

EEN LITERATUURSTUDIE NAAR VOGELSTERFTE
DOOR HET OPNEMEN VAN HAGELKORRELS

J.G. de Molenaar

RIN-rapport 86/5

Rijksinstituut voor Natuurbeheer
Leersum

juni 1986

242069

RIN
Rijksinstituut voor Natuurbeheer
Postbus 59, 1790 AB Den Burg
Texel, Holland

R.I.N.-RAPPORT

INHOUD	PAGINA
Voorwoord	3
1. Algemeen	4
2. Betrokken soorten	5
3. Omvang en betekenis	7
4. Effecten	9
5. Hoeveelheid hagel	10
6. Opnamerisico	10
7. Risicobeperking	11
8. Slotopmerkingen	12
Verwijzingen	14

Voorwoord

Naar aanleiding van een vraag over risico's in verband met een hinderwetvergunning voor een kleidivenschietbaan, bleek dat er geen overzicht bestaat van de aard en omvang van vogelsterfte in Nederland als gevolg van loodvergiftiging door het opnemen van valhagel.

Uit het materiaal dat voor de beantwoording van die vraag werd verzameld, bleek dat er reden is om niet te licht over risico's te denken. Deze conclusie stoelt vooral op resultaten van buitenlands onderzoek. Inmiddels is echter ook in Nederland sprake van daadwerkelijke belangstelling voor dit onderwerp. Deze indruk van de risico's vormde, samen met overwegingen over aard en omvang van de jacht in Nederland en de groeiende belangstelling voor de kleidivenschiet sport, de aanleiding om een algemeen overzicht van de huidige stand van zaken te geven. Daarbij stond voor ogen een beeld te verkrijgen van de mogelijkheden om met deze problematiek om te kunnen gaan zowel vanuit het oogpunt van natuurbehoud als vanuit het belang van de jacht. Daarom is ook een samenvatting van dit rapport aangeboden aan "De Nederlandse Jager". Vanwege deze bedoeling gaat het rapport niet in op b.v. de toxicologische achtergronden van het verschijnsel.

Deze literatuurstudie geeft ook aan welke betekenis aan monitoring van vogelsterfte en aan inventarisatie van de landelijke valhagelverspreiding moet worden toegekend.

De Directie

1. Algemeen

Loodvergiftiging bij vogels als gevolg van het opnemen van hagelkorrels is al meer dan een eeuw in de literatuur bekend (V.S.: Hindle 1876, Grinell 1894; Italië: Sebastiano & Delprato 1880).

Het onderwerp staat vooral de laatste twintig jaar volop in de belangstelling, vooral in de V.S. Er wordt elders recent in toenemende mate aandacht aan besteed (zie overzicht International Waterfowl Research Bureau, Thomas 1980). Aanvankelijk lag het accent op:

1. loodvergiftiging met dodelijke afloop (letale vergiftiging), die al door opname van één of enkele hagelkorrels kan optreden.

Later zijn daarbij gekomen:

2. subletale loodvergiftiging, leidend o.a. tot verhoogd risico van sterfte door een andere directe oorzaak en daarnaast verminderde voortplanting, en
3. secundaire vergiftiging van roofvogels door consumptie van vogels met opgenomen hagelkorrels in het spijsverteringssysteem (ook met zowel letale als subletale gevolgen; niet-metallisch lood opgenomen via de organen van de prooi zou van minder of ondergeschikt belang zijn).

In Nederland dateert de belangstelling van de laatste jaren. In De Nederlandse Jager verscheen na een attendering door Den Hollander (1976) een literatuurstudie van Rutten (1980). Rutten merkte op dat loodvergiftiging bij waterwild in Nederland nog niet was waargenomen. De eerste publikatie over loodvergiftiging door hagelopname bij een schietbaan in Zeeland verscheen direct al een jaar daarop, ook in De Nederlandse Jager (Over et al. 1981). Sinds 1977, toen de eerste diagnose door het Centaal Diergeneeskundig Instituut werd gesteld, wordt in het project 'Vogelsterfte' van het CDI aandacht aan dit onderwerp besteed.

Het CDI heeft sindsdien bij uiteenlopende vogelsoorten in Nederland sterfte als gevolg van valhagelopname geconstateerd: zwarte zeeëend, bergeend, wilde eend, grauwe gans, knobbelzwaan, wilde zwaan, fazant, waterral, kluut, scholekster, blauwe kiekendief en sperwer. Het CDI trof zowel in partijen eendemagen betrokken via poeliers als bij botulismeslachtoffers tot in omstreeks 5% van de gevallen hagelkorrels aan (Smit et al. 1986a).

De publikatie van Rutten (op.cit.) telt vierendertig literatuurverwijzingen. Een globaal overzicht (zie b.v. Clausen & Wolstrup 1979, Cohn 1985, Danell 1980, Demayo et al. 1982, Feierabend & Berger 1981, Pattee 1984, Olney 1960, Pattee & Hennes 1983, Thomas 1980) laat zien dat er inmiddels een veelvoud aan wetenschappelijke publikaties bestaat over letale en subletale loodvergiftiging bij vogels door opnemen van hagelkorrels en doorvergiftiging van predatoren. Het verschijnsel lijkt over de hele wereld op te treden en de omvang van de evidentie is welhaast overweldigend. Vanwege het laatste wordt het overbodig geacht een gedetailleerde samenvatting van de bestaande literatuur te geven. Er wordt volstaan met een aanduiding van de hoofdpunten ten behoeve van het trekken van conclusies voor de praktijk.

2. Betrokken soorten

De betrokken groepen van vogels zijn nogal uiteenlopend. Afgezien van doorvergiftiging is loodvergiftiging zoals hier aan de orde geconstateerd bij zwanen (wilde zwaan, kleine zwaan e.a.), ganzen (grauwe gans, kolgans, kleine rietgans e.a.), eenden (wilde eend, pijlstaart, krakeend, zomertaling, wintertaling, smient, slobeend, eidereend, brilduiker, krooneend, tafeleend, kuifeend, toppereend, grote zeeëend, zwarte zeeëend, zaagbekken en diverse uitheemse soorten), rallen en verwanten (meerkoet, waterhoen, waterral e.a.), hoenders (fazant, patrijs, kwartels), steltlopers (kluut, kanoetstrandloper, scholekster, watersnip, bokje, grutto's), duiven (houtduif e.a.), meeuwen. De in ons land geconstateerde gevallen passen geheel in dit beeld. In hoeverre andere vogelsoorten bij vergiftiging door directe opname van valhagel in het geding zijn, is niet bekend.

Het lijkt aannemelijk dat het om meer soorten gaat. In de eerste plaats is het waarschijnlijk dat een deel aan de waarneming is ontsnapt, omdat het onderzoek traditioneel het accent heeft gehad op waterwild. Inderdaad blijkt de laatste jaren dat het aantal niet-waterwildsoorten zich als een olievlek uitbreidt. Oudere meldingen van soorten anders dan waterwild lijken nu dan ook 'toevalstreffers' te zijn geweest.

In de tweede plaats lijkt valhagel te worden opgenomen als maagkiezel (grit) ten behoeve van de spijsvertering, als verondersteld voedsel (verwisseling voor b.v. slakjes, zaden) en ook toevallig met de voedselopname (zie o.a. Van Bon & Boersema 1984, Veiga 1985, Smit et al. 1986b). Dit doet sterk vermoeden dat ook b.v. zaadetende zangvogels risico lopen waar valhagel op de grond blijft liggen. De in ons land geconstateerde doorvergiftiging bij blauwe kiekendief en vooral sperwer wijst, gelet op de prooikeuze van deze roofvogels, ook in die richting. Ten derde speelt ook de vindkans van mogelijke slachtoffers een rol. Kadavers van kleinere soorten hebben een grotere verdwijnkans (opruimen door aaseters, vgl. Renssen 1977, Scott & Roberts 1972), terwijl de resterende lijken minder opvallen. De vindkans neemt verder af naarmate soorten meer een verborgen leefwijze vertonen en/of een minder overzichtelijk biotoop hebben, en naarmate hun uitdossing minder opvallend is; n.b. de situatie met betrekking tot het bokje (par. 3).

Ten vierde speelt mogelijk een niet te onderschatten rol het patroon van zoeken (wanneer, waarnaar, met welke intensiteit en in wat voor terreintypen), bekendheid met onderzoek naar vogelsterfte (wie, waar) en de beweegredenen om eventueel gevonden dode vogels voor onderzoek ter beschikking te stellen (een dode oolevaar maakt mogelijk meer 'kans' dan een dode mus?), dan wel juist buiten dit kanaal te houden (om ze te laten prepareren).

Ten vijfde sterft een deel van de belaste vogels voortijdig aan een andere oorzaak, met name predatie (vgl. par. 4) of het effect blijft "onzichtbaar" (verminderde reproductie).

De relatieve bekendheid van het botulismeprobleem en -onderzoek treedt tenslotte hierbij wellicht ook enigermate vertekenend op. Overigens leveren doortrekkers in dit geheel een extra complicatie, omdat die heel wel buiten onze landsgrenzen pas dood kunnen gaan nadat hier valhagel is opgenomen.

In elk geval is in dit verband van bijzonder belang het risico van secundaire vergiftiging, dat pas recent in de aandacht is gekomen. Het gaat daarbij o.a. om roofvogels die bijzondere zorg verdienen zoals slechtvalk, arenden, rode wouw, blauwe kiekendief, e.d. (o.a. Smit et al. 1986a, Thomas 1980, 1982; in de V.S. is de ernstige bedreiging van de nationale vogel, de bald eagle of witkopzeearend door opname van hagel via de prooi aanleiding voor belangrijke gerechtelijke processen; zie Cohn 1985). Hierbij moet wel worden bedacht dat de prooi op twee manieren met hagelkorrels belast kan worden: de korrels kunnen zijn opgenomen als valhagel, maar ook zijn opgelopen door aanschieten tijdens de jacht. De verhouding tussen beide herkomsten is bij secundaire vergiftiging onduidelijk en moeilijk te achterhalen. De prooikeuze van de predatoren en de jachtpraktijk kunnen hiervoor wel vermoedens leveren. Hoe het ook zij, voor de vergiftiging van predatoren is dit lood om oud ijzer en eerder een reden tot bredere bezinning dan aanleiding tot willekeurig bagatelliseren van een van beide oorzaken in voorkomende gevallen.

Gelet op de spijsvertering bij roofvogels, in het bijzonder het feit dat zij onverteerbare prooiresten als braakballen uit de maag verwijderen, moet bij secundaire vergiftiging zeker ook gedacht worden aan belasting via de opname van prooidierorganen waarin lood accumuleert (b.v. de lever). Secundaire vergiftiging bij roofdieren zal vermoedelijk vooral deze laatste vorm van belasting betreffen (afwezigheid van een spiermaag, snelle passage ook van vaste deeltjes door het spijsverteringskanaal), maar hierover geeft de literatuur nauwelijks informatie.

3. Omvang en betekenis

De omvang van vogelsterfte als gevolg van valhagelopname is weinig duidelijk. Uit de literatuur blijkt dat in het algemeen de soorten die op grond van post-mortem onderzoek getalsmatig het grootste risico lopen, onder de zwemeenden betrekking hebben op wilde eend en pijlstaart en onder de duikeenden op kuifeend en tafeleend; ganzen lijken minder risico te lopen (ter illustratie van de eerder aangetipte nuanceringen: zie het eerste in Nederland geconstateerde geval van loodvergiftiging onder grauwe ganzen in Zeeuws-Vlaanderen; Over et al. 1981). Buiten

zwemvogels lijken rallen bijzonder gevoelig te zijn voor opname van valhagel. Uit Noord-Amerika komen cijfers van miljoenen watervogel-slachtoffers per jaar, tot een totaal van enige procenten van de totale Noordamerikaanse waterwildpopulatie. Op zo'n schaal bezien lijkt een dergelijke sterfte van beperkt belang. Voor sommige soorten lijkt de geconstateerde sterfte echter alarmerend te zijn: voor zwanen (wilde zwaan, kleine zwaan) wordt in Duitsland, Denemarken, Noorwegen, Zweden, Groot-Britannië en Noord-Amerika éénvierde tot de helft van de doodsoorzaken op naam gezet van loodvergiftiging door opname van hagelkorrels (deels, met name in Engeland, aangevuld met verloren visloodjes). Ruim één op de vijf bokjes geschoten bij de baai van Arcachon (ZW-Frankrijk) had hagelkorrels in de maag (Veiga 1985). Van deze soort zijn overigens geen loodvergiftigingsgevallen bekend - terwijl die er ongetwijfeld

Aandacht voor de effecten op kleinere schaal, b.v. op bepaalde natuurgebieden of regionale tot lokale populaties (b.v. grauwe ganzen in Zeeuws-Vlaanderen) en daarnaast op soorten van andere groepen of met een andere dichtheid van voorkomen (zeldzaamheid) dan wel met een beperkte populatieomvang binnen een relatief klein gebied, lijkt nog niet of nauwelijks te bestaan of inhoud te (kunnen) hebben gekregen.

Het is daarom moeilijk uitspraken te doen over de betekenis van vogelsterfte als gevolg van valhagelopname. Uiteraard is duidelijk dat het constateren van een effect op risico en het beoordelen daarvan wel samenhangen, maar twee verschillende zaken betreft: een dode mus is geen dode slechtvalk als het gaat om een waarde-oordeel. Het lijkt aannemelijk dat de betekenis van het verschijnsel op grond van de bestaande gegevens eerder onderschat dan overschat kan worden.

In elk geval is voor Nederland intrigerend dat b.v. weidevogels en verwante soorten, waarvoor ons land van bijzondere internationale betekenis wordt geacht, zijn vastgesteld als slachtoffer van valhagelopname. Vooral bij de steltlopers lijkt toevallige opname bij het voedselzoeken minder waarschijnlijk, actieve opname moet echter mogelijk worden geacht. Of hier ook sprake kan zijn van doorvergiftiging (valhagel - lood in de bodem - loodopname door b.v. regenwormen - consumptie van dergelijke bodemdieren door vogels) is onbekend. Wel is aangetoond dat valhagel op den duur een verhoogd, biologisch beschikbaar loodgehalte in

de bodem kan veroorzaken en dat lood kan accumuleren in bodemorganismen zoals regenwormen (Doelman & Ma in voorbereiding; Ma 1983; Thornton & Abrahams 1983).

4. Effecten

Slechts een fractie van de opgenomen hagelkorrels passeert het spijsverteringsstelsel en wordt uitgescheiden. Meer dan 95% wordt na opname in de spiermaag fijngewreven, waarna het lood in de bloedcirculatie wordt opgenomen. Dat leidt tot verhoogde loodresiduen in lever, nieren, botten en veren. Daarmee gepaard gaat aantasting van de algemene conditie van de vogel (ook de reactiesnelheid en de voortplanting), waarna tenslotte de dood kan intreden (Borkenhagen 1979, Eders & Garlich 1983, Moriarty 1977, Mudge 1983, Smit et al. 1986b, Szymczak & Adrian 1978, Veit et al. 1983).

Dodelijke vergiftiging kan al optreden na opname van een zeer beperkt aantal hagelkorrels. In meer dan de helft van de gevallen in de literatuur blijkt slechts één hagelkorrel per maag te zijn aangetroffen, hoewel het soms ook om tientallen korrels kan gaan (o.a. Borkenhagen 1979, Mudge 1983, Smit et al. 1986a). Het aantal opgenomen korrels en het effect daarvan heeft natuurlijk alles te maken met de grens tussen subletale en letale dosis. Daarop zijn overigens een aantal factoren van invloed, met name de voedselsamenstelling en de conditie van het individu. De mate van overdosis doet minder ter zake. Dat is van betekenis voor de duur van de tijd tussen opname en sterfte (zie b.v. Finley & Dieter 1980). Daarnaast moet rekening worden gehouden met het effect van herhaalde opname, omdat loodvergiftiging cumulatief is (Veiga 1985).

Bellrose (1959) heeft verband gelegd tussen belasting, afnemende (reactie)snelheid en afschotkans bij de wilde eend. Toediening van hagelkorrels nr. 6 verhoogde de afschotkans met 1.5, 1.9 en 2.1 maal bij een, twee respectievelijk vier korrels. Verwacht mag worden dat zoiets ook aan de orde is bij natuurlijke predatie. Enerzijds verzwaart dit het risico voor roofvogels, anderzijds vertekent dit het kwantitatieve beeld van directe loodvergiftiging dat wordt verkregen door onderzoek van gevonden kadavers.

5. Hoeveelheid valhagel

Uit de opgaven van Van Bon & Boersema (1984) blijkt dat in Nederland jaarlijks zo'n 440 - 450 ton lood met valhagel op de bodem terecht komt. De verdeling hangt uiteraard af van de verdeling van de schietdruk over het land, d.w.z. van de wijze van jagen/schieten en de mobiliteit van de schutter. Waar vanuit vaste posities veel wordt geschoten, mogen de hoogste concentraties worden verwacht. Het leeuwedeel van de verschoten hagel valt binnen een afstand van 250 m. Als het schootsveld bij kleiduvenschiet en/of huttenjacht op waterwild wordt gesteld op een kwart tot de helft van een cirkel, gaat het om een oppervlak van zo'n 5 tot hooguit 10 ha. Uitgaand van een gemiddelde patrooninhoud van 32 gram lood betekent dat een gemiddelde belasting van 3 tot 6 gram lood per ha per schot, of bij 100 jachtpatroon kaliber 12 (dat ca. 90% van het totale gebruik inneemt) van kaliber 6 of 7 één korrel per $2.3 - 4.6 \text{ m}^2$, respectievelijk per $1.6 - 3.2 \text{ m}^2$. Zeker bij kleiduvenschieten is geen sprake van een gelijkelijke belasting van het hele terrein en zal deze berekening voor een deel van het schootsveld aanmerkelijk hoger uitkomen.

De belasting van het terrein kan bij huttenjacht vanuit rietkragen enige tientallen korrels per m^2 bedragen, bij kleiduvenschietbanen honderden tot tienduizend korrels per m^2 (Smit et al. i.v., Van Bon & Boersema 1984); op een kleiduvenschietbaan in Friesland werd een plaatselijke uitschieter van twee kg loodhagel per m^2 gemeten (dat is bij kaliber 12, nr. 7 bijna twintigduizend korrels per m^2 ; Oranjewoud 1984).

De belasting (concentratie) zal waarschijnlijk in het algemeen en in grote lijn ongeveer afnemen volgens de reeks kleiduvenschieten - huttenjacht, jacht in eendenputten en op snippenbedden - jacht met boot of lokeenden en 'posten' op trek - drijfjacht - jagen 'voor de voet' c.q. 'peuteren' (incl. 'slootjeslopen').

6. Opnamerisico

Het risico voor vogels om valhagelkorrels op te nemen hangt af van de reeks vragen: hoeveel ligt er, kunnen de vogels erbij komen en zijn er ook vogels om dat te kunnen doen.

Op de concentratie van valhagel in het terrein is hiervoor al ingegaan. De bereikbaarheid, dit is de oppervlakkige ligging van hagelkorrels, is een punt apart. De duikdiepte van duikeenden ligt in de orde van grootte van enkele meters. In diep water zou de bereikbaarheid dus verwaarloosbaar kunnen zijn. In ondiep water en moerassig terrein speelt de consistentie van de grond een rol. Naarmate die slapper is, kunnen hagelkorrels meer wegzakken; over het gedrag van valhagel in de bodem is echter weinig bekend. In dergelijke slikkige grond zoeken echter in elk geval juist vele vogelsoorten hun voedsel. Daarnaast lijkt de bereikbaarheid wél weer duidelijk beperkt te kunnen worden door een gesloten, relatief hoge vegetatie die het hele jaar staat (dichte riet- en ruigtebegroeiingen) en op bouwland waar na de oogst intensieve grondbewerking plaatsvindt (de hagel grotendeels 'onder de grond wordt gewerkt', al moet dat worden beschouwd als iets waar na verloop van tijd een eind aan kan komen omdat er weer evenveel 'naar boven wordt gewerkt').

De concentratie van vogels die hagelkorrels kunnen opnemen, hangt samen met terreingesteldheid, de terreingesteldheid van de omgeving, de tijd van het jaar en de ecologie van de betrokken soorten. Zeer algemeen gesproken neemt de kans toe naarmate sprake is van minder cultuurdruk (m.b.t. factoren als rust, uitgestrektheid, vorm van grondgebruik). De afwisseling in het terrein (grondgebruiksvormen, het voorkomen van relatief natuurlijke landschapselementen zoals heggen, houtwallen, ruige bermen etc.) speelt hierbij ook een rol.

7. Risicobeperking

In de literatuur worden verschillende aanbevelingen gedaan die het risico kunnen beperken. Daaronder is een aantal, dat de terreingesteldheid wezenlijk aantast (onder water zetten, waterstand opzetten, ploegen van niet-bouwland). Ook is wel gedacht aan het verstrekken van bepaald voedsel (voor eenden) of 'grit'. Onder de Nederlandse omstandigheden lijkt het meer ter zake aandacht te besteden aan de praktijk van het schieten met hagelpatronen. Deze preventieve aanpak betreft:

- beperking van kleiduivenschieten naar intensiteit en aantal banen;
- beperking van kleiduivenschietbanen tot terreinen die:

- . een zo min mogelijk natuurlijk karakter hebben (met als uiterste bouwland dat intensief wordt bewerkt);
 - . arm zijn aan relatief natuurlijke landschapselementen (heggen, houtwallen, bermen en overhoekjes met ruigten, etc.);
 - . in de gegeven situatie gedurende het gehele jaar arm zijn aan vogels.
- beperking van de jacht naar intensiteit en wijze van jagen wat betreft:
- . schietvaardigheid, weidelijkheid en schotafstand (belasting van het terrein met hagelkorrels);
 - . schieten vanuit vaste posities en concentratie van hagelkorrels in verband met de mobiliteit van de jager; n.b. jacht vanuit vaste hutten e.d..

Op zichzelf staat een andere preventieve maatregel, dat is wijziging van de metallurgische samenstelling van hagelkorrels (vermindering of vervanging van lood door minder of niet toxische metalen, toevoeging van desintegrerende bestanddelen) of 'coating' (met nikkel of plastic).

8. Slotopmerkingen

De grootste problemen lijken samen te hangen met kleiduivenschieten. Zoals Smit et al. (1987) opmerken: "Met enige goede wil en fantasie moeten dergelijke banen (bedoeld is: kleiduivenschietbanen) op een plaats te situeren zijn die die beschreven risico's uitsluit". Dit is een behartigenswaardige aanbeveling, zowel vanuit het belang van het natuurbehoud als wat betreft de stemming ten aanzien van de jacht, waarvan kleiduivenschieten voor velen een nevenverschijnsel is.

In dit verband wordt niet ingegaan op mogelijke milieu-aspecten van het eventueel achterblijven van kapotgeschoten kleiduiven in het terrein.

Deze werden vroeger van glas gemaakt, doch als snel vervangen door schotels van gebakken klei; tegenwoordig bestaan zij voor tenminste een deel uit butimineus materiaal. Ook wordt hier niet ingegaan op de risico's van valhagel voor bodemleven, vegetatie/gewas, dierenleven/vee, enz.; men zie b.v. Van Bon & Boersema (1984), Oranjewoud (1984), Doelman & Ma (in voorbereiding), Lorgues (1977). Daarnaast wordt hier evenmin ingegaan op het feit dat loodhagel naast 90% lood ook koper, cadmium en antimoon bevat.

Tenslotte moet worden opgemerkt dat verloren vislood vergelijkbare risico's oplevert, en dat de omvang van sterfte van watervogels door opname van deze loodkorrels, speciaal in Engeland, eveneens onrustbarend is.

Overigens lijkt het, gelet op de overstelpende evidentie in de literatuur en op wat elders aan onderzoek gaande is, minder zinvol om diepgaand onderzoek naar het mechanisme van loodvergiftiging aan te vatten. Het is daarentegen juist in hoge mate dringend het lopend monitoring-onderzoek van CDI/Werkgroep Vogelsterfte voort te zetten, uit te breiden en te verdiepen. In aansluiting daarop is het gewenst nader aandacht te besteden aan de factoren die bij het opnamerisico in het veld een rol spelen.

VERWIJZINGEN

- Bellrose, F.C. 1959. Lead poisoning as a mortality factor in waterfowl populations. *Illin.Nat.Hist.Surv.Bull.* 29: 235.
- Bellrose, F.C. 1975. Impact of ingested lead pellets on waterfowl. *Proc. 1st Int.Waterfowl Symp.*: 163-167.
- Bon, J. van & J.J. Boersema 1984. De belasting van de Nederlandse bodem door metallisch lood. *Landschap* 1984(4): 282-289.
- Borkenhagen, P. 1979. Schrotvergiftungen bei Wasserwild. *Z.Jagdwiss.* 25: 178-179.
- Clausen, B. & C. Woltrup 1979. Lead poisoning in game from Denmark. *Comm.no.* 161. *Vildtbiologisk Station Kalo.*
- Cohn, J.P. 1985. Lead shot poisons bald eagles. *Bioscience* 35(8): 474-476.
- Danell, K. 1980. The detrimental effects of using lead shot pellets for shooting waterfowl. *Rapport Inst. Viltekologi* 4: 1-51 (in Zweeds met Engelse samenvatting).
- Demayo, A., M.C. Taylor, K.W. Taylor & P.V. Hodson 1982. Toxic effects of lead and lead compounds on human health, aquatic life, wildlife, plants and livestock. *Critical reviews in Environmental Control* 12(4): 257-305.
- Doelman, P. & W. Ma. Risico's voor het terrestrische milieu door de ecotoxiciteit van lood. *RIN*, in voorb.
- Edens, F.W. & J.D. Garlich 1983. Lead-induced egg-production decrease in Leghorn and Japanese quail hens. *Poult.Sci.* 62(9): 1757-1763.
- Feierabend, J.S. & M.E. Berger 1981. Steel shot: Past and present. A review of the literature since 1976 on the proposed use of steel shot. *National Wildlife Federation*, Washington.
- Finley, M.T. & M.P. Dieter 1980. Toxicity of experimental lead-iron shot versus commercial lead shot in mallards. *J.Wildl.Man.* 44(2): 527-530.
- Grinnell, G.B. 1894. Lead poisoning. *Forest and Stream* 42(6): 117-118.
- Hindle, C.J. 1876. Pheasants poisoned by swallowing shot. *The Field* 47: 189.
- Hollander, J. den 1976. Lood en waterwild. *De Nederlandse Jager* 81: 676.
- Lorgues, G. 1977. L'intoxication saturnine chez les Bovins. *CNITV* 1: 5-9.

- Ma, W. 1983. Regenwormen als bioindicatoren van bodemverontreiniging. VROM Bodembeschermingsreeks 15.
- Moriarty, F. 1977. Dieren en milieuverontreiniging. Aula nr. 586. Spectrum, Utrecht, Antwerpen.
- Mudge, G.P. 1983. The incidence and significance of ingested lead pellet poisoning in British waterfowl. *Biol.Conserv.* 27(4): 333-372.
- Olney, P.J.S. 1960. Lead poisoning in waterfowl. Wildfowl Trust 11th Annual Report 1958-1959: 123-134.
- Oranjewoud BV. 1984. Rapport inzake het onderzoek naar de belasting met lood van de omgeving rond de kleiduivenschietbaan te Hemrik. Opdrachtgever: Hoofdinspectie van de Volksgezondheid.
- Over, H.J., Th. Bakhuizen, L. Moraal, C.P.H. Gaasenbeek & Th. Smit 1981. Loodvergiftiging bij grauwe ganzen door de opname van valhagel op een kleiduivenschietbaan. *De Nederlandse Jager* 86(3): 72-73.
- Pattee, O.H. 1984. Eggshell thickness and reproduction in American kestrels exposed to chronic dietary lead. *Arch. Environm. Contam. Toxicol.* 13: 29-34.
- Pattee, O.H. & S.K. Hennes 1983. Bald eagles and waterfowl: The lead connection. *Forty-eighth North American Wildlife Conference*: 230-237.
- Renssen, T.A. 1977. Vogels onder hoogspanning. Een studie betreffende de invloed van hoogspanningslijnen op vogelsterfte. *Reeks Natuur en Milieu* 10.
- Rutten, A.P.M. 1980. Loodvergiftiging bij waterwild ten gevolge van opgenomen hagelkorrels. *De Nederlandse Jager* 85(15): 494-498.
- Sebastiano & Delprato 1880. Geciteerd in Thomas 1980.
- Scott, R.E. & L.J. Roberts 1972. Birds deaths from power lines at Dungeness. *British Birds* 65(7): 273-286.
- Smit, Th., Th. Bakhuizen & L. Moraal 1986a. Loodvergiftiging door valhagel bij watervogels. I. Valhagel als bron van loodvergiftiging in Nederland. *Limosa* (in druk).
- Smit, Th., C.G. van Lieshout, G.J. de Graaf, H. van Beek & L. Moraal 1986b. Loodvergiftiging door valhagel bij watervogels. II. De invloed van valhagelconsumptie op de levenskwaliteit van de gans. *Limosa* (in druk).
- Smit, Th., Th. Bakhuizen & C. Gaasenbeek 1987. Loodvergiftiging door valhagel bij watervogels. III. Loodkorrels in de biotopen van vogels. *Limosa* (in voorbereiding).
- Szymczak, M.R. & W.J. Adrian 1978. Lead poisoning in Canada geese in

- Southeast Colorado. J.Wildl.Man. 42(2): 299-306.
- Thomas, G.J. 1980. Review of ingested lead poisoning in waterfowl. IWRB Bull. 46: 43-60.
- Thomas, G.J. 1982. Lead poisoning in waterfowl. IWRB, Managing Wetlands and their Birds; a manual of wetland and waterfowl management: 260-268.
- Thornton, I. & P. Abrahams 1983. Soil ingestion - a major pathway of heavy metals into livestock grazing contaminated land. The Science of Total Environment 28: 287-294.
- Veiga, J. 1985. Contribution à l'étude du régime alimentaire de la bécassine sourde (*Lymnocyptes minimus*). Gibier Faune Sauvage 1985(1): 75-84.
- Veit, H.P., R.J. Kendall & P.F. Scanlon 1983. The effects of lead shot ingestion on the testes of adult ringed turtledoves *Streptopelia risoria*. Avian Dis. 27(2): 442-452.

.....