

VERSLAGEN EN TECHNISCHE GEGEVENS

Instituut voor Taxonomische Zoologie (Zoologisch Museum)

Universiteit van Amsterdam

No 46

DE OEKOLOGIE VAN NEDERLANDSE WATERKEVERS

(een literatuuronderzoek)

OTTO BRINKKEMPER

1986

SAMENVATTING

In deze scriptie is getracht gegevens over Nederlandse waterkevers, zoals deze vermeld staan in een vijftal rapporten, te bewerken met behulp van een aantal similariteitsberekeningen. Het doel hiervan was te onderzoeken of er binnen de groep kevers bepaalde duidelijke oecologische groepen te onderscheiden zijn. Hierbij is uitgegaan van de premisse dat als verschillende soorten kevers vergelijkbare oecologische eisen stellen, ze vaak samen op monsterpunten zullen voorkomen. Met de genoemde berekeningen wordt nu bepaald welke soorten vaak tesamen voorkomen. De groepen die ontstaan na een similariteitsberekening zullen in het ideale geval dan ook uit soorten met vergelijkbare oecologische eisen bestaan.

Met de voor dit onderzoek gebruikte methode kwamen acht groepen naar voren, die inderdaad samen bleken te hangen met bepaalde parameters van de monsterpunten waar deze groepen voornamelijk in voorkomen.

Groep I bevat zes soorten, die beperkt zijn tot jaarlijks uitdrogende, dus temporaire wateren, verscheidene literatuurbronnen geven een vergelijkbare voorkeur op voor soorten uit deze groep.

De soorten van groep 2 komen op veel meer monsterpunten voor, de brakke monsterpunten zijn echter nagenoeg van soorten uit deze groep verstoken.

De derde groep bestaat uit drie soorten, die evenals de eerste groep in semipermanente wateren voorkomen, maar deze soorten komen ook voor op de minder vaak dan jaarlijks droogvallende punten. Ze hebben kennelijk een wat grotere oecologische amplitude dan de soorten van de eerste groep.

De vierde groep is de tegenhanger van de eerste en de derde. Deze soorten zijn juist beperkt tot de permanente wateren, hetgeen door literatuuropgaven wordt bevestigd. Ook de soorten van deze groep komen nauwelijks in de brakke wateren voor.

De soorten van groep vijf komen juist wel voornamelijk in brakke wateren voor, ze komen in het geheel niet op de zoete monsterpunten van de Veluwe voor.

De zesde groep bevat vele zeer algemene soorten, die tot de permanente wateren beperkt zijn.

De zevende groep soorten komt ook alleen in permanente wateren voor. Deze groep is onder te verdelen in vier kleinere groepen. De eerste bevat soorten die kenmerkend zijn voor brede, langzaam stromende kanalen. Groep VIIb bevat veel *Halipus*-soorten, ook hier is mogelijk een band met bredere sloten. De soorten van groep VIIc zijn vooral beperkt tot de brakke wateren, de laatste subgroep is erg heterogeen en moeilijk te interpreteren.

De laatste groep van soorten tenslotte heeft de hoofdverspreiding in het brakke water, waarbij een aantal soorten ook in sterk organisch of chemisch verontreinigd water voorkomen.

Op grond van deze resultaten is naar analogie van vegetatiekundig onderzoek een aanzet gegeven tot het aangeven van kenmerkende soorten voor bepaalde typen van wateren.

SUMMARY

In this review an attempt is made to find correlations between the occurrence of (groups of) waterbeetles and their ecological demands, based on data from literature. To do so, several similarity-indices were calculated by means of a computer. The assumption was made, that species with comparable demands will often be found together in sampling-sites. By means of a clustering-program dendrograms are made, in which groups and sampling-sites with a high mutual similarity are grouped. Ideally, these groups shall contain species with similar ecological demands or ecologically comparable sites.

In this study, the qualitative similarity-index of Jaccard resulted in better interpretable dendrograms than the Euclidian distance, a quantitative index, did. In the dendrogram based on the Jaccard-index, eight groups of species came forward, linked with definite parameters of the sampling-sites (see "bijlage II").

The first group consists of six species, all limited to waters which desiccate every year. Several references give comparable habitats for species in this group.

The second group contains species that occur in far more sampling-sites; however, brackish waters are almost devoid of these species.

The third group consists of three species, that only occur in semi-permanent waters like those of the first group. However, these species also occur in waters that dry out at irregular intervals, not yearly. Apparently these species have a wider ecological amplitude than the species of the first group.

The fourth group is the counterpart of the first and third. The species of this group are limited to permanent waters, which is confirmed in literature. The species of this group hardly occur in brackish waters.

On the contrary, the species in group five mainly occur in brackish waters; they fail completely in the freshwater sites of the "Veluwe".

The sixth group contains very common species, that are limited to the permanent water-bodies.

The seventh group is also found in permanent waters only. The group can be subdivided into four smaller groups. The first consists of species characteristic for wide, slowly moving canals. Group VIIb contains many *Halipus*-species, probably also showing a connection with wider water-bodies. The species in group VIIc are mainly limited to brackish waters; subgroup VIId is very heterogenous and hardly interpretable.

Finally the last group of species has its main distribution in brackish water; some species occur in highly organically or chemically polluted waters.

Based on these results a system is proposed, to list characteristic species for particular types of water bodies, analogous to synecological groups of plants.

INLEIDING

Voor deze scriptie heb ik een literatuuronderzoek gedaan in verband met de oecologie van Nederlandse waterkevers. Tot de waterkevers worden vertegenwoordigers van de volgende families van kevers (Coleoptera) gerekend; Hygrobiidae, Haliplidae, Dytiscidae, Gyrinidae, Hydraenidae, Spercheidae, Hydrophilidae en Dryopidae. Tot de Elminthidae behoren ook een aantal waterkevers, maar van deze familie is hier geen enkele soort opgenomen.

Er is, analoog aan wat in de vegetatiekunde gebruikelijk is, bij de kevers van 66 monsterpunten een aantal clusteranalyses uitgevoerd. De bedoeling hiervan is, dat keversoorten die op dezelfde monsterpunten voorkomen als andere soorten, daarmee een groep (cluster) vormen. De monsterpunten zijn ook geclusterd, waarbij het omgekeerde geldt, namelijk dat punten met veel dezelfde soorten kevers bij elkaar komen te staan. Als deze gegevens verwerkt worden in een op deze manier geordende tabel, ontstaan er blokken van bepaalde soorten kevers in bepaalde typen wateren. Voorwaarde hiervoor is, dat de bewerkte wateren enige verschillende typen omvatten én dat er kevers zijn, die inderdaad tot bepaalde wateren beperkt zijn en daar dus ook kenmerkend voor zijn.

Dit laatste is juist voor waterkevers vaak in twijfel getrokken. Vele soorten hebben een uitstekend migratie-vermogen, omdat ze goed kunnen vliegen. Daarom is het heel goed mogelijk om een soort in een heel ander watertype aan te treffen dan het meest geschikte. De geschiktheid van een bepaalde habitat voor een waterkever wordt in de meeste gevallen bepaald door de eisen die de larven stellen. Hierdoor wordt bepaald in welke wateren de imago's zich voort moeten planten, of tenminste eieren af moeten zetten. Theoretisch zou het dan ook veel beter lijken om larven aan een cluster-analyse te onderwerpen, daar die veel meer aan een bepaald milieu gebonden zijn. Larven zijn echter veelal niet tot op het soortsniveau te determineren en genera bevatten vaak soorten die in heel verschillende wateren voorkomen, zodat in de praktijk de larven helemaal niet zo goed bruikbaar zijn.

Uit enkele publicaties van Cuppen (1980, 1983) blijkt dat in droogvallende wateren imago's van keversoorten voorkomen, die tot deze temporaire of semipermanente wateren beperkt zijn. Het lijkt ook voor de hand liggend dat als de larven van een bepaalde soort een bepaald milieu vereisen, de imago's ook vaak in dit milieu voor zullen komen. Als ze na de verpopping naar een geheel ander watertype migreren, moeten ze toch weer terugkeren naar een voor de larven geschikt watertype om daarin de eieren af te zetten. Bovendien is de levenscyclus van soorten die aan temporaire wateren zijn aangepast vaak zodanig, dat tijdens het droogvallen een

stadium bereikt is, dat kan overzomereren op de drooggevallen bodem of de oever. Soorten die geen dergelijke aanpassing hebben ontwikkeld, kunnen zich daardoor niet handhaven in het zeer selectieve droogvallende milieu. Het is dus te verwachten dat semipermanente milieu's een specifieke keverfauna bezitten.

Om te onderzoeken of er nog onderverdelingen te maken zijn van de bewoners van temporaire wateren en of ook andere milieu's kenmerkende soorten bevatten, zijn ook gegevens verwerkt van Marian Goris (1982), die monsters nam uit brakke en uit zoete permanente wateren en van Van Dijk et al. (1984) en eigen, nog ongepubliceerde gegevens uit de Volgermeerpolder, waarvan de monsters in wisselende mate chemisch of organisch verontreinigd zijn.

Het maximale aantal in één clusteranalyse te verwerken monsters bij de gebruikte methode bedraagt 65. Hierdoor was het niet mogelijk ook nog op andere punten afwijkende milieutypen te verwerken. Hiervoor zou namelijk een selectie van de verschillende monsterpunten noodzakelijk geweest zijn, wat nooit objectief kan gebeuren en bovendien zouden de conclusies dan een smallere fundering hebben, omdat de groepen kevers dan op minder monsterpunten gevonden kunnen zijn. Verder kon door de tijdsplanning voor een scriptie geen tweede clusteranalyse met 65 andere monsters worden uitgevoerd. Er is nu dus in het geheel niet naar stromende wateren gekeken en ook onder andere de saliniteit is niet uitgebreid aan bod gekomen.

METHODE

Eerst heb ik een zogenaamde ruwe tabel gemaakt van 65 monsterpunten met 98 daarin voorkomende soorten. De gegevens zijn betrokken uit de publicaties van Cuppen (1980, 1983), Goris (1982), Van Dijk et al. (1984) en Brinkkemper (in prep.). Enkele basisgegevens omtrent de monsterpunten zijn opgenomen in bijlage I. Omdat slechts één exemplaar van *Ilybius cf subaeneus* is gevangen op monsterpunt 11, dit bovendien het enige imago van dit punt was en de soort ook niet zeker gedetermineerd is, is dit punt met deze soort bij de verdere verwerking achterwege gelaten. Daarnaast zijn een aantal zeldzaam voorkomende taxa weggelaten.

De gegevens werden vervolgens verwerkt met het vegetatiekundig en oecologische programmapakket van de afdeling Vegetatiekunde van de Universiteit van Amsterdam geschreven door J. Wieggers (1985).

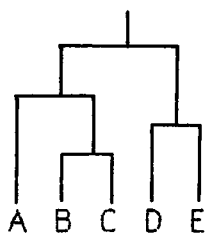
In de ruwe tabel zijn de soorten weggelaten, die maar in één monster voorkomen, omdat de matrixgrootte van de computer te beperkt was. Deze soorten komen het eerst in aanmerking om weggelaten te worden, omdat ze nauwelijks informatie opleveren door hun zeldzaamheid. Bovendien kunnen ze niets zeggen over de similariteit van monsterpunten, omdat ze maar op

één punt voorkomen.

Bij het maken van de soorten- en monsterclusters wordt eerst de similariteit, de mate van overeenkomst, berekend. Bij de soortscustering worden dan de twee soorten met de hoogste similariteit aan elkaar gekoppeld en als een nieuwe eenheid beschouwd, waarbij het gemiddelde van de aantallen op elk monsterpunt voor deze twee soorten als nieuwe "soortsaantallen" worden gebruikt, althans in het geval van een kwantitatieve clustering. Bij een kwalitatieve clustering wordt alleen op de presentie of absentie gelet en is het gemiddelde dus 1/2 of 1.

Van deze eerste cluster worden dan weer similariteitsindices met alle andere soorten berekend. Vervolgens worden de soorten die nu de hoogste similariteit hebben, samengenomen. Dit kan zowel de eerste cluster van twee soorten met een nieuwe soort zijn, als ook twee nieuwe soorten. Hierdoor wordt dus niet een alsmaar groter wordende groep gemaakt, waaraan steeds de meest overeenkomende nieuwe soort wordt toegevoegd, er kunnen kleinere clusters op verschillende plaatsen worden gevormd. De clusteranalyse gaat vervolgens door tot alle soorten en soortsgroepen aan andere zijn gekoppeld.

De resultaten van een clustermethode kunnen weergegeven worden in een dendrogram. Hierbij is op de verticale as een maat voor de similariteit uitgezet (afhankelijk van de gebruikte clustermethode). Dit dendrogram is het beste te vergelijken met een mobile (zie tekening).



Als we dit als resultaat van een clustering beschouwen, is de volgende interpretatie mogelijk. Soort A, B en C vormen een groep, die afwijkend voorkomt van de groep die gevormd wordt door soort D en E. Verder komen soort B en C meer bij elkaar voor, dan één van de twee met soort A. De uiteindelijke soortsvolgorde kan echter ook zijn; C-B-A-E-D, maar nooit A-D-E-B-C (vgl. het draaien van een mobile).

De groepen die ontstaan, bevatten dus soorten en opnames, die nauwer aan elkaar verwant zijn, dan aan een soort, resp. opname buiten de groep. Het is dan de vraag of de soorten in een groep een bepaalde oecologische eigenschap gemeen hebben, die dan mogelijk of waarschijnlijk verklarend is voor het feit dat de soorten zo veel bij elkaar voorkomen.

Voor het clusteren zijn een aantal verschillende berekeningsmethoden te gebruiken. Deze zijn te verdelen in kwalitatieve en kwantitatieve, waarbij de eerste geen rekening houdt met de gevonden aantallen en de tweede wel.

Ik heb voor deze scriptie de soorten met twee verschillende methoden geclusterd. Ten eerste is de Euclidische afstand tussen de soorten berekend. Dit is een kwantitatieve analyse. Het dendrogram dat uit deze clustering volgde (zie bijlage III), is moeilijk te interpreteren. Daarna is

een kwalitatieve clustering uitgevoerd, waarbij de Jaccard-distantie werd berekend. Tijdens deze clustering werden soorten die op precies dezelfde monsterpunten voorkomen als andere, slechts onder één soortnaam gehandhaafd, om zodoende ook een beter leesbaar dendrogram te verkrijgen. In de uiteindelijke geordende tabel (zie bijlage II) zijn deze soorten wel weer opgenomen, direct bij de overeenkomstig voorkomende soort. Het resulteerde in een veel beter interpreteerbaar dendrogram (zie bijlage IV).

Dit is te verklaren, doordat voor een kwantitatieve berekening alle monsters zo veel mogelijk hetzelfde moeten zijn genomen, zodat de aantallen inderdaad met elkaar te vergelijken zijn. Omdat het bemonsteren van macrofauna op zijn hoogst semi-kwantitatief genoemd kan worden en er bovendien monsters van verschillende personen zijn verwerkt, zijn de aantallen niet veelzeggend en daardoor waarschijnlijk niet bruikbaar. Voor het maken van de geordende tabel (zie bijlage II), is dan ook uitgegaan van de kwalitatieve clustering.

Vervolgens zijn de monsterpunten geclusterd, hiervoor is alleen de Jaccard-distantie berekend. Het dendrogram van deze clustering is opgenomen in bijlage V. Voor de geordende tabel is vervolgens voor de soorten dezelfde volgorde aangehouden als in dit dendrogram. De volgorde van de monsterpunten is in grote lijnen dezelfde als in het betreffende dendrogram, maar de punten 18 t/m 20 zijn achteraan gezet, omdat dat een veel logischere plaats is, omdat dan de Volgermeermonsters en de soorten van de laatste groep een aansluitend geheel vormen. Het mobile-model maakt duidelijk dat dit zondermeer uitvoerbaar is. Een nog overzichtelijker beeld zou mogelijk ontstaan als de monsterpunten 61 t/m 53 helemaal gespiegeld zouden zijn verwerkt in de geordende tabel, aangezien de soortenarme monsters dan vooraan zouden staan, zoals in vegetatiekundige tabellen gebruikelijk is. De soortenaantallen in de geordende tabel zijn geen absolute aantallen. Aangezien Cuppen gebruik maakte van een indeling in klassen, is dat voor de vergelijkbaarheid ook met de overige monsterpunten gedaan. De volgende aantallen en klassen corresponderen met elkaar:

$$\begin{aligned} 1 - 4 &= 1 \\ 4 - 11 &= 2 \\ 11 - 20 &= 3 \\ 21 - 50 &= 4 \\ > 50 &= 5 \end{aligned}$$

De interpretatie van de geordende tabel is weergegeven bij het volgende hoofdstuk, Oecologie van de groepen kevers.

OECOLOGIE VAN DE GROEPEN KEVERS (zie tabel I).

I: In deze cluster komen alleen soorten van tijdelijke, dus jaarlijks droogvallende, wateren voor. Het betreft met name soorten van bladafvalrijke bospoelen (Drost & Schreijer, 1978). Bij het droogvallen blijft tussen het bladafval op de bodem een zekere vochtigheid gehandhaafd, waar de kevers als pop of soms andere stadia overwinteren (Landin, 1976; Galewski, 1971).

De Dytiscidae binnen deze groep behoren uitsluitend tot de genera *Hydroporus* en *Agabus*. Galewski (1971) deelt deze twee genera in een groep in, waarvan de larven vrijwel uitsluitend in tijdelijke wateren voorkomen. De wijfjes hebben een speciaal aangepast leg-apparaat, waarmee ze eieren tussen bladeren en humus op de bodem kunnen leggen. Bovendien bevatten de genoemde twee genera soorten, die zich als imago kunnen ingraven in de bodem van opdrogende poelen (Galewski).

Hydraena britteni werd ook door Landin verzameld langs de droogvallende oevers van een meer in Zweden, samen met een aantal soorten van de volgende groep.

De cluster van wateren die gekenmerkt worden door deze soorten-cluster omvat precies alle jaarlijks droogvallende monsterpunten. Eén monster dat alleen korte tijd in droge jaren droogvalt, ligt binnen deze cluster, het tweede niet. De alleen in vrij droge jaren droogvallende monsterpunten vallen wel allen binnen deze cluster. De soorten kunnen dan ook als kenmerkend voor tijdelijke wateren worden beschouwd.

II: Deze groep van soorten komt zowel in tijdelijke als in permanente wateren voor. De eerste vier soorten komen nog vooral in de tijdelijke wateren voor. Freude et al. (1971), Drost & Schreijer en Nieuwerkerken & Van Tol (1978) vermelden deze soorten ook als kenmerkend voor bladafvalrijke bospoelen, hun voorkomen buiten deze wateren kan berusten op een wat grotere oecologische amplitude dan de soorten van de eerste groep, want ze komen naast de tijdelijke wateren alleen voor op de monsterpunten 62, 35, 37, 36, 63 en 19. De eerste vijf vallen wel droog in extreem droge jaren, het voorkomen op punt 19 van *H. dorsalis* is moeilijk te verklaren.

De overige soorten van deze tweede cluster komen talrijk voor. Opvallend is dat de tijdelijke monsterpunten 58 t/m 53 vrijwel van deze soorten verstoken zijn. Er zijn geen soorten die juist wel op deze punten voorkomen en niet in de andere tijdelijke wateren, dus is de cluster van 58 t/m 53 geheel te wijten aan soortenarmoede ten opzichte van de overige tijdelijke wateren. Van de soorten uit deze cluster

dringen er enkele door in brak water, maar de hoofdverspreiding ligt duidelijk in het zoete water.

Hydroporus angustatus is een acidofiele soort (Galewski; Freude et al.). Deze soort is alleen op een aantal monsterpunten van Cuppen op de Veluwe aangetroffen. Deze zijn echter naast op veengrond voor een deel ook op kleigrond gelegen, zodat de voorkeur voor een zuur milieu niet zo duidelijk naar voren treedt.

Anacaena limbata blijkt in de brakke milieu's niet meer dan in enkele exemplaren voor te komen, naast een veel talrijker voorkomen in zoet water. Deze soort vertoont geen voorkeur voor permanent of temporair water. Landin trof hem ook aan langs droogvallende meeroevers. De soort bleek daar een levenscyclus te vertonen als alle andere aan uitdrogende milieu's aangepaste soorten. In het voorjaar is de grootste piek van adulte dieren, in de zomer een minimum met een kleinere piek in de herfst.

De twee *Agabus*-soorten van deze cluster zijn in tegenstelling tot vele andere soorten van dit genus niet beperkt tot tijdelijke wateren. Drost & Schreijer vermelden bij beide een algemeen voorkomen in stilstaand water, Nieuwerkerken & Van Tol noemen *A. undulatus* algemeen in allerlei plassen en sloten van het West-Nederlandse poldergebied.

III: De drie soorten van deze cluster zijn weer hoofdzakelijk beperkt tot de tijdelijke wateren. *Hydroporus tristis* komt ook voor op de punten 37 en 38, die beide in extreem droge jaren uitdrogen. Verder horen de soorten weer allen tot de geslachten *Hydroporus* en *Agabus*, ze horen dan ook sterk bij de eerste cluster, maar door de sterkere nadruk op de monsterpunten 42 en 44 vormen ze een aparte cluster. *Hydroporus melanarius* en *Agabus uliginosus* komen volgens Galewski en Drost & Schreijer dan ook voor in tijdelijke bospoelen. *Hydroporus tristis* is volgens de laatste auteurs beperkt tot venen, over een voorkeur voor permanentie of juist niet, heb ik niets kunnen vinden. Galewski vermeldt deze soort wel als kenmerkend voor droogvallende bospoelen met rottende bladeren op de bodem, samen met onder andere *H. melanarius*, *H. dorsalis* en *Agabus uliginosus*.

IV: Deze groep is nagenoeg volledig beperkt tot permanente, niet brakke wateren. De eerste drie soorten zijn kenmerkend voor pioniers-milieu's, waar nog nauwelijks waterplanten voorkomen (Galewski; Nieuwerkerken & Van Tol).

Bijna alle soorten hebben ook volgens de literatuur een voorkeur voor permanente wateren. Galewski vermeldt voor *Hydroporus erythrocephalus* een voorkeur voor opdrogende poelen, Nieuwerkerken & Van Tol en Drost &

Schreijer, in navolging van Freude et al. geven dit echter niet op. Laatstgenoemde soort, en *Enochrus testaceus* hebben volgens Freude et al. een voorkeur voor een zuur milieu. Ze komen op de onderzochte monsterpunten te weinig voor om daar iets over te kunnen zeggen. Opvallend is dat deze beide soorten beperkt zijn tot monsterpunten die soms, maar niet jaarlijks, droogvallen.

Coelambus impressopunctatus heeft een zeer groot migratie-vermogen en komt voor in allerlei instabiele milieu's (Nieukerken & Van Tol). Ook *Colymbetes fuscus* komt volgens deze auteurs vaak in niet-permanente wateren voor. *Porhydrus lineatus* komt volgens Drost & Schreijer voor in kleistreken. De drie monsterpunten waar deze soort gevonden is, zijn inderdaad allen gelegen op rivierklei.

De laatste drie soorten van deze groep komen alleen voor in plantenrijke, permanente wateren. De eieren worden ook op waterplanten afgezet. Bovendien is er in kleinere poelen volgens Galewski waarschijnlijk gebrek aan geschikte prooi, zoals kikkervisjes, voor de grote rovers van het geslacht *Dytiscus*.

V: Deze groep bevat drie soorten, die gemeen hebben dat ze niet of nauwelijks door Cuppen op de Veluwe monsterpunten zijn gevangen.

Haliplus apicalis wordt zowel door Drost & Schreijer; Freude et al, als door Nieukerken & Van Tol tot de halofiele soorten gerekend, wat door het ontbreken op de Veluwe duidelijk geïllustreerd wordt. De soort komt echter wel op drie zoete monsterpunten, naast acht brakke, in het kustgebied voor. De vijf plaatsen waar *Rhantus notatus* is aangetroffen, hebben allen brak water, maar over een dergelijke voorkeur is niets in de geraadpleegde literatuur aangetroffen. Wel zou het lage clusterniveau met *Haliplus apicalis* in deze richting kunnen wijzen.

De derde soort van deze groep, *Spercheus emarginatus*, verdraagt organische vervuiling (Nieukerken & Van Tol). Ook deze soort blijkt veel in brakke milieu's voor te komen, op de chemisch verontreinigde monsterpunten in de Volgermeer komt deze soort niet voor. In het saprobiesysteem van Sladacek (1973) wordt deze soort als indicator voor een hoge saprobie, dus een sterke organische verontreiniging, gebruikt. Waarschijnlijk is deze soort dus wel bestand tegen organische, maar niet tegen chemische verontreiniging.

VI: Deze cluster bestaat vooral uit soorten die in de permanente wateren voorkomen. Van *Laccophilus hyalinus*, *Hygrotus inaequalis* en de beide *Noterus*-soorten vermeldt Galewski een voorkomen in permanent water, Nieukerken & Van Tol geven dit op voor *Hydroporus palustris* en ook voor *Hygrotus inaequalis*. Verder zijn alle soorten van deze cluster algemeen

tot zeer algemeen in Nederland (Drost & Schreijer).

Haliplus lineatocollis is volgens Cuppen (1980) stroomminnend. Drost & Schreijer vermelden hetzelfde voor *Helophorus aquaticus*. Geen van de hier verwerkte monsterpunten heeft echter stromend water, zodat deze voorkeur kennelijk niet resulteert in uitsluitend voorkomen in stromend water.

Volgens Galewski en Nieukerken & Van Tol kunnen adulte *Noterus*-soorten niet vliegen, waardoor ze alleen in permanente wateren worden aangetroffen. Hierdoor zijn het ook goed bruikbare kenmerkende soorten voor dit type water.

VII: Deze cluster kan worden onderverdeeld in vier kleinere groepen, die met onderbroken lijnen zijn aangegeven in de geordende tabel. Opvallend is dat zeven *Haliplus*-soorten en daarnaast nog een niet tot op soortsniveau gedetermineerde *Haliplus* in deze cluster voorkomen. Volgens Landin duurt de ontwikkeling van *Haliplus*-larven een heel jaar, wat de sterke gebondenheid aan permanent water verklaart, aangezien de larven sterven als hun milieu droogvalt.

De eerste groep, VIIa, bevat vier soorten die een voorkeur hebben voor bewegend water, namelijk *Hygrotus versicolor*, *Graptodytes pictus*, *Haliplus fluviatilis* (volgens Nieukerken & Van Tol) en *Ilybius fuliginosus* (volgens Drost & Schreijer). Van *Haliplus flavicollis*, *H. immaculatus* en Curculionidae is bovendien geen enkele voorkeur bekend. Dit type habitat is onder andere te vinden in boezemkanalen en brede sloten, wat duidelijk overeenstemt met het voorkomen op monsterpunt 5, 6, 14, 15, 7 en 2, die allen tenminste vier soorten uit deze groep herbergen en resp. 5,15 m; 3,5 m; 11 m; 8 m; 6 m en 10 m breed zijn.

De volgende groep binnen deze cluster (VIIb) omvat vijf soorten, waarvan drie *Haliplus*-en. Over de oecologie is weinig te vinden, volgens Nieukerken & Van Tol komt *Haliplus heydeni* vooral in kleine wateren voor, terwijl voor *Gyrinus marinus* een voorkeur voor grote wateren wordt opgegeven. Beide komen op punt 15 voor, een 8 meter brede poldersloot. *H. heydeni* komt daarnaast op punt 5 en 16 voor, die ook 5,15 m en 4m breed zijn. Er vanuit gaande dat Marian Goris de soort goed heeft gedetermineerd, blijkt er niks van de voor *H. heydeni* opgegeven voorkeur.

Groep VIIc bevat zes soorten. Ook hiervan zijn weinig oecologische gegevens voorhanden. *Dytiscus circumflexus* is beperkt tot grotere, permanente wateren, zoals alle soorten van dit genus (Galewski). *Graphoderus cinereus* is ook beperkt tot middelgrote wateren (Nieukerken & Van Tol). Verder lijkt er een voorkeur te zijn voor brak water, maar door de schaarsheid van deze soorten op de monsterpunten is er geen stevige basis voor een dergelijke uitspraak.

De laatste groep van deze cluster, VIId, is ook nogal heterogeen. *Enochrus bicolor* (volgens Freude) en *Gyrinus caspius* (volgens Nieuwerkerken & Van Tol) zijn halobiont. Ze komen alleen op de brakke punten 3 en 4 voor, wat dus in elk geval met de genoemde voorkeur overeenstemt.

Helophorus flavipes komt volgens De Groot (1981) in zuur water van Pleistoceen Nederland voor, wat de betreffende determinaties (Goris, 1982) mijns inziens nogal twijfelachtig maakt, aangezien twee van de drie punten brakke monsterpunten met een kleibodem zijn, bovendien liggen alle punten in het westelijke, dus Holocene deel van Nederland.

Coelostoma orbiculare werd door Landin gevonden langs de droogvallende oever van een meer, wat ook niet valt te rijmen met de hier vertoonde verspreiding. Overigens heeft deze cluster net zoals VIIb en c alleen maar zeer schaars voorkomende soorten, wat daardoor ook een magere basis oplevert voor het trekken van conclusies over de oecologie van de betreffende soorten.

VIII: Deze cluster vertoont op de hier verwerkte monsterpunten een duidelijke voorkeur voor brak water. Alleen voor *Hydrovatus cuspidatus* en *Hyphydrus ovatus* vermelden Drost & Schreijer, in navolging van Freude et al., dat ze ook, maar niet uitsluitend, in brak water voorkomen. Veel soorten van deze cluster hebben waterplanten nodig, onder andere om hun eieren op af te zetten (Galewski).

Ilybius fenestratus en *Laccophilus hyalinus* hebben een voorkeur voor grote, langzaam stromende wateren, zoals ook de soorten van groep VIIa. Vooral de tweede genoemde soort vertoont deze voorkeur heel duidelijk, de vijf breedste monsterpunten (4, 3, 17, 25 en 26) herbergen alle deze soort, bovendien komen beide genoemde soorten niet in wateren voor, die smaller dan 2 meter zijn.

Waarschijnlijk zijn de zes laatste soorten van deze cluster goed bestand tegen een hoge organische verontreiniging, met daarnaast de beide *Noterus*-soorten en *Hygrotus inaequalis*. Deze soorten treden duidelijk vaker op verontreinigde plaatsen op dan *Spercheus emarginatus*.

Enochrus melanocephalus, *Hyphydrus ovatus* en *Haliphus ruficollis* zijn de enige soorten die bij beide bemonsteringen van de chemisch vervuilde giffelt van de Volgermeerpolder aangetroffen zijn, terwijl *Hygrobia tarda* er met tien exemplaren is aangetroffen, echter slechts een keer in september. Het lijkt dan ook waarschijnlijk dat deze vier soorten het meest tolerant ten opzichte van chemische verontreiniging zijn.

De clusters die ontstaan zijn uit de hier verwerkte monsterpunten vertonen duidelijke correlaties met een aantal structuurfactoren van de

wateren. Galewski concludeerde ook dat de verspreiding van soorten vooral bepaald wordt door de permanentie van hun habitat, en de diepte en vaak grootte van een water, dus structurele kenmerken schijnen een veel grotere rol te spelen dan chemische factoren, zoals pH en saliniteit. Ook de aan- of afwezigheid van vegetatie en sediment noemt Galewski van groot belang.

Van der Hammen (1980) concludeerde uit een aantal clusteranalyses van zijn monsters in Waterland, waarbij alle gevonden groepen, dus niet alleen kevers, betrokken waren, dat niet alleen structuurfactoren, maar ook de geografische ligging een rol speelt. Dit laatste is hier duidelijk niet het geval, want de permanente wateren van de Veluwe vormen in het geheel geen aparte cluster naast permanente wateren uit het westen van Nederland. Mogelijk hangt de geografische scheiding die Van der Hammen vond toch samen met een grens van een structurele factor, bijvoorbeeld de saliniteit.

Op grond van deze resultaten is een oecologische indeling van wateren, met daarin voorkomende kenmerkende groepen kevers, in een aantal hiërarchische groepen mogelijk. Deze indeling, die dus alleen gebaseerd is op de hier verwerkte monsterpunten en de geciteerde literatuurbronnen, zou mijns inziens er als volgt uit dienen te zien. Voor de naamgeving van de groepen is analoog aan vegetatiekundige indelingen gekozen voor de termen "klasse", "verbond" en "associatie". Hiermee wil ik geenszins aangeven dat de semipermanente wateren het hoogst denkbare hiërarchische niveau representeren, maar dat ze het hoogste niveau binnen de hier onderzochte wateren inhouden. De gegeven indeling dient opgevat te worden als een aanzet, die allerminst volledig is, maar een aanknopingspunt voor verder oecologisch onderzoek kan bieden.

Klasse 1 (monster 61 t/m 53). Jaarlijks droogvallende (semipermanente) wateren.

De volgende soorten zijn kenmerkend voor deze klasse; *Hydroporus memnonius*, *Hydraena britteni*, *Agabus chalconotus*, *A. striolatus* en *Dryops spec.* Deze soorten vormen de eerste groep (zie oecologie van de groepen kevers). De eerste twee soorten van de derde groep zijn ook tot deze wateren beperkt. Dit zijn *Hydroporus melanarius* en *Agabus uliginosus*. Volgens Cuppen (1980) zijn ook *Hydroporus nigrita* en *Hydroporus glabriusculus* beperkt tot de semipermanente wateren.

Wateren die korte tijd droog vallen in vrij droge jaren bevatten een fauna die nog kenmerkend is voor semipermanente wateren, wateren die alleen in extreem droge jaren droogvallen niet meer, deze vallen onder klasse 2 (zie verderop).

Verbond 1A (monster 61 t/m 30). Dit verbond is soortenrijker dan verbond 1B, dat alleen kenmerkende soorten van de klasse bezit. Er is een combinatie van soorten die differentiërend is voor dit verbond t.o.v. 1B (dit houdt in dat ze bruikbaar zijn om binnen klasse 1 een onderscheid te maken tussen deze verbonden, maar dat deze soorten buiten deze klasse ook in andere monsters voorkomen). Deze soortencombinatie bestaat uit: *Hydroporus striola*, *H. dorsalis*, *Cercyon spec.*, *Cymbiodyta marginella*, *Hydrobius fuscipes*, *Hydroporus planus*, *Helophorus brevipalpus* en *Agabus undulatus*. De monsterpunten liggen zowel in het voedselarmere dekzandgebied als in het rijkere rivierkleigebied.

Associatie 1Aa (monster 34 t/m 56). De monsters 61, 44 en 42 vormen op een hoger clusterniveau een aparte groep, maar deze is alleen te verklaren door de lage soortenaantallen, evenals de afsplitsing van monster 30. Wateren met weinig soorten kunnen namelijk nooit een hoge similariteit hebben met soortenrijke wateren, omdat ze nooit veel soorten gemeen kunnen hebben. Daarom is de waarde van soortenarme clusters niet zo groot. Deze laat ik daarom buiten beschouwing.

Associatie 1Aa wordt gekenmerkt door het voorkomen van tenminste twee van de volgende soorten: *Agabus bipustulatus*, *Hydroporus planus*, *Hydroporus dorsalis* en *Hydroporus melanarius*

De monsterpunten die door deze associatie gekenmerkt worden hebben een leem- of een veenbodem. Daarnaast hebben vier van de vijf punten een bodem met detritus of rottingslib. Het Callitriche-Batrachion komt relatief vaak bij deze monsterpunten voor. Deze associatie is kenmerkend voor periodiek uitdrogende riviertjes, beken, drinkputten en kwelputten langs dijken en duinen, geëutrofiëerde vennen e.d. (Westhoff & Den Held).

Associatie 1Ab (monster 52 t/m 31). Deze associatie wordt gekenmerkt door het voorkomen van tenminste één van de volgende soorten: *Limnebius crinifer*, *Hydroporus angustatus* en *Hygrotus decoratus*. Het onderscheid met associatie 1Aa is niet waterdicht, monster 66 voldoet aan beide eisen, monster 43 aan geen van beide.

Alle monsterpunten die een keverfauna van deze associatie herbergen hebben een veenbodem, op één na, die een zandbodem heeft. Alle monsterpunten met een goed ontwikkelde Magnocaricion-vegetatie vallen in deze cluster, verder hebben veel punten een Calthion- of een Filipendulion-vegetatie. Deze vegetatie-typen komen vooral voor op min of meer voedselrijke, venige bodems, vaak met een verticale waterbeweging (= droogvallend), (Westhoff & Den Held). Het verschil met het Callitriche-Batrachion, dat op veel monsterpunten van associatie 1Aa voorkomt, is mogelijk, dat deze laatste vegetatie 's winters geheel

afsterft, terwijl de bij 1Ab voorkomende vegetatie-typen veelal overjarig zijn. Dit heeft waarschijnlijk een grote invloed op de overwinteringsmogelijkheden van de keversoorten, die daaraan aangepast kunnen zijn.

Het punt 45, apart nader onderzocht en verwerkt als punt 66, is volgens Cuppen (1980) oecologisch het meest waardevolle van al zijn monsterpunten en waarschijnlijk internationaal waardevol. Nog drie andere punten met een keverfauna die bij associatie 1Ab hoort, zijn oecologisch zeer waardevol (terminologie volgens Cuppen, 1980), namelijk 59, 49 en 43.

Klasse 2 (monster 62 t/m 20). Permanente, al of niet vervuilde, zoete en brakke wateren, die in extreem droge jaren droog kunnen vallen.

Deze klasse wordt gekenmerkt door de volgende soorten: *Peltodytes caesus*, *Laccophilus minutus*, *Laccobius minutus*, *Hygrotus inaequalis*, *Haliplus ruficollis*, *Hydroporus palustris*, *Haliplus lineatocollis*, *Noterus clavicornis* en *N. crassicornis*. Het zijn allen algemene soorten, die echter voor hun levenscyclus permanent water vereisen en daardoor niet in de temporaire wateren voorkomen.

Verbond 2A (monster 62 t/m 10).

De volgende soorten zijn differentiërend t.o.v. verbond 2B: *Hydroporus striola*, *Cercyon spec.*, *Cymbiodyta marginella*, *Limnebius crinifer*, *Hydroporus angustatus*, *Hydrobius fuscipes*, *Hygrotus decoratus*, *Hydroporus planus*, *Agabus bipustulatus* en *Agabus undulatus*.

Dit verbond komt voor op voornamelijk zoete monsterpunten, 15 zijn zoet, 9 brak. De breedte van de monsterpunten die tot dit verbond gerekend kunnen worden is $3,7 \pm 2,8$ m.

Verbond 2B (monster 3 t/m 27).

Dit verbond bezit wel eigen kenmerkende soorten, dit zijn: *Hyphydrus ovatus* en *Hydrovatus cuspidatus*. Verder zijn de monsters erg soortenarm. Het zijn alleen brakwater-monsters die door dit verbond gekenmerkt worden. Verder zijn er veel vervuilde monsterpunten in de cluster van monsters die door dit verbond gekenmerkt worden. Ook de zwaar chemisch verontreinigde punten van de Volgermeerpolder worden door soorten van dit verbond nog bewoond. De gemiddelde breedte van deze monsterpunten is $17,6 \pm 12,9$ m., hetgeen heel duidelijk

contrasteert met de gemiddelde breedte van de monsters bij verbond 2A (3,7 m.).

Associatie 2Aa: (monster 62 t/m 7).

Kenmerkende soorten voor deze associatie zijn: *Haliphus lineatocollis*, *Haliphus heydeni*, *Phytobius spec.*, *Haliphus fulvus*, *Gyrinus marinus* en de hele soortcluster van *Potamonectus depressus* tot *Enochrus testaceus*. Van de betreffende monsterpunten hebben er 15 zoet water en 4 brak. Verder zijn veel soorten kenmerkend voor vegetatierijke wateren. Ook is een grote groep soorten beperkt tot kleinere, vaak zelfs niet permanente wateren (Galewski, Nieuwerkerken & Van Tol). Deze soorten komen echter niet in de echte semipermanente wateren van klasse 1 voor.

Associatie 2Ab: (monster 13 t/m 10).

Kensoorten zijn hier: *Rhantus notatus*, *Haliphus apicalis* en *Spercheus emarginatus*. Deze vijf monsterpunten hebben allen brak water. De breedten van de wateren van deze en voorgaande associatie binnen verbond 2A wijken nauwelijks van elkaar of van het gemiddelde van het verbond af.

Associatie 2Ba: (monster 3 t/m 17).

Ten opzichte van de volgende associatie bevat deze alleen differentiërende soorten. Dit zijn: *Helophorus granularis*, *Dytiscus circumflexus*, *Gyrinus paykulli*, *Graphoderus cinereus*, *Haliphus ruficollis* en *Laccobius minutus*. Opvallend is dat veel Volgermeer-monsterpunten ontbreken in het monstercluster dat gekenmerkt wordt door deze associatie, maar dat juist de sterk chemisch vervuilde punten vooral tot deze punten behoren, namelijk 25, 17 en 26.

Associatie 2Bb: (monster 19 t/m 27 en 18 t/m 20). Kenmerkend hiervoor is het optreden van *Hydrovatus cuspidatus* en het geheel ontbreken van de bij associatie 2Ba genoemde differentiërende soorten. Zeven van de acht monsterpunten die tot deze cluster behoren liggen in de Volgermeerpolder. Waarschijnlijk is de overeenkomst dat alle monsterpunten een sterke fosfaat-verontreiniging vertonen. De chemisch en daarnaast ook met stikstof verontreinigde punten liggen in hoofdzaak in de vorige associatie.

Dankwoord.

Voor het tot stand komen van deze scriptie ben ik in de eerste plaats dank verschuldigd aan Dr. Sjouk Pinkster voor het bijeengaren van een deel van de literatuur en de stimulerende opmerkingen bij het totstandkomen van het uiteindelijke verslag. Ook Drs. Maarten Scheepmaker wil ik bedanken voor het doornemen van het manuscript.

Drs. Berend de Vries van de afdeling Vegetatiekunde van het Hugo de Vries-laboratorium (UvA) wil ik bedanken voor het beschikbaar stellen van de faciliteiten om de gegevens te verwerken en voor zijn hulp tijdens de verwerking van de gegevens met de computer van genoemde afdeling.

Literatuur.

- Brinkkemper, O. (in prep.). De macrofauna van de Volgermeerpolder, onderzoek naar de bruikbaarheid van vaste substraten als standaard-monstermethode in stilstaande wateren (werktitel). Verslagen en Technische Gegevens, I.T.Z., Amsterdam.
- Cuppen, H.P.J.J., 1980. De macrofauna in een aantal droogvallende- en permanente stilstaande wateren in het ruilverkavelingsgebied Brummen-Voorst. Rapport Regionale Milieuraad Oost-Veluwe, 112 pp.
- Cuppen, H.P.J.J., 1983. Een oecologisch onderzoek naar de macrofauna van een temporair kwelmoeras op de Oost-Veluwe I: De Waterkevers. Rapport Regionale Milieuraad Oost-Veluwe, 15 pp., 1 bijlage.
- Drost, B. & M. Schreijer, 1978. Waterkevertabel, 2e druk. Jeugdbondsuitgeverij.
- Dijk, J. van, M. Kramer & L. Verhagen, 1984. De invloed van de gifstort in de Volgermeerpolder op de makrofauna in nabij gelegen sloten. Verslagen en technische gegevens I.T.Z., no. 40, Universiteit van Amsterdam, 57 pp., 9 bijlagen.
- Freude, H., K.W. Harde & G.A. Lohse, 1971. Die Käfer Mitteleuropas, Band 3. Goecke & Evers, Krefeld, 365 pp.

- Galewski, K., 1971. A study on morphobiotic adaptations of European species of the Dytiscidae (Coleoptera). *Polskie Pismo Ent.* XLI (3): 487 - 702.
- Goris, M., 1982. Toetsing methodiek makrofauna-inventarisatie. Instituut voor Taxonomische Zoologie, Amsterdam, 34 pp., bijlagen.
- Groot, J.M.B. de, 1981. The distribution of *Helophorus* species in the Netherlands (Coleoptera: Hydrophilidae). Nieuwsbrief E.I.S.-Nederland no. 10.
- Landin, J., 1976. Seasonal patterns in abundance of water-beetles belonging to the Hydrophiloidea (Coleoptera). *Freshwat. Biol.* 6: 89 - 108.
- Nieuwerkerken, E.J. & J. van Tol, 1978. Lijst van de Waterkevers van Meijndel (Coleoptera), fauna van de wateren van Meijndel, III. *Zool. Bijdr.* 23: 92 - 125.
- Sladeczek, V., 1973. System of water quality from the biological point of view. *Archiv für Hydrobiol., Beitr. Ergebn. Limnol.* 7: 1 - 218.
- Wiegers, J., 1985. Handleiding voor computerverwerking van gegevens uit vegetatiekundig/oecologisch onderzoek, tweede versie. Intern rapport no. 190, Hugo de Vries-laboratorium, Universiteit van Amsterdam.

Basisgegevens monsterpunten.

nr.	Monsterplaats	Auteur	Per.	Chl.	D (cm)	B (m)	G	V
1	Hargerpolder	Goris	P	B	20-30	1,7	K/Z	
2	Napoleonkanaal	idem	P	B	100	10	V	
3	Groetkanaal	idem	P	B	200	32	K	
4	Den Oever	idem	P	B	200	47	K	
5	Sammerspolder, B.	idem	P	Z	30	5,15	Z	
6	Sammerspolder, S.	idem	P	Z	50	3,5	Z	
7	Bovenkerk, B.	idem	P	B	60	6	K	
8	Bovenkerk, S.	idem	P	B	30	1,75	K	
9	Wijde Wormer, B.	idem	P	B	40	8	V	
10	Wijde Wormer, S.	idem	P	B	20	2,5	V	
11	Assendelft, B.	idem	P	B	10-20	7	V	
12	Assendelft, S.	idem	P	B	10-15	2	V	
13	Belmermeer	idem	P	B	50-70	9	K	
14	Uitgeest	idem	P	Z	80	11	V	
15	Weesp	idem	P	Z	75	8	K	
16	Broek in Waterland	idem	P	B	30	4	V	
17	Volgermeerpolder, 1	Van D.	P	B	40	15	K	C+N
18	idem, 2	idem	P	B	40	12	?	
19	idem, 3	idem	P	B	50	10	K	P
20	idem, 4	idem	P	B	40	12	P	P
21	idem, 5	idem	P	B	30	10	P	
22	idem, 6	idem	P	B	30	2		
23	idem, 7 (= Belmermeer)	idem	P	B	20	2		P+N
24	idem, 8	idem	P	B	10-20	2		
25	idem, 1	Brink.	P	B	40	15	K	C+N
26	idem, 2	idem	P	B	120	15		
27	idem, 3	idem	P	B	50	10	K	P
28	idem, 4	idem	P	B	100	20	V	P
29	idem, 5	idem	P	B	20	10	P	
30	Brummen-Voorst, 1	Cuppen	S	Z	≤10		V	
31	idem, 2	idem	S	Z	≤10		V?	
32	idem, 3	idem	S	Z	≤30		V?	
33	idem, 4	idem	S	Z	≤20		L	
34	idem, 5	idem	S1	Z	≤20	1,4	L	
35	idem, 6	idem	S1	Z	≤20			
36	idem, 7	idem	S/P	Z	≤75	2,0		
37	idem, 8	idem	S/P	Z	≤50		Z?	
38	idem, 9	idem	S/P	Z	≤75		K	
39	idem, 10	idem	S/P	Z	≤30	1,5	K	

40	idem, 11	idem	S/P	Z	≤30	2,5	K	
41	idem, 12	idem	S/P	Z	≤40	2,0	K	
42	idem, 13	idem	S	Z	≤20		V	
43	idem, 14	idem	S	Z	≤20		V	
44	idem, 15	idem	S	Z	≤30		V	
45	idem, 16	idem	S	Z	≤40	2,0	V	
46	idem, 17	idem	S	Z	≤30	2,5	V	
47	idem, 18	idem	S	Z	≤30	1,6	Z	
48	idem, 19	idem	S	Z	≤30	3,0	V	
49	idem, 20	idem	S	Z	≤40	3,0	V	
50	idem, 21	idem	S	Z	≤10		L	
51	idem, 22	idem	S	Z	≤10		V	
52	idem, 23	idem	S	Z	≤20	0,6	Z	
53	idem, 24	idem	S	Z	≤20	1,2	V	
54	idem, 25	idem	S	Z	≤10	0,7	V	
55	idem, 26	idem	S	Z	≤20		V	
56	idem, 27	idem	S	Z	≤40		V	
57	idem, 28	idem	S	Z	≤30	0,5		
58	idem, 29	idem	S	Z	≤30	0,6		
59	idem, 30	idem	SI	Z	≤10		V	
60	idem, 31	idem	SI	Z	≤10	0,6	V	
61	idem, 32	idem	SI	Z	≤50	1,0	V	
62	idem, 33	idem	P	Z	≤50	1,7	Z	N+P
63	idem, 34	idem	P	Z	≤30	2,0	V	N+P
64	idem, 35	idem	P	Z	100			
65	idem, 36	idem	P	Z	≤40	3,0		N+P
66	Kwelmoeras	idem	S	Z	≤40	2,0	V	

Verklaring van de gebruikte afkortingen:

Auteurs: Van D. = Van Dijk, Kramer & Verhagen
 Brink. = Brinkkemper

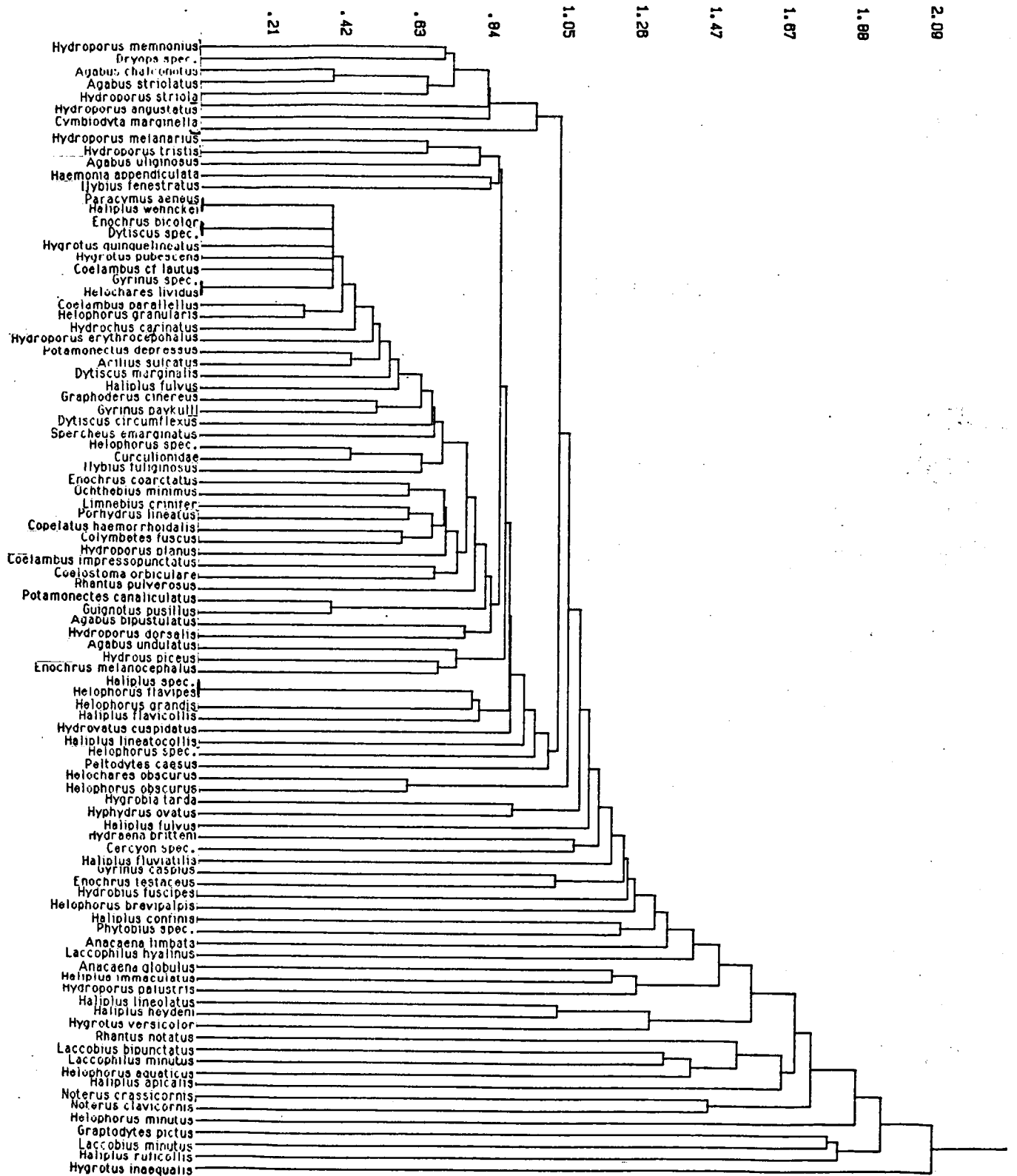
Per. = Permanentie; P = Permanent
 S = Semipermanent
 SI = S., maar alleen in vrij droge jaren droogvallend
 S/P = Alleen in extreem droge jaren droogvallend

Chl. = Chloriditeit; B = Brak D = Diepte in cm.
 Z = Zoet B = Breedte in m.

G = Grondsoort; K = Klei V = Veen L = Leem
 Z = Zand P = Puinsteen

V = Vervuiling; C = Chemisch N = Stikstof P = Fosfaat

Log Euclidische afstand



Jaccard-distantie

