

# Vergiften als bedreiging van de avifauna

Door *drs. J. H. Koeman*

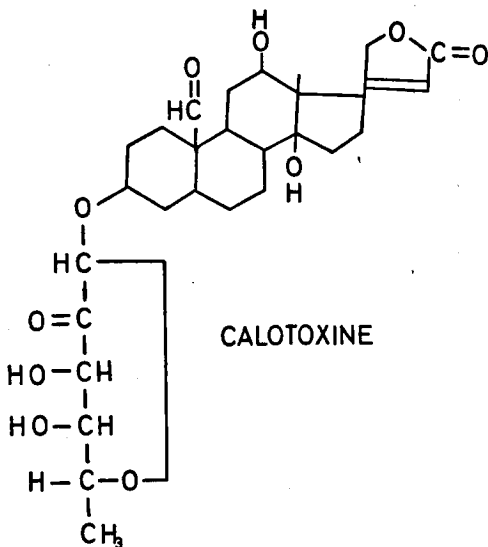
(Instituut voor Veterinaire Farmacologie en Toxicologie van de Rijks Universiteit te Utrecht.)

Bij het uitspreken van het woord vergift in relatie tot vogels zal het velen moeilijk vallen om niet onmiddellijk een verband te leggen met de synthetische chemische bestrijdingsmiddelen. Het is daarom wellicht van interesse om er aan te herinneren, dat er ook van nature voorkomende vergiften zijn die aanleiding kunnen geven tot vergiftiging van vogels en andere dieren. Achtereenvolgens zullen de natuurvergiften en de synthetische chemicaliën aan de hand van voorbeelden worden besproken.

## Natuurvergiften

De toxische werking van natuurvergiften openbaart zich over het algemeen bij het *individu* en wel door een giftige beet of door het eten van een giftig voedsel; zij vormt vrijwel nooit een bedreiging voor de gehele *populatie* van een soort.

In enkele gevallen is sprake van adaptatie aan de gifbron. Rupsen van de Amerikaanse monarchvlinder ondervinden bv. geen hinder van de toxische glycosiden (o.a. calotoxine), die aanwezig zijn in planten van de familie der *Asclepadiaceën* waarmee zij zich voeden. De gifstoffen hopen zich in de rupsen op en komen uiteindelijk terecht in de vlinders, die hiervan zelfs profiteren daar de in het betrokken milieu voorkomende insectivore vogels in de loop van de evolutie hebben „geleerd” dat deze vlinders als voedselbron ongeschikt zijn (Brower, 1969; fig. 1). De vlinders verdragen de stof, de vogels weten haar te vermijden.



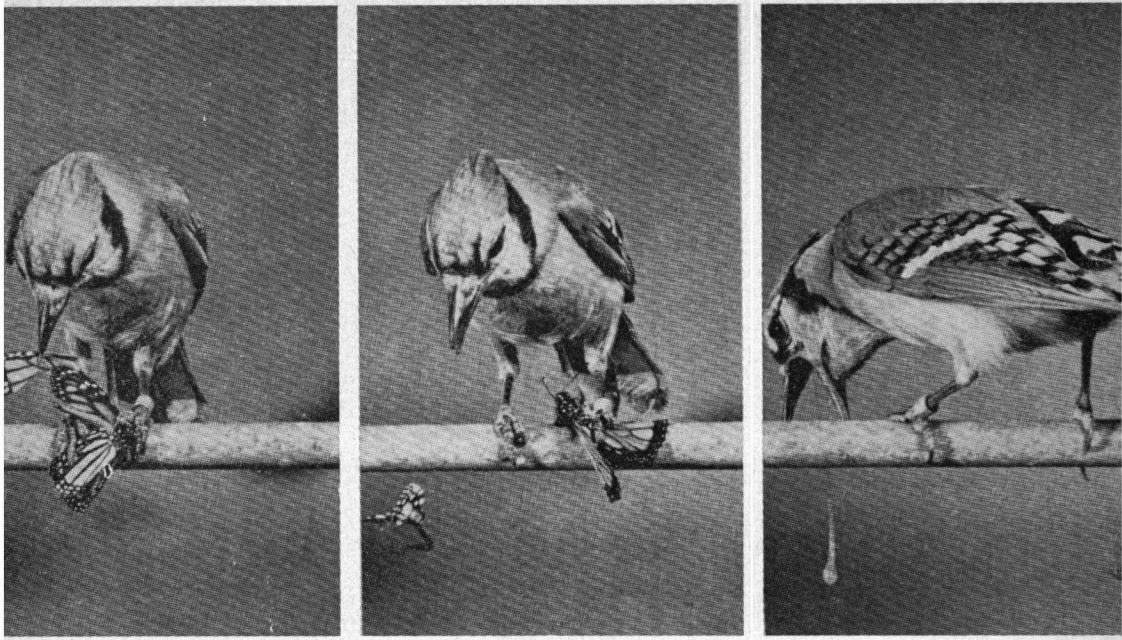
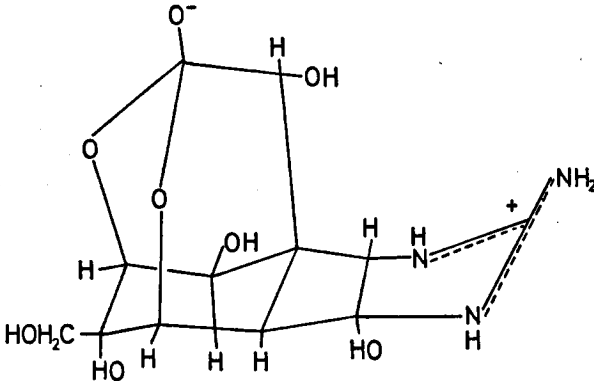


Fig. 1. Reactie van een Amerikaanse blauwe gaal bij het eten van een giftige monarchvlinder.  
Naar Brower, 1969.

Toch zijn er uitzonderingen waarin van een dergelijke aanpassing geen sprake blijkt te zijn en wel degelijk een vergiftiging op populatieniveau kan optreden. Wij zien dan dikwijls een plotseling massaal optreden van de giftige organismen als gevolg waarvan een grote hoeveelheid vergift wordt geïntroduceerd in de levensgemeenschap waarin deze organismen tevoren een meer bescheiden plaats innamen. De vergiftiging van grote aantallen mensen met moederkoornalkaloiden, afkomstig uit de schimmel *Claviceps purpurea*, drong eerst in de geschiedschrijving door toen de mens de gastheer van de schimmel, de roggeplant, op grote schaal in monocultuur ging kweken. De mens heeft inmiddels ook geleerd om deze giften te vermijden, nl. door bestrijding van de schimmel.

Een ernstige vergiftiging bij o.a. zeevogels werd in het voorjaar van 1968 vastgesteld aan de Engelse kust. Er bleek zich een massale ontwikkeling voor te doen van de dinoflagellaat *Gonyaulax tamarensis*. Dit eencellige organisme vormt een vergift dat bekend staat onder de naam saxitoxine of „paralytic shellfish poison”. Het vergift komt via de voedselketens terecht bij mossels en vissen. Dit kan de dood van de vis tot gevolg hebben. Mossels zijn gebleken nogal resistent te zijn tegen de werking van het saxitoxine. De stof kan zowel door vissen als mollusken worden doorgegeven naar mollusken- en visetende organismen. Naar schatting 80% van de broedpopulatie van de kuifaalscholver is het vorige jaar in Engeland het slachtoffer geworden van dit vergift. Ook is sterfte geconstateerd bij sterns en meeuwen. (Wood, 1968; Coulson c.s., 1968). Het gevaar van een dergelijke vergiftiging is ook bij ons niet denkbeeldig. Volgens Korrynga (1968) heeft een massale ontwikkeling van de verwante flagellaat *Prorocentrum micans* aan onze kust er in 1961 toe geleid dat mensen die mossels consumeerden last



### TETRODOTOXINE

Afkomstig uit o.a. de Japanse puffervis. Deze stof is in zijn werking verwant met het saxitoxine.

kregen van ziekteverschijnselen, o.a. darmklachten. Het is niet bekend of in die periode ook vogels het slachtoffer van dit vergift zijn geworden.

Er zijn meer organismen in het mariene milieu die tot dergelijke voedselketen-vergiftigingen aanleiding zouden kunnen geven. O.a. weten wij dit van enkele op koralen levende algen (Ciguatera-vergiftiging; Wills, 1966; Russell & Saunders, 1967). De toenemende betekenis van zeevis als voedselbron voor de mens zal er toe leiden, dat in de toekomst meer en meer met deze toxische factoren rekening moet worden gehouden. Een belangrijke vraag hierbij is in welke mate de massale ontwikkeling van de toxische eencelligen wordt gestimuleerd door de nog voortdurend toenemende lozing van zouten en organische afvalstoffen. Het is bekend, dat wateren waarin een dergelijke „bloei” van toxisch plankton optreedt over het algemeen voedselrijk zijn. De lozing van afval via pijpleidingen in zee zou derhalve ook wel eens tot ongunstige verschuivingen in de samenstelling van de planktonpopulaties aanleiding kunnen gaan geven. Met het oog op de gezondheid van de mens maar ook van de zeevogelpopulaties is het van belang de ontwikkelingen nauwlettend te volgen.

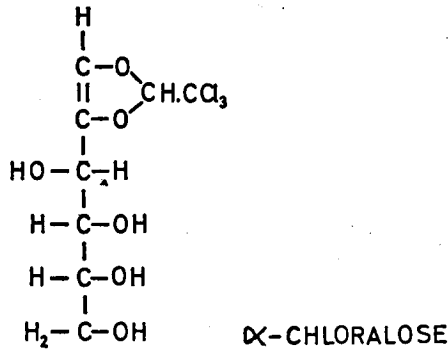
Er zijn ook phytoplanktonsoorten in het zoete water die toxinen produceren waaraan dieren die dit water drinken doodgaan. Het is bekend dat eenden en andere watervogels stierven na het drinken van water waarin een bloei optrad van o.a. blauwwieren van de genera *Anabaena* en *Microcystis* (Vogler, 1967).

### *Synthetische vergiften*

Zonder twijfel zijn het toch voornamelijk de giftige stoffen die de mens bewust of onbewust in het milieu introduceert, die de grootste schade kunnen toebrengen aan populaties van wilde vogels.

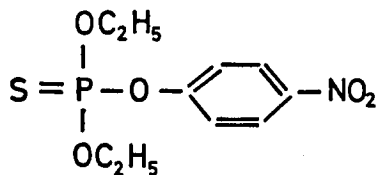
Allereerst betreft dit situaties waarbij het vergiftigen van vogels het doel is van de mens. Als voorbeelden kunnen worden genoemd het op grote schaal vergiftigen van weervogels en spreeuwen in enkele Afrikaanse landen, of ook, om dichterbij huis te blijven, het vergiftigen van zaadetende vogels zowel op legale wijze met chloralose als op illegale wijze met para-

thion. Als bewuste vorm van vogelvergiftiging mag ook het in ons land inmiddels verboden gebruik van fosforeieren niet onvermeld blijven. Al deze methoden van vogelbestrijding hebben met elkaar gemeen dat ze weinig selectief zijn en dus ook soorten schaden waarvan de vernietiging niet was beoogd (Mörzer Bruijns, 1962).



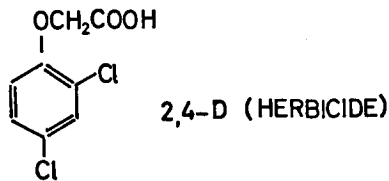
Het aantal vogelsoorten waartegen de mens zich inzet met vergiften is naar verhouding klein. Van groter betekenis voor vogels is dan ook de giftige werking van stoffen die tegen een lange reeks van andere organismen — planten, mijten, slakken, insecten, knaagdieren, zoogdieren e.a. — worden toegepast (fig. 2) of die als industriële afvalstoffen in de natuurlijke milieus doordringen. Het betreft hier een grote verscheidenheid van chemische verbindingen. De risico's die het gebruik van bestrijdingsmiddelen inhoudt voor andere dan de te bestrijden organismen zijn over het algemeen moeilijk te evalueren. Dit is een gevolg van ons (nog) beperkte vermogen om oorzakelijke relaties aan te tonen tussen factoren die ons milieu uitwendig beïnvloeden en veranderingen die we in dat milieu waarnemen. Ook wat dit laatste betreft, het waarnemingsvermogen, moeten wij er rekening mee houden, dat ondanks het beschikbaar zijn van verfijnde meetapparatuur en geoefende zintuigen nog vele veranderingen onopgemerkt blijven. Het is goed zich dit te realiseren wanneer hierna sprake is van stoffen waarover we thans concluderen dat ze geen of nauwelijks schade toebrengen aan andere dan de te bestrijden organismen.

Vele insecticiden van het organische fosfortype, zoals bv. parathion, diazinon en demeton, hebben ondanks hun soms hoge giftigheid slechts een geringe invloed op vogels, tenzij sprake is van ongeoorloofde toepassingen, zoals bv. het gebruik van parathion als zaaizaadbehandelingsmiddel tegen vogels. De belangrijkste reden hiervoor is dat als gevolg van de weinig sta-



PARATHION

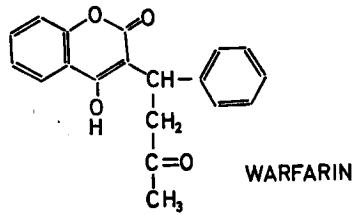
biele structuur van deze stoffen hun aanwezigheid beperkt blijft tot de plaats van toepassing en ook daar de giftigheid snel afneemt. Het gebruik van dergelijke insecticiden kan plaatselijk wel aanleiding geven tot de vernietiging van voedselbronnen van insectivore vogels, als gevolg waarvan hun levenskansen in het betrokken gebied afnemen. Niet alle „goede” tuiniers zijn er zich van bewust, dat het ophangen van een nestkast aan de gevelmuur niet voldoende is om de mezenstand te bevorderen: naast het broedbiotoop moet ook aan het voedselareaal aandacht worden besteed.



Een groep bestrijdingsmiddelen waarvan de toxiciteit voor warmbloedige dieren over het algemeen laag is vormen de herbiciden. Vele middelen uit deze groep ontleen hun werking aan een vermogen tot interactie met processen verband houdend met fotosynthese en groei, die specifiek zijn voor de plant. Dit maakt ze tot selectieve vergiften ten opzichte van dieren.

Wat hierboven is gesteld ten aanzien van de indirecte milieubeïnvloeding door de organische fosforinsecticiden geldt op vergelijkbare wijze voor de herbiciden. De ingrijpende veranderingen die uit de toepassing van deze stoffen resulteren, de verarming van de flora en de nivellering in de landschapsstructuur, hebben een ongunstige invloed op vogelpopulaties. Voor zover deze toepassingen zich beperken tot de strikte cultuurgebieden, de akkers en tuinbouwpercelen, zal de schade aan vogels niet groter zijn dan die welke voortkomt uit het gebruik van mechanische bewerkingstechnieken: het milieu wordt op vergelijkbare wijze in zijn mogelijkheden beperkt. Anders is de situatie in de halfnatuurlijke landschappen, waar wegbermen en sloot- en kanaalkanten meer en meer het doelwit worden van herbiciden. De indruk bestaat dat de toepassing van chemische middelen in deze gevallen heeft geleid tot een schaalvergroting van de bestrijding ten opzichte van de voorgaande periode toen uitsluitend van mechanische technieken gebruik werd gemaakt. Men dient ertegen te waken, dat het gebruik van herbiciden een al te routinematig karakter zal gaan krijgen in het werkprogramma van gemeenten, waterschappen en andere diensten en lichamen.

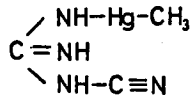
De meest ingrijpende invloeden op vogelpopulaties worden, voor zover thans bekend is, veroorzaakt door de categorie van de persistente bestrijdingsmiddelen. Het persistent zijn impliceert dat de stoffen langdurig in het milieu aanwezig blijven. Het risico voor vogels is bovendien groot doordat bij een aantal toepassingen van persistente middelen de stoffen in hoge concentraties worden ingevoerd in voor vogels belangrijke voedselketens (rodenticiden en zaaizaadbehandelingsmiddelen).



Vele knaagdierbestrijdingsmiddelen (rodenticiden) worden toegepast in combinatie met lokaas. Behalve met de selectiviteit van het bestrijdingsmiddel zelf krijgen wij nu te maken met de selectiviteit van het aas. Hiervoor geldt hetzelfde als voor de chemische stoffen, nl. dat de selectiviteit zich niet beperkt tot het te bestrijden organisme. Dikwijls bestaat het lokaas uit graankorrels en is de kans dus groot dat zaadetende vogels mede worden vergiftigd. Een goed voorbeeld hiervan is de ganzenvergiftiging die in het begin van de jaren vijftig is waargenomen in de Noordoostpolder. Naar schatting 500 à 1000 grauwe ganzen werden toen het slachtoffer van het rodenticide zinkfosfide, dat als „muizentarwe” over duizenden hectaren was verspreid (Gotink & Van Ulsen, 1952). Secundaire vergiftiging van roofdieren is met dit rodenticide niet waarschijnlijk. Dit blijkt uit recent onderzoek in Zuid-Afrika. „Spotted eagle owls” (*Bubo africanus*) werden gevoerd met muizen die met zinkfosfide waren gedood. De uilen bleven in goede conditie (Siegfried, 1968).

Secundaire vergiftigingen van roofvogels en andere predatoren treden wel op na toepassing van het rodenticide thalliumsulfaat. O.a. is dit gebleken in Israël, waar na campagnes die werden gevoerd tegen ratten en muizen grote aantallen gieren, arenden en andere predatoren mede het slachtoffer bleken te zijn geworden (Mendelsohn, 1963). De kans op secundaire vergiftiging van roofvogels is vermoedelijk minder groot bij toepassing van het hier te lande veelvuldig gebruikte middel Warfarin. Het is echter wel van belang dat zowel in het laboratorium als in het veld nader onderzoek wordt uitgevoerd met betrekking tot deze stof.

Ook insecticiden en fungiciden (middelen tegen schimmels) worden op grote schaal toegepast op graankorrels en peulvruchten die bestemd zijn



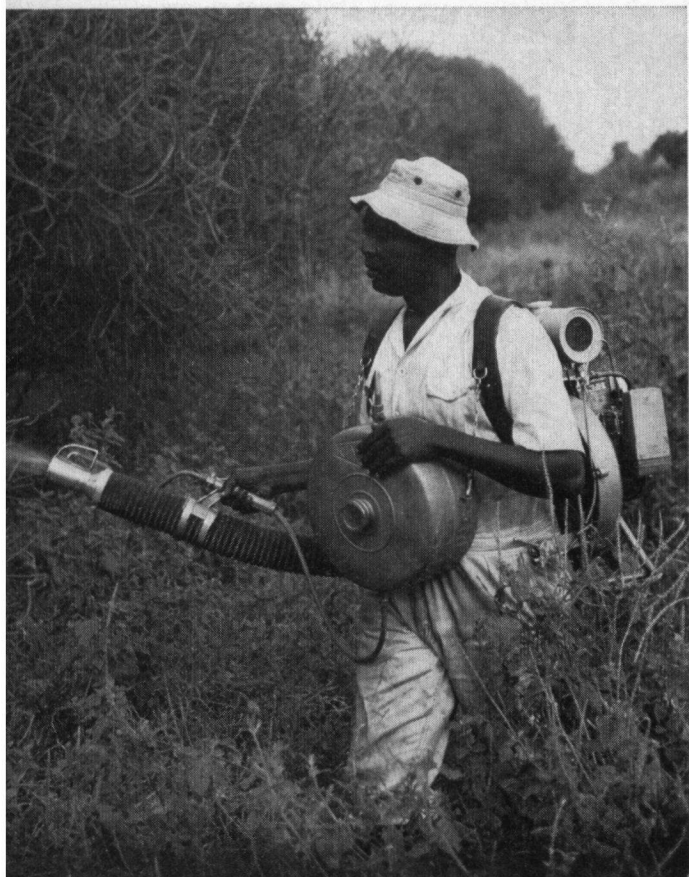
METHYLMERCURODICYAANDIAMIDE

(FUNGICIDE)

voor de inzaai. In dit geval niet om knaagdieren te doden, doch om zaden te beschermen tegen aantasting door schimmels en insecten. Waar granen worden verbouwd is het onvermijdelijk dat een deel van het zaaizaad ten offer valt aan de in het wild levende vogels die zich in ons cultuurlandschap hebben kunnen handhaven of die leven in natuurgebieden die de landbouwgronden begrenzen.

De stoffen die op de zaden worden toegepast zijn eveneens persistent en van hoge giftigheid. Het is dan ook niet verwonderlijk dat in het verleden en ook thans nog zaadetende vogels, maar ook predatoren, ten tijde van de inzaai alsmede in de perioden daaropvolgend worden vergiftigd door deze middelen. De vogelsterfte in Drenthe in 1966 en 1967 is hiervan een voorbeeld (Koeman c.s., 1968; Fuchs, 1967). Kort na de voorjaarsinzaai werden in deze jaren dode en stervende duiven, vinken, buizerden en andere soorten in en rondom de graanvelden gevonden. Uit chemisch-toxicologisch onderzoek bleek dat insecticiden voor de dood van de meeste vogels verantwoordelijk moesten worden gesteld. Naar aanleiding van deze bevindingen heeft de overheid besloten met ingang van 1 januari 1968 de toepassing van aldrin, dieldrin en heptachloor voor de voorjaarszaaizaadbehandeling niet langer toe te laten. In Engeland was het reeds in 1962 gekomen tot een afwijzing van de toepassing van de genoemde middelen in de voorjaarszaaizaadbehandeling (Review, 1964).

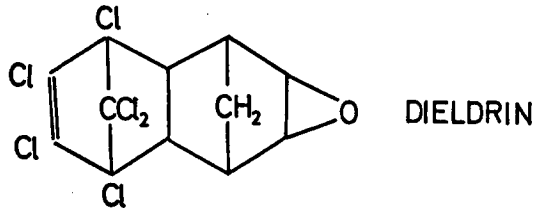
Uit recent onderzoek (Koeman c.s., in druk) is gebleken, dat nog steeds dodelijke hoeveelheden van het insecticide dieldrin in de organen van doodgevonden roofvogels kunnen worden aangetoond. Dit zou er op kunnen wijzen, dat de toepassing bij de najaarszaaizaadbehandeling eveneens invloed heeft op roofvogels. Ook in Engeland is onlangs melding gemaakt van roofvogelsterfte kort na de winterinzaai (Prestt c.s., 1968). De residu's die in de weefsels van sommige doodgevonden roofvogels zijn aangetoond waren



**Fig. 2. Ook in de tropen treedt, o.a. als gevolg van insecticiden bij de bestrijding van de tsétsévlies, sterfte op onder in het wild levende vogels.**

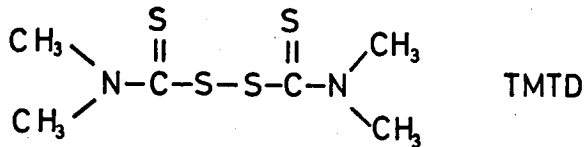
**Foto drs. J. H. Koeman.**

zowel in Engeland als in ons land van dezelfde grootte-orde als die welke worden gevonden in de weefsels van kwartels en duiven die experimenteel met dieldrin worden vergiftigd (Robinson c.s., 1967; Stickel c.s., 1968). Uit het experimentele onderzoek is ook gebleken, dat met betrekking tot de dodelijke acute werking van gechloreerde koolwaterstof-insecticiden als DDT en dieldrin gesproken kan worden van een drempel-effect. Er blijkt een gehaltegrens te zijn, die correspondeert met het intreden van de dood.



Er zijn ook aanwijzingen dat er sprake is van een dergelijk drempel-effect bij een aantal organische kwikverbindingen die als fungicide worden toegepast (Borg c.s., 1965; Borg, 1967). Sommige van deze verbindingen, vooral die van het methylkwik-type, hebben evenals de gechloreerde koolwaterstof-insecticiden een sterke neiging tot ophoping in de weefsels van dieren. In Zweden werd in 1965 vastgesteld, dat het gebruik van methylkwikverbindingen aanleiding gaf tot ernstige vogelsterfte. Met ingang van 1966 is in Zweden de toepassing van alkylkwikverbindingen (methyl- en ethyl-) bij de zaaizaadbehandeling verboden verklaard. Inmiddels is gevonden dat ook in ons land hoge residu's van kwik aanwezig zijn in de weefsels van een aantal roofvogels dat in de winter van 1968/1969 werd gevonden (Koeman c.s., in druk). De vogels werden gevonden in gebieden waar op grote schaal van methylkwikverbindingen gebruik was gemaakt. Hoge residu's waren verder aanwezig van het fungicide hexachloorbenzeen (Vos c.s., 1968).

Deze selectieve invoer van vergiften in een voedselketen, zoals bij de zaaizaadbehandeling het geval is, vormt vooral in agrarische gebieden een ernstige bedreiging voor vogels. Het is dan ook voor het behoud van een aantal faunaelementen van groot belang dat men voor de dikwijls noodzakelijke bestrijding van de schimmels en insecten stoffen kiest waarvan de neiging tot accumulatie in dierlijke weefsels minimaal is. Het is waarschijnlijk, dat de phenyl- en alkoxy-alkyl-kwikverbindingen als fungiciden en het





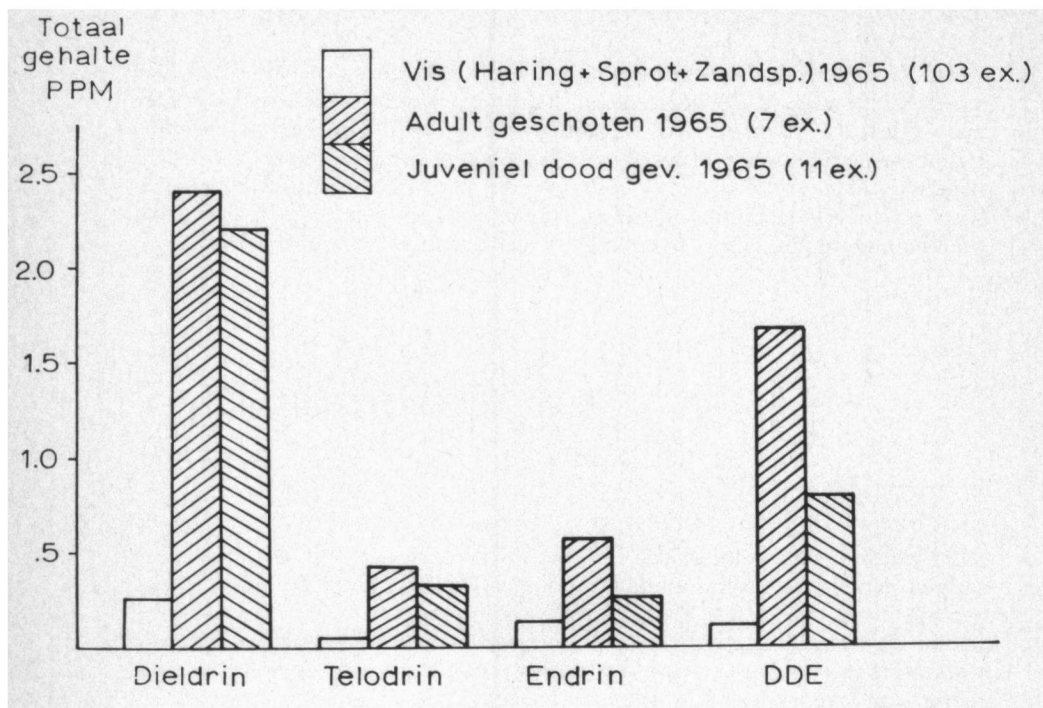


Fig. 3. Accumulatie van insecticiden in de grote stern. De gehalten in ppm (mg/kg) hebben betrekking op het totale lichaam.

lindaan als insecticide bestrijdingsmiddelen zijn, die met minder risico's voor vogels kunnen worden toegepast.

Als fungicide wordt bij de zaaizaadbehandeling ook veelvuldig gebruik gemaakt van het TMTD (Tetramethylthiuram Disulfide). Over de risico's voor vogels van deze stof zowel als die van de overige dithiocarbamaten bestaat nog onvoldoende informatie. Uit onlangs op het Rijksinstituut voor de Volksgezondheid uitgevoerd onderzoek blijkt, dat het TMTD alsmede andere dithiocarbamaten als Ziram en Ferbam, in minimale hoeveelheden toegediend aan eieren, sterfte veroorzaken van het embryo (Gebhardt & Van Logten, 1968). In welke mate deze stoffen via de voeding in de eieren van vogels terecht kunnen komen is niet bekend. Kippen, die in hun dieet met TMTD worden behandeld, produceren abnormale eieren; de eiproductie is tevens verlaagd (Waibel c.s., 1957; Grolleau & Biaddi, 1966).

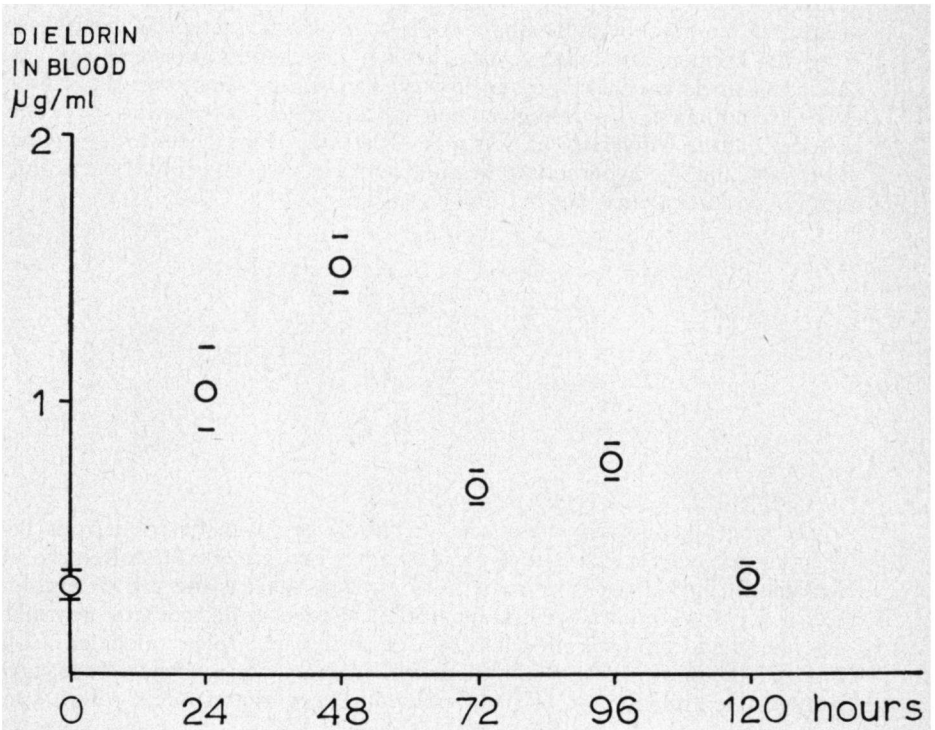
Behalve in relatie tot de toepassing in de zaaizaadbehandeling is bekend, dat het in het water terecht komen van gechloreerde koolwaterstof-insecticiden kan leiden tot een fatale belasting van visetende vogels. In 1965 werd aangetoond, dat sterns in de Waddenzee werden vergiftigd met telodrin en dieldrin, vnl. als gevolg van lozing van deze stoffen in het Nieuwe Waterweggebied (Koeman c.s., 1967). De aangetoonde accumulatie van vis naar sterns is weergegeven in fig. 3. De gehalten hebben betrekking op het totale lichaam van zowel de vis als de sterns. Vooral werd sterfte geconstateerd bij kuikens in de eerste levensweek alsook van juveniele dieren in de

leeftijd van 1 à 2 maanden, dus zo omstreeks het moment waarop ze beginnen te vliegen.

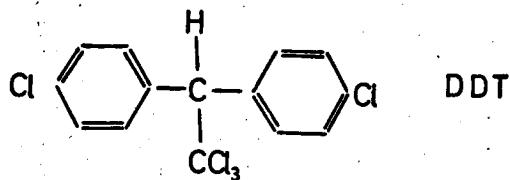
De sterfte onder de kuikens houdt vermoedelijk verband met de opname door het lichaam van het restant van de dooier, dat gedurende enkele dagen na het uitkomen nog als een aanhangsel van de darm aanwezig is. Daar de dieren in de eerste 1 à 2 levensdagen buiten het ei vrijwel geen voedsel opnemen, leidt deze resorptie van het dooier-restant tot een hogere insecticide-concentratie in het bloed van de dieren en dus tot een hogere belastingsgraad. In een experiment met kippe-eieren hebben wij kunnen aantonen, dat bij kippekuikens de bloedconcentratie inderdaad sterk toeneemt gedurende de eerste levensdagen (fig. 4). Worden de dieren nog langer gehongerd, dan stijgt de concentratie verder. Bij concentraties in het ei van omstreeks 17 ppm (mg/kg) dieldrin trad na 3 dagen sterfte op bij de kippekuikens (Koeman c.s., 1967 b). De mortaliteit onder de jonge vliegvlugge sterns verklaren wij door aan te nemen, dat de conditie-afname gedurende deze periode (alle doodgevonden dieren waren mager) resulteert in een vrijkomen van insecticiden uit o.a. vetweefsel als gevolg waarvan een dodelijke vergiftiging optreedt (zie fig. 5 en 6).

In de populair-wetenschappelijke literatuur kan men er al jaren kennis van nemen, dat sommige vogelsoorten, zoals de slechtvalk en de Ameri-

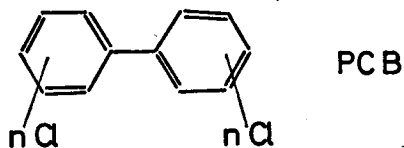
Fig. 4. Concentratie-veranderingen van dieldrin in het bloed van pas uitgekomen kippekuikens. Gedurende de eerste twee levensdagen neemt de concentratie sterk toe als gevolg van het vrijkomen van dieldrin uit de zgn. dooierprop. De daarna optredende daling houdt verband met het begin van het normale voedselgebruik (Koeman c.s., 1967 b).



kanse „bald eagle” (*Haliaeetus leucocephalus*), sterk achteruitgaan als gevolg van de contaminatie van hun milieu met DDT. Een oorzakelijk verband tussen deze achteruitgang en DDT is evenwel wetenschappelijk nog niet aangetoond. Er is echter vooral in het laatste jaar een aantal aanwijzingen verkregen die de hypothese van de achteruitgang door insecticiden steunen.



Zo is gevonden dat het DDE(stofwisselingsproduct van DDT)-gehalte in meeuwe-eieren in de Verenigde Staten omgekeerd evenredig is met de eischaaldikte (Hickey & Anderson, 1968). Ook bij slechtvalken en sperwers heeft men zowel in de Verenigde Staten als in Engeland gevonden, dat na de laatste wereldoorlog de eischaaldikte met ongeveer 20% is afgenomen (Ratcliffe, 1967). In niet-dodelijke concentraties blijken DDT en andere gechloreerde koolwaterstoffen, zoals dieldrin, invloed te hebben op de stofwisseling van geslachtshormonen. De stofwisseling van deze hormonen vindt versneld plaats (Peakall, 1967). Een oorzakelijk verband tussen deze hormoonbeïnvloeding en de voortplantingsactiviteit heeft men nog niet kunnen vaststellen. Ook is het nog onbekend in hoeverre een verandering in de eischaaldikte van invloed kan zijn op de overlevingskansen van een populatie. Voorlopig moeten wij misschien de uitlating van prof. Hickey van de University of Wisconsin, dat DDT een „chemical of extinction” zou zijn, als hypothetisch beschouwen. Het is evenwel niet uit te sluiten dat ze uiteindelijk juist zal blijken te zijn.



De mogelijkheid van industriële verontreiniging van het milieu als bedreiging van vogels is hierboven al genoemd. Een groep van stoffen die in dit opzicht op het ogenblik in de belangstelling staat is die van de gechloreerde biphenylverbindingen. Deze stoffen worden in de industrie gebruikt als smeermiddelen, warmtegeleidingsvloeistoffen en isolatiemiddelen; ook verhogen zij de chemische stabiliteit van harsen en synthetische verven, lakken e.d. De gechloreerde biphenylverbindingen worden in de weefsels van



Fig. 5. Jonge grote sterns worden gevoerd met grote hoeveelheden zandspieler.

Foto Jan van de Kam.

watervogels op tal van plaatsen in de wereld aangetoond (Risebrough c.s., 1968). Ook aan onze kust zijn hoge residu's van deze zgn. PCB's gevonden in o.a. eidereenden. Er zijn aanwijzingen dat deze stoffen via de Rijn in onze kustwateren terecht komen en vandaar in de Waddenzee (Koeman c.s., 1969). Ook hierbij is weer gebleken, dat persistente afvalstoffen die via de rivieren in zee komen een goede kans maken om uiteindelijk terecht te komen in het Waddengebied. De toxische effecten van de PCB's zijn nog maar nauwelijks bekend.

Uit het bovenstaande moge blijken dat er nogal wat chemische verbindingen zijn die in het natuurlijke milieu een bedreiging vormen voor vogels. Van een aantal van deze stoffen is bewezen dat ze vogelpopulaties op na-

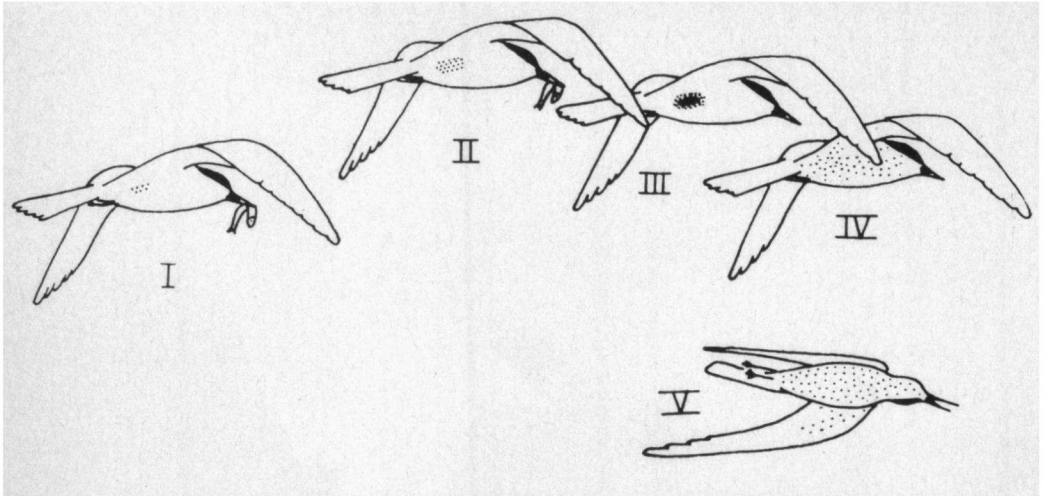


Fig. 6. Vergiftiging van juveniele sterns met insecticiden. Door de regelmatige opname van deze stoffen via visjes ontstaat een hoge concentratie in het vetweefsel van de vogels (I, II en III). Indien als gevolg van lichamelijke inspanning de vetvoorraden worden aangesproken, kunnen de insecticiden die hieruit vrijkomende dieren dodelijk vergiftigen (IV en V).

delige wijze beïnvloeden, terwijl dit van andere nog slechts kan worden vermoed.

Meer dan in welke voorgaande periode in onze geschiedenis ook vormt ons natuurlijke milieu thans een onderwerp van uitgebreide studie. Met betrekking tot het onderzoek naar de neven-effecten van insecticiden in ons land reflecteert deze tendens zich in de activiteiten van de Commissie TNO voor Onderzoek inzake Nevenwerking van Bestrijdingsmiddelen. Het uitgangspunt bij dit onderzoek is het op objectieve wijze vaststellen van de milieu-effecten die resulteren uit het gebruik van bestrijdingsmiddelen. Slechts op grond van zakelijke gegevens kunnen vermoedens worden weggerukt en kan een beleid worden gevoerd waarbij de bestrijdingsmiddelen en andere vergiften als evalueerbare milieufactoren kunnen worden beoordeeld.

#### *Geciteerde literatuur*

- Borg, K., Wannorp, H., Erne, K. & Hanko, E., 1965: Kvicksilverförgiftningar bland vilt i Sverige. Rapport från Statens Veterinärmedicinska Anstalt.  
 Borg, K., 1967: Swedish studies of game that had been found dead as well as specimens that had been shot. *Oikos*. Suppl. 9, 18.  
 Brower, L. P., 1969: Ecological Chemistry. *Scientific American* 220, 2, 22-29.  
 Coulson, J. C., Potts, G. R., Deans, I. R. & Fraser, S. M., 1968: Mortality of Shags and other Sea Birds caused by Paralytic Shellfish Poison. *Nature* 220, 23-24.  
 Fuchs, P., 1967: Death of birds caused by application of seed dressings in the Netherlands. *Meded. Rijksfac. Landbouwwetensch. Gent* 32, 3/4, 855-859.  
 Gebhardt, D. O. E. & Van Logten, M. J., 1968: The chick embryo test as used in the

- study of the toxicity of certain dithiocarbamates. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 13, 316-324.
- Gotink, W. M. & Van Ulsen, F. W., 1952: Massale wildsterfte door vergiftiging met zinkphosphide. *Tijdschr. Diergeneesk.* 77, 214-219.
- Grolleau, G & Biaddi, F., 1966: Note on the effects of Thiram on the laying and rearing of the red-legged partridge. *J. Appl. Ecol.* 3 (Suppl.), 249-251.
- Hickey, J. J. & Anderson, D. W., 1968: Chlorinated hydrocarbons and eggshell changes in raptorial and fish eating birds. *Science* 162, 271-273.
- Koeman, J. H., Oskamp, A. A. G., Veen, J., Brouwer, E., Rooth, J., Zwart, P., V. d. Broek, E. & Van Genderen, H., 1967 a: Insecticides as a factor in the mortality of the sandwich tern. *Meded. Rijksfac. Landbouwwetensch. Gent* 32, 3/4, 841-854.
- Koeman, J. H., Oudejans, R. C. H. M. & Huisman, E. A., 1967 b: Danger of chlorinated hydrocarbon insecticides in birds' eggs. *Nature* 215, 1094-1096.
- Koeman, J. H., Ensink, H. J. A., Fuchs, P., Hoskam, E. G., Mörzer Bruijns, M. F. & De Vos, R., 1968: Vogelsterfte door landbouwvergiften. *Landbouwk. Tijdschr.* 80, 5, 206-214.
- Koeman, J. H., Ten Noever de Brauw, M. C. & De Vos, R. H., 1969: Chlorinated biphenyls in fish, mussels and birds from the river Rhine and the Netherlands coastal area. *Nature* 221, 1126-1128.
- Koeman, J. H., Vink, J. A. J. & De Goeij, J. J. M. (in druk): On the causes of the mortality in predatory birds in the Netherlands in the winter of 1968/1969. *Ardea*.
- Korringa, P., 1968: Biological consequences of marine pollution with special reference to the North Sea Fisheries. *Helgoländer wiss. Meeresunters.* 17, 126-140.
- Mendelssohn, H., 1963: Mass destruction of birdlife in Israel owing to secondary poisoning from insecticides and rodenticides. *IX Bulletin ICBP* 1963, 69-70.
- Mörzer Bruijns, M. F., 1962: De massasterfte van vogels in Nederland door vergiftiging met bestrijdingsmiddelen in het voorjaar van 1960. *Landbouwk. Tijdschr.* 74, 14, 578-588.
- Peakall, D. B., 1967: Pesticide induced enzyme breakdown of steroids in birds. *Nature* 216, 505-506.
- Prestt, I., Jefferies, D. J. & Macdonald, J. W., 1968: Post-mortem examinations of four rough-legged buzzards. *British Birds* 61, 457-465.
- Ratcliffe, D., 1967: Decrease in eggshell weight in certain British birds of prey. *Nature* 215, 208-210.
- Review of the Persistent Organochlorine Pesticides, 1964. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, London.
- Risebrough, R. W., Rieche, P., Peakall, D. B., Herman, S. G. & Kirven M. N., 1968: Polychlorinated biphenyls in the global ecosystem. *Nature* 220, 1098.
- Robinson, J., Brown, V. K. H., Richardson, A. & Roberts, M., 1967: Residues of dieldrin (Heod) in the tissues of experimentally poisoned birds. *Life Sciences* 6, 1207-1220.
- Russell, F. E. & Saunders, P. R., 1967: *Animal Toxins*. Pergamon Press.
- Siegfried, W. R., 1968: The reactions of certain birds to rodent baits with Zinc Phosphide. *The Ostrich*, sept. 1968, 197-198.
- Stickel, W. H., Stickel, L. F. & Spann, J. W., 1968: Tissue residues of dieldrin in relation to mortality. *First Rochester Conference on Toxicity*, June 4-6, 1968.
- Vogler, G., 1967: Intoxikationen von Mensch und Tier durch Phytoplanktontoxine aus Oberflächengewässern. *Arch. Hyg.*, 151, 1-22.
- Vos, J. G., Breeman, H. A. & Benschop, H., 1968: The occurrence of the fungicide hexachlorobenzene in wild birds and its toxicological significance, *Meded. Rijksfac. Landbouwwetensch. Gent* 33, 3, 1263-1269.
- Waibel, P. E., Johnson, E. L., Pomeroy, B. S. & Howard, L. B., 1957: Toxicity of tetramethylthiuram disulfide for chicks, poults and goslings. *Poultry Science* 36, 697-703.
- Wills, J. H., 1966: Sea Food Toxins. In: *Toxicants occurring naturally in Foods*. Nat. Ac. Sci. Wash.
- Wood, P. C., 1968: Dinoflagellate Crop in the North Sea. *Nature* 220, 21.