

RIJKSINSTITUUT VOOR VISSERIJONDERZOEK

Haringkade 1 — Postbus 68 — IJmuiden — Tel. (02550) 1 91 31

Afdeling:

BIOLOGISCH ONDERZOEK ZOETWATERVISSERIJ — SCHUBVIS

Rapport:

ZS 83-04

DE INVLOED VAN KROOSBEDEKKINGEN OP
VISVOEDSELOORGANISMEN IN POLDERSLOTEN.

Auteur:

J.C. Berkhuizen

Project:

5-7022: Het verband tussen milieu- en visstands-
eigenschappen en de invloed van beheers-
maatregelen hierop, toegespitst op
Cypriniden.

Projectleider:

Drs. W.G. Cazemier

Datum van verschijnen:

September 1983

Inhoud:

Zie inhoudsopgave.

**DIT RAPPORT MAG NIET GECITEERD WORDEN ZONDER TOESTEMMING VAN DE
DIRECTEUR VAN HET R.I.V.O.**

2293161

Samenvatting

I	Inleiding	1
	1. Algemene inleiding	1
	2. Probleemstelling en deelvragen	2
	3. Onderzoekopzet	4
II	Het onderzoekgebied	6
	1. Inleiding	6
	2. De polder	6
	3. De sloten	8
III	Het eerste onderzoek	11
	1. Inleiding en vraagstelling	11
	2. Onderzoekopzet	11
	3. Methoden en materialen	11
	4. Resultaten	12
	5. Conclusies	13
	6. Discussie en keuzen	13
IV	Het tweede onderzoek	15
	1. Onderzoekopzet	15
	2. Methoden en materialen	15
	a. De aanwezigheid van kroos	
	b. De lichtdoorlatendheid van kroos	
	c. Het zuurstofgehalte en de temperatuur	
	d. De concentraties van nitriet, ammonium (ammoniak) en sulfide en de zuurgraad	
	e. De bodemfauna	
	3. Resultaten	17
	4. Analyse van de resultaten	21
	5. Conclusies	25
	6. Discussie	25
	a. De sloten	
	b. De keuze van de parameters en de toetsing van de waarnemingen	
V	Het derde onderzoek	28
	1. Inleiding en vraagstelling	28
	2. Methoden en materiaal	28
	3. Resultaten	29
	a. De samenstelling van de visstand	
	b. Conditie en groei	
	4. Conclusies	34
	5. Discussie	34
VI	Eindconclusies en de bespreking van de resultaten	35
	1. Eindconclusies	35
	2. Bespreking van de resultaten van het gehele onderzoek	35
VII	Verantwoording	38
VIII	Literatuur	39

DE INVLOED VAN KROOSBEDEKKINGEN OP VISVOEDSELORGANISMEN IN POLDERSLOTEN

SAMENVATTING

In de zomer van 1982 is in de Duivenvoordse-Veenzijdse polder tussen Leidschendam en Voorschoten een onderzoek gedaan naar de invloeden van kroos- en kroosvarenbedekkingen op visvoedselorganismen, tevens is naar de visgroei gekeken. Het onderzoek was transversaal en is uitgevoerd in zes sloten.

Om de probleemstelling tastbaar te maken is een telefonische enquête onder 14 beroepsvissers in Zuid-Holland gehouden, waaruit bleek, dat de meesten grote last van kroos hebben.

Er zijn vervolgens twee deelonderzoeken uitgevoerd naar de invloed van kroosbedekkingen op macrofauna in het algemeen en op wormen en muggelarven in het bijzonder. Uit het eerste onderzoek blijkt, dat het aantal en het totaal gewicht van wormen in met kroos bedekte slootdelen lager zijn dan in onbedekte delen van dezelfde sloot. Dit lijkt ook het geval te zijn voor muggelarven, hoewel hierbij door de lage aantallen statistische verwerking onmogelijk was.

Bij het tweede onderzoek zijn de waarden van meerdere slootparameters bepaald van 3 sloten, waarvan de parameters lichtinstraling, zuurstofgehalte, temperatuur, ammonium- en sulfide-concentratie, pH, de aantallen en gewichten van de aanwezige wormen en de gewichten van de muggelarven significante verbanden vertonen met de aanwezigheid van kroos en de daarvan afgeleide afstandsfunctie.

Het derde onderzoek is gedaan om de visstand van de polder te beschrijven. Hierbij is gekeken naar de samenstelling van de visstand, de conditie van blankvoorn, ruisvoorn en baars en naar de groei van deze soorten, alsmede die van brasem en kolblei. De vispopulatie bleek tamelijk onvolledig te zijn door het geheel ontbreken van een aantal jaarklassen van brasem, kolblei en blankvoorn. De conditie en de groei van de onderzochte dieren bleken daarentegen goed te zijn.

Tenslotte worden de drie deelonderzoeken gecombineerd, waarbij literatuurgegevens worden gebruikt. Hieruit blijkt dat dit onderzoek weliswaar een aanzet is, maar nog niet de gezochte relaties tussen kroos en visgroei geheel kan beschrijven.

I INLEIDING

1. Algemene inleiding

"Welk een wonder gebeurt er toch in 't water, dat al die mooie hooge planten elkander verdringen aan den oever en dicht opeen geschaard den langen zomerdag zich spiegelen in het nat. En wijzelf? Worden wij ook niet aangetrokken, zowel door de groote zee als door het nietigst plasje op den hei of een drinkkolk in de duinen?".

Uit: Zomer, Jac. P. Thijsse (1924).

Het voor u liggende verslag gaat over een aantal zaken uit het bovenstaande citaat. Er zal worden gekeken naar "welk een wonder er gebeurt in het water", naar elkaar verdringende hogere planten, naar de mogelijkheden om zich te spiegelen in het nat en, zijdelings, naar de gevolgen voor de zee, het plasje en de drinkkolk van hun aantrekkingskracht op mensen.

Het is mooi sloten te zien met allerlei waterplanten erin en erlangs en met hier en daar een plukje kroos op het wateroppervlakte. Dat kroos hoort in die sloot thuis en vormt een essentieel onderdeel van de slootvegetatie. Sportvisseren weten, dat juist in de buurt van het kroos vaak een zeelt of een baars is te vangen. Wanneer de sloot echter helemaal bedekt raakt met kroos en er gaat uitzien als een groene wei, verliest de sloot zijn aantrekkingskracht en vissen wordt onmogelijk. Natuurbeschermers klagen, dat het slootoecosysteem wordt verziekt, sport- en beroepsvisseren klagen, omdat ze niet meer kunnen vissen en passanten, omdat de sloot stinkt.

Dit zijn enkele algemene problemen van overmatige bedekkingen van sloten met kroos, waarvan de soorten klein kroos (*Lemna minor* L.), bultkroos (*L. gibba* L.), veelwortelig kroos (*Spirodéla polyrrhiza* (L.) Schleiden) hier zullen worden samengenomen, en grote kroosvaren (*Azolla filiculoides* Lamk.).

Deze algemene kroosproblematiek laat zich nader preciseren: Uit mondelinge mededelingen van diverse bij de binnenvisserij betrokkenen, blijkt de visgroei in een groot aantal polders tamelijk slecht te zijn. Een oorzaak hiervoor zou kunnen zijn, dat door kroosbedekkingen op poldersloten (afhankelijk van onder andere de graad en de verblijftijd van de bedekking en de diepte en de doorstroming van de sloot) plaatselijk de levensomstandigheden voor vis en visvoedselorganismen zodanig verslechteren, dat de vis moet uitwijken naar andere delen van de sloot of de polder en dat de visvoedselorganismen gedeeltelijk afsterven. In de meeste wateren is het voedselaanbod voor vissen echter niet overmatig, terwijl de vissen zich met eenzelfde aantal in een kleiner gebied moeten ophouden en foerageren, omdat over het algemeen de polder niet kan worden verlaten. Wanneer juist in het groeiseizoen van de vis de beschikbare hoeveelheid voedsel per individuele vis, meer of minder sterk afneemt, zou een slechte groei en een lage produktie het gevolg kunnen zijn, hetgeen nadelig is voor de beroepsbinnenvisserij en de sportvisserij.

Over de oorzaken van overdadige bedekkingen met kroos is niet veel bekend. De meeste auteurs noemen eutrofiëring als mogelijke oorzaak (DE BOER, 1977; HIGLER, 1979), welke op polderniveau voor- namelijk wordt veroorzaakt door uitspoeling van mest en kunstmest,

inlaat van boezemwater, boerderijlozingen en kwel (MILIEUDEFENSIE, 1979). Kroos wordt hierbij gezien als zijnde zeer tolerant voor en afhankelijk van een groot nutriëntenaanbod (DE LANGE & VAN ZON, 1977). Over de effecten van kroosbedekkingen is evenmin veel bekend en hier geldt, dat in artikelen vaak a priori uitspraken over vermeende nadelige effecten worden gedaan zonder gebaseerd te zijn op onderzoek (HIGLER, 1979; TUTTEL, 1982). De algemene tendens is, dat kroos het waarde-oordeel "slecht" wordt opgeplakt.

Het doel van dit onderzoek was na te gaan wat de effecten van kroos- en kroosvarenbedekkingen op het slootoecosysteem zijn, en dan met name de invloed op de visvoedselorganismen, de zuurstofhuishouding en de visgroei. Dit onderzoek past in het project van de Afdeling Biologisch Onderzoek Zoetwatervisserij-Schubvis van het Rijksinstituut voor Visserijonderzoek (RIVO) te IJmuiden, waarvan de titel luidt: "Het verband tussen milieu- en visstandseigenschappen en de invloed van beheersmaatregelen hierop, toegespitst op Cypriniden" (CAZEMIER, 1981).

Het onderzoek heeft slechts de pretentie een vooronderzoek te zijn om methodieken en richtingen te vinden, waarop een nauwkeuriger vervolgonderzoek zich, indien gewenst, zou kunnen richten. Dit verklaart de vele verschillende aspecten, die hier en daar misschien wat oppervlakkig worden belicht. Het onderzoek is uitgevoerd in 1982 en duurde acht maanden.

De algemene vraagstelling van het onderzoek luidt: Van welke aard en omvang is in poldersloten de invloed van kroos- en kroosvarenbedekkingen op de macrofauna, in het bijzonder op visvoedselorganismen, en op de groei van vis?

Om de probleemstelling nauwkeuriger te kunnen omschrijven, is als aanloop een telefonische enquête gehouden onder een aantal beroepsvissers in Zuid-Holland.

2. Probleemstelling en deelvragen

Teneinde te achterhalen of kroos- en kroosvarenbedekkingen problemen opleveren voor de beroepsbinnenvisserij, werden 21 min of meer willekeurig gekozen beroepsvissers in Zuid-Holland telefonisch geïnterviewd. Zeven van de éénentwintig bleken te vissen op grotere wateren en deze hadden geen last van kroos. Aan de 14 overblijvende poldervissers werden de volgende vragen gesteld:

1. Komen in uw visgebied bedekkingen met kroos en kroosvaren voor?
2. Hebt u last van kroos en kroosvaren tijdens het vissen en van welke soort het meest?
3. Denkt u, dat kroos en kroosvaren op enigerlei wijze uw vangsten beïnvloeden?
4. Hebt u het idee, dat de visgroei wordt beïnvloed door het kroos en kroosvaren?
5. Komen in uw gebied vissterften voor als gevolg van kroos en kroosvaren?
6. Hebt u het idee, dat er tegenwoordig meer kroos en kroosvaren is dan vroeger?
7. Wat zijn naar uw mening de oorzaken van het kroosprobleem?

Terwijl vraag 1. door alle 14 vissers bevestigend beantwoord

werd, bleek uit de antwoorden op vraag 2., 10 van de 14 vissers grote last te hebben van kroos en/of kroosvaren. Sommigen (2) ondervonden het meest last van kroos, anderen (3) meer van kroosvaren, maar de meesten (5) hebben van beide soorten evenveel last. Diezelfde 10 vissers beantwoordden vraag 3. dan ook bevestigend: hun vangsten liepen sterk achteruit door het kroos. Eén visser kan zelfs niet meer vissen in de tijd, dat kroosbedekkingen maximaal zijn. Zes anderen vertelden, dat de vis in fuiken onder kroos snel sterft.

Op vraag 4. kon niemand een antwoord geven, hoewel sommigen wel het idee hebben, dat vis niet optimaal kan groeien bij zware bedekkingen door zuurstofgebrek.

Anderen meenden, dat de vis gewoon naar een ander deel van de polder trekt. Verder werd in een enkel geval in jaren met veel kroos erg weinig kleine vis waargenomen.

Uit de antwoorden op vraag 5. blijkt, dat in acht regio's regelmatig zomersterfte optreedt, die mede lijken te worden veroorzaakt door kroos en kroosvaren.

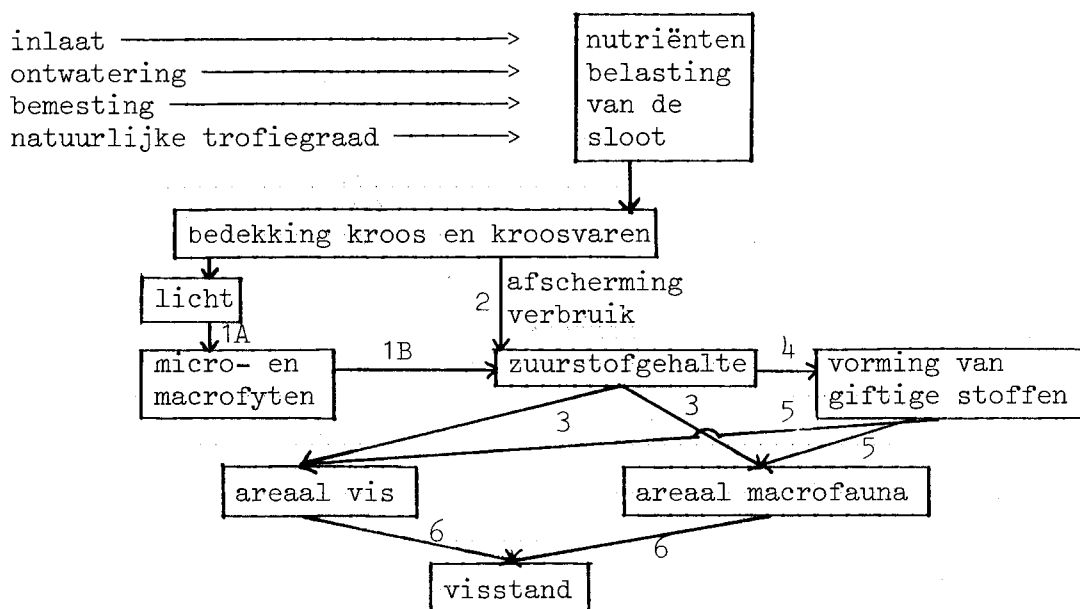
Negen vissers waren ervan overtuigd, dat de laatste jaren meer kroos voorkomt dan vroeger, bij twee andere vissers was juist het omgekeerde het geval.

Bij de beantwoording van vraag 7. werden de volgende oorzaken genoemd:

- slecht onderhoud van poldersloten (te weinig uitbaggeren, niet meer verwijderen van kroos- en kroosvarenbedekkingen en het "schonen" met maaiboten)
- hoge mestgiften op de aangrenzende weilanden
- ontwatering (ten behoeve van polderpeilverlagingen)
- inlaat van slecht water in droge tijden.

Enkele vissers noemden het diep uitbaggeren van de hoofdwatgangen van polders als mogelijke oplossing voor het kroosprobleem (bij één visser waren in 1978 de hoofdwatgangen uitgebaggerd en hij heeft sindsdien geen last meer van overmatige kroosgroei).

Uitgaande van het bovenstaande en paragraaf I.1 is het schema van figuur 1 ontworpen, volgens welke de beïnvloeding van het sloot-oecosysteem zou kunnen verlopen:



Figuur 1: Schema van de mogelijke oorzaken en effecten van kroosbedekkingen op poldersloten.

Ik beperk mij in dit onderzoek tot de met genummerde pijlen aangegeven verbanden. De volgende deelvragen werden geformuleerd (de cijfers tussen haakjes verwijzen naar de genummerde pijlen in figuur 1):

1. Zijn er verschillen in soortsaamenstelling en/of aantallen en gewichten van de macrofauna tussen plaatsen met en zonder kroosbedekking? (1, 2, 3, 4, 5).
2. Verschillen de lichtintensiteit en het zuurstofgehalte onder een kroosbedekking ten opzichte van die in open water? (1, 2).
3. Verschillen de concentraties van giftige stoffen, zoals nitriet, ammoniak en sulfide onder kroos ten opzichte van die in open water? (1, 2, 4).
4. Hoe kan de visstand met betrekking tot soortsaamenstelling, aantal en lengteverdeling worden gekarakteriseerd?
5. Hoe is de conditie van de vissen in het onderzoeksgebied?
6. Hoe is de groei (en conditie) van brasem, kolblei en blankvoorn in de jaren tot en met het jaar van onderzoek in het onderzoeksgebied? (6).

Om de deelvragen 1. tot en met 3. te beantwoorden zijn twee veldonderzoeken uitgevoerd, waarvan de onderzoekopzet in paragraaf I.3 zal worden behandeld. Aan de hand van de resultaten, verkregen door de analyse van een vismonster zal gepoogd worden een antwoord te geven op de deelvragen 4. tot en met 6.

3. De onderzoekopzet

Om de deelvragen, geformuleerd in paragraaf I.2 te beantwoorden is van een gefaseerde onderzoekopzet gebruik gemaakt. In deze paragraaf wordt de globale aanpak van het onderzoek behandeld, waarbij zowel de aanvankelijke plannen als de definitieve kort

worden besproken.

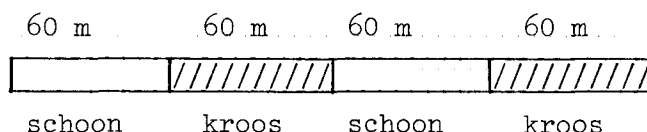
Tijdens het onderzoek is zowel transversaal als longitudinaal gewerkt. Bij een transversaal onderzoek worden een aantal punten, die alleen verschillen vertonen in de te onderzoeken parameter, tegelijkertijd met elkaar vergeleken, waarbij het ene deel van de punten als blanco dient voor het andere deel, in schema (bijvoorbeeld bij 6 punten) (TER KEURS et al., 1982):

t						
	+	+	+	-	-	-
punt	a	b	c	d	e	f

Longitudinaal onderzoek behelst een vergelijking in de tijd van een gebied, waarin in een blanco situatie (-) een ingreep (+) optreedt, in schema (TER KEURS et al., 1982):

	t1	t2
punt 1	-	+

Aanvankelijk was het de bedoeling deelvraag 1. tot en met 3. te beantwoorden met behulp van een semi-experimentele opzet. Hier toe werden vier delen van de Spoorsloot (zie hoofdstuk II; het onderzoekgebied), die 240 m lang is, afgezet door middel van planken aan het oppervlak van het water. In twee delen van 60 m lengte ieder, zou een kroosdek van *Lemna minor* en *L. gibba* in stand worden gehouden, terwijl twee andere delen van eveneens 60 m lengte continu vrij van kroos zouden worden gehouden. Het volgende schema mag dit toelichten:



In deze sloot zouden de te onderzoeken parameters (zie paragraaf IV.2) frequent worden gemeten. Na enige tijd bleek het niet haalbaar dergelijke omvangrijke slootdelen vrij van kroos te houden, waardoor deze aanpak werd verlaten en er is gekozen voor twee deelonderzoeken.

Bij het eerste deelonderzoek (hoofdstuk III) werd gemeten aan bestaande kroosbedekkingen, waarbij de parameterwaarde onder kroos steeds werd vergeleken met de waarde buiten de kroosbedekking. Hierbij wordt aangenomen, dat deze punten alleen verschillen met betrekking tot de aanwezigheid van kroos en dat de andere slootparameters overal gelijk zijn, zoals onder meer de positie ten opzichte van zon en wind, de diepte en de breedte van de sloot, het gebruik van de aangrenzende percelen, en de bodemsamenstelling.

Ook bij het tweede deelonderzoek (hoofdstuk IV) is in hoofdzaak transversaal gewerkt, maar met meer meetpunten per sloot en ook zijn er meer parameters gemeten. Daarnaast droeg dit deelonderzoek een longitudinaal aspect, dat echter, omdat de plaats, waar een kroosbedekking zal verschijnen, onvoorspelbaar bleek, niet uit de verf is gekomen.

Het onderzoek naar de visstand omvat de analyse van een éénmalig genomen vismonster (hoofdstuk V). De onderzochte parameters waren soortsaamenstelling, conditie en groei van een aantal vissoorten.

In hoofdstuk VI, tenslotte, worden de eindconclusies getrokken en de resultaten besproken.

II HET ONDERZOEKSGBIED.

1. Inleiding.

Het was aanvankelijk de bedoeling vooral de effecten van bedekkingen met kroosvaren op poldersloten te onderzoeken. Deze inperking was gebaseerd op de veronderstelling, dat de effecten van kroosvaren misschien groter zouden zijn dan die van andere kroossoorten. Hiertoe is aan de Provinciale Planologische Dienst (PPD) van Zuid-Holland om een overzicht van het voorkomen van kroosvaren in Zuid-Holland gevraagd. Hoe de PPD deze gegevens verzamelt en verder bewerkt, wordt onder meer beschreven door CLAUSMAN (1980).

Op grond van deze gegevens en praktische overwegingen is de Duivenvoordse-Veenzijdse polder, tussen 's-Gravenhage en Voorschoten geselecteerd.

2. De polder.

De Duivenvoordse-Veenzijdse polder is gelegen in het strandwal-lenlandschap tussen Leiden en 's-Gravenhage (zie figuur 2) en ontstond in 1877 door vereniging van vier polders (TER KEURS & UDO DE HAES, 1971). Het beheer is gedeeltelijk in handen van de Stichting Duivenvoorde en gedeeltelijk in handen van de Provinciale Waterstaat Zuid-Holland.



Figuur 2 - De ligging van de Duivenvoordse-Veenzijdse polder.

In de polder vindt een tamelijk intensieve melkveehouderij plaats. De bodem bestaat gedeeltelijk uit een associatie van strand-vlakte- en lage strandwalgronden, bestaande uit klei-arm fijn zand, al dan niet op veen en gedeeltelijk uit veen (StiBoKa, 1960).

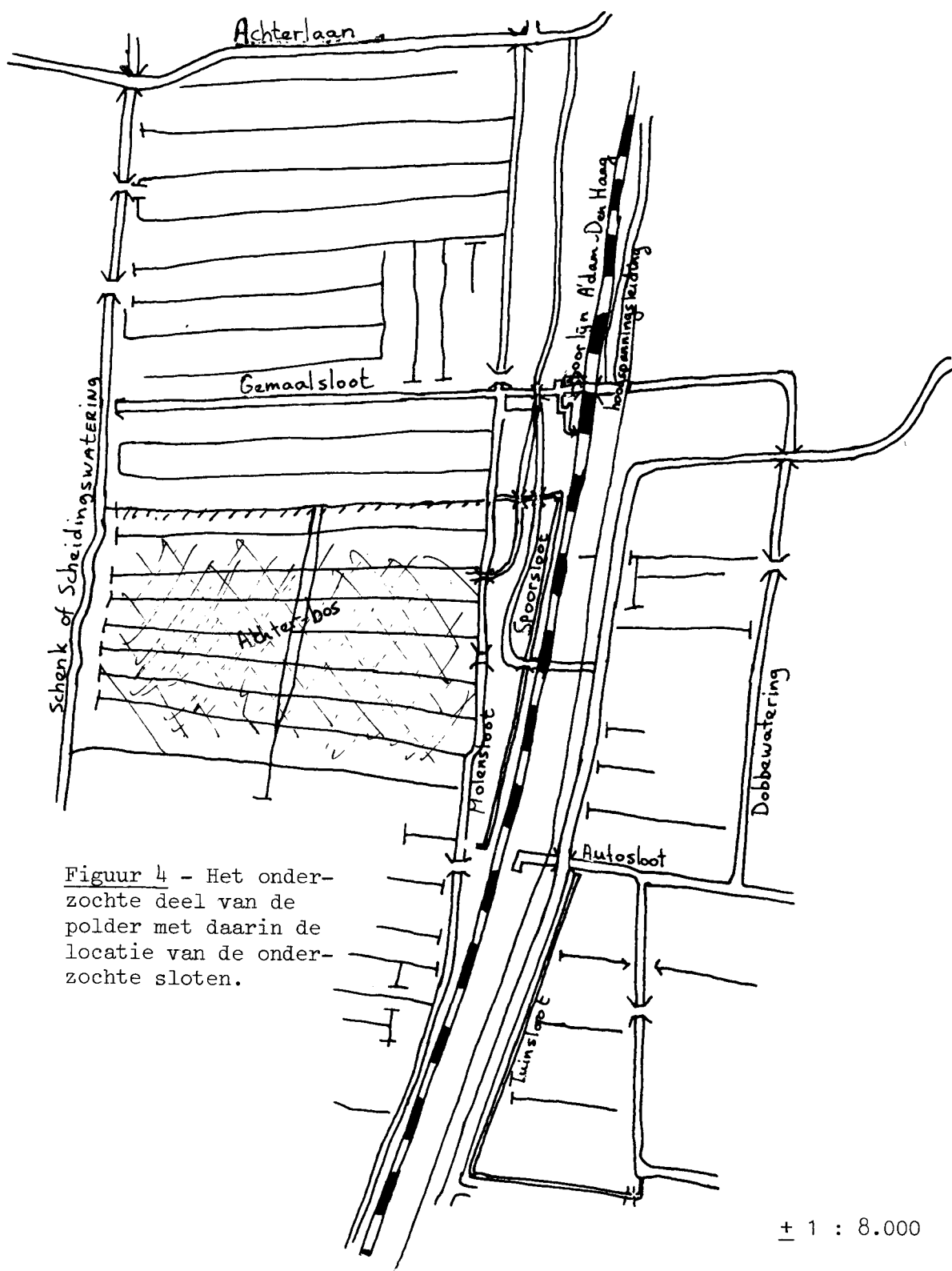
Om enig inzicht in de kroosbedekkingen te krijgen, is op 21 en 22 juli 1982 op een aantal punten een visuele schatting gemaakt van de kroosbedekking. Dit gebied beslaat niet de hele polder, maar het deel, dat ruwweg loopt van de Achterlaan tot de hoogte van het hakhoutbos Kerkenhout en van de spoorlijn tot de Veenwatering (figuur 3). In tabel I zijn de gegevens weergegeven.

TABEL I - Kroosbedekking in de Duivenvoordse-Veenzijdse polder (situatie op 21 en 22 juli 1982).

Sloot/punt	Breedte (m)	Lengte (m)	Bedekking	Sloot/punt	Breedte (m)	Lengte (m)	Bedekking
Schenk	7	1410	55 %	12	10	10	100 %
Gemaalsloot	6	500	5 %	17	3 - 6	500	0 %
Molensloot	6	800	20 %	18	6	510	20 %
4	5	475	20 %	21	5	400	80 %
7	3	460	40 %	22	3,5	375	20 %
8	3	460	10 %	24	6	575	80 %
10	6	400	10 %	26	3 - 6	600	60 %
11	3	425	0 %				
Totaal bemonsterd oppervlakte: 41.878 m ² , waarvan 15.435 m ² met kroos = 37 %							

Uit tabel I blijkt, dat in de periode van de inventarisatie kroosvaren niet voorkwam in de polder. Tevens blijkt uit deze tabel, dat Lemna-soorten in bijna alle grotere watergangen voorkomen met een gemiddelde bedekking van 37 %.

(verder aangeduid als Autosloot) geselecteerd. De Spoorsloot en de Tuinsloot zijn extra toegevoegd, hoewel ze niet primair aan de criteria voldoen. De redenen hiervoor waren, dat het in de Spoorsloot mogelijk leek het kroosdek te manipuleren en dat in de Tuinsloot kroosvaren voorkwam in tegenstelling tot de rest van de polder (zie paragraaf I-3 : Onderzoekopzet) Voor de locatie van de sloten in de polder wordt verwezen naar figuur 4.



Figuur 4 - Het onderzochte deel van de polder met daarin de locatie van de onderzochte sloten.

In tabel II zijn enkele karakteristieken van de sloten opgenomen. Over het algemeen was de nitraatconcentratie in alle wateren laag (0 - 8 mg/l) en de hardheid bedroeg gemiddeld ongeveer 14° DH. Andere toestandsparameters zijn niet opgenomen.

TABEL II - Enkele karakteristieken van de onderzochte sloten.

Sloot-deel	Breedte (m)	Lengte (m)	Diepte (cm)	Soort ')	Bedekkingspercentage ")	Stabiliteit '"	Bodem
Tuin-sloot	3,0	325	30-40	<i>Azolla-filiculoides</i>	70	+	zand, veen
Auto-sloot	5,0	162	30-60	<i>S. polyrhiza</i> , <i>L. minor/gibba</i>	55	+	zand, veen
Spoor-sloot	3,5	240	30	<i>Lemna minor/gibba</i>	50	+	zand, veen
Molen-sloot	5,5-7,2	600	50-70	<i>S. polyrhiza</i> , <i>L. minor/gibba</i>	30	-	zand
Gemaal-sloot	6,5	500	80	<i>Lemna minor/gibba</i>	5	-	veen
Schenk	6,5	260	30-60	<i>S. polyrhiza</i> , <i>L. minor/gibba</i>	50	-	veen

') met soort wordt bedoeld de meest algemene drijvende plantensoort.

") met bedekkingspercentage wordt de totale bedekking van alle soorten bedoeld.

'") met stabiliteit wordt bedoeld of het kroos gedurende de veldwerkperiode op zijn plaats bleef.

III HET EERSTE ONDERZOEK

1. Inleiding en vraagstelling

In dit onderzoek werd getracht een antwoord te geven op de eerste deelvraag uit paragraaf I.2. Omdat de effecten van kroos mogelijkwijze niet op alle groepen organismen hetzelfde zullen zijn, is gekeken naar twee aparte groepen; enerzijds de vrijzwemmende organismen en anderzijds de wormen en muggelarven. De vrijzwemmende organismen werden in hoofdzaak onderzocht op samenstelling, omdat zij kunnen uitwijken als de milieuomstandigheden verslechteren. Bovendien is een aantal van deze organismen voor hun ademhaling niet afhankelijk van opgeloste zuurstof, omdat zij hun zuurstof aan de oppervlakte kunnen halen.

Wormen en muggelarven daarentegen kunnen niet of nauwelijks uitwijken door hun gebondenheid aan de bodem, terwijl zij ook niet in staat zijn zuurstof aan de oppervlakte te halen. Verder is deze groep zeer belangrijk als visvoedsel (POPCHENKO, 1971; KENNEDY, 1969), waarbij voornamelijk de kwantiteit van belang is.

Deelvraag 1 uit paragraaf I.2 is derhalve gesplitst in twee afzonderlijke vragen:

1. Is er verschil in samenstelling van het vrijzwemmende deel van de macrofauna tussen plaatsen met en zonder een kroosbedekking?
2. Zijn er verschillen in aantallen en gewichten per oppervlakte eenheid van wormen en muggelarven tussen plaatsen met en zonder een kroosbedekking?

2. Onderzoekopzet

Uit de 6 bovengenoemde sloten (zie paragraaf II.3) zijn bodemonsters genomen op plaatsen in het centrum van een kroosbedekking en op plaatsen ca. 30 m. van het kroos verwijderd. De gevonden soorten en aantallen werden, uitgaande van de zogenaamde "ceteris paribus"-aanneمة uit paragraaf I.3, met elkaar per sloot vergeleken.

3. Methoden en materiaal

Per meetpunt werd één bodemonster en één oeverzonemonster genomen, waarmee respectievelijk de wormen en muggelarven en het vrijzwemmend deel van de macrofauna werden bemonsterd.

De oeverzonemonsters zijn genomen door een net met een maaswijdte van circa 1 millimeter en een ronde opening over een afstand van 5 meter langs de oever te halen, zodanig dat de onderkant van het net over de bodem en de bovenkant langs het wateroppervlak gaat. De afstand van 5 meter wordt door BELTMAN gezien als minimum om een redelijk beeld van de ter plaatse aanwezige taxa te verkrijgen (BELTMAN & RIETVELD, 1981). Deze monsters werden onmiddellijk geconserveerd met 10 % formaline.

De monsters werden op het blote oog uitgezocht. De gevonden organismen zijn niet gedetermineerd, maar in grove taxonomische groepen ingedeeld overeenkomstig het indelingssysteem van HIGLER (1980). Deze zeer globale werkwijze is gevolgd om de volgende

redenen:

1. Het is bij deze manier van monsternamen onmogelijk kwantitatief te werken, terwijl ik juist voornamelijk geïnteresseerd was in hoeveelheden.
2. Voor determineren tot op de soort is specialistische kennis vereist, die niet aanwezig was.

De bodemonsters werden 1,5 meter uit de kant genomen met een Birge-Ekman bodemhapper (vergelijk ELLIOT & DRAKE, 1981). De oppervlakte van een hap is 225 cm². Het monster werd ter plaatse gezeefd over een zeef met vierkante mazen, waarvan de zijden 500 µm lang zijn om fijn zand en modder uit het monster te verwijderen. Na het zeven werd het monster met toevoeging van 10% formaline in een glazen pot bewaard tot het moment van uitzoeken.

Het geconserveerde monster werd met het blote oog uitgezocht op grotere organismen. Vervolgens werden van het monster met behulp van een vergrote Folsomplanktonverdeler 2 1/16-deelmonsters genomen. Beide deelmonsters werden geheel onder een binoculair-microscop met een 10 maal vergroting uitgezocht, na gekleurd te zijn met Borax-carmin. Deze kleurstof kleurt wormen en sommige soorten muggelarven, zoals chironomiden, rood, zodat ze beter zichtbaar worden tussen het veen en de plantenresten. Ook hierbij is niet gedetermineerd.

4. Resultaten

De aanwezigheid van vertenwoordigers van de verschillende onderscheiden groepen gevangen op 5 meetpunten staat vermeld in tabel III.

TABEL III - Presenties van macrofauna-groepen
(s=schoon, b=bedekt)

sloot	Tuinsloot		Molensloot		Schenk		Schenk		Gemaalsloot	
groep	s	b	s	b	s	b	s	b	s	b
bloedzuigers	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+
wormen	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
slakken	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
kreeftachtigen	+	+	-	+	-	-	+	-	-	+
waterpissebedden	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
ostracoden	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-
kokerjufferlarven	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+
haftelarven	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
keverlarven	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
muggelarven	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+
kevers	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+
wantsen	-	+	+	+	+	-	+	-	-	+
spinnen	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+
mijten	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
totaal	10	10	8	10	8	7	6	4	8	11

Uit tabel III valt niet op te maken of er verschillen zijn in aanwezigheid van groepen tussen bedekte en onbedekte slootdelen.

De aantallen en gewichten van de wormen in de bodemonsters zijn omgerekend naar aantallen en gewichten per 1000 cm² (zie tabel IV).

TABEL IV - Aantallen en gewichten per 1000 cm² van wormen en muggelarven op de meetpunten.

	wormen				muggelarven			
	schoon		bedekt		schoon		bedekt	
	n	gew. (mg)	n	gew. (mg)	n	gew. (mg)	n	gew. (mg)
Tuinsloot	4	0,4	0	0	0	0	0	0
Molensloot	2169	423,1	1440	130,7	49	171,1	4	20,4
Schenk	1644	358,2	1524	241,3	31	448,0	58	801,8
Schenk	213	14,2	0	0	0	0	0	0
Gemaalsloot	547	107,1	1782	372,0	293	213,8	0	0
Autosloot	636	144,9	269	17,8	107	10,7	0	0
Spoorsloot	9	7,4	0	0	0	0	0	0

Uit tabel III blijken de aantallen en gewichten van de wormen en muggelarven over het algemeen hoger te zijn in onbedekte dan in bedekte slootdelen. Toetsing door middel van de teken-toets (WIJVEKATE, 1979; ZIJP, 1974) leidde noch voor de wormen noch voor de muggelarven tot significante verschillen ($T=5$ respectievelijk 3). In het geval van de wormen zijn de aantallen en gewichten in de Gemaalsloot hoger onder het kroos dan er buiten. De oorzaak hiervoor kan gelegen zijn in het feit, dat in de Gemaalsloot meer stroming is, terwijl de sloot bovendien dieper is dan de vijf andere sloten. Hierdoor kan een eventueel negatief effect van een kroosbedekking worden tegengegaan. Op grond van deze overwegingen zouden de waarden voor de Gemaalsloot buiten de beschouwing gelaten moeten worden. De T-waarde voor de wormenkolom bij weglating van de Gemaalsloot is 6 en significant bij een overschrijdingskans van 5%.

5. Conclusies

1. De aanwezigheid van een kroosbedekking lijkt geen invloed te hebben op het al of niet voorkomen van de diverse taxa van het vrijzwemmende deel van de macrofauna.
2. De hoeveelheden muggelarven lijken in een aantal gevallen negatief te worden beïnvloed door de aanwezigheid van een kroosbedekking.
3. De hoeveelheden wormen en hun totaal gewicht zijn onder kroos lager dan erbuiten, indien het kroosdek van grote omvang is, de sloten niet dieper zijn dan 50 cm en er weinig of geen stroming is.

6. Discussie en keuzen

Uit tabel III blijken geen verschillen in het voorkomen van macrofauna-taxa te zijn aangetoond tussen bedekte en onbedekte slootdelen. Dit betekent echter niet, dat er geen verschillen zouden kunnen zijn in de soortsaamenstelling binnen de taxa.

Ook wormen en muggelarven werden niet gedetermineerd. De beperking, die op deze wijze wordt gemaakt, is dat wordt verondersteld, dat vissen met een gelijke trefkans alle soorten wormen en muggelarven kunnen vinden. Deze veronderstelling is echter *à priori* te verwerpen, doordat sommige muggelarven bijvoor-

beeld op de bodem leven, terwijl andere in de bodem of tussen de planten leven. Overigens dient te worden opgemerkt, dat met de huidige stand van de techniek van bodemonsternamen er zeer grote variaties optreden tussen monsters genomen op ongeveer dezelfde plaats. Hierdoor lijkt het weinig zinvol een zeer grote nauwkeurigheid te betrachten bij de uitwerking, omdat deze nauwkeurigheid dan de gedaante krijgt van schijnnaauwkeurigheid en eventueel bestaande effecten kan maskeren.

Hiermee kom ik bij de algemene geldigheid van de conclusies. Doordat slechts één bodemonster per plaats is genomen, kan over de betrouwbaarheid van de gevonden waarden geen uitspraak worden gedaan.

IV HET TWEEDE ONDERZOEK.

1. De onderzoekopzet.

Het tweede, eveneens transversale, onderzoek is uitgevoerd in de Autosloot, de Tuinsloot en de Schenk. De drie andere sloten werden buiten beschouwing gelaten, omdat de kroosbedekkingen daar erg beweeglijk bleken te zijn. In de Autosloot werden 8 meetpunten gekozen, in de Schenk twee series van 8 meetpunten en in de Tuinsloot 4 meetpunten om ruimtelijk inzicht te verkrijgen in de effecten van het kroos, met andere woorden, hoever van de kroosbedekking vandaan slootparameters nog worden beïnvloed door het kroos.

Van de volgende parameters zijn de waarden bepaald:

1. de aanwezigheid van kroos,
2. de lichtintensiteit,
3. het zuurstofgehalte en de temperatuur,
4. de concentraties van nitriet (NO_2^-), ammonium (NH_4^+) en sulfide (S^{2-}) en de zuurgraad (pH),
5. de aantallen en de gewichten van de aanwezige wormen en muggelarven.

- ad. 1. De aanwezigheid van kroos is de onafhankelijke parameter van dit onderzoek.
- ad. 2. De lichtintensiteit onder kroos is opgenomen om te bepalen, wat de mogelijkheden voor fotosynthese zijn.
- ad. 4. Nitriet, ammoniak en sulfide komen vrij bij anaerobe afbraak en zijn tevens onder bepaalde condities giftig voor levende organismen. De concentraties van deze 3 stoffen geven een indicatie van de kwaliteit van het slootmilieu voor aerobe levensfuncties. De zuurgraad werd bepaald om aan de hand van de meetbare ammoniumconcentratie de ammoniakconcentratie te kunnen berekenen.

2. Methode en materiaal.

a. De aanwezigheid van kroos:

De aanwezigheid van een kroosdek werd visueel vastgesteld, met als criterium, dat de sloot over een afstand van minimaal 20 meter over de gehele breedte bedekt moet zijn met kroos. Hierbij moeten de plantjes tegen elkaar aanliggen, zonder dat het water er onder zichtbaar is.

b. De lichtdoorlatendheid van het kroos:

De lichtintensiteit boven en onder het kroos is gemeten met behulp van een Li-Cor Quantum/Radiometer/Photometer, type LI-185 B, met de sensor LI-192-SB (zie voor de specificaties van het apparaat en de sensor het Li-cor Manual, 1979). Enkele opmerkingen, die van belang zijn voor het onderzoek zijn de volgende:

- de sensor is alleen gevoelig voor straling in het fotosynthese gebied van 400-700 nm, met slechts een zeer geringe afwijking.
- de sensor is automatisch gecorrigeerd voor de invalshoek van het licht, zodat even nauwkeurig kan worden gemeten bij diffuus licht als, bij rechtstreeks invallend zonlicht.

- de meter is gecorrigeerd voor de veranderde lichtinval tengevolge van breking aan het wateroppervlak, zodat onder- en bovenwatermetingen direct met elkaar kunnen worden vergeleken.

Per meetpunt werd de lichtmeting vlak boven en vlak onder het wateroppervlak viermaal herhaald, teneinde de transmissie door het oppervlak te meten. De metingen werden uitgevoerd op een afstand van 1,5 meter uit de kant en tussen 14.00 en 16.00 uur om de invloed van schaduw zo veel mogelijk te vermijden. Na iedere meting werd de sensor schoongemaakt met lenspapier.

c. Het zuurstofgehalte en de temperatuur:

Het zuurstofgehalte in oppervlaktewateren is niet stabiel, maar vertoont een tijdsafhankelijke variatie. In het algemeen vertoont het zuurstofgehalte rond zonsopkomst een minimum, waarna, door toenemende fotosynthese-activiteit het zuurstofgehalte stijgt tot een maximum ergens in de middag. De verandering in zuurstofconcentraties wordt, afgezien van allerlei factoren binnen het aquatische oecosysteem, in belangrijke mate beïnvloed door de intensiteit van het licht. Om iets over de zuurstofhuishouding in een sloot ten opzichte van andere sloten te kunnen zeggen, dient men vele zogenaamde "24-uurs metingen" te verrichten (pers. med. R. VEENINGEN). Omdat dit onderzoek een vergelijkend (transversaal-)onderzoek is, werd het niet noodzakelijk geacht om gedetailleerde metingen te verrichten aan het zuurstofverloop. Het was veeleer interessant te weten welk deel van de sloot het meeste en welk deel het minste zuurstof bevatte.

Om de dagelijkse variatie uit te sluiten, werd een 10-uur-meting gedaan op alle meetpunten van één sloot op één dag. Met behulp van temperatuurmetingen kon het zuurstofverzadigingspercentage achteraf worden berekend. Het zuurstofgehalte werd altijd 1,5 meter uit de kant en 10 cm onder het wateroppervlak gemeten met een elektrische zuurstofmeter van het merk Yellow Springs Instrument, type YSI-54.

Omdat een zuurstofelektrode zuurstof verbruikt, dient het water, dat met het membraan in contact staat, constant te worden verversd. Hiervoor diende een speciale roerder, die echter zo groot was en zoveel water aantrok, dat niet meer nauwkeurig op één plaats kon worden gemeten. In sommige gevallen werd zelfs bodemmateriaal meegezogen, waardoor het gemeten zuurstofgehalte snel daalde. Daarom ben ik als volgt te werk gegaan: De elektrode werd met behulp van een lichte aluminiumpijp op de meetplaats gebracht, als het ware "aan de hengel". Vervolgens wachtte ik tot de meteruitslag min of meer stabiel bleef en dan langzaam begon terug te lopen door het verbruik. Dan bewoog ik de stok licht heen en weer in een horizontaal vlak, waardoor stabilisatie van de meterstand optrad en deze kon worden afgelezen.

De zuurstofmeter werd geijkt in de lucht (Y.S.I., 1972) en gecontroleerd met behulp van de chemische titratie volgens de Roskam-de Langen-methode (ROSKAM & DE LANGEN, 1963).

d. Nitriet, ammonium en sulfide en de zuurgraad

De concentraties van nitriet, ammonium en sulfide werden be-

paald met veldmeetsetjes van Hach. Bij deze bepalingen wordt uitgegaan van het vergelijken van een kleur in een cuvet met een gekleurde schijf.

De pH werd bepaald met een Lovibond-comparator, eveneens gebaseerd op kleurvergelijking.

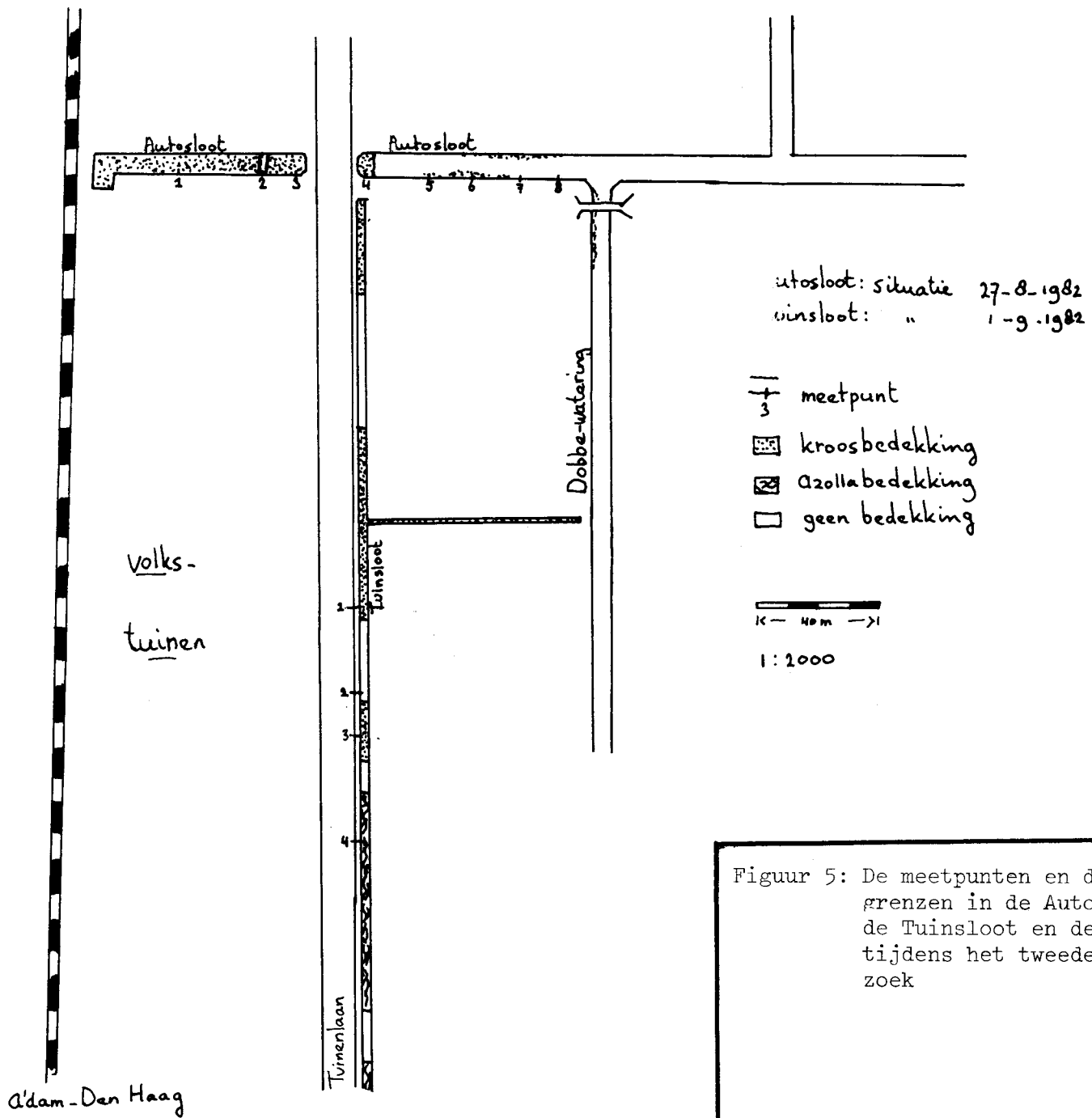
De watermonsters, waaraan de bepalingen zijn gedaan, werden ook 1,5 m uit de kant en vlak onder het wateroppervlak genomen. De metingen werden ter plaatse, éénmalig rond het middaguur, uitgevoerd om verloop en variatie tijdens het vervoer en het bewaren te vermijden.

e. De bodemfauna

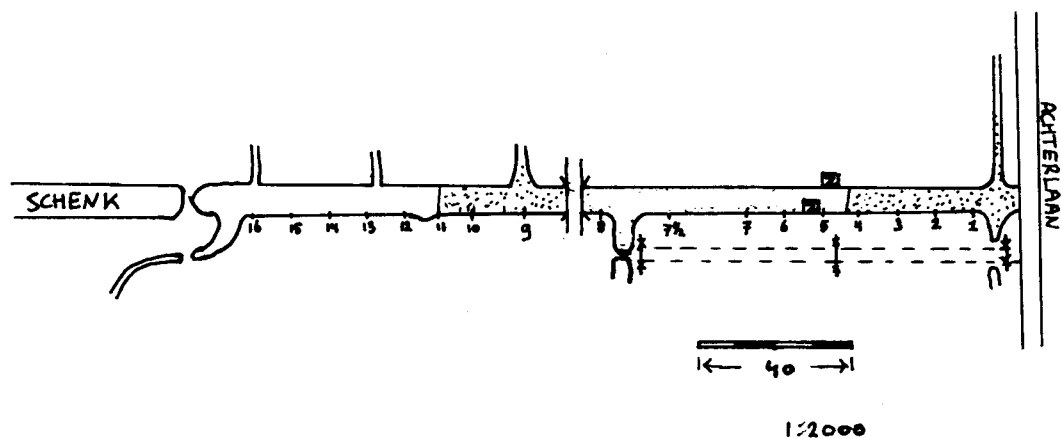
De methode van het bemonsteren van de bodemfauna was in principe gelijk aan het eerste onderzoek, zie paragraaf III.3. Afwijkend is, dat op ieder meetpunt twee monsters werden genomen om enig inzicht te verkrijgen in mogelijke ruimtelijke variaties. De verwerking van de monsters uit de Autosloot verliep geheel analoog. Van de Tuinsloot echter zijn de monsters niet onder een binoculair-microscop uitgezocht, maar alleen met het blote oog. Het nadeel hiervan is, dat zeer kleine organismen over het hoofd worden gezien. In de discussie kom ik hierop terug.

3. Resultaten

De meetpunten met de kroosgrenzen zijn vermeld in figuur 5. In de Autosloot en de Tuinsloot waren deze gedurende de gehele meetserie constant. In de Schenk is het kroosdek tijdens de meetserie van plaats veranderd, waardoor de bedekking niet altijd honderd procent was. Slechts op 2 meetpunten kon een volledige meetserie worden uitgevoerd en op 3 andere punten een volledige chemische analyse. De resultaten van de metingen staan vermeld in tabel V.

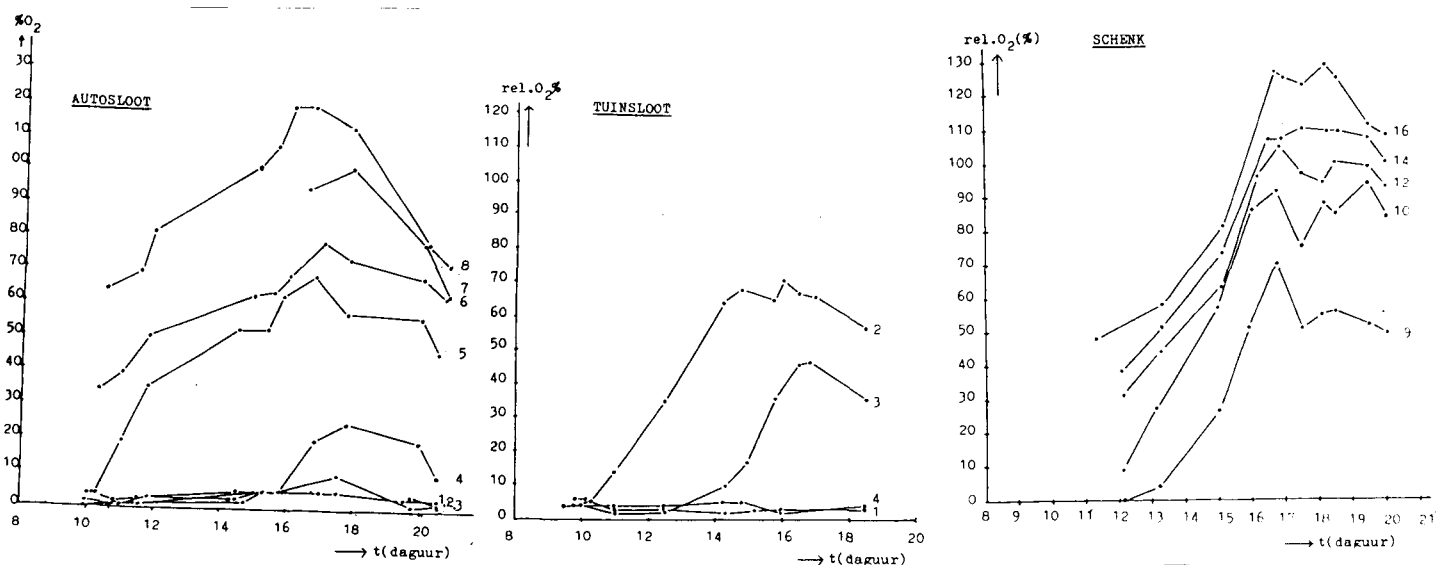


Figuur 5: De meetpunten en de kroosgrenzen in de Autosloot, de Tuinsloot en de Schenk tijdens het tweede onderzoek



De transmissie T is een maat voor de hoeveelheid doorvallend licht door een stof of barrière en is het quotiënt van doorvallend licht en opvallend licht (in formule: $T = I_1/I_0$, waarbij I_1 de lichtintensiteit achter de barrière (kroos of wateroppervlak) is en I_0 de lichtintensiteit voor de barrière). Zowel T als I_1 staan vermeld in tabel V. Uit deze kolommen blijkt, dat I_1 , onder kroos minstens 40 x zo klein is als I_0 , buiten het kroos. Verder blijkt uit tabel V, dat in de Tuinsloot geen verschil bestaat tussen de transmissie door de kroos- en door de kroosvarenbedekking.

De gemeten zuurstofgehalten zijn met behulp van de temperatuurmetingen omgerekend naar relatieve zuurstofconcentraties, het percentage van de verzadigingsconcentratie bij een bepaalde temperatuur (figuur 6).



Figuur 6: De relatieve zuurstofconcentratie in 3 sloten uitgezet tegen de tijd.

Uit figuur 6 blijkt de relatieve zuurstofconcentratie onder kroos vele malen lager te zijn dan in open water. Het is zelfs waarschijnlijk, dat de gevonden percentages onder kroos (die lager zijn dan circa 10%) beïnvloed zijn door de storende aanwezigheid van sulfide (Y.S.I., 1972), aangezien met chemische titraties geen zuurstof kon worden aangetoond op de betreffende plaatsen.

Uit figuur 6 zijn de relatieve zuurstofconcentraties om 18.00 uur afgelezen, deze waarden worden eveneens vermeld in tabel V.

De temperatuur lijkt om 18.00 uur onder kroos eveneens een fractie lager te zijn dan niet onder kroos.

Wat betreft de overige bepalingen, kan het volgende worden opgemerkt:

- nergens kon nitriet worden aangetoond;
- ammonium komt overal in meetbare concentraties voor;
- sulfide kon op bijna alle punten onder kroos, behalve in de Schenk, worden aangetoond en vrijwel nergens op punten, waar geen kroos lag;
- de pH schommelt tussen de waarden 7,0 en 7,6.

De aantallen wormen en muggelarven en hun gewichten met de standaarddeviatie staan vermeld in tabel VI. De getallen voor de Tuinsloot vallen te laag uit, doordat de deelmonsters niet onder de microscoop zijn uitgezocht, zodat de zeer kleine organismen niet werden gevonden. Deze hebben echter weinig

TABEL V - Resultaten van fysisch-chemische bepalingen.

Autosloot		T		I ₁							
punt	D (m)	Bedekking	Transmissie	Hoeveelheid licht onder water Watt/m ²	Zuurstof verz.% om 18.00 uur	T 18.00	Nitriet conc. (mg/l)	Ammonium conc. (mg/l)	Ammoniak conc. (mg/l)	Sulfide conc. (mg/l)	pH
1	28	100%	0,0	0	4%	17,0	0	> 3,9	0,030	3,00	7,0
2	56	0	0,680 ± 0,032	101 ± 23	8	17,5	0	3,4	0,044	2,00	7,3
3	66	100%	0,073 ± 0,033	7,9 ± 5,5	4	18,0	0	3,5	0,046	1,50	7,3
4	90	100%	0,003 ± 0,005	0,6 ± 0,9	25	17,5	0	> 3,9	0,032	> 3,00	7,1
5	110	0	0,728 ± 0,059	115 ± 6	58	19,0	0	2,5	0,033	0,05	7,3
6	125	0	0,728 ± 0,080	110 ± 7	73	19,2	0	2,1	0,027	0	7,3
7	140	0	-	-	99	19,5	0	1,6	0,033	0	7,5
8	155	0	-	-	110	20,0	0	0,9	0,019	0	7,5
Tuinsloot											
1	28	100%	0	0,03 ± 0,02	3	16,2	0	2,7	0,014	2,0	7,0
2	56	0	0,628 ± 0,025	14,88 ± 1,18	60	16,8	0	2,2	0,014	0	7,1
3	70	100%	0	0,01 ± 0,01	39	16,8	0	3,9	0,025	3,0	7,1
4	104	100% (Azolla)	0	0,08 ± 0,03	4	16,2	0	3,9	0,025	3,0	7,1
Schenk 2											
9	11	100%	-	-	54	21,1	0	2,1	0,013	0	7,1
10	25	100%	-	-	85	21,2	0	2,7	-	0	-
12	43	0	-	-	94	21,3	0	2,7	-	0	-
14	62	0	-	-	109	21,4	0	2,5	-	0	-
16	83	0	-	-	127	21,5	0	3,8	0,076	0	7,6

invloed op het gewicht, maar wel op het aantal. Opvallend is de afwezigheid van muggelarven op 3 van de 4 meetpunten in de Tuinsloot. Ook staat in tabel VI het gemiddelde gewicht per individuele worm en muggelarf vermeld, berekend op grond van de gemiddelde aantallen en de gemiddelde gewichten.

TABEL VI - Aantallen, totale gewichten en gemiddelde gewichten van wormen en muggelarven per meetpunt.

Autosloot

Punt	Wormen		Muggelarven		gem. gew. wormen (mg)	gem. gew. muggelarven (mg)
	aantal (per 1000 cm ²)	gewicht (mg/1000 cm ²)	aantal (per 1000 cm ²)	gewicht (mg/1000 cm ²)		
1	267 ± 167	17,8 ± 5,0	0	0	0,07	-
2	636 ± 359	144,9 ± 108,1	107 ± 151	10,7 ± 15,1	0,23	0,10
3	323 ± 248	26,2 ± 3,1	0	0	0,08	-
4	522 ± 177	74,7 ± 22,6	71 ± 100	8,4 ± 11,8	0,14	0,12
5	283 ± 19	98,8 ± 17,3	4 ± 0	17,4 ± 10,7	0,35	4,35
6	736 ± 820	424,6 ± 572,2	170 ± 139	9,8 ± 3,7	0,58	0,06
7	1049 ± 270	136,5 ± 54,1	14 ± 6	192,7 ± 30,5	0,13	13,76
8	1369 ± 764	1131,3 ± 1434,0	27 ± 25	137,4 ± 140,8	0,83	5,09

Tuinsloot

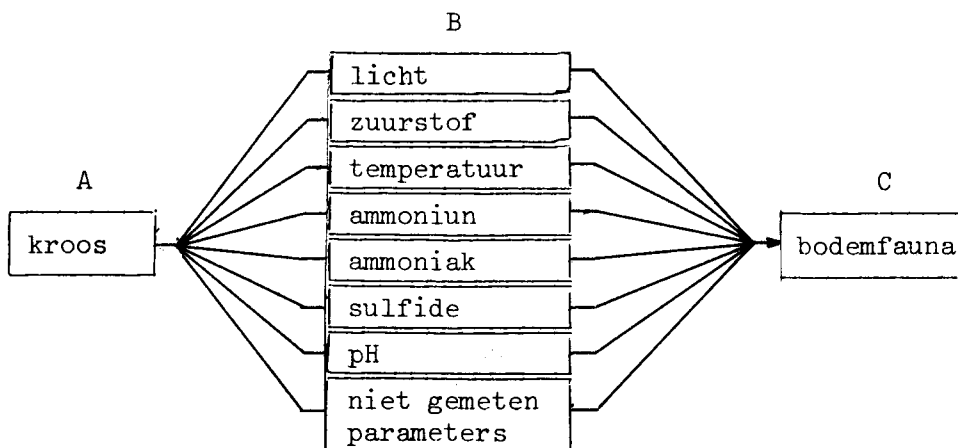
1	4 ± 6	26,0 ± 36,8	0	0	-	-
2	7 ± 9	0,9 ± 1,3	0	0	-	-
3	16 ± 4	47,7 ± 64,6	0	0	-	-
4	0	0	34 ± 4	84,1 ± 4,3	-	-

Schenk 2

9	309 ± 135	26,9 ± 7,9	162 ± 129	1070,9 ± 100,3	0,09	6,61
16	365 ± 371	134,5 ± 160,6	151 ± 38	294,2 ± 145,8	0,37	1,95

4. Analyse van de resultaten

Eén van de doelstellingen van dit onderzoek is het mechanisme van de beïnvloeding van het slootoecosysteem door kroos op te sporen. Deze beïnvloeding is als volgt schematisch inbeeld gebracht:



Al deze parameters worden of kunnen worden beïnvloed door de aanwezigheid van kroos en kunnen uiteindelijk al dan niet in combinatie met elkaar effect hebben op de bodemfauna.

Omdat de kroosparameter (wel/geen bedekking) niet discriminerend genoeg werd geacht, is de afstand van het meetpunt tot het centrum van het kroosveld als extra onafhankelijke parameter (distance: D) ingevoerd. De aanname hierbij is, dat de effecten van een kroosbedekking afhankelijk zijn van de afstand tot de rand van de kroosbedekking.

Omdat als gevolg van de wind opéénhoping van het kroos is ontstaan aan het begin van de Autosloot en de Schenk (bij resp. de inlaat en de duiker) wordt het nulpunt van deze parameter gelegd aan het begin van de sloot (en het kroosdek), in plaats van in het centrum. In het centrum van het kroosdek wordt de invloed van het kroos mogelijkerwijze in die gevallen al enigszins opgeheven door het open water, terwijl dit aan het begin minder zal zijn. In de Tuinsloot is wel het centrum van het ene kroosdek als nulpunt van D genomen.

De relaties tussen A en B uit het schema zijn met de Wilcoxon 2-steekproeven-toets getoetst en tevens is de Pearson-correlatie-coëfficiënt tussen D en de parameters van B bepaald (tabel VII).

TABEL VII - Relaties tussen het kroos en de afstandsfunctie (A) en de parameters van B.

	Transmissie	0% (18.00)	Temperatuur	NH ₄ ⁺	NH ₃	S ²⁻	pH
kroos ¹	Q=24**	Q=66**	Q=43*	Q=51*	Q=7	Q=54**	Q=36*
D _{Auto} ²	-	r=0,94**	r=0,95**	r=-0,91**	r=-0,60	r=-0,83**	r=0,79*
D _{Schenk} ²	-	r=0,97**	r=0,99**	r=0,81*	-		

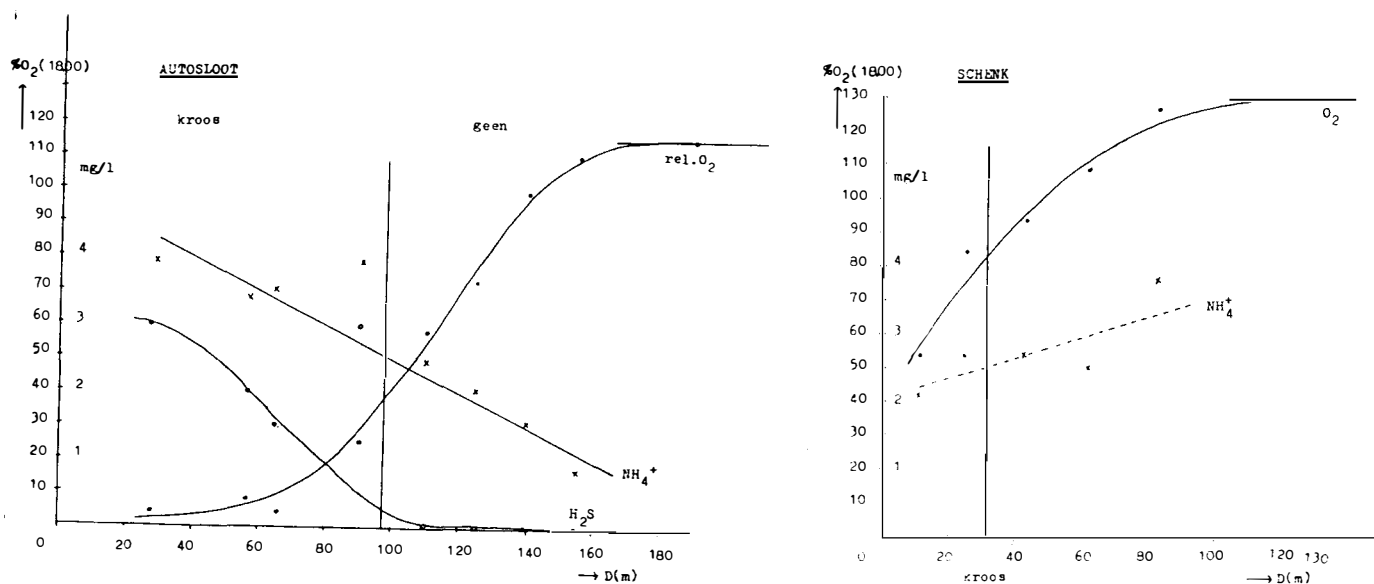
¹Q = Wilcoxon 2-steekproeven-toetsingsgrootheid

²r = Pearson's correlatie-coëfficiënt

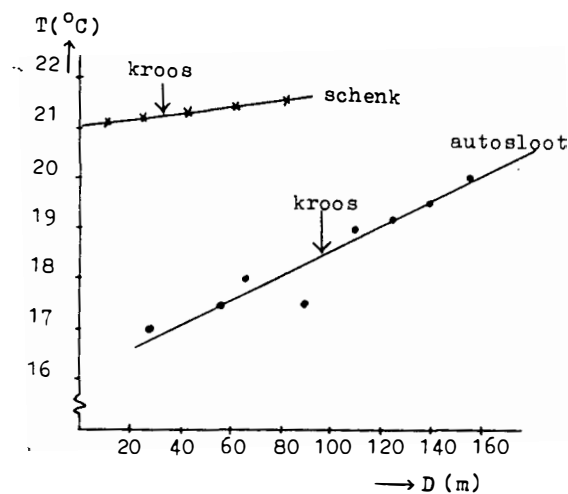
* = 0,01 ≤ p ≤ 0,05

** = p ≤ 0,01

Uit tabel VII blijkt, dat alle gemeten fysische en chemische parameters, behalve de ammoniakconcentratie, gecorreleerd zijn met de kroosbedekking. In figuur 7 en 8 zijn enkele correlaties grafisch uitgezet.



Figuur 7: De relatieve zuurstofconcentratie, ammoniumconcentratie en sulfideconcentratie als functie van D .



Figuur 8: De temperatuur als functie van D .

Hieruit blijkt dat het geen zin heeft alle relaties tussen B en C uit het schema verder te onderzoeken, omdat al deze relaties onderling gecorreleerd zijn. Daarom wordt in het hierna volgende alleen met de aanwezigheid van kroos, de afstandsfunctie D en de relatieve zuurstofconcentratie (omdat deze laatste van de chemische parameters het meest nauwkeurig is bepaald en het beste correleert met de te onderzoeken parameter kroos) als onafhankelijke parameters gewerkt (tabel VIII).

TABEL VIII - Verbanden tussen de onafhankelijke en afhankelijke parameters.

afhankelijk onafhankelijk	Wormen			Muggelarven		
	n	gewicht	gem. gewicht ³	n	gewicht	gem. gewicht ³
kroos ¹	Q=13	Q=28*	Q=21*	Q=5	Q=20	Q=13
D(Autosloot) ²	r=0,61***	r=0,45*	r=0,50*	r=0,12	r=0,50*	r=0,37
O ₂ % (18.00 u) ²	r=0,64***	r=0,50*	r=0,61*	r=0,05	r=0,60***	r=0,40*
(Autosloot)						

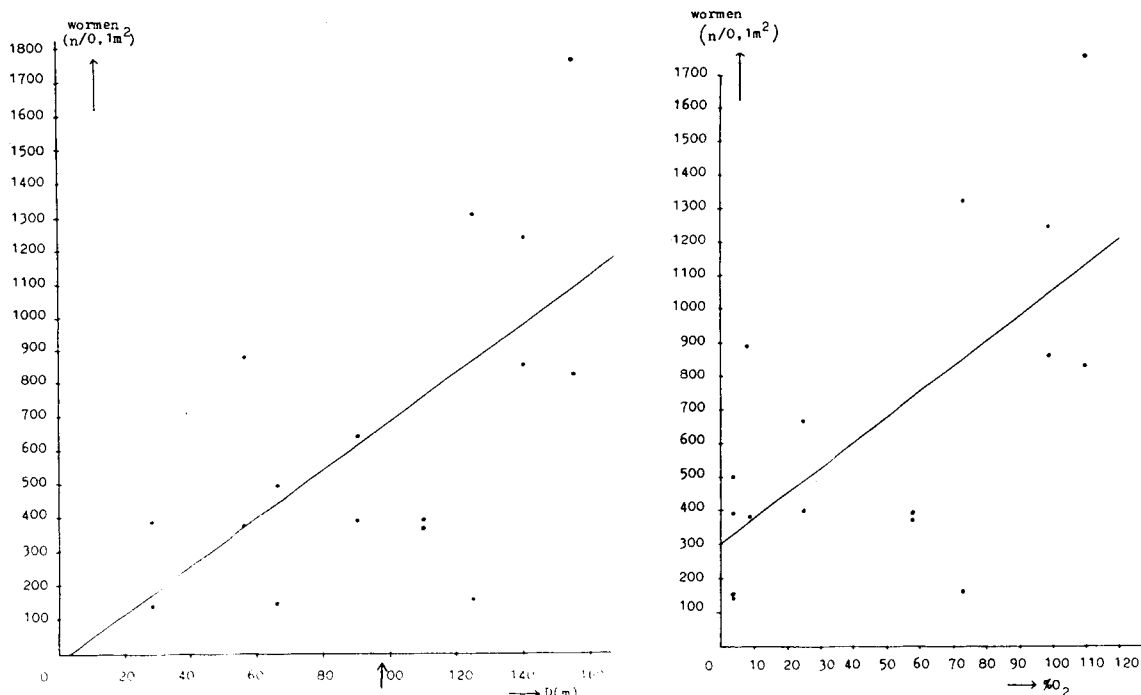
- 1 - De Tuinsloot is in deze toetsen niet meegenomen, door het ontbreken van deelmonsters.
- 2 - Doordat uit de Tuinsloot en de Schenk slechts op 4 resp. 2 meetpunten monsters zijn genomen is lineaire correlatie met D onmogelijk.

- 3 - Hier zijn de Autosloot en de Schenk gezamenlijk getoetst.

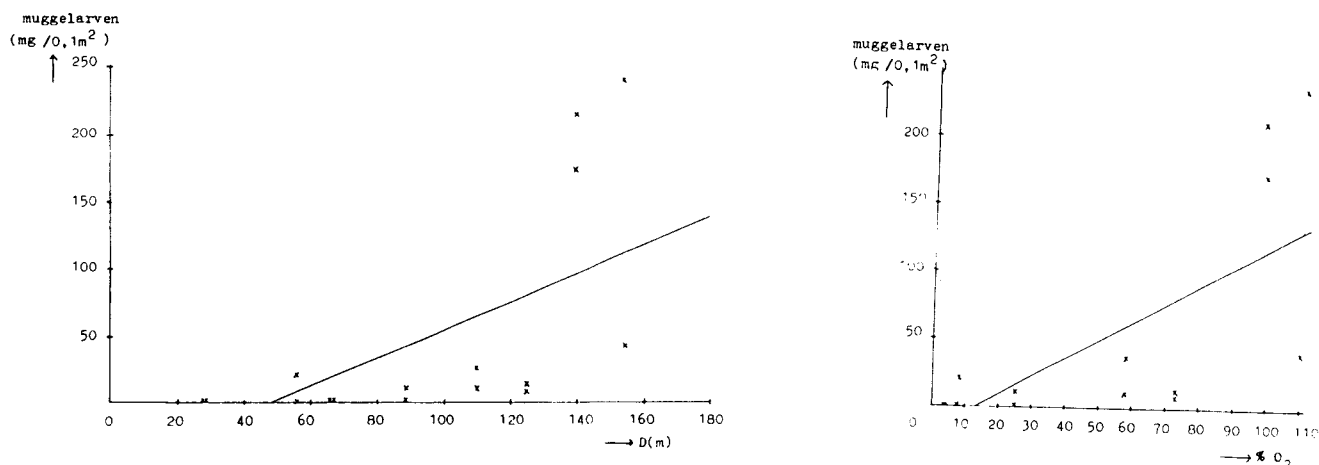
* - $0,01 \leq p \leq 0,05$

*** - $p \leq 0,01$

Uit tabel VIII blijkt, dat het totale gewicht aan wormen op door kroos bedekte meetpunten significant lager is dan op onbedekte meetpunten. Verder blijkt, dat in de Autosloot het totale aantal en het totale gewicht van wormen per meetpunt significant met D en met de (daarvan afgeleide?) relatieve zuurstofconcentratie zijn gecorreleerd. Dit geldt ook voor het totale gewicht aan muggelarven per 1000 cm². In figuur 9 zijn enkele van deze correlaties in beeld gebracht. Tenslotte blijkt ook het gemiddelde



Figuur 9A: Aantallen wormen per 0,1 m² als functie van O₂ en D.



Figuur 9B: Gewichten van muggelarven per 0,1 m² als functie van O₂ en D.
Beide uit de Autosloot.

gewicht per worm en per muggelarf gecorreleerd te zijn met D en het zuurstofgehalte en, in het geval van de wormen, ook met de aanwezigheid van kroos.

5. Conclusies

1. Er zijn significante correlaties gevonden tussen de aanwezigheid van een zware kroosbedekking op een sloot met stilstaand water en de volgende fysisch-chemische slootparameters: lichtinstraling, zuurstofgehalte, temperatuur, ammonium- en sulfideconcentraties en de pH.
2. Het totale gewicht van wormen per 1000 cm² is in door kroos bedekte delen significant lager dan in onbedekte delen.
3. Er zijn significante correlaties gevonden tussen het aantal, het totaalgewicht per 1000 cm² en het gemiddelde stuksgewicht van wormen met de afstand tot het begin (midden) van de kroosbedekking, alsmede met het zuurstofgehalte.
4. Er zijn significante correlaties gevonden tussen het totaalgewicht per 1000 cm² aan muggelarven met de afstand tot het begin (midden) van de kroosbedekking, alsmede met het zuurstofgehalte.

6. Discussie

De bespreking van de resultaten van alle deelonderzoeken zal in hoofdstuk VI worden behandeld. In deze voorlopige discussie zal naast een interpretatie van de resultaten een korte bespreking van de conclusies worden gegeven met de nadruk op de beperkingen als gevolg van de keuze van de onderzochte sloten en de gebruikte methoden.

a. De sloten

In hoofdstuk II is aangenomen, dat binnen de drie onderzochte sloten geen verschillen aanwezig zijn, anders dan die, welke ten gevolge van de ontwikkeling van een kroosdek zijn ontstaan. Dit betekent dat, wanneer gradiënten worden gevonden in een of andere parameter, deze toe te schrijven zijn aan de invloed van het kroos. Deze aanname is op zich moeilijk

te verifiëren in de tijd, dat er kroos op de sloten ligt. Veeleer zou men daartoe in het voorjaar het gehele onderzoek moeten herhalen zonder de aanwezigheid van kroos op de sloten, ervan uitgaande dat, als het slootoecosysteem wordt beïnvloed door kroos, deze invloed na de winter uitgewerkt zal zijn. In een 8-maands doctoraal-onderzoek is dit echter niet mogelijk. De enige mogelijkheid tot controle lijkt na te gaan of op theoretische gronden de gradiënten te verklaren zijn.

De Autosloot is, zoals gezegd, een min of meer doodlopende zijtak van het boezemwater de Dobbewatering. Het is mogelijk, dat door bijvoorbeeld sedimentatie en stroming de Dobbewatering een afstandsafhankelijke invloed op de Autosloot zou kunnen hebben, evenwijdig aan de gebruikte afstandsfunctie D. Bij vergelijking echter van de zuurstofkromme van de Autosloot met die van de Tuinsloot en de Schenk (zie figuur 6), blijken deze drie sterk op elkaar te lijken. Volgens figuur 7 lijkt het verband tussen D en de relatieve zuurstofconcentratie volgens een s-kromme te verlopen, waarbij na extrapolatie de krommen in beide gevallen op een afstand van circa 100 m van de grens van het kroosdek horizontaal gaan verlopen. Door het beperkte aantal sloten kan deze argumentatie nooit sluitend gemaakt worden, de conclusies uit dit onderzoek zijn dan ook niet hard te noemen, maar ook op grond van de resultaten uit het eerste onderzoek lijkt het wel waarschijnlijk dat de zuurstofgradiënt primair door het kroos wordt bepaald.

Een tweede punt van onzekerheid is het heen en weer waaien van de kroosbedekking op de onderzochte slootdelen van de Schenk. Het is zeer aannemelijk, dat fysisch-chemische parameters vrij snel reageren op de komst van een kroosdek, evenals sommige biologische parameters, zoals fotosynthese e.d. Hoe dat proces verloopt is op grond van dit onderzoek niet uit te maken. Het is echter wel zo, dat sommige wormen en muggelarven langere tijd in zeer zuurstofarme omstandigheden lijken te kunnen leven (MOLLER-PILLOT & KREBS, 1982; pers. med. van TOL), hoewel in het algemeen nog uiterst weinig bekend is van de oecologie van deze taxa (zie o.a. BRINKHURST, 1963), door het grote aantal soorten en de geringe wetenschappelijke belangstelling ervoor. Dit betekent, dat het enige tijd zal duren, voordat effecten op deze organismen als gevolg van kroos ontstaan.

Het longitudinale onderzoek had tot doel enig inzicht in de reactie-tijden van de verschillende parameters te verkrijgen, maar dit onderzoek is mislukt, zoals gezegd.

Blijft over het punt, dat in de Autosloot het ammoniumgehalte negatief is gecorreleerd met D en in de Schenk positief. Het zou kunnen zijn, dat de ammoniumgradiënt in de Schenk nog het gevolg is van de "oude"-situatie; toen het kroos nog bij de punten 14 en 16 lag. Dit zou inhouden, dat de reactie-tijd van de ammoniumconcentratie op een kroosbedekking tamelijk lang is. Aangezien dit alleen met een longitudinaal onderzoek kan worden geverifieerd, kunnen de conclusies op basis van dit onderzoek niet hard worden gemaakt.

- b. De keuze van de parameters en de toetsing van de waarnemingen
Er zijn grote verschillen in zuurstofgehalten onder de kroos-

bedekkingen van de Schenk enerzijds en die van de Autosloot en de Tuinsloot anderzijds. Dit wordt waarschijnlijk niet veroorzaakt door het type bedekking, maar veeleer door de weersomstandigheden tijdens de metingen (mooi, windstil weer tijdens de Autosloot- en Tuinsloot-metingen en wind en regen tijdens de Schenk-metingen). Bovendien lijkt de Schenk meer water af te voeren dan beide andere sloten, waardoor stroming een factor van betekenis kan worden. Overigens is in de methode (paragraaf IV.2.c) al opgemerkt, dat zuurstofkrommen, gemeten op verschillende dagen, niet met elkaar kunnen worden vergeleken.

Bij de bepalingen van nitriet-, ammonium- en sulfideconcentraties ter plaatse zijn concessies gedaan aan de nauwkeurigheid, om beïnvloeding door tijdelijke bewaring in monsterflesjes (verloop) te voorkomen. Door de Afdeling Chemie van het RIVO zijn Hach-veldmeetset-bepalingen vergeleken met bepalingen, gedaan met behulp van een gas-chromatograaf. Hieruit bleek de fout in de Hach-waarnemingen in de orde van grootte van 5 - 20% te zijn (pers. med. DE BOER). Bij doorberekening van deze waarden in tabel VII blijken de significanties niet af te nemen.

Bij de pH-waarden bleken de verschillen tussen de meetpunten klein te zijn, waardoor een meetfout een groot effect kan hebben op de correlaties. Bovendien ligt het onderscheidingsvermogen in dezelfde orde van grootte als de gevonden verschillen, waardoor de gevonden significante relatie sterk aan geldigheid inboet.

Tenslotte kom ik toe aan de afhankelijke (effect-) parameter: de aantallen en gewichten van wormen en muggelarven. Deze parameter is bepaald met behulp van een bodemhapper, met de impliciete aanname, dat de organismen rand-om verdeeld zijn over de bodem. Uit tabel VI blijkt uit de zeer grote standaarddeviatie, dat hieraan niet wordt voldaan. Kortom, een kwantitatieve schatting met behulp van een Ekman-Birge-bodemhapper geeft bij een klein aantal "happen" per plaats geen betrouwbare schatting van de werkelijke aantallen organismen op en in de bodem. Wanneer het primair gaat om relatieve waarden, vervalt dit bezwaar enigszins. Voorwaarde is echter wel, dat meerdere monsters per plaats worden genomen, zodat de standaardafwijking kan worden bepaald. Hieruit is te bepalen of een verschil werkelijk een verschil is (zie bijvoorbeeld BECKER, 1980).

Omdat de standaardafwijking van een steekproef met twee waarnemingen eigenlijk niet mag worden bepaald, zijn de resultaten uit tabel VIII niet erg betrouwbaar, maar gezien de grote verschillen tussen de bedekte en onbedekte slootdelen, lijken de conclusies 2 tot en met 4 hierdoor nauwelijks verzwakt te worden.

V HET DERDE ONDERZOEK

1. Inleiding en vraagstelling

Op 7 oktober 1982 is een vismonster uit de Schenk en de Gemaal-sloot verzameld. Deze beide sloten zijn de belangrijkste hoofdwaterwegen van de polder. Uit eerder experimenteel onderzoek door het RIVO is gebleken dat vissen vrij gemakkelijk duikers e.d. passeren (DRIESSEN & VAN DER MEER, 1981). Verder lijkt het vrijwel onmogelijk, dat vissen de polder verlaten of binnenkomen. Er is dus weinig uitwisseling van de polder-vispopulatie met andere populaties door de ruimtelijke scheiding. Op grond hiervan neem ik aan, dat vissen, die in de Schenk en de Gemaal-sloot zijn gevangen representatief zijn voor de gehele polder.

De vraagstelling voor dit onderzoek, zie paragraaf I.2, luidt:

1. Hoe ziet de vispopulatie met betrekking tot soortsaamenstelling, aantal en lengteverdeling er als geheel uit?
2. Hoe is de conditie van de vissen?
3. Hoe is de groei van brasem, kolblei en blankvoorn in de jaren tot en met het jaar van onderzoek?

Omdat de effecten van kroos gezocht en gevonden zijn in de groep der wormen en muggelarven, ligt het voor de hand visgroei-onderzoek te richten op die vissoorten, die doorgaans veel wormen en muggelarven in hun voedselpakket hebben en waarvan eventueel vergelijkend cijfermateriaal beschikbaar is. Brasem, kolblei en blankvoorn zijn daarom gekozen als onderzoekobject. Ook karper en aal voeden zich met genoemde organismen, maar (wilde) karper is in Nederland weinig algemeen en van de aal is de leeftijdsbepaling problematisch.

2. Methoden en materiaal

Het vismonster is genomen door middel van een elektrische bevis-sing door de Operationele Groep van de hoofdafdeling Sport- en Beroepsbinnenvisserij van de Directie der Visserijen. Bij gebruik van deze methode, wordt een elektrisch veld in het water aangelegd tussen een anode (vaak een schepnet) en een kathode met een potentiaalverschil van circa 200 V. Wanneer vissen in dit elektrische veld komen, worden ze naar de anode getrokken en als het ware tijdelijk verlamd. Nu kunnen de vissen met het schepnet uit het water worden geschept (GRIMM, 1982). Er kan met behulp van deze methode tamelijk snel een redelijk beeld van de vispopulatie worden verkregen (DE VREE, 1981), verder worden de gevangen vissen nauwelijks of niet beschadigd en is deze vismethode goed bruikbaar in polderwater.

Na het vangen werden de vissen gemeten. Van brasem, kolblei, blankvoorn, ruisvoorn en baars werden per centimeterklasse drie exemplaren voor verder onderzoek meegenomen. Van deze vissen zijn de lengte, het gewicht, het geslacht, het gonadegewicht en de leeftijd voor zover mogelijk bepaald. Voor de leeftijdsbepaling zijn twee methoden toegepast:

- aan de hand van toppen in de lengtefrequentieverdeling
- door jaarringen in schubben en vinstralen te tellen.

De groei van vissen is ondermeer afhankelijk van de temperatuur van het water en volgt een seizoencyclus. De groeiperioden zijn als jaarringen zichtbaar in "harde delen" van de vis, zoals

schubben, vinstralen, kieuwdeksels en gehoorsteentjes. Behalve de temperatuur zijn er echter ook andere groeibeperkende factoren, zoals bijvoorbeeld lage zuurstofgehalten, voedselgebrek en dergelijke, waardoor schijnringen kunnen ontstaan (BAGENAL, 1974).

De schubben zijn gedroogd, tussen twee objectglaasjes geklemd en onder een 30 x vergroting, door twee waarnemers onafhankelijk van elkaar afgelezen. De vinnen worden kort gekookt in water, waarna de huid van de vinstralen kan worden verwijderd. Na het polijsten van de basis worden de vinstralen met de onderkant naar boven in klei geprikt en eveneens door twee waarnemers afgelezen.

3. Resultaten

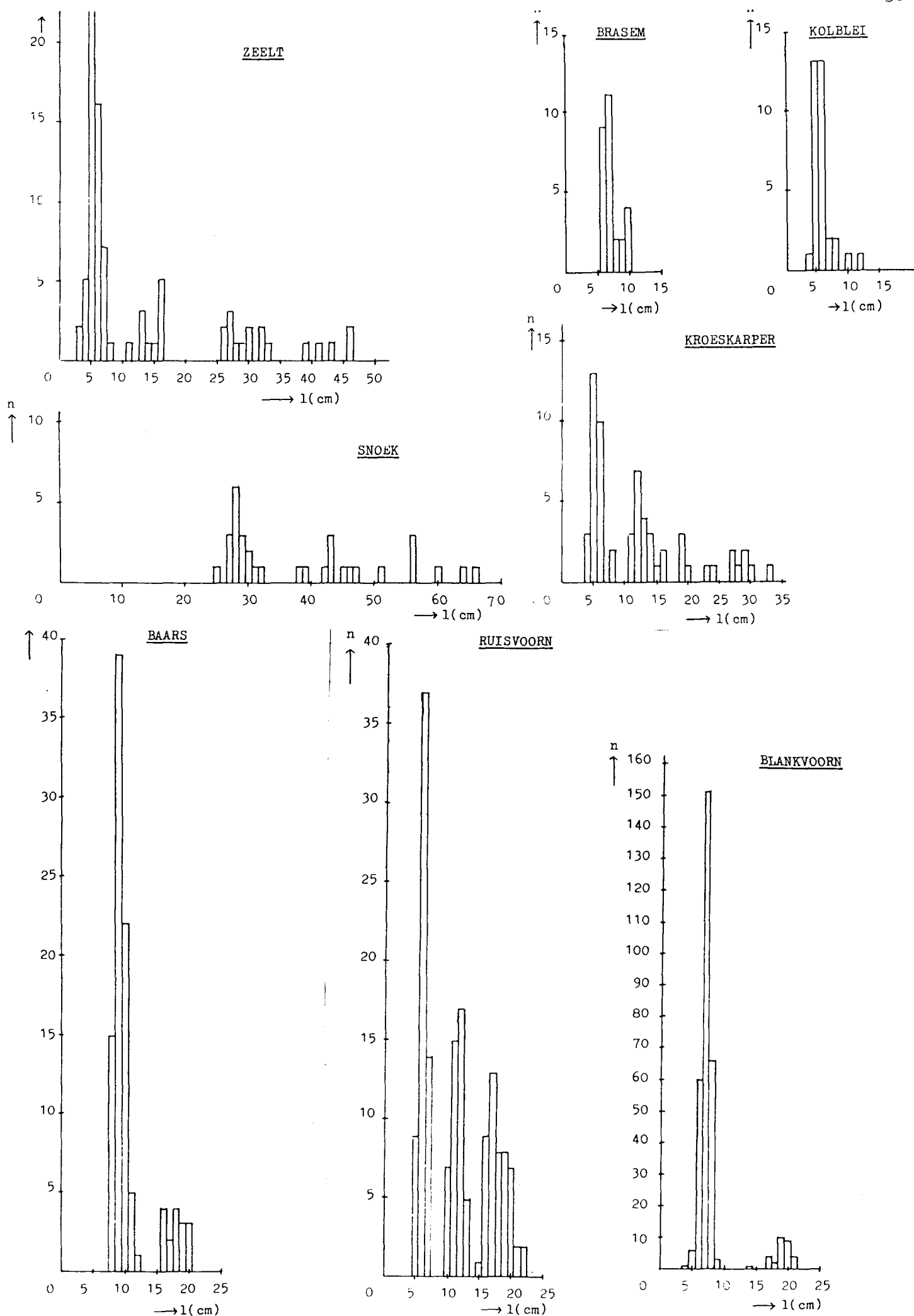
a. De samenstelling van de visstand

De tijdens de bemonstering gevangen vissoorten met hun aantallen en lengte-ranges staan vermeld in tabel IX. Verder staat in deze tabel een lijst van die vissoorten, die eerder in 1982 tijdens het veldwerk zijn waargenomen of zijn gevangen aan de hengel of met een kruisnet.

TABEL IX - Aangetroffen vissoorten, hun aantallen en hun lengte-ranges.

vissoort	aantal	lengte-range (cm)	andere waarnemingen
snoek	34	25 - 66	+
snoekbaars	-	-	+ (eenmalig $\pm$ 15 cm)
baars	93	8 - 20	+
aal	3	33 - 46	+
brasem	28	6 - 10	+ (ook grotere ex.)
kolblei	33	4 - 12	+ (ook grotere ex.)
blankvoorn	319	4 - 21	+
ruisvoorn	154	5 - 22	+
bittervoorn	-	-	+
karper	1	14	-
kroeskarper	61	4 - 33	+
zeelt	78	3 - 46	+
grondel	15	7 - 13	+
kl. modderkruiper	3	6 - 10	+
10-d. stekelbaars	34	2 - 5	+
pos	-	-	+

De frequentieverdelingen van zeelt, snoek, brasem, kolblei, kroeskarper, baars, blankvoorn en ruisvoorn worden gegeven in figuur 10.



Figuur 10. Frequentieverdelingen van een aantal vissoorten.

Uit figuur 10 valt op te maken, dat alleen snoek, ruisvoorn, zeelt en kroeskarper een vrij normale populatie-opbouw laten zien. Deze vier vissoorten "eisen" allemaal tamelijk helder, begroeid en stilstaand water (MUUS, 1968). De populatie-opbouw van de andere soorten is echter onvolledig te noemen, vooral die van brasem en kolblei, waarvan alleen éénjarigen zijn gevangen. Verder is het vreemd, dat er vrijwel geen oudere blankvoorns zijn gevangen dan 3-jarige, en dat ook 2-jarige vrijwel ontbreken.

b. Conditie en groei

De leeftijden van blankvoorn, ruisvoorn, brasem, kolblei en baars met de gemiddelde lengte per jaarklasse en de standaard afwijking en een gemiddelde conditiecoëfficiënt worden weer-gegeven in tabel X.

TABEL X - Leeftijden met bijbehorende gemiddelde lengte en de gemiddelde conditicoëfficiënt c van een aantal vissoorten.

Vissoort Leeftijd	Blankvoorn			Ruisvoorn			Brasem ^{1,2}		Kolblei ^{1,2}		Baars ¹	
	lengte (cm)	n	c	lengte (cm)	n	c	lengte (cm)	n	lengte (cm)	n	lengte (cm)	c
1	7,0 ± 1,1	29	1,15 ± 0,23	6,1 ± 0,8	9	1,23 ± 0,16	7,3 ± 1,4	28	5,8 ± 1,2	33	9,4 ± 1,1	21
2	14,0	1	1,00	11,7 ± 1,0	13	1,06 ± 0,04	-	-	-	-	16,8 ± 0,8	7
3	18,9 ± 1,4	29	1,02 ± 0,07	16,7 ± 0,9	13	1,02 ± 0,06	-	-	-	-	18,9 ± 0,9	8
4	19,0	1	1,02	19,5 ± 2,0	9	1,00 ± 0,08	-	-	-	-	-	-
5	19,5	1	1,19	19,6 ± 0,9	6	1,05 ± 0,04	-	-	-	-	-	-

¹ - De leeftijden zijn bepaald op grond van frequentieverdelingen (zie figuur 10).

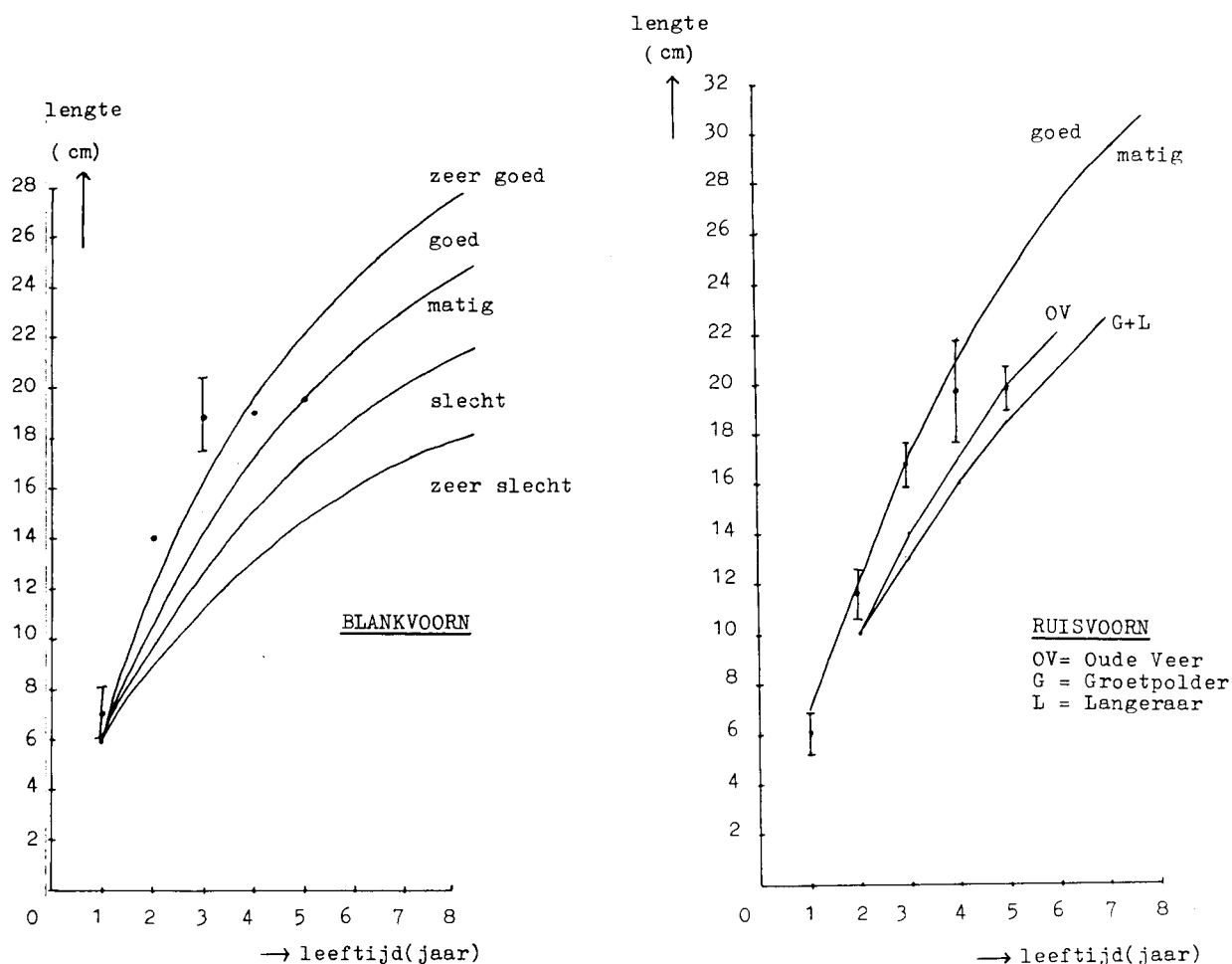
² - Vanwege het geringe aantal jaarklassen is de conditicoëfficiënt niet berekend.

De conditiecoëfficiënt is gedefinieerd als het quotiënt van het gewicht van een vis en het "normaal"-gewicht van die vissoort bij die lengte. Het "normaalgewicht" is bepaald aan de hand van de lengte-gewicht relatie van vissen uit een aantal uitéénlopende Nederlandse wateren (pers. med. CAZEMIER).

Uit tabel X blijkt, dat de conditiecoëfficiënt c in alle gevallen groter of gelijk aan 1,00 te zijn. Dit betekent, dat de gevangen blankvoorns, ruisvoorns en baarzen op het moment van vangen in een goede conditie verkeerden, althans in een betere conditie dan het "landelijke gemiddelde".

Van blank- en ruisvoorns was het mogelijk de leeftijden aan de hand van zowel schubben als vinstralen te bepalen. Dit is ook geprobeerd voor baars, maar de uitkomsten waren hier door het voorkomen van schijnringen zo onzeker, dat deze leeftijdsbepalingen verder niet zijn gebruikt (vgl. bijvoorbeeld DEELDER, 1950). Leeftijdsbepalingen van brasem en kolblei waren overbodig aangezien uit de frequentieverdeling (zie figuur 10) blijkt, dat alleen 1-jarige vissen zijn gevangen. De leeftijdsbepalingen van de laatstgenoemde drie vissoorten zijn gedaan door toppen te tellen in de frequentieverdeling van figuur 10.

De waarden uit tabel X zijn in figuur 11 weergegeven met daarin groeilijn-normen, die in het geval van de blankvoorn door het RIVO is bepaald op grond van een groot aantal vismonsters (CAZEMIER, 1975) en voor de ruisvoorn is gevonden in de literatuur (DEMOLL, 1934). Tevens zijn in de grafiek van de ruisvoorn de groeilijnen in een drietal Nederlandse wateren getekend. Uit figuur 11 blijkt, dat de groei van



Figuur 11: De groeilijnen van blank- en ruisvoorn in vergelijking met normlijnen (zie tekst).

blankvoorn en ruisvoorn zeker niet slecht te noemen is. In het geval van de ruisvoorn ligt de groei ruim boven de groei in de drie andere Nederlandse wateren, hoewel beneden de Duitse normlijn. Alleen de 5-jarige ruisvoorns, jaarklasse 1978, zijn minder goed gegroeid.

4. Conclusies

1. De populatie-opbouw van snoek, zeelt, kroeskarper en ruisvoorn is evenwichtig te noemen.
2. De populatie-opbouw van de andere algemene soorten zoals blankvoorn, brasem en kolblei is incompleet.
3. De conditie van blankvoorn, ruisvoorn en baars is op het moment van vangen goed.
4. De groei van één- en drie-jarige blankvoorns tot en met het jaar van vangen blijkt zeer goed te zijn, terwijl de groei van ruisvoorn goed is te noemen.

5. Discussie

Voor ondiepe en smalle poldersloten met veel planten, is de electrisch-schepnet-methode de meest aangewezen methode voor actief vissen, waarbij de meeste vissoorten en lengteklassen worden gevangen. De Vree (1981) heeft voor een aantal soorten een "vangstefficiëntie" van electrovis-apparatuur berekend, gebaseerd op vismonsters uit de Jan Verhoefgracht te Maarsseveen. Uit dit rapport blijkt deze vismethode in sloten voor ruisvoorn en zeelt redelijk aselectief te zijn, dat wil zeggen, dat alle lengteklassen van deze soort met een gelijke vangstefficiëntie worden gevangen. Met andere vissoorten, zoals bijvoorbeeld snoek, ontstaan volgens de Vree problemen, omdat hier niet alle lengteklassen met een gelijke efficiëntie worden gevangen. De vraag is nu, in hoeverre deze vangstefficiëntie een rol speelt bij de incomplete vangsten van blankvoorn, brasem en kolblei (conclusie 2). Uit het feit, dat in de polder wel oudere brasems en kolbleien zijn waargenomen en aan de hengel worden gevangen, volgt, dat met de bemonstering niet alle aanwezige lengteklassen zijn gevangen. Hiervoor zijn twee verklaringen mogelijk:

- Grotere brasems, kolbleien en blankvoorns zijn niet te vangen met electrovis-apparatuur, doordat ze makkelijk voor de boot kunnen uitvluchten.
- De grotere vissen zijn zo zeldzaam, dat de trefkans erg klein is.

Een argument tegen de eerste verklaring is, dat de blankvoorn-jaarklasse '81 vrijwel geheel ontbreekt, terwijl de jaarklassen '80 en '82 wel aanwezig zijn. Het is niet aannemelijk, dat 2-jarige blankvoorns beter kunnen vluchten dan 3-jarige vissen. Verder lijkt het ook vreemd, dat bijvoorbeeld 2-jarige brasems dat beter kunnen dan 5-jarige ruisvoorns, die over meer "ervaring" beschikken, en door sportvisser geacht worden schuwer dan brasem te zijn (SCHREINER, 1970).

Uit bovenstaande kan worden geconcludeerd, dat de brasem-, kolblei- en blankvoornstand inderdaad zeer vreemd is samengesteld. Oorzaken hiervoor zouden de wintersterfte van 1979 (pers. med. TER KEURS en MEEUWENOORT), de structuur van de polder en vele andere factoren, waarbij misschien zelfs wel de aanwezigheid van kroos, kunnen zijn. Dat eerste zou ook een verklaring kunnen zijn voor de zeer goede groei van de blankvoorn-jaarklasse '80, door het wegvallen van voedselconcurrentie door oudere soortgenoten.

VI EINDCONCLUSIES EN DE BESPREKING VAN DE RESULTATEN

1. Eindconclusies

In deze paragraaf worden de eindconclusies getrokken in combinatie met de deelvragen, zoals die zijn geformuleerd in paragraaf I.2:

- 1a. Er kon geen verschil worden aangetoond in het voorkomen van diverse macrofaunataxa tussen plaatsen met en zonder kroosbedekking (paragraaf III.4).
- 1b. Zowel het aantal als het totaal gewicht van wormen en muggelarven worden daarentegen negatief beïnvloed door de aanwezigheid van kroosbedekkingen (paragraaf III.4 en paragraaf IV.4).
2. De lichtintensiteit en het zuurstofgehalte is onder kroos lager dan op plaatsen, waar geen kroos ligt. In het eerste geval kan de lichtintensiteit onder kroos een factor 10 of meer lager zijn dan in onbedekte slootdelen (paragraaf IV.3).
3. Nitriet kon nergens worden aangetoond, de berekende ammoniakconcentratie was min of meer constant, terwijl het ammoniumgehalte in het ene geval (Autosloot en Tuinsloot) negatief en in het andere geval (Schenk) juist positief is gecorreleerd met de aanwezigheid van kroos. Sulfide kon in de Schenk niet worden aangetoond, maar was in de beide andere sloten significant positief gecorreleerd met de aanwezigheid van kroos (paragraaf IV.3).
4. De vispopulatie zag er voor wat betreft de soortsamenvatting normaal uit voor polderwater, maar de lengteverdelingen tonen aan, dat een aantal jaarklassen van sommige soorten geheel ontbraken (paragraaf V.3).
5. De conditie van de onderzochte soorten is goed te noemen (paragraaf V.3).
6. De groei van blankvoorn en ruisvoorn is eveneens goed te noemen; van de groei van andere soorten valt niets te zeggen (baars, brasem en kolblei) of is niet bepaald (paragraaf V.3).

2. Bespreking van de resultaten van het gehele onderzoek

Uit het onderzoek is naar voren gekomen, dat de hoeveelheden wormen en muggelarven in een aantal gevallen negatief worden beïnvloed door de aanwezigheid van grote kroosbedekkingen. In dit onderzoek is tevens getracht hiervoor de oorzaak te achterhalen door het meten van slootparameters, maar wegens de zeer hoge correlaties tussen deze parameters onderling kon de invloed van de aparte parameters niet worden bepaald. Ook de literatuur biedt hier geen uitkomst, omdat aan de milieu-eisen van deze organismen nog nauwelijks onderzoek is gedaan (uitgezonderd aan die van een aantal soorten in beken en oligotrofe vennen). Het onderzoek begint nu echter wel op gang te komen door het belang van deze groepen voor de beoordeling van waterkwaliteiten (zie bijvoorbeeld MOLLER-PILLOT & KREBS, 1981).

In dit onderzoek kunnen deze gegevens echter niet worden gebruikt, doordat bij waterkwaliteitsbeoordelingen voornamelijk wordt gewerkt met soortcombinaties, waarbij de individuele milieueisen vaak zelfs als ongetoetste grootheid in de aanname worden opgenomen (HIGLER et al., 1977). In dit onderzoek daarentegen is

niet tot op de soort gedetermineerd en zijn vergelijkingen met deze literatuurgegevens dus onmogelijk.

Over de reactie van vissen op de gemeten parameters is veel meer bekend. Uit de literatuur blijkt dat voor visgroei de volgende factoren van belang zijn: visdichtheid (KENNEDY & FITZMAURICE, 1969; HUISMAN et al., 1982), voeding (BRETT et al., 1969; BRETT, 1971; WILLEMSSEN, 1978), zuurstof (DAVIS, 1975; FRY, 1959; ALABASTER & LLOYD, 1970), temperatuur (BRETT & HIGGS, 1970; STICKNEY & ANDREWS, 1971; MILLS, 1969) en concentraties verontreinigende stoffen, zoals pesticiden en herbiciden (BURDICK et al., 1964; MORIARTY, 1977). Van deze factoren worden zuurstof, voeding en in mindere mate, de temperatuur direct beïnvloed door de aanwezigheid van kroos en lijkt de factor visdichtheid indirect te worden beïnvloed.

Het kritische zuurstofgehalte voor normaal leven, bijvoorbeeld, ligt voor Cypriniden rond de 50%-verzadiging (ITAZAWA, 1971). Beneden dat niveau neemt de groei af en kan zelfs gewichtsverlies optreden (DAVIS, 1975). Dit betekent, dat vissen die 50%-grens bij voorkeur trachten te vermijden. In de Autosloot en de Tuinsloot zullen onder het kroos dan ook geen vissen voorkomen, waardoor onder het kroos ook geen predatie op macrofauna c.q. wormen en muggelarven zal plaatsvinden. Dit-zelfde lijkt te gelden voor ammoniak, waardoor voor vissen een groeiverminderend effect optreedt bij gehalten boven 0,5 mg ammoniak per liter (LARMOYEUX & PIPER, 1973), hoewel het niet duidelijk is of hier de geïoniseerde of niet-geïoniseerde vorm wordt bedoeld.

Volgens Alabaster en Lloyd (1970) is de niet-geïoniseerde vorm (NH_3) dodelijk bij concentraties van 0,6 - 2,0 mg per liter voor zowel macrofauna als voor vissen.

Het lijkt gerechtvaardigd op grond van bovenstaande te stellen, dat wanneer er geen stroming, harde wind of regen is, dus onder "zomerse"-omstandigheden, vissen zich niet onder een groot kroosdek zullen begeven. Bij een gemiddelde kroosbedekking van 30 - 40% van de hoofdwatgangen in deze polder, neemt de voor vissen beschikbare ruimte af tot ongeveer 60% van het totaal, waardoor de visdichtheid met circa 65% in het overige gebied toeneemt ! Wanneer door wind of bemaling de kroosbedekking zich verplaatst, zal een gebied vrijkomen met een nog beperkter voedselaanbod, terwijl de omstandigheden in een ander gebied als gevolg van het kroos zullen verslechteren.

De eindconclusie van dit onderzoek luidt dan ook als volgt: Het is aannemelijk, dat kroosbedekkingen naast een onbekend aantal andere factoren, de visgroei zou kunnen beïnvloeden door verkleining van de voor vis beschikbare ruimte en de afname van de hoeveelheden wormen en muggelarven in polders met weinig stroming, venige bodem en ondiepe watgangen. Om een causaal verband te leggen tussen visgroei en de effecten van kroosbedekkingen is echter meer onderzoek nodig. Een vervolgonderzoek zou op twee schalen kunnen plaatsvinden:

- een transversaal en longitudinaal onderzoek op polderniveau in een zeer kroosrijke polder, met bedekkingen van meer dan 50% van de hoofdwatgangen, waarbij het zuurstofgehalte, het biochemische zuurstofverbruik (B.Z.V.), de soortsamenvatting van de macrofauna en de hoeveelheden bodemorganismen worden bepaald. Voor het longitudinale deel dienen de metingen begonnen

te zijn voor het kroos aanwezig is en te worden voortgezet tot het kroos weer is verdwenen, met het risico, dat het kroos niet op de meetpunten komt;

- een transversaal onderzoek op regionaal of nationaal niveau, waarbij de op het RIVO aanwezige gegevens over visgroei worden gecorreleerd met kroosbedekkingsgegevens, zoals die bijvoorbeeld voor Zuid-Holland verkrijgbaar zijn bij de Provinciale Planologische Dienst of met zelf verzamelde kroosgegevens. Om al te veel ruis in de gegevens te voorkomen dienen ook storende variabelen te worden bepaald, zoals bijvoorbeeld grondsoort, ontwatering, ruilverkaveling en dergelijke om achteraf daarop te kunnen selecteren. De correlaties zouden dan met eenvoudige toetsen, zoals Pearson's r of met behulp van geavanceerde multivariate technieken kunnen worden getoetst.

VII VERANTWOORDING

Ik wilde het RIVO bedanken voor het mogelijk maken van dit onderzoek. Verder wilde ik Wobbe Cazemier bedanken voor zijn begeleiding tijdens het onderzoek, alsmede Jan van der Heul, Jan Uytendaal, Ilse Vrijhof, Leo Schaap en Cees Klepper voor hun assistentie en commentaren. In het bijzonder wilde ik Wim ter Keurs van de vakgroep milieu-biologie Leiden bedanken voor zijn adviezen en kritieken voor, tijdens en na het onderzoek. Verder gaat mijn dank uit naar de Stichting Duivenvoorde, en in het bijzonder naar de jachtopziener Niek Meeuwenoord, en de Provinciale Waterstaat van Zuid-Holland voor het verlenen van toestemming het onderzoek in de polder uit te voeren. Tenslotte wilde ik het hoogheemraadschap "Rijnland" bedanken voor het uitlenen van hun onderwater-lichtmeter.

VIII LITERATUUR

- Alabaster, J.S. and R. Lloyd, 1970 - Waterquality criteria for freshwater fish.
F.A.O. Butterworths, London-Boston.
- Baganal, T.B. (ed.), 1974 - The ageing of fish.
Unwin Bros. Ltd., Old Woking England.
- Becker, H.B., 1980 - Een aanschouwelijke methode voor het vergelijken van twee gemiddelden.
RIVO-rapport ZE 80-01, IJmuiden.
- Beltman, B. en W. Rietveld, 1981 - Sampling macrofauna in ditches.
Hydr. bull., vol. 15: 3.
- Boer, T.F. de, 1977 - Floristisch onderzoek naar de effecten van menselijk ingrijpen op de hogere plantenvegetaties in het Groene Hart van Holland.
Instituut voor milieuvraagstukken/Subfaculteit Biologie van de V.U. Amsterdam, serie B no. 6, Amsterdam.
- Brett, J.R., J.E. Shelbourn and C.T. Sloop, 1969 - Growth rate and body composition of fingerling Sockeye Salmon, *Oncorhynchus nerka*, in relation to temperature and ration size.
J. Fish. Res. Bd. Can., 26: 2363-2394.
- Brett, J.R. and D.A. Higgs, 1970 - Effects of temperature on the rate of gastric digestion in fingerling Sockeye Salmon, *Oncorhynchus nerka*.
J. Fish. Res. Bd. Can., 27: 1767-1779.
- Brett, J.R., 1971 - Satiation time, appetite, and maximum food intake of Sockeye Salmon (*Oncorhynchus nerka*).
J. Fish. Res. Bd. Can., 28: 409-415.
- Brinkhurst, R.O., 1963 - A guide for the identification of British aquatic oligochaeta.
Freshwater Biological Association, S.P. no. 22, Liverpool.
- Burdick, G.E., E.J. Harris, H.J. Dean, T.M. Walker, J. Skea and D. Colby, 1964 - The accumulation of DDT in lake trout and the effect on reproduction.
Trans. Am. Fish. Soc. 93: 127-136.
- Cazemier, W.G., 1975 - Onderzoek naar de oorzaken van groeiver- schillen bij de brasem.
Visserij 28 (4): 197-208.
- Cazemier, W.G. en J.W. van der Heul, 1979 - Groeiverbetering van brasem door overplaatsing.
Visserij 32: 471-481.
- Cazemier, W.G., 1981 - Het verband tussen milieu- en visstands- eigenschappen en de invloed van beheersmaatregelen hierop, toegespitst op Cypriniden.
Projectbeschrijving, IJmuiden.
- Clausman, P.H.M.A., 1980 - Ecologische interpretatie van vegetatie- opnamen m.b.v. een computer.
W.L.O.-mededelingen 7: 4.
- Davis, J.C., 1975 - Minimal dissolved oxygen requirements of aquatic life with emphasis on Canadian species, a review.
J. Fish. Res. Bd. Can., 32: 2295-2332.

- Deelder, C.L., 1950 - Het ontstaan van zwarte baars.
Visserijnieuws 2: 131-132.
- Demoll, R. und H.N. Maier, 1934 - Handbuch der Binnenfischerei
Mitteleuropas.
Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- Driessen, G. en M. van der Meer, 1981 - Passage van blankvoorn
(*Rutilus rutilus*) en graskarper (*Ctenopharyngodon idella*)
door duikers.
RIVO-rapport ZS 81-04, IJmuiden.
- Elliott, J.M. and C.M. Drake, 1981 - A comparative study of seven
grabs used for sampling benthic macroinvertebrates in rivers.
Freshwater Biology 11: 99-120.
- Fry, F.E.J., 1959 - The oxygen requirements of fish.
Trans. 2nd Seminar on Biological problems in waterpollution, Ohio.
- Grimm, M.P., 1982 - Bemonstering met behulp van een geëlektrificeerd
schepnet.
in: Methoden ter bemonstering van visbestanden, O.V.B., Nieuwegein.
- Higler, L.W.G., H.K.M. Moller-Pillot, N.C. van Doorn, J.J.P. Gardeniers
en S. Pinkster, 1977 - Beoordeling van de waterkwaliteit in
beken met behulp van de macrofauna.
in: Biologische Waterbeoordeling, Instituut voor Milieuhygiëne
en Gezondheidstechniek, TNO, Delft.
- Higler, L.W.G., 1979 - De invloed van bio-industriële meststoffen
op de fauna in sloten en beken.
H₂O 16: 355-358.
- Higler, L.W.G., 1980 - Inleiding tot de kennis van de ongewervelde
zoetwaterdieren en hun milieu.
Wetenschappelijke Mededelingen K.N.N.V., nr. 103, Leersum.
- Huisman, E.A., C.J.J. Richter en H. Hogendoorn, 1982 - Huisvesting in
de visteelt.
L.H. Wageningen.
- Itazawa, Y., 1971 - An estimation of the minimum level of dissolved
oxygen in water required for normal life of fish.
Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 37: 273-276.
- Kennedy, C.R., 1969 - Tubificid oligochaetes as food of coarse fish.
Proceedings of the 4th British Coarse Fish Conference.
- Kennedy, M. and P. Fitzmaurice, 1969 - Factors affecting the growth
of coarse fish.
Proceedings of the 4th British Coarse Fish Conference.
- Keurs, W.J. ter en H.A. Udo de Haes, 1971 - Conceptplan Nationaal
Landschapspark tussen Den Haag en Leiden.
Bijdrage aan de hearing over een Nationaal Landschapspark tussen
Den Haag en Leiden en Provinciale weg 16-bis.
- Keurs, W.J. ter et al., 1982 - Syllabus Milieubiologie 1982.
Leiden.
- Lange, L. de en J.C.J. van Zon, 1977 - Beoordeling van de waterkwa-
liteit op basis van het makrofytenbestand.
in: Biologische Waterbeoordeling, Instituut voor Milieuhygiëne
en Gezondheidstechniek, TNO, Delft.

- Larmoyeux, J.D. and R.G. Piper, 1973 - Effects of water reuse on Rainbow trout in hatcheries.
Progr. Fish. Cult. 35: 2-8.
- Li. Cor., 1979 - Manual for Li Cor 185B.
- Milieudefensie, Vereniging -, 1979 - Schoonwaterboek.
- Mills, D.H., 1969 - The growth and population densities of Roach in some Scottish waters.
Proceedings of the 4th British Coarse Fish Conference.
- Moller-Pillot, H.K.M. en B. Krebs, 1981 - Concept van een overzicht van de oecologie van chironomidelarven in Nederland.
- Moriarty, F., 1977 - Dieren en milieuvervuiling.
Aulareeks 586, Het Spectrum, Utrecht/Antwerpen.
- Muus, B.J., 1968 - Zoetwatervissengids.
Elsevier, Amsterdam/Brussel.
- Popchenko, V.J., 1971 - Consumption of oligochaeta by fishes and invertebrates.
Journal of Ichthyology 11(1): 75-80.
- Roskam, R.Th. and D. de Langen, 1963 - A compleximetric method for the determination of dissolved oxygen in water.
Anal. Chim. Acta, 28: 78-81.
- Schreiner, J.P., 1970 - Vastslaan en strakhouden.
Elsevier, Amsterdam Brussel.
- Stiboka, 1960 - Atlas van de Nederlandse grondsoorten.
- Stickney, R.R. and J.W. Andrews, 1971 - Combined effects of dietary lipids and environmental temperature on growth, metabolism and body composition of Channal Catfish (*Ictalurus punctatus*).
J. Nutr. 101: 1703-1710.
- Thijssse, Jac. P., 1924 - Zomer.
Verkade.
- Tuttel, J. (ed.), 1982 - Sportvisserij en het beheer van water- en oeverplanten.
N.V.V.S., Amersfoort.
- Vree, H.A.G.M. de, 1981 - De "Jan Verhoefgracht" te Maarsseveen 1980-1981.
O.V.B.-rapport Buitenwater.
- Willemsen, J., 1978 - Voedsel en groei van zoetwater-roofvis.
Samenvatting van een in januari 1978 voor bestuursleden van hengelsportverenigingen gehouden voordracht over een RIVO-onderzoek, IJmuiden.
- Wijvekate, M.L., 1979 - Verklarende Statistiek.
Aulareeks 39, Het Spectrum, Utrecht/Antwerpen.
- Yellow Springs Instrument, 1972 - Manual for Y.S.I. 54".
Ohio.
- Zijp, W.L., 1974 - Handleiding voor statistische toetsen.
H.D. Tjeenk Willink b.v., Groningen.