 m) schommelt het hele jaar tussen 3.000 en 5.000 mg/l, in de middenlaag (10 m diepte) tussen 5.000 en 7.000 mg/l en in de diepste delen (15 m) tussen 10.000 en 12.000 mg/l (figuur 3.10). Dit is in enige mate terug te vinden in de verdeling van de brak- en zoutwatersoorten in de in- en epifauna (figuur 3.21).

**Figuur 3.21**

Aantallen soorten epifauna per diepte, meetdatum (links juni, rechts september) en soortgroep, gemiddeld over de gehele Afrikahaven.



De enige zoutwatersoorten, die ook in de ondiepe lagen is terug te vinden zijn de crustaceën *Crangon crangon* en *Mysidae*.

#### 3.3.6.2 Zuurstofverzadiging

Over het algemeen is de zuurstofverzadiging in de Afrikahaven goed (bijlage 5). Tot in de middenlaag (8-10 m) komen gedurende het hele jaar, zowel voorin als achterin de haven, weekdieren voor die gevoelig zijn voor lage zuurstofgehalten, zoals *Mya arenaria* en *Cerastoderma glaucum*. De kreeftachtige *Corophium lacustre* is ook in september aangetroffen, maar alleen voorin.

Alleen in de diepste delen in het midden en achterin zakt de zuurstofverzadiging in september tot onder de 10% (figuur 3.13). Op dat moment zijn in het diepste deel alleen *Tharyx marioni* en *Streblospio benedicti* aangetroffen (infauna), die beide goed bestand zijn tegen zuurstofarme condities. In vergelijking met de andere havens (september 2000 en april 2001) is het zuurstofgehalte op de bodem van de Afrikahaven echter goed te noemen. In bijna alle havens is in september (2000) totale zuurstofloosheid geconstateerd, uitgezonderd in de Amerikahaven (10%). In de Afrikahaven varieert het percentage in september (2002) van 2% (achterin de haven) tot 47% (voorin). Er is hier dus evenals in de Amerikahaven geen sprake van zuurstofloosheid.

In april ligt de zuurstofverzadiging in Afrikahaven, net als in de andere havens tussen de 40 en 60%. In het voorjaar is er dus geen limiterende rol voor macrofauna, in het najaar kan dit wel het geval zijn, maar alleen achterin de haven. De goede omstandigheden worden bevestigd door het op de bodem voorkomen van de zeer gevoelige tweekleppige *Macra collinia* (juni, voorin) en *Abra nitida* (juni, achterin).

### 3.3.7. Vergelijking met gegevens Noordzeekanaal

In de Afrikahaven zijn 50 van de 76 taxa aangetroffen, die in de afgelopen vijf jaar in het Noordzeekanaal zijn gevonden.

Het grootste deel van de soorten in het Noordzeekanaal zijn wormen (36%) en kreeftachtigen (32%) (AquaSense, 2003). In de Afrikahaven komen naar verhouding minder soorten wormen (23%) voor en meer kreeftachtigen (47%). Over het algemeen is de soortensamenstelling wel vergelijkbaar; de Afrikahaven wordt duidelijk gekoloniseerd vanuit het Noordzeekanaal.

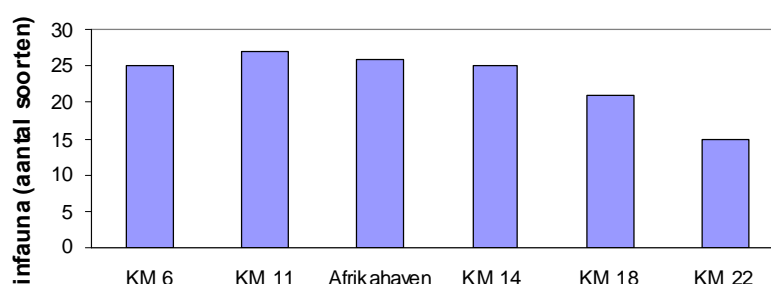
Het hard-substraat is vergeleken met het hard-substraat langs de kanaaloever door de meeste soortgroepen goed gekoloniseerd. Alleen de wormen ontbreken nog geheel. Afgezien daarvan komen vergelijkbare aantallen soorten voor (circa 15) per bemonstering als bij KM8, nabij de natuurvriendelijke oever Spaarnwoude (AquaSense 2002).

Ook de soortensamenstelling is vergelijkbaar, hoewel KM8 gedomineerd werd door *Corophium lacustre* (gegevens september 2000) en de Afrikahaven door *Mytilopsis leucophaeta* en *Balanus* sp.

Voor de infauna moet een onderscheid worden gemaakt tussen de ondiepere zones en de diepe zone. Wanneer het totale aantal infauna-soorten in 2002 vergeleken wordt met de gegevens van een onderzoek uit 2000/2001 (AquaSense, 2002) blijkt er geen verschil met andere punten in het Noordzeekanaal (figuur 3.22). Kennelijk is de Afrikahaven goed gekoloniseerd.

**Figuur 3.22**

Totaal aantal taxa infauna. Gegevens Afrikahaven (juni en september 2002), gegevens overige punten (april en september 2000/2001). Beide onderzoeken omvatten zowel ondiepe zone, middenzone als diepe zone.



Ook wat totale dichtheden betreft valt de Afrikahaven niet op (figuur 3.23), hoewel in de diepe zone de dichtheden lager liggen dan op de andere punten. Dit geldt overigens ook voor de andere havens. Een vergelijking met de overige havens is alleen voor het diepste deel mogelijk aangezien slechts op één diepte bemonsterd is, variërend van -13 tot -20 m. Hier zijn vrijwel alleen slibbewonende wormen aangetroffen. Voor het diepste deel in de Afrikahaven (circa 15 m) geldt dit ook.

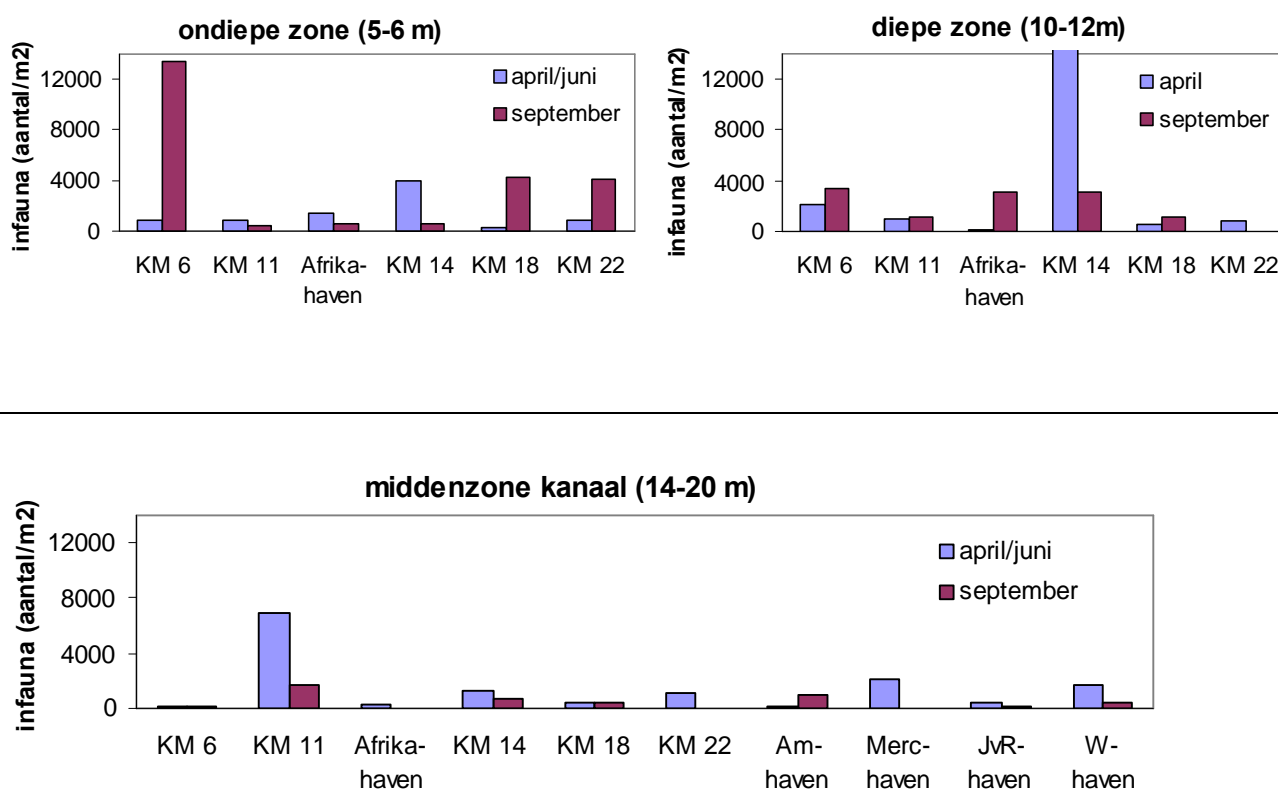


Het TNO-onderzoek maakt een zeer goede vergelijking voor de diepe zone mogelijk voor november 2000 en april 2001. In dit onderzoek werden in de Afrikahaven duidelijk minder soorten (resp. 4 en 7) gevonden dan in het referentiedeel van het Noordzeekanaal tussen KM6 en KM7 (resp. 20 en 23) en in de Van Riebeeckhaven (13 en 12). Ook dichtheden en biomassa waren in de Afrikahaven een stuk lager.

Het lijkt erop dat de bodemgemeenschap op het diepste deel in de Afrikahaven nog in ontwikkeling is, terwijl de ondiepere delen al meer gekoloniseerd zijn. Een toename van het aantal soorten wormen in het diepste deel en op het hard-substraat kan verwacht worden.

**Figuur 3.23**

Vergelijking totale dichtheden infauna op drie diepten. Gegevens Afrikahaven van juni en september 2002, overige van september 2000 en april 2001 (Am-haven = Amerika-haven, Merc-haven = Mercurius-haven, JvR = Jan van Riebeeckhaven, W-haven = Westhaven). Geen gegevens van Afrikahaven van september in de diepe zone (AquaSense 2002).



---

### 3.4 Vissen

In het Noordzeekanaal wordt de visgemeenschap gestuurd door de zoutgradiënt en het zuurstofgehalte. In het westelijk deel van het kanaal (ten westen van KM10) komen vooral zoutwatersoorten voor zoals dikkopje, steenbolk, bot en haring. Meer naar het oosten worden steeds meer zoetwatervissen gevangen, bijvoorbeeld snoekbaars, brasem, blankvoorn en baars. In de diepste delen van het oostelijke deel komen nagenoeg geen vissen voor als gevolg van de slechte zuurstofhuishouding (Van Haren & Van Wieringen, 1997). De Afrikahaven ligt in het overgangsgebied.

#### 3.4.1. Huidige situatie in de Afrikahaven

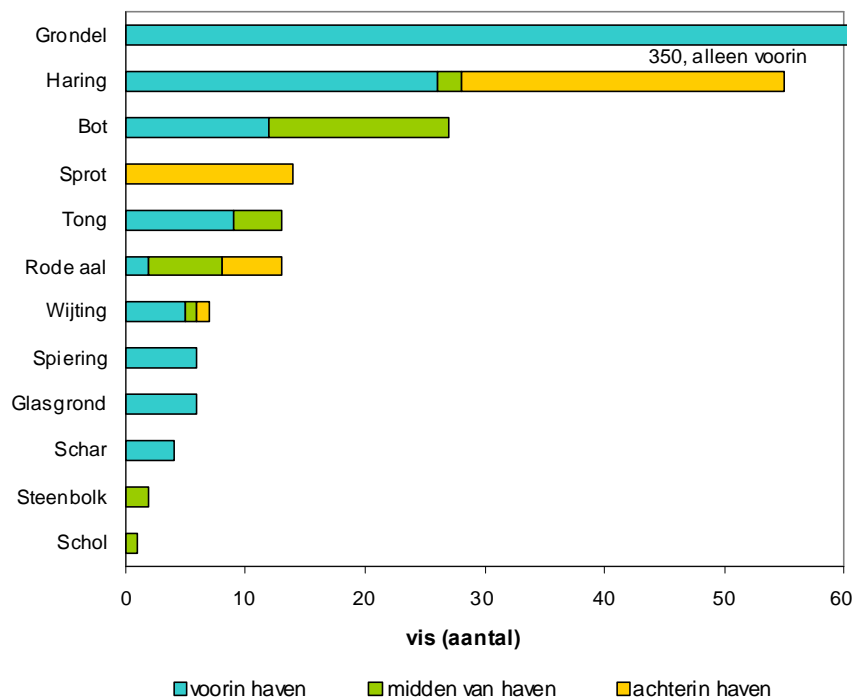
In de Afrikahaven zijn in de periode 2001-2002 met verschillende technieken visbemonsteringen uitgevoerd. In bijlage 4 is een overzicht opgenomen van de aangetroffen soorten en hoeveelheden per bemonstering. Gegevens over adulte vissen zijn alleen beschikbaar van november 2001.

In totaal zijn 17 verschillende soorten aangetroffen. Veruit de meest aangetroffen vissoort in de Afrikahaven is de grondel (gegevens november 2001). Grondels zijn bodembewonende, kleine en kort levende visjes met een kenmerkende dikke kop, twee rugvinnen en vergroeide buikvinnen. Ze leven in de nazomer en de herfst in ondiep water, maar trekken in de winter naar dieper water om daar in het voorjaar te paaïen. Grondels leven van kleine kreeftachtigen en vislarven en zijn zelf een prooi voor vele kustvogels en grotere vissen. De verschillende grondelsoorten zijn moeilijk van elkaar te onderscheiden. De twee meest algemene soorten van de Nederlandse kust zijn het dikkopje en de brakwatergrondel.

Naast de brakke en zoute grondels komen vooral haring, bot, sprot, tong en paling (in de vorm van Rode Aal) voor. Dit zijn alle zoutwatersoorten. Opvallend is dat de meeste soorten alleen voorin de haven gevonden zijn (figuur 3.24). Van alle grondels (350) werd er niet één in het midden of achterin gevonden. Alleen sprot, haring en rode aal kwamen ook achterin de haven voor. Een mogelijke oorzaak is een verschil in bodemtype, aangezien vooral de bodemsoorten beperkt blijven tot het voorste deel. In één van de macrofaunaonderzoeken werd gemeld dat delen van de bodem tijdens de bemonstering nog erg hard waren (TNO, 2002), hetgeen een belemmering kan vormen voor bodemvissen. Het kan echter ook toeval zijn, aangezien het maar een enkele meting is.

**Figuur 3.24**

Verdeling over de haven in aantallen per vissoort tijdens de bemonstering in november 2001.



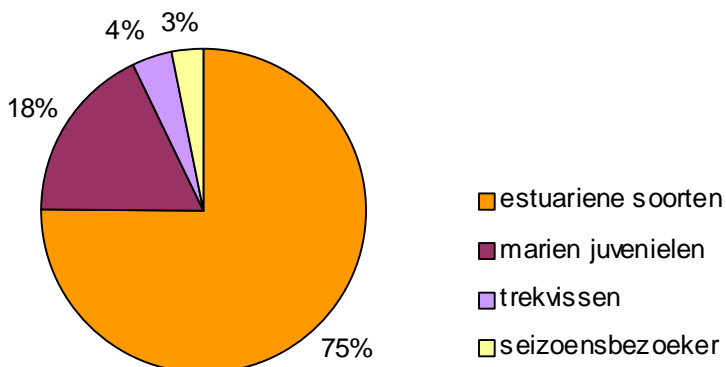
### 3.4.2. Relatie vis en waterkwaliteit

#### 3.4.2.1 Zoutgehalte

De aangetroffen soorten in de Afrikahaven zijn vrijwel alle brakke of zoute soorten (figuur 3.25). Daarvan wordt het grootste aandeel gevormd door estuariene soorten, hetgeen bepaald wordt door de grote hoeveelheden grondels. Bij het visbroed en de juvenielen zorgt deze soort ook voor een aandeel van 95% estuariene soorten.

**Figuur 3.25**

Verdeling totale visaantallen over ecologische groepen, gebaseerd op saliniteitsrange van de soorten uit het RIVO-onderzoek (november).



---

De bijvangst bij het visbroed en de juvenielen in juni geeft aan dat in de Afrikahaven ook zoete soorten voorkomen. Toen werd een aantal exemplaren baars, blankvoorn en snoekbaars gevonden. Waarom deze zoete soorten alleen in juni gevonden zijn is te verklaren door het hogere zoutgehalte in november. De bevissing vond plaats op grotere diepte (= veel zouter).

De verschillen tussen voorin en achterin de haven kunnen niet verklaard worden door het zoutgehalte, aangezien zowel voorin als achterin de haven zoute soorten voorkomen. In de haven is ook geen horizontale zoutgradiënt aanwezig, in tegenstelling tot de verticale gradiënt.

#### 3.4.2.2 Zuurstof

De verschillen tussen voor- en achterin de haven lijken ook moeilijk door het zuurstofgehalte verklaard te kunnen worden, aangezien het zuurstofgehalte in november goed was, zowel voor- als achterin de haven.

#### 3.4.3. Vergelijking met gegevens Noordzeekanaal

In de Afrikahaven zijn 17 soorten aangetroffen. Vergeleken met het Noordzeekanaal is dit geen gering aantal. In het Noordzeekanaal werden in 2001 in totaal 28 soorten gevonden, inclusief enkelvoudige waarnemingen van bijv. zeenaald, botervis, kabeljauw en zeebaars. Soorten die ontbreken in de Afrikahaven zijn vooral zoetwatersoorten zoals brasem, kolblei en pos.

In de oevers van de Afrikahaven werden meer soorten juvenielen en visbroed aangetroffen (7) dan in de kanaaloever (3), maar minder dan in de natuurvriendelijke oever Spaarnwoude (12). Vergeleken met de overige oevers werden in de Afrikahaven bijzonder veel dikkopjes aangetroffen en relatief weinig spiering (Van Emmerik, 2002).

### 3.5 Fytobenthos

In de monsters van de Afrikahaven zijn veel soorten kiezelalgen gevonden die voor het merendeel voorkomen in brakke en mariene wateren. Sommige soorten konden niet met zekerheid tot op soort worden benoemd. Opvallend was dat er in enkele monsters van de Afrikahaven uit de maand juli naast mariene kiezelalgen relatief veel individuen werden aangetroffen uit zoetere milieus.

Het aantal aangetroffen soorten op stortsteen per monster lag tussen de 36 en de 42 soorten (of taxa). Op kunstmatig steen waren de aantallen wat lager; tussen de 30 en 32.

In deze rapportage wordt verder niet uitgebreid ingegaan op de resultaten van de pilotstudie van het RIZA. Voor uitgebreide overzichten van de gegevens wordt verwezen naar de meetrapportages van AquaSense (2002) en Koeman en Bijkerk (2002) en naar rapportage van het RIZA (Wolfstein, 2003).

---

### 3.6 Oevervegetatie

Water- en oeverplanten zijn geïnventariseerd om te onderzoeken of deze mogelijk interessante gegevens opleveren.

De resultaten zijn weergegeven in bijlage 6. Het betreft in 2002 voornamelijk pioniersoorten, wat ook wel te verwachten was. Waterplanten zijn niet aangetroffen. Ook typische brakke plantensoorten zijn niet aangetroffen. Verder is de bijenorchis die voor de aanleg van de haven veelvuldig voorkwam niet aangetroffen.

Een uitgebreide analyse van de gegevens heeft niet plaatsgevonden.



---

## 4. Conclusies en aanbevelingen

---

### 4.1 Fytoplankton

#### 4.1.1. Conclusies

De algenbiomassa (*chlorofyl-a*) varieerde tussen 8 en 29 µg/l (met een uitzondering van 60 µg/l) en lag duidelijk onder de MTR-norm van 100 µg/l. De hoogte van de algenbiomassa verschilde tussen beide locaties, maar er bestond geen trend. De hoeveelheid algenbiomassa werd merendeels door het fosfaatgehalte bepaald.

Omdat de grootste groep van het fytoplankton uit kleine, ronde en overige algen bestond, die niet op soort konden worden gedetermineerd, is het moeilijk om een relatie te leggen tussen de soortensamenstelling en chemische of fysische parameters. Er werden geen bijzondere soorten algen gevonden, de meeste op soort of geslacht gedetermineerde algen waren indifferent (ongevoelig) voor zoutgehalte of zoetwateralgen, die ook kunnen voorkomen in wateren met schommellende lage zoutgehaltenes.

Juli en augustus kunnen als typische “blauwalgen-maanden” beschouwd worden. Maar er kwamen slechts twee potentieel toxische cyanobacteriënsoorten in kleine hoeveelheden voor: *Microcystis* sp. op locatie AFKHVN8 en *Oscillatoria agardhii* op beide locaties. De waarschijnlijkheid van een cyanobacteriënbloei is niet groot aangezien de lage celgetallen van de cyanobacteriën en het zoutgehalte van de Afrikahaven.

Uit de vergelijking van de getallen van het Noordzeekanaal (KM13) kwam naar voren, dat de maximale getallen in de Afrikahaven hoger waren dan in het Noordzeekanaal. Dit komt door de grote hoeveelheid van overige algen. Deze domineerden op beide locaties. De aantallen cyanobacteriën waren in de Afrikahaven hoger dan in het Noordzeekanaal. In de Afrikahaven werden veel minder soorten gevonden dan in het Noordzeekanaal of konden niet verder worden gedetermineerd. Toch waren op beide locaties dezelfde soorten dominant.

Er was behalve de hoogte van de celgetallen geen groot verschil tussen de Afrikahaven en het Noordzeekanaal. Toch moet men zich ervan bewust zijn, dat er getallen van twee jaren worden vergeleken. Daarbij is de fytoplanktonontwikkeling afhankelijk van de weersontwikkeling, maar ook van de hoeveelheid nutriënten en graas door zoöplankton. Een reden voor de hogere waarden in de Afrikahaven kan zijn, dat de verblijftijd er langer is en de stroming en turbulentie minder ten opzichte van het Noordzeekanaal.

---

#### 4.1.2. Aanbeveling voor monitoring

Deze rapportage zou onder meer antwoord geven op volgende vragen:

- Is het aan te bevelen om in de toekomst gedurende het gehele jaar maandelijks fytoplankton te bemonsteren?
- Is het zinvol om jaarlijks te bemonsteren? Valt er nog successie te verwachten in de fytoplanktonsamenstelling?
- Is het zinvol om op 2 locaties te bemonsteren, of volstaat 1 meetpunt midden in de haven?

Een belangrijke reden om te monitoren is:

- a) het in beeld brengen van mogelijke (positieve of negatieve) veranderingen van de waterkwaliteit en ecologische toestand en/of
- b) een vergelijking van de situatie met andere wateren.

Omdat de situatie van het fytoplankton in de Afrikahaven 2002 goed in beeld is gebracht en daarnaast werd vergeleken met het Noordzeekanaal, hoeft er geen uitgebreide jaarlijkse monitoring plaats te vinden. Omdat het water brak of zout is, is de kans op een bloei van potentieel toxische cyanobacteriën niet groot.

Sterk aanbevolen wordt om zoveel mogelijk tot op soort te determineren, zodat eventuele trends zijn vast te stellen en relaties met andere parameters kunnen worden gelegd.

Eens in de drie jaar monitoring (maandelijks) op soortensamenstelling zal voldoende zijn, om een verandering in de soortensamenstelling van het fytoplankton vast te stellen, zoals die plaats vond in het Noordzeekanaal tijdens de laatste 10 jaren. Het is moeilijk te voorspellen of dit ook in de Afrikahaven zou gebeuren. Echter zal wel maandelijks het *chlorofyl-a*-gehalte moeten worden gemeten en het eventueel optreden van een cyanobacteriënbloei in de gaten worden gehouden. Als er een aanwijzing voor een verandering zal zijn, is een analyse van de soortensamenstelling in relatie met andere parameters zoals nutriënten en hoeveelheid zoöplankton aan te bevelen.

Hoewel de beide locaties in de hoogte van *chlorofyl-a* en celgetallen verschilden, was er toch geen trend te observeren bij het *chlorofyl-a*-gehalte en de hoofdgroepen van de algen. Daarom zal in de toekomst één meetpunt in de haven een goed beeld van de situatie kunnen geven.

## 4.2 Zoöplankton

### 4.2.1. Conclusies

In de Afrikahaven bestaat de grootste groep zoöplankton uit *Copepoda* (eenooγκreeftjes), hetgeen normaal is voor brakke wateren. De andere veel voorkomende groep (*Ciliophora*, wimperdiertjes) is niet agetroffen. Verder komen *Rotifera* (raderdiertjes), *Cladocera* (o.a. water-vlooien), larven van wormen en weekdieren (veligerlarven) en zeepokkenlarven voor.



---

De *Copepoda* kwamen vooral voor in het naupliuslarvenstadium, waardoor ze niet verder gedetermineerd konden worden. Ook veel andere groepen zijn niet tot op soort gedetermineerd, waardoor het lastig is om relaties met waterkwaliteit vast te stellen. Wel kon worden vastgesteld dat de meeste groepen brak- tot zoutwatergroepen waren, hetgeen in overeenstemming is met het matig tot sterk brakke karakter van het water.

Verschillen tussen meetpunten en gedurende het seizoen werden wel gevonden, maar kunnen niet worden verklaard door zout- of zuurstofgehalten. Naupliuslarven en wormenlarven kwamen met hoge aantallen voor in juni, minder in september. En over het algemeen komen voorin de haven iets hogere zoöplanktonwaarden voor dan achterin de haven.

#### **4.2.2. Aanbevelingen voor monitoring**

Sterk aanbevolen wordt om zoveel mogelijk tot op soort te determineren, zodat eventuele trends zijn vast te stellen. Dan zou het ook mogelijk zijn om een standaardbeoordeling van de haven te kunnen uitvoeren met bijvoorbeeld het Ecologisch beoordelingssysteem voor binnendijkse brakke wateren van STOWA.

Vanwege de aanwezige verschillen tussen de locaties en de diepten wordt aangeraden om ten minste op deze punten te blijven monitoren. Daarnaast wordt voorgesteld om één keer in de drie jaar maandelijks van april t/m september te monitoren, mede om een relatie met het fytoplankton beter vast te kunnen stellen. Nadrukkelijk wordt aangeraden in ieder geval ook in de maanden april en mei te monitoren, aangezien dan (afhankelijk van de temperatuur) de grootste hoeveelheden instromende mariene larven worden verwacht.

### **4.3 Macrofauna**

#### **4.3.1. Conclusies**

De macrofauna heeft de Afrikahaven al redelijk goed gekoloniseerd. In vergelijking met het Noordzeekanaal komt een vergelijkbaar aantal soorten voor. De gevonden soorten zijn van alle groepen vrijwel allemaal bekend van het Noordzeekanaal, alleen de mariene tweekleppigen *Macra corallina* en *Abra nitida* zijn opvallend. Zij indiceren een goede waterkwaliteit.

Op het hard- en kunstmatig-substraat werden vooral kreeftachtigen (veel slijkgarnalen en brakwaterpokken) en weekdieren (veel brakwatermossels) gevonden en een klein aandeel tweevleugeligen. In tegenstelling tot op en in de bodem werden op het hard-substraat bij de weekdieren naast tweekleppigen (*Bivalvia*) ook slakken (*Gastropoda*) aangetroffen. Bij de in- en epifauna kwamen vooral kreeftachtigen en wormen voor; daarnaast een klein aandeel weekdieren en geen tweevleugeligen.

---

Op het hard-substraat zijn hogere dichtheden gevonden dan op het kunstmatig-substraat. Tussen de locaties voorin de haven en achterin de haven zijn geen grote verschillen gevonden. Gedurende het seizoen is er een afname in dichtheden te zien, uitgezonderd op het hard-substraat voorin de haven.

Bij de infaunabemonstering zijn grote verschillen gevonden tussen de verschillende diepten. Over het algemeen zijn in de bovenste laag de dichtheden, de biomassa en het aantal soorten het hoogst. Hier komen voornamelijk kreeftachtigen voor, met name de Slijkgarnaal. In de diepere lagen (8-10 m) komen voornamelijk wormen voor, met name soorten die snel kunnen koloniseren en tolerant zijn voor lage zuurstofgehalten. De bodemgemeenschap op de diepste delen (15 m) lijkt nog in ontwikkeling. In vergelijking met de rest van het Noordzeekanaal komen hier geringe aantallen soorten en dichtheden voor. Een opvallend hoge dichtheid wordt bereikt op een diepte van 8-10 m in september, die bijna geheel te wijten is aan de worm *Streblospio benedicti*. Vanwege zijn geringe omvang neemt de biomassa niet toe. Tussen de locaties zijn wel verschillen gevonden, maar hier is geen duidelijke trend in te ontdekken. Gedurende het seizoen (juni-september) zijn wel duidelijke verschillen: de totale biomassa neemt af, maar het aantal soorten neemt toe.

In de Afrikahaven heerst een sterke verticale zoutgradiënt, van matig tot sterk brak. Evenals in het Noordzeekanaal ter hoogte van de Afrikahaven zijn vooral brakke en zoute soorten aangetroffen. De weinige zoete soorten zijn alleen aan de oppervlakte aangetroffen, met name op hard- en kunstmatig-substraat.

Wat betreft de zuurstofsituatie is opvallend dat bij de wormen vooral veel soorten voorkomen die snel kunnen koloniseren en tolerant zijn voor lage zuurstofgehalten. Bij de weekdieren werden echter twee soorten tweekleppigen gevonden die relatief zeldzaam zijn en gebonden zijn aan schone omstandigheden met voldoende zuurstof. Bij nadere bestudering bleek dat gedurende het hele jaar gevoelige kreeftachtigen en tweekleppigen werden aangetroffen. Over het algemeen kan de zuurstofsituatie in de Afrikahaven dus goed genoemd worden. Alleen in september is er op de diepste delen achterin de haven sprake van zuurstofarme omstandigheden (verzadiging <10%). Op dat moment zijn alleen tolerante soorten gevonden, zoals *Streblospio benedicti*.

#### **4.3.2. Aanbevelingen voor monitoring**

De vier bemonsteringstechnieken leveren informatie over verschillende substraten. Hoewel tijdens de epi- en infaunabemonstering vaak dezelfde soorten worden gevangen, leveren ze beide wel waardevolle extra soorten op. In hoeverre de kunstmatig-substraatbemonstering een waardevolle aanvulling oplevert kan bediscussieerd worden. Aangeraden wordt om reguliere technieken toe te passen en dit af te stemmen met de overige monitoringsactiviteiten in het Noordzeekanaal.

---

Gezien de duidelijke verschillen in de diepte, samenhangend met het zoutgehalte en mogelijk ook met de zuurstofconcentratie, wordt aangeraden om de monitoring zeker op drie dieptes voort te zetten.

Ook zijn er grote verschillen tussen de monsterpunten voorin en achterin de haven, hoewel deze onregelmatig zijn en niet duidelijk is waardoor ze veroorzaakt worden. Aangeraden wordt om voorlopig op beide punten te blijven monitoren.

Ook de seizoensgebonden verschillen zijn op dit moment nog niet te verklaren. Het lijkt dat de verschillen niet door verschillen in zout- of zuurstofgehalte worden veroorzaakt, maar mogelijk wel door voedsel-aanbod en levenscyclus. Om deze seizoensgebonden verschillen verder uit te zoeken is monitoring eens in de vijf jaar nodig, waarbij maandelijks het hele jaar rond bemonsterd wordt.

## **4.4 Vis**

### **4.4.1. Conclusies**

Evenals bij de overige groepen zijn vooral brakke en zoute soorten aangetroffen in de Afrikahaven. De meest voorkomende soort was de grondel: dikkopjes en brakwatergrondels. De Afrikahaven lijkt voor vis goede mogelijkheden te bieden; 17 van de 28 in het Noordzeekanaal voorkomende soorten zijn aangetroffen en er is een hoger aantal soorten juvenielen en visbroed gevonden dan in de kanaaloever.

### **4.4.2. Aanbevelingen voor monitoring**

Het lijkt belangrijk om de vismonitoring voort te zetten, zowel van pelagiale als van benthische soorten, als ook van juvenielen. Vis kan het beste één keer per jaar in de zomer gemonitord worden.

## **4.5 Fytobenthos**

### **4.5.1. Conclusie**

Omdat niet alle brakke en mariene diatomeeënsoorten goed konden worden gedetermineerd bleek de soortensamenstelling van de diatomeeën in het brakke Noordzeekanaal en de Afrikahaven niet zo geschikt te zijn als indicator voor waterkwaliteit.

### **4.5.2. Aanbeveling**

Als de kennis over beoordeling van waterkwaliteit op basis van benthische diatomeeën in de toekomst wordt verbeterd, in het bijzonder met betrekking tot brakke en zoute wateren, is aan te bevelen deze parameter in de Afrikahaven te blijven monitoren.

---

## **4.6 Vegetatie**

### **4.6.1. Conclusies**

De vegetatieopname rond de Afrikahaven heeft geen bijzondere resultaten opgeleverd.

### **4.6.2. Aanbevelingen**

Voor de ontwikkeling van de haven is het onderdeel vegetatie van minder belang omdat er geen duidelijke relatie is met de organismen onder water. Wel is de vegetatie van belang voor insecten en kleine zoogdieren die gebruikmaken van de oevers. Wanneer daarom toch besloten wordt om de ontwikkelingen van de vegetatie rond de Afrikahaven goed te blijven volgen is het van belang om vooral in de eerste drie jaar vegetatieopnamen te maken. Daarna kan de frequentie minder worden.

## **4.7 Algemene opmerkingen voor monitoring**

- Afstemming over het meetprogramma (o.a. bemonsteringsmethoden, diepten, data) met monitoring in de overige havens en de rest van het Noordzeekanaal is wenselijk, waardoor betere vergelijkingen mogelijk zijn.
- Aangeraden wordt om alle gegevens volgens een vooraf bepaald format in één databestand aan te leveren.

---

## 5. Literatuur

---

**AquaSense (2003).** Macrofauna-onderzoek Afrikahaven onderzoeksjaar 2002. In opdracht van: Rijkswaterstaat RIZA. Rapportnummer: 1944.

**AquaSense (2002).** De relatie tussen bodemfauna en zuurstofarmoede in het Noordzeekanaal. Onderzoeksjaren 2000-2001. In opdracht van: Rijkswaterstaat, directie Noord-Holland. Nota ANW 01.01.

**AquaSense (2002).** Diatomeeënonderzoek in de Rijkswateren. – AquaSense rapportage 1967.

**AquaSense (2003).** De ecologische toestand van het Noordzeekanaal. Biomonitoring van 1987- 2001. AquaSense rapport 2112 in opdracht van Rijkswaterstaat, directie Noord-Holland.

**Berg, G.A. van den, R.M. Kouer & R.A. Struijk (2003).** Vastlegging nulsituatie Afrikahaven (onderdeel waterkwaliteit). RIZA werkdocument 2003.136X, augustus 2003.

**Emmerik, W.A.M. van (2002).** Effecten van natuurvriendelijke oevers op de visstand. Pilotstudy deel 2. Organisatie ter verbetering van de Binnenvisserij. In opdracht van Rijkswaterstaat, directie Noord-Holland. Nota ANW 02.02.

**Haren, J.C.M. van & M. van Wieringen (1997).** De ecologie van het Noordzeekanaal. Evaluatie ecologisch onderzoek en aanzet tot ecologische doelstelling. Rijkswaterstaat, directie Noord-Holland. Nota ANW 97.01.

**Ibelings, B., W. Admiraal, R. Bijkerk, T. Ietswaart & H. Prins (1998).** Monitoring of algae in Dutch rivers: does it meet its goals? - J. Applied Phycol. 10: 171-181.

**Koeman, R. & R. Bijkerk (2002).** Soortensamenstelling van benthische kiezelalgen in enkele rijkswateren met een ecologische typering van de waterkwaliteit, meetjaar 2002. – Koeman & Bijkerk rapportage 2002-33.

**Koeman en Bijkerk (2002).** Soortensamenstelling en abundanties van zoöplankton in de Afrikahaven, 2002 - In opdracht van het Rijks-instituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling (RIZA), rapport nr 2002-29.

**Rijkswaterstaat, directie Noord-Holland (2002).** Noordzeekanaal in het vizier. Beheersverslag waterhuishouding Noordzeekanaal 1997-2000. RIZA (1981): Water- Spectrofotometrische bepaling van het gehalte aan chlorofyl-a (NEN 6520). Werkvoorschrift 8140 2.106.

---

**RIZA (2002).** Oppervlakte fytoplankton analyse. Werkvoorschrift 8140 2.113.

**TNO (2002).** Triade onderzoek ten behoeve van de prioritering van saneringslocaties in het Noordzeekanaal. TNO-rapport R 2002/632. Nota ANW 02.08.

**Vaate, A. bij de & M. Greijdanus-Klaas, 1990.** Biologische monitoring van rivieren met een kunstmatig substraat. Nota nr: 90.009.  
Venice system (1959): Symposium on the classification of brackish waters. Venice, april 8-14, 1958. Arch. Oceanol. Limnol. (supplement 1-248).

**Wolfstein, K. (1996).** Investigations on the importance of phytoplankton as a component. Proefschrift, Universiteit van Hamburg, Duitsland.

**Wolfstein, K. (2003).** Benthische diatomeeën als indicatoren voor de waterkwaliteit in Rijkswateren. Eerste resultaten van een pilotstudie. RIZA werkdocument 2003.045X.

---

## Colofon

### **Uitgegeven door:**

Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en  
Afvalwaterbehandeling/RIZA

**Informatie:** J. Oosterbaan

Telefoon: (0320) 298610

Fax: (0320) 249218

### **Uitgevoerd door:**

Dr. K. Wolfstein (RIZA-WSE): Fytoplankton, coördinatie

Drs. Y. Wessels (Aquasense): Zoöplankton, macrofauna, vis

J. Oosterbaan (RIZA-WSE): Deelprojectleiding ecologie

### **Opmaak:**

Ritha Stehouwer (RIZA-WST)

### **Datum:**

24-09-2003

### **Status:**

Eindrapport





---

## Bijlagen

.....



## Bijlage 1

Soortenlijst en dichtheid fytoplankton op locaties AFKHVN2 en AFKHVN8, met blauw = cyanobacteriën, groen = groenalgen, geel = diatomeeën, wit en roze = alle overige soorten die in figuren samengevat zijn (kleine, ronde en overige, Cryptomonaden, etc.)

| AFKHVN2                             | 24-apr-02 | mei-02 | 17-jun-02 | 15-jul-02 | 14-aug-02 | 16-sep-02 |
|-------------------------------------|-----------|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| resultaat n/ml                      |           |        |           |           |           |           |
| Chlorophyta                         | 372       |        | 991       | 502       | 1162      |           |
| Chlamydomonas                       | 744       |        | 0         | 251       | 194       | 0         |
| Diplochlois sp.                     | 372       |        | 0         | 1005      | 387       | 172       |
| Kirchneriella                       | 0         |        |           | 251       |           |           |
| Koliella                            | 0         |        | 248       |           |           |           |
| Marvania geminata                   | 1487      |        |           | 2010      | 0         | 0         |
| Monoraphidium                       | 1115      |        | 0         | 1758      | 1936      | 1549      |
| Monoraphidium contortum             | 0         |        | 0         | 0         | 581       | 344       |
| Raphidocelis                        | 0         |        |           | 754       | 194       | 516       |
| Scenedesmus                         | 3346      |        | 2479      | 0         | 0         | 0         |
| Scenedesmus costato_granulatus      | 1487      |        |           | 502       | 1162      | 0         |
| Siderocelis                         | 372       |        |           |           |           |           |
| Siderocelis nana                    | 1115      |        |           | 1005      | 0         | 172       |
| Tetraselmis                         |           |        | 248       | 0         | 0         | 0         |
| Tetrastrum komarekii                | 23794     |        | 3966      | 0         |           | 0         |
| Tetrastrum staurogeniaeforme        | 0         |        | 1983      | 0         |           | 0         |
| Centrales                           | 3718      |        | 9418      | 4270      | 968       | 4303      |
| Chaetoceros                         |           |        | 744       | 0         |           | 0         |
| Cyclotella atomus                   | 0         |        |           | 251       |           | 172       |
| Skeletonema                         | 4461      |        | 496       | 0         |           | 516       |
| Stephanodiscus                      | 0         |        | 6444      | 502       | 0         | 1033      |
| Stephanodiscus hantzschii           | 0         |        | 1487      | 502       | 0         |           |
| Stephanodiscus parvus               | 372       |        | 744       | 754       |           |           |
| Nitzschia                           | 372       |        | 0         | 251       |           | 0         |
| Chroococcales                       | 26025     |        | 991       | 18840     | 32531     |           |
| Aphanocapsa                         | 0         |        |           | 0         | 9682      | 0         |
| Merismopedia                        | 0         |        |           | 10048     |           |           |
| Merismopedia minima                 |           |        |           | 0         | 4647      | 0         |
| Oscillatoria agardhii               | 0         |        |           |           | 3873      |           |
| Kleine ronde, ovale (overige) algen | 263731    |        | 257691    | 48984     | 89210     | 105116    |
| Overige (geen groen, blauw, kiezel) | 6320      |        | 2231      | 1758      | 968       | 1377      |
| Cryptomonas                         | 372       |        |           | 0         | 0         | 344       |
| Rhodomonas minuta                   | 1115      |        | 10327     | 1256      | 2905      | 172       |
| Euglenophyceae                      | 2974      |        |           | 0         | 0         |           |
| Eutreptiella                        | 372       |        | 744       |           |           | 0         |
| Heterocapsa                         | 0         |        | 0         | 251       |           |           |
| Chrysococcus                        | 0         |        |           | 251       | 194       | 0         |
| Trachydiscus                        |           |        | 0         |           | 194       | 172       |
| Cryptophyceae                       | 744       |        |           | 0         | 387       | 0         |
| Kephyrion                           | 372       |        |           | 251       | 387       | 0         |

| AFKHAVEN8                           | 24-apr-02 | mei-02 | 17-jun-02 | 15-jul-02 | 12-aug-02 | 16-sep-02 |
|-------------------------------------|-----------|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Chlorophyta                         | 2065      |        | 1983      | 2860      | 2460      | 372       |
| Chlamydomonas                       | 207       |        |           |           |           |           |
| Dictyosphaerium                     |           |        | 991       | 1430      |           |           |
| Didymocystis                        | 413       |        |           |           |           |           |
| Gloeotila pelagica                  |           |        |           | 2145      |           | 186       |
| Hortobagyiella verrucosa            | 1239      |        |           |           |           |           |
| Marvania geminata                   | 1446      |        |           |           |           |           |
| Monoraphidium                       | 207       |        | 248       | 2145      | 4647      | 1673      |
| Monoraphidium contortum             | 207       |        | 248       | 357       | 547       | 186       |
| Pyramimonas                         |           |        |           | 11082     | 4921      |           |
| Raphidocelis                        |           |        |           |           | 273       |           |
| Schroederia                         | 207       |        |           |           |           |           |
| Scenedesmus                         | 1239      |        | 3718      | 1430      | 1914      |           |
| Scenedesmus costato_granulatus      | 3305      |        |           |           |           |           |
| Siderocelis nana                    | 413       |        |           |           |           |           |
| Tetrastrum komarekkii               | 26438     |        | 18837     |           | 4374      |           |
| Centrales                           | 2272      |        | 5701      | 1787      | 273       | 4275      |
| Skeletonema                         | 1033      |        |           |           |           | 929       |
| Stephanodiscus                      | 207       |        | 1735      | 357       |           | 929       |
| Stephanodiscus hantzschii           |           |        | 991       |           | 273       | 744       |
| Stephanodiscus parvus               | 207       |        | 1487      |           |           |           |
| Nitzschia                           | 207       |        |           |           |           |           |
| Chroococcales                       | 25611     |        | 6196      | 21091     | 10935     |           |
| Aphanocapsa                         |           |        |           | 10724     |           | 5577      |
| Chroococcus                         |           |        |           |           |           | 1487      |
| Merismopedia                        | 3305      |        |           | 14299     | 4374      |           |
| Kleine ronde, ovale algen           | 87781     |        | 162323    | 46651     | 60531     | 72550     |
| Overige (geen groen, blauw, kiezel) | 1652      |        | 1735      | 3217      | 2187      | 1487      |
| Chroomonas                          | 207       |        | 248       |           | 273       | 744       |
| Cryptomonas                         |           |        |           | 715       |           |           |
| Rhodomonas minuta                   |           |        | 4214      | 3217      | 820       | 558       |
| Euglenophyceae                      | 620       |        |           |           | 273       |           |
| Heterocapsa                         |           |        |           | 1072      |           |           |
| Trachydiscus                        |           |        |           | 715       |           | 186       |
| Cryptophyceae                       |           |        | 248       |           | 820       | 558       |
| Kephyrion                           | 413       |        |           | 357       |           |           |

## Bijlage 2

Zoöplanktondichtheden in de Afrikahaven per soort, voor alle monsterdata, locaties en dieptes.

|                                       | datum   | 17-6-2002 |       |         |       | 15-7-2002 |       |         |      | 9-9-2002 |       |         |       | Totaal     |
|---------------------------------------|---------|-----------|-------|---------|-------|-----------|-------|---------|------|----------|-------|---------|-------|------------|
|                                       | locatie | AFKHVN2   |       | AFKHVN8 |       | AFKHVN2   |       | AFKHVN8 |      | AFKHVN2  |       | AFKHVN8 |       | (afgerond) |
| Naam                                  |         | 5 m       | 10 m  | 5 m     | 10 m  | 5 m       | 10 m  | 5 m     | 10 m | 5 m      | 10 m  | 5 m     | 10 m  |            |
| Cladocera                             |         |           |       |         |       |           |       |         |      |          |       |         |       |            |
| <i>Bosmina longirostris</i>           |         |           |       |         | 0,2   |           |       |         |      |          |       |         |       | 0,2        |
| <i>Podon leuckarti</i>                |         |           |       |         |       |           |       | 0,6     |      |          |       |         |       | 0,6        |
| Copepoda (niet gespecificeerd)        |         |           |       |         |       |           |       |         |      |          |       |         |       |            |
| <i>Copepoda, naupliuslarve</i>        |         | 1039,5    | 158,1 | 273,6   | 111,5 | 152,0     | 74,0  | 577,5   | 35,7 | 158,1    | 191,5 | 150,0   | 139,0 | 3060       |
| Copepoda Calanoida                    |         |           |       |         |       |           |       |         |      |          |       |         |       |            |
| <i>Calanoide copepoden</i>            |         | 26,8      | 109,4 | 69,9    | 64,0  | 85,1      | 145,9 | 21,6    | 33,4 | 15,2     | 18,4  | 36,0    | 8,8   | 635        |
| <i>Microcalanus</i>                   |         |           |       |         | 4,0   |           |       | 1,6     | 7,6  |          | 0,8   | 1,6     |       | 16         |
| Copepoda Cyclopoida                   |         |           |       |         |       |           |       |         |      |          |       |         |       |            |
| <i>Cyclopoida</i>                     |         |           |       |         |       |           |       |         |      | 4,8      |       |         |       | 5          |
| <i>Cyclopoide copepoden</i>           |         |           |       | 1,0     |       |           |       |         |      |          | 10,4  | 2,4     | 26,4  | 40         |
| <i>Cyclops spec.</i>                  |         |           |       |         |       |           |       |         |      | 0,4      |       |         |       | 0,4        |
| <i>Halicyclops spec.</i>              |         | 0,4       |       |         |       |           |       |         |      |          |       |         | 1,6   | 2          |
| <i>Oithona spec.</i>                  |         |           |       |         |       | 12,2      |       | 0,8     |      | 11,2     |       |         | 4,0   | 28         |
| <i>Paracyclops spec.</i>              |         |           |       |         |       |           |       |         |      | 2,0      | 0,8   |         |       | 3          |
| Copepoda harpacticoida                |         |           |       |         |       |           |       |         |      |          |       |         |       |            |
| <i>Harpacticoida</i>                  |         |           | 6,1   |         | 0,6   |           |       | 0,4     | 2,3  |          | 1,2   |         |       | 11         |
| Overig                                |         |           |       |         |       |           |       |         |      |          |       |         |       |            |
| <i>Balanidae, larven</i>              |         | 24,3      |       |         |       |           |       |         |      |          |       |         |       | 24         |
| <i>Bivalvia, veligerlarven</i>        |         | 2,8       | 38,5  | 33,4    | 3,2   |           | 12,2  | 3,6     | 11,4 | 9,1      | 9,1   | 6,1     | 8,0   | 137        |
| <i>Polychaeta, larven</i>             |         | 11,2      | 155,0 |         | 64,8  | 1,5       | 6,1   | 0,8     | 19,8 |          | 9,1   | 0,8     | 17,4  | 287        |
| Rotifera                              |         |           |       |         |       |           |       |         |      |          |       |         |       |            |
| <i>Aplanchna</i>                      |         | 9,2       |       | 15,2    |       | 1,5       |       |         |      |          |       |         |       | 26         |
| <i>Keratella cochlearis</i>           |         | 2,4       |       |         | 4,1   |           |       |         | 0,8  |          |       |         |       | 7          |
| <i>Keratella quadrata</i>             |         |           |       |         |       |           |       | 6,1     |      |          |       |         |       | 6          |
| <i>Rotifera (niet gespecificeerd)</i> |         | 0,4       |       |         |       |           |       |         |      |          |       |         |       | 0,4        |
| <i>Synchaeta</i>                      |         | 1,2       |       |         |       |           |       | 6,1     |      |          |       |         |       | 7          |
| Totaal (afgerond)                     |         | 1118      | 467   | 393     | 252   | 240       | 250   | 618     | 112  | 188      | 254   | 198     | 205   | 4295       |



## Bijlage 3

Aangetroffen macrofaunasoorten in de Afrikahaven, uitgesplitst naar verschillende substraten/monster-methoden. Voor infauna is de maximaal aangetroffen dichtheid weergegeven, voor de overige groepen de totale aantallen gesommeerd over alle metingen.

| Monstermethode/substraat<br>onderzoek  | hard s.<br>kunstm. s. | epifauna | infauna<br>AquaSense | infauna<br>TNO | Ecologie<br>zout-<br>voorkeur | gevoelig<br>voor O2 | substraat<br>voorkeur |
|--|-----------------------|----------|----------------------|----------------|-------------------------------|---------------------|-----------------------|
| Soort                                  | (totale aantallen)    |          | (max. dichtheid)     |                |                               |                     |                       |
| <b>Annelida (Oligochaeta)</b>          |                       |          |                      |                |                               |                     |                       |
| <i>Tubificidae</i> zonder haarborstels |                       |          | 5                    |                | brak                          | n                   | slib                  |
| <i>Tubificoides heterochaetus</i>      |                       |          | 5                    |                | brak                          | n                   | slib                  |
| <b>Annelida (Polychaeta)</b>           |                       |          |                      |                |                               |                     |                       |
| <i>Aphelocheaeta marioni</i>           |                       |          |                      | 283            | zout                          | n                   | slib                  |
| <i>Boccardiella ligerica</i>           |                       | 4        | 62                   |                | brak                          | n                   | slib/klei             |
| <i>Chaetozone setosa</i>               |                       |          |                      | 56             | zout                          | ?                   | ?                     |
| <i>Ficopomatus enigmaticus</i>         |                       | 31       | 6                    | 57             | brak                          | ?                   | hard                  |
| <i>Marenzelleria viridis</i>           |                       |          | 44                   | 124            | brak                          | n                   | slib                  |
| <i>Nephtys hombergi</i>                |                       |          |                      | 5              | zout                          | ?                   | zand?                 |
| <i>Nereis</i>                          |                       |          | 389                  | 119            | brak                          | n                   | slib                  |
| <i>Nereis succinea</i>                 |                       | 22       | 33                   | 76             | brak                          | n                   | slib                  |
| <i>Streblospio benedicti</i>           |                       |          | 3833                 | 4471           | brak                          | n                   | slib                  |
| <i>Tharyx marioni</i>                  |                       |          | 264                  | 22             | zout                          | n                   | slib                  |
| <b>Crustacea</b>                       |                       |          |                      |                |                               |                     |                       |
| <i>Allomelita pellucida</i>            | 5                     | 16       |                      |                | brak                          | ?                   | slib                  |
| <i>Atylus swammerdami</i>              |                       |          | 2                    |                | zout                          | ?                   | zand                  |
| <i>Balanus</i> sp.                     | 2375                  | 10       |                      |                | ?                             | n                   | hard                  |
| <i>Balanus improvisus</i>              |                       |          | 1                    | 86             | brak                          | n                   | hard                  |
| <i>Corophium</i> sp.                   | 405                   | 61       |                      |                | brak                          | j                   | ?                     |
| <i>Corophium lacustre</i>              | 1424                  | 154      | 2                    | 10             | brak                          | j                   | slib/steen            |
| <i>Corophium multisetosum</i>          | 45                    | 243      | 22                   | 2286           | brak                          | j                   | slib/steen            |
| <i>Crangon crangon</i>                 |                       |          | 1322                 | 14             | zout                          | ?                   | zand                  |
| <i>Eriocheir sinensis</i>              | 1                     | 1        |                      |                | zout                          | ?                   | ?                     |
| <i>Gammarinema</i>                     | 541                   | 319      |                      |                | ?                             | ?                   | ?                     |
| GAMMAROIDEA                            | 29                    | 143      | 1                    | 5              | ?                             | ?                   | ?                     |
| <i>Gammarus crinicornis</i>            |                       |          | 1                    |                | zout                          | ?                   | zand                  |
| <i>Gammarus tigrinus</i>               | 71                    | 235      | 4                    |                | zoet                          | j                   | hard                  |
| <i>Mesopodopsis slabberi</i>           |                       |          |                      | 10             | zout                          | ?                   | ?                     |
| <i>Mysidae</i>                         |                       |          |                      | 5              | zout                          | ?                   | ?                     |
| <i>Neomysis integer</i>                |                       | 1        | 475                  | 5              | brak                          | n                   | water                 |
| <i>Palaemon</i>                        |                       | 5        |                      |                | brak/zout                     | ?                   | ?                     |
| <i>Palaemon longirostris</i>           | 10                    | 6        | 44                   |                | brak                          | ?                   | zand/organ.           |
| <i>Pseudocuma longicornis</i>          |                       |          | 3                    |                | ?                             | ?                   | ?                     |
| <i>Rhitropanopeus harrisi</i>          | 42                    | 263      | 28                   | 24             | brak                          | j                   | hard                  |
| <i>Schistomysis kervillei</i>          |                       |          | 1                    |                | ?                             | ?                   | ?                     |
| <i>Schistomysisspec. juv.</i>          |                       |          | 6                    |                | ?                             | ?                   | ?                     |
| <i>Sphaeroma rugicauda</i>             | 6                     |          |                      | 5              | brak                          | n                   | slib?                 |
| <b>Mollusca</b>                        |                       |          |                      |                |                               |                     |                       |
| <i>Abra nitida</i>                     |                       |          | 42                   | 0,3            | zout                          | ?                   | slib?                 |
| <i>Bithynia tentaculata</i>            | 4                     |          |                      |                | zoet                          | j                   | ?                     |
| BIVALVIA                               | 2                     |          | 4                    |                | ?                             | j                   | ?                     |
| <i>Cerastoderma glaucum</i>            |                       |          | 51                   | 38             | brak                          | j                   | slib                  |
| GASTROPODA                             |                       | 4        |                      |                | ?                             | ?                   | ?                     |
| <i>Mactra corallina</i>                |                       |          | 5                    |                | zout                          | j                   | ?                     |
| <i>Mya arenaria</i>                    |                       |          | 174                  | 62             | brak                          | j                   | slib                  |
| <i>Mytilopsis leucophaeata</i>         | 4623                  | 124      | 60                   | 43             | brak                          | n                   | hard                  |
| <i>Peringia ulvae</i>                  |                       |          | 6                    |                | brak                          | ?                   | slib                  |
| <i>Potamopyrgus antipodarum</i>        |                       | 22       |                      |                | zoet                          | j                   | hard/slib             |
| <i>Spisula subtruncata</i>             |                       |          | 34                   |                | zout                          | ?                   | ?                     |
| <b>Diptera</b>                         |                       |          |                      |                |                               |                     |                       |
| Chironomidae                           | 90                    | 5        |                      |                | ?                             | ?                   | ?                     |
| <i>Halocladius</i>                     | 370                   | 39       |                      |                | brak                          | ?                   | ?                     |
| <i>Halocladius variabilis</i>          | 5                     |          |                      |                | brak                          | ?                   | hard/slib             |
| Orthoclaadiinae                        | 3                     |          |                      |                | zoet                          | j                   | ?                     |
| <i>Telmatogeton</i>                    | 34                    | 1        |                      |                | brak                          | j                   | ?                     |





## Bijlage 4

Soorten en totale aantallen vissen in de Afrikahaven, weergegeven voor drie verschillende onderzoeken in de periode 2001-2002.

| Organisatie              | RIVO          | OVb             | OVb                              | Rijkswaterstaat          |
|--------------------------|---------------|-----------------|----------------------------------|--------------------------|
| groep vis                | grote vis     | larven + eieren | bijvangst bij larven<br>+ eieren | bijvangst bij macrofauna |
| Vangstperiode            | november 2001 | juni 2002       | juni 2002                        | juni + sept. 2002        |
| Baars                    |               | 2               | 3                                |                          |
| Blankvoorn               |               |                 | 10                               |                          |
| Bot                      | 27            | 25              | 5                                | 9                        |
| Brakwatergrondel         |               | 6               |                                  |                          |
| Dikkopje                 |               | circa 3.100     |                                  |                          |
| Driedoornige stekelbaars |               | 16              |                                  |                          |
| Dwergtong                |               |                 |                                  | ?                        |
| Glasgrondel              | 6             | 2               |                                  |                          |
| Grondel                  | 312           |                 |                                  | 26                       |
| Haring                   | 55            |                 |                                  |                          |
| Rode aal                 | 13            |                 |                                  |                          |
| Schar                    | 4             |                 |                                  |                          |
| Schol                    | 1             |                 |                                  |                          |
| Snoekbaars               |               | 1               | 4                                |                          |
| Spiering                 | 6             | 147             |                                  |                          |
| Sprot                    | 14            |                 |                                  |                          |
| Steenbolk                | 2             |                 |                                  |                          |
| Tong                     | 13            |                 |                                  |                          |
| Wijting                  | 7             |                 |                                  |                          |



## Bijlage 5

In deze rapportage gebruikte data van chemische en fysische data van de Afrikahaven:

a) AFKHVN2, b) AFKHVN8m, voor verdere data zie rapportage "waterkwaliteit" (RIZA werkdokument 2003.136X).

a)

|           | %O2   | CHLfa | Cl   | DO<br>C | FEO  | GELD<br>HD | NH4    | O2   | P    | pH     | PO4  | s_NO3<br>NO2 | SiO2 | T    | TROE<br>B HF | ZICHT |
|-----------|-------|-------|------|---------|------|------------|--------|------|------|--------|------|--------------|------|------|--------------|-------|
|           | NVT   | NVT   | NVT  | nf      | NVT  | 20oC       | Nnf    | NVT  | NVT  | NVT    | Pnf  | Nnf          | Sinf | NVT  | NVT          | NVT   |
|           | %     | ug/l  | mg/l | mg/l    | ug/l | mS/m       | mg/l   | mg/l | mg/l | DIMSLS | mg/l | mg/l         | mg/l | oC   | FTU          | dm    |
| 25-3-2002 | 88,9  | 22    | 2000 | 12      | 5    | 438        | 0,1    | 10   | 0,18 | 8,3    | 0,08 | 2,34         | 2,8  | 9,8  | 12,1         | 6     |
| 22-4-2002 | 89    | 20    | 5500 | 7,7     | 5    | 1144       | 0,2    | 9,2  | 0,12 | 7,9    | 0,05 | 1,57         | 3,4  | 12,4 | 19,1         | 6     |
| 22-4-2002 |       |       | 5500 | 7,7     |      |            | 0,2    |      | 0,12 |        | 0,05 | 1,57         | 1,6  |      |              |       |
| 21-5-2002 |       | 60    | 2400 | 14      | 12   | 1001       | 0,2    | 9,8  | 0,14 | 7,9    | 0,04 | 1,23         | 2,3  | 17,1 |              | 9     |
| 21-5-2002 |       |       | 2400 | 14      |      |            | 0,2    |      | 0,14 |        | 0,04 | 1,23         | 1,1  |      |              |       |
| 17-6-2002 | 81,1  | 17    | 3200 | 7,6     | 7    | 92         | 0,2    | 7,2  | 0,27 | 8,4    | 0,19 | 1,4          | 2,1  | 19,7 | 13,3         | 9     |
| 17-6-2002 |       |       | 3200 | 7,6     |      |            | 0,2    |      | 0,27 |        | 0,19 | 1,4          | 1    |      |              |       |
| 15-7-2002 | 98,4  | 14    | 3100 | 14      | 5    | 89         | 0,1    | 8,7  | 0,23 | 7,9    | 0,15 | 1,5          | 2,4  | 20   | 7,7          | 13    |
| 15-7-2002 | 99,7  | 14    | 3200 | 13      | 7    | 89         | < 0.10 | 8,7  | 0,23 | 7,9    | 0,16 | 1,4          | 2,2  | 20,3 | 8,8          | 13    |
| 15-7-2002 |       |       | 3100 | 14      |      |            | 0,1    |      | 0,23 |        | 0,15 | 1,5          | 1,1  |      |              |       |
| 15-7-2002 |       |       | 3200 | 13      |      |            | < 0.10 |      | 0,23 |        | 0,16 | 1,4          | 1    |      |              |       |
| 12-8-2002 | 109,4 | 11    | 3000 | 13      | 8    | 840        | 0,1    | 9,2  | 0,25 | 8,2    | 0,19 | 1,3          | 1,1  | 22,1 | 7,3          | 15    |
| 16-9-2002 | 79,8  | 8     | 3400 | 9,2     | 3    | 1013       | 0,1    | 7    | 0,24 | 7,9    | 0,22 | 1,33         | 1,8  | 20,1 | afw          | 13    |

b)

| AFKHVN<br>8 | %O2   | CHLfa | Cl   | DOC  | FEO  | GELD<br>HD | NH4  | O2   | P    | pH     | PO4  | s_NO3<br>NO2 | SiO2 | T    | TROE<br>B HF | ZICHT |
|-------------|-------|-------|------|------|------|------------|------|------|------|--------|------|--------------|------|------|--------------|-------|
|             | NVT   | NVT   | NVT  | nf   | NVT  | 20oC       | Nnf  | NVT  | NVT  | NVT    | Pnf  | Nnf          | Sinf | NVT  | NVT          | NVT   |
|             | %     | ug/l  | mg/l | mg/l | ug/l | mS/m       | mg/l | mg/l | mg/l | DIMSLS | mg/l | mg/l         | mg/l | oC   | FTU          | dm    |
| 22-4-2002   | 89,9  | 17    | 3000 | 5,5  | 5    | 1195       | 0,10 | 9,4  | 0,17 | 7,8    | 0,05 | 1,84         | 4,1  | 12,1 | 18,9         | 7     |
| 22-4-2002   |       |       | 3000 | 5,5  |      |            | 0,10 |      | 0,17 |        | 0,05 | 1,84         | 1,9  |      |              |       |
| 21-5-2002   |       | 22    | 2800 | 15   | 6    | 1126       | 0,20 | 9,5  | 0,1  | 7,8    | 0,05 | 1,23         | 2,3  | 16,9 |              | 9     |
| 21-5-2002   |       |       | 2800 | 15   |      |            | 0,20 |      | 0,1  |        | 0,05 | 1,23         | 1,1  |      |              |       |
| 17-6-2002   | 82,9  | 11    | 3900 | 9    | 6    | 97         | 0,10 | 7,4  | 0,26 | 8,4    | 0,2  | 1,4          | 2    | 19,4 | 12           | 10    |
| 17-6-2002   |       |       | 3900 | 9    |      |            | 0,10 |      | 0,26 |        | 0,2  | 1,4          | 0,9  |      |              |       |
| 15-7-2002   | 124,5 | 29    | 3200 | 13   | 9    | 88         | 0,10 | 10,9 | 0,21 | 8,2    | 0,15 | 1,4          | 2    | 20,2 | 8            | 13    |
| 15-7-2002   | 119,5 | 28    | 3200 | 14   | 8    | 89         | 0,10 | 10,4 | 0,22 | 8,1    | 0,15 | 1,4          | 2,1  | 20,6 | 7,5          | 13    |
| 15-7-2002   |       |       | 3200 | 13   |      |            | 0,10 |      | 0,21 |        | 0,15 | 1,4          | 0,9  |      |              |       |
| 15-7-2002   |       |       | 3200 | 14   |      |            | 0,10 |      | 0,22 |        | 0,15 | 1,4          | 1    |      |              |       |
| 12-8-2002   | 51,6  | 14    | 3000 | 10   | 9    | 2951       | 0,10 | 4,6  | 0,28 | 7,7    | 0,19 | 1,3          | 1,1  | 20,1 | 7,5          | 15    |
| 16-9-2002   | 77,1  | 8     | 3600 | 8,7  | 3    | 1006       | 0,10 | 6,8  | 0,35 | 8      | 0,25 | 1,33         | 2    | 19,7 | afw          | 14    |



## Bijlage 6

### Vegetatieopnamen Afrikahaven op 26 juni 2002.

| Soortnaam                  | Latijnse naam           | Locatie 1 | 2  | 3  | 4  | 5  | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|----------------------------|-------------------------|-----------|----|----|----|----|---|---|---|---|----|----|
| Beivoet                    | Artemisia vulgaris      | o         | -  | -  | s  | -  | - | - |   |   |    |    |
| Kale Jonker                | Cirsium palustre        | f         | f  | o  | f  | f  | a | a | f | a | r  | a  |
| Kompassla                  | Lactuca serriola        | f         | r  | a  | o  | -  | - | r | f | - | r  | -  |
| Groot Hoefblad             | Petasites hybridus      | r         | f  | -  | r  | f  | a | a | r | - | a  | f  |
| Reukloze Kamille           | Matricaria maritima     | o         | r  | o  | r  | s  | s | f | o | - | o  | -  |
| Harig Wilgenroosje         | Epilobium hirsuta       | o         | -  | -  | s  | s  | - | s | r | s | -  | -  |
| Hopperupsklaver            | Medicago lupulina       | o         | r  | 1d | 1d | 1a | r | f | a | r | a  | -  |
| Veldzuring                 | Rumex acetosa           | r         | s  | -  | -  | s  | - | - | - | - | -  | -  |
| Ridderzuring               | Rumex obtusifolius      | f         | r  | -  | r  | o  | - | r | - | r | f  | f  |
| Speerdistel                | Cirsium vulgare         | r         | r  | o  | s  | r  | - | - | - | - | -  | -  |
| Herik                      | Synapis arvensis        | a         | cd | f  | o  | r  | o | r | a | r | -  | a  |
| Riet                       | Phragmites australis    | r         | a  | s  | o  | 1a | o | r | - | r | r  | o  |
| Veldmuur                   | Stellaria holostea      | s         | -  | -  | -  | -  | - | s | - | - | -  | -  |
| Vogelwikke                 | Vinca cracca            | o         | 1a | -  | -  | -  | a | - | - | - | r  | -  |
| Smalbladige weegbree       | Plantago lanceolata     | f         | o  | o  | f  | r  | s | r | - | s | s  | s  |
| Basterdwederik             | Epilobium parviflorum   | s         | -  | -  | -  | s  | - | - | - | - | -  | -  |
| Akkermelkdistel            | Sonchus arvensis        | o         | -  | -  | -  | -  | - | r | o | - | -  | -  |
| Kropaar                    | Dactylus glomerata      | 1a        | 1a | -  | -  | -  | - | - | - | - | s  | -  |
| Schietwilg                 | Salix alba              | s         | -  | -  | -  | -  | - | - | - | - | -  | r  |
| Biggekruid                 | Hypochaeris radicata    | s         | -  | r  | o  | -  | s | - | - | r | -  | -  |
| Engels raai gras           | Lolium perenne          | s         | r  | r  | r  | f  | - | - | o | - | -  | -  |
| Muurpeper                  | Sedum acre              | r         | -  | -  | -  | -  | - | - | - | - | s  | -  |
| Witte honingklaver         | Melilotus alba          | -         | f  | 1d | r  | o  | - | r | f | a | f  | -  |
| Fioringras                 | Agrostis stolonifera    | -         | f  | f  | f  | a  | f | f | f | - | f  | f  |
| Hazepootje                 | Trigonella arvense      | -         | -  | -  | -  | r  | - | - | - | - | -  | -  |
| Gewone hoornbloem          | Cerastium fontanum      | -         | -  | -  | -  | -  | - | - | - | r | -  | -  |
| Middelst vegeet-mij-nietje | Myosotis arvensis       | -         | -  | -  | -  | -  | - | s | - | - | -  | -  |
|                            | Heracleum               | -         | -  | -  | -  | -  | - | - | - | - | -  | -  |
| Reuzen bereklauw           | mantegazzianum          | -         | -  | -  | -  | -  | - | - | - | s | -  | -  |
| Teunisbloem                | Oenothera biennis       | -         | -  | -  | -  | -  | - | - | - | s | -  | -  |
| Kruipende boterbloem       | Ranunculus repens       | -         | -  | -  | -  | -  | - | - | - | - | s  | -  |
| Klein kruiskruid           | Scenecio vulgaris       | -         | -  | -  | -  | -  | - | - | - | - | -  | s  |
| Moerasandoorn              | Stachys palustris       | -         | -  | -  | -  | -  | - | - | - | - | -  | 1a |
| Lisdodde                   | Typha angustifolia      | -         | -  | -  | -  | -  | - | - | - | - | -  | 1a |
| Galigaan                   | Cyperus mariscus        | -         | r  | -  | -  | -  | - | - | - | - | -  | -  |
| Breedbladige weegbree      | Plantago major          | -         | -  | r  | -  | r  | s | s | r | r | -  | s  |
| Leverkruid                 | Eupatorium cannabinum   | -         | -  | -  | s  | s  | - | - | - | - | -  | -  |
| Zilverschoon               | Potentilla anserina     | -         | -  | -  | s  | -  | - | - | - | - | -  | -  |
| Gestreepte witbol          | Holcus lanatus          | -         | -  | -  | a  | r  | - | r | r | - | r  | -  |
| Akkerwinde                 | Convolvulus arvensis    | -         | -  | -  | s  | -  | - | - | - | - | -  | -  |
| Kweekgras                  | Elymus repens           | -         | -  | -  | -  | f  | a | f | o | - | f  | f  |
| Herderstasje               | Capsella bursa pastoris | -         | -  | -  | -  | -  | - | - | - | - | -  | -  |
| Veldbeemdgras              | Festuca rubra           | o         | f  | f  | f  | f  | o | o | o | o | o  | o  |
| Rode Klaver                | Trifolium pratense      | -         | -  | r  | -  | -  | - | - | - | - | -  | o  |
| Wilde Peen                 | Daucus carota           | -         | -  | -  | -  | -  | - | s | - | - | -  | -  |
| Grote brandnetel           | Urtica dioica           | -         | -  | -  | -  | -  | - | - | s | - | -  | -  |
| Vlasbekje                  | Linaria vulgaris        | -         | -  | -  | -  | -  | - | - | - | - | 1a | -  |

---

Legenda tabel:

- s : Sporadisch; op het gehele terrein komen enkele exemplaren voor (1-3).
- r : Zeldzaam; op het gehele terrein komen een gering aantal exemplaren voor (4-10).
- o : Schaars, hier en daar; op een aantal plaatsen komen groepjes voor, totaal niet meer dan 5% bedekking.
- f : Regelmatig, maar niet overheersend < 5% bedekking.
- 1a : Lokaal veel, gegroepeerd 5-12% bedekking.
- a : Talrijk, regelmatig verspreid, 13-25% bedekking.
- 1d : Plaatselijk zeer talrijk, 26-50% bedekking.
- cd : Soort domineert, samen met andere soorten 51-75% bedekking.
- d : Soort domineert, bedekking > 75%.