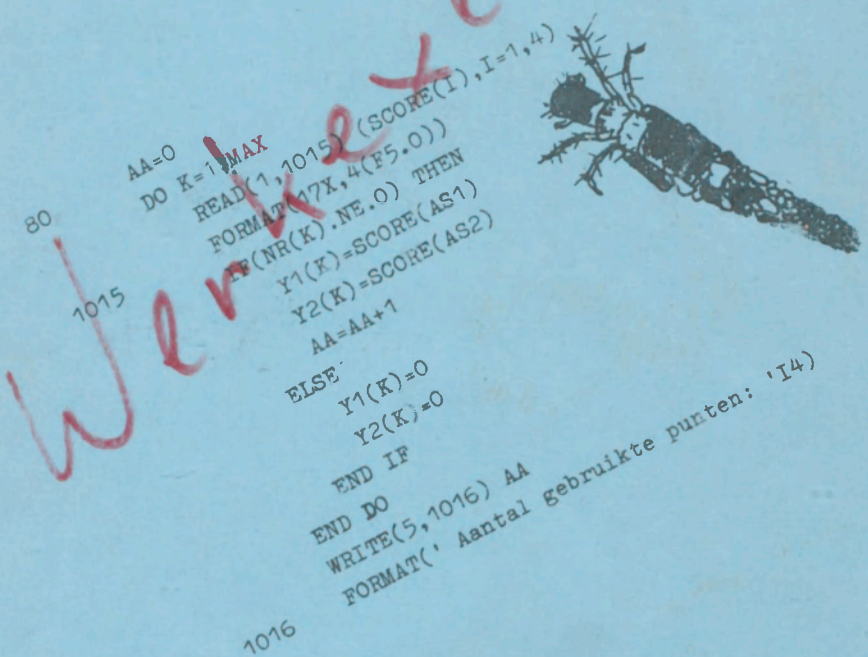
P. Verdonschot

VERWERKING VAN DE GEGEVENS VAN TWEE MACROFAUNA-ONDERZOEKEN, HET TIJDREEKS- EN KUNSTSUBSTRAAT-ONDERZOEK, EN HET MAKEN VAN EEN MACROFAUNASOORTEN-CODELIJST TEN BEHOEVE VAN EEN MACROFAUNA-ECOTHEEK.

Stageverslag

R. Torenbeek



EKOO nr 15

Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum.

Landbouwhogeschool, Wageningen.

VERWERKING VAN DE GEGEVENS VAN TWEE MACROFAUNA-ONDERZOEKEN, HET TIJDREEKS- EN KUNSTSUBSTRAAT-ONDERZOEK, EN HET MAKEN VAN EEN MACROFAUNASOORTEN-CODELIJST TEN BEHOEVE VAN EEN MACROFAUNA-ECOTHEEK.

Stageverslag

R. Torenbeek

september, 1985.

Stage in het kader van de doctoraal-studie aan de Landbouw Hogeschool, Wageningen; gelopen bij het Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum, afdeling Hydrobiologie. Periode: april - juli 1985. Begeleider: P.F.M. Verdonschot.

VOORWOORD.

In het kader van mijn studie Milieuhygiëne aan de Landbouw Hogeschool zocht ik een stageplaats waar ik meer ervaring kon opdoen met het gebruik van de computer bij het verwerken van onderzoeksresultaten. Al snel vond ik zo'n plaats bij het Rijksinstituut voor Natuurbeheer, waar P. Verdonschot enkele onderzoeksresultaten nog met de computer wilde verwerken.

Mijn dank gaat daarom vooral naar hem uit. Piet, bedankt voor de inspirerende begeleiding en het meedenken over de soms moeilijk te begrijpen computer-uitdraaien.

Ook wil ik bedanken de RIN-medewerkers Cajo ter Braak en Caspar Looman voor hun ondersteuning bij mijn werk, Jan Buys voor het leren van 'de kneepjes van het vak' en alle leden van de afdeling Hydrobiologie voor de gezelligheid.

Voor het beschikbaar stellen van de gegevens voor het tijdreeks-onderzoek wordt het Waterschap Regge en Dinkel erkentelijk bedankt.

Tenslotte bedank ik Berend Cornel en Frans Verdiesen voor het correctie-werk vóór het ter perse gaan van dit verslag.

Reinder Torenbeek.

INHOUD: blz

VOORWOORD

1. INLEIDING 1

2. ACHTERGROND EN WERKING VAN ENKELE GEBRUIKTE PROGRAMMA'S 3
   2.1. Multivariatie-analyse. 3
   2.2. Het programma SHAKE. 5
   2.3. Het programma DECORANA (Hill, 1979a) 5
   2.4. Het programma CANOCO (ter Braak, 1985) 7
   2.5. Het programma DIATAB 7
   2.6. Het programma ORDIPRPL 8
   2.7. Het programma ELLIPS 8
   2.8. Het programma TWINSPAN (Hill, 1979b) 9
   2.9. Het programma FLEXCLUS 10
   2.10.Het programma DISCRIM (ter Braak, 1982). 10

3. HET TIJDREEKS-ONDERZOEK 11
   3.1. Inleiding. 11
   3.2. Methode. 11
      3.2.1. Algemeen. 11
      3.2.2. Verkrijgen van de condensed-format file. . 11
      3.2.3. Ordinatie 13
      3.2.4. Vergelijking indicatorsoorten. 14
   3.3. Bespreking resultaten. 14
   3.4. Conclusies 21

4. HET KUNSTSUBSTRAAT-ONDERZOEK. 22
   4.1. Inleiding. 22
   4.2. Methode. 23
      4.2.1. Verzameling gegevens. 23
      4.2.2. Verkrijgen van de transposed-format file . 23
      4.2.3. Klassificatie 25
      4.2.4. Ordinatie 26
   4.3. Bespreking resultaten. 26
   4.4. Conclusies 29

blz

5. MACROFAUNA-ECOTHEEK 31
   5.1. Inleiding. 31
   5.2. Soortenlijst en soortcodes. 31
   5.3. Invoeren van gegevens. 32
   5.4. Opvragen gegevens met SQL-commando's 34

LITERATUUR

BIJLAGEN

1. INLEIDING.

Het onderhavige rapport is een verslag van een stage, gelopen bij het Rijksinstituut voor Natuurbeheer (RIN) te Leersum op de afdeling Hydrobiologie, in de periode april-juli 1985.

Het onderwerp van de stage is: (1) het verwerken van de resultaten van twee macrofauna-onderzoeken met behulp van computerprogramma's en (2) het maken van een codelijst van Nederlandse macrofaunasoorten, enerzijds ten behoeve van een macrofauna-ecotheek en anderzijds ten behoeve van de geautomatiseerde verwerking van onderzoeksresultaten.

De twee macrofauna-onderzoeken zijn enige jaren geleden uitgevoerd en de determinaties zijn reeds afgerond. Tijdens deze stage zijn (o.a.) enkele multivariatie-analyse technieken gebruikt om tot een evaluatie van beide onderzoeken te komen. Voor de verwerking van de gegevens van deze twee onderzoeken is gebruik gemaakt van programmatuur die ontwikkeld is aan de 'Cornell University' te Ithaca, New York (TWINSPAN en DECORANA), aan de Katholieke Universiteit te Nijmegen (FLEXCLUS en SHAKE), en aan het RIN zelf (CANOCO, ORDIPRPL en DIATAB). Daarnaast zijn nog enkele zelfgeschreven programma's gebruikt (ELLIPS en TELLIJST). Een overzicht van alle gebruikte programma's is te vinden in bijlage 1. Hoofdstuk 2 gaat in op de achtergrond en werking van de belangrijkste programma's.

Hoofdstuk 3 handelt over het eerste onderzoek, het tijdreeks-onderzoek. De gegevens hiervoor zijn verzameld door het waterschap Regge en Dinkel in hun beheersgebied (Twente). Het doel van dit onderzoek is na te gaan in hoeverre de factor tijd (het seizoen) van invloed is op de macrofauna-samenstelling, die gebruikt wordt voor watertypologie/waterbeoordeling.

Het tweede onderzoek, het kunstsubstraat-onderzoek, wordt besproken in hoofdstuk 4. Dit onderzoek is een studie naar de toepassingsmogelijkheden van macrofauna-monstername met behulp van kunstsubstraten. Daarbij is vooral gekeken naar (wederom) de invloed van de factor tijd en de invloed van de positie van het kunstsubstraat in het te onderzoeken oppervlaktewater op de gevonden macrofauna-samenstelling.

Hoofdstuk 5 tenslotte gaat over de macrofauna-ecotheek. Dit

is een soort kaartsysteem (in de computer opgeslagen), waarbij van iedere soort gegevens over het habitat, kwaliteitseisen, etc. opgeslagen kunnen worden. De 'kaartjes' kunnen opgeroepen worden via een soortscode (van maximaal 8 letters) die uiteraard uniek is voor iedere soort. Voor het maken van een codelijst van alle macrofaunasoorten (in Nederland aangetroffen of te verwachten aan te treffen) zijn enkele zelfgeschreven programma's gebruikt, zoals KORTAF, BIZONDER en DUBBEL.

2. ACHTERGROND EN WERKING VAN ENKELE GEBRUIKTE PROGRAMMA'S.

In dit hoofdstuk zullen de computerprogramma's besproken worden die voor het tijdreeks-onderzoek en het kunstsubstraat-onderzoek gebruikt zijn. In paragraaf 2.1. worden eerst de multivariatie-analyse technieken besproken waarop enkele programma's gebaseerd zijn.

2.1. Multivariatie-analyse.

Bij ecologisch onderzoek worden vaak multivariabele gegevens verzameld: van verschillende monsterpunten worden gegevens van aangetroffen soorten plus eventueel hun abundanties genoteerd. Daarnaast kunnen ook milieugegevens van de monsters verzameld worden. In deze data, die meestal een grote hoeveelheid gegevens bevat, wordt naar verbanden gezocht tussen gevonden soorten (-aantallen) en monsters, en bij voorkeur worden ook relaties gelegd naar de milieuparameters.

Er zijn verschillende methoden ontwikkeld om bedoelde verbanden te analyseren. Deze technieken kunnen onderscheiden worden in drie groepen: directe gradient analyse, ordinatie en klassificatie (Gauch, 1982).

Bij directe gradient analyse wordt gezocht naar verbanden tussen het voorkomen van soorten en een van te voren bekende milieugradient. Hierbij zijn de monsters zo gekozen, dat zij gerangschikt zijn volgens een van te voren gedefinieerde milieugradient (bv. vochtgehalte, hoogteligging, pH). De technieken van direkte gradient analyse zullen hier verder niet besproken worden, omdat deze methode bij de verwerking van de gegevens van beide onderzoeken niet gebruikt is.

Ordinatietechnieken worden gebruikt om de data in een laagdimensionaal figuur weer te geven (meestal 1 tot 3 dimensionaal). Hierin worden monsters (of soorten) die een hoge mate van overeenkomst vertonen dicht bij elkaar geplaatst en monsters (of soorten) die veel van elkaar verschillen ver van elkaar. Pas in een volgende stap, die in feite los staat van de ordinatie, worden de gevonden patronen van de ordinatiefiguur vergeleken met milieuparameters, en wordt gezocht naar een ecologische interpretatie.

De ordinatietechniek die hier gebruikt is, is 'detrended

correspondence analysis' (DCA). Deze methode is gebaseerd op 'resiprocal averaging' (RA), maar verbetert enkele nadelige eigenschappen ervan. Het algoritme van RA is als volgt (Gauch, 1982): Eerst worden aan de soorten arbitraire ordinatie-scores toegekend. Dan worden monster-scores berekend door gewogen middeling van de soort-scores. Daarna worden nieuwe soort-scores berekend door gewogen middeling van de monster-scores. Dit wordt zo herhaald totdat de scores stabiliseren: de scores convergeren naar een uiteindelijke oplossing. Deze oplossing is onafhankelijk van de initiële, arbitrair gekozen soort-scores. Nadat zo de eerste ordinatie as gemaakt is, kan een tweede as gemaakt worden door dezelfde procedure van middelingen, maar na iedere middeling worden de scores door middel van regressie zodanig veranderd, dat ze ongecorreleerd zijn met de scores van de eerste as. Voor het verkrijgen van scores van de derde as moeten deze ongecorreleerd zijn met die van de tweede as, etc.

Een nadelige eigenschap van RA is, dat de assen weliswaar ongecorreleerd zijn, zoals hierboven beschreven is, maar dat de tweede (en soms hogere assen) wel systematisch sterk gerelateerd zijn met de eerste as. DCA is een ordinatietechniek die gebaseerd is op RA, maar die genoemd nadeel verbetert. Ook een andere nadelige eigenschap van RA, nl. dat de assen aan hun uiteinden inéén gedrukt zijn, wordt door DCA verbeterd.

Bij klassificatie-technieken worden soorten en/of monsters die een bepaalde (hoge) mate van overeenkomst vertonen in clusters gegroepeerd. De clustering kan niet-hierarchisch en hierarchisch zijn. In het laatste geval worden de clusters gerangschikt in een hierarchische, boomvormige figuur, een zgn. dendrogram. Onderscheid wordt ook gemaakt in delingsgewijze en agglomeratieve technieken. In het eerst geval worden alle entiteiten (monsters of soorten) in één groep geplaatst en door op elkaar volgende delingen ontstaan kleinere groepen. Bij de agglomeratieve methode worden alle entiteiten in een eigen 'groep' geplaatst. Door fusies ontstaan steeds grotere groepen.

De hier gebruikte klassificatie-techniek geeft een hierarchische clustering, en is een delingsgewijze methode. Bij de delingen worden eerst ordinaties toegepast: na iedere ordinatie wordt een geschikt punt op de ordinatie-as gekozen voor een splitsing. De keuze van het splitsingspunt is gebaseerd

op het voorkomen van soorten die sterk naar een van beide einden van de as neigen.

2.2. Het programma SHAKE.

(O. van Tongeren, K.U., Nijmegen; C. Looman, RIN, Leersum)

De data, de gegevens over soorten-aantallen van monsters, die door verschillende programma's gebruikt en bewerkt worden, moeten op een bepaalde manier in een file opgeslagen staan. (Een file is een stuk computergeheugen met een bepaalde bij elkaar horende informatie. Dit kan zijn: een tekst, een serie opdrachten, een programma, data, etc.) Er zijn twee manieren om deze zgn. condensed file in te richten: de gegevens kunnen gerangschikt zijn naar soorten ('standard') of naar monsters ('transposed') (zie figuur 1). Het programma SHAKE zet een standard-geordende file om in een transposed-geordende file, en andersom. De reden waarom SHAKE hier gebruikt is, is tweeledig: (1) bij genoemde omzetting wordt ook nagegaan of er soorten of monsters twee maal voorkomen, en de soorten/monsters worden op volgorde gezet; (2) het programma kan naast een condensed file ook een 'free-format' file (zie figuur 1) inlezen. De uitvoer is wel een condensed file. Het invoeren van gegevens in free-format werkt echter veel handiger.

Er zijn nog meer mogelijkheden met het programma SHAKE om de gegevens te bewerken, zoals transformaties. Deze mogelijkheden zijn hier verder niet gebruikt.

2.3. Het programma DECORANA (Hill, 1979a).

Dit ordinatieprogramma maakt gebruik van de 'detrended correspondence analysis'-techniek (zie paragraaf 2.1.). Er worden monster- en soortscores gegeven op de eerste vier ordinatie-assen.

De gegevens kunnen getransformeerd worden voordat de assen berekend worden. Hierbij moeten couplets opgegeven worden van de te transformeren waarde en de getransformeerde waarde. Waarden die binnen de opgegeven (te transforeren) waarde liggen worden lineair geinterpoleerd.

Een andere bewerking van de gegevens vóór de ordinatie is 'downweighting of rare species'. Dit betekent dat soorten

TOELICHTING:

A. Tabel met gegevens van 6 Chironomini-soorten, gevangen op 3 monsterpunten in een beekje.

soort	punt 1	punt 2	punt 3
Chironomus gr. thummi	125	570	0
Chironomus gr. plumosus	310	97	0
Cryptochironomus spec.	2	0	2
Glyptotendipes spec.	3	1	15
Dicrotendipes gr. nervosus	0	0	20
Endochironomus gr. albipennis	0	2	7

B. Gegevens in free-format:

```
   6    3  GEGEVENS CHIRONOMINI IN BEEKJE
FREE
0
1 1 125 2 310 4 3 3 2/
2 1 570 2 97 5 2 3 1/
3 4 15 3 2 6 7 5 20/
0/
CHIRGTHUCHIRGPLUCRYPTOSPGLYPTOSPDICRGNERENDOGALB
PUNT   1PUNT   2PUNT   3
```

→ aantal soorten; aantal monsters; titel
→ 'FREE' van free-format (zie C en D)
→ '0': altijd bij free-format (zie C en D)
} voor ieder monster: eerst monsternummer, dan couplets van soortnummer en aantal. Monster afsluiten met slash (/)
→ tabel eindigen met 0/
→ codes soorten (8 letters per soort)
→ codes monsters (8 karakters per monsters)

C. Gegevens in 'transposed-condensed'-vorm:

```
   6    3 GEGEVENS CHIRONOMINI IN BEEKJE
(I2,6(I2,F6.1))
6
 1 1 125.0 2 310.0 3   2.0 4   3.0
 2 1 570.0 2  97.0 3   1.0 6   2.0
 3 3   2.0 4  15.0 5  20.0 6   7.0
 0
CHIRGTHUCHIRGPLUCRYPTOSPGLYPTOSPDICRGNERENDOGALB
PUNT   1PUNT   2PUNT   3
```

T → aantal soorten en monsters; titel; T(transposed)
→ format in FORTRAN,
→ maximaal aantal couplets per regel
} voor ieder monster: beginnen met monsternummer, dan couplets van soortnummer en aantal, alles volgens het format (= "lay-out") van de 2e regel.
→ tabel eindigen met 0
→ codes voor soorten (8 characters per soort)
→ codes voor monsters (8 characters per monster)

D. Gegevens in 'standard-condensed vorm

```
   3    6 GEGEVENS CHIRONOMINI IN BEEKJE
(I2,3(I2,F6.1))
3
 1 1 125.0 2 570.0
 2 1 310.0 2  97.0
 3 1   2.0 2   1.0 3   2.0
 4 1   3.0 3  15.0
 5 3  20.0
 6 2   2.0 3   7.0
 0
PUNT   1PUNT   2PUNT   3
CHIRGTHCHIRGPLUCRYPTOSPGLYPTOSPDICRGNERENDOGALB
```

S → aantal monsters en soorten; titel; S(standard)
→ format in FORTRAN
→ maximaal aantal couplets per regel
} voor iedere soort: beginnen met soortnummer, dan couplets van monsternummer en aantal, alles volgens het format van de 2e regel.
→ tabel eindigen met 0
→ codes voor monsters (8 characters)
→ codes voor soorten (8 characters)

Figuur 1: Lay-out van een set gegevens (monsters met soortenaantallen) voor invoer van diverse programma's. A: De gegevens (fictief voorbeeld), B: free-format, C: transposed-condensed format, D: standard-condensed format.

die weinig voorkomen een relatief lager gewicht krijgen toebedeeld dan meer algemene soorten. Dit gebeurt alleen met soorten die een frequentie hebben die 20% of minder bedraagt van de frequentie van de meest algemene soort. De abundantie van deze zeldzame soorten wordt vervangen door:

$$A_{ij} * F_i / (F_{max}/5)$$

waarin A_{ij} = abundantie van soort i in monster j;
F_i = frequentie van soort i;
F_{max} = frequentie van de meest algemene soort.

Er zijn nog meer mogelijkheden om van de standaard-analyse af te wijken. Aangezien hier geen gebruik van is gemaakt, zal dat hier niet besproken worden. Zie verder: Hill, 1979.

2.4. Het programma CANOCO (ter Braak, 1985).

Dit ordinatieprogramma kan naast de monster/soorten-gegevens een set van milieufactoren als invoer gebruiken. De basisstructuur is die van DECORANA, maar volgens een directe gradient-analyse techniek worden de assen (mede) in het licht van de milieuvariabelen gekozen. In het programma wordt gevraagd voor hoeveel assen dit moet gebeuren. Wordt hier een nul opgegeven, dat is de uitkomst gelijk aan die van DECORANA.

De milieuvariabelen kunnen opgegeven worden als kwantitatieve parameters (dus met een bepaalde waarde), maar ook als kwalitatieve parameters: wel of niet aanwezig. De invoer bestaat dan uit zgn. dummy-variabelen: nullen en enen. Zoals in hoofdstuk 3 zal blijken is deze laatste vorm hier gebruikt.

Naast de scores, die (eventueel) in het licht van de milieuvariabelen zijn gekozen, bevat de uitdraai informatie over de correlatie tussen de soorts- en milieu-assen, informatie over de standaarddeviatie van de soorts- en milieu-assen, en een correlatiematrix van alle milieuvariabelen en soorts- en milieu-assen.

2.5. Het programma DIATAB.

(C. Looman, RIN te Leersum)

DIATAB is een programma dat de oplossing van DECORANA of CANOCO en de originele data als invoer nodig heeft. De oplos-

sing van DECORANA/CANOCO bestaat uit de scores van alle monsters en soorten op de eerste vier ordinatie assen. DIATAB maakt een tabel waarin soort-abundanties tegen de monsters worden uitgezet. Zowel de volgorde van de monsters als die van de soorten wordt bepaald door de volgorde ervan op de 1e, 2e of 3e ordinatie as (naar keuze). De abundanties moeten getransformeerd worden naar een 10-delige schaal.

Er kunnen ook soorten geselecteerd worden die een bepaald minimum percentage verklarende variantie hebben (percentage naar keuze), zodat in de tabel eerst de belangrijkste soorten genoemd worden. De overige soorten worden dan op nummervolgorde in de tabel geplaatst.

2.6. Het programma ORDIPRPL.

(O. van TONGEREN, K.U. te Nijmegen).

Ook dit programma heeft de oplossing van DECORANA of CANOCO (scores van monsters en soorten op de ordinatie assen) als invoer nodig. In een vlak, gevormd door een assenstelsel van twee ordinatie-assen (naar keuze de 1e, 2e, 3e of 4e as) worden de monsters en/of soorten uitgezet, afhankelijk van hun score op de beide assen. Op deze wijze kan onderzocht worden of er bepaalde clusters ontstaan, of hoe de spreiding is van bepaalde groepen monsters of soorten over de assen.

2.7. Het programma ELLIPS.

(R. Torenbeek).

Het programma ELLIPS geeft acht punten van een betrouwbaarheids ellips van een groep punten. De berekening is overgenomen uit Sokal & Rolfh (1969).

Er kunnen twee soorten betrouwbaarheids ellipsen berekend worden: (1) het gebied waar met een zekere betrouwbaarheid het gemiddelde van de punten ligt, en (2) het gebied waarbinnen met een bepaalde betrouwbaarheid alle punten liggen. De laatst genoemde ellips geeft dus het gebied aan waarbinnen met een zekere kans een nieuw punt valt. Uiteraard is de eerste soort ellips altijd kleiner dan de tweede soort. De grootte van de betrouwbaarheid kan gekozen worden via de kritische waarde van de F-distributie, die tijdens het draaien van het programma ingevoerd moet worden.

Het programma is hier gebruikt om te bepalen of groepen monsters in een figuur uit ORDIPRPL met een zekere betrouwbaarheid van elkaar verschillen. Hiervoor is voornamelijk het eerste soort betrouwbaarheids ellips gebruikt: de ellips die het betrouwbaarheidsgebied aangeeft van het gemiddelde.

2.8. Het programma TWINSPAN (Hill, 1979b).

TWINSPAN is een delingsgewijs klassificatie programma dat alle soorten bij de delingen betrekt (zgn. polythetische methode). Eerst wordt een klassificatie van de monsters gemaakt. Daarbij wordt gebruik gemaakt van ordinatie-assen, die met de 'reciprocal averaging'-techniek (zie paragraaf 2.1.) gemaakt worden. Op grond van soorten die sterk naar een van beide uiteinden van een as neigen wordt een deling gemaakt. Als de monster-klassificatie gemaakt is, worden de soorten geklassificeerd op basis van de monster-clusters.

Het aantal delingen en de minimale grootte van een cluster om nog verder gedeeld te worden kunnen tijdens het draaien van het programma ingevoerd worden.

TWINSPAN werkt alleen met kwalitatieve abundanties. Om toch kwantitatieve waarden bij de berekeningen te betrekken wordt met zgn. pseudo-soorten gewerkt. Eén soort wordt dan vervangen door één of meer pseudo-soorten, afhankelijk van de abundantie en de opgegeven pseudo-soortsgrenzen. Onderstaand voorbeel maakt een en ander duidelijk.

Stel dat de pseudo-soortsgrenzen zijn: 0 5 26 51 76. Als in een monster 6 Cricotopus exemplaren zijn gevonden, wordt dit vervangen door het voorkomen van Cricotopus-1 en Cricotopus-2 in dat monster. In een monster met 36 Cricotopus exemplaren wordt deze soort voorgesteld door het voorkomen van Cricotopus-1, Cricotopus-2 en Cricotopus-3. Er zijn dan twee gemeenschappelijke pseudo-soorten in beide monsters.

De pseudo-soortsgrenzen zijn dus ondergrenzen, en kunnen tijdens het draaien van het programma gewijzigd worden. De waarden die gebruikt worden als niet gewijzigd wordt zijn: 0 2 5 10 20. Er zijn nog meer mogelijkheden om van de standaard analyse af te wijken; aangezien die hier niet gebruikt zijn, zal dat niet verder besproken worden.

2.9. Het programma FLEXCLUS.

(O. van Tongeren, K.U. te Nijmegen).

FLEXCLUS is een flexibel clusterprogramma waarbij interactief (her)rangschikkingen, delingen van clusters en samenvoegingen van clusters kunnen plaatsvinden, totdat de gewenste clustering bereikt is. De eerste clusterindeling kan door het programma zelf gemaakt worden, maar ook de oplossing van een ander cluster-programma, zoals TWINSPAN, kan als eerste indeling fungeren. De werking en achtergrond van dit programma zal hier verder niet behandeld worden, omdat het programma alleen gebruikt is om meer indicatorsoorten bij de clusterindeling van TWINSPAN te verkrijgen. De kriteria, op grond waarvan de indicatorsoorten worden geselecteerd, kunnen tijdens het draaien van het programma opgegeven worden. Hiervoor worden drie grenzen van procentueel voorkomen gevraagd.

2.10. Het programma DISCRIM (ter Braak, 1982).

Het doel van dit programma is het aangeven van relaties tussen soorten en milieufactoren. Als invoer wordt een hiërarchische klassificatie (bv. van TWINSPAN) gebruikt, plus uiteraard een set milieufactoren. De basisstructuur is gelijk aan die van TWINSPAN, alleen wordt bij een monster-klassificatie niet een soort-klassificatie gemaakt, maar een klassificatie van de opgegeven milieu-variabelen. Er worden hiervoor attributen gemaakt bij de milieuvariabelen, op basis van een discriminant functie. Deze discriminant functie is een maat voor het voorkomen van de milieuparameter in één van de helften van een deling. De indeling van milieu-variabelen wordt gemaakt op basis van getrouwheid van de discriminant functie.

3. HET TIJDREEKS-ONDERZOEK.

3.1. Inleiding.

Sinds 1981 loopt in Overijssel het zgn. EKOO-project (Ecologische Karakterisering Oppervlaktewateren in Overijssel), met als doel het opstellen van een ecologisch referentiekader dat als basis kan dienen voor een ecologische water-beoordelingsmethode. Er wordt hiervoor biologisch onderzoek verricht in verschillende watertypen onder 'natuurlijke' omstandigheden (zo optimaal mogelijke ecosysteemontwikkeling) en onder beinvloede situaties (vervuiling, beheer maatregelen) (Verdonschot, 1983). Belangrijk bij dit onderzoek is te weten in hoeverre het seizoen invloed heeft op de karakterisering van de ecosysteemtypen, met name of verschillende indelingen ontstaan, afhankelijk van het seizoen waarin de monsters genomen zijn. Dit tijdreeksonderzoek tracht de invloed van deze factor te bepalen voor wat betreft de macrofauna. Het doel van dit onderzoek is het bepalen in hoeverre de factor tijd van invloed is op de karakterisering van macrofauna-levensgemeenschappen.

De monsters zijn genomen in de periode van november 1981 tot september 1984. Het waterschap Regge en Dinkel heeft de monsters genomen en de determinaties verricht.

3.2. Methode.

3.2.1. Algemeen.

Van 9 verschillende wateren van het slootbeek type zijn maximaal 10 monsters genomen verspreid over 3 jaar. Een overzicht van alle monsters en monsterdata staat in tabel 1.

De monsters zijn genomen met het standaard schepnet. Voor verdere details van de monstermethode: zie Waterschap Regge en Dinkel (1983?).

Een overzicht van de verwerking van de gegevens van dit onderzoek is gegeven in figuur 2. De verschillende stappen zullen hierna besproken worden.

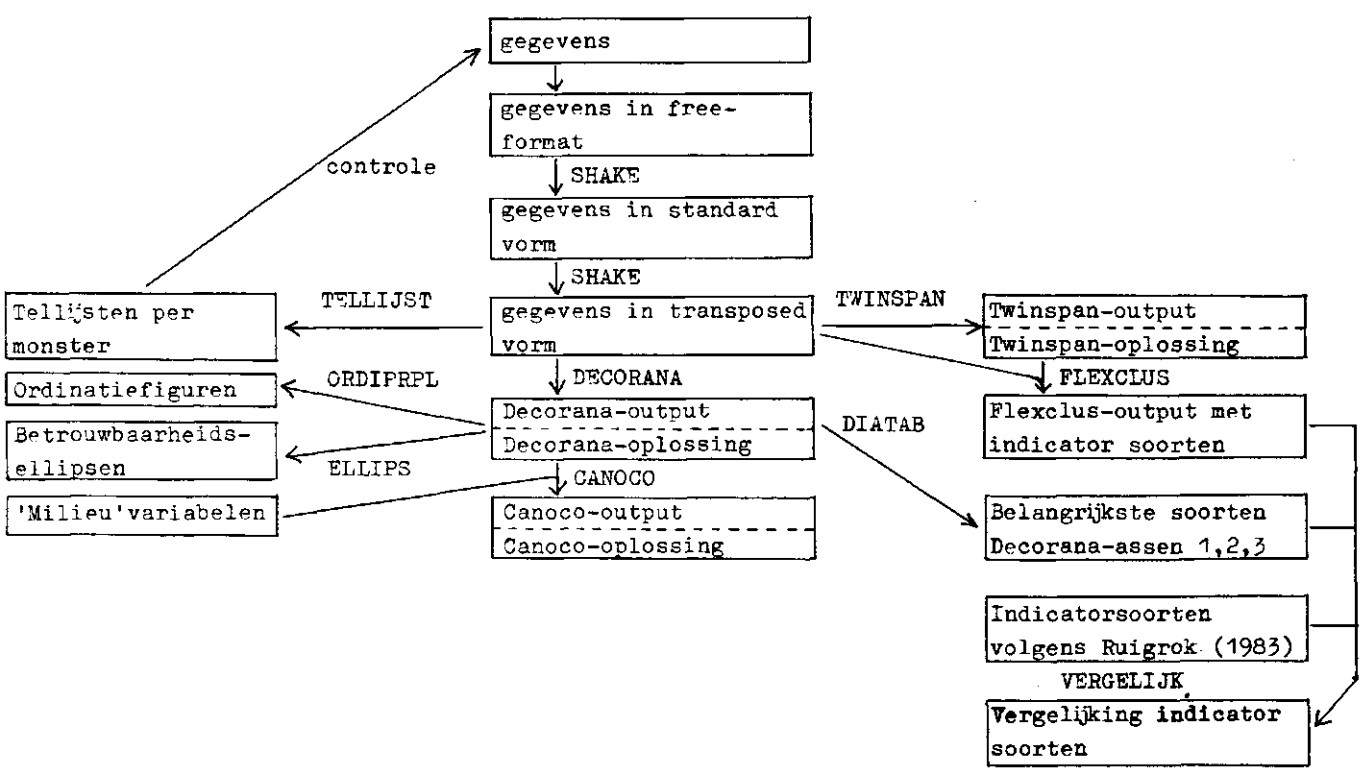
3.2.2. Verkrijgen van de condensed-format file.

Daar de determinatiegegevens beschikbaar waren in verschillende kleinere tabellen, is gekozen voor het invoeren in free

Tabel 1: Overzicht monsters tijdreeksonderzoek.

Monsterplaats	Code	Coördinaten	Aantal monsters	Mosterdatum									
				okt/nov'81	feb/mrt'82	mei '82	aug '82	nov '82	mrt '83	jul/aug'83	nov '83	apr/mei'84	sep '84
Bolscherbeek	BOLSCH	239,3x471,2	10	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Deuringerbeek	DEURIN	248,9x481,2	10	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Bornerbroekse waterleiding	BORNWL	237,5x482,2	10	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Gammelkerbeek	GAMMEL	248,7x482,1	10	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Bornsebeek	BORNBE	248,7x480,5	10	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Hollandse graven	HOLLGR	261,0x494,9	3									x	xx*)
Bovenregge	BOVREG	234,7x469,9	2									x	x
Markgraven	MARKGR	247,9x492,1	8	x	x	x	x	x	x	x	x		
Omloopleiding	OMLOOP	251,4x474,5	8	x	x	x	x	x	x	x	x		

*) Op 25-9-84 is de Hollandse graven op twee plaatsen bemonsterd.



figuur 2: Verwerkingsschema tijdreeksonderzoek

format. Door twee maal het programma SHAKE te draaien is een condensed transposed file verkregen (zie verder paragraaf 2.2). Het voordeel van deze invoermethode is dat het invoeren in free format makkelijk werkt, dat de soorten niet op volgorde hoeven worden ingevoerd, en dat fouten worden gemeld als soorten twee maal in een monster voorkomen.

Met behulp van het programma TELLIJST zijn tellijsten verkregen (per monster een lijst van soorten en aantallen), zodat gecontroleerd kon worden of er fouten bij het invoeren gemaakt zijn.

3.2.3. Ordinatie.

De ordinatie van de monsters en soorten is uitgevoerd met het programma DECORANA. Enkele opties die ingevoerd zijn, zijn: transformatie van de abundanties als volgt: 1-1, 3-2, 7-3, 15-4, 31-5, 63-6, 127-7, 255-8, 511-9, 999-10, en 'down-weighting of rare species'. De genoemde logaritmische transformatie is gekozen op grond van het onderzoek van Preston (1962), die aantoonde dat een logaritmische schaal een normale verdeling van de soorten te zien geeft. Voor de betekenis van 'downweighting of rare spieces': zie paragraaf 2.3.

De oplossing van DECORANA is gebruikt voor het uitzetten van de monsters op alle mogelijke combinaties van vier ordinatie assen (met behulp van het programma ORDIPRPL). In deze figuren zijn telkens groepen van monsters aangegeven die op dezelfde plaats of in dezelfde periode genomen zijn, zodat achterhaald kon worden welke factor - plaats of tijd - het belangrijkste is. Van enkele monstergroepen zijn ook de 95%-betrouwbaarheidsellipsen van het gemiddelde berekend met behulp van het programma ELLIPS.

Om een betere statistische onderbouwing te krijgen van de eerste indruk van bovengenoemde figuren is het programma CANOCO gebruikt. Er zijn 19 milieuparameters gemaakt: 10 voor het monstertijdstip en 9 voor de monsterplaats. Ieder monster kreeg voor twee variabelen een 1 ('aanwezig'), afhankelijk van de plaats en de tijd van het monster; de overige 17 parameters bevatten een 0 ('afwezig'). In totaal is het programma CANOCO zes maal gedraaid. Drie maal zijn de assen wel in het licht van de milieuparameters gekozen, drie maal niet. Bovendien

zijn gebruikt: (1) zowel de plaats- als de tijdvariabelen; (2) alleen de tijdvariabelen, en (3) alleen de plaatsvariabelen. Aan de hand van de uitdraai van het programma kan worden nagegaan hoeveel informatie de milieuvariabelen verschaffen en hoe groot de correlatie is tussen de soorts- en milieuassen, afhankelijk van de bovengenoemde zes verschillende opties.

3.2.4. Vergelijking indicatorsoorten.

Tenslotte is nagegaan in hoeverre de oplossing van DECORANA te vergelijken is met klassificatie, met name wat betreft de soorten. Enkele indicatorsoorten van de eerste drie ordinatie assen van DECORANA zijn geselecteerd met behulp van het programma DIATAB. Hierbij is gekozen voor meer dan 5% verklarende variantie van de soorten. Deze soorten zijn vergeleken met een oplossing van TWINSPAN, waarvan indicatorsoorten zijn geselecteerd met het programma FLEXCLUS. Ook is een vergelijking gemaakt met de indicatorsoortenlijst die Ruigrok noemt in zijn verslag (Ruigrok, 1983). Ruigrok heeft in o.a. dezelfde slootbeken van dit onderzoek een macrofauna-onderzoek verricht, dat resulteerde in een klassificatie van de monsters, waarbij per cluster een groep indicatorsoorten werd aangegeven.

3.3. Bespreking resultaten.

In bijlage 2 zijn verschillende uitdraaien van ORDIPRPL gegeven: de monsters zijn uitgezet tegen de DECORANA-ordinatie assen 1 en 2, 2 en 3, en 3 en 4. Hierbij zijn de monsters gegroepeerd naar monsterplaats (bijlage 2-1, 2-2, 2-3) en naar monsterperiode (bijlage 2-4, 2-5, 2-6). Voor dit laatste zijn enkele overeenkomstige monsterperioden bij elkaar genomen:

1. februari/maart 1982 en maart 1983;
2. mei 1982 en april/mei 1984;
3. augustus 1982 en juli/augustus 1983;
4. september 1984;
5. oktober/november 1981, november 1982 en november 1983.

Als de punten uitgezet worden op de assen 1 en 2 en gegroepeerd worden naar monsterplaats (bijlage 2-1), blijkt het dat de punten in een min of meer eigen gebied liggen. Deze gebieden overlappen elkaar wel gedeeltelijk, maar als de

punten uitgezet worden op de assen 2 en 3 (bijlage 2-2), is de overlap groter. In het figuur van de assen 3 en 4 (bijlage 2-4) is dit in nog sterkere mate het geval.

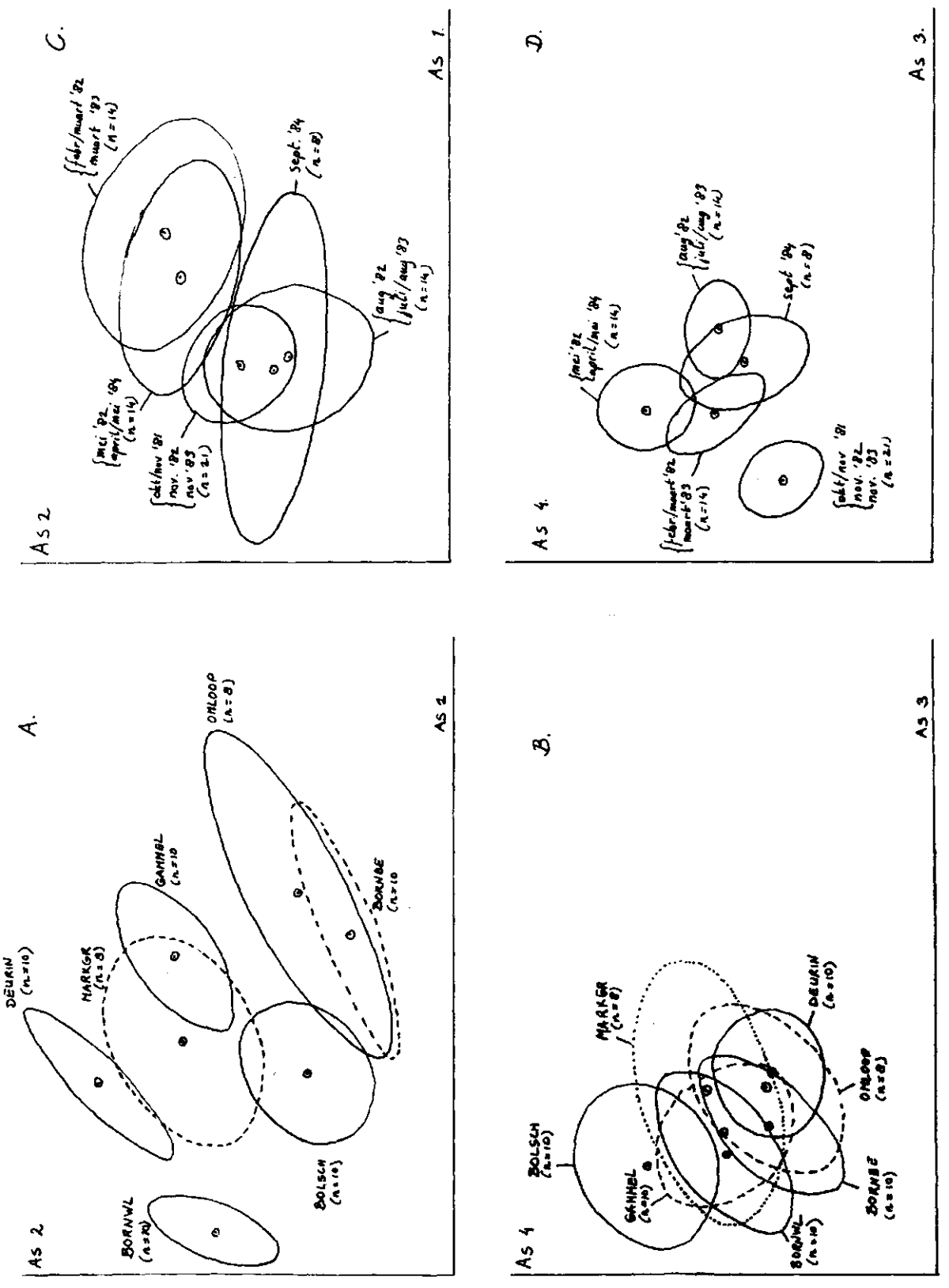
Als de punten gegroepeerd worden naar monsterperiode, blijkt het omgekeerde het geval: de monstergroepen liggen bij uitzetten op de assen 3 en 4 (bijlage 2-6) in gebieden die elkaar relatief weinig overlappen. De overlappingen worden groter als de punten uitgezet worden op de assen 2 en 3 (bijlage 2-5), en nog groter, indien uitgezet op de assen 1 en 2 (bijlage 2-4).

Om te onderzoeken of de verschillende monstergroepen ook significant verschillen zijn 95%-betrouwbaarheids-ellipsen van het gemiddelde gemaakt. Hierbij is er van uitgegaan, dat de gevormde groepen bij elkaar horende monsters voorstellen, en dat daarom een gemiddelde berekend mag worden. De ellipsen geven het betrouwbaarheidsgebied aan van dit gemiddelde. In figuur 3 zijn de ellipsen weergegeven van de monstergroepen, uitgezet op de assen 1 en 2, en 3 en 4. Hierin ontbreken de Hollandsegraven en Boven Regge, omdat hiervan te weinig punten beschikbaar waren.

Alleen de Bornsebeek en de Omloopleiding, en de Markgraven en de Gammelker beek geven een grote overlap te zien van de betrouwbaarheidsgebieden van het gemiddelde bij de assen 1 en 2. Overigens is er vrijwel geen overlap, dit in tegenstelling tot de figuur van de assen 3 en 4. Bij beschouwing van de 95%-betrouwbaarheids-ellipsen van het gemiddelde bij groepering naar monsterperiode blijkt in het figuur van de assen 1 en 2 grote overlap te bestaan. In feite ontstaan er twee clusters: een voorjaarscluster en een zomer/najaarscluster. Bij de assen 3 en 4 blijken de perioden iets meer van elkaar te verschillen, hoewel er nog wel overlap van de betrouwbaarheidsgebeiden van het gemiddelde voorkomt.

Geconcludeerd kan worden, dat de factor plaats voor de eerste ordinatie assen het belangrijkste is, terwijl de factor tijd pas bij de 3e en 4e assen een rol gaat spelen.

Er moet wel bedacht worden dat de ellipsen van figuur 3 de betrouwbaarheidsgebieden van gemiddelden aangeven. Zoals in bijlage 2 te zien is, bestaat er vaak een overlap van de gebieden van verschillende monstergroepen als geheel. Dit blijkt ook duidelijk uit de figuren van bijlage 6: Hierin zijn



Figuur 3: 95%-betrouwbaarheidsellipsen van het gemiddelde van groepen monsterpunten.
A: gegroepeerd naar monsterplaats; assen 1 en 2, B: idem, assen 3 en 4,
C: gegroepeerd naar monsterperiode; assen 1 en 2, C: idem, assen 3 en 4.

de 95%-betrouwbaarheids-ellipsen getekend, die het gebied aangeven waarin met 95% zekerheid alle punten van een monstergroep liggen. Dit is alleen gedaan voor de punten, uitgezet op de assen 1 en 2, gegroepeerd naar monsterplaats, en voor de punten, uitgezet op de assen 3 en 4, gegroepeerd naar monsterperiode. In deze gevallen werd immers de duidelijkste groeps-onderscheiding gevonden (fig 3).

In de figuren van bijlage 6 komt inderdaad een grote overlap van groepen voor. Toch zijn BORNBE en BORNWL geheel van elkaar gescheiden, evenals OMLOOP en DEURIN. Iets dergelijks komt niet voor bij groepering naar monsterperiode (bijlage 6-2).

Om bovengenoemde beweringen beter te kunnen onderbouwen is het programma CANOCO gebruikt. Het programma kan de ordinatie-assen in het licht kiezen van milieuparameters. De belangrijkste resultaten staan in tabel 2.

Zoals in paragraaf 3.2.3. is uiteengezet, is het programma zes maal gedraaid. Drie maal zijn de assen wel en drie maal niet in het licht van de milieuparameters gekozen. Daarnaast is gebruik gemaakt van alleen de plaatsvariabelen, van alleen de tijdsvariabelen, en van de plaats- en tijdsvariabelen beide (zie tabel 2).

Tabel 2. Enkele uitvoergegevens van het programma CANOCO; Tijdreeks-onderzoek

		Run 1	Run 2	Run 3	Run 4	Run 5	Run 6
Assen gekozen in het licht van de 'milieufactoren'		nee	nee	nee	ja	ja	ja
Gebruikte 'milieufactoren'		plaats en tijd	plaats	tijd	plaats en tijd	plaats	tijd
Standaarddeviatie	as 1	0,534	0,473	0,248	0,534	0,508	0,403
	as 2	0,448	0,384	0,238	0,439	0,268	0,297
	as 3	0,314	0,143	0,273	0,339	0,227	0,211
	as 4	0,308	0,197	0,244	0,310	0,192	0,213
Correlatie R tussen soorts- en milieu-assen	as 1	0,913	0,809	0,424	0,942	0,934	0,877
	as 2	0,933	0,800	0,495	0,946	0,865	0,898
	as 3	0,856	0,391	0,746	0,932	0,874	0,847
	as 4	0,896	0,573	0,708	0,927	0,808	0,849

De standaarddeviatie geeft de mate waarin de as verklarend is voor de milieuvariabelen. Het blijkt, dat de standaarddeviatie afneemt bij hogere assen bij run 1 (zie tabel 2). Wordt dit vergeleken met run 2 en 3, dan blijkt dat bij weglating van de tijdsvariabelen de standaarddeviatie afneemt, en wel sterker bij de hogere assen. Bij weglating van de plaatsvariabelen neemt de standaarddeviatie juist voornamelijk af bij de eerste twee assen. Dit betekent dat de factor plaats door voornamelijk de eerste (of eerste twee) as(sen) wordt weergegeven, en de factor tijd door de 3e en 4e (en misschien nog hogere) assen.

Bij vergelijking van run 1 met run 4, waarbij de assen nu wel in het licht van de milieuvariabelen gekozen zijn, blijkt dat de milieu-assen een vrijwel gelijke standaarddeviatie hebben. Er wordt dus vrijwel niets aan de informatie toegevoegd als de milieuvariabelen bij de keuze van de assen betrokken worden. Bij vergelijking van run 5 en 6 met run 4, blijkt in beide gevallen de standaarddeviatie van de hogere assen af te nemen, meer dan die van de lagere assen, hoewel de standaarddeviatie van as 1 bij run 6 ook nog redelijk afneemt. Dit zou kunnen betekenen dat de assen nu beter gekozen zijn wat betreft de tijdsfactoren. Er is echter ook een verbetering opgetreden voor de plaatsfactoren. Veel voegt deze benadering niet toe aan de eerder genoemde conclusies.

Bij beschouwing van de correlatiefactor R tussen de soorts- en milieu-assen, blijkt hetzelfde als hierboven geconstateerd: De redelijk hoge correlaties bij run 1 nemen bij run 2 af, vooral bij de 3e en 4e as, en bij run 3 vooral bij de 1e en 2e as. De plaatsvariabelen worden door de eerste assen het beste weergegeven, de tijdsfactoren door de 3e en 4e assen. Bij de runs, waarbij de assen in het licht van de milieufactoren gekozen zijn, zijn de waarden van R vrijwel allemaal gelijk (tussen 8,5 en 9,5). Er is een verbetering opgetreden voor de plaats- en de tijdsvariabelen.

Ook hieruit kan geconcludeerd worden dat bij de ordinatie de plaatsfactoren belangrijker zijn dan de tijdsfactoren.

Om tenslotte te onderzoeken of er enig verband is tussen de ordinatie en een watertypologische indeling is de volgende

vergelijking van macrofaunasoorten gemaakt. Met behulp van het programma DIATAB zijn soorten geselecteerd die meer dan 5% verklarend zijn voor de DECORANA-ordinatie assen 1, 2 en 3. Daarnaast is een clusterindeling gemaakt met behulp van het programma TWINSPAN, waarbij met behulp van het programma FLEXCLUS indicatorsoorten zijn geselecteerd. (Het programma TWINSPAN zelf geeft relatief weinig indicatorsoorten.) Al deze soorten zijn onderling en met de indicatorsoorten die Ruigrok in zijn verslag noemt (Ruigrok, 1983) vergeleken. Een schematische weergave van deze vergelijking staat in bijlage 3. Voor de overzichtelijkheid zijn hierin de indicatorsoorten voor de eerste en tweede ordinatie-assen bij elkaar genomen. De reden van deze keuze is dat deze soorten voornamelijk indicatief zijn voor de plaatsfactor. Dit in tegenstelling tot de indicatorsoorten van de derde as: deze soorten zijn voornamelijk indicatief voor de factor tijd. Het aantal indicatorsoorten van de eerste as bedroeg 92; die van de tweede as 63. Na samenvoegen van deze twee groepen bedraagt het aantal 168 (de overlap is 37).

Van de in totaal 289 soorten zijn er 216 soorten bij de vergelijking betrokken (zie bijlage 3). Er zijn maar 73 soorten die op geen enkele wijze indicatorsoort zijn. Het grootste gedeelte van de indicatorsoorten wordt gevormd door die van de assen 1 en/of 2 (133 soorten).

Van de 81 indicatorsoorten volgens Ruigrok zijn er 48 ook indicatief voor de assen 1 en/of 2. Voor de Flexclus-soorten is dit veel lager: van de 49 zijn er hier 12 die bij de assen 1 en/of 2 als indicator worden opgegeven. Vergelijking van indicatorsoorten volgens Ruigrok en die volgens Flexclus met de indicatorsoorten van as 3 levert nog lagere waarden op.

Ook de vergelijking tussen indicatorsoorten volgens Ruigrok met die van Flexclus levert een lage waarde op: 8 soorten. Opvallend is dat er slechts één soort is die indicatief is zowel volgens Ruigrok, als volgens Flexclus, als voor as 1 en/of 2.

Geconcludeerd kan worden dat bij de vergelijking van de verschillende groepen weinig indicatorsoorten met elkaar overeen stemmen. Alleen de vergelijking tussen indicatorsoorten volgens Ruigrok en die van de assen 1 en/of 2 is redelijk

goed. Dit is ook het enige geval waarin een goede vergelijking verwacht wordt, als de indicatorsoorten volgens Flexclus buiten beschouwing worden gelaten. De indicatorsoorten van as 3 zijn immers indicatief voor de factor tijd; de overige voor de factor plaats.

De indicatorsoorten-groep volgens Flexclus geeft maar een matige overeenstemming te zien met de andere indicatorsoortengroepen. De Flexclus-indicatorsoorten-groep is gebaseerd op een Twinspan-clusterindeling. Deze clustering is gegeven in bijlage 4. Hieruit blijkt dat de indeling voornamelijk gebaseerd is op overeenkomst in monsterplaats. De monsterperiode speelt een ondergeschikte rol. Dit geldt ook voor de ordinatieassen 1 en 2, en voor de indeling die Ruigrok gemaakt heeft. Het is moeilijk te verklaren dat de indicatorsoorten voor de Twinspan indeling relatief weinig overeenstemmen met de andere indicatorsoorten-groepen.

Een laatste vergelijking kan gemaakt worden tussen de groepsindeling volgens Ruigrok (1983) en de groepering van de monsters naar monsterplaats (fig. 3-a en bijlage 2-1). Volgens Ruigrok zijn de monsters van dit onderzoek als volgt in te delen:

1. BORNWL en HOLLGR,
2. DEURIN,
3. BOLSCH, BOVREG en GAMMEL,
4. BORNBE, MARKGR en OMLOOP.

Deze indeling loopt van redelijk snel stromende, laag organisch belaste beken met een goede zuurstofvoorziening, tot meer langzaam stromende (verbrede) beken met een hogere organische belasting en een slechtere zuurstofvoorziening. Deze overgang is terug te vinden en figuur 3-a en bijlage 2-1: van links-boven in de figuur naar rechts-onder. Alleen de Markgraven is niet volgens de reeks in de figuur geplaatst. Waarschijnlijk is de Markgraven voor dit onderzoek op een ander punt bemonsterd dan voor het onderzoek door Ruigrok. Het gereed komen van een rioolwaterzuiverings-installatie die op de Markgraven loost, en het monsteren vlak bij een zijtak van de beek met een meer natuurlijke bovenloop, kunnen er de oorzaak

van zijn dat de Markgraven nu anders beoordeeld wordt dan bij het onderzoek door Ruigrok.

3.4. Conclusies.

- Bij ordinatie en classificatie van macrofaunamonsters, die in verschillende watertypen en in verschillende seizoenen genomen zijn, speelt de factor tijd een ondergeschikte rol ten opzichte van de factor plaats (type).
- Twee maal per jaar bemonsteren is voor typologie-onderzoek op basis van macrofauna-gegevens voldoende.
- De onderscheiding van monster door ordinatie (assen 1 en 2) representeert verschil in watertype. Bij de onderscheiding op de ordinatie-assen 3 en 4 speelt het seizoen een grotere rol.
- Hoewel redelijk bruikbaar, zijn classificatie-technieken minder geschikt dan ordinatie-technieken om invloeden van verschillende factoren op macrofauna-levensgemeenschappen te onderzoeken.

4. HET KUNSTSUBSTRAAT-ONDERZOEK.

4.1. Inleiding.

Bij de macrofauna-monstername voor de typologische indeling van oppervlaktewateren en beoordeling van de waterkwaliteit wordt vaak gebruik gemaakt van het schepnet. Met dit schepnet wordt die macrofauna bemonsterd die zich op of in de bovenste laag van de bodem bevindt, of op en tussen de vegetatie. Nu toonde Tolkamp (1980) voor stromend water aan, dat er een sterke relatie bestaat tussen het substraattype en de bemonsterde macrofauna. Enerzijds is dit een voordeel voor het macrofauna-onderzoek, omdat de relatie substraat--soort ook iets zegt over het watertype. Met name voor de beoordeling van de waterkwaliteit sec is dit echter een nadeel: deze beoordeling wordt vaak uitsluitend op de chemische waterkwaliteit betrokken, waarbij andere factoren dan de chemie die overigens wel een rol spelen in het ecosysteem en de daarbij behorende gemeenschappen, buiten beschouwing worden gelaten. Een methode voor de beoordeling van de waterkwaliteit sec lijkt de bemonstering met behulp van kunstsubstraten. Door het ophangen van kunstmatige substraten in het te onderzoeken oppervlaktewater en na enige tijd de macrofauna die zich hierop bevindt te bemonsteren, wordt de factor substraat geëlimineerd. Andere factoren als stroomsnelheid, beschaduwing e.d. blijven wel van invloed.

Om de toepassingsmogelijkheden van het kunstsubstraat nader te onderzoeken is hieraan in 1981/1982 een onderzoek verricht in twee sloten in de polder Demmerik. Het kunstsubstraat bestond uit dubbele gaasjes, die aan paaltjes in de sloten werden opgehangen.

Bij dit onderzoek speelden de volgende vragen een centrale rol:

- Is er verschil in macrofauna-samenstelling van de gaasjes die zich op verschillende posities in de sloot bevinden?
- Is het verschil tussen twee kwalitatief verschillende sloten op basis van de kunstsubstraat-bemonstering waarneembaar?
- In hoeverre heeft de tijd (het seizoen) invloed op de methode?

- Is de bemonstering met gaasjes als kunstsubstraat reproduceerbaar?

Daarnaast zijn ook macrofauna-monsters genomen met behulp van een cylinder om het met kunstsubstraat als geheel te kunnen beoordelen.

De gegevens zijn verzameld door T. Mulder (bemonstering en determinaties) in de periode juni 1981 - juni 1982. In dit hoofdstuk wordt verslag gedaan van de verwerking van de gegevens van dit onderzoek met behulp van enkele computerprogramma's.

4.2. Methode.

4.2.1. Verzameling gegevens.

Het onderzoek is uitgevoerd met dubbele gaasjes als kunstsubstraat. Deze gaasjes van ± 60 cm^2 zijn opgehangen op verschillende posities in de sloot. Na 1 à 2 maanden zijn de gaasjes voorzichtig uit de sloot gehaald, in een emmer open geklapt en met water afgespoeld. Het geheel is in een pot gedaan en de macrofauna is in het laboratorium eruit gehaald en in alcohol bewaard. In totaal zijn 118 monsters genomen. Een overzicht van alle monsters geeft tabel 3. Zoals hieruit valt af te lezen is het onderzoek gedaan in twee sloten, de noordsloot en de zuidsloot genoemd. Bij de zuidsloot is op twee plaatsen gemonsterd, aangeduid als zuidsloot-west en -oost. De posities van de gaasjes in de sloot zijn met een nummer aangegeven. Zie voor de betekenis van deze nummers figuur 4.

In de zuidsloot, oostelijke plaats, zijn enkele duplicaties uitgevoerd. Op enkele posities zijn tegelijk 3 gaasjes opgehangen en apart bemonsterd.

Naast de bemonstering met de gaasjes zijn 6 monster genomen met een cylinder. De cylinder werd in de bodem gestoken en werd vervolgens helemaal leeggeschept.

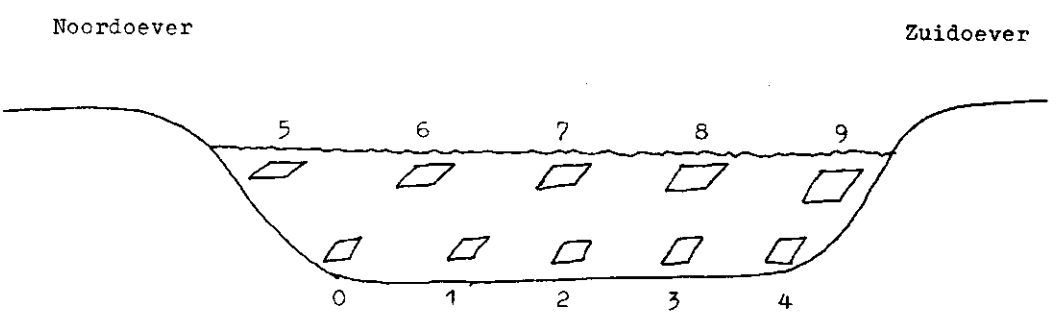
4.2.2. Verkrijgen van de transposed-format file.

De gegevens van dit onderzoek stonden reeds op twee files, echter niet in een condensed-format. Bovendien was er bij de soorten een indeling naar lengte gemaakt en bij de monsters was een enkele maal onderscheid gemaakt tussen macrofauna op de binnenkant en de buitenkant van de gaasjes. Daar deze in-

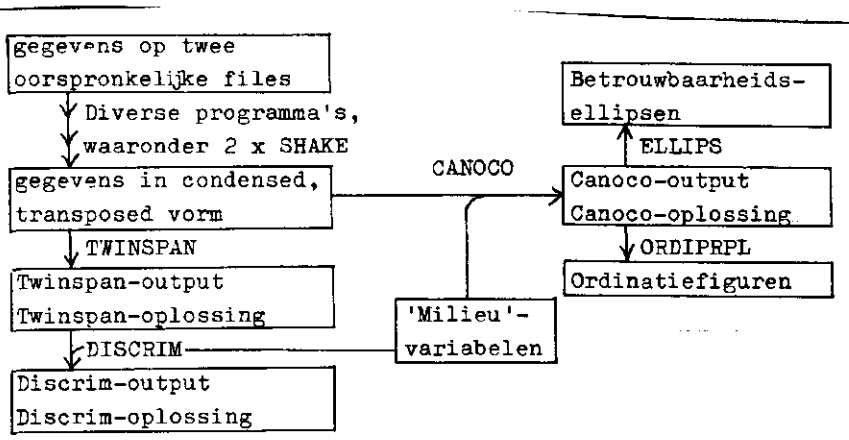
Tabel 3: Overzicht monsters kunstsubstraat-onderzoek.

Monsternummers	Monsterplaats	Monstersoort	Positie*)	Monstermaanden**)
1 - 7	Noordsloot	Kunstsubstraat	0	2,3,4,5,6,7,9
8 - 14	id	id	1	2,3,4,5,6,7,9
15 - 20	id	id	3	2,3,4,5,6,7
21 - 27	id	id	4	2,3,4,5,6,7,9
28 - 34	id	id	5	2,3,4,5,6,7,9
35 - 41	id	id	6	2,3,4,5,6,7,9
42 - 48	id	id	8	2,3,4,5,6,7,9
49 - 55	id	id	9	2,3,4,5,6,7,9
56 - 64	Zuidsloot-west	id	0	0,1,2,3,5,6,7,8,9
65 - 73	id	id	2	0,1,2,3,5,6,7,8,9
74 - 82	id	id	4	0,1,2,3,5,6,7,8,9
83 - 90	id	id	5	0,1,2,3,5,6,7,8
91 - 98	id	id	7	0,1,2,3,5,6,7,8
99 - 106	id	id	9	0,1,2,3,5,6,7,8
107 - 109	Noordsloot	Cylinder	0,2,4	4
110 - 112	Zuidsloot	id	0,2,4	3
113,117,122	Zuidsloot-oost	Kunstsubstraat	2 (3x)***)	7
114,120,123	id	id	5 (3x)***)	7
115,121,124	id	id	9 (3x)***)	8

*) Zie paragraaf 4.2.1. en figuur 4.
**) 0 = juni '81; 1 = juli '81; 2 = sept '81; 3 = okt '81; 4 = nov '81; 5 = febr '82; 6 = mrt '82; 7 = apr '82; 8 = mei '82; 9 = juni '82.
***) Het betreffen hier duplicaties.



Figuur 4: Nummeraanduiding posities kunstsubstraten in de sloot.



Figuur 5: Verwerkingsschema kunstsubstraat-onderzoek.

formatie het scala aan factoren die van invloed zijn op de gegevens nog groter maakt, is met bovengenoemde onderscheidingen nog geen rekening gehouden. Tenslotte was de nummering van de soorten in genoemde files niet op consequente wijze ingevoerd. Om deze reden is een programma gemaakt dat nieuwe soortnummers geeft, en een programma dat soorten per monster samenvoegt, ongeacht hun lengte. Er zijn soortcodes en monstercodes gemaakt, elk van 8 posities. Tenslotte is twee maal het programma SHAKE gedraaid om de soorten op nummervolgorde te zetten en om de soorten met abundantie nul, die in een vorige stap waren ontstaan, te schrappen. Zo is een condensed, transposed file verkregen, die geschikt is als input voor diverse programma's.

De verwerkingsmethode van deze gegevens is weergegeven in het schema van figuur 5, en zal in de volgende paragrafen verder behandeld worden.

4.2.3. Klassificatie.

Een methode om alle in paragraaf 4.1. gestelde onderzoeksvragen te beantwoorden biedt het programma DISCRIM. Dit programma gaat uit van een hiërarchische clustering van de monsters, en geeft bij iedere deling indicator-attributen aan van die deling. De attributen kunnen milieufactoren of andere variabelen zijn. In dit geval zijn de volgende variabelen onderscheiden:

- twee variabelen voor het soort monster: kunstsubstraat of cylinder,
- vier variabelen voor de sloot: noordsloot, zuidsloot, zuidsloot-west en zuidsloot-oost,
- tien variabelen voor de tien posities (figuur 4),
- tien variabelen voor een tijdsaanduiding van het monster.

Voor ieder monster zijn telkens 4 van de 26 variabelen aanwezig, afhankelijk van het soort monster, de monsterplaats, de positie in de sloot en de monsterdatum. Voor de clusterindeling die DISCRIM vraagt is het programma TWINSPAN gebruikt. Zoals in paragraaf 2.8. uiteengezet is, maakt dit programma een hiërarchische clusterindeling door de monsters steeds verder op te splitsen op grond van het voorkomen van alle macrofaunasoorten. DISCRIM geeft bij iedere deling aan welke

variabelen sterk voorkomen in één van beide helften van de splitsing.

4.2.4. Ordinatie.

Als aanvullende informatie is het programma CANOCO gebruikt voor de ordinatie van de gegevens. Hierbij zijn de assen in het licht van de variabelen gekozen. De gebruikte variabelen zijn dezelfde als de variabelen die voor DISCRIM gebruikt zijn (paragraaf 4.2.3.).

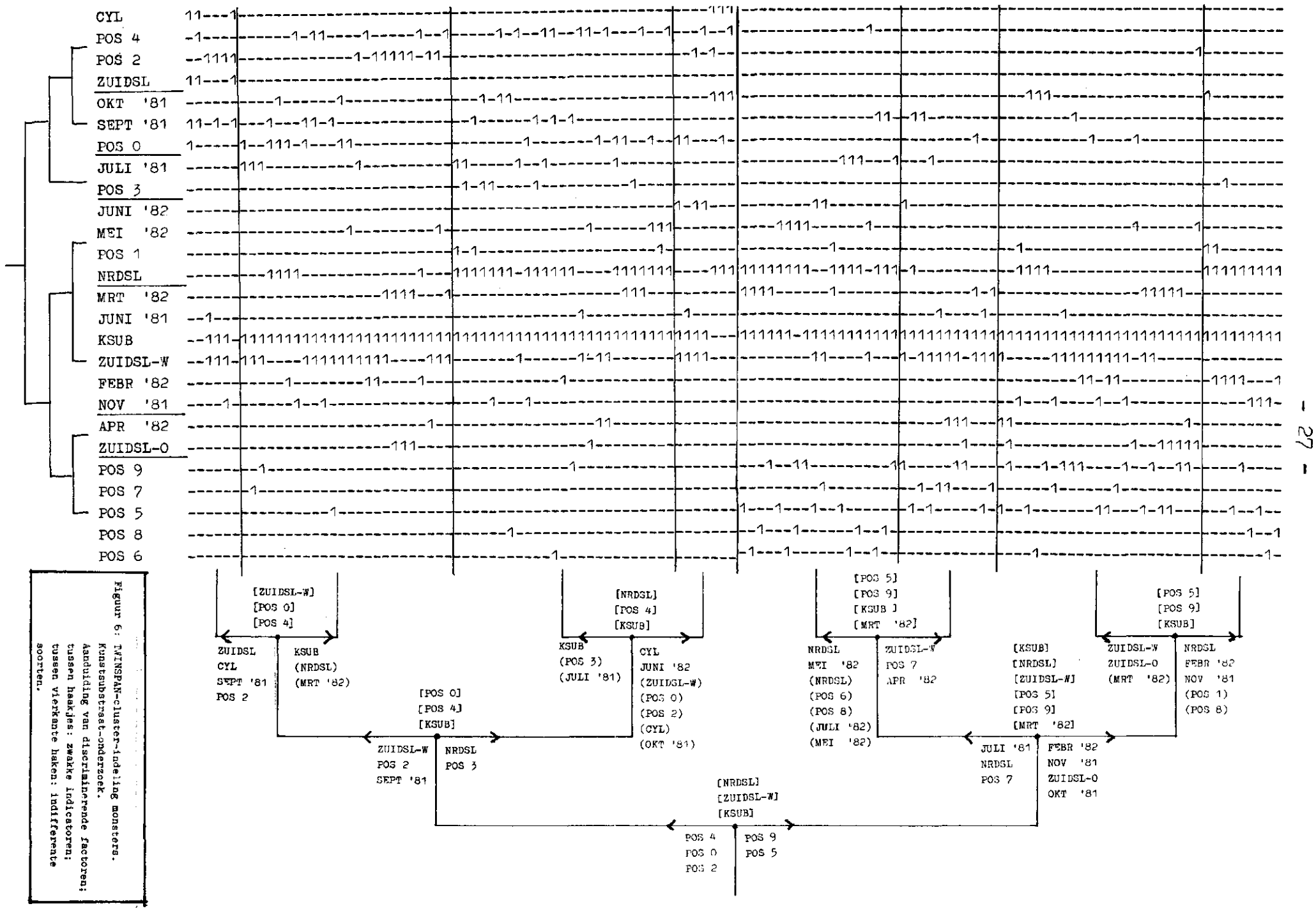
De monsters zijn met behulp van ORDIPRPL uitgezet in het vlak van de ordinatie-assen 1 en 2. Daarna zijn de monsters hierin op verschillende wijze gegroepeerd aangegeven. Van deze monstergroepen zijn met behulp van het programma ELLIPS 95%-betrouwbaarheids-ellipsen van het gemiddelde berekend. Op deze wijze kan het belang van de factoren monstersoort, plaats, positie en monsterperiode achterhaald worden.

4.3. Bespreking resultaten.

In figuur 6 is een TWINSPAN-clusterindeling gegeven. Hierbij zijn bij iedere deling van het dendrogram de discriminerende variabelen aangegeven, door het programma DISCRIM opgegeven. Deze variabelen komen sterk voor in één van beide helften van de opgedeelde groep. Tussen haakjes zijn de minder sterke discriminerende variabelen aangegeven. Bovendien zijn tussen vierkante haken indifferente variabelen opgegeven (variabelen die in beide helften van de opgedeelde groep in gelijke mate voorkomen).

Het blijkt dat de eerste deling in sterke mate wordt bepaald door het verschil in posities bovenin de sloot (posities 5 en 9 in dit geval) en posities nabij de bodem van de sloot (posities 0, 2 en 4). Het verschil in sloot (noordsloot/zuidsloot) of het verschil in monstertechniek (kunstsubstraat/cylinder) spelen bij deze deling geen rol. De invloed van de factor tijd is bij deze deling onduidelijk.

Bij de volgende delingen is het verschil tussen noord- en zuidsloot belangrijker: deze factoren worden vaak als discriminerend opgegeven. Het verschil in monstertechniek gaat pas bij de 3e en 4e deling een doorslaggevende rol spelen. Hierbij moet wel in gedachten worden gehouden, dat er relatief wei-



Figuur 6: TWINSPAN-cluster-indeling monsters. Kunstsubstraat-onderzoek.

Aanduiding van discriminerende factoren; tussen haakjes: zwakke indicatoren; tussen vierkante haken: indifferente soorten.

nig cylindermonsters genomen zijn. De structuur van het programma TWINSPAN is zodanig, dat er telkens delingen gemaakt worden, waarbij de groep in ongeveer twee gelijke helften wordt gesplitst.

De tijds- en positiefactoren worden bij de 3e en 4e delingen wel vaak genoemd, maar een eenduidigheid is hieruit niet te halen.

Bij beschouwing van de clusterindeling van de variabelen valt op dat één cluster alle posities bovenin de sloot bevat (posities 5 t/m 9), terwijl de posities nabij de bodem van de sloot zich bevinden aan de andere kant van het dendrogram, verspreid over 3 clusters. De twee monstertechnieken bevinden zich in twee, geheel verschillende clusters. De tijdsfactoren liggen verspreid over de clusters, evenals de plaatsfactoren.

Hieruit kan geconcludeerd worden dat met name het verschil in posities bovenin en onderin de sloot een belangrijke rol spelen bij de clustering.

Naast deze klassificatie is het ordinatieprogramma CANOCO gebruikt om meer inzicht te de rol van de verschillende variabelen te krijgen. De ordinatie-assen zijn hierbij in het licht van de variabelen gekozen. De monsters zijn uitgezet op de eerste en tweede ordinatie-as en daarna op verschillende wijzen gegroepeerd. De 95%-betrouwbaarheids-ellipsen van het gemiddelde van deze monstergroepen zijn in bijlage 5 gegeven.

In bijlage 5-1 zijn de monsters gegroepeerd naar monsterplaats (sloot). Opvallend hierbij is de grote betrouwbaarheidsellips van de zuidsloot. Oorzaak hiervan is het kleine aantal punten, nl. 3. Dit zijn de drie cylindermonsters in de zuidsloot, waarbij niet was aangegeven of het de oostelijke of de westelijke positie betrof. Het is onjuist om hieraan conclusies te verbinden. Verder bestaat er een duidelijke overlap (dus overeenkomst) tussen de twee plaatsen in de zuidsloot. De noordsloot scheidt zich duidelijk van de zuidsloot af. Vanwege dit verschil in plaats is in de volgende figuren van bijlage 5 dit onderscheid betrokken.

In bijlage 5-2 zijn de monsters gegroepeerd naar monstertechniek. Het blijkt dat op basis van de 95%-betrouwbaarheidsellipsen van het gemiddelde een verschil bestaat tussen

cylindermonsters en kunstsubstraatmonsters.

In bijlage 5-3 zijn de monsters naar positie bovenin en onderin de sloot gegroepeerd, voor beide sloten apart. Ook nu weer blijkt het verschil tussen deze twee positie groepen.

Om te onderzoeken of er geen andere verschillen in positie bestaan, zijn in bijlage 5-4 de monsters eveneens gegroepeerd naar positie, maar nu langs de oever (posities 0, 4, 5 en 9) en in het midden van de sloot (posities 1, 2, 3, 6, 7 en 8), en in bijlage 5-5 naar positie nabij de noordoever (0 en 5) en de zuidoever (4 en 9). In beide gevallen blijkt het onderscheid veel minder belangrijk te zijn dan het verschil in positie bovenin en onderin de sloot.

Tenslotte zijn in bijlage 5-6 de monsters gegroepeerd naar monsterperiode. Hierbij zijn enkele monsterperioden bij elkaar genomen. Aanvankelijk was dat niet gedaan, en toen bleek er bij de noordsloot een duidelijke tweedeling te ontstaan in de monsterperioden. Er ontstond een groep monsters, genomen in september 1981, april 1982 en juni 1982, en een groep monsters, genomen in oktober 1981, februari 1982 en maart 1982. Dit verschil is duidelijk in bijlage 5-6 weergegeven. Een dergelijk, minder duidelijk onderscheid is ook bij de zuidsloot aan te geven (bijlage 5-7).

In bijlage 5-8 is de rol van duplicatie aangegeven. De punten van de duplicaties zijn hierin ook weergegeven. Deze liggen voor een duplicatie (in drie-voud) telkens dicht bij elkaar. De drie soorten duplicaties verschillen volgens de 95%-betrouwbaarheidsellipsen van het gemiddelde echter niet van elkaar.

4.4. Conclusies.

- Op grond van macrofauna-bemonstering met gaasjes als kunstsubstraat is het verschil tussen twee kwalitatief verschillende sloten vast te stellen.
- Er is een duidelijk verschil tussen macrofauna die bemonsterd is met gaasjes, geplaatst nabij de bodem van een sloot, en die bemonsterd is met gaasjes, geplaatst bovenin een sloot.
- Andere verschillen in positie van de gaasjes in een sloot (zoals nabij de oever / in het midden, of nabij de noordoever / nabij de zuidoever) zijn niet belangrijk.

- Het lijkt voldoende om 2 à 3 maal per jaar met kunstsubstraten te bemonsteren om een goed beeld te krijgen van de bemonsterbare macrofauna.
- Er zijn te weinig monsters, anders dan met kunstsubstraten, genomen om een oordeel over de bemonsteringsmethode met kunstsubstraten als geheel te geven.
- Ordinatie-technieken zijn beter bruikbaar dan klassificatie-technieken om de invloed van verschillende factoren op bemonsterde macrofauna te onderzoeken.

5. MACROFAUNA-ECOTHEEK.

5.1. Inleiding.

Het doel van de macrofauna-ecotheek is ecologische gegevens van macrofaunasoorten in de computer op te slaan, zodanig dat van soorten bepaalde (combinaties van) gegevens opgevraagd kunnen worden. Om dit te verwezenlijken is gebruik gemaakt van het ORACLE-database systeem, dat op de VAX-computer van het RIN aanwezig is. Via een invoerscherm dat op de terminal kan worden opgeroepen, kunnen gegevens over soorten worden ingevoerd. Uiteraard kunnen via dit scherm de gegevens weer terug verkregen worden, maar het nadeel is dat slechts gegevens van één soort tegelijk op het scherm kunnen verschijnen. Met behulp van SQL-commando's (opdrachten die bij het ORACLE-systeem horen) kunnen van meer soorten gegevens en combinatie van gegevens opgevraagd worden.

Het oproepen en het invoeren van gegevens werkt via een soortcode. Paragraaf 5.2 gaat over het voorschrift voor het maken van de soortcodes. Paragraaf 5.3 gaat over het invoeren van gegevens, en paragraaf 5.4 over het opvragen van gegevens.

5.2. Soortenlijst en soortcodes.

Omdat het oproepen en het invoeren van gegevens over soorten werkt via een soortcode, moet een lijst aanwezig zijn van alle in Nederland (te verwachten) aan te treffen macrofaunasoorten plus hun codes. Een eerste belangrijke aanzet tot een macrofaunalijst was al gemaakt en op een file ingetypt. Deze lijst is gecontroleerd en aangevuld met de soortenlijst in Fauna Neerlandica (Mol, 19).

Het voorschrift voor het maken van soortcodes is als volgt: De code bestaat uit 8 tekens, dit kunnen hoofdletters of spaties zijn. De code is gekoppeld aan de taxonomische eenheid:

- Voor phylum, klasse en orde worden de eerste 8 letters (indien aanwezig) gebruikt.
- Voor familie worden de eerste 6 letters met het achtervoegsel AE gebruikt.
- Voor geslacht worden de eerste 6 letters met het achtervoegsel SP gebruikt.
- Voor soort worden de eerste 4 letters van de geslachts-

naam gebruikt, gevolgd door de eerste 4 letters van de soortsnaam.

- Voor ondersoorten, variëteiten en forma worden de laatste twee letters van de afkorting van de soortsnaam vervangen door de eerste twee letters van de toevoeging.
- Voor groep wordt in plaats van de eerste 4 letters van de soortsnaam gebruikt: de letter G, gevolgd door de eerste 3 letters van de groepsnaam.
- Voor agg. wordt de laatste letter van de afkorting van de soortsnaam vervangen door een A.

Toevoegingen over het stadium kunnen gemaakt worden door de laatste letter van de afkorting te vervangen door een L, P, N, J, E, R of K voor resp. larve, pop, nymph, juveniel, exuvium, ruststadium en kolonie.

In een aantal gevallen leidt het gebruik van bovenstaande regels voor de afkortingen tot doublures. Treedt een doublure op, dan dienen alle gevallen met de betreffende afkorting te worden vervangen door de eerste 2 letters van de bedoelde letterkombinatie, gevolgd door de eerste 2 letters van de eerste lettergreep die verschillend is.

Voor het maken van de codes is het programma KORTAF geschreven. Dit programma geeft de eerste 4 letters van de soorts- en geslachtsnaam. Om te controleren of er doublures optreden is het programma DUBBEL geschreven. Dit programma selecteert eerst doublures in de eerste 4 letters. Indien nodig zijn er bijzondere afkortingen gemaakt, volgens bovenstaande regeld. Met behulp van het BIZONDER is een lijst verkregen van bijzondere afkortingen. De genusnamen - de eerste 4 letters - waarbij doublures gaan optreden, en waarvan dus bijzondere afkortingen gemaakt moeten worden zijn gegeven in bijlage 7.

Na talloze verbeteringen en aanpassingen is een soortenlijst gemaakt met bijbehorende codes. Vanwege de lengte (ruim 2700 soorten) is de lijst niet in dit verslag opgenomen. Het is wel aan te vragen bij P.F.M. Verdonschot, RIN, Leersum.

5.3. Invoeren van gegevens.

Per soort kan één schema van een soort op de terminal opgeroepen worden, waarop gegevens kunnen worden ingevoerd.

Er moet ingelogd worden met het commando:

$ IAP naam username/password

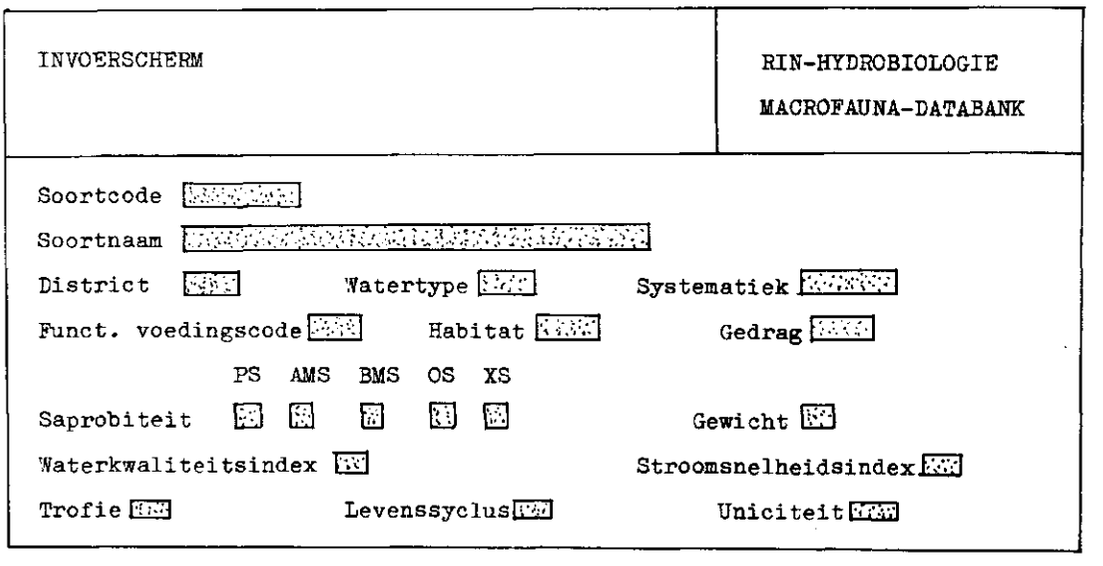
De lay-out van het schema is in figuur 7 gegeven. Hierop kunnen de volgende ecologische gegevens worden ingevoerd:

- functionele groep (voedingswijze),
- habitat,
- gedrag,
- hydrobiologisch district,
- watertype,
- saprobiteit (waarden saprobiteitsklassen, saprobi-index en gewicht),
- trofiegraad,
- kwaliteitsindex,
- stroomsnelheidsindex,
- levenscyclus,
- uniciteit.

De waarden die voor deze ecologische gegevens kunnen worden ingevoerd zijn vastgestelde codes, meestal enkele hoofdletters of cijfers.

Een uitgebreide handleiding voor het invoeren van gegevens via het scherm zal hier niet gegeven worden, wel echter de hoofdzaken.

Het invullen van een Field (gestippeld vlakje in fig. 7)



Figuur 7. Indeling van het scherm voor de macrofauna-ecotheek.

gebeurt met het gewone toetsenbord. Allerlei handelingen om te zorgen dat de gegevens op de juiste plaats op het scherm komen gebeurt met behulp van het keypad, rechts van het toetsenbord. De belangrijkste handelingen zijn:

- Het oproepen van het schema van een bepaalde soort. Hiervoor eerst <enter query> intypen, dan de bedoelde soortscode, en dan <execute query>.
- Verspringen naar een volgend Field op het scherm. Hiervoor zijn drie mogelijkheden: <return>, <tab> en <field>.
- Verplaatsen van de cursor over de Fields, zonder het ingevulde te veranderen gebeurt met de pijltjes van het keypad.
- Wijzigingen aanbrengen. In het Field wordt altijd overschreven: wat er stond wordt vervangen door wat er wordt ingetypt. Invoeren van spaties haalt dus de tekst weg. Het schrappen van een heel Field kan gebeuren met de toets <clear field>.

Als wijzigingen zijn aangebracht moet vóór het uitloggen (met ^Z of <exit>) het commando <commit> gegeven worden, dat ervoor zorgt dat de aangebrachte wijzigingen worden doorgevoerd naar de ORACLE-tabellen, waarin alle gegevens opgeslagen staan. Anders is al het werk voor niks geweest.

5.4. Opvragen gegevens met SQL-commando's.

Het opvragen van gegevens gebeurt met SQL-commando's. Hiervoor moet eerst ingelogd worden in ORACLE met het commando:

```
$ UFI username/password
```

Hierna verschijnt op het scherm:

```
>UFI
```

waarna de commando's kunnen worden ingetypt. Het belangrijkste commando in dit verband is het commando SELECT. Hieraan kunnen allerlei opties toegevoegd worden, zoals FROM..., WHERE..., HAVING..., die aangeven welke gegevens geselecteerd moeten worden, van welke tabellen en met welke eigenschappen en onder welke voorwaarden. Ook kunnen opties worden toegevoegd die voorschriften geven voor de uitvoer van de gevraagde gegevens. Voor een verdere handleiding wordt verwezen naar de uitgebreide ORACLE-manual.

LITERATUUR.

BRAAK, C.J.F. ter (1982): DISCRIM - A modification of TWINSPAN (Hill, 1979) to construct simple discriminant functions and to classify attributes, given a hierarchical classification of samples.

BRAAK, C.J.F. ter (1985): Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis.

GAUCH, H.G. (1982): Multivariate analysis in community ecology.

HILL, M.O. (1979a): DECORANA - A FORTRAN program for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging.

HILL, M.O. (1979b): TWINSPAN - A FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes.

MOL, A.W.M. (1984): Limnofauna neerlandica: een lijst van meercellige ongewervelde dieren aangetroffen in binnenwateren van Nederland.

PRESTON, F.W. (1962): The canonical distribution of commonness and rarity: part 1. In: Ecology, vol. 43: 185-215.

RUIGROK, T. (1983): Macrofaunagemeenschappen in laaglandbeken. Basisrapport project E.K.O.O. nr. 9.

SOKAL, R.R. and F.J. Rohlf (1969): Biometry. The principles and practice of statistics in biological research.

TOLKAMP, H.H. (1980): Organism-substrate relationships in lowlandstreams.

VERDONSCHOT, P.F.M. (1983): Ecologische karakterisering van oppervlaktewater in Overijssel. In: H2O (16) nr 25: 574-579.

WATERSCHAP REGGE EN DINKEL (1983?): Verslag over het jaar 1982 van de technologische dienst.

BIJLAGE 1: OVERZICHT VAN ALLE GEBRUIKTE PROGRAMMA'S

Programma	Auteur	Korte omschrijving werking
BIJZONDER	R. Torenbeek	Zoeken van bijzondere afkortingen in een lijst
CANOCO	C.J.F. ter Braak	Canonische correspondentie analyse
DECORANA	M.O. Hill	Ordinatie volgens 'detrended correspondence analysis'
DIATAB	C. Looman	Uitzetten van soort abundanties tegen ordinatieas
DISCRIM	C.J.F. ter Braak	Klassificatie van milieuparameters bij een gegeven monster-klassificatie
DUBBEL	R. Torenbeek	Zoeken van doublures in een codelijst
ELLIPS	R. Torenbeek	Berekenen van betrouwbaarheids-ellipsen
FLEXCLUS	O. van Tongeren	Flexibel clusterprogramma, niet-hierarchiesch
KORTAF	P.F.M. Verdonschot	Maken van afkortingen van geslachts- en soortsnamen
ORDIPRPL	O. van Tongeren	Uitzetten van soorten of monsters tegen twee ordinatie-assen
SHAKE	O. van Tongeren	Omzetten van transposed file naar standard file, of omgekeerd
TELLIJST	J. Buys	Maken van tellijsten uit een condensed file
TWINSPAN	M.O. Hill	Hierarchische klassificatie
VERGELIJK	R. Torenbeek	Maken van een samengestelde lijst uit 5 lijsten met indicatorsoorten

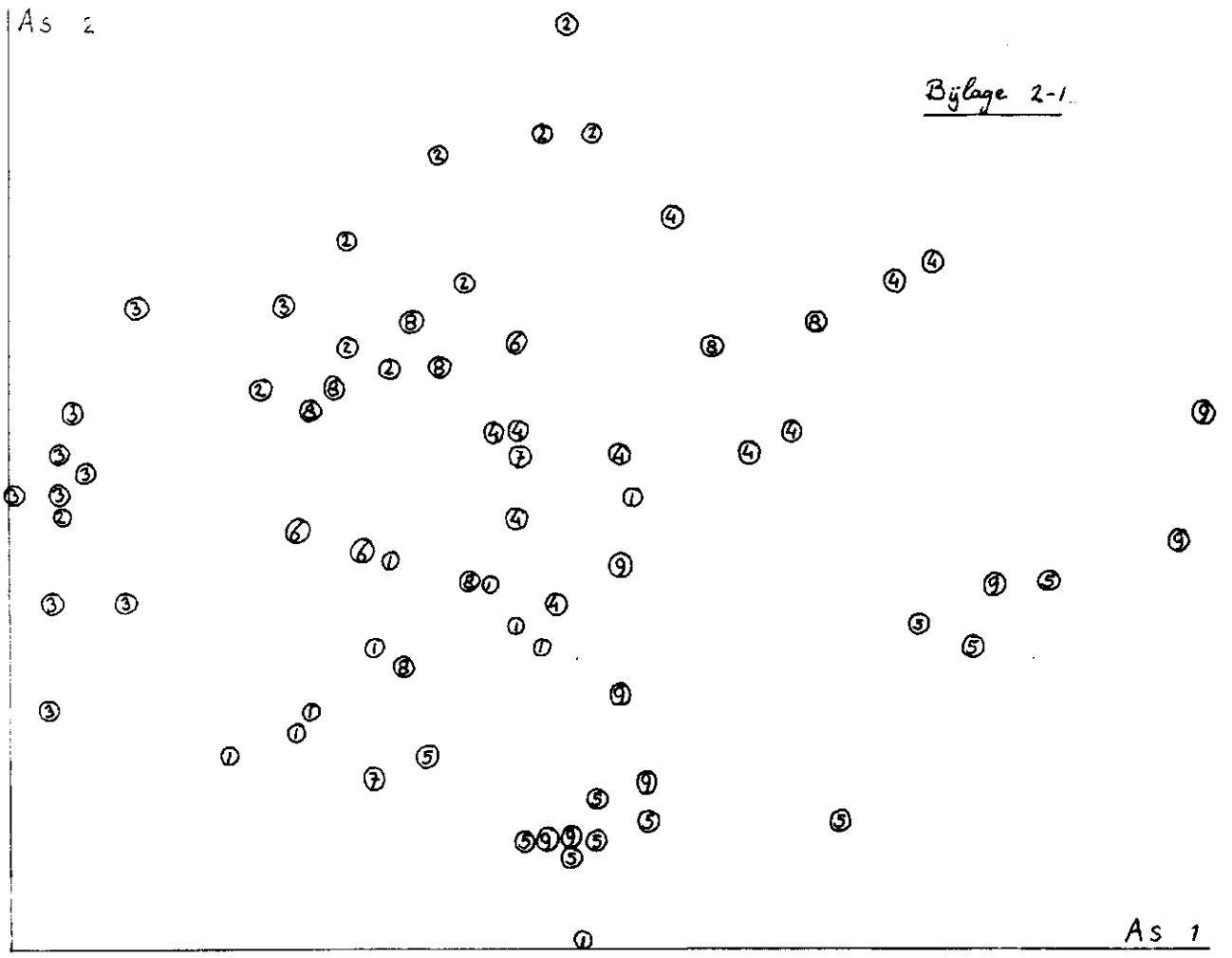
BIJLAGE 2: MONSTERGROEPEN, UITGEZET OP TWEE ORDINATIE-ASSEN

2-1: Groepering naar monsterplaats; assen 1 en 2,
2-2: Groepering naar monsterplaats; assen 2 en 3,
2-3: Groepering naar monsterplaats; assen 3 en 4.

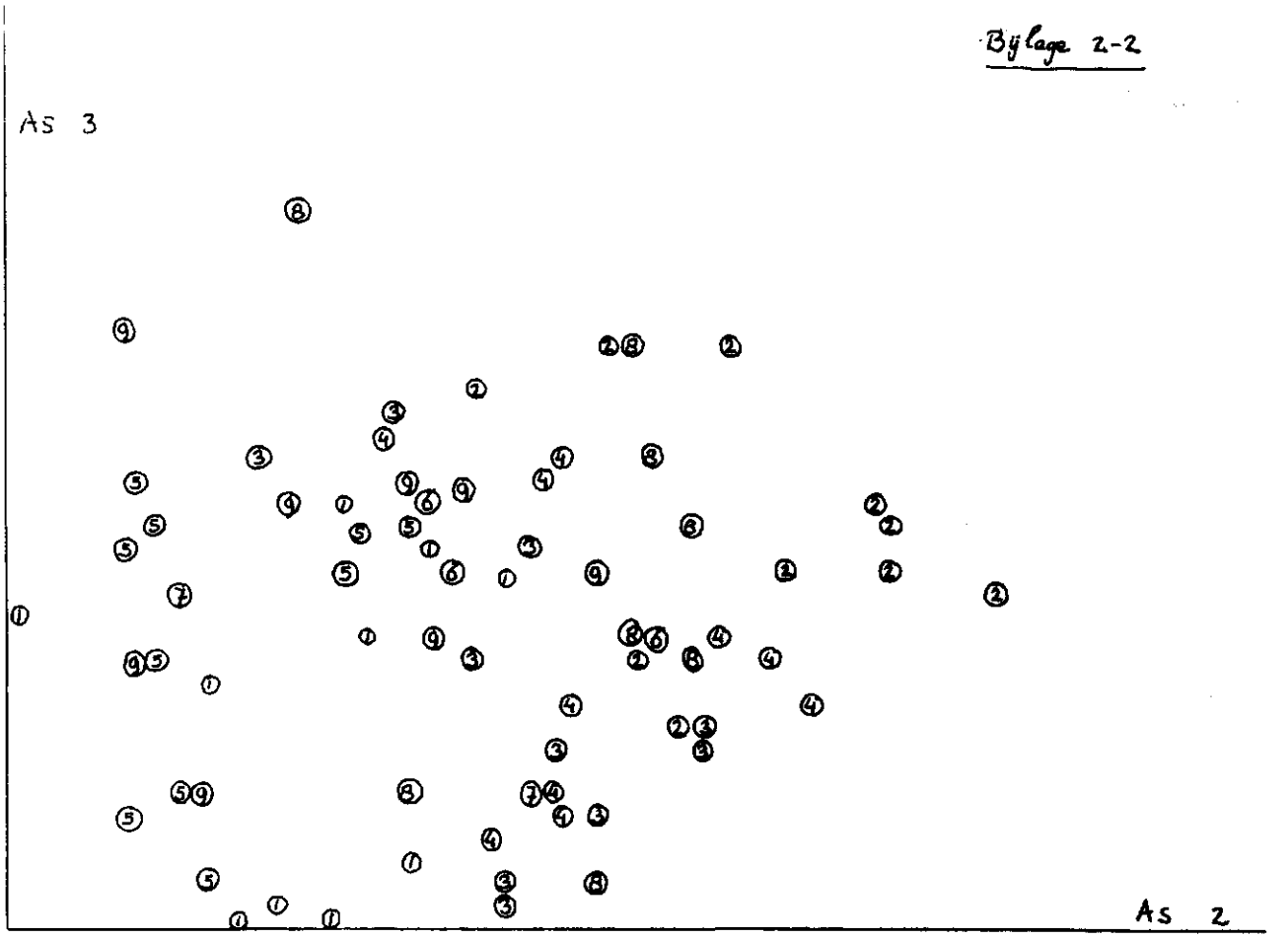
Nummering monstergroepen:
1 = BOLSCH
2 = DEURIN
3 = BORNWL
4 = GAMMEL
5 = BORNBE
6 = HOLLGR
7 = BOVREG
8 = MARKGR
9 = OMLOOP

2-4: Groepering naar monsterperiode; assen 1 en 2,
2-5: Groepering naar monsterperiode; assen 2 en 3,
2-6: Groepering naar monsterperiode; assen 3 en 4.

Nummering monstergroepen:
1 = febr/mrt '82 +
mrt '83,
2 = mei '82 +
apr/ mei '84,
3 = aug '82 +
juli/aug '83,
4 = sept '84,
5 = okt/ nov '81 +
nov '82 +
nov '83.

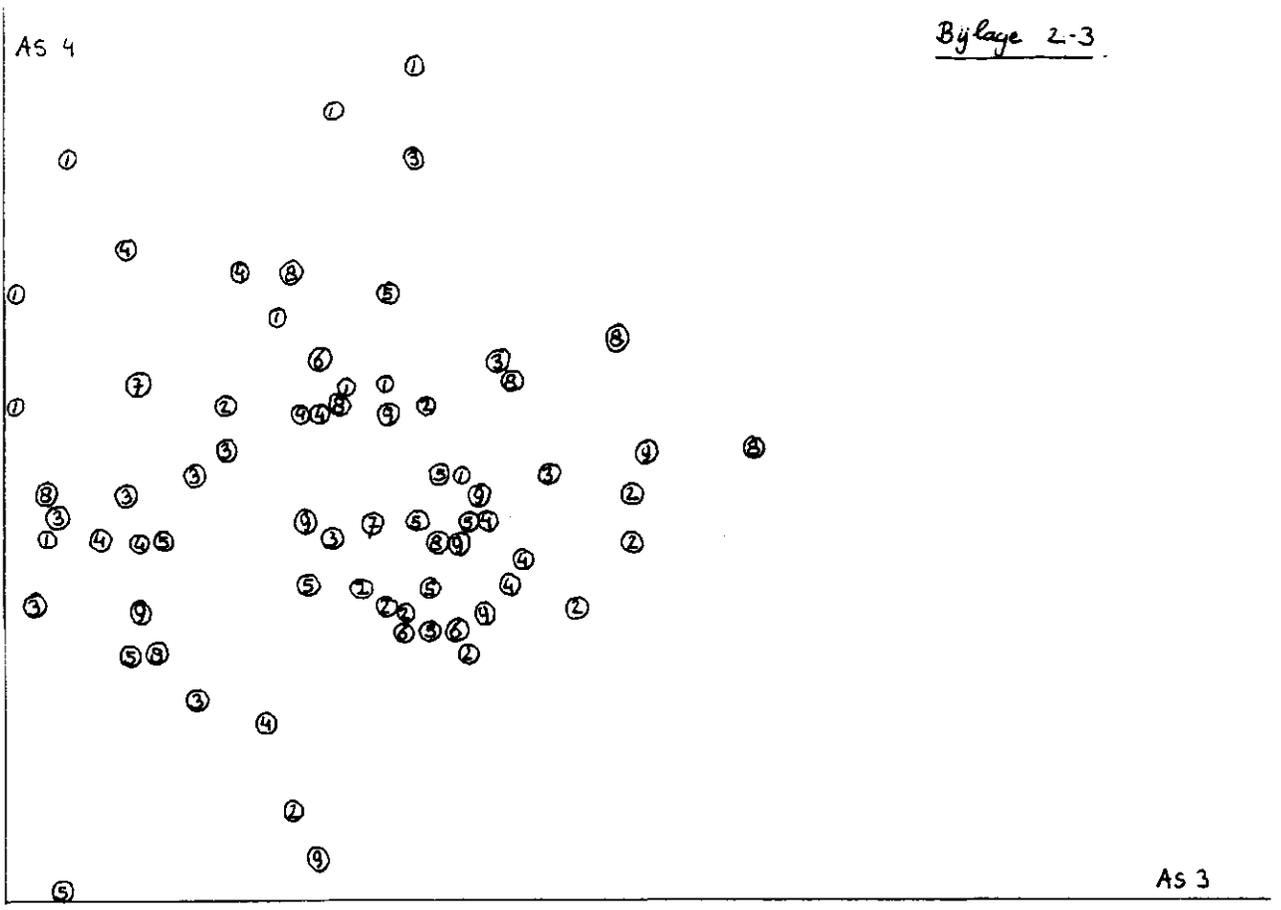


Bÿlage 2-1

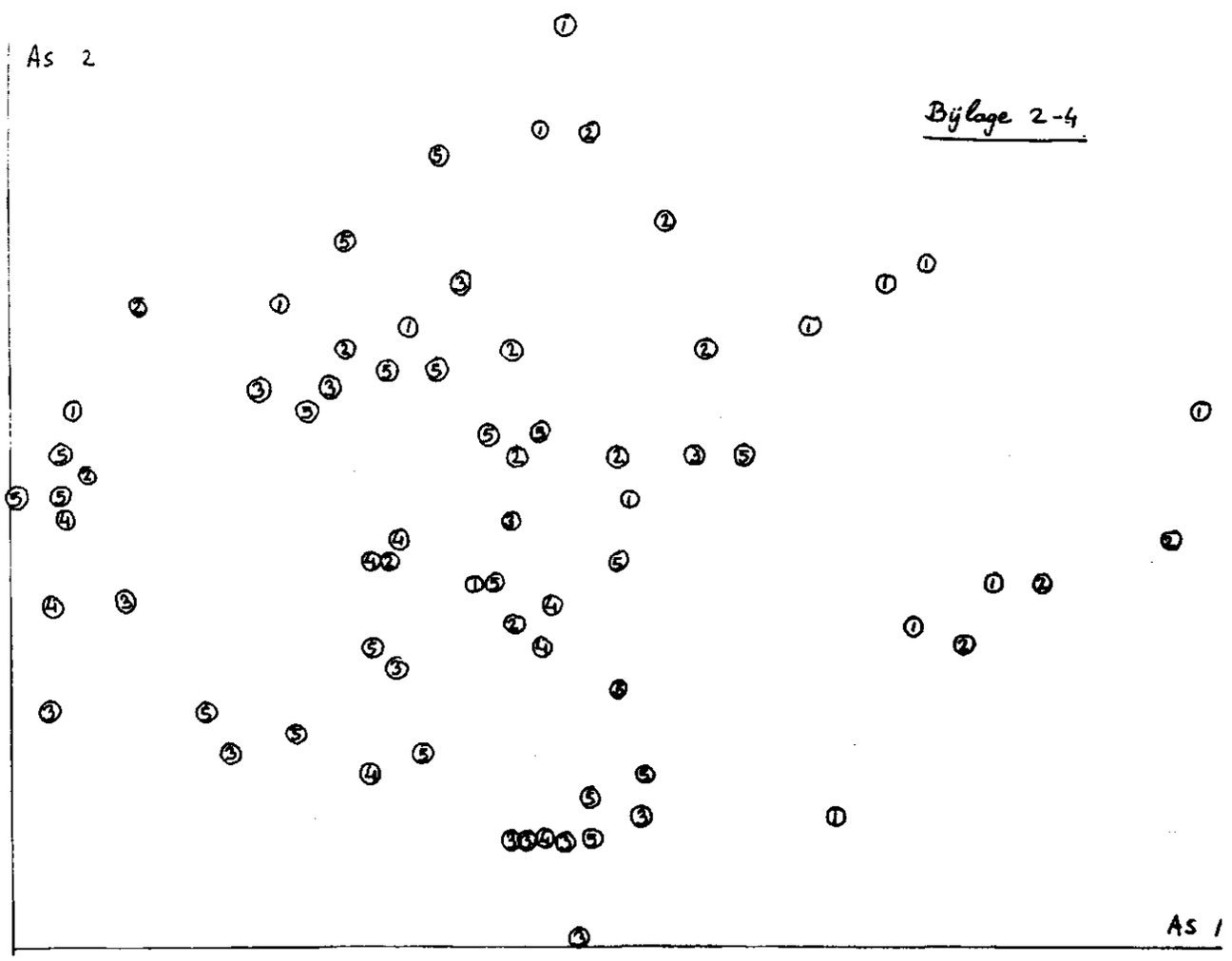


Bylage 2-2

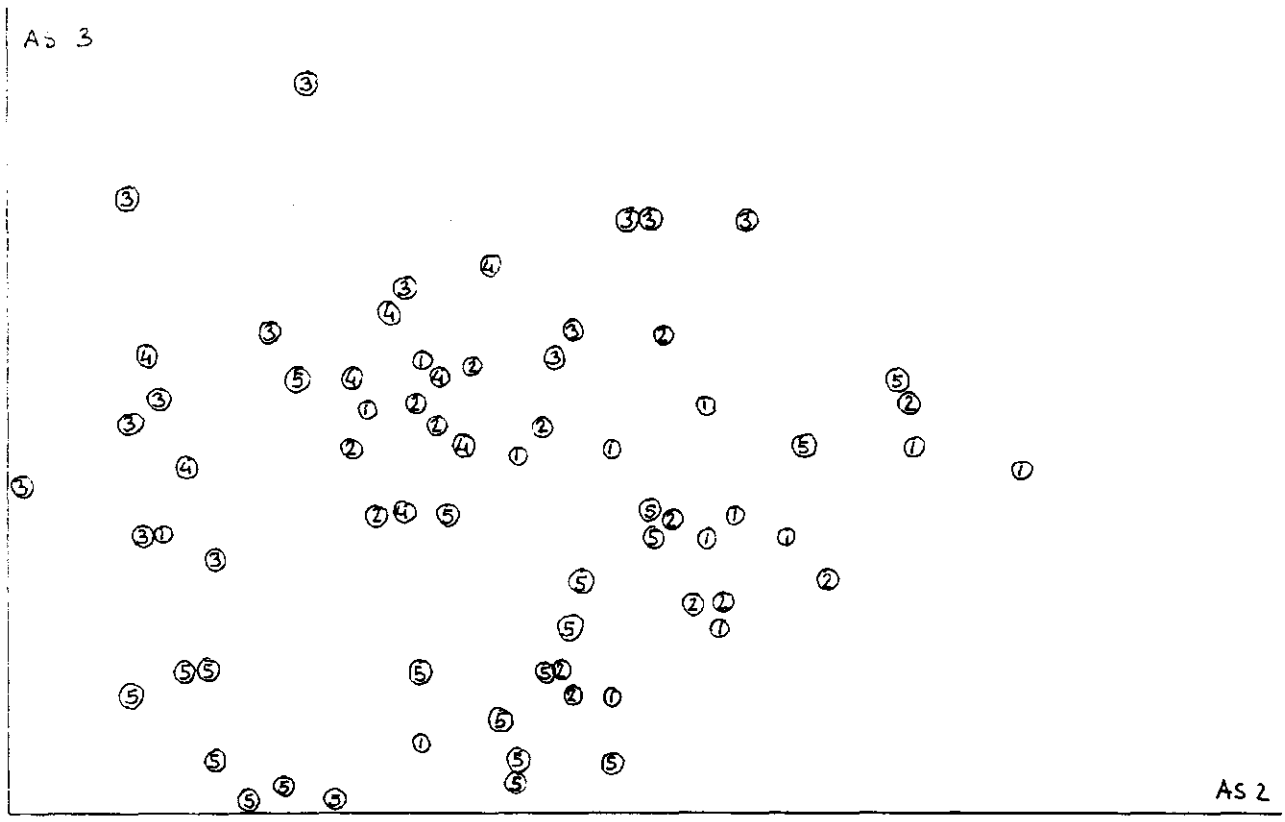
Bijlage 2-3



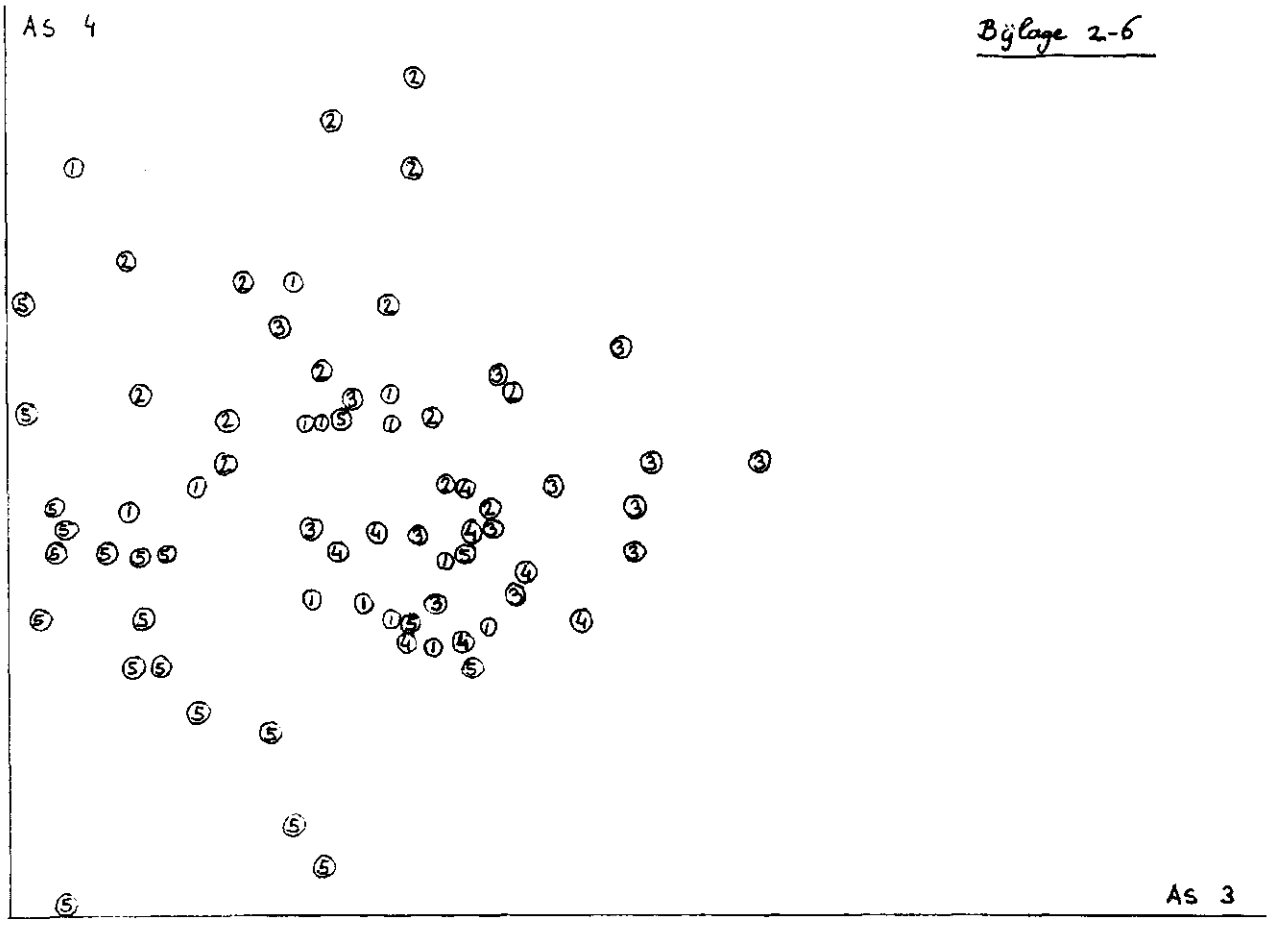
Bijlage 2-4



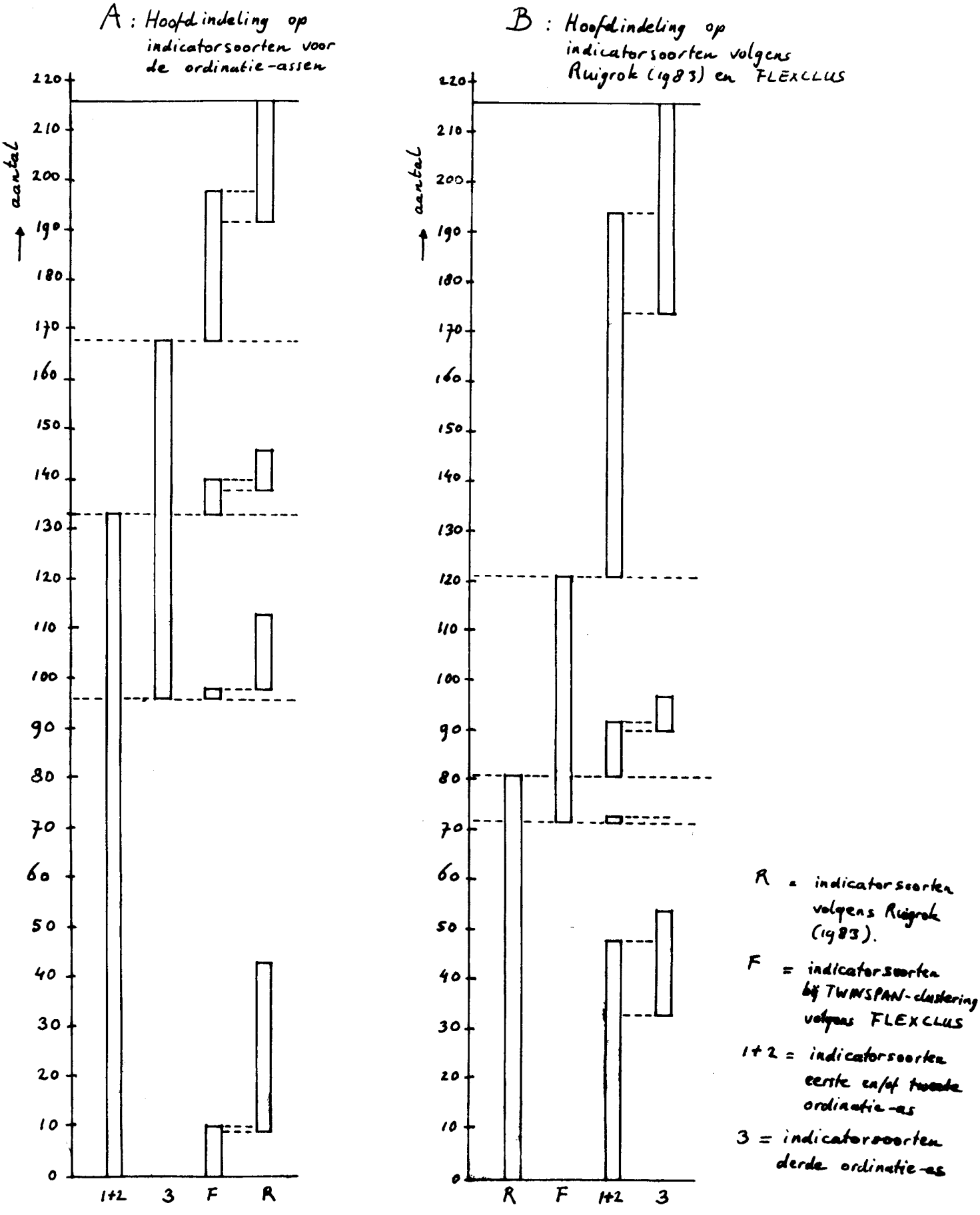
Bylage 2-5



Bylage 2-6

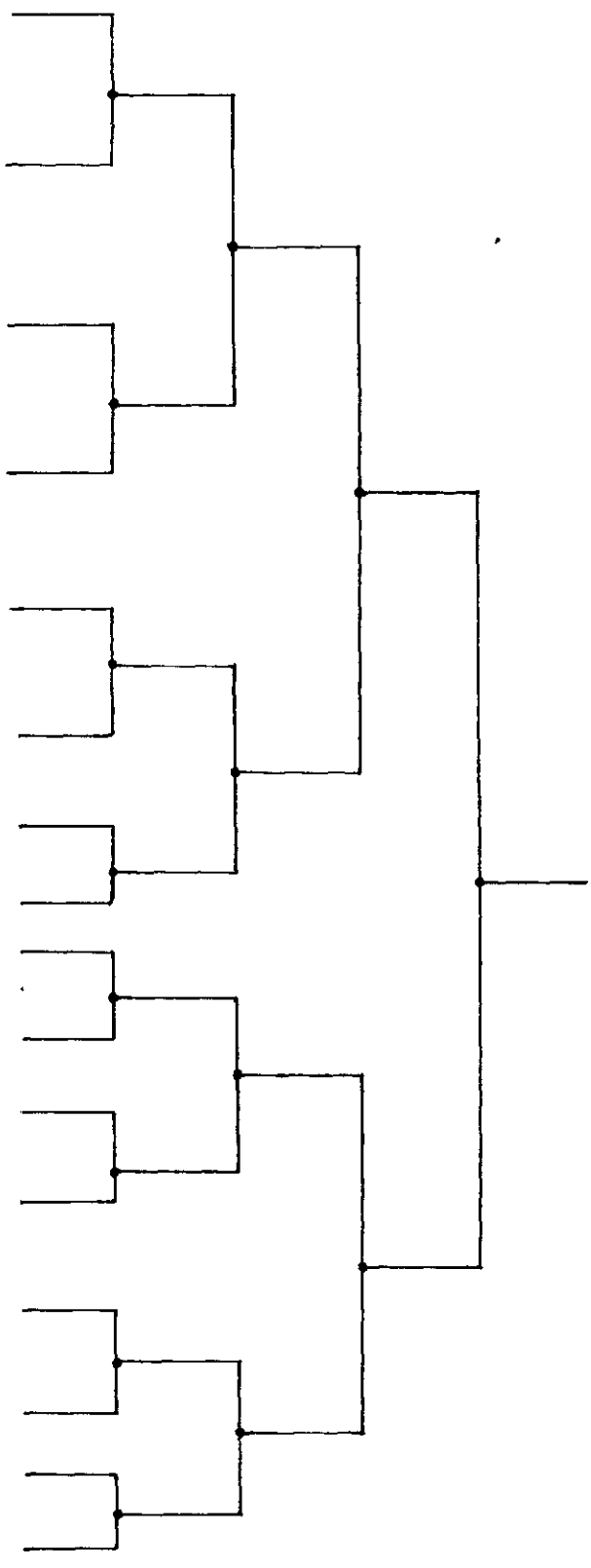


BIJLAGE 3: VERGELIJKING INDICATORSOORTEN



BIJLAGE 4: CLUSTER-INDELING MONSTERS TIJDREEKS-ONDERZOEK

	HOLLGR	BORNWL	DEURIN	MARKGR	BOLSCH	BOVREG	BORNBE	OMLOOP	GAMMEL
DEURIN 10			x						
HOLLGR 3	x								
HOLLGR 2	x								
BORNWL 5		x							
BORNWL 4		x							
BORNWL 6		x							
BORNWL 3		x							
BORNWL 1		x							
BORNWL 9		x							
BORNWL 10		x							
BORNWL 7		x							
BORNWL 8		x							
DEURIN 5			x						
DEURIN 1			x						
DEURIN 4			x						
DEURIN 8			x						
DEURIN 7			x						
HOLLGR 1	x								
DEURIN 9			x						
BORNWL 2		x							
MARKGR 8				x					
MARKGR 5				x					
MARKGR 6				x					
MARKGR 4				x					
GAMMEL 8									x
BOVREG 2						x			
BOLSCH 1					x				
BOLSCH 5					x				
BOLSCH 4					x				
BOLSCH 7					x				
OMLOOP 4								x	
BOVREG 1						x			
BOLSCH 8					x				
BOLSCH 9					x				
BOLSCH 6					x				
BOLSCH 3					x				
GAMMEL 10									x
OMLOOP 7								x	
BORNBE 10							x		
BORNBE 7							x		
MARKGR 7				x					
BOLSCH 10					x				
OMLOOP 1								x	
BORNBE 1							x		
MARKGR 1				x					
BORNBE 5							x		
BORNBE 4							x		
BORNBE 8							x		
OMLOOP 5								x	
BORNBE 9							x		
BORNBE 6							x		
OMLOOP 8								x	
BORNBE 2							x		
OMLOOP 2								x	
OMLOOP 6								x	
OMLOOP 3								x	
BORNBE 3							x		
GAMMEL 4									x
GAMMEL 6									x
GAMMEL 1									x
GAMMEL 5									x
GAMMEL 7									x
GAMMEL 2									x
GAMMEL 3									x
BOLSCH 2					x				
GAMMEL 9									x
MARKGR 3				x					
MARKGR 2				x					
DEURIN 2			x						
DEURIN 3			x						
DEURIN 6			x						

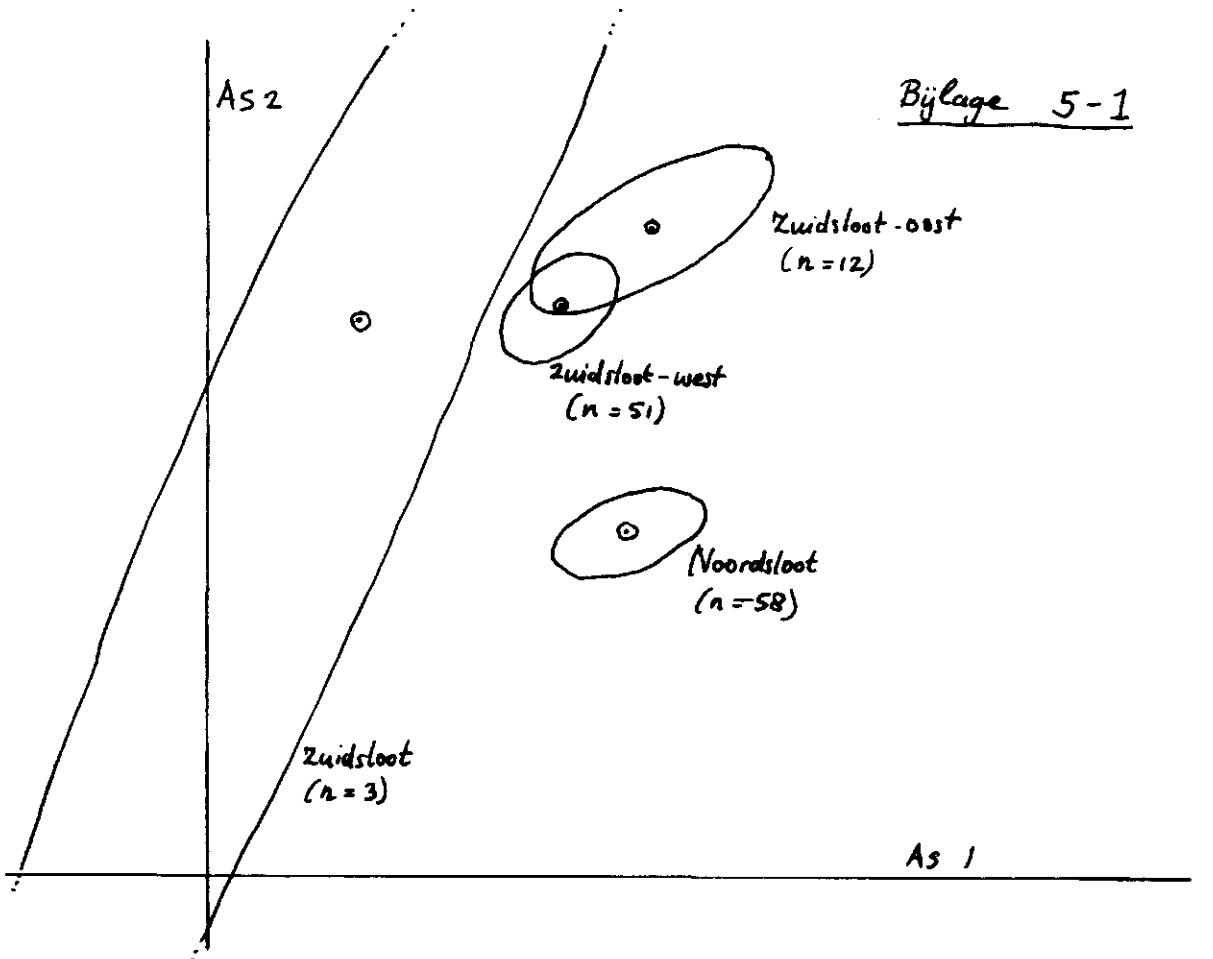


BIJLAGE 5: 95%-BETROUWBAARHEIDS-ELLIPSEN VAN HET GEMIDDELDE

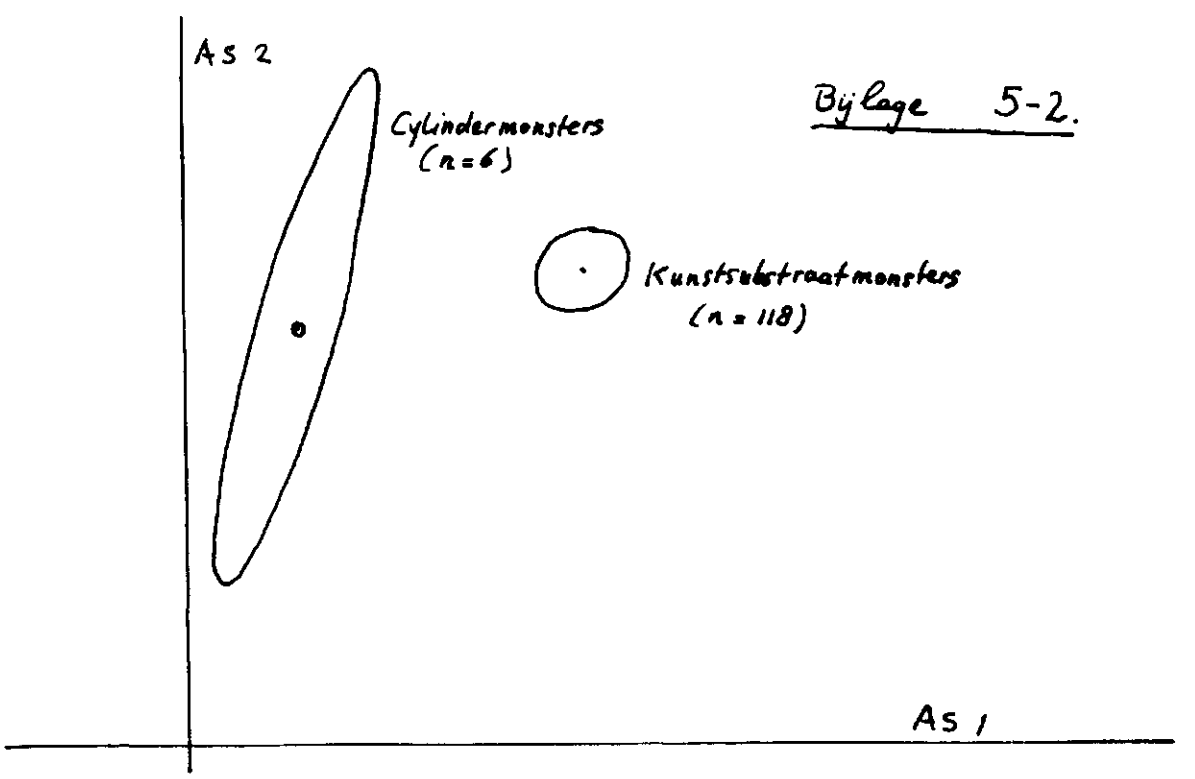
Kunstsubstraat-onderzoek.
Monsters uitgezet op ordinatie-assen 1 en 2.

5-1: gegroepeerd naar monsterplaats,
5-2: gegroepeerd naar monstermethode,
5-3: gegroepeerd naar posities bovenin en onderin de sloot,
5-4: gegroepeerd naar posities middenin en langs de oevers,
5-5: gegroepeerd naar posities langs noordoever en zuidoever,
5-6: gegroepeerd naar monsterperiode; noordsloot,
5-7: gegroepeerd naar monsterperiode; zuidsloot-west,
5-8: duplecatie positie 2, 3 en 5.

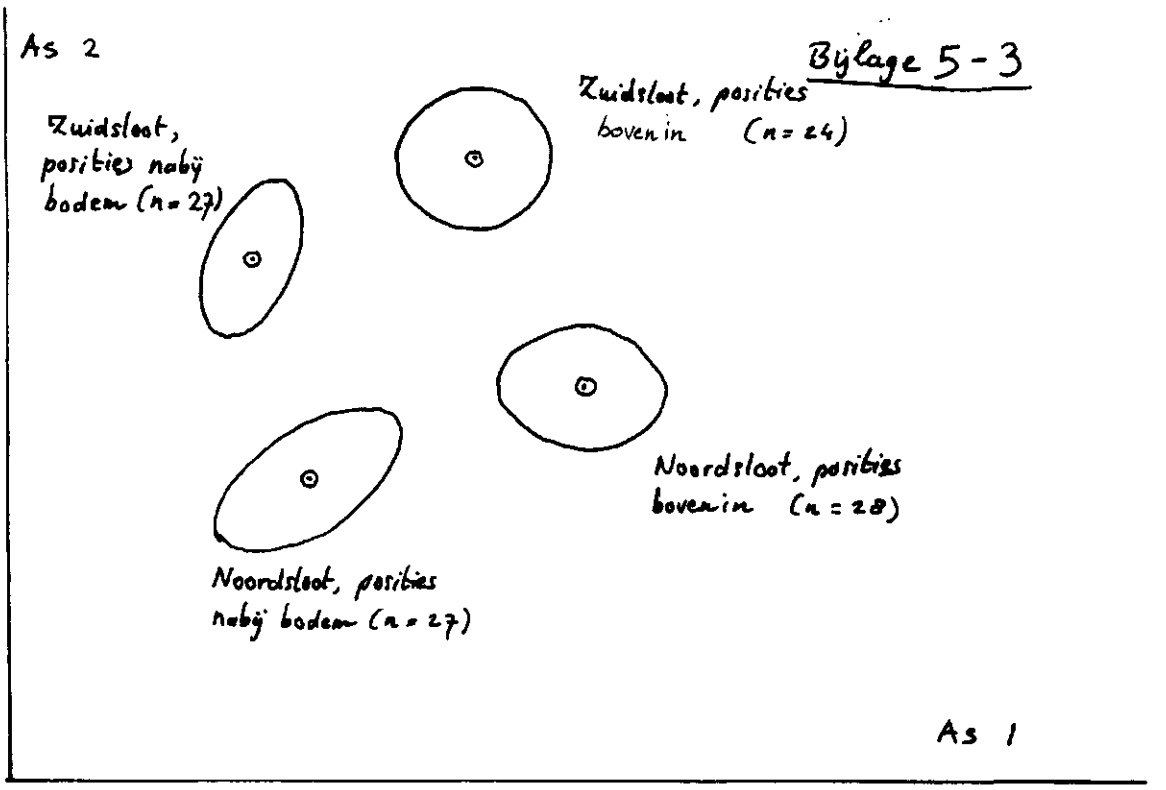
Bijlage 5-1



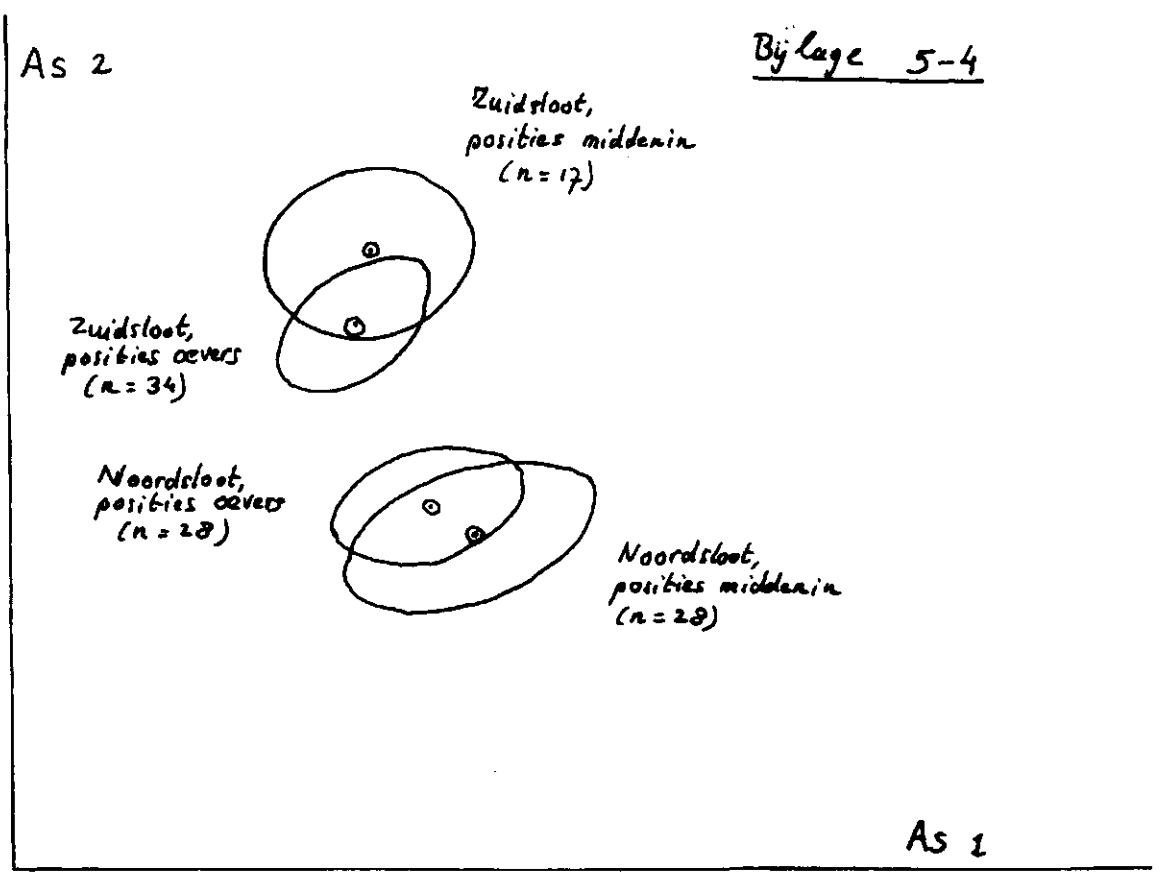
Bijlage 5-2.



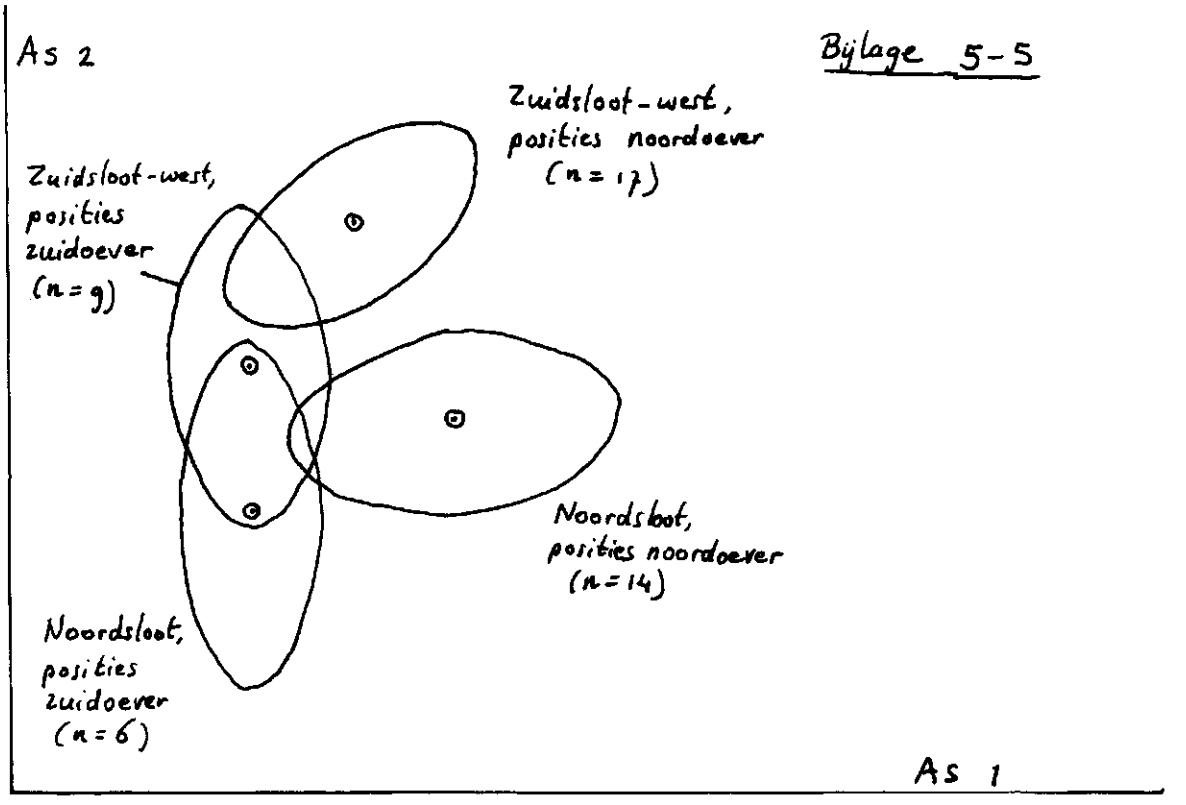
Bijlage 5-3



Bijlage 5-4

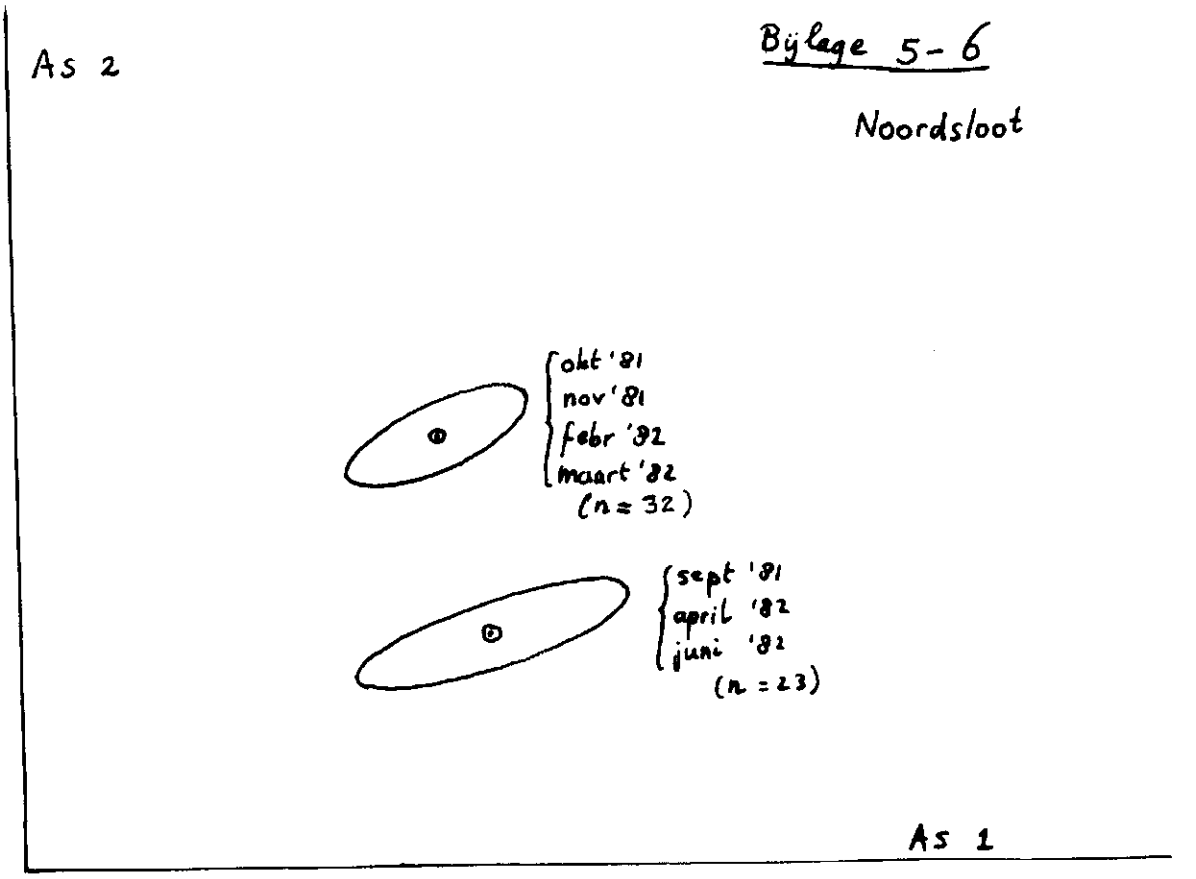


Bijlage 5-5



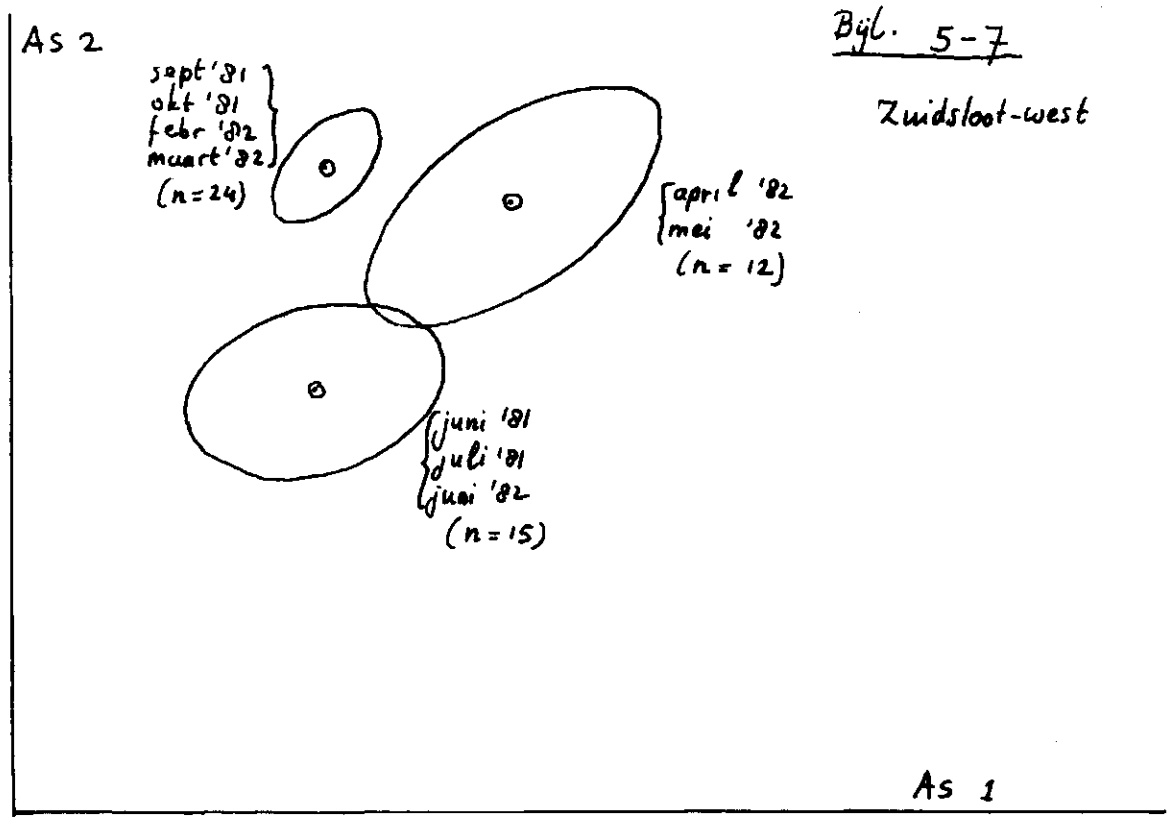
Bijlage 5-6

Noordsloot

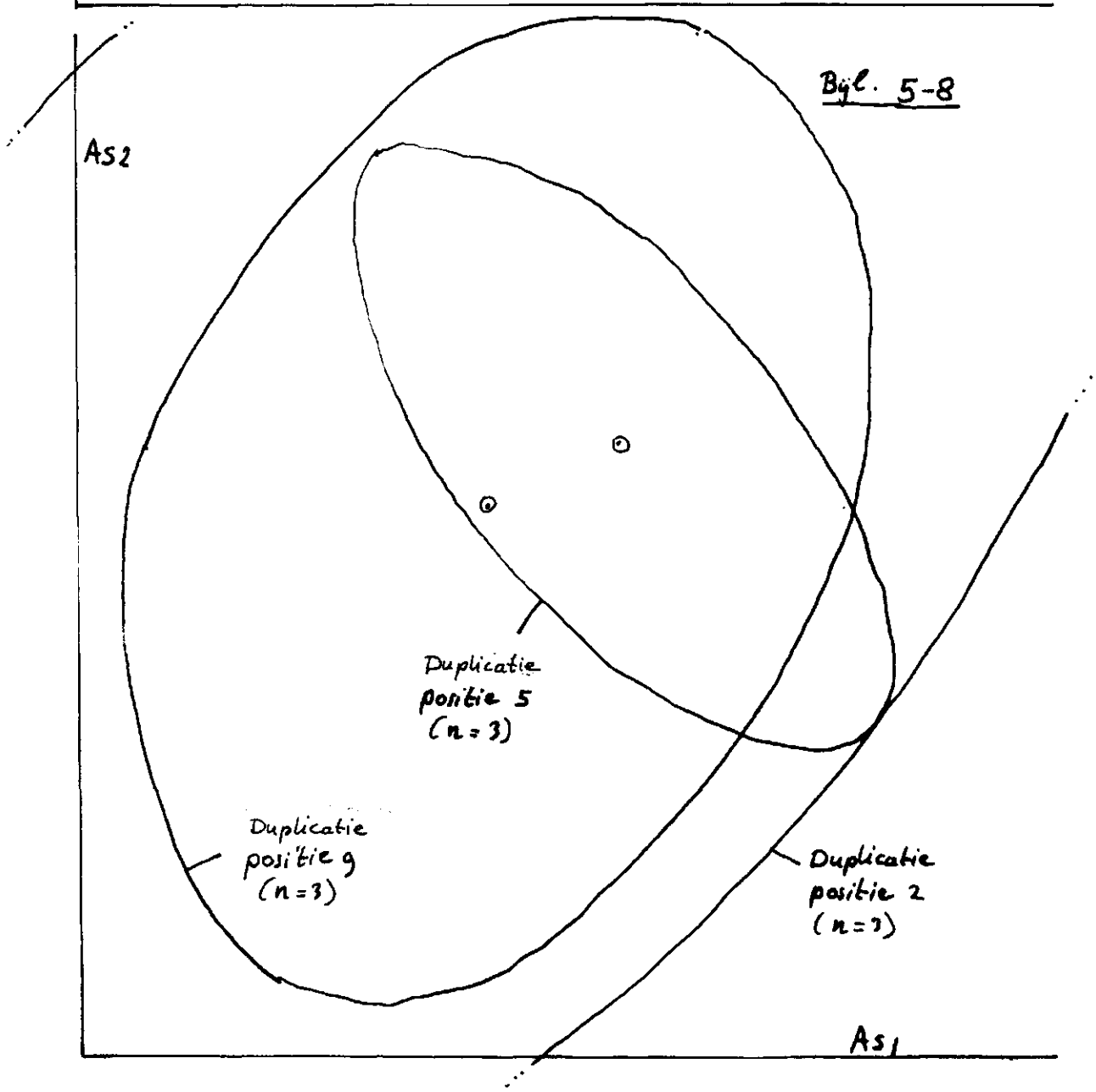


Bijl. 5-7

Zuidsloot-west



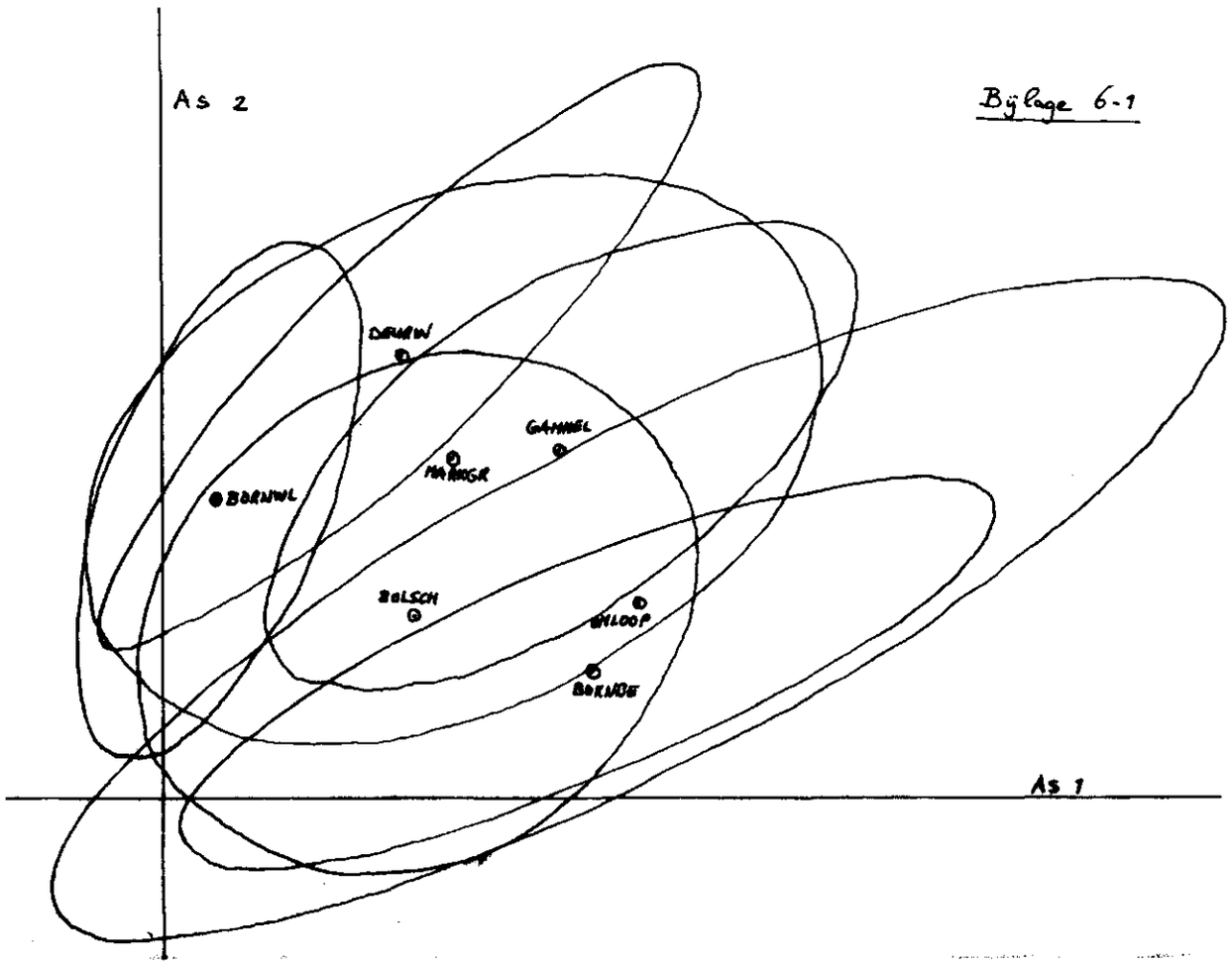
Bijl. 5-8



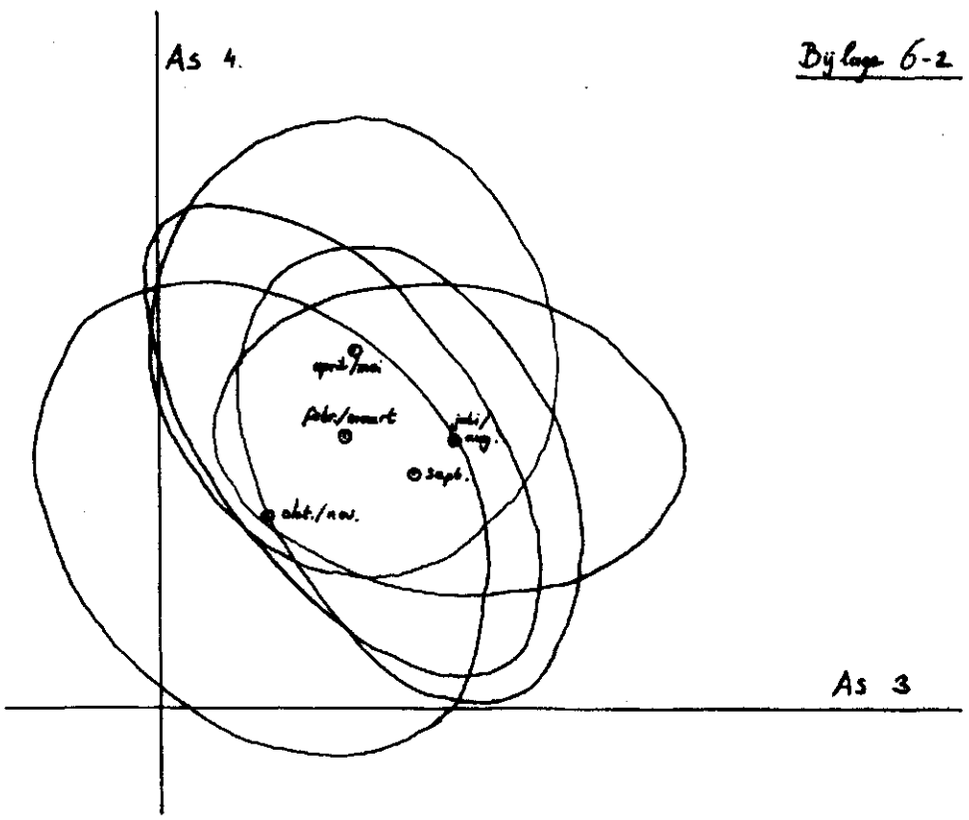
BIJLAGE 6: BETROUWBAARHEIDS-ELLIPSEN OM 95% VAN ALLE PUNTEN.

Tijdreeks-onderzoek.

6-1: Monsters gegroepeerd naar monsterplaats; assen 1 en 2,
6-2: Monsters gegroepeerd naar monsterperiode; assen 3 en 4.



Bijlage 6-1



Bijlage 6-2

Hoort bij: Torenbeek, R. (1985): Verwerking van twee macrofauna-onderzoeken, het tijdreeks- en kunstsubstraat-onderzoek, en het maken van een macrofaunasoorten-codelijst ten behoeve van een macrofauna-ecotheek. RIN, LH.

BIJLAGE 7: LIJST VAN GENUSNAMEN - DE EERSTE VIER LETTERS - DIE OP BIJZONDERE WIJZE MOETEN WORDEN AFGEKORT.

AMPH	ENCH	ILYO	MONO	PLAT	SPHA
ARCT	EPHE	LACC	NEMO	POLY	STEM
AULO	GLOS	LASI	NEOL	POTA	STEN
BRAC	GLYP	LAUT	NEUR	PRIO	STIC
BRAN	GRAP	LEPT	OCHT	PROC	STYL
CAMP	HABR	LEUC	ODON	PROT	SYMP
CHAE	HAEM	LIMN	OLIG	PSEC	TANY
CHRY	HELI	LITH	ORTH	PSEU	TELM
COEL	HELO	LUMB	ORTR	PSYC	THIE
CORD	HEMI	MACR	PALA	RHEO	TRIC
CRYP	HETE	MESO	PANI	RHYA	TRIS
DERO	HYDA	METR	PARA	SERI	UNIO
DICR	HYDR	MICR	PION	SIPH	XENO
DOLI	HYGR	MIDE	PLAN	SPER	ZAVR