RAPPORT OVER HET ONDERZOEK BETREFFENDE NEVENWERKINGEN BIJ HET GEBRUIK VAN CHEMISCHE MIDDELEN VOOR DE BESTRIJDING VAN WATERPLANTEN.

Onderzoek in 1961 voor het R.I.V.O.N.

verricht door

Mej.Drs. J.C.M. de Heer

Inhoud.

I. Inleiding.
II. Overzicht van de belangrijkste literatuur.
III. Beschrijving van de objecten.
IV. Overzicht van de toegepaste bespuitingen.
V. Verzamelmethodiek:
a) microscopische organismen;
b) macroscopische organismen.
VI. Resultaten.
VII. Conclusie en nabeschouwing.
VIII. Samenvatting.
IX. Laboratoriumproeven.
X. Literatuur.

I Inleiding.

Het gebruik van herbiciden ter bestrijding van onkruiden in watergangen is de laatste jaren sterk toegenomen. Het is hier niet de plaats om in te gaan op de oorzaken van dit verschijnsel. Het is voldoende mede te delen, dat economische factoren het veelal onmogelijk maken het onkruid te verwijderen met mankracht. Dus moeten andere methoden gezocht worden. Het gebruik van herbididen is in de landbouw volkomen ingeburgerd; dus was te verwachten, dat ook bij het schonen van watergangen deze methode opgang zou maken.

Een sloot moet een goede waterafvoer garanderen. Tevens moet er echter redelijk goed water in aanwezig zijn. Het water moet namelijk veelal dienst doen als drinkwater voor vee; ook worden er gewassen mee besproeid en bij voorkeur moet er ook vis in voorkomen. De herbiciden mogen de kwaliteit van het water dus niet beïnvloeden. Dit wil dus zeggen, dat ze niet blijvend in het water aanwezig mogen zijn, het moeten dus in de eerste plaats snel uiteen vallende stoffen zijn. De herbiciden, die in de landbouw gebruikt worden, hebben soms een werkingsduur van enige maanden. Deze zijn voor gebruik in watergangen ongeschikt. Overigens is er over de afbraak van herbididen in water nog niet veel bekend. Universele onkruidbestrijdingsmiddelen kunnen in water niet gebruikt worden. Het is nl. in het algemeen niet gewenst alle plantengroei te verwijderen uit de watergangen. Planten die nuttig zijn voor de visstand moeten in leven blijven. Ook de oeverbegroeiïng moet in vele gevallen gespaard blijven om te voorkomen, dat de banten eroderen. De micro-organismen mogen evenmin aangetast worden, want deze vormen het basisvoedsel voor alle andere organismen in de levensgemeenschap in de sloot. De tegenwoordig gebruikte middelen zijn in het algemeen uitsluitend getoetst op schadelijkheid t.o.v. economisch nuttige planten en dieren, dus op land- en tuinbouwgewassen, huisdieren en vissen. Er is tot nu toe betrekkelijk weinig onderzoek verricht inzake schadelijkheid t.o.v. andere organismen, die in sloten leven. Daar deze de voedselorganismen zijn voor andere dieren - al dan niet waterbewonend - kan het uitroeien v n verschillende soorten verstrekkende gevolgen hebben voor het voortbestaan van de soorten, die er van leven.

Voor

Voor insecticiden staat het vast, dat het consumeren van bespoten dieren schadelijk kan zijn. Jonge vogels kunnen sterven als ze gevoederd worden met insecten, die aangetast zijn door een insecticide (PRZYGODDA, 1960). Ook voor herbiciden zou een dergelijke werking mogelijk zijn. Door gebruik van herbiciden worden de binnenwateren belast met plantendodende stoffen en hun afbraakproducten. Het is niet bekend hoe de natuurlijke levensgemeenschappen reageren op deze verontreinigingen. Water- en moerasgebieden maken een belangrijk percentage uit van de nog resterende natuurterreinen in Nederland. Het zou een groot verlies zijn als door gebruik van herbiciden zeldzame levensgemeenschappen en zeldzame planten of dieren in het water zouden verdwijnen. Temeer omdat onze water- en moerasgebieden ook internationaal van belang zijn.

De bedoeling van het huidige onderzoek is na te gaan of de levensgemeenschap in de watergangen verandert o.i.v. normale of ongeveer normale doseringen van enige gebruikelijke spuitmiddelen. De middelen zijn: 2,4D, MCPA, Dalapon, Amitrol en 4723 (een mengsel van Aminotriazol, TCA en 2,4D). Er zijn geen extreme overdoseringen gebruikt.

Het effect van de bespuitingen wordt nagegaan door directe waarneming in de loop van het seizoen 1961 in vijf proefterreinen.

II. Overzicht van de belangrijkste literatuur.

In dit hoofdstuk zal in hoofdzaak worden gesproken over onderzoek met de herbiciden 2,4D, MCPA, Dalapon, Amitrol en 4723. Proeven met andere middelen worden alleen behandeld als ze belangrijk zijn in verband met de methodiek. De literatuur van voor 1950 is weggelaten, op een enkele uitzondering na.

1. Lab.onderzoek op invertebrata en plantaardige micro-organismen.

Er is tot nu toe betrekkelijk weinig onderzoek verricht over de invloed van herbiciden op invertebrata en plantaardige micro-organismen. WILLEMSEN (1960) heeft voor verschillende herbiciden de invloed nagegaan op Tubifex, Chironomiden, Ephemeridenlarven, Daphnia sp., Cyclops en (voorn). Hij stelde vast welke concentraties schadelijk zijn. Ook andere (volwassen) vissen zijn in het onderzoek betrokken, maar slechts in kleine aantallen. Zijn conclusie is dat de gevoeligheid van voedseldieren i.h.a. geringer is dan die van voorn. Het herbicide 4723 vormt mogelijk een uitzondering. Dalapon, 2,4D en MCPA zijn in de normale concentratie ongevaarlijk voor vis en visvoedsel.

Voor MCPA, 2,4D, Dalapon en 4723 vond hij de volgende waarden (bij temp. 16-19°):

	Tubifex	Chirono-miden	Ephemeri-denlarven	Daphnia	Cyclops	Voorn	Gebruikelijke spuitconc.
MCPA (Aaglo-tyl-4)	1200	1200	1200	1200	1200	1000-1080	8
2,4D (Aaherba)	750	750	750	540	750	700-750	6
Dalapon (Aadipon)	500	500-1000	1000-2000	450-1000	1000-2000	350-400	20
4723	5000	4000	± 20	?	3000	3000-4000	70

Hierbij geven de getallen voor de voorn de minimale lethale dosis aan (in mg/l). Voor de visvoedseldieren de LD50. De spuitconcentratie geeft de concentratie weer, die bij normale dosering ontstaat in 10 cm diep water.

Hierbij

Hierbij moet opgemerkt worden, dat de term LD50 in dit onderzoek niet gebruikt is zoals in de toxicologie gebruikelijk. Daar immers betekent deze term: de hoeveelheid toegediende stof, die tot gevolg heeft, dat 50% van de proefdieren sterft. "Toegediend" wil dan zeggen, dat de stof opgenomen is in het lichaam van het proefdier. Bij de onderzoekingen van WILLEMSE is niet bekend hoeveel van de stoffen in het lichaam van de proefdieren wordt opgenomen. Zijn LD50 is de hoeveelheid van de te onderzoeken stof, die, aangebracht in het milieu waarin de dieren leven, tot gevolg heeft, dat 50% van de dieren sterft. Het zou beter zijn de, reeds bestaande, term Median tolerance Limit (TLm) te gebruiken. De TLm is de concentratie waarbij 50% van de proefdieren in leven blijft, na een bepaalde expositietijd.

Ook medewerkers van het Rijksinstituut voor Zuivering van Afvalwater (R.I.Z.A.) (1960) hebben laboratoriumproeven verricht op invertebrata, o.a. op Planaria en Protozoën. Hierbij bleek, dat Planaria gevoeliger is dan de Protozoën. Aaglotyl (MCPA), Aarherba (2,4D) en TA72 (een Aminotriazol preparaat) in concentraties van resp. 80, 60 en 40 mg/l zijn onschadelijk voor Planaria - na 24 uur is nog geen invloed te zien. Aadipan (Dalapon) is in de conc. 200 mg/l schadelijk voor Planariën. Deze hoge concentratie zal in praktijk echter niet zo licht gebruikt worden. Ook NEURURER en SLAMKA (1960) hebben laboratoriumonderzoek verricht met invertebrata. Daar zij ook veldproeven hebben uitgevoerd wordt hun onderzoek behandeld onder no 4.blz.12.
GRIGSBY (1958) heeft de invloed van onkruidbestrijdingsmiddelen nagegaan op eencellige groene wieren (i.c. Chlamydomonas), met het doel geschikte algiciden te vinden. SIMAZIN en enige andere triazine-derivaten zijn, in concentraties van 5-10 pp m (= pacts per million) bruikbaar als algicide. 2.4D Heeft geen effect.

2. Laboratoriumproeven met vissen.

De invloed van herbiciden op vissen is veel beter onderzocht dan de invloed op invertebrata. Hieronder zijn enige belangrijke artikelen behandeld.
KING en PENFOUND (1946) onderzochten in het Laboratorium het effect van 2,4D op Lepomis macrochirus en Huro salmoides, 2 Amerikaanse zoet water vissen. Hierbij gebruiken ze bakken van 20 l, met concentraties van 0-1000 pp m van de te onderzoeken stof. In de bakken met de hoogste concentratie plaatsten ze tevens enige waterplanten - i.c. Eichhorn o.a. de waterhyacint. Hun resultaten waren: bij een conc. van 1 pp m - geen invloed;
100 pp m - lichte sterfte;
1000 pp m - lichte sterfte zolang de planten niet rotten; zodra de planten goed rot zijn, sterft alle vis.

Bij rottende planten daalt het O2 gehalte tot 0,2 pp m (normaal in de bakken 2 pp m). De vissen sterven vermoedelijk voornamelijk aan O2 gebrek. De proeven hadden betrekking op 2,4D en SL-23, een 2,4D bevattend product. BANDT (1957 en 1959) heeft veel onderzoek verricht over de invloed van verschillende herbiciden op vissen. Als maat voor de beoordeling van de giftigheid voor vissen gebruikt BANDT (1957) de drempelwaarde van de giftige werking van het preparaat. Hiermee wordt de laagste concentratie bedoeld, die in het aquarium na 3 à 4 dagen inwerking nog geen zichtbare invloed op de vis uitoefent. Hij komt tot de conclusie, dat Dalapon, TCA en TCP onschadelijk zijn voor vissen. De laagste concentratie waarbij effect is te constateren ligt volgens BANDT in de orde van 5000 tot 13000 mg/l, terwijl bij bespuiting slechts 5-100 mg/l wordt gebruikt van de verschillende preparaten.

Enige andere preparaten zijn al in betrekkelijk kleine hoeveelheden gevaarlijk voor vis, maar worden ter bestrijding van planten in zo kleine concentraties gebruikt, dat de vis er onmogelijk aantoonbare schade van kan ondervinden.

Hieronder

Hieronder vallen bv. 2,4D, MCPA, Amitrol bevattende preparaten en Simazin. De gevaarlijke concentratie ligt in de orde van 50-200 mg/l. De gebruikte concentraties lopen van 0,1 tot 7 mg/l.

.2,4,5 T-preparaten zijn meestal in de normale concentratie al gevaarlijk voor vis. Ook mengsels van 2,4D en 2,4,5 T zijn gevaarlijk voor vis.

WILLEMSEN heeft een dergelijk onderzoek verricht met Nederlandse herbicidepreparaten. Als proefdier gebruikte hij in hoofdzaak voorn van ca. 10 cm grootte. De gevonden minimale lethale doses komen niet altijd overeen met de waarden die BANDT opgeeft. BANDT noemt echter niet altijd de samenstelling van zijn preparaten, het is dus niet bekend welk gehalte aan werkzame stof ze bevatten. Enkele verschillen zijn echter te groot om ze op deze manier te verklaren. De opgaven van BANDT en WILLEMSEN verschillen vooral voor Dalapon in sterke mate, BANDT geeft als lethale waarde voor voorn 10000 mg /l., WILLEMSEN 350-400 mg /l. Voor de MCPA en 2,4D preparaten is het verschil ongeveer een factor 5 à 10.

WILLEMSEN heeft later ook de invloed van herbiciden op snoekeieren, snoeklarven en jonge snoekjes onderzocht. De resultaten hiervan zijn, dat snoeklarven gevoeliger zijn dan eieren of jonge snoekjes. Aadipon (Dalapon) is gevaarlijk voor de larven, tenminste als men een veiligheidsfactor 10 aanhoudt. MCPA en 2,4D schijnen niet gevaarlijk te zijn. De Aminotriazol-preparaten geven onderling verschillende resultaten; de verschillen zijn niet in evenredigheid met het gehalte - werkzame stof in de preparaten, ook verschillende monsters van hetzelfde preparaat leveren onverklaarbare verschillen. De preparaten waren Weedazol TL (24% Aminoltriazol) en Weedazol 50 (50% Aminoltriazol). De resultaten van dit onderzoek van WILLEMSEN zijn: De maximaal toelaatbare doses zijn 5 mg /l voor Weedazol TL en 50 mg. /l voor Weedazol 50, rekening houdend met de veiligheidsfactor 10.

Dit wil dus zeggen, dat bij 50 mg /l Weedazol TL en bij 500 mg /l Weedazol 50 voor het eerst vergiftigingsverschijnselen optreden. De voedseldieren Daphnia sp. en Ephemeridenlarven zijn ongeveer even gevoelig of gevoeliger als jonge snoekjes en snoeklarven en baars. Voorn is minder gevoelig Cyclops, Chironomuslarven en Tubifex kunnen meer verdragen dan de onderzochte vissen. De preparaten worden slechts langzaam afgebroken en zijn dus ongunstig voor gebruik in sloten en watergangen.

DAVIS & HARDCASTLE (1959) gaan de invloed na van een aantal chemicaliën op 2 Amerikaanse vissen (Lepomis macrochirus - blueg sunnfish en Micropterus salmoides - largemouth bass - grootmuilzwartbaars, beiden behorend tot de Centzarchidae) in 2 verschillende soorten water. Zij constateren, dat de kwaliteit van het water invloed heeft op de tolerantie van de vis t.o.v. de chemicaliën. Van de door hen gebruikte stoffen is alleen 2,4D van belang voor het huidige onderzoek. Zij testen de gevoeligheid van de proefdieren m.b.v. de TLm (median tolerance limit = de concentratie waarbij 50% van de proefdieren in leven blijft gedurende een bepaalde expositietijd. DAVIS & HARDCASTLE gebruiken voor hun proeven geen glazen aquaria, maar kartonnen dozen van 25 l, die bekleed zijn met polyethyleen. 60% Van het karton kan verwijderd worden, zonder dat het plastic het begeeft. Deze dozen worden in de U.S.A. gebruikt voor melktransport. Ze hebben het voordeel, dat ze na gebruik weggegooid kunnen worden. Sommige chemicaliën zijn nl. moeilijk te verwijderen uit glazen aquaria en kunnen dus volgende proeven beïnvloeden. De kartonnen dozen nemen weinig ruimte in als ze nog niet in gebruik zijn; ze worden nl. in samengevouwen toestand bewaard. Het zijn dus ideale proefbakken voor klein behoeftige instituten.

ALABASTER (1960) onderzoekt de invloed van verschillende chemicaliën op Salmo gairdnerii en Salmo trutta. De proefdieren zijn 3 tot 12 maanden oud. Voor 1 proefneming gebruikt hij echter dieren van dezelfde ouderdom. Hij bepaalt de TLm 24h en voor 48h. Deze zijn voor Dalapon (85%) en 2,4D triethanolamine zout (50%) als volgt:

24h

	24h	48h
Dalapon	340 pp m	210 pp m
2,4D	250 pp m	210 pp m

Dit komt overeen met de waarde die WILLEMSEN heeft gevonden. BODENSTEIN en MÜLLER-BASTGEN (1960) gaan de invloed na van 5 herbiciden op guppies (Lebirtes reticulatus). Alleen Dalapon en MCPA zijn hier van belang; de 3 andere herbiciden zijn CIPC, CMU en 2,4,5 T. Voor Dalapon komen zij tot de volgende resultaten.

Bij een dosis van 30kg/ha, de hoogste dosis die in praktijk volgens voorschrift gebruikt wordt, ontstaat een concentratie van 13 pp m in een sloot van 15 cm diepte. In het laboratorium ligt de LD50 ongeveer bij 1000 pp m; de eerste vergiftigingsverschijnselen treden op bij 500 pp m. De verschijnselen bij toepassing van Dalapon zijn: Geremd gedrag en in cirkels zwemmen bij lage concentraties. Bij hoge concentraties afwisseling van opgewonde toestand - waarbij de bewegingen ongecoördineerd zijn - met coma-achtige toestand.

Bij het mannelijke dier ook donker kleuring van de gepigmenteerde delen van het lichaam.

Voor MCPA zijn de resultaten de volgende: De normale dosis van 2 kg/ha komt overeen met 1,3 pp m in een sloot van 15 cm diepte. De LD50 ligt tussen 30 en 40 pp m, de eerste vergiftigings-verschijnselen treden op bij 30 pp m.

Bij lage concentraties is het moeilijk vergiftigingsverschijnselen te zien. De dieren zijn zeer rustig, maar gaan geleidelijk aan toch dood. Bij hogere concentraties treden evenwichtsstoornissen op; de houding van de borstvinnen is abnormaal en rugligging treedt op. Verkleuringen komen niet voor.

3. Veldonderzoek met invertebrata en vissen.

Veldproeven met herbiciden zijn in grote getale verricht en er bestaat een uitgebreide literatuur over dit onderwerp. Helaas hebben de auteurs zich vrijwel uitsluitend bezig gehouden met het effect, dat de stoffen hebben op de planten. De mededelingen over dieren zijn meestal zeer terloops en kort; bijvoorbeeld SCHNEIDER 1959 zegt, dat door visserijbiologen onderzocht is, dat Simazin niet schadelijk is voor vissen, maar hij geeft geen literatuuropgave hierover.

Ook

Ook WALKER 1957 doet dergelijke mededelingen zonder opgave van bronnen.

HOOPER 1958 onderzoekt wel speciaal de invloed van herbiciden op dieren. Hij behandelt 2 proefvelden van ½ acre (± 0,2 ha) met 2,4D korrels in een vijver. Daarnaast heeft hij een controle. De proefvelden lagen in een rustige baai van een meer. De eerste monstername vindt plaats in december; de behandeling met 2,4D korrels in februari en de 2e monstername in april. De 2,4D korrels werden op het ijs gestrooid en HOOPER neemt aan dat ze door het ijs heen op de bodem terecht komen. Het ene proefveld wordt behandeld met 20lb/Acre (± 19,5 kg/ha) en het tweede met 40 lb/Acre (± 39 kg/ha) 2,4D ester. Er worden bij beide monstername uitsluitend bodemmonsters genomen. De meeste soorten invertebraten, die vóór de behandeling gevonden werden, waren ook aanwezig ná de behandeling; alleen Odonata en Trichoptera ontbraken na de behandeling in 1 van de proefvelden en in de controle. HOOPER neemt aan, dat deze dieren volwassen geworden waren en weggevlogen waren voor het 2e monster genomen werd. Het totale gewicht aan dieren was voor de behandeling groter dan er na. Dit is in alle objecten het geval: de oorzaak zou liggen in het verdwijnen van de Odonata en Trichoptera. Het aantal individuen is voor sommige soorten groter na de behandeling dan er voor. Volgens Hooper zijn alle veranderingen normale seizoensvariaties. Hij concludeert dus, dat de 2,4D behandeling geen invloed op de bodemfauna had gehad. In de daarop volgende zomer bleek echter, dat het effect op de planten evenmin groot was. Het zou dus mogelijk zijn, dat het herbicide niet heeft gewerkt of dat slechts een gedeelte van de op het ijs gestrooide hoeveelheid de bodem heeft bereikt. In dat geval kan het herbicide nooit veel invloed uitoefenen op de bodemfauna. HOOPER komt ook tot deze conclusie en deelt mede, dat het onderzoek voortgezet zal worden. Dit is echter niet gebeurd. Naar de mening van rapporteur is het onjuist om de levensgemeenschappen van het voorjaar te gebruiken als vergelijkingsmateriaal voor de toestand in de herfst. HOOPER kon dus eigenlijk de toestand vóór en ná behandeling niet vergelijken. Het vergelijken van het totale gewicht van alle gevonden dieren is evenmin een geschikte methode.

Het is bes ist geen gegeven vaststaand feit, dat dit totale gewicht het gehele jaar door in dezelfde grootte-orde ligt. YOUNGER 1958 zegt, dat volgens veldproeven Kuron (2,4,5 TP) voor vis geen gevaar oplevert in de gebruikelijke doses (2-2,5 pp m). Voor Natropis atherinoides ligt de LD50 bij 7 pp m. Naar Nederlandse maatstaven - de veiligheidsfactor 10 - is Kuron dus niet volkomen veilig.
BOSCHETTI 1959 verricht eveneens experimenten met Kuron (2,4,5 TP). Hij zegt, dat er, uitgezonderd een tijdelijke teruggang van het plankton geen invloed is op de fauna. Het plankton herstelt zich binnen 2 weken. Hij vermeldt niet of het de soortenrijkdom of individuenrijkdom van het plankton betreft.

Uitgebreide veldproeven inzake de invloed van herbiciden zijn verder gedaan door MADELENE PIERCE (1958 en 1959). Zij zette in een ondiepe vijver (diepte ± 1,5 m) twee proefvelden uit van 50x100 feet (± 15x30 m), met de korte zijde langs de oever. Tussen de 2 proefvelden in lag een controleveld van 100x100 feet (30 x30 m). De vijver was begroeid met Nymphaea, Pontederia, Nuphar, Potamogeton, Utricularia en Chara. Enige tijd voor de bespuiting, vlak er na en enige tijd na de bespuiting werden planktonmonsters en bodemmonsters genomen. Er werd bespoten met Kuron (2,4,5 TP). De concentratie wordt geschat op 2 pp m. Er zijn geen kwantitatieve bepalingen uitgevoerd. Haar indruk is echter, dat de controle en de behandelde objecten na de behandeling onderling geen verschillen vertonen. Kuron heeft dus geen nadelige gevolgen voor de fauna.

De volgende zomer werd het onderzoek voortgezet met andere proef- en controlevelden in dezelfde vijver. De resultaten waren:op het benthos heeft het herbicide geen invloed. Het plankton ondergaat een tijdelijke achteruitgang. Na een week is al herstel merkbaar, na 2 weken is de situatie weer normaal. Bij de Crustaceeën is het duidelijk, dat alleen de eieren de behandeling overleven. Bij de eerste proefserie was deze invloed op het plankton niet geconstateerd. Voor vissen en visvoedseldieren (Phoxinus laevis, Gammarus pulex en Daphnia pulex) werd eerst in aquaria nagegaan wat de schadelijke doses zijn van de verschillende stoffen gedurende 7 dagen, bij 18°.

Hiernaast

Hiernaast werd laboratoriumonderzoek verricht op planten, nl. Myriophyllum verticillatum, Stratiotes aloides en Ceratophyllum sp.. Onder gelijke proefomstandigheden werden bepaald:

1. De hoogste dosis die nog door vissen en visvoedseldieren zonder schade verdragen wordt (Dosis tolerata) - te bepalen voor elke soort afzonderlijk.
2. De laagste dosis die de planten doodde. Met behulp van deze 2 waarden werd een veiligheidsquotient bepaald.

$$S = \frac{fD}{pD}$$

S = quotient
fD = Dosis, schadelijk voor planten.
pD = Dosis, juist nog te verdragen voor dieren.

Naarmate het quotient groter is, is het ongevaarlijker voor vissen en visvoedseldieren.

NEURURER & SLAMINA zijn van mening, dat een stof en quotient van minstens de waarde 20 moet hebben om in aanmerking te komen als onkruidbestrijdingsmiddel in watergangen. Van door hen onderzochte preparaten bleken alleen **Simazin** en **Cutralin** veilig volgens deze maatstaven. MCPA, 2,4,5 T en een 2,4D + 2,4,5 T-mengsel zijn onveilig. Dalapon en ATA + CaU-mengsel zijn niet nader onderzocht omdat de fD te hoog lag.
NEURURER & SLAMINA geven de volgende getallen voor de verschillende organismen.

		Dosis in mg /l te verdragen	schadelijk	veiligheidsquotient
MCPA (Hedonal M)	Phoxinus laevis	0,5	1	
	Gammarus pulex	1	2	
	Daphnia pulex	2	-	0,5
	Ceratophyllum sp.	0,01	1	
Dalapon	Myriophyllum verticillatum	1000	1000	niet bepaald
ATA + TCA + 2,4D (cutralin)	Phoxinus laevis	4000	5000	
	Myrioph.verticillatum	1	5	
	Myrioph.spicatum	1	5	260
	Ceratophyllum demersum	1	5	
	Stratiotes aloides	1	15	
	Potamogeton sp.	1	15	
	Chara sp.	5	10	

In aansluiting op deze resultaten werd een veldproef genomen met Cutralin (ATA + TCA + 2,4D) in een vijver met Myriophyllum-begroeiing. De dosis hierbij was 17,67 mg /l (bepaald uit watervolume van de vijver en toegediende hoeveelheid herbicide). In de loop van de proef werd het herbicidegehalte van het water bepaald met behulp van de Kressewurzeltest (MOEWUS 1949). Hierbij worden tuinkerszaadjes te kiemen gelegd in groeistofbevattend water. De lengte van de kiemwortel is een maat voor de nog aanwezige hoeveelheid groeistof. Na 1½ maand had het vijverwater geen remmende invloed meer op de tuinkerswortelt jes. 3 Weken na de behandeling was geen verandering te constateren in de biocoenose in de vijver en na 6 weken evenmin. De bruin geworden Myriophyllum-planten huisvestten en even gevarieerde microflora en -fauna als de groene planten in de controlevijver.

4. Algemene literatuur over de toepassing van herbiciden in watergangen.

ZONDERWIJK 1959 en TIJLERMANS 1961 geven algemene richtlijnen voor toepassing van herbiciden in watergangen. Er bestaan een menigte op de praktijk gerichte geschriften over dit onderwerp, bijvoorbeeld vlugschriften van de P.D. in Wageningen en handleidingen bij de diverse middelen. In het algemeen wordt hierin echter weinig aandacht besteed aan de mogelijkheid van nevenverschijnselen bij de toepassing van herbiciden. Werkelijk algemene literatuur is schaars. LHOSTE (1960) noemt enige algemene aspecten, LEENTVAAR (1959) geeft een overzicht van de gevallen waarop herbiciden schade kunnen uitoefenen, de Visserij-Inspectie (1960) wijdt een rapport aan dit onderwerp en WESTHOFF en ZONDERWIJK (1960) vermelden de gevaren, die dreigen voor de waterplantengezelschappen. LIEBMANN maakt enkele algemene opmerkingen.

LEENTVAAR (1959) belicht de gevaren, die verbonden zijn aan het gebruik van herbiciden in watergangen van de kant van de natuurbescherming. De binnenwateren van ons land zullen belast worden met chemische plantendodende stoffen, waarvan niet bekend is hoe lang zij blijven bestaan en hoe zij werken op andere planten en dieren. De oeverbegroeiing wordt aangetast, de oevers worden meer geëxponeerd om door wind en water beschadigd te worden.

Door

Door het wegnemen van de waterplanten wordt de voedselketen doorbroken voor vele dieren, zowel land- als waterbewonende. Ook de schuil- en broedgelegenheid wordt minder, waardoor vele soorten in hun voortbestaan bedreigd worden. Vele niet schadelijke planten worden ook door de herbiciden gedood; dit geeft een verarming van het landschap en verschillende plantengezelschappen dreigen te verdwijnen. Het ingrijpen in de levensgemeenschap is met herbiciden veel sterker dan bij opschonen met de hand. Het is de vraag of voldoende herstel kan optreden tussen de behandelingen. Ook de invloed op de biologische zelfreiniging is onvoldoende bekend. Al met al is het dus logisch, dat de natuurbescherming huiverig staat tegenover de chemische onkruidbestrijding in watergangen. Hier komt nog bij, dat vrijwel alle wateren in Nederland met elkaar in verbinding staan. Het zou dus mogelijk zijn, dat het herbicide door de stroming van het water verspreid wordt naar gebieden waar het niet gewenst is, i.c. natuurreservaten. Er mogen dus alleen stoffen gebruikt worden, die snel worden afgebroken tot onschadelijke stoffen.
LHOSTE (1960) vraagt zich af of de toevoeging van allerlei min of meer giftige biociden aan het water geen nadelige gevolgen heeft voor de gezondheid van de oorspronkelijke fauna of voor de volksgezondheid. Hij gaat echter weinig op deze vragen in. Hij zegt dat er weinig kans is op vergiftiging van vissen, als men herbiciden toepast in de voorgeschreven hoeveelheden, over de invloed op eieren is echter weinig bekend. Volgens LHOSTE mag onder geen voorwaarde water, dat verontreinigd is met herbiciden als irregatie of drinkwater worden gebruikt, omdat de stoffen giftig kunnen zijn voor andere planten, huisdieren en mensen. LHOSTE geeft een kort overzicht van de verschillende herbiciden en de doses, die schadelijk zijn voor mens en dier (zie onder 6 van dit hoofdstuk).

In het rapport van de Visserij-Inspectie 1960 wordt er op gewezen, dat plantengroei in sloten, visserijkundig bezien, van grote waarde is. Overmaat van planten kan echter wel schadelijk zijn, vooral als ze de oppervlakte geheel bedekken.

Beperking

Beperking van de plantengroei is nuttig, algehele uitroeiing ongewenst. Het rapport geeft een overzicht van gunstige en ongunstige eigenschappen van de voornaamste waterplanten. Voor phytoplankton en draadwieren geldt hetzelfde als voor hogere planten: in normale hoeveelheden zijn ze nuttig, maar overmaat (waterbloei) kan schadelijk zijn. Bij massaal afsterven van grote hoeveelheden phytoplankton kan een zuurstoftekort ontstaan, waardoor vissterfte op kan treden. De beste methode voor de bestrijding van overtollige plantengroei is en blijft uitbaggeren tot een diepte van 1,5 à 2 m; herbiciden kunnen hoogstens als hulpmiddel gebruikt worden naast het meshanisch reinigen.

WESTHOFF en ZONDERWIJK geven een overzicht van de plantengezelschappen en soorten, die in Nederland bedreigd worden door herbiciden. Zij wijzen er op, dat onze water- en moerasgebieden internationaal van grote betekenis zijn en dus bewaard moeten blijven. Als herbiciden zouden doordringen in deze gebieden, wordt ongeveer 7% van de Nederlandse flora met de ondergang bedreigd; hieronder zijn vele karakteristieke en belangwekkende soorten.

5. Literatuurreferaten.

LHOSTE 1960 geeft een kort overzicht van verschillende herbiciden en de doses, die schadelijk zijn voor vissen en andere dieren. Tevens geeft hij een literatuuroverzicht.

HARRISON en REES geven de volgende cijfers: voor 2,4D esters is de LD50 1000-2000 pp m voor verschillende vissen. De maximale hoeveelheid waarbij geen invloed te constateren is, is 500 pp m voor de meeste soorten, voor Cyprinodontidae is dit 1500 pp m.

Volgens KING en PENFOUND gaf 100 pp m al sterfte (2,4D Na zout).

LHOSTE en ROTH hebben aangetoond, dat kikkervisjes van Rana temporaria geen nadelige gevolgen ondervinden van 100 pp m 2,4D Na zout.

Batyl- en Isopropyl esters zijn veel giftiger dan het Na zout van 2,4D. Volgens LHOSTE heeft SHOW aangetoond, dat een dosis van 5 pp m batyl-ester van 2,4D absoluut dodelijk is voor de vis Lepomis macrochirus.

Isoptopylester van 2,4 D is, volgens GEAGER (1954) vergiftig voor Lepomis macrochirus in een dosis van 10 pp m. Ook voor invertebrata zouden deze stoffen schadelijk zijn (ZISCHKALE 1952). MCPA is, veel minder onderzocht dan 2,4 D. Het is nl. minder effectief op waterplanten. 35 à 75 pp m is gevaarlijk voor vis (HILLARD)1952).

Aminotriazol is een van de minst giftige herbiciden, een dosis van 1470 pp m is onschadelijk voor Lepomis macrochirus en de LD 50 ligt bij 10.000 pp m Dalapon. Dit herbicide wordt pas schadelijk bij doses van 3000 - 5000 pp m. De doses die in practijk gebruikt worden liggen tussen 0,6 en 1,2 pp m. Dalapon levert dus geen gevaar voor vissen.

BAUER, 1961 geeft een uitgebreid literatuuroverzicht over de werking van fungiciden, insecticiden, acariciden en herbiciden op vissen en visvoedseldieren.

Hieronder worden uitsluitend de gegevens genoemd betreffende Dalapon, MCPA, 2,4 D en mengsels waarin deze voorkomen.

Dalapon. De opgaven voor de schadelijke doses van Dalapon lopen zeer uiteen bij de verschillende auteurs; ook is met vele verschillende dieren gewerkt.

BAUER vermeldt de volgende auteurs: EDSON 1958, ANONYM 1953, BANDT 1959, ALABASTER 1960, BODENSTEIN & MÜLLER-BASTGEN 1960.

De opgaven van Bandt liggen het hoogst - 1000 mg /l is onschadelijk voor baars en voorn volgens hem - en van Alabaster het laagst - hij geeft voor beekforel een TL m op van 340 mg /l voor 24 h, bij een 85% Dalapon preparaat. De opgaven van de andere auteurs zijn in pp m, volgens hem zijn waarden van 1000 - 5000 pp m schadelijk voor vis. Bauer noemt geen auteurs die zich hebben beziggehouden met de invloed van Dalapon op visvoedseldieren.

2,4 D. Bauer noemt de volgende auteurs in verband met de invloed van 2,4 D op vis en visvoedseldieren: KING en PENFOUND 1946, SURBER, LINARIK & ENNIS 1947, BAUMANN 1947, SURBER 1947, 1949 en 1950, GERKING 1948, ANONYM 1950, HANSON 1952, McKEE 1952, COTTAM 1954, HARRISON & REES 1946, MARINI 1952, NIETZKE 1952/53, MARTIN 1953, TIMMERMANS 1955, HALSBAND E. & I. 1954, MAETZEL 1955, BANDT 1957, DENZER 1959, ALABASTER 1960.

Een aantal hiervan behandelt hij uitvoeriger. In het algemeen blijkt de voorgeschreven hoeveelheid onschadelijk te zijn voor vissen. De voedseldieren (Tubifex en Sialislarven) kunnen in de regel nog veel meer verdragen dan de vissen, zonder schadelijke gevolgen te ondervinden.

DENZER 1959 (uit Bauer) geeft voor visvoedseldieren de volgende waarden op als minimale waarde waarbij invloed te merken is:

Trutta izidea

18° C.	Hedonal vloeistof Bayer.	U46 BASF vloeistof bevattende 55% 2,4D dimethylamzout	U46 poeder BASF bevat 96-98% 2,4D natrium zout
Trutta izidea (regenboogforel)	300 mg /l	80	10
Epeorus assimilis	200 mg /l	50	1
Brachionus angularis	300 mg /l	100	20
Colpidium colpoda	400 mg /l	100	30
Planaria gonocephala	350 mg /l	80	15
Stentor polymorphus	350 mg /l	60	10

De vergiftigingsverschijnselen van vissen o.i.v. 2,4 D zijn: onrust, evenwichtstoornissen, verlammingsverschijnselen.

MCPA. Bauer vermeldt de volgende auteurs i.v.m. onderzoek van de invloed van MCPA.

SURBER 1948, MARINI 1952, MAETZEL 1955, DENZER 1959, BANDT 1959, NEURURER & SLANINA 1960, BODENSTEIN & MÜLLER-BASTGEN 1960.

De maximaal te gebruiker conc. zou zijn 10 pp m (Surber). Bij 65 pp m zijn karpers na 6 uur dood (MARINI). Tubifex en Sialislarven zijn minder gevoelig dan vissen (MAETZEL), Chironomiden ook, maar deze zijn gevoeliger dan de andere 2 soorten onderzochte voedseldieren (i.c. Tubifex en Sialis). DENZER 1959 geeft de volgende waarden voor Hedonal M poeder (BAYER) als minimale waarde waarbij effect te zien is:

	Hedonal M poeder 18° Bayer	M 52 poeder Schering
Trutta izidea	300 mg /l	200 mg /l
Epeorus assimilis	5 mg /l	50 mg /l
Brachionus angularis	10 mg /l	150 mg /l
Colpidium colpoda	100 mg /l	250 mg /l
Planaria gonocephala	150 mg /l	250 mg /l
Stentor polymorphus	80 mg /l	300 mg /l

NEURUREN en SLANINA (1960) vermelden als veilige concentratie voor MCPA bij Elritz (Phoxinus laevis) 0,5 mg /l (7 dagen bij 18°)

Gammarus pulex 1 mg /l

Daphnia pulex 2 mg /l

BODENSTEIN en MÜLLER-BASTGEN. Bij Lebistes reliculatus (guppies) treden bij MCPA (100% werkzame stof) de eerste vergiftigingsverschijnselen op bij 30 pp m, de LD 50 ligt tussen 30 en 40 pp m.

Mengsels van verschillende herbiciden. (Volgens BAUER).

De werking van een mengsel is vaak sterker dan de som van de werkingen van de middelen afzonderlijk. Alleen het mengsel Aminotriazol + TCA + 2,4 D is van belang voor het huidige onderzoek. 4723 Bevat nl. ook deze stoffen hoewel mogelijk in andere verhoudingen dan in de hieronder behandelde preparaten.

Bauer noemt BANDT 1959 en NEURUREN en SLANINA 1960 als auteurs.

Volgens Bandt kunnen baars en voorn 100 mg /l nog verdragen van Elmasil Bayer.

Neururen en Slanina geven voor cutralin de waarde van 4000 mg /l op als onschadelijk voor Elritz (18° in 7 dagen).

In practijk is voor de plantenbestrijding niet meer dan 18 mg /l cutralin nodig. Het is dus veilig voor Elritz.

III. Beschrijving van de objecten van het R.I.V.O.N. veldonderzoek 1961.

Er werd onderzoek verricht aan 5 objecten. Hierbij werd medewerking verleend door het I.B.S. in Wageningen en de Rijkslandbouwconsulent te Utrecht. De objecten waren de volgende:

1. Ruigenhoek - veengat.
2. St. Oedenrode - oude rivierarm (Dommel).
3. Kamerik - poldersloot.
4. Westbroek - poldersloot I.
5. Westbroek - poldersloot II.

1. Ruigenhoek.

Dit object bevindt zich bij "Fort Ruigenhoek" (gemeente Maartensdijk), plm. 3 km ten noorden van Utrecht. Het bestaat uit 2 veengaten. Het kleinste gat (plm. 25 x 35 m, met een diepte van 60 à 70 cm) is behandeld met herbiciden; het grootste (plm. 30 x 60 m, diepte 1 - 2 m) was bedoeld als controle.

Voor de bespuiting was het kleinste gat begroeid met krabbescheer (Stratiotes aloides), kikkerbeet (Hydrocharis morsus en de flap, voornamelijk Spirogyra. De krabbescheerplanten groeiden zeer fors uit, met bladlengtes tot 35 cm. Op de oevers werden o.a. wateraardbei (Comarum palustre), watermunt (Mentha aquatica), riet (Phragmites communis), elzen (Alnus glutinosa)en brandnetels (Urtica dioica) gevonden. In het controlegat groeiden o.a. waterlelie, waterpest en hoornblad

De krabbescheer was hier in 1960 mechanisch verwijderd en keerde in 1961 niet terug. De oeverbegroeiing verschilde niet noemenswaard van die van het behandelde veengat. De begroeiing van deze twee objecten is zo verschillend, dat vergelijkingen moeilijk te maken zijn. In het voorjaar, toen het object werd uitgezocht, was echter nog niet te zien, dat de krabbescheer in het controlegat niet terug zou komen. De microorganismen van de twee gaten waren in grote trekken wel vergelijkbaar. Uit het verloop van de totale inventarisatie in het proefobject bleek, dat toch conclusies getrokken konden worden.

Het

Het water wordt omgeven door weiland, hooiland en broekbos. Het terrein is eigendom van Staatsbosbeheer. Het onderzoek vond plaats in samenwerking met het I.B.S. en het Consulentschap van het Staatsbosbeheer te Utrecht.

2. St. Oedenrode.

Dit object bestaat uit een oude Dommelarm - genaamd de Neul - en bevindt zich direct buiten het dorp St. Oedenrode (gemeente St. Oedenrode). Deze Dommelarm bestaat uit 2 delen, gescheiden door een dammetje met een waterdoorgang er in. De diepte varieert tussen 1 en 2 m, de breedte tussen 2 en 4 m en de lengte van het behandelde gedeelte is ongeveer 750 m.

Het was de bedoeling hier een proefobject en een controle-object in gebruik te nemen. De twee delen - aan weerszijden van de dam - bleken echter in sterke mate te verschillen; het had daardoor weinig zin het ene als controle voor het andere dienst te laten doen. Uit het verloop van de inventarisatie in het proefobject bleek evenwel, dat toch conclusies getrokken konden worden.

In het proefobject kwamen voor de bespuiting o.a. voor krabbescheer (afmeting 25 - 30 cm maximaal), witte waterlelie (Nymphaea alba), drijvend fonteinkruid (Potamogeton natans), glanzend fonteinkruid (Potamogeton lucens, kikkerbeet (Hydrocharis morsus ranae) en flap (vnl. Spirogyra). In het deel dat als controle bedoeld was, ontbraken de krabbescheer en het drijvend fonteinkruid. De meest op de voorgrond tredende soort was hier gekruld fonteinkruid (Potamogeton crispus); deze kwam in het proefobject niet voor. Het water wordt begrensd door weiland, bouwland en boomgaarden. Er is een brede rietzoom, waarin ook kalmoes en rietgras voorkwamen.
Het onderzoek vond plaats in samenwerking met het I.B.S., de Visserij-Inspectie en de Eerste Rooyse Hengelsportvereniging.

3. Kamerik.

Het object is een rechte poldersloot, even ten noorden van het gehucht Kanis, in de gemeente Kamerik. De breedte van de sloot is 4 à 5 m, de diepte plm. 70 cm. De diepte was echter moeilijk te meten daar de bodem zeer modderig was.

Het

Het water was zeer helder - zolang er geen modderwolken waren. De begroeiing bestond voornamelijk uit krabbescheer, kikkerbeet en flap. Later verschenen er grote hoeveelheden veelwortelig kroos (Lemna polyrhiza) en grote kroosvaren (Azolla filiculoides). De begroeiing was homogeen over de gehele lengte van het object. De krabbescheerplanten waren in het algemeen klein, de lengte van de bladeren was meestal niet meer dan 15 à 20 cm. In de controle kwamen ook grotere planten voor, maar hier zijn altijd exemplaren van 15-20 cm als monster gebruikt. De omgeving bestaat uit weiland. Het achterste deel van de sloot werd behandeld met herbiciden, het voorste deel bleef onbehandeld. Daar de twee delen met elkaar overeen kwamen was het onbehandelde deel een goed controle-object. Het onderzoek geschiedde in samenwerking met het I.B.S..

4. Westbroek I.

Ook dit object is een rechte poldersloot omgeven door weiland. Deze sloot bevindt zich naast de kerk in Westbroek, gemeente Maartensdijk. De breedte van de sloot was plm. 5 m, de diepte maximaal 80 cm. Er zijn 2 proefvelden van 100 m in uitgezet; het voorste hiervan werd behandeld met Dalpon + MCPA het achterste met Dalapon + 2,4 D. Het tussenliggende deel (215 m) bleef onbehandeld en werd als controle gebruikt. De sloot was begroeid met waterviolier (Hotonia palustris), holpijp (Equisetum fluviatile), witte waterkers (Nasturium officinale), watereppe (Sium erectum), pijptorkruid (Oenanthe fistulosa), gele plomp (Nuphar luteum), kikkerbeet (Hydrocharis morsus ranae), krabbescheer (Stratiotes aloides), waterpest (Elodea canadensis), glanzend fonteinkruid (Potamogeton lucens), stijve waterranonkel (Ranunculus cicinatus) en flap (vnl. Spirogyra). De begroeiing was vrij homogeen, allen was in het voorste proefveld de krabbescheer minder talrijk dan in de rest van de sloot. De krabbescheerplanten waren i.h.a. 15-20 cm. groot. Het onderzoek werd verricht in samenwerking met de Rijkslandbouwconsulent te Utrecht.

5. Westbroek II

Dit object besond uit een poldersloot. Deze bevond zich ten oosten van het dorp Westbroek, aan de noordzijde van de hoofdweg door dit dorp. De sloot was o.a. begroeid met rietgras (Phalaris arundunac), riet (Phragmites communis), liesgras (Glyceria maxima), drijvend en glanzend fonteinkruid (Potamogeton natans en P.lucens), waterpest (Elodea canadensis), kikkerbeet (Hydrocharis morsus ranae), stijve waterranonkel (Ranunculus circinatus), kranswier (Chara) en flap. De begroeiing was tamelijk gelijkmatig over de gehele lengte van het object. De sloot was 1,5 à 2m breed en ± 50 cm diep. Er zijn 9 proefvelden in uitgezet, elk van 50 m lengte. Tussen de proefvelden werd 10 m onbehandeld gelaten. Een groter onbehandeld gedeelte werd als controle gebruikt.
De 9 objecten zijn 3 aan 3 bespoten met verschillende middelen op verschillende tijdstippen, naar het volgende schema:

Contr.	A	E	H	B	D	J	C	F	G
	Dal + 2,4 D	Dal + Amitrol	Dal + Amitrol	Dal + Amitrol	Dal + 2,4 D	4723	4723	4723	Dal + 2,4 D

In deze sloot kwam geen krabbescheer voor. Potamogeton natans was te vinden in alle objecten; in F was hij echter zeer spaarzaam aanwezig; in J, C en G ook niet talrijk; in de overige objecten in grote getale. In het algemeen is Potamogeton natans als proefplant gebruikt. In de objecten F, J en C was het een enkele maal noodzakelijk Potamogeton lucens hiervoor te nemen. Deze soorten zijn echter vergelijkbaar wat betreft de er op voorkomende dieren. De objecten A, B, C en de controle zijn 6 x bemonsterd in de loop van de zomer, D E en F 4 x, J 3 x, en G en H 2 x. Er is niet gemonsterd voor de bespuiting, behalve 1 x in J. De objecten A, B en C zijn voor het eerst bekeken op de dag van de bespuiting. Men mag aannemen dat de toestand vlak voor de bespuiting gelijk was aan die op de dag van de bespuiting (1 juni). De waarnemingen in A, B en C zijn bruikbaar om na te gaan welke variaties er optreden in de loop van de zomer. De objecten D, E en F zijn voor het eerst bekeken op de dag na hun bespuiting (bespuiting 22 juni, opname 23 juni); het is niet zeker dat de toestand op de 23e juni nog gelijk was aan die op de 21e juni.

Daar

Daar bovendien deze objecten slechts 4 x bemonsterd zijn, zijn de gegevens minder betrouwbaar dan die van de objecten A, B en C.

Het object J is bemonsterd voor de bespuiting, 2 weken na de bespuiting en 6 weken na de bespuiting. De objecten G en H zijn alleen 2 weken en 6 weken na hun bespuiting bemonsterd. De tijd tussen bespuiting en 1e bemonstering is door omstandigheden te lang geworden om hieruit conclusies te trekken. De objecten J, H en G zullen dan ook verder niet behandeld worden. Het onderzoek vond plaats in samenwerking met de Rijkslandbouwconsulent te Utrecht. Het object maakte deel uit van de interprovinciale tijdstippenproef van de landbouwconsulentschappen.

IV. Overzicht van de bespuitingen.

1. Ruigenhoek.

9 juni MCPA 4 1/ha gespoten vanaf de kanten met rugmotorspuit. Hierbij is de begroeiïng van de kanten meegespoten en bovendien in ernstige mate platgetrapt. 18 augustus 2,4 D 2 kg actief/ha vanuit een boot met rugmotorspuit.

2. St. Oedenrode.

11 juli Dalapon 15 kg/ha, 2,4 D 2 kg/ha, Amitrol 2 kg/ha.
17 augustus. Als op 11 juli.

3. Kamerik.

30 juni MCPA 3 kg actief/ha. Bespuiting d.m.v. een spuitboom over de sloot.

4. Westbroek I.

8 juni I. Dalapon 15 kg/ha - $MCPA_4$ 12 l/ha; III Dalapon 15 kg/ha - 2,4 D 6 l/ha.
22 juni I. Dalapon 15 kg/ha - $MCPA_6$ 18 l/ha; III Dalapon 15 kg/ha - 2,4 D 12 l/ha.
25 augustus. Zelfde bespuiting als op 22 juni.

Bij deze bespuitingen in het object Westbroek is de concentratie van de Dalapon de gebruikelijke, de concentratie van de MCPA en 2,4 D is 3 X zo sterk als gewoonlijk toegepast wordt. De 2,4 D concentratie op 8 juni vormt een uitzondering, deze is slechts 1½ X de normale.

5. Westbroek II.

	bespoten op 1 juni	bespoten op 22 juni	bespoten op 13 juni	zie ook situatie-schets op blz. 21.
15 kg Dalapon per ha 2 kg 2,4 Damine/ha	A	D	G	
15 kg/ha Dalapon 2 kg/ha Amitrol	B	E	H	
50 kg/ha 4723	C	F	J	

4723 Bevat Amitrol, 2,4 D, TCA en mogelijk nog meer stoffen.
Bij alle objecten werden behalve de planten van het open water ook de oeverbegroeiïng bespoten.

-V.-

V Verzamelmethodiek.

Er werden 2 soorten monsters genomen, nl. monsters die per microscoop moesten worden onderzocht en monsters die met het blote oog of hoogstens met een loupe (10 x) bekeken werden. In de laatste categorie komen vooral dieren voor als insektenlarven, slakken, wormen, etc.. In de monsters van de eerste soort vindt men plakton en vastzittende micro-organismen. Deze vastzittende organismen zijn meestal in grote getale aanwezig: het is dus niet gewenst deze monsters planktonmomsters te noemen, ook al worden ze genomen met behulp van een planktonnet.

a. Micro-organismen.

De microscopische organismen werden verzameld met behulp van een planktonnet met een maaswijdte van 40/u. De monsters werden in het algemeen genomen vanaf de oever, een enkele maal vanuit een boot. Met een plastic 5 l emmer werd 30 l water door het planktonnet gegoten. De monsters werden direct gefixeerd met formaline, een paar druppels 33% per buis.

Het uitwerken van deze monsters is gebeurd met behulp van een schatting voor de abundantie. Het gehele monster werd hiertoe in een petrischaal uitgegoten en bij vergrotingen van 10 x 2, 10 x 10 en soms 10 x 45 bekeken.

De abundantie werd aangegeven met de waarden van 1 t/m 5. In practijk kwam dit ongeveer overeen met:

1 = zeer weinig, niet meer dan plm. 5 exemplaren per monster.

1-2 = af en toe een exemplaar, meer dan 5 per monster, maar veel minder dan 1 per beeldveld.

2 = in elk veld plm. 1 exemplaar.

2-3 = in elk veld 1-5 exemplaren.

3 = in elk veld meer dan 5, maar nog niet echt talrijk.

4 = in elk veld talrijk, maar wel nog andere soorten aanwezig.

5 = zeer talrijk en vrijwel geen andere soorten aanwezig.

Deze schattingen vonden plaats bij de vergrotingen 10 x 2 en 10 x 10. De 10 x 45 vergroting werd alleen gebruikt voor determinatie.

Met de kleine vergroting (20 x) werden bekeken: Turbellariën, Annelida, insektenlarven en grote watervlooien, Spirogyra, Cladophora, Volvox en kolonies van Nostoc en Gloeotrichia.

De grote vergroting 100 x diende voor alle overige organismen. Uiteraard zijn de waarden, die met verschillende vergroting bepaald zijn, niet met elkaar vergelijkbaar. De waarde 2 - in elk veld ± 1 ex. - voor Daphnia of Simocephalus weerspiegelt een kleinere totale populatie dan de waarde 2 voor bv. Polyarthra of Trachelomonas. Bij een kleine vergroting zijn er minder beeldvelden per petrischaal dan bij een grote vergroting. Het zal echter slechts zelden noodzakelijk zijn de populaties van 2 verschillende soorten te vergelijken; meestal gaat het er om de populatie van een soort op verschillende tijdstippen of plaatsen te vergelijken.

Het is moeilijk een monster, waarin veel organismen voorkomen, te vergelijken met een monster waarin de bevolking minder talrijk is. Vooral als er verschillende soorten aanwezig zijn is de waarnemer geneigd zich, bij de waardering, te laten beïnvloeden door de talrijkheid van de ene soort t.o.v. de andere. Bijvoorbeeld, in een monster overheerst soort A; deze is aanwezig in abundantie 4. Een andere soort (B) komt in ditzelfde monster voor met een waarde 1-2. In een tweede monster ontbreekt A, B komt er echter in dezelfde aantallen voor als in het eerste monster, nl. zo af en toe een ex., maar zeker niet meer dan 1 per beeldveld. De waarnemer heeft echter in dit geval neiging een hogere waarde toe te kennen; hij hoeft de individuen minder te zoeken en krijgt dus de indruk dat er meer zijn. Om deze onnauwkeurigheid te voorkomen is bij de waarderingscijfers voor de abundantie aangegeven hoeveel ex. van de soort per beeldveld aanwezig moeten zijn.

De cijfers voor detritus zijn niet vergelijkbaar met die voor de organismen. Deze zijn

1 = bijna geen detritus aanwezig

2 = wel duidelijk detritus aanwezig, maar nog niet storend bij de waarneming

3 = de hoeveelheid detritus is in lichte mate storend

4 = de hoeveelheid detritus is zeer storend, maar door met een prepareernaald een opening te maken in de dichte modderlagen, is nog wel voldoende na te gaan in welke hoeveelheden de organismen aanwezig zijn

5 = er is zoveel detritus aanwezig dat waarneming van de organismen vrijwel onmogelijk is.

Uit

Uit voorgaande planktonwaarnemingen, die op het RIVON werden verricht, is gebleken dat de hoeveelheid van 30 l water voldoende is om een indruk te krijgen van de totale populatie van micro-organismen in een sloot of veengat.

b. Macro-organismen.

Er zijn verschillende methoden voor het vangen van organismen, die zich op en om de vegetatie bevinden. De "Wisconsintrap", zoals beschreven in Limnological Methods van Welch, zou wel een mooi apparaat geweest zijn voor dit onderzoek. Het bestaat uit een vierkant van stevig draad, waaraan een net van canvas of andere stevige stof vastgemaakt is. Het draadvierkant bestaat uit 2 beugelhelften, door scharnieren verbonden. De bodem van het net bestaat uit gaas om het ontsnappen van water en lucht mogelijk te maken. Het apparaat wordt open over de te onderzoeken planten geplaatst en de betreffende planten worden losgesneden. Daarna wordt het net gesloten door de helften van het draadvierkant naar elkaar toe te brengen, het geheel wordt omgedraaid en zo kunnen de planten aan de wal gebracht worden voor verdere behandeling. Een bezwaar is, dat dit apparaat bij voorkeur door 2 personen gehanteerd moet worden. Bovendien moet men in het water staan om er mee te werken. In de meeste onderzochte objecten was dit niet mogelijk; de bodem was nl. te zacht, zelfs met monstername vanaf de kant werden al grote modderwolken opgeworpen als men iets te hardhandig tewerk ging. Met dit apparaat is het aantal dieren te bepalen dat voorkomt in de planten, die een bepaald grondoppervlak bedekken. Om kwantitatief te werken moeten de monsters in een homogene vegetatie genomen worden. Hetzelfde is echter te bereiken door een vierkant - 1 m^2 of $\frac{1}{4}$ m^2 - van latten of plastic op het water te laten drijven en dan alle planten die er binnen voorkomen te verzamelen. Wel moet dan de diepte van het water in rekening gebracht worden. Bij deze methode ligt de moeilijkheid in het verzamelen van "alle planten die binnen het vierkant voorkomen". Vooral bij planten van enige uitgestrektheid, bv. Potamogetonsoorten, is het moeilijk alleen binnen het vierkant te verzamelen; er komen altijd stengels mee die buiten het vierkant uitsteken.

Om deze af te knippen zou men in de sloot moeten gaan staan. Dit is meestal niet goed mogelijk, omdat men daarmee de gehele daar heersende toestand verandert en dus het monster waardeloos maakt. De drijvend-vierkant-methode zou wel bruikbaar zijn als men een plank over de sloot kan leggen en midden boven het vierkant verzamelen. Dit was echter bij de objecten van dit onderzoek niet goed mogelijk. Verder is de methode natuurlijk alleen bruikbaar in ondiep water - tenzij het om niet wortelende planten gaat.
In aansluiting op de drijvend-vierkant-methode kwam de gedachte op het aantal dieren te tellen per strekkende meter plantenstengels. Dit heeft trouwens KRECKER in 1939 ook al gedaan.
Bij krabbescheer stuit het tellen per meter op morphologische bezwaren; bij deze soort werd dus nagegaan hoeveel organismen er per plant voorkwamen. Hierbij zou het goed geweest zijn het gewicht van de planten te bepalen, dit is echter niet gebeurd.
Natuurlijk werden in een object zo veel mogelijk planten van ongeveer dezelfde grootte verzameld en onderzocht. Op deze manier zijn wel de resultaten van een object met elkaar te vergelijken. Daar de gemiddelde grootte van de planten in verschillende objecten niet overal gelijk was, zijn de planten uit de verschillende objecten niet te vergelijken, De methode is dus niet geheel kwantitatief. Ook zijn de getallen voor het aantal organismen per meter plant niet volkomen betrouwbaar. Zij zijn nl. niet altijd van dezelfde hoeveelheid plantenmateriaal afkomstig. Vermoedelijk is in enkele gevallen niet voldoende materiaal onderzocht om inderdaad alle aanwezige soorten te vinden.
De uitvoering van de methode verliep als volgt:
Eén of meer planten werden voorzichtig uit het water genomen (zodat de dieren er zoveel mogelijk op bleven zitten) en in een witte plastic bak met water gedeponeerd. Dan werd blad voor blad gecontroleerd op bewoners. Voor het bepalen van de lengte van de verwerkte hoeveelheid Potamogeton en andere langgestrekte planten werd de stengel gemeten nadat alle bladeren verwijderd waren. Zijtakken van minder dan 5 cm werden niet apart opgemeten, langere zijtakken wel. Uit deze gegevens werd berekend hoeveel organismen er voorkwamen op 1 meter plant. Bij gunstige weersgesteldheid vond dit procédé plaats in het weiland naast het object.

Bij

Bij slecht weer, of bij tijdgebrek werden de planten meegenomen in een dikke plastic zak met water. Na thuiskomst moesten ze zo spoedig mogelijk bekeken worden; het is echter mogelijk ze tot de volgende dag te bewaren zonder dat er essentiële verschillen optreden met de direct bekeken planten. Wel is het onderzoek dan moeilijker, omdat veel dieren dan al dood zijn en dus moeilijker te ontdekken zijn. Dit euvel heeft vooral betrekking op wormen, haftenlarven en libellenlarven.
In object nr. 4 Westbroek poldersloot I werd op 27 mei 1961 nagegaan op welke plantensoort de meest gevarieerde fauna te vinden is. Onderzocht werden Potamogeton natans en P. lucens, Elodea canadensis en Ranunculus circinatus. Op P. natans waren op die dag maximaal 10 soorten per meter aanwezig op P. lucens waren dit er 8, op Elodea canadensis 5 en op Ranunculus circinatus 6. Geen van deze planten ondervindt invloed van bespuiting met groeistoffen. Op grond van het aantal soorten dat er op voorkomt, zijn de Potamogeton-soorten het meest geschikt als proefplant. Op krabbescheerplanten vindt men in de regel ware dierentuinen van invertebrata. Wat dat betreft zijn het dus zeer geschikte proefplanten. Krabbescheer wordt echter in de regel wel aangetast door groeistoffen. De planten vallen dan gemakkelijk uit elkaar, maar als ze met overleg behandeld worden is toch na bespuiting nog wel na te gaan wat één plant is geweest. Ze zijn dus dan toch wel te gebruiken als proefplanten. Als er veranderingen optreden in soortensamenstelling of aantal individuen kunnen deze, in het geval van krabbescheer, direct te wijten zijn aan het spuitmiddel, maar ook kan de plant aangetast worden en dan ongeschikt worden als substraat voor de organismen. Daar deze factoren in de practijk niet gescheiden kunnen worden, is het bij dit oriënterende onderzoek evenmin nodig ze te scheiden

VI. Resultaten.

1. Reigenhoek.

0 9 juni werd bespoten met MCPA. De 13e juni vallen de krabbescheerplanten enigszins uiteen; vanaf de 19e juni vergaan de planten steeds meer, zonder echter geheel af te sterven. Het binnenste gedeelte van de planten is altijd nog groen. Op de 24e juli zijn vrij veel jonge frisse planten aanwezig; Op de 7e augustus is het herstel nog duidelijker. De 18e augustus vindt de 2e bespuiting plaats, ditmaal met 2,4 D. De 21e aug. is hiervan al effect te zien, op de 4e september is het gehele veengat met een bruine rottende massa krabbescheerplanten bedekt. Weer sterven echter uitsluitend de buitenste bladeren af, het hart van de planten blijft groen. Dit is ook op de 20e september nog het geval. In oktober waren alle planten onder water verdwenen. Dit is de normale gang van zaken.

a) Macroscopische organismen.

Eén monster bestond uit 2 krabbescheerplanten (30-35 cm groot), tenzij anders vermeld (zie lijst 1a). In totaal zijn tussen 26 mei en 20 september 67 soorten verzameld. 26 hiervan kwamen voor in meer dan de helft van de monsters en zijn dus algemeen. 17 soorten kwamen voor in minder dan 10% van de monsters en werden incidenteel genoemd.

De meest algemene soorten waren: bloedzuigers: Herpobdella spp., Glossiphonia heteroclita en Gl. complanata, Helobdella stagnalis; platwormen: zwarte Planarien, Dendrocoelum lacteum; Oligochaeten: Stylaria; slakken: Acroloxus lacustris, Bithynia sp.; minerende muggenlarven; kokerjuffers: Hydroplilidae, Asellus aquaticus (waterpissebed).
(zie lijst 1a)

Het aantal soorten per monster vertoont het volgende verloop:

Datum	MCPA bespuiting							Bespuiting met 2,4D			
26.5	9.6	13.6	19.6	28.6	10.7	24.7	7.8	18.8	21.8	4.9	20.9
aantal											
25	31	29	33	34	33	33	29		27	31	25

De bespuitingen veroorzaken geen noemswaardige verandering in het aantal soorten. Ook de frequentie, waarmee de afzonderlijke soorten voorkomen, blijft in het algemeen gelijk. Zoals reeds vermeld werden de krabbescheerplanten wel aangetast door de groeistoffen, maar ze stierven niet geheel af. Er was dus voortdurend substraat voor de organismen. Van de elzen langs de oever stierven er enkele. De andere oeverplanten hadden ook te lijden van de bespuiting en van de betreding.

b. Microscopische organismen.

Vanaf het vroege voorjaar (18 maart 1961) zijn iedere 14 dagen 2 monsters genomen, nl. 1 monster in het proefobject en 1 in de controle. In totaal zijn 124 soorten gevonden. 21 hiervan in meer dan 50% van de monsters, 43 in minder dan 10%.
De bespuitingen hebben geen invloed op de soorten-samenstelling of de aantallen waarin deze organismen voorkomen. Wel zijn er variaties, maar meestal komen de veranderingen in proefobject en controle met elkaar overeen. Het zijn dus vermoedelijk normale seizoensvariaties. (zie lijst 1b).

2. St. Oedenrode.

Op 26 juni zijn de krabbescheerplanten fris en groen; het water is echter verontreinigd. Op sommige plaatsen drijft een soort vlies en het water ziet hier en daar wat geelachtig.
Op 11 juli, de dag van de 1e bespuiting, is de toestand vergelijkbaar met die op de 26e juni. Op de 19e juli, 8 dagen na de bespuiting is er nog niet veel effect te zien. De krabbescheervelden zijn inderdaad bruin gekleurd, maar de planten zitten nog stevig in elkaar; het is nog mogelijk ze aan één blad uit het water te vissen. Op de 3e augustus komen er betrekkelijk veel krabbescheerplanten voor die bruin en vergaan zijn.

Er zweven vele plantenvezels in het water. Toch zijn er ook nog volkomen levenskrachtige planten aanwezig. De oeverbegroeïng sterft af. Dit is op de 17e augustus nog duidelijker; het water vertoont dan echter hetzelfde beeld als op de 3e augustus. De bespuiting van de 11e juli heeft dus wel enig effect gehad, maar niet in de mate als verwacht was. Op 17 augustus is voor de 2e maal gespoten. Deze bespuiting lijkt meer effect te hebben. O de 31e augustus is het gras op de oevers volkomen afgestorven en de krabbescheerplanten zijn voor 100% bruin; ook in het hart van de planten zijn geen groene bladeren meer aanwezig. D planten vallen echter niet uit elkaar.

O de 19e september vertoont het gras op de oevers een duidelijke hergroei. D krabbescheer is onveranderd. I oktober zijn alle planten onder water verdwenen. Het effect van de bespuitingen voldeed dus ook in dit object niet geheel aan de verwachtingen.

a. Macroscopische organismen.

Een monster bestond in de regel uit 4 krabbescheerplanten; deze hadden een bladlengte van 25-30 cm. I totaal zijn 66 soorten verzameld. 18 hiervan in meer dan 50% van de monsters. 15 hiervan in minder dan 10%. De voornaamste soorten waren: Herpobdella spp., Stylaria lacustris, Ephemeridelarven, Polycentropidae (kokerjuffers), minerende muggenlarven, Asellus aquaticus. (lijst 2a).

Tussen 26 juni en 19 september varieert het aantal soorten per monster als volgt:

Datum	26.6	11.7 besp. met Dalapon, 2,4 D, Amitrol	19.7	3.8	17.8 Dalapon + 2,4D Amitrol	31.8	19.9
Aantal	39	33	35	38	31	36	24

Na beide bespuitingen werd een groter aantal soorten gevonden dan er voor. Het aantal individuen per soort veranderde niet o.i.v. de bespuitingen.

b. Microscopische organismen.

In april en mei is 1x per maand gemonsterd, gedurende de zomer meermalen per maand - nl. op dezelfde dagen als de krabbescheermonsters - en in oktober weer 1 maal.
De monsters zijn genomen op 4 punten van het behandelde deel van de Neul. Er bleken geen grote verschillen te bestaan in soort en samenstelling. Wel werden sommige soorten uitsluitend op 1 punt gevangen, maar dan nooit vaker dan 2 à 3 maal in kleine aantallen.

In totaal zijn 137 soorten verzameld, hiervan 35 in meer dan 50% van de monsters en 38 in minder dan 10%. Er is geen invloed van de bespuitingen te constateren. (zie lijst 2b).

3. Kamerik.

Het object is slechts 1x bespoten, nl. op 30 juni. Op de 5e juli waren de Krabbescheerplanten inderdaad bruin, en ook vielen enkele exemplaren enigszins uit elkaar. Op de 27e juli is de stand van zaken gelijk aan die op de 5e juli. De 12e augustus is de sloot veel schoner dan 2 weken te voren. Er zijn vele jonge frisse krabbescheerplanten verschenen en er is veel flap, Arolla filiculoides en Lemna polyrhisa aanwezig. Weer 2 weken later, op de 25e augustus is er niet meer te zien dat de sloot ooit met herbicide behandeld is.

Hetzelfde geldt voor de 14e september. In october zijn alle krabbescheerplanten onder water verdwenen, ook in de controle.

a. Macroörganismen.

In het proefobject bestonden de monsters uit 4 krabbescheerplanten (grootte plm.20 cm), in de controle uit 2 planten van dezelfde grootte. In totaal zijn in controle en proefobject samen 71 soorten verzameld, hiervan kwamen 27 voor in meer dan 50% van de monsters en 19 in minder dan 10%. De meest algemene soorten waren: minerende muggenlarven, Dendrocoelum lacteum, zwarte Planarien, Herpobdella spp., de slakken Bithynia sp. en Planorbis vortex, Asellus aquaticus (zie lijst 3a).

Het aantal soorten varieert als volgt:

Datum	6.6	30.6 beh. met MCPA	5.7	27.7	11.8	25.8	14.9	12.10
Aantal	33	44	39	32	38	34	36	23
Controle	-	-	35	32	28	29	22	-

Het aantal soorten verminderde wel na de bespuiting, maar de verdwijnende soorten behoren voor het merendeel tot de incidentele soorten. De zwarte Planarien verminderen sterk in aantal na de bespuiting, maar later herstellen zij zich weer. Op 27 juli zijn ze in de behandelde en de niet behandelde delen van de sloot weer ongeveer even talrijk. De bespuiting heeft op de andere organismen weinig invloed. Op de controleplanten kwamen ongeveer dezelfde organismen voor als op de proefplanten en in ongeveer gelijke aantallen. In de tabel zijn lagere getallen opgegeven voor de controleplanten. De oorzaak hiervan is, dat deze getallen verkregen zijn van 2 planten., terwijl in het proefobject 4 planten zijn onderzocht.

b. Microörganismen.

In totaal zijn 118 soorten gevonden. Hiervan kwamen 35 soorten voor in meer dan 50% an de monsters, 33 in minder dan 10%. (zie lijst 3b). Er is geen invloed van de behandeling te constateren. De controle en de proefobjecten komen gedurende de gehele zomer met elkaar overeen.

4. Westbroek I.

Het effect van de bespuitingen was hier even gering als in Kamerik, hoewel hier een 2 à 3 maal zo grote dosering groeistoffen gebruikt werd als in de andere objecten. De 8e juni, de dag van de 1e bespuiting, waren alle krabbescheerplanten fris en groen en vele bloeiden of waren in knop. Ze staken echter niet erg ver boven water uit. Op de 16e juni waren de planten in beide proefvelden bijna even groen als in de controle.

De 2e bespuiting vond plaats op de 22e juni, de 1e bespuiting had weinig effect gehad. Op de 27e juni hebben de planten bruine punten aan de bladeren.

De aantasting is echter nog niet duidelijk. Dat is evenmin het geval op de 7e juli. Er komen dan enkele uiteenvallende krabbescheerplanten voor, maar niet erg veel. De aantasting is in het MCPA object iets duidelijker dan in het 2,4 D object. Dit effect gaat weer verloren. Op de 25e juli is namelijk vrijwel niet meer te zien dat de krabbescheer behandeld is met herbiciden; er zijn vele jonge groene planten. Op de 10e augustus is de toestand onveranderd, en de 25e augustus eveneens. Op deze laatste datum vindt de 3e behandeling plaats. Het effect hiervan is echter nihil. Op de 29e augustus zijn de planten grotendeels onder water verdwenen; er steken alleen nog wat bruine puntjes boven water uit. Dit geldt zowel voor de controle als voor de proefobjecten. Op de 15e september zijn alle krabbescheerplanten ondergedoken en er is aan de planten absoluut geen effect van bespuiting te zien.
De grasachtige planten in de sloot en op de oevers reageerden sterk op het Dalapan, ze waren in september vrijwel allemaal verdwenen. De behandelde stukken van de sloot waren dus wel schoner dan de controle, maar dit goldt niet voor de krabbescheer.

a. Macroscopische organismen.

De monsters bestonden uit 2 krabbescheerplanten met een bladlengte van 15-20 cm. In controle en proefobjecten zijn in totaal verzameld 68 soorten. 22 hiervan zijn gevonden in meer dan 50% van de monsters, 22 in minder dan 10%.

Het talrijkst kwamen voor: minerende muggenlarven, Herpobdella sp., Bithynia sp., Stylaria lacustris, zwarte Planarien, Asellus aquaticus. (zie lijst 4a).

	1e bespuiting		2e bespuiting					3e bespuiting		
Datum	8.6	16.6	22.6	27.6	7.7	25.7	10.8	25.8	29.8	15.9
MCPA	27	26	-	30	28	26	27	-	27	18
2,4 D	-	30	-	24	29	31	32	-	25	22
Controle	22	22	-	30	25	26	23	-	24	17

Het aantal soorten werd niet beïnvloed door de bespuiting en het aantal individuen evenmin. De controlemonsters verschillen niet van de monsters uit de behandelde delen van de sloot. Er is geen verschil te zien tussen MCPA en 2,4 D-behandeling. De soorten die na de bespuiting verdwijnen of verschijnen behoren vrijwel allen tot de incidentele soorten.

b. Microörganismen.

In totaal zijn 106 soorten verzameld. Hiervan kwamen 24 soorten voor in meer dan 50% van de monsters en 35 soorten in minder dan 10 %. (zie lijst 4b)

Na de eerste bespuiting treedt geen vermindering in het aantal soorten op. Na de 2e en 3e bespuiting wel, maar altijd verdwijnen in hoofdzaak incidentele soorten. Ook in de controle is tussen de 10e en 29e augustus het aantal soorten sterk terug gelopen. Het ziet er dus niet naar uit, dat de achteruitgang te wijten is aan behandeling met herbiciden.

5. Westbroek II.

Zoals reeds vermeld kwam in dit object geen krabbescheer voor. Polamogeton natans en Pot.lucens zijn hier als proefplanten gebruikt. Deze worden geen van twee door de herbiciden aangetast en de bezetting met organismen is voor beide soorten ongeveer gelijk. Alleen de objecten A,B,C,D,E en F zijn voldoende onderzocht om conclusies te kunnen trekken.

a. Macroörganismen.

De belangrijkste soorten zijn Herpobdella sp., zwarte Planarien, Limnaea ssp., Planorbis vortex, Physa fontanalis, Lep tourida., minerende muggenlarven en Asellus aquaticus. (zie lijst 5a). Totaal zijn 53 soorten gevonden,
hiervan 11 in meer dan 50% v.d. monsters
en 19 in minder dan 10%.
Het verloop van het aantal soorten per meter plant is als volgt:

	1 juni		9 juni		23 juni		4 en 7 juli		1 en 2 aug.		28 aug.	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
controle	9	2,50	11	1,40	18	2,60	17	160	22	2,80	11	1,50
A Dalapon + 2,4 D	11	2,70	12	1,40	14	2,20	14	1,40	26	2,70	15	1,50
B. Dal +ATA	11	1,60	10	1,35	12	1,80	15	2,20	20	1,50	16	1,40
C 4723	12	2,20	12	1,50	12	1,90	17	2,20	20	4,80	14	1,80
D Dal + 2,4D					21	1,85	9	1,50	12	1,40	13	1,20
E Dal +ATA					9	1,85	10	1,80	25	2,30	14	1,60
F 4723					14	1,90	13	1,60	15	3,20	15	1,70

besproten op 22 juni / 1 juni

I = aantal soorten per meter
II = hoeveelheid Potamogeton in (meters) waaruit I berekend is.

In het algemeen is Pot.natans gebruikt voor deze waarnemingen. In 3 gevallen is Pot.lucens gebruikt (4 en 7 juli object C, 1 en 2 aug., obj.C en F.)
Bovenstaande getallen geven echter geen betrouwbaar beeld, daar zij niet van dezelfde hoeveelheid planten materiaal afkomstig zijn. Wel is waar is voor alle soorten het aantal dieren per meter plant bepaald, maar vermoedelijk was de onderzochte hoeveelheid plantenmateriaal niet altijd voldoende om alle aanwezige soorten ook te vinden.

Er is geen verschil tussen Potamogeta Lucens en Pot.natans wat betreft de bezetting met organismen. Op 1 en 2 augustus was het grootste aantal verschillende soorten aanwezig, zowel voor proefserie ABC, als voor proefserie DEF.

In september is overal het aantal soorten terug gelopen. Dit komt overeen met de natuurlijke seizoensvariatie. In object D is na bespuiting een sterke teruggang in het aantal soorten waar te nemen, echter niet in aantal individuen van de voorkomende soorten. Dit behoeft geen gevolg te zijn van de bespuiting. In de overige objecten is geen teruggang in het aantal soorten te constateren. Ook de aantallen individuen variëren nergens op opvallende wijze.

Wel komen verschillen voor tussen controle en de verschillende objecten (zie lijst 5A). In de voorzomer zijn bijvoorbeeld altijd meer Herpobdella eikapsels te vinden in obj. B dan in de controle.

Het ziet er niet naar uit dat de bespuitingen enige invloed gehad hebben op de soorten samenstelling of individuen rijkdom. Deze conclusie is echter gebaseerd op wankele grondslagen - zowel het aantal gevonden soorten als het aantal gevonden individuen,is in het algemeen vrij klein. Het was echter niet mogelijk meer materiaal te onderzoeken en zo te komen tot meer betrouwbare cijfers.

Er zijn geen verschillen te zien tussen de resultaten van de verschillende spuitmiddelen.

b. Microorganismen.

Uit elk object zijn in de loop van de zomer 5 monsters bekeken. De objecten A B en C zijn bespoten op 1 juni, de 1e monstername vond plaats op 9 juni. Bij D,E en F werd het 1e monster genomen en op de dag van bespuiting, nl. op 22 juni. De objecten G,H, en J werden voor het eerst bemonsterd op 4 juli;

Op 13 juli werd hier gespoten; op deze dag werd het 2e monster genomen.

De G,H,J serie is dus de meest betrouwbare, de D.E.F. serie is ook bruikbaar, maar bij de A,B,C serie is te lange tijd verlopen tussen bespuiting en 1e monstername.

Westbroek II - Microorganisme na bespuiting.

In totaal zijn 117 soorten verzameld. De volgende aantallen soorten zijn gevonden in de verschillende objecten:

datum	1.6	9.6	16.6	22.6	24.6	4.7	13.7	25.7	8.8	21.8
controle		44	35	37	38	4.7	34	39	48	39
A Dalapon +2,4 D	bespuiting	40	39	41	43	44				
B Dalaport Amitrol		29	33	31	41	39				
C 4723		20	28	27	48	39				
D Dalapon+12,4D				46	32	41	31	40		
E Dalapon + Amitrol				45	38	35	32	46		
F 4723				38	34	35	42	43		
G.Dalapon+2,4D						35	40	39	44	38
H.Dalapon+ Amitrol						40	38	42	35	39
J.4723						29	40	42	42	39

In het 1e monster van object C waren zeer weinig soorten aanwezig; hiervoor is geen oorzaak aan te wijzen.
In de DEF groep is 2 dagen na de bespuiting een duidelijke afname in het aantal soorten, na een maand is het aantal weer teruggekomen op de oorspronkelijke waarde.

Deze tijdelijke afname is mogelijk een gevolg van de behandeling met herbiciden (Pierce vond een dergelijk verschijnsel bij haar proeven. Bij de andere objecten is het verschijnsel echter niet waargenomen. In groep GHJ neemt het aantal soorten juist toe na de behandeling.

Bovendien is ook zonder dat bespoten wordt, de variatie van het aantal gevonden soorten groot, bijv. in F ook de controle varieert sterk.

In enkele gevallen treedt een vermindering van het aantal soorten op na de bespuiting, in andere gevallen een vermeerdering, of het aantal blijft gelijk. De vermindering is altijd binnen een maand hersteld. Ook in de controle's varieert echter het aantal sterk; de variaties binnen de proefobjecten zijn zelfs geringer dan binnen de controle. Het is dus niet met zekerheid te zeggen dat de vermindering van het aantal soorten te wijten is aan de bespuiting.

De variatie's in individuen aantal treden in het algemeen in gelijke mate op in controle en proefobjecten, en ze zijn in overeenstemming met de normale seizoensvariaties.

6. Algemene waarnemingen geldend voor alle objecten.

Opgemerkt kan worden, dat tijdens de bespuitingen de organismen (schaatsenrijders, libellen, schrijvertjes) wel wegvluchtten, maar na enige tijd terugkwamen. Waterslakken lieten van de planten los en zakten op de bodem, om later weer naar boven te kruipen.

Directe reacties van de dieren op de herbiciden konden niet worden waargenomen. Watervogels zoals eenden koeten, waterhoentjes en knobbelzwanen, werden regelmatig in de objecten waargenomen. In Ruigenhoek werd een roerdomp gezien. In Westbroek I bevonden zich ook ringslangen. Deze dieren gedroegen zich allen volkomen normaal.

VII. Conclusie en nabeschouwing.

Uit het onderzoek blijkt, dat bespuiting met Dalapon MCPA, 2,4D, Amitrol en 4723 in de gebezigde concentratie geen ingrijpende verandering in de biocoenose in de sloot ten gevolge heeft. Mogelijk is er enige achteruitgang bij de microörganismen in soorten aantallen (Westbroek II DEF), maar deze is na een maand weer verdwenen. In individuenaantallen traden geen significante fluctuaties op.

Bij dit resultaat moet echter wel in het oog gehouden worden, dat de behandeling op de krabbescheer zelf minder effect had dan was verwacht. Wel trad gedeeltelijk afsterven op, maar steeds waren er nog voldoende planten om de organismen substraat en schuilplaats te verschaffen. Een algehele verandering zal pas te verwachten zijn als de krabbescheer volkomen afsterft. Het ziet er echter niet naar uit dat dit alsnog het geval zal zijn - alleen bij het object Ruigenhoek bestaat hierop enige kans. Het zou gewenst zijn de objecten het komende jaar te controleren op hergroei. De conclusie dat de bespuitingen geen invloed hebben op de biocoenose in de sloot, moet met de nodige voorzichtigheid gehanteerd worden.

De zomer van 1961 was bizonder rijk aan regen. Mogelijk heeft dit invloed gehad op de werking van de herbiciden. In ieder geval reageerden de Krabbescheerplanten niet zoals verwacht was; ze stierven namelijk niet af. Men zou zich kunnen denken dat de werking, die de herbiciden uitoefenen op de organismen die op de planten leven, ook geringer was dan in vorige, drogere, jaren. Het jaar 1961 was dus vermoedelijk geen representatief jaar. Het onderzoek heeft zich slechts over een seizoen uitgestrekt. Dit is te kort om met zekerheid conclusies te kunnen trekken.

Het is wenselijk de ontwikkeling in het volgende voorjaar en de volgende zomer na te gaan. Het zou namelijk mogelijk kunnen zijn dat de organismen wel gedurende de zomer in leven blijven, maar het volgende voorjaar niet terug komen - dit geldt zowel voor planten als dieren.

Dit verdwijnen kan veroorzaakt worden door afsterven gedurende de overwintering, maar het kan ook een gevolg zijn van een verminderde levensvatbaarheid van de nakomelingen. Stroganow heeft laboratorium onderzoek verricht in deze richting. Hij werkte wel is waar niet met herbiciden, maar met andere giftstoffen. Voor herbiciden zou een dergelijk effect evenwel ook denkbaar zijn. Hij kweekte verschillende proefdieren (o.a. Perca fluviatilis, Daphnia magna en D.pulex) in water met verschillende concentraties toxische stoffen. Uit eigen onderzoek geeft hij cijfers voor de invloed van koperionen en (C_2H_5) Hg PO_4.

Voor Perca vermeldt hij (naar Bebedewa) de volgende resultaten van de inwerking van $BeCl_2$.

mg Be/l	controle	0,025	0,05	1,6
ouders	688	960	720	84
1e generatie	673	726	622	9
2e generatie	681	499	192	0

De oudere dieren verdragen dus betrekkelijk hoge concentraties v.d. toxische stoffen. De embryonen en vooral de larven zijn echter veel gevoeliger. Als een toxische stof aanwezig is op het moment dat er larven zijn, kan dit drastische gevolgen hebben voor de populatie. Het is echter niet eens nodig dat de toxische stof aanwezig is op het moment dat er larven zijn.

Dieren, die voortdurend moeten leven in een ongunstig milieu, moeten meer inspanning opbrengen om zichzelf in conditie te houden. Ze verbruiken meestal meer voedsel dan dieren die in gunstig milieu (bijv. in de controle-verblijven) maar blijven toch vaak achter in ontwikkeling. De voortdurende spanning-toestand kan tot gevolg hebben dat er minder eieren geproduceerd worden en dat deze van slechtere kwaliteit zijn dan onder normale omstandigheden het geval is. Dit leidt tot achteruitgang van de populatie ook nadat de stresstoestand is verdwenen.

Bij deze beide oorzaken is de tijd, die nodig is om de toxische stof af te breken tot onschadelijke bestanddelen van primair belang. Resistente stoffen oefenen een langdurige stress uit op de aanwezige organismen. Voor de onkruidbestrijding is het vaak gunstig als een herbicide lange tijd werkzaam blijft. Men behoeft dan niet zo frequent te bespuiten als bij behandeling met snel onwerkzaam wordende stoffen. Het is echter ten zeerste ongewenst de organismen die niet bestreden behoeven te worden, lange tijd aan de invloed van de bestrijdingsmiddelen bloot te stellen.

Resistente stoffen zijn dus ongeschikt als onkruidbestrijdingsmiddelen in watergangen. Ook om een andere reden mogen resistente herbiciden niet gebruikt worden in watergangen. Zij zouden nl. door de stroming in het water over een groot gebied verspreid kunnen worden. Dit levert een groot gevaar voor Natuurbeschermingsobjecten. De Nederlandse water- en moeras reservaten zijn van internationaal belang en mogen dus onder geen voorwaarde aan gevaar worden blootgesteld. Vele van deze beschermde wateren en moerasgebieden vormen een waterstaatkundige eenheid met de openbare wateren in de omgeving.

Onkruidbestrijdingsmiddelen moeten dus afgebroken zijn tot onschadelijke stoffen, voordat ze in de beschermde gebieden kunnen zijn doorgedrongen. Dus komen alleen snel uitoenvallende middelen in aanmerking. Over de persistentie en de accumulatie van herbiciden in watergangen is nog niet veel bekend. Uit onderzoek in de bodem blijkt dat sommige bacteriën in staat zijn over te schakelen op deze stoffen. Na een langere of kortere aanlooptijd - waar in de bacteriën zich aanpassen aan de nieuwe stof - gaat de afbraak vrij snel (Audus 1960).

Bij de afbraak komen ook giftige stoffen vrij, bijv. 2,4 dichlorophenol bij afbraak van 2,4 D. Phenolen zijn i.h.a. giftig voor vissen (Jones); ook bodembacteriën gaan aan phenolen te gronde, zelfs al bij lage concentraties. Deze phenolen worden dus verder niet afgebroken door bacterie-werking.

Voor vele organismen is het leven in dit milieu pas weer mogelijk als de phenolen op andere wijze b.v. door de chemische afbraak verdwenen zijn. Hiervoor kan een lange tijd nodig zijn. Een dergelijk verschijnsel zou men zich ook in het water kunnen denken. Het is dus niet voldoende dat de onkruidbestrijdingsmiddelen, die in watergangen gebruikt worden weinig resistent zijn. Er moet ook nagegaan worden welke afbraakproducten ze leveren en of deze werkelijk onschadelijk zijn.

Deze problemen kunnen niet opgelost worden door middel van praktijkproeven. Er zal experimenteel onderzoek verricht moeten worden inzake de invloed van de diverse middelen en hun afbraak producten op de nakomelingschap van verschillende organismen - dus kweekproeven op de manier van Stroganow.

Ook de schadelijkheid van de afbraak producten van de middelen moet onderzocht worden. Praktijkproeven dienen niet genomen te worden voor de Laboratoriumproeven bewezen hebben dat redelijkerwijze geen schade te verwachten is voor de organismen die in het water leven. Voor de middelen die in land- en tuinbouw algemeen gebruikt worden (bijv. Dalapon, 2,4D MCPA) is een dergelijk onderzoek veelal pas later uitgevoerd. Het is een gelukkig toeval dat geen van deze stoffen schadelijk blijkt te zijn. Welk effect nieuwe spuitmiddelen hebben valt nog niet te voorspellen; dat moet voor ieder middel afzonderlijk - in eerste instantie in het L boratorium - nagegaan worden. Verwante stoffen behoeven geen verwante werking te hebben.

Uit het onderzoek is tevens duidelijk geworden dat de onkruidbestrijdingsmiddelen in de gebezigde concentraties dit jaar (1961) weinig effect hadden op de echte waterplanten. De grasachtigen stierven inderdaad af o.i.v. Dalapon. Maar de Krabbescheer ondervond weinig invloed van de behandeling met groeistoffen. De drijvende en ondergedoken planten uitgezonderd waterlelies trekken zich absoluut niets aan van de bespuitingen met de gebruikelijke middelen en de gebruikelijke concentraties.

Daar het wegens gevaar voor vis en vis voedseldieven niet verantwoord is sterkere concentraties te gebruiken wordt op het ogenblik naarstig gezocht naar effectievere middelen. De boven water uitstekende planten, zoals riet, rietgras, en dergelijke zijn inderdaad d.m.v. herbiciden (o.a. Dalapon) effectief te bestrijden. In plaats hiervan verschijnen echter allerlei ondergedoken planten, zoals waterpest, fonteinkruiden en waterranonkels in grote hoeveelheden.

Deze zijn met herbiciden niet te bestrijden. Ze moeten dus mechanisch verwijderd worden.

Het zou dus in vele gevallen nuttiger zijn de mechanische reiniging te perfectioneren. Zelfs als men er in slaagt de ongewenste planten te doden, moet men blijven uitdiepen. De planten zullen nl. nimmer restloos verdwijnen, altijd zal zich op de bodem een laag plantenafval ophopen. Als deze niet verwijderd wordt, wordt de sloot steeds ondieper en minder water voerend en dus geschikter voor plantengroei. De behandeling met herbiciden heeft dus weinig zin als er niet gebaggerd wordt; de chemische bestrijding van onkruiden is uitsluitend een deel van het onderhoudswerk en is nooit afdoende voor langere tijd. De Nederlandse binnenwateren zijn beladen met grote hoeveelheden verontreinigingen. Elke bespuiting met bestrijdingsmiddelen betekent een vergroting van deze verontreiniging. Het is duidelijk dat iedere bespuiting - dus ook de z.g. onschadelijke herbiciden - met zorg en overleg geschieden moet.

Zelfs als met vrijwel absolute zekerheid vast zou staan dat de dierlijke levensgemeenschap geen nadelige invloed ondergaat van behandeling met herbiciden moet men voorzichtig blijven. In sommige kringen pleegt men nl. te vergeten dat - behalve de te bestrijden planten - ook andere planten gevoelig kunnen zijn voor het herbicide. Op het land wordt reeds een groot aantal plantensoorten met de ondergang bedreigd door onkruidbestrijdingsmiddelen.

Nu de herbiciden ook meer en meer in watergangen worden toegepast, is het aantal bedreigde soorten in sterke mate toegenomen. Dit is des te betreurenswaardiger omdat in de water- en moerasgebieden vrijwel de laatste werkelijk natuurlijke begroeïng van ons land gevonden wordt. Deze mag onder geen voorwaarde verloren gaan.

VIII. Samenvatting.

Het onderzoek had tot doel na te gaan of de levensgemeenschappen in watergangen veranderd o.i.v. normale doseringen van enige gebruikelijke herbiciden.

De herbiciden waren: 2,4D, MCPA, Dalapon, Amitrol en 4723 (een mengsel van Aminotriazol, TCA en 2,4D). Deze werden beproefd op 5 verschillende objecten, namelijk een veengat, een oude rivierarm, en drie poldersloten. In 4 van de 5 objecten vormde Krabbescheer (Stratiotes aloides) de voornaamste begroeïng.

In een van de poldersloten kwam deze plant niet voor; hier bestond de voornaamste begroeïng uit fonteinkruid (Potamogeton ssp.). Bij het onderzoek werd nagegaan of de levensgemeenschap op de krabbescheer en andere planten veranderde o.i.v. de bespuiting. Hierbij werd gelet op het aantal er op voorkomende diersoorten en op de aantallen waarin de soorten voorkwamen. Bij het Krabbescheer vrije object werd Polomogeton natans - drijvend fonteinkruid- gebruikt als proefplant. Alleen dieren die met het blote oog of met een loupe waargenomen konden worden, werden bekeken bij deze monsters. Dit omvatte dus wormen, slakken insectenlarven en volwassen insecten. Verder werden uit alle objecten regelmatig monsters genomen met een planktonnet (maaswijdte 40 u). Ook deze monsters werden onderzocht op soort en aantal. De gevonden micro-organismen waren voor het grootste deel vastzittende organismen.

Uit de verkregen gegevens kon geconcludeerd worden, dat de bespuitingen weinig invloed hadden op de biocoenose in de betreffende wateren. Hierbij moeten echter verschillende aspecten in het oog gehouden worden.

Ten eerste had de behandeling dit jaar in het algemeen weinig invloed op de Krabbescheerplanten. Het is mogelijk dat in de regenrijke zomer van 1961 de werking van de herbiciden minder was dan in voorgaande, drogere zomers.

Men zou zich kunnen denken dat de invloed op de biocoenose dan ook minder is geweest dan in andere jaren, m.a.w. dat 1961 geen representatief jaar was. Ten tweede heeft het onderzoek zich uitgestrekt over slechts een seizoen. Dit is te kort om na te gaan of er een werkelijk blijvende verandering optreedt in de levensgemeenschap. Men mag dus aan de hand van de genomen proeven niet zonder restrictie zeggen dat gebezigde bespuitingen onschadelijk zijn voor de biocoenose in sloten en vaarten. Vooral als zich natuurbeschermingsobjecten in de nabijheid bevinden blijft voorzichtigheid geboden.

De Nederlandse water- en moerasgebieden zijn van internationaal belang en mogen dus onder geen voorwaarde aan gevaar worden blootgesteld. Veldproeven met nieuwe middelen zouden bij voorkeur niet in de nabijheid van natuurreservaten genomen moeten worden en bij bespuitingen met de gebruikelijke middelen dient men zich te houden aan veilige concentraties.

Het is gebleken dat veldonderzoek niet geschikt is om een dieper inzicht te verkrijgen in het mechanisme van de werking, die de herbiciden uitoefenen op de verschillende organismen. Hiervoor is Laboratoriumonderzoek de aangewezen weg. Nadruk moet hierbij gelegd worden op kweekproeven over meerdere generaties en op het onderzoek aangaande de afbraak van de herbiciden in water.

IX. Laboratorium proeven.

Naast de veldwaarnemingen werden enige orienterende laboratoriumproeven verricht. Deze onderzoekingen vonden plaats in het Laboratorium van de Provinciale Waterstaat in Limburg, te Maastricht en medewerking van de Heer P.L. Muarquet.

De geteste stoffen waren: MCPA, 2,4D, Dalapon en Amitrol. Als proefdieren werden gebruikt:

Bermpje = Cobitus barbatula
Rivierdonderpadje = Cottus gohio
stekelbaarsje = gasterosteus aculeatus
Rana larven
Planorbis planorbis
Bithynia tentaculata
Limnaea stagnalis
Tridropterenlarvae
(vermoedelijk nabolia)
Plea minutissima
Gammarus pulex
Tubifex
Cyclops

De volgende doseringen werden onderzocht:

1. normale concentraties. Dit zijn de concentraties, die optreden in een sloot van ½ m diepte bij de gebruikelijke dosis van het herbicide.
2. het 5-voudige van 1; dit is de normale dosering bij een sloot van 10 cm diepte.
3. 100-voudige overdosering.
4. ± 1000 voudige overdosering. Deze concentraties kunnen voorkomen bij reiniging van spuit apparatuur in een sloot. Hierbij werd de 1000 x hoeveelheid toegevoegd aan de 100 voudige. Te laat was het dus eigenlijk 1100 x de normale dosering. Deze doseringen leverden de volgende concentraties.

	Dalapon	MCPA	2,4 D	Amitrol
1x normaal in ½ m	3 mg/l	0,002 ml/l	0,001 ml/l	2 mg /l
5 x	15 mg /l	0,01 ml/l	0,005 ml/l	10 mg /l
100 x	300 mg /l	0,2 ml/l	0,1 ml/l	200 mg /l
1000 x	3300 mg/l	2,2 ml/l	1,1 ml/l	2200 mg /l

De proefdieren waren ondergebracht in bakken van 5 l. inhoud en flessen van 1 l, 0,5 l en 0,25 l. Voor elke stof werd 1 serie onderzocht. Wegens plaatsgebrek kon geen controle worden ingezet. De verdeling van de proefdieren over de bakken was als volgt

5 l. bak: 1 bermpje, 2 rivierdonderpadjes, 4 à 5 stekelbaarzen, 5 à 6 kokerjuffers (Anabolia)

1 l. fles: 6 stekelbaarzen, 1 kikkerlarf, 5 Gammarus(sen), 1 grote en wat kleine Limnea stagualis, 1 Planorbis planorbis, enige exemplaren van Bithynia tentaculata.

0,5 l fles: Haftenlarven en Pleaminulissima

0,25 l fles Cyclops, enkele Daphnia's en Tubifex.

De 5 l. bakken en de 1 l. flessen worden doorlucht de 0,5 l. en 0,25 l. flessen niet.

Voor alle concentraties werden dezelfde dieren gebruikt. De nieuwe concentraties werden toegevoegd aan de reeds aanwezige. De dieren bleven dus in dezelfde bak. Ze verbleven minstens 10 uur in elke concentratie. In de laagste concentratie verbleven ze 21 uur. In de 5-voudige concentratie 10 uur, in de 100 voudige vermoedelijk 12 uur en in de 1000 voudige minstens 10 uur.

Bij de lage concentraties was geen reactie waar te nemen. Bij 100 voudige dosis vertoonden Bermpjes, Rivierdonderpadjes en kikkervisjes tekenen van vergiftiging, het sterkst bij MCPA en Dalapon en het minst bij Amitrol.

De kikkervisjes reageerden sterker dan de vissen. Bij de 1000 voudige concentratie treedt bij MCPA en Dalapon grote sterfte op. Bij MCPA sterft alles, behalve Tubifex en Gastropoden. In Dalapon overleven Tubifex, Gastropoda, Trichopteren en Cyclops. In 2, 4 D sterven alleen de waterwantsen (Pleaminutissima). In Amitrol zijn na 10 urig verblijf in de oplossing alle dieren nog in leven.

De combinatie haftenlarven - waterwantsen in 1 fles was niet zo gelukkig; de haftenlarven werden nl. voor een groot deel opgegeten. Anderen kropen boven het water uit en werden tot volwassen insecten.

Uit deze proeven blijkt dat alleen zeer grote overdoseringen direct waarneembaar schadelijk zijn voor vissen en visvoedseldieren; althans voor de duur van dit experiment, deze was ± 55 uur.

Er kon bij deze proeven niet onderzocht worden hoe de dieren reageerden op langdurig verblijf in lage concentraties van de herbiciden; evenmin is onderzocht of een voortdurend verblijf in de herbicideoplossingen invloed heeft op de nakomelingschap. Kweekproeven over meerdere generaties verdienen aanbeveling.

X Literatuur.

1. Geraadpleegde literatuur.

ALABASTER, J.S. - Toxicity of weedkillers, algicides and fungicides to trout. Proc. 4th Brith. Weed. contr. conf. 1960, pag. 84-85.

AUDUS, L.J. - Microbiological breakdown of herbicides in soils. Herbicides and the Soil, pag. 1-20 1960, Woodford E.K. and Sagar. Blackwell Scientific Publications Oxford.

BANDT, H.J. - Uber dio giftwirkung von Herbiciden auf Fische. Zeitschrift für Fischerei VI, pag. 121 - 125 1957.

" - Chemischepflanzenbekämpfungsmittel (Herbicide) und Fische. Deutsche Fischerei Zeitung 8, 1959. pag. 241-244.

BAUER, K. - Studien über Nebenwirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf Fische und Fischnährtiere. Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem.

BODENSTEIN, G. en G. MULLER-BASTGEN - Untersuchungen über die Toxizität einiger Herbizide für Fische. Zeitschr. Pfl. Krankh. 67, pag. 150-153, 1960.

BOSCHETTI, N.M. - Field Testing of Kuron as an aquatic herbicide in Massachusetts. Nth. East Weed Conf. 13th Ann. Meeting pag. 315-322, 1959.

DAVIS, J.T. en W.S. HARDCASTLE - Biological Assay of herbicides for Fish Toxicity. Weeds Vol. nr. 4 pag. 397-403, 1959.

HOOPER, F.N. - The effect of applications of pelloted 2,4 D upon the bottom fauna of Kent Lake, Mich. Proc. 15th Ann. Meet N. Central Weed Contr. Conf. pag. 41, 1958.

JONES, J.R. ERICHSEN - The reactions of the minnow (Phoxinus Phoxinus L) to solutions of pheuch, orthocresol and para-cresol. British Journal of Experimental Biology 28, pag. 261 - 270.

KING, J and W.T. PENFOUND - Effects of two of the new herbicides on bream and largemouth bass. Ecology 27, 372-374, 1946.

KZECKER, F.H. - A comparative study of the animal population of submerged aquatic plants. Ecology 20, pp.553-562, 1939.

LEENTVAAR, P. - Aspecten van de toepassing van onkruidbestrijdingsmiddelen in sloten, kanalen, plassen en beken, bezien van het standpunt van de Natuurbescherming. R.I.V.O.N., afd. Hydrobiologie 1959.

LHOSTE, J.

LHOSTE, J. - Les répercussions de l'emploi des désherbants chimiques sur la fauna aquatique. I.U.C.N. 1960 Vol. IV, pag. 253-264.

LIEBMAN, H. - Handbuch der Frischwasser und Abwasserbiologie II pag. 699 - 700 en 947 - 947 - 948, München 1960.

NEURURER, H. & SLANIKA, K.- Chemische Bekämpfung unerwünchter Teichpflanzen mit besonderer Berücksichtigung der Fischtoxizität von Herbiciden. Pflanzenschutzberichte. Wien 24, 139-162,1960.

PIERCE, Madelone E. - The effect of the Weedicide Kuzon upon the flora and fauna of two experimental areae of long Pond, N.Y. Nth. East Weed Contr.Conf. 12th ann. Meeting. 338-343, 1958.

" " " - Further study on the effect of the Weedecide Kuron upon the flora and fauna of Long Pond. North East Weed Contr. Conf. 13th Ann. Meeting 310-314, 1959.

PZZYGODDA, W. - Uber die Einwirkungen von Pflanzenschützmitteln auf Wirbeltiere. Schweiz, Naturschutz H1. 1-10, 1958.

RIJKSINSTITUUT VOOR ZUIVERING VAN AFWALWATER, Rapport over de invloed van herbiciden op zelfreiniging, flora en fauna van het water. 1960.

SCHNEIDER, E. - A progress report on Simazine for aquatic weeds. N. East Weed Contr. Conf. 13th ann. Meet. 306-309, 1959.

STROGANOW, N.S. Moderne probleme der Wassertoxilogie. Verh. Internat. Verein Limnol XIV 1091-1095 13 IVL congres Wenen 1959.

TIMMERMANS, J.A. - Bestrijding der overtollige waterplanten. Lutte contre la végétation aquatique envahissante. Stat. Rech. Groenendaal. Travaux serie D, nr.31 1961.

VISSERIJ INSPECTIE - Aspecten van de toepassing van onkruidbestrijdingsmiddelen in viswateren, jan. 1960, aanvulling maart 1960.

WALKER, C.L.- Results of some experiments in the control of certain aquatic Weeds in Missouri Farm Ponds abstract in Proc. North Central Weed Contr. Conf. 14, 30-31 1957.

WELCH, P.S. - Limnological Methods. Mc.Graw Hill Book Company Inc., 1948.

WESTHOFF, V en ZONDERWIJK, P. - The effects of herbicides on the wild flora and vegetation in the Netherlands (RIVON comm. nr. 101, reprinted from IUCN Symposion, Warszawa 15-24 VII, 1960.

WILLEMSEN - Aspecten van de toepassing van onkruid bestrijdingsmiddelen in viswateren, Maart 1960, Rapport v.d. Inspectie der Visserijen.

YOUNGER, R.L. Preliminary studies using Kuron as a aquatic herbicide. Proc. 12th ann. Meeting N.East Weed.Contr. Conf. 332-338 1958.

ZONDERWIJK, P. - Onkruidbestrijding met chemische middelen. P.D. Wageningen nr. 111, 1959, 3e druk.

ZWEEP, W. VAN DE - The persistance of some important herbicides in the soil Herbicides in the soil 79-88. Edited by Woodford EK 8 S gar G.R. 1960.

2. Bij het onderzoek geraadpleegde literatuur:

BANDT, H.J. - Giftig oder ungiftig für Fische. Deutsche Fischerei Zeitung 1957 - 170 - 171.

BANDT, H.J. - Fische in Gefahr durch chemische Pflanzenschutzmittel. Deutsche Fischerei Zeitung 1959, pag. 65 - 66.

BERVOETS, W.P. - De l'effect de l'Hexachlorocyclohexane sur le plankton. Hydrobiologia 4, 1952. 214 - 219.

BOWERS, CHARLES C.Jr. - Aquatic Weeds in Kentucky and preliminary research with certain herbicides used for their control. Proc. N.C. Weed Contr. Conf. 14, 1957 pag. 31-32.

BURSCHE, Eva-Maria - Die chemische Bekämpfung unerwünschten Wasserpflanzen. Deutsche Fischerei Zeitung, 1956 pag. pag. 299 - 302.

DE WITT, J.B. & GEORGE, J.L. - Pesticide Wild Life Review 1959, Bureau of Sport fisheries and Wildlife. Fish and Wildlife Service, Circular no. 84. Revised 1960.

EIPPER, A.W.- Effects of five herbicides on farm pond plants and fish. N.Y. Fish and Game J. 6, pag. 46-56, 1959.

GREELEY, JOHN R & STUENIS JOHN H. - Comparative tests of various herbicides on water - chestnut. Proc. 13th Ann. Meeting N.E. Weed Contr. Conf. pag. 299 - 305 1959.

GRIGSBY B.H. & SMITH, J.- Application of granular herbicides for the control of submerged weeds.Proc. 15th Ann. Meeting NC Weed Contr. Conf. 40-41, 1958.

GUERRA L.V. - Aquatic vegetation Control. Tex. Game and Fish 18 (7) 1959. (Game and Fish Comm. Austin Texas)

JANSEN L.L., GENTNER W.A., HILTON, J.L. - A new method for evaluating potential algicides and determination of the algicidal properties of several substituted area and s-triazine compounds. Weeds 6, pag. 390-398 1958.

KRAMER, D. - Uber den Einsatz chemischer Mittel zur Entkrautung von Be- und Entwässerungsgräben. Wasserwirtschaft - Wassertechnik 5. 19-22 en 62-68, 1955.

MARCHETTE, R. - Nouvelles études sur la toxicologie des poissons au point de vue du contrôle des eaux usées. Annales de la station centrale d' hydrobiologie appliquée. Tome 8, 1960, 105-125

MONTGOMERY, A. - Control of aquatic Weeds in farmponds. Journal of soil and Waterconservation. Vol. 16 nr. 2 69-70, 1961.

OVERBEEK, J. VAN - HUGHES, W.J. & BLONDEAU R. - Acrolein (CH_2= CH-CHO) for the control of waterweeds and disease carrying snails. Science 129 (3345) 335-336, 1959.

OVERBEEK, J.VAN - New herbicide for aquatic weed control. Proc. 4th brith. Weed. Contr. Conf. pag. 259-261, 1960

STEENIS, JOHN H., CHAMBERLAINE, E.B. & BECK, R.A.- Recent development in Phragmites control. Proc. 13th Ann. Meeting N.E. Weed Contr. Conf. 293 - 298, 1959.

STEENIS, JOHN H., LAWRENCE S.SMITH e.a.-Studies on cattail management in the Northeast. Trans, N.E. Wildlife Conf. 1, pag. 149 - 155, 1958 (1959)

STRYCKERS, J. - Het gebruik van herbiciden en zijn gevolgen. Biologisch Jaarboek Dodonaea, 39-47, 1959.

SPRINGER, P.F. - Control of aquatic plants with herbicides. Suppl. to Proc. 13th Ann. Meeting- N.E. Weed Contr. Conf. pag. 91-108, 1959.

WESTLAKE, D.F. - Aquatic macrophytes and the oxygen balance of running water. 13e IVL Congres Wenen 1959.

YOUNGER, R.R. - Progress Report on the use of Kuron, 2,4 D and and 2,45 - TP granules as aquatic herbicides. Proc. 13th Ann. Meeting, N.E. Weed Contr.Conf. 322-328, 1959.

ZONDERWIJK, P.-Het gebruik van herbiciden in Nederland. Symposion v.d. Kon. Ned. Bot. Ver. nov. 1960.

ZWEEP, W. VAN DER - Synthetische groeistoffen bij de onkruidbestrijding. V kblad voor biologen 42/2, 22-33 1962.

3. B langrijkste literatuur

APPLEGATE, V.C. e.a. - Toxicity of 4346 chemicals to larval lampreys and fish. U.S. Fish and Wildlife Service. Special scientific report - Fisheries nr.207 1957.

BAUMAN, ...G. - 2,4-D and some emergent aquatics (effects of butylester of 2,4D dichlorophenocy acetic acid on some emergent aquatic plants. Progr. Fish Culturist 9. 71-77, 1947.

COTLAM, C. - Chemical controls in relation to wildlife. Mimeogr. U.S. Fish. Wildlife Serv. 1954.

DENZER, H.W. - Merkblatt über die Schädigung der Fischerei durch Abwasser. I Schwellenwerk für Fische und Fischnährtiere. Landesanst. Fischerei Arbaum/ Sauerland 1959-77 pag.

DOUDOROFF, P. e.a. - Bioassay methods for the evaluation of acute toxicity of industrial wastes to fish. Sewage and Industrial Wastes 23, 1380-1397, 1951.

EDSON, E.F., The risks of pesticides for fish. World Crops 10/8, 281-283, 1958.

GEAGEN, D.W. - Toxicity of 40% amine of 2,4-D manufactured by Barco Chemical Co. Wildlife and Fish. Comm. Memo rept. 1952, 2 pag.

GERKING, S.D. - Destruction of submerged aquatic plants by 2,4D. J. Wildlife Managem.12, 221-227, 1948.

HANSON, W.R. - Effects of some herbicides and insecticides on biotan of North Dakota marshes. J. Wildlife Managem. 16. 299-308, 1952.

HARRISON, J.W.E. & REES, E.W, 2,4 D toxicity. Toxicity towards certain species of fish. Am.J.Pharm. 118, 422-425, 1946.

HILLARD, D.K. - The effects of herbicides and related compounds on fish. Master of Sci. thesis. Oregon State Col. 1952, 98 pag.

KRAMER, D. & MANZKE, E. - Untersuchungen über die herbizide Wirkung von Omnidel Spezial und Omnidel. Die Deutsche Landwirtschaft 10, pag. 500-504, 1959.

LHOSTE, J. & ROTH - Sur l'action des solutions aqueuses de 2,4 dichlorophénoxy acétate de sodium sur l'evolution des oeufs de Rana Temporaria L. C.R. Soc. Biol. Paris. Séance du 11 mars 1946.

MAETZEL, H. - Die Wirkung von Wuchsstoff-Herbiciden auf Fische und Fischnährtiere. In aug. Diss. landw. Fak. Univ. Bonn, 1955.

MARINI, E. - Richerce sulla mancata tossicita per la ittiofauna della risaia di prodotti diserbanti a base di 2,4 D e MCPA. Not. Mal Piante 19. pag. 17-18, 1952.

MARTIN, A.C.-Improving duck marshes by weed control. U.S. Fish, Wildlife Serv. Circ. 19 pag. 1-49, 1953.

McKEE,-Water quality criteria. Calif. State Water Poll. Contr. Board 1-512, 1952.

MOEWUS, F.-Der Kressewurzeltest, ein neuer quantitatiever Wuchsstoftest. Biolog. Zbl. 68, 118-140, 1949.

NIETZKE, G.-Herbicide Hormon - Präparate und Ihre Wirkung auf Fische. Arch. f. Fischereiwissenschaft 1952/ 1953. pag. 36 - 39.

RUDD, R.L. & GENELLY, R.E. - Pesticides, their use and toxicity in relation to wildlife. Calif. Dept. Fish Game. Game Bulletin. 7. 1956.

SNOW, J.R. - A preliminary study of the toxicity of 2,4 D to pond fishes and its effectiveness in the control of emergent species in pond weeds. Master of Sci Thesis. Alabama Polytechnic Inst. 87 pag. 1948.

SPRINGER, P.F. - Effects of herbicides and fungicides on Wildlife. N.C. Pesticide Manual. North Carolina State College, Raleigh, N.C., U.S.A., pag. 87-106 1957.

SARBER, E.W., MINARIK, C.E., ENNIS, W.B. - The control of aquatic plants with phenoxyacetic compounds. Progr. Fish Culturist 9, pag. 143-150, 1947.

SURBER, E.W. - Aquatic plant control with 2,4-D. U.S. Fish. Wildlife Serv. Fish. Leafl. nr. 217, 1-5 1947.

" " - Chemical control agents and their effects on fish. Progr. Fish Culturist 10. pag. 125-130, 1948.

" " " - Control of aquatic plants in ponds and lakes. US Fish Wildlife Serv. Fish. Leafl. nr. 344, 1-20 1949.

" " " - Control of aquatic growth in imponding reservoirs. J. amer. Water Works Assoc. 42, pag. 735-740 1950.

TIMMERMANS, J.A. - Essais sur le control de la végétation aquatique à l'aide d'herbicides. Stat. Rech. Groenendaal. Trav.Sér. D. nr. 17, 1955.

UZL, W. & Fetzmann, E. - Wärmeresistenz und chemische Resistenz der Grünanlage Chloroccocus bavaricus Skuja Protoplasma 50. pag. 471-482, 1959.

WILSON, R.-A progress report on the use of herbicides in Essex County. Proc. N.J. Mosquito Extermin. Ass. 45. pag. 165-168, 1958.

WANDER, W. - Die Bekämpfung unerwünschter Teichpflanzen mit chemische Mitteln. Allgemeine Fischer. Zeitung 82, H 17818, 1957.

ZISCHKALE, M. - Effects of Rotenone and some common herbicides on fish-food organisms. Field and Lab. 20 (1), pag. 18-24, 1952.