

Driehoeksmosselen doorgerekend?

Morfologische en morfodynamische randvoorwaarden voor de vestiging en overleving van de Driehoeksmossel (*Dreissena polymorpha*)

REALISATIEFASE INSTRUMENTARIUM WATERHUISHOUDING IN HET NATTE HART



Driehoeksmosselen doorgerekend?

Morfologische en morfodynamische randvoorwaarden
voor de vestiging en overleving van de
Driehoeksmossel (*Dreissena polymorpha*)

18 januari 2000

E.J. Houwing, A. Fioole, M. Platteeuw, R. Noordhuis &
A. bij de Vaate

RIZA werkdocument 2000.011X, Dordrecht, Lelystad

Inhoudsopgave

1 Samenvatting	4
2 Inleiding	6
2.1 Achtergrond	6
2.2 Doel	7
2.3 Dankwoord	7
3 Methode	8
3.1 Analyse	8
3.1.1 IJsselmeer en Markermeer	8
3.1.2 Randmeren	12
4 Resultaten van de analyse	14
4.1 IJsselmeer	14
4.2 Randmeren	26
5 Discussie	31
5.1 Bespreking van de analyses	31
5.2 Conclusies en aanbevelingen	32
6 Literatuur	34
7 Bijlagen	37

1 Samenvatting

In dit rapport wordt verslag gedaan van een aantal analyses die zijn uitgevoerd op zoek naar ruimtelijke verbanden tussen abiotische omgevingsfactoren en het voorkomen van Driehoeksmosselen in het IJsselmeergebied. Dit op de bodem levende schelpdier vormt in het aquatisch ecosysteem van IJsselmeer, Markermeer en randmeren één van de sleutelorganismen, enerzijds omdat hij door zijn enorme filtercapaciteit een factor van belang is voor de waterkwaliteit en anderzijds omdat zijn concentraties het stapelvoedsel vormen voor internationaal belangrijke aantallen overwinterende duikeenden *Aythya*. Tevens bestaan er aanwijzingen dat ook het voorkomen van andere soorten bodemfauna sterk afhankelijk is van het al of niet voorkomen van Driehoeksmosselen op een bepaalde plaats. Om die reden worden gedeelten met Driehoeksmosselen vaak als een ander ecotoop (of eco-element) beschouwd dan gedeelten zonder Driehoeksmosselen.

Binnen het kader van de WIN-studie (Waterhuishouding in het Natte Hart) en het daarbij opgestelde BeslisOndersteunende Systeem WINBOS is een module ontwikkeld die in afhankelijkheid van hoogteligging en waterpeilverloop per scenario voor waterhuishouding voorspellingen pretendeert te doen van de ruimtelijke ligging en omvang van de diverse te onderscheiden ecotopen. Deze module, ECOMIJ geheten, had behoefte aan rekenregels met behulp waarvan het (potentiële) voorkomen van Driehoeksmosselen als functie van veranderingen in abiotische omgevingsfactoren per gridcel ingeschat zou kunnen worden. Met het oog daarop is een aantal statistische analyses uitgevoerd met het materiaal van de gebiedsdekkende bemonsteringen van Driehoeksmosselen in het IJsselmeer uit de jaren 1981/82 en 1992. De gegevens over de abiotiek zijn afkomstig uit andere databestanden. Vanwege een niet toereikende dekking van de monsterpunten in relatie tot de ruimtelijke variatie in omgevingsfactoren en het niet simultaan verzamelen van de biotische en de abiotische gegevens bleek het vrijwel onmogelijk te zijn om zinvolle statistische relaties boven tafel te krijgen. Alleen met waterdiepte en met strijklengte werden significante verbanden aannemelijk gemaakt, respectievelijk leidend tot minder mosselen bij grotere waterdieptes en minder mosselen bij hogere strijklengtes. Multivariate analyses zijn helaas niet toegepast, maar gezien de kwaliteit van het materiaal waren ook hier geen spectaculaire resultaten van te verwachten.

In de discussie wordt ingegaan op de tekortkomingen van het basismateriaal en van de analysemethode. Daarnaast wordt aangegeven dat nog lopend onderzoek al op korte termijn perspectieven biedt voor een belangrijke verbeteringsslag en tenslotte wordt gesuggereerd dat experimenteel onderzoek in laboratorium en/of proefbakken in het veld eigenlijk de enige basis kan bieden voor werkelijk betrouwbare rekenregels, die ook recht doen aan het dynamische karakter van de respons van bodemdieren op veranderende omstandigheden in hun leefmilieu.

2 Inleiding

2.1 Achtergrond

In het kader van het project "Waterhuishouding In het Natte Hart" (WIN) is een definitiestudie uitgevoerd voor de opzet van een kennisinstrumentarium waarmee inzicht kan worden verschaft in de consequenties van verschillende waterhuishoudkundige inrichtings- en beheersalternatieven in het IJsselmeergebied (Iedema & Breukers 1997). Eén van de facetten waar in de eerste fase van het project aandacht aan besteed is, betref de verwachte gevoeligheid van het ecologisch functioneren van het watersysteem van de grote meren voor fluctuaties in het waterpeil (Platteeuw *et al.* 1997). In het ecologisch functioneren van het IJsselmeergebied neemt de Driehoeksmossel *Dreissena polymorpha* een cruciale positie in. Niet alleen vormt deze soort de belangrijkste voedselbron voor de in internationaal opzicht belangrijke aantallen in het gebied overwinterende duikeenden als Topper *Aythya marila* en Kuifeend *A. fuligula* (De Leeuw 1997), maar ook lijken Driehoeksmosselen door hun 'begrazing' van fytoplankton voor belangrijke delen van IJsselmeer en Markermeer een bepalende factor te zijn voor de waterkwaliteit (Lammens 1999). Er zijn duidelijke verbanden aangetoond tussen waterdiepte, conditie van Driehoeksmosselen en predatiedruk door mosseletende duikeenden (De Leeuw 1997), zodat er alle reden is om in het kader van de beoordeling van effecten van peilveranderingen ook de mogelijke effecten op het voorkomen van deze mosselen te beschouwen.

Het voorkomen en de grootte van de populatie Driehoeksmosselen in het IJsselmeergebied zijn afhankelijk van een aantal verschillende parameters. Mosselbanken komen voornamelijk in hoge dichtheid voor, waar het transport van voedsel naar de bodem maximaal is (zie o.a. De Leeuw 1997). Dit transport kan gebeuren door windgedreven stroming of door een constant debiet als gevolg van een uitstroom van een rivier. Uit veldwaarnemingen en onderzoeken blijkt verder dat de vestiging onder andere afhankelijk is van de sedimentsamenstelling van de toplaag van de waterbodem, maar ook van de omvang van lokale sedimentatieprocessen die in een relatief korte tijd (enkele maanden) kunnen plaatsvinden (o.a. Bij de Vaate 1991). Een algemene regel die wordt aangehouden luidt dat de Driehoeksmossel zich goed weet te handhaven in licht erosieve gebieden, waarbij de toplaag van de waterbodem niet te zacht is (bijvoorbeeld geen slib) en die harde delen (bijvoorbeeld schelpen van zwanenmosselen *Anodonta* of schildersmosselen *Unio* of oude schelpenresten (meest *Mya*, uit de Zuiderzeetijd) bevat waaraan de mossel zich kan vasthechten (o.a. Duel *et al.* 1988). Ondanks al het uitgevoerde onderzoek is tot op heden onvoldoende bekend welke processen en parameters nu precies de vestiging van de Driehoeksmossel bepalen.

Sterke sedimentatie van vooral fijn materiaal kan vestigingen van Driehoeksmosselen geheel doen verdwijnen. In de randmeren verdween de soort vrijwel volledig, nadat daar frequente blauwalgbloeiën tot ontwikkeling kwamen. De veronderstelling luidt dat de 'detritusregen', veroorzaakt door het massaal afsterven van deze algen, de standplaatsen volledig 'ondersneeuwde' met dood organisch materiaal (Duel *et al.* 1988). Ook in het westelijk Markermeer zijn uit vergelijking van de mosselkarteringen uit 1981 en 1992 gebieden gevonden waar in 1992 uitdunning van de totale populatie mosselen heeft plaatsgevonden door het verdwijnen van aanhechtingssubstraat. Bemonstering van de toplaag van de waterbodem op deze locaties liet een relatief dikke (5 cm) laag slib zien, terwijl in 1981 hier nog geen slib werd aangetroffen (A. bij de Vaate, pers. obs.).

2.2 Doel

Het doel van deze studie is om voor de ontwikkeling van de Driehoeksmossel in het IJsselmeergebied, relevante parameters te verzamelen en door middel van multivariate statistiek een correlatie tussen het voorkomen van de mosselpopulatie en de afzonderlijke (of combinaties van) parameters aan te geven. Deze correlatie zal in de vorm van rekenregels worden ingepast in het ecotopenmodel ECOMIJ, dat in het kader van WINBOS (een Beslis Ondersteunend Systeem ten behoeve van het WIN-project) is ontwikkeld (o.a. Tosserams *et al.* 1998, Jans *et al.* 2000). Modelberekeningen geven vervolgens een uitspraak over hoe de populatie Driehoeksmosselen in het IJsselmeergebied zich kan ontwikkelen indien een ander beheer van het watersysteem (lees variatie in meerpeil) wordt ingesteld.

2.3 Dankwoord

De auteurs zijn dank verschuldigd aan Luc Jans, Frederike Kappers, Elsbeth van de Laar, Eddy Lammens, Gerda Lenselink, Ute Menke en Leo Zwarts.

3 Methode

Voor deze studie zijn relevant geachte gegevens/parameters voor de jaren waarin de mosselpopulatie in het IJsselmeer/Markermeer en de Veluwerandmeren is gekarteerd, verzameld en geanalyseerd (respectievelijk 1981 en 1992 voor IJsselmeer/Markermeer en 1998 voor de randmeren).

Onder de relevante parameters worden verstaan:

- de diepteligging van de waterbodem
- de geologische kaart van het IJsselmeergebied
- de sedimentsamenstelling van de toplaag van de waterbodem (bovenste 5 cm)
- het type sediment waaruit de waterbodem is opgebouwd (tot 80 cm beneden meerbodempoppervlak)
- de omvang van sedimentatie- en erosieprocessen die in het betreffende jaar hebben plaatsgevonden
- de strijklengte over openwater uit alle windrichtingen
- de verspreiding, dichtheid en biomassa van de Driehoeksmossel.

Deze gegevens zijn alle binnen GIS verwerkt en als digitale terrein modellen *gepresenteerd*. Met behulp van een statistische analyse is onderzocht welke parameter(s) of variabelen de (ruimtelijke) variatie in biomassa van de Driehoeksmossel in het IJsselmeer(gebied) het meest verklaren. Vervolgens is de meest belangrijke correlatie middels wiskundige formulering gekwantificeerd. Deze rekenregels zijn in het ECOMIJ-model ingebouwd.

3.1 Analyse

3.1.1 IJsselmeer en Markermeer

Ten behoeve van de analyse van de factoren die voorkomen en abundantie van Driehoeksmosselen in IJsselmeer en Markermeer (kunnen) verklaren zijn de volgende gegevens gebruikt. In tabel 1 is samengevat welke verklarende parameters zijn gebruikt voor de analyse van respectievelijk IJsselmeer/Markermeer en voor de Randmeren.

Tabel 1. Overzicht van de in de analyse gebruikte verklarende parameters voor het voorkomen van Driehoeksmosselen in IJsselmeer/Markermeer en in de Randmeren.

Parameters	IJsselmeer/Markermeer	Randmeren
waterdiepte	x	x
sedimentsamenstelling toplaag	x	
sedimentsamenstelling overig	x	x
snelheid sedimentatie/erosie	x	
strijklengte	x	

1. Diepteligging van de waterbodem in het IJsselmeer en Markermeer (1981 en 1992)

De verandering van de diepte in het IJsselmeer als gevolg van sedimentatie-processen verloopt in de regel erg langzaam. Er komt relatief weinig nieuw sediment het systeem binnen en wat er binnen

komt, wordt voornamelijk in de diepe oude getijdegeulen afgezet. Er wordt aangenomen dat voor het grootste deel van het IJsselmeer geldt dat tussen 1981 en 1992 nauwelijks of geen verandering in de diepte heeft plaatsgevonden. Er is daarom gekozen om voor beide jaren de diepte uit af te leiden van de dieptekaart (1998) zoals die binnen het WINBOS wordt gebruikt (Schout 1998; zie figuur 1).

2. Gegevens van de sedimentsamenstelling van de toplaag van de waterbodem van IJsselmeer en Markermeer (0-5 cm)

Voor de sedimentsamenstelling van de toplaag van de waterbodem in het IJsselmeer is voor beide jaren gebruik gemaakt van de kaarten van Koopstra *et al.* (1993). Voor de situatie in het Markermeer is gebruik gemaakt van het werk van Lenselink & Menke (1995). Het voorkomen van slib dan wel steviger zand kan aan de gemiddelde turbulentiegraad van het water in het IJsselmeer gekoppeld worden. Dit betekent dat de sedimentstructuur van de toplaag van de waterbodem slechts door de sedimentatie-processen wordt bepaald. Sinds de afsluiting van de Zuiderzee is er geen belangrijke verandering in de waterbeweging in het IJsselmeer meer opgetreden. De sedimentatie-processen zijn over de afgelopen tientallen jaren niet noemenswaardig veranderd. Dit gegeven rechtvaardigt het gebruik van de toplaag waterbodemaart uit de geologische en bodemkundige atlanten voor beide jaren.

3. Gegevens van de sedimentopbouw van de waterbodem in het IJsselmeer en Markermeer (25 tot 80 cm diepte)

De sedimentlaag net onder de toplaag van de waterbodem is voor een groot deel ontstaan in de tijd van de Zuiderzee. De grote drijvende krachten als getij en de hoge aanvoer van zand en slib zijn sinds de afsluiting verdwenen. Deze bodemlaag is sinds die tijd ook nauwelijks meer veranderd. De waterbodemaarten uit de geologische en bodemkundige atlanten (Koopstra *et al.* 1993, Lenselink & Menke 1995) zijn daarom ook als ondergrond voor 1981 en 1992 gebruikt.

4. Strijklengte in het IJsselmeer

Voor iedere locatie in het IJsselmeer is met behulp van een strijklengtemodel de totale strijklengte over het vrije wateroppervlak voor alle richtingen bepaald. Omdat is aangenomen dat de meest voorkomende stormen het grootste invloed zal hebben op de vestiging en overleving van de *Dreissena* populatie, is daarnaast ook de strijklengte uit de drie meest voorkomende windrichtingen bepaald (225°, 270° en 315°).

5. Gegevens van omvang van sedimentatie in het IJsselmeer.

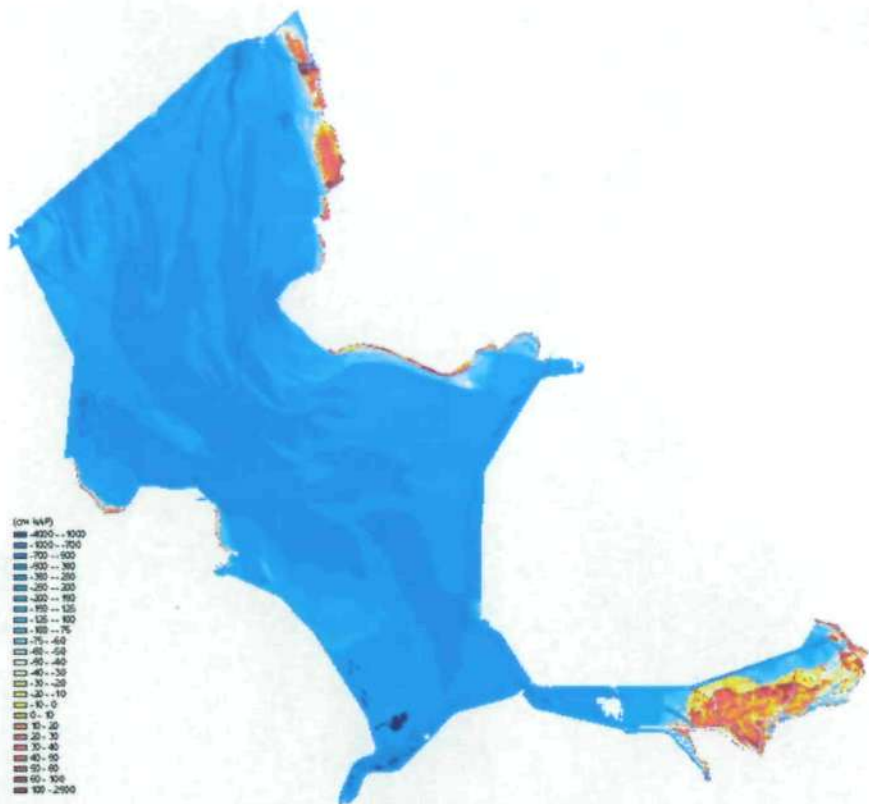
Deze gegevens zijn voor iedere bemonsteringslocatie uit 1991 afgeleid uit modelstudies uitgevoerd door Winkels (1997). De resultaten beslaan een modelberekening over de jaren 1975-1992 en zijn gebiedsdekkend.

6. Verspreiding en dichtheid van de *Dreissena* populatie in het IJsselmeer en Markermeer

De verspreiding en dichtheid van de *Dreissena* populatie is bepaald aan de hand van de veldgegevens verzameld in 1981 en 1992 (vgl. o.a. Bij de Vaate 1991, Prins *et al.* 1994). Per bemonsteringslocatie zijn 10 opnamen uitgevoerd.

7. Verspreiding en biomassa van *Dreissena* populatie

Voor de biomassa geldt hetzelfde zoals beschreven bij verspreiding en dichtheid van de *Dreissena* populatie.

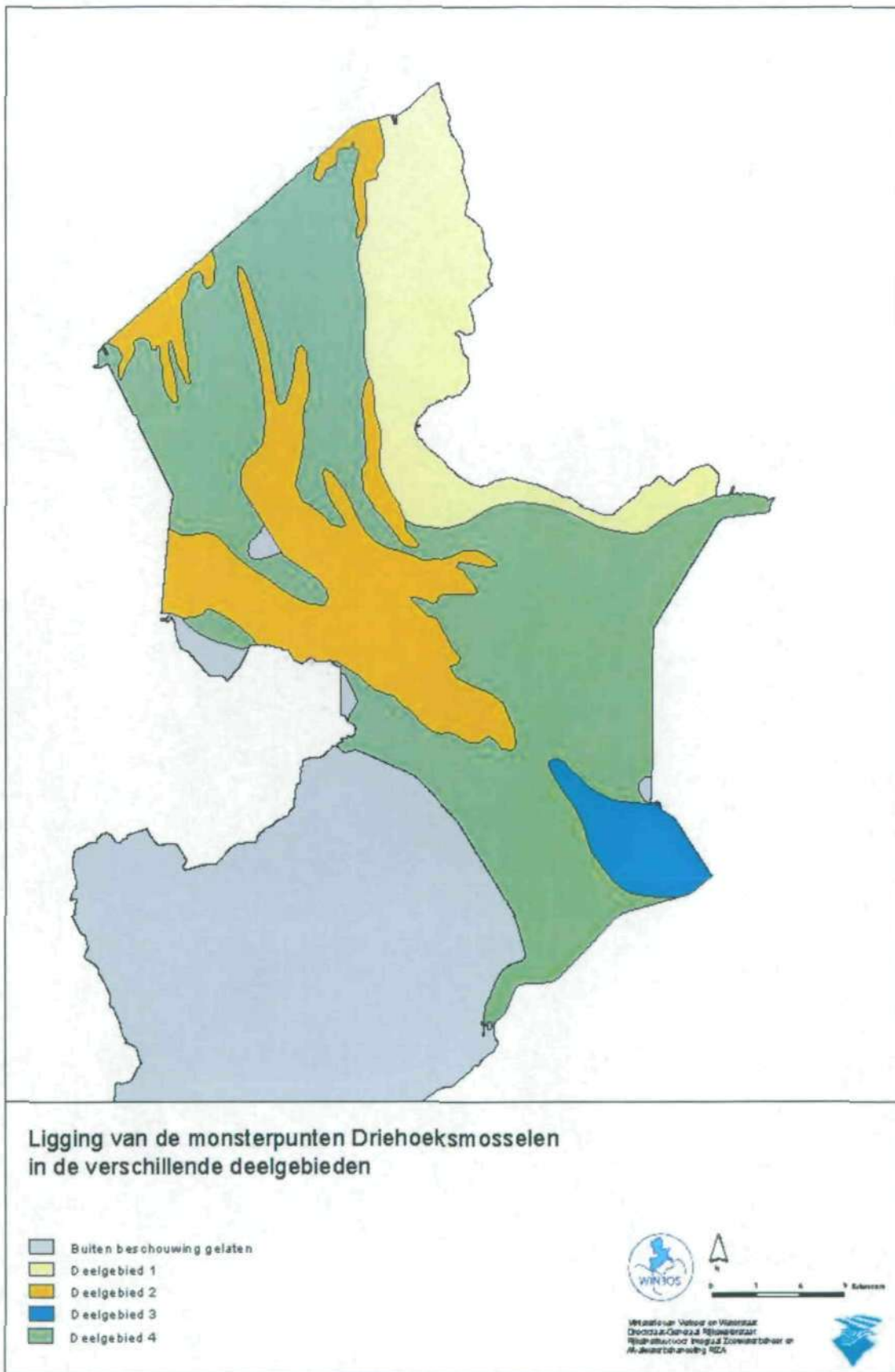


Figuur 1. Digitaal Terrein Model (DTM) IJsselmeer (1998). Waterdiepte in cm.

Voor iedere bemonsteringslocatie zijn vervolgens de waarden uit de verschillende kaarten gekoppeld.

Als eerste is het IJsselmeer in vijf subgebieden opgedeeld (figuur 2) die op de volgende kenmerken onderscheidend zijn:

- gebied 1: Friese kust, relatief ondiep water in combinatie met maximale strijklengte tijdens zuidwesten-, tot noordwestenwind, zandige bodem.
- gebied 2: oude getijdegeulen, relatief diep water, vrij veel slib als sediment in toplaag waterbodern, variabele strijklengten.
- gebied 3: rond de uitstroom van de IJssel (Ketelmeer), relatief diep, veel zavel in de toplaag waterbodern
- gebied 4: rest van het IJsselmeer, variatie in waterdiepte, strijklengte, meest voorkomende bodemsamenstelling is zand.
- gebied 5: ter hoogte van Andijk, veen in toplaag van de waterbodern. Weinig tot geen strijklengte bij zuidwesten tot noordwesten wind.



Figuur 2. Ligging van de verschillende deelgebieden in het IJsselmeer.

Aan de hand van deze indeling is per deelgebied onderzocht of er statistische relaties aangetoond konden worden tussen de biomassa van de populatie Driehoeksmosselen per bemonsteringslocatie en (een combinatie van) de parameters waterdiepte, sedimentsamenstelling waterbodem, omvang van erosie dan wel sedimentatie en strijklengte.

Daarnaast is voor het gehele IJsselmeer eenzelfde statistische analyse uitgevoerd als boven beschreven. Bij deze analyse zijn alle locaties waar geen mosselen voorkomen buiten beschouwing gelaten (biomassa < 100 g/m²). Met behulp van deze nieuwe selectie aan gegevens is gekeken wat de afzonderlijke relaties met iedere parameters zijn. Hierbij is met een klasse-indeling gewerkt.

3.1.2 Randmeren

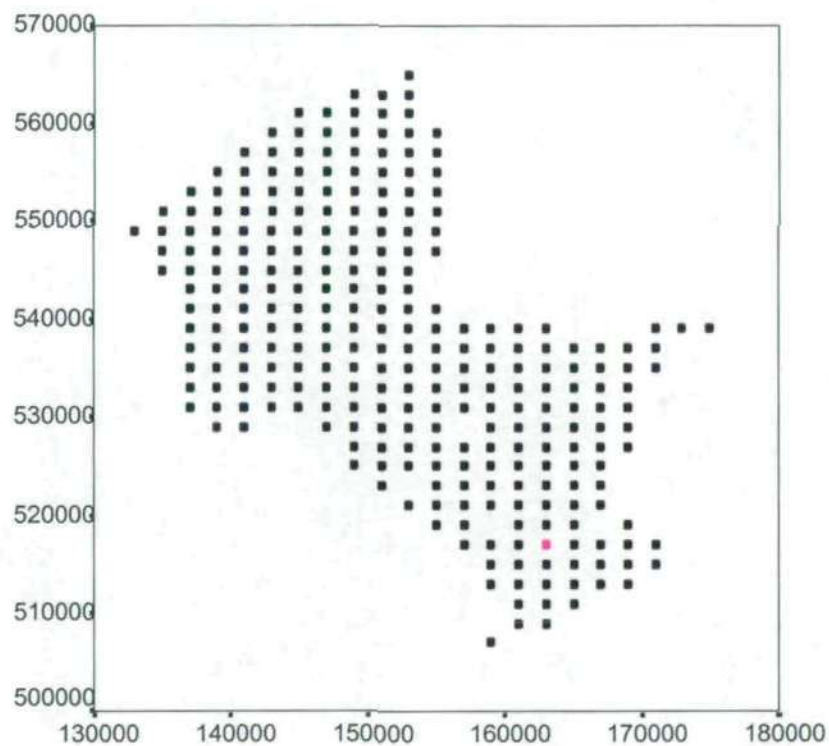
Voor de randmeren is uitgegaan van de bemonsteringsgegevens van 1998. Hierbij is per locatie de dichtheid van de populatie gemeten en zijn bodemonsters geanalyseerd op korrelgroottefractie. De biomassa is echter niet meegenomen, maar zou aan de hand van de lengteverdeling van de mosselen achteraf geschat kunnen worden. In het kader van deze studie is dit echter achterwege gelaten. De statistische analyse kon daardoor in tegenstelling tot het IJsselmeer niet op de biomassa worden toegepast.

De fysische parameters waarop getoetst werd zijn, evenals bij IJsselmeer en Markermeer, voor een groot deel afkomstig uit de geologische en bodemkundige atlas van de Randmeren (Schout *et al.* 1997). Er waren geen gegevens beschikbaar over de gemiddelde sedimentatiesnelheid in de randmeren. Deze parameter is buiten beschouwing gelaten.

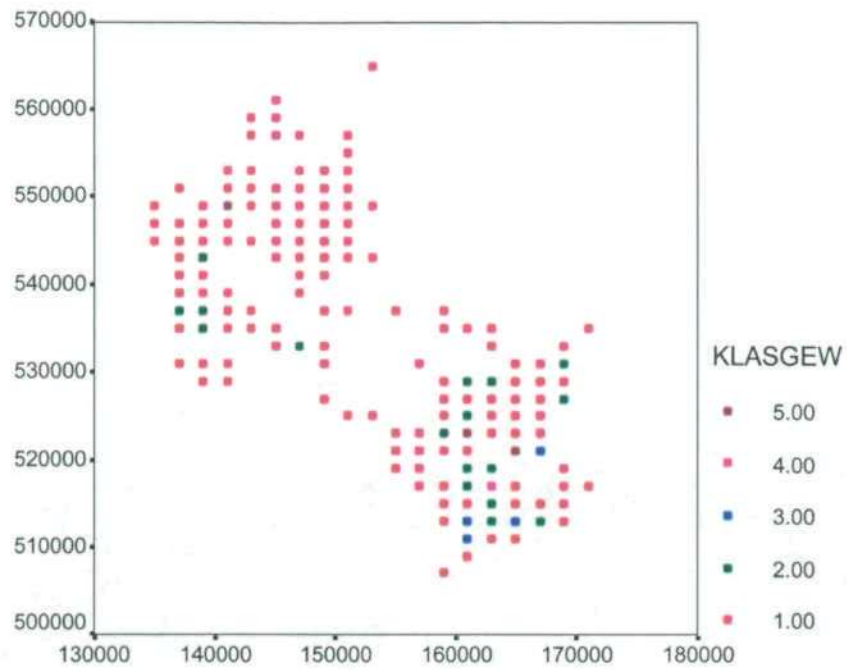
4 Resultaten van de analyse

4.1 IJsselmeer

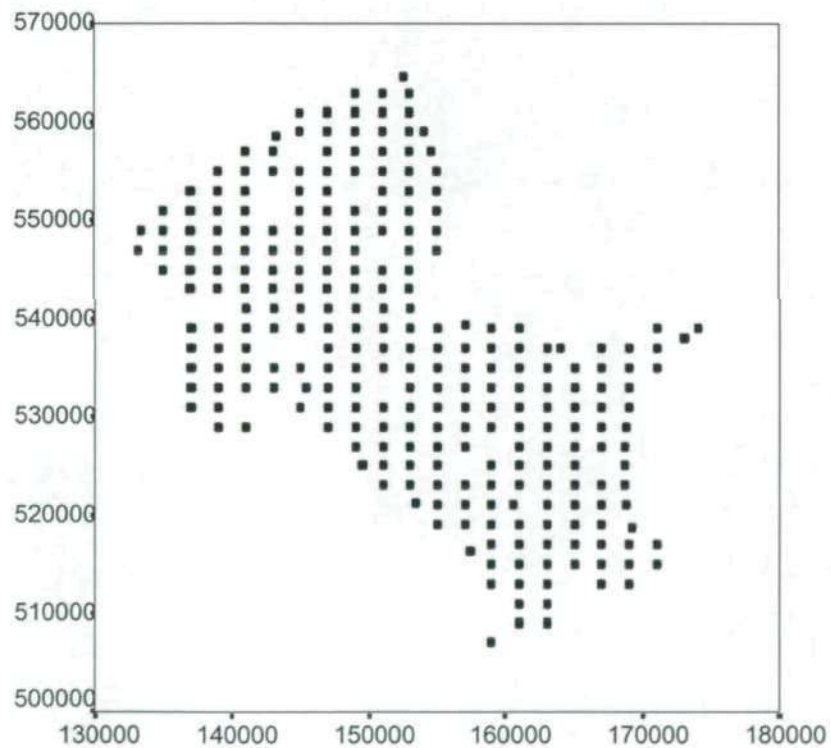
In figuur 3 en 5 zijn de bemonsteringslocaties in het IJsselmeer aangegeven in respectievelijk 1981 en 1992. In beide jaren komen de mosselen verspreid over het gehele gebied voor. Enkele opvallende kenmerken zijn dat in de diepe oude getijdegeulen de mosselpopulatie achterblijft in vergelijking met de rest van het meer en dat de hoogste biomassa zo op het oog niet gebonden is aan een bepaald gebied (figuur 4 en 6).



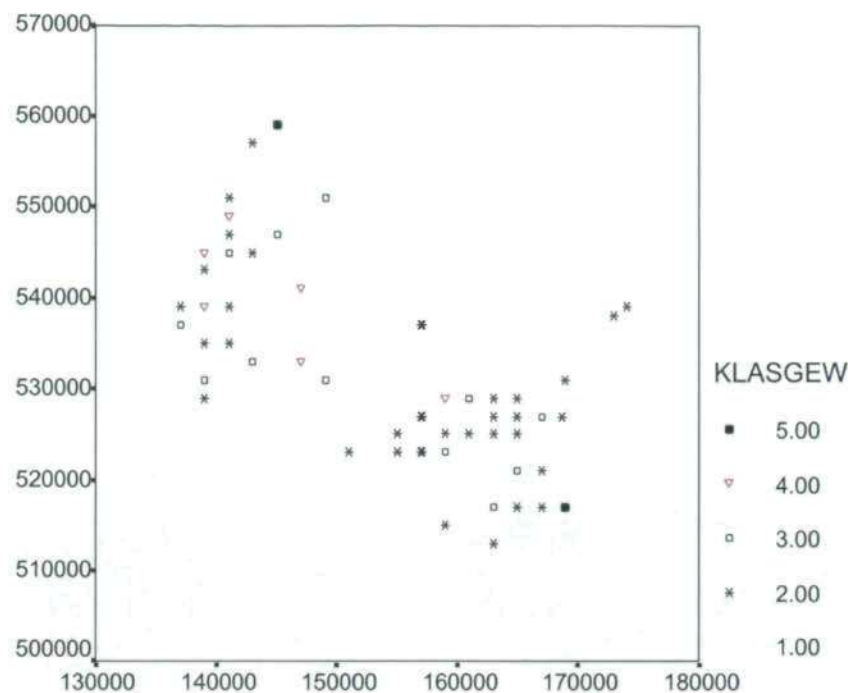
Figuur 3. Bemonsteringslocaties Dreiecksmosselen in 1981 in het IJsselmeer.



Figuur 4. Gewicht van de mosselen per locatie (x 1000 g) in 1981 in het IJsselmeer.



Figuur 5. Bemonsteringslocaties Dreihoeksmosselen in 1992 in het IJsselmeer.

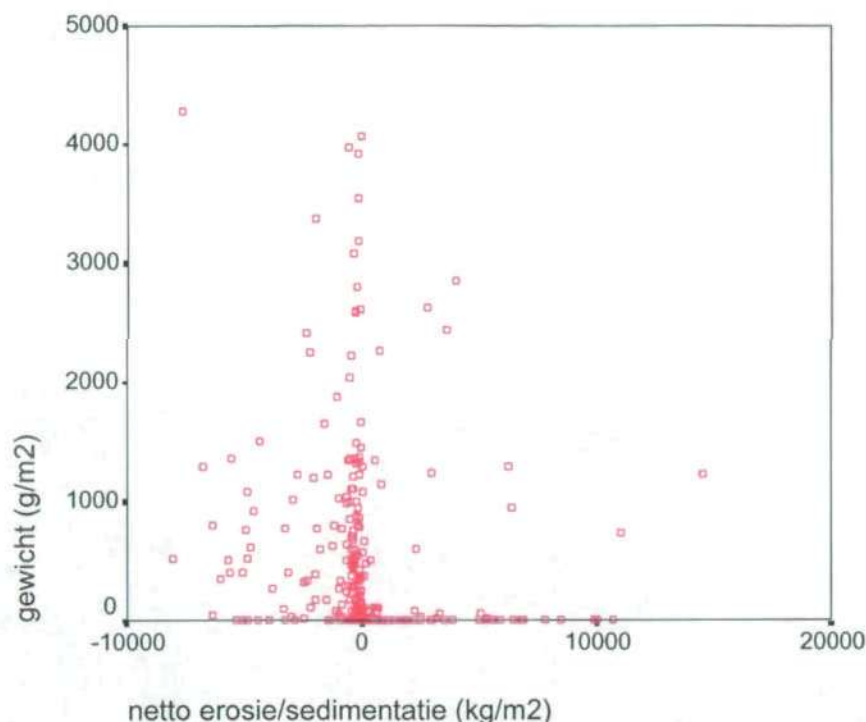


Figuur 6. Gewicht van de mosselen per locatie (x 1000 g) in 1992 in het IJsselmeer.

Er is onderzocht of er binnen ieder van de vijf deelgebieden een statistische relatie gevonden kon worden met één van de in paragraaf 2.1.1 genoemde parameters. Bij deze beschouwing kwam geen enkele significante relatie tussen één van de parameters en de dichtheid van de mosselen aan het licht. Kennelijk is de gekozen onderverdeling in deelgebieden niet zinvol geweest. Om deze reden zijn de analyses ook op het gehele IJsselmeer toegepast, maar ook voor het IJsselmeer als geheel werd geen enkele relatie gevonden.

Sedimentatie/erosie

Eén van de belangrijkste factoren die de geschiktheid van een waterbodembodem voor de vestiging van Driehoeksmosselen bepalen is de aanwezigheid van harde structuren in of op de bodem (o.a. Richter 1985, Duel *et al.* 1988). In gebieden met veel sedimentatie van slib komen deze harde structuren niet voor. Ook sterke erosie lijkt niet bevorderlijk voor het voorkomen van Driehoeksmosselen getuige het vrijwel ontbreken van concentraties langs de substraatrijke Friese kust (vgl. o.a. Platteeuw *et al.* (1997). Zo blijken verreweg de meeste bemonsteringspunten met Driehoeksmosselen, en met name die met de hoogste biomassadichtheden, gevonden te worden op de meest stabiele bodems, waar nauwelijks erosie of sedimentatie optreedt (figuur 7). Eveneens blijkt dat het aandeel monsterpunten zonder mosselen veel groter is in gebieden met sedimentatie dan in gebieden met erosie, terwijl zowel bij sedimentatie als erosie de mosseldichtheden toenemen met toename van elk van deze processen. Er is echter geen sprake van een aantoonbare statistische relatie tussen morfodynamiek en de abundantie van Driehoeksmosselen.



Figuur 7. Gewicht van Driehoeksmosselen als functie van de per locatie berekende erosie dan wel sedimentatie op basis van STRESS-2d en uitgedrukt in $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ (Winkels 1997). Hierbij is erosie negatief weergegeven en sedimentatie positief.

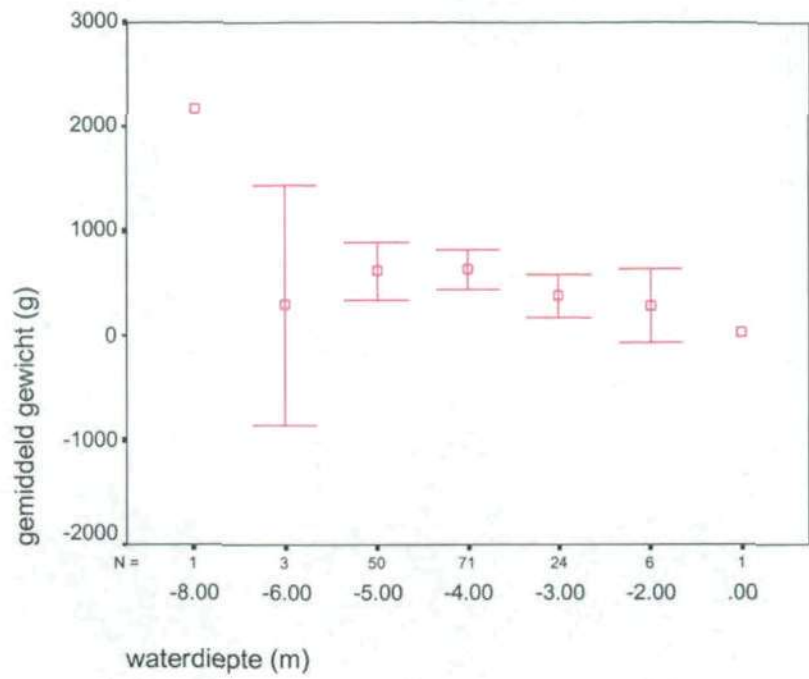
Het is voornamelijk aan de bemonsteringslocaties waar geen mosselen gevonden werden toe te schrijven dat statistisch significante correlaties niet vastgesteld konden worden. In het IJsselmeer zijn namelijk vele locaties te vinden met identieke parameterwaarden, maar waar in sommige gevallen wel en in andere geen mosselen gevonden werden. Door deze ogenschijnlijke tegenstelling werd de spreiding in de resultaten zo groot dat geen enkele statistische relatie aanwezig was. Bij een verdere analyse is er dan ook voor gekozen alle bemonsteringslocaties waarbij geen Driehoeksmosselen werden aangetroffen uit het bestand te verwijderen.

Sedimentsamenstelling toplaag en overig

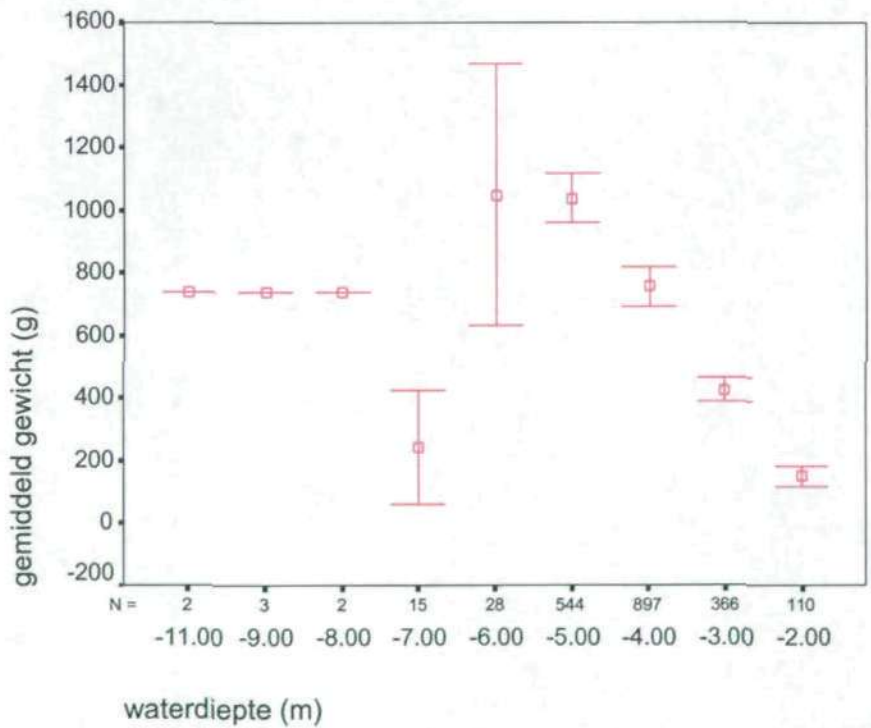
Bij de analyse van deze nieuwe gegevensset bleek opnieuw dat er geen enkele relatie tussen de biomassa van de Driehoeksmosselen en de samenstelling van de toplaag van de waterbodem gevonden kon worden. Evenmin werden relaties gevonden met de samenstelling van de bodem over de eerste 85 cm, of met de uit STRESS-2D (Winkels 1997) berekende jaarlijks gemiddelde sedimentatiesnelheid.

Waterdiepte

Voor wat betreft de afhankelijkheid van het voorkomen van Driehoeksmosselen van waterdiepte valt op dat er een range van optimale dieptes gevonden kan worden, waar de biomassa van de mosselpopulatie het grootst is (zie figuur 8 en 9). Vooral voor het jaar 1992 ligt een duidelijk significant optimum op 4 tot 6 meter waterdiepte (figuur 9). Het is de vraag in hoeverre deze optimale diepterange de voorkeur van de mosselen weergeeft of veeleer een gevolg is van de op iets geringere diepte optredende predatiedruk door duikeenden.



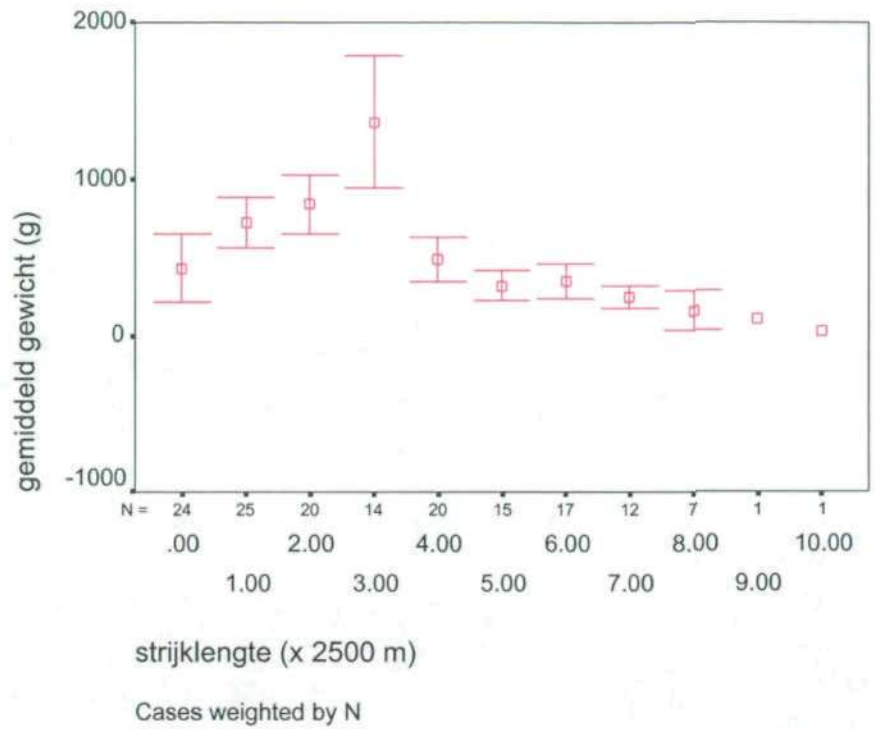
Figuur 8. Gemiddeld gewicht van de mosselpopulatie als functie van de diepte in 1981.



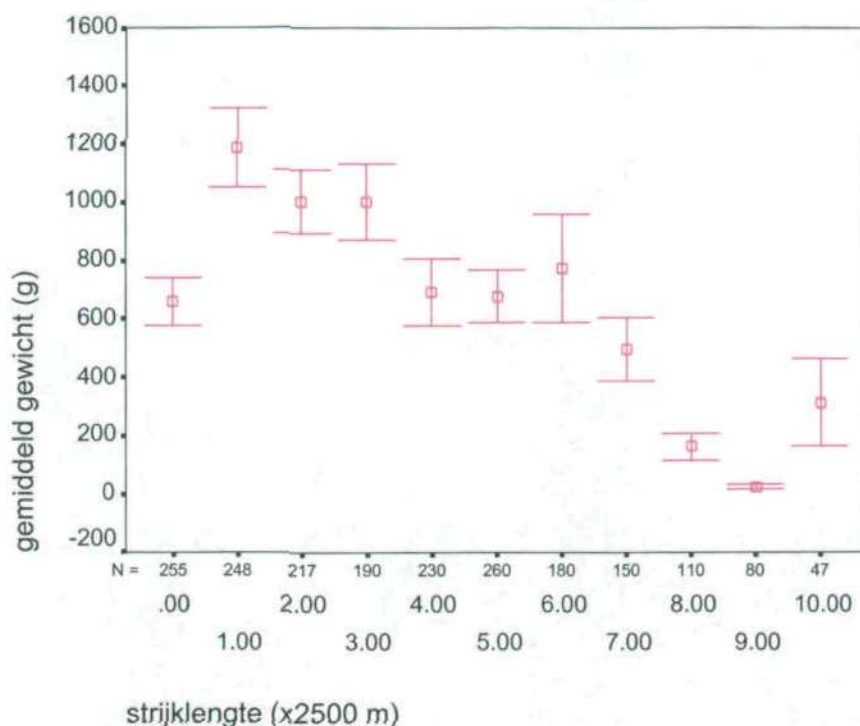
Figuur 9. Gemiddeld gewicht van de mosselpopulatie als functie van de diepte in 1992.

Strijklengte

Ook tussen de strijklengte en de biomassa blijkt een significant verband te bestaan. Dit geldt vooral voor de strijklengte in de richting van 225° (zuid-westenwind) (figuren 10 en 11).



Figuur 10. Gemiddelde gewicht van de mosselpopulatie als functie van de klasse van de strijklengte (225°) (x2500 meter) voor 1981.



Figuur 11. Gemiddelde gewicht van de mosselpopulatie als functie van de klasse van de strijklengte (225°) (x 2500 meter) voor 1992.

Om een statistische analyse toe te kunnen passen zijn eerst combinaties gemaakt van alle dieptes en strijklengten waar de Driehoeksmossel voorkomt. Vervolgens is per combinatie de gemiddelde biomassa bepaald. Vervolgens is een meervoudige lineaire regressie uitgevoerd per klasse van de diepte.

Voor de bemonstering van 1981 werden relaties gevonden als in tabel 2. Voor de diepteklassen -4 en -3 meter geldt dat de gevonden relaties respectievelijk significant ($p < 0,05$) en bijna significant ($p = 0,06$) zijn. Voor de diepteklassen -6 en -2 meter is de analyse niet uitgevoerd omdat er te weinig waarnemingen waren.

Tabel 2. Relatie tussen de gemiddelde biomassa per diepteklasse van 1981 en de strijklengte over het water berekend bij een windrichting van 225°.

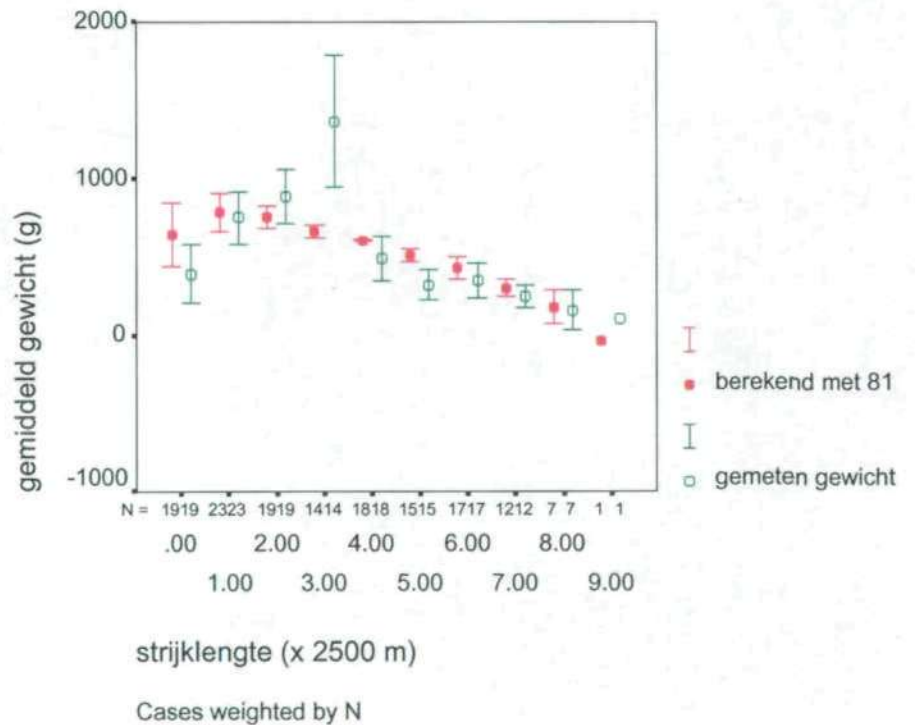
Model	lineaire richtingscoëfficiënt (strijklengte 225°)	constante	sig.
klasse diepte -5	$-3,37 \cdot 10^{-2}$	996,58	0.17
klasse diepte -4	$-5,03 \cdot 10^{-2}$	1160,2	0.00
klasse diepte -3	$3,24 \cdot 10^{-2}$	222,25	0,06

Voor de bemonstering van 1992 werden iets andere waarden gevonden (tabel 3). Hier geldt dat voor alle klassen van de diepte een significante relatie is gevonden.

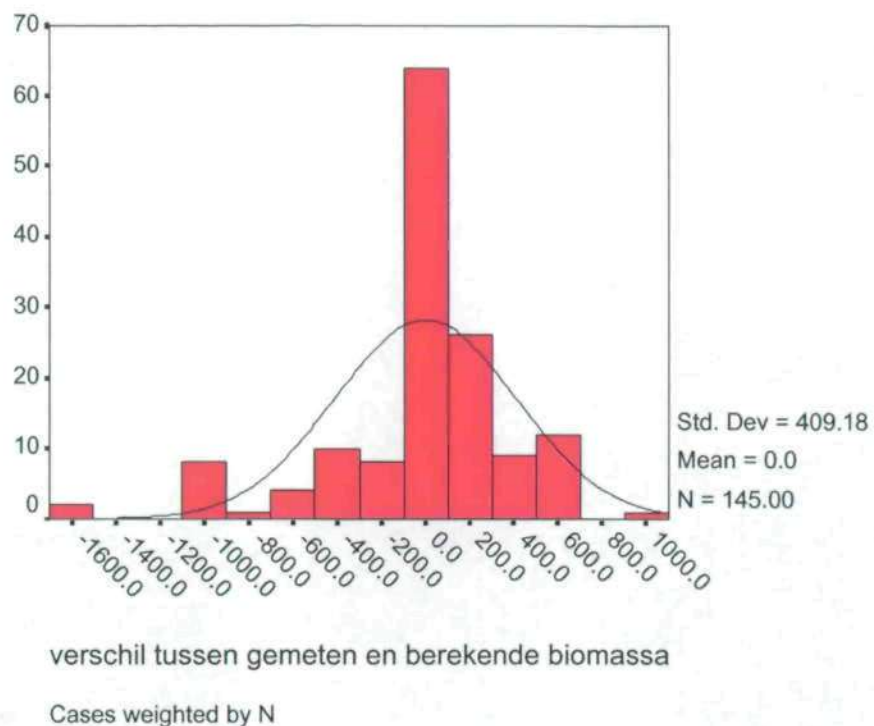
Tabel 3. Relatie tussen de gemiddelde biomassa per diepte klasse van 1992 en de strijklengte over het water berekend bij een windrichting van 225°.

model	lineaire richtingscoëfficiënt (strijklengte 225°)	constante	sig.
Klasse diepte -7	$-3,08 \cdot 10^{-2}$	761,84	0,00
klasse diepte -6	-0,18	2453,17	0,01
klasse diepte -5	$-5,01 \cdot 10^{-2}$	1578	0,00
klasse diepte -4	$-5,37 \cdot 10^{-2}$	1427,66	0,00
klasse diepte -3	$-2,01 \cdot 10^{-2}$	607,97	0,00
klasse diepte -2	$4,74 \cdot 10^{-3}$	13,55	0,01

Op basis van de gevonden relaties is voor 1981 de gemiddelde biomassa teruggerekend. De resultaten van de berekening komen redelijk goed overeen met de gemeten (gemiddelde) waarden (vgl. figuur 12). Het verschil tussen de modelresultaten en de gemeten waarden wordt weergegeven in figuur 13. Gemiddeld gezien wordt er geen verschil geconstateerd tussen de berekende en gemeten waarden. De verschillen liggen verder praktisch normaal verdeeld rond het gemiddelde (figuur 13).

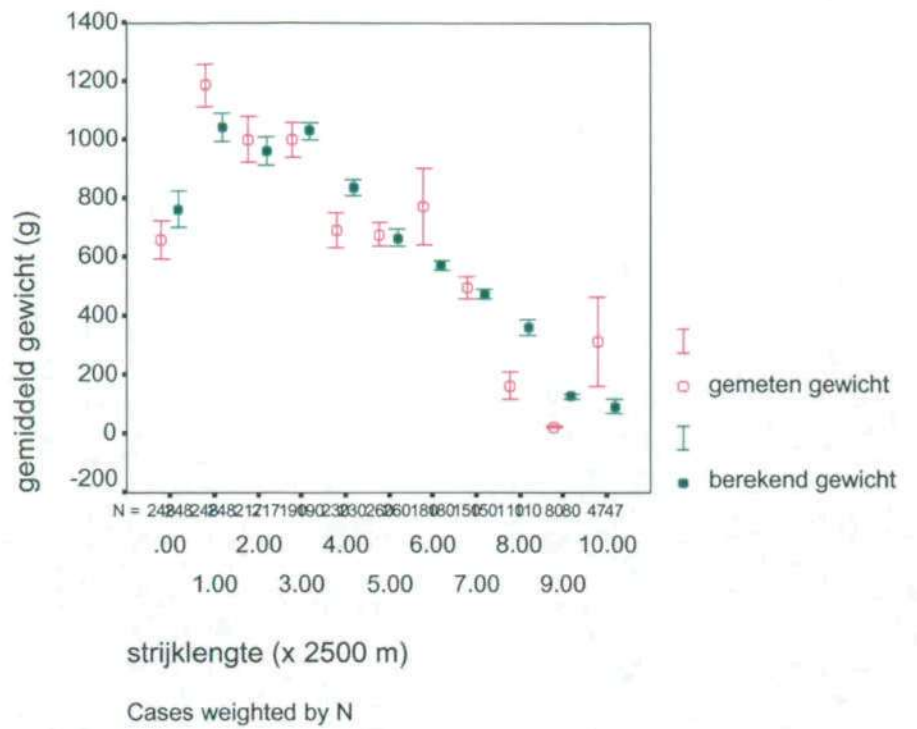


Figuur 12. Gemiddelde biomassa van de modelpopulatie als functie van de strijklengte zoals gemeten in 1985 en berekend volgens het model van 1985.

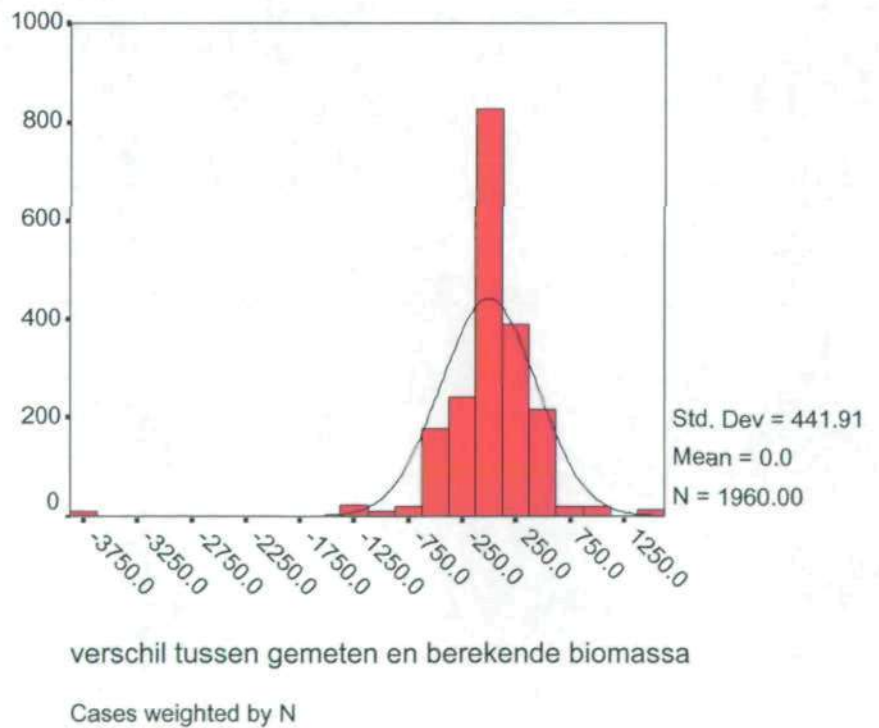


Figuur 13. Verschil tussen berekende en gemeten biomassa in 1985.

Voor 1992 komen de berekende waarden eveneens goed overeen met de gemeten waarden. Ook hier is het verschil normaal verdeeld rond het gemiddelde van nul (figuren 14 en 15). Het uiterste punt bij -3750 geeft een relatief hoge biomassawaarde aan. Hieraan moet niet teveel waarde gehecht worden omdat dit punt door slechts één enkele waarneming bevat.

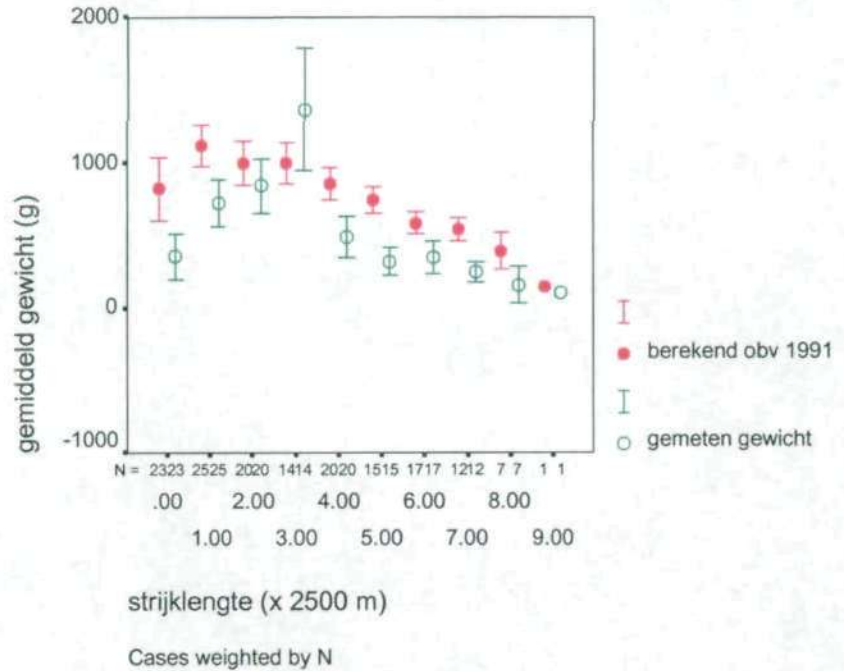


Figuur 14. Gemiddelde biomassa van de mosselpopulatie als functie van de strijklengte zoals gemeten in 1991 en berekend volgens het model van 1991.

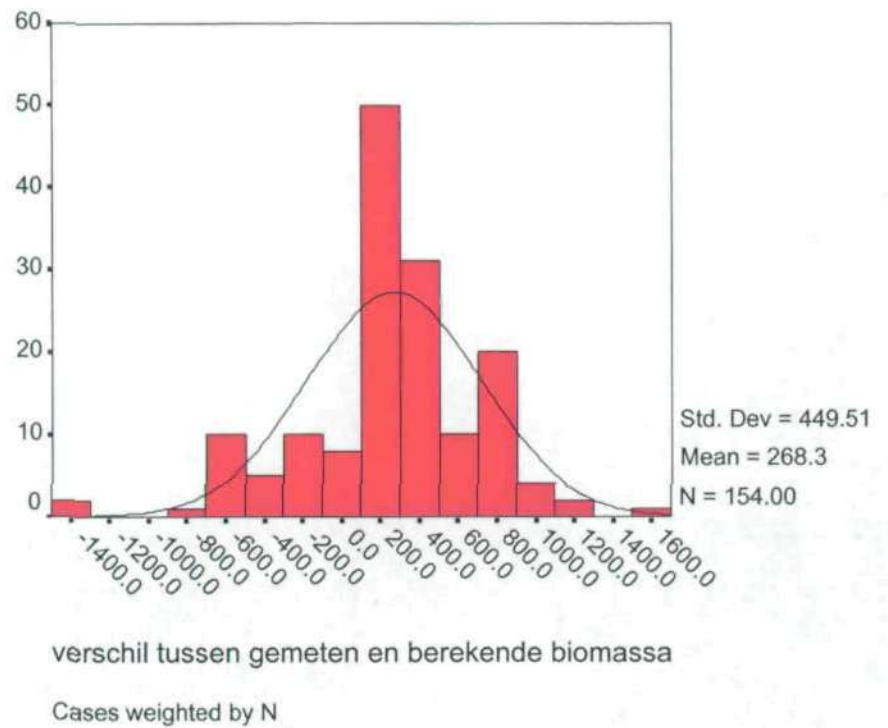


Figuur 15. Verschil tussen berekende en gemeten biomassa in 1991.

In figuur 16 is de gemiddelde biomassa van de populatie Driehoeksmosselen per diepteklasse van 1981 berekend volgens de formules verkregen uit de analyse van 1992. Uit de figuur kan worden afgeleid dat de berekende waarden redelijk overeenkomen met de gemeten waarden van 1981. In figuur 17 is het verschil tussen de berekende (volgens de formulering van 1992) en de gemeten waarde van 1981 weergegeven. Ook hier zijn de waarden normaal verdeeld, maar ligt het gemiddelde significant lager dan nul. Dit betekent dat het model van 1992 de gemiddelde biomassa iets overschat.



Figuur 16. Gemiddelde biomassa voor de mosselpopulatie als functie van de striklengte zoals gemeten in 1985 en berekend volgens het model van 1991.

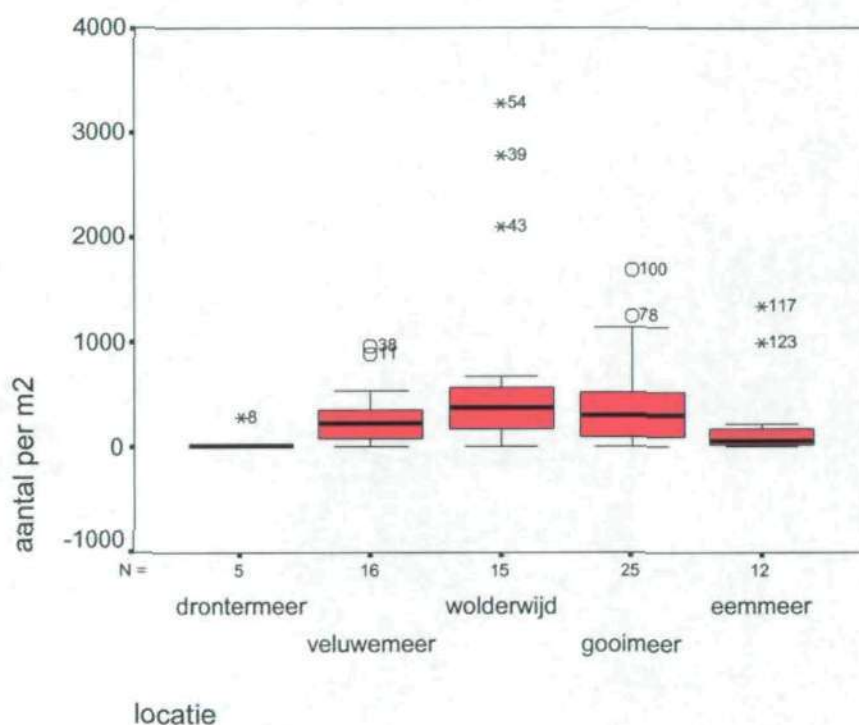


Figuur 17. Verschil tussen de gemeten en berekende (met formulering van 1991) biomassa van de mosselpopulatie in 1985 in het IJsselmeer.

4.2 Randmeren

Ook bij de randmeren komen locaties voor die in parameterwaarde niet verschillen maar die wel verschillen te zien geven in aanwezigheid van Driehoeksmosselen. Evenals bij het IJsselmeer zijn, voordat met de analyse is begonnen, ook hier eerst alle locaties uit de database verwijderd waar geen mosselen zijn aangetroffen.

In figuur 18 wordt een overzicht gegeven van hoe het aantal waarnemingen en de daarbijbehorende aantallen aangetroffen mosselen over de verschillende randmeren zijn verdeeld. In het Gooimeer zijn de meeste waarnemingen uitgevoerd, in het Drontermeer de minste. Gemiddeld gezien komen de grootste aantallen mosselen in het Wolderwijd voor. De spreiding is weer het grootst in het Gooimeer. De hoogste uitschieters liggen echter in het Wolderwijd.

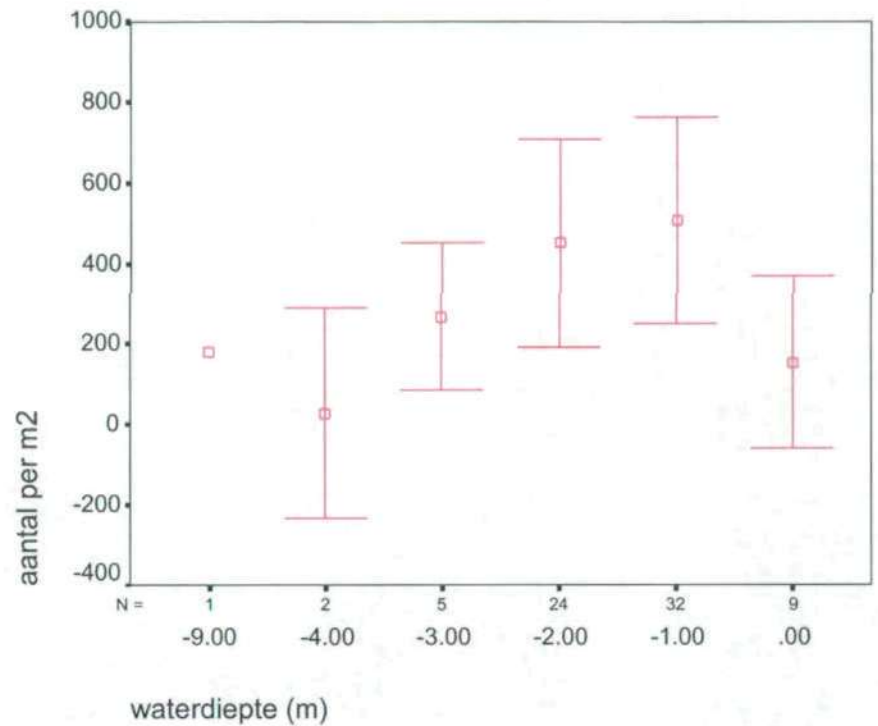


Figuur 18. Boxplot van de waarnemingen verdeeld over de verschillende randmeren.

Waterdiepte

In figuur 19 is het aantal mosselen per m² als functie van de diepteklasse weergegeven. De meeste mosselen worden aangetroffen in de klasse -1 (= -1 tot -2 meter NAP) en de klasse -2 (-2 tot -3 meter NAP).

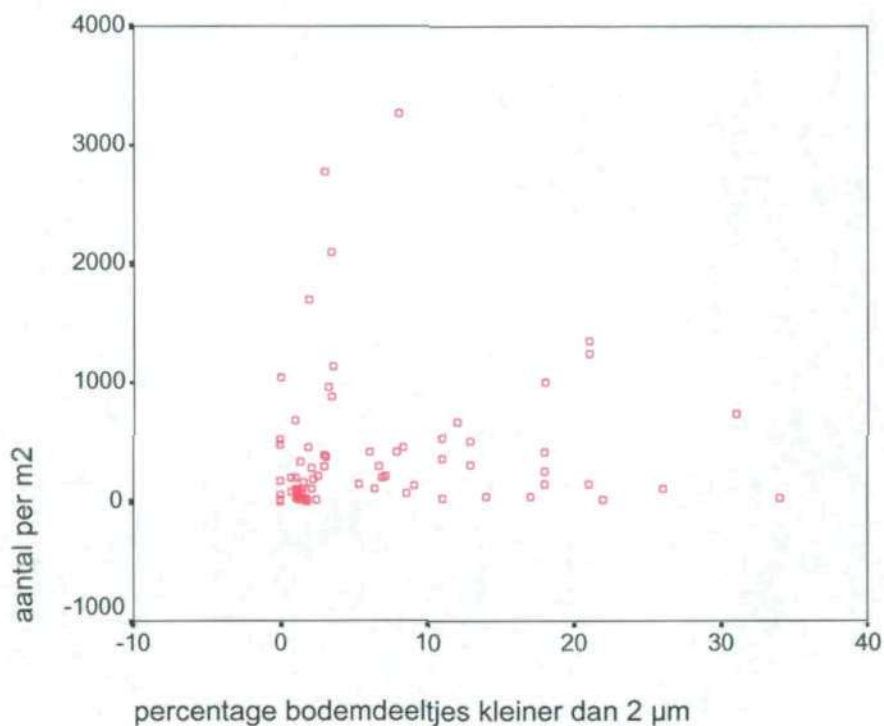
Het aantal waarnemingen is in deze klassen ook het grootst. Het optimum ligt in relatie tot het IJsselmeer beduidend lager, en is ook lager dan op grond van de literatuur wordt aangenomen. Dit kan een gevolg zijn van het feit dat de randmeren relatief ondiep zijn. In het diepere Gooimeer blijken de mosselen inderdaad dieper voor te komen dan in de Veluwerandmeren.



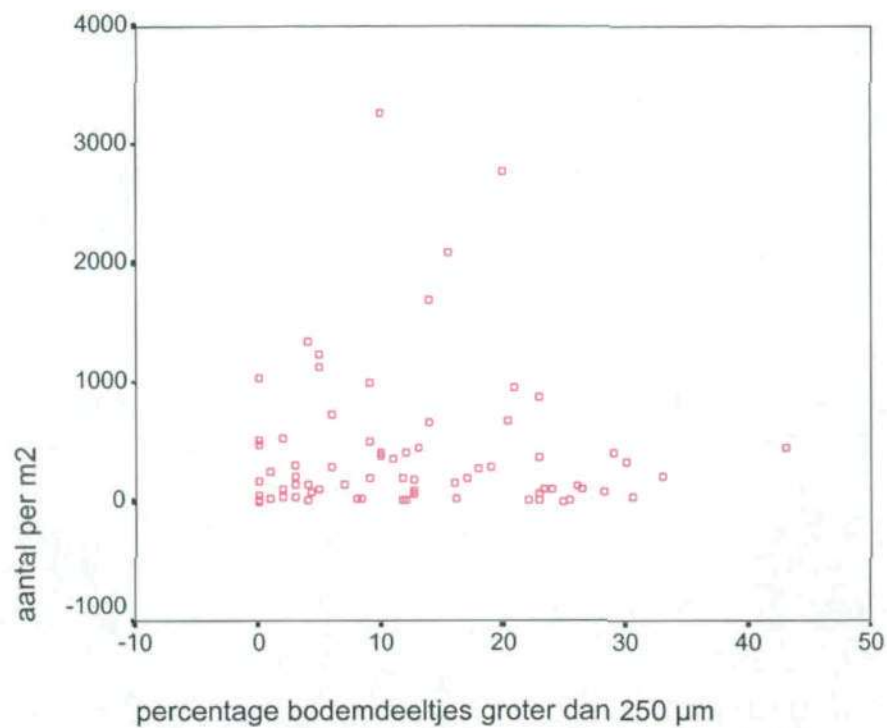
Figuur 19. Aantal mosselen per m² als functie van de klasse van de diepte voor het gehele gebied.

Sedimentsamenstelling

In figuur 20 en 21 is het aantal mosselen per locatie uitgezet als functie van respectievelijk het percentage kleifracties in de bodem ($<2 \mu\text{m}$) en als functie van het percentage zand groter dan $250 \mu\text{m}$. De spreiding in beide figuren is erg groot. Op basis van figuur 20 kan voorzichtig geconcludeerd worden dat onder een percentage van 10% aan kleideeltjes in de bodem de grootste aantallen mosselen worden aangetroffen. Hoewel in figuur 21 de spreiding erg groot is lijkt het erop dat bij toename in de grovere fractie zand de grootte van de populatie Driehoeksmosselen afneemt..



Figuur 20. Het aantal mosselen per m^2 als functie van het percentage aan bodemdeeltjes kleiner dan $2 \mu\text{m}$ voor het gehele gebied.



Figuur 21. Het aantal mosselen per m² als functie van het percentage aan bodemdeeltjes groter dan 250 µm voor het gehele gebied.

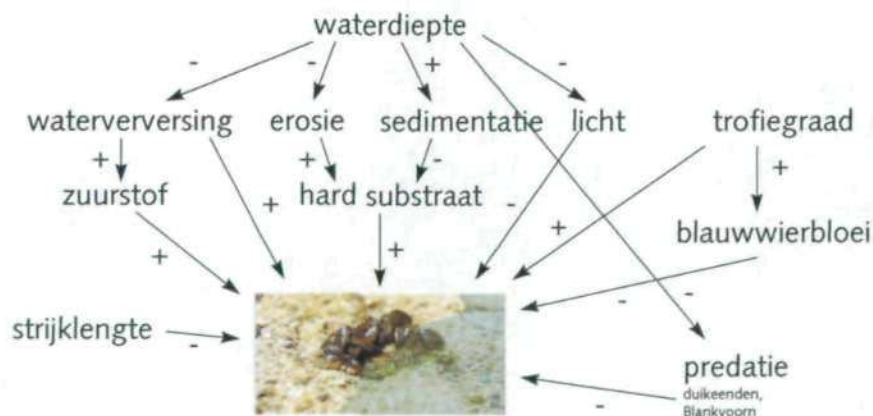
Omdat de biomassa van de Driehoeksmossel in de randmeren niet is bepaald, is geen verdere analyse meer toegepast.

5 Discussie

5.1 Bespreking van de analyses

De uitgevoerde statistische analyses van het voorkomen van Driehoeksmosselen in het IJsselmeer in relatie tot een flink aantal (combinaties van) abiotische standplaatskarakteristieken laten geen significante verbanden zien tussen de aangetroffen biomassa per plek en de daar heersende omstandigheden. Dit geldt zowel voor een beschouwing van het IJsselmeer als geheel als voor een beschouwing per op basis van geomorfologische kenmerken onderscheiden deelgebied. Het gebrek aan significante relaties is voor een belangrijk deel toe te schrijven aan de grote mate van ruis, die veroorzaakt wordt door plekken met dezelfde abiotische parameterwaarden en mosseldichtheden die uiteenlopen van nul tot zeer hoog. Het optreden van een dergelijke ruis is consistent met de bevindingen uit langjarige populatiestudies in Polen die fikse jaarlijkse fluctuaties laten zien onder vrijwel gelijk blijvende omstandigheden (Stanczykowska & Lewandowski 1993). Om deze ruis te ondervangen zijn de analyses ook uitgevoerd met alleen de monsterpunten waar Driehoeksmosselen werden aangetroffen. Ook deze vervolganalyses gaven alleen eenduidige en significante relaties te zien met waterdiepte en met strijklengte. Met andere parameters, zoals de mate van morfodynamiek (erosie en/of sedimentatie) of bodemsamenstelling, waren de relaties veel minder duidelijk.

Het feit dat alleen monsterpunten met mosselen zijn beschouwd, betekent dat de resultaten van deze analyses alleen een relatie aangeven tussen de biomassa van de Driehoeksmossel per m² en de eventuele geselecteerde parameter(s). Er kan dan echter niets meer worden gezegd over de factoren die bepalen of in een gebied wel of geen Driehoeksmosselen voorkomen. Wel geven de verdere resultaten inzicht in de veranderingen die op kunnen treden in de populatie Driehoeksmosselen bij veranderingen in één van de parameterwaarden. In de bijlage is uiteengezet hoe de gevonden verbanden met waterdiepte en strijklengte zijn gebruikt om in het ecotopenmodel ECOMIJ (vgl. Tosserams *et al.* 1998, Jans *et al.* 2000) verschuivingen in waterpeilverloop te kunnen omrekenen in potentieel geschikt areaal voor Driehoeksmosselen.



Figuur 22. Schema van veronderstelde relaties tussen het voorkomen van Driehoeksmosselen *Dreissena polymorpha* in het IJsselmeer en diverse abiotische en biotische factoren. Strijklengte werkt waarschijnlijk negatief op Driehoeksmosselen door de sterke opwerping die de golfwerking aan de bodem kan veroorzaken. Bij hogere waterdieptes zal dit effect duidelijk geringer zijn. (Lichte) erosie zal de blootwoeling van hard substraat waaraan de mosselen zich vasthechten bevorderen, terwijl sedimentatie daar juist een negatieve invloed op heeft. Sterke sedimentatie leidt zelfs tot directe verstikking van mosselen. Bij hogere waterdieptes treedt sneller sedimentatie op, terwijl ook waterverversing bij de bodem in het gedrang komt. Daar staat tegenover dat predatie door duikeenden op grotere diepte minder effect heeft. Mosselen houden van schaduwrijke plekken, die op grotere diept talrijker zijn. Voedselrijk water levert betere voedselomstandigheden, tenzij er blauwwierbloei optreedt die voor de mosselen oneetbaar en mogelijk zelfs giftig zijn.

Niet in de analyses meegenomen factoren die wel in de literatuur genoemd worden als mogelijk van invloed zijn o.a.: aanvoer van 'vers' water nabij de bodem (als voortdurende bron van zuurstof en voedsel), zoutgehalte (niet meer dan 500-1100 mg/l; Jenner & Mommen 1985, dus niet van toepassing op IJsselmeer), de aanwezigheid van hard substraat zoals bv. schelpresten, de aanwezigheid van blauwwierbloei, licht, zuurstofgehalte (tekorten vooral van invloed op jonge mosselen), trofiegraad en predatiedruk door o.a. duikeenden (vgl. figuur 22; o.a. Duel *et al.* 1988, Bij de Vaate 1991, Dorgelo 1993, Smit *et al.* 1993, De Leeuw 1997).

Hoewel lokaal predatie van sterke invloed kan zijn op de 'standing stock' aan Driehoeksmosselen (o.a. Suter 1982, De Leeuw 1997), zijn er ook voorbeelden van studies waarin ondanks de aanwezigheid van predatoren niet of nauwelijks effecten zijn geconstateerd (o.a. Beekman & Platteeuw 1993, Stanczykowska & Lewandowski 1993). Predatie lijkt hiermee één van de factoren te zijn die de reeds genoemde ruis in de analyses veroorzaken. Recent komen er steeds duidelijker aanwijzingen dat ook het optreden van blauwwierbloeien nadelig kunnen zijn voor de ontwikkelingsmogelijkheden van Driehoeksmosselen. Of dit alleen is toe te schrijven aan de slechte eetbaarheid van deze relatief grote algen, of dat ook mogelijke toxinen een rol spelen, is nog onderwerp van studie.

Ook andere van jaar tot jaar fluctuerende factoren als o.a. trofiegraad (langzaam maar zeker dalend), watertemperatuur (sterk klimaatsafhankelijk) en het optreden van ijsgang of niet zullen hieraan hun steentje bijdragen. In feite is het dus zo dat met behulp van de meer constante abiotische standplaatsfactoren die hier zijn geanalyseerd eerder iets over de veranderingen in potenties voor Driehoeksmosselen wordt gezegd dan over het werkelijke voorkomen van deze voor het systeem zo belangrijke vertegenwoordiger van de bodemfauna.

5.2 Conclusies en aanbevelingen

In feite moet geconcludeerd worden dat het beschikbare materiaal over de ruimtelijke verspreiding van Driehoeksmosselen enerzijds en van de mogelijk verklarende factoren anderzijds van onvoldoende kwaliteit waren om zinvolle analyses toe te staan. Het feit dat de mosselen bemonsterd zijn in een regelmatig grid en niet via *stratified sampling* heeft ertoe geleid dat de monstervolpunten heel ongelijk over de verschillende abiotische condities verspreid zijn komen te liggen, hetgeen een gedegen statistische analyse vrijwel onmogelijk maakt. Daar komt dan nog eens bij dat de gegevens betreffende de standplaatscondities niet gelijktijdig en op exact dezelfde plaats als de mosselgegevens zijn verzameld. Hoewel het toepassen van een multivariate analyse in plaats van een serie univariate analyses in principe correcter zou zijn geweest (vooral omdat enkele van de verklarende factoren niet onafhankelijk van elkaar opereren, vgl. figuur 22), is het aannemelijk dat de ontoereikendheid van het basismateriaal ook in dit geval niet tot eenduidige correlaties zou hebben geleid.

Wel is voldoende duidelijk geworden dat ten behoeve van de modellering van het ecotopenmodel ECOMIJ de aan- of afwezigheid van Driehoeksmosselen bij verschillende scenario's voor waterpeil het beste kunnen worden beoordeeld aan de hand van de hier vastgestelde respons van deze diersoort op veranderingen in waterdiepte en in strijklengte. Mede met het oog op de snelheid waarmee ECOMIJ als module in het beslissingsondersteunend systeem

WINBOS ingezet moest worden, zijn de bevindingen van deze analyses voorlopig in de vorm van rekenregels in ECOMIJ opgenomen (zie bijlage 1).

Voor de verdere toekomst laat het zich aanzien dat ECOMIJ, zowel als *stand alone* model als in zijn functionaliteit van module binnen WINBOS, vaker ingezet zal moeten worden. Hierbij zullen zich ook vaak gelegenheden voordoen, waarbij de eisen aan de betrouwbaarheid van de voorspellingen groter zijn dan bij de min of meer globale aanpak van het WIN-project het geval was. Er bestaat dan ook behoefte aan een betere set van rekenregels waarmee (de kans op) het voorkomen van Driehoeksmosselen in het IJsselmeergebied als functie van veranderende omgevingsfactoren kan worden voorspeld. Op dit moment wordt nog gewerkt aan een uitvoeriger analyse van het voorkomen van bodemfauna in het IJsselmeer in relatie tot een breed scala aan abiotische omgevingsfactoren (vgl. Van de Laar & Menke 1999). De gegevensset die aan deze nog in uitvoering zijnde analyse ten grondslag ligt, bestaat wel uit simultaan verzamelde gegevens en berust wel op *stratified sampling*. De verwachting luidt dat in het najaar van 2000 deze studie de mogelijkheid zal bieden tot het in belangrijke mate aanscherpen van de rekenregels voor Driehoeksmosselen in ECOMIJ.

Zelfs de verbetering van de rekenregels die vanaf najaar 2000 ingepast zou kunnen worden, zal nog zijn belangrijke beperkingen kennen. Er is ook dan immers nog steeds alleen sprake van correlatieve relaties tussen de abiotiek enerzijds en het voorkomen van Driehoeksmosselen anderzijds binnen de relatief statische omstandigheden in de huidige situatie. Om meer zekerheid te krijgen over de respons van de mosselen op dynamische veranderingen in factoren als waterpeil, stromingspatronen nabij de bodem, morfodynamische processen als erosie en sedimentatie, strijklengte, trofiegraad, etc. lijkt het onontkoombaar om naar een meer experimentele onderzoeksmethode te zoeken. Binnen grote aquaria of in het veld opgestelde proefbakken waarin elk van de genoemde factoren onafhankelijk van andere factoren kan worden gevarieerd, lijken goede mogelijkheden te bestaan om de werkelijke causaliteit te bepalen tussen de diverse omgevingsfactoren en de respons van de mosselen.

6 Literatuur

- Beekman, J.H. & M. Platteeuw 1993. Integraal Waterbeheer Ketelmeer. Een kwantitatieve analyse van het ecosysteem Ketelmeer. Deel II. Kwantitatieve voedselrelaties in het Ketelmeer. Rijksuniversiteit Groningen, Zoölogisch Laboratorium, Rijkswaterstaat Directie Flevoland. Groningen/Lelystad.
- Dorgelo, J. 1993. Growth and population structure of the Zebra Mussel (*Dreissena polymorpha*) in Dutch lakes differing in trophic state. In: T.F. Nalepa & D.W. Schloesser (eds) Zebra Mussels. Biology, impacts, and control. Lewis Publishers, Boca Raton, Ann Arbor, London, Tokyo: pp. 79-94.
- Duel, H., R. During & J.B.M. Thissen 1988. Ecologisch profiel van enkele planten en diersoorten van binnenwateren. Deel B: Driehoeksmossel en vissen. R 88/10b. TNO-SCMO, Delft.
- Iedema, W. & C. Breukers 1997. Samenvattend hoofdrapport. Definitiestudie Instrumentarium Waterhuishouding in het Natte Hart. RIZA rapport 97.086. Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling, Lelystad.
- Jans, L., M. Platteeuw, M. Tosserams & M. Schiereck 2000. Van waterpeilen naar natuurwaarde. Verantwoordingsrapportage Ecotopenmodel (ECOMIJ) en de Natuurwaardingsmodule (NWM) IJsselmeergebied en de toepassing binnen WINBOS. Realisatiefase Instrumentarium Waterhuishouding in het Natte Hart. RIZA werkdocument 2000.002X. Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling, Lelystad.
- Jenner, H.J. & J.P.M. Mommen 1985. Driehoeksmosselen en aangroei problemen. H₂O 18: 2-6.
- Koopstra, R., G. Lenselink & U. Menke 1993. Geologische en bodemkundige atlas van het IJsselmeer. ISBN 90-369-1107-9. Rijkswaterstaat Directie Flevoland, Lelystad.
- van de Laar, E. & U. Menke 1999. Ecologisch relevante bodemkundige indeling. Stagnante wateren - voortgangsrapport 1998/99. RIZA werkdocument 99.148X. Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling, Lelystad.
- Lammens, E. 1999. Het voedselweb van IJsselmeer en Markermeer. Veldgegevens, hypothesen, modellen en scenario's. RIZA rapport 99.008. Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling, Lelystad.
- de Leeuw, J. 1997. Demanding divers. Ecological energetics of food exploitation by diving ducks. Van Zee tot Land 61. Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied, Lelystad.
- Lenselink, G. & U. Menke 1995. Geologische en bodemkundige atlas van het Markermeer. ISBN 90-369-1148-6. Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied, Lelystad.

-
- Platteeuw, M., D. van der Molen & E. Lammens 1997. Het ecologisch functioneren van het open water in het IJsselmeergebied: mogelijke effecten van veranderingen in de waterhuishouding. Definitiestudie Instrumentarium Waterhuishouding in het Natte Hart. RIZA werkdocument 97.093X. Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling, Lelystad.
- Prins, K.H., M. Klinge, W. Ligtoet & J. de Jonge 1994. Biologische monitoring zoete rijkswateren. Watersysteemrapportage IJsselmeer en Markermeer 1992. RIZA nota 94.060. Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling, Lelystad.
- Richter, A.F. 1985. Mogelijkheden van biomanipulatie ten behoeve van het waterkwaliteitsbeheer in Nederland. Verslag nr. 1985-8. Limnologisch Instituut, Oosterzee/Nieuwersluis.
- Schout, J.J. 1998. (concept) Digitaal Terrein Model IJsselmeergebied, Noordzeekanaal & Amsterdam-Rijnkanaal, versie 1.0. RIZA werkdocument. Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling, Lelystad.
- Schout, J.J., M. Stoffer & G. Lenselink 1997. Geologische en bodemkundige atlas van de Randmeren. ISBN 90-369-5030-9. Rijkswaterstaat RIZA, Lelystad.
- Smit, H., A. bij de Vaate, H.H. Reeders, E.H. van Nes & R. Noordhuis 1993. Colonization, ecology, and positive aspects of Zebra Mussels (*Dreissena polymorpha*) in the Netherlands. In: T.F. Nalepa & D.W. Schloesser (eds) Zebra Mussels. Biology, impacts, and control. Lewis Publishers, Boca Raton, Ann Arbor, London, Tokyo: pp. 55-78.
- Stanczykowska, A. & K. Lewandowski 1993. Thirty years of studies of *Dreissena polymorpha* ecology in Mazurian lakes of northeastern Poland. In: T.F. Nalepa & D.W. Schloesser (eds) Zebra Mussels. Biology, impacts, and control. Lewis Publishers, Boca Raton, Ann Arbor, London, Tokyo: pp. 3-37..
- Suter, W. 1982. Vergleichende Nahrungsökologie von überwinternden Tauchenten *Bucephala*, *Aythya* und Blässhuhn *Fulica atra* am Untersee-Ende/Hochrhein (Bodensee). Orn. Beob. 79: 225-254.
- Tosserams, M., L. Jans & B. van der Pas 1998. Ecotopenmodel IJsselmeergebied (ECOMIJ 1.0). Opzet en ontwikkeling. Realisatiefase Instrumentarium Waterhuishouding in het Natte Hart. RIZA werkdocument 98.077X. Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling, Lelystad.
- bij de Vaate, A. 1991. Distribution and aspects of population dynamics of the zebra mussel, *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771), in the lake IJsselmeer (The Netherlands). Oecologia 86: 40-50.
- Winkels, H.J. 1997. Contaminant variability in a sedimentation area of the river Rhine. Van Zee tot Land 64. Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied, Lelystad.

7 Bijlagen

Berekening voorkomen driehoeksmosselen in ECOMIJ

Luc Jans

Invoerbestanden:

ijsm_hoogte	gridbestand met hoogte gegevens voor het IJsselmeer
watersysteem	gridbestand met afgrenzing van het door te rekenen watersysteem
gemiddeld zomerpeil	
strijklengte225	gridbestand met de strijklengte bij 225 graden
mosselgrens.dat	bestand met Driehoeksmossel parameters

Reken-algoritme:

- Lees uit het bestand mosselgrens.dat per watersysteem de correctie factor, de minimum en maximum diepte tov. het zomerpeil, en de grenswaarde voor de strijklengte.

Een voorbeeld van dit bestand is:

```
Correctiefactoren
IJSELMEER 0.5
MARKERMEER 0.05
VELUWEMEER 0.20
WOLDERWIJD 0.20
```

```
mindiepte_m_tov_zp maxdiepte_m_tov_zp grenswaarde
```

```
IJSELMEER
-1000 -5 5
-5 -4 20890
-4 -3 16390
-3 -2 4250
-2 -0.5 1000
-0.5 0 5
```

```
MARKERMEER
-1000 -5 5
-5 -4 20890
-4 -3 16390
-3 -2 4250
-2 -0.5 1000
-0.5 0 5
```

```
VELUWEMEER
-1000 -5 5
-5 -4 20000
-4 -3 15000
-3 -2 5000
-2 -0.5 1000
-0.5 0 5
```

```
WOLDERWIJD
-1000 -5 5
-5 -4 20000
-4 -3 15000
-3 -2 5000
```

-2 -0.5 1000
-0.5 0 5

- Bepaal de hoogte tov. het zomerpeil.
- Bepaal de grenswaarde voor de strijklengte aan de hand van de hoogte tov. het zomerpeil en de *minimum en maximum diepte tov. het zomerpeil*.
- Bepaal de strijklengte uit zuidwestelijke richting (225 graden).
 - Als (Strijklengte = No-data) dan
Driehoeksmossel is Afwezig.
 - Anders
 - Als (Grenswaarde < 0) dan
Driehoeksmossel is Afwezig.
 - Anders als (Strijklengte > Grenswaarde) dan
Driehoeksmossel is Afwezig.
 - Anders
 - Lees de correctiefactor (0.7 betekent: 7 van de 10 gridcellen zijn potentieel geschikt voor driehoeksmossellen).
 - Bepaal random een getal tussen 0 en 1.
 - Als (Getal <= Correctiefactor) dan
Driehoeksmossel is Aanwezig.
 - Anders
Driehoeksmossel is Afwezig.
- Schrijf het driehoeksmossel bestand weg.

Uitvoerbestanden:

dhmossel

gridbestand met verspreiding van
Driehoeksmosselen