



Kans op vergiftiging met rodenticiden van niet-doelsoorten in Nederland

A. Guldemonnd, J. Lommen, J. Rijks, T. Boudewijn,
M. van Silfhout, R. Gommer, S. Boeke, B. Stout,
L. Lageschaar en P. Leendertse

Kans op vergiftiging met rodenticiden van niet-doelsoorten in Nederland

Abstract: Deze studie laat zien dat doorvergiftiging met anticoagulante rodenticiden veelvuldig optreedt, met name naar knaagdiereters, zoals roofvogels, uilen en marterachtigen.

Auteurs: A. Guldemonnd en J. Lommen (CLM), J. Rijks (DWHC), T. Boudewijn (Bureau Waardenburg), M. van Silfhout (KAD), R. Gommer, S. Boeke, B. Stout, L. Lageschaar en Peter Leendertse (allen CLM)

Gefinancierd door Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat



Ministerie van Infrastructuur
en Waterstaat

© CLM Onderzoek en Advies, publicatienummer 1012, februari 2020

CLM Onderzoek en Advies

Postbus:

Postbus 62
4100 AB Culemborg

Bezoekadres:

Gutenbergweg 1
4104 BA Culemborg

T 0345 470 700

F 0345 470 799

www.clm.nl

Inhoud

Samenvatting	4
1 Inleiding	6
1.1 Probleembeschrijving	6
1.2 Doel van onderzoek	7
1.3 Beleidskader anticoagulantia	7
1.3.1 Toepassing	7
1.3.2 Toelating	7
1.3.3 Geïntegreerd plaagdiermanagement (IPM)	8
1.4 Dank	9
1.5 Leeswijzer	9
2 Anticoagulante rodenticiden	10
2.1 Potentiële primaire vergiftiging	10
2.2 Secundaire vergiftiging (doorvergiftiging)	11
2.3 Verdeling rodenticiden in lichaam	12
2.4 Retentietijd in het lichaam van rodenticiden	13
2.5 Letale dosis/concentratie	14
2.6 Subletale effecten	15
3 Onderzoeksaanpak	16
3.1 Indicatorsoorten en mogelijke contaminatieroutes	16
3.2 Onderzoeksaanpak	18
3.3 Directe blootstelling: cameravalonderzoek	19
3.4 Convenience bemonstering	21
3.4.1 Monsterverzameling	21
3.4.2 Selectie keuze convenience monsters	21
3.4.3 Aselecte keuze convenience monsters	23
3.4.4 Bepaling type gebied: agrarisch, stedelijk en industrieel	23
3.4.5 Individuele of gepoolde monsters	24
3.5 Hotspot-bemonstering	24
3.5.1 Monsterverzameling	24
3.6 Opslag, verwerking en transport van de monsters	25
3.7 Analyse monsters	25
3.7.1 Aanpak	25
3.7.2 Analysemethode	26
3.8 Bewerking data	26
3.8.1 Monsters van huisspitsmuis geaggregeerd	26
3.8.2 Selecte en aselecte monsters zijn samengevoegd	27
3.8.3 Berekening som concentraties	27
3.9 Statistische analyse	27

4 Directe blootstelling: cameravalonderzoek	28
4.1 Welke soorten worden in de lokdozen gezien?	28
4.2 Type gebied: agrarisch, stedelijk en industrieel	31
4.3 Conclusies	33
5 Anticoagulantia in doelsoorten en niet-doelsoorten	34
5.1 Overzicht data	34
5.1.1 Aantal monsters per bemonsteringsmethode	34
5.1.2 Verdeling monsters over provincies	35
5.1.3 Verdeling monsters over voedselgroepen	35
5.2 Doelsoorten	36
5.3 Niet-doelsoorten	36
5.3.1 Primaire vergiftiging	36
5.3.2 Secundaire vergiftiging	38
5.4 Verdeling over type gebied	39
5.5 Bemonsteringsdatum	40
5.5.1 Introductie nieuw IPM -beleid rodenticiden	42
5.6 Gevonden rodenticiden en melding ratten- en muizenoverlast	43
5.7 Welke rodenticiden zijn gevonden?	44
5.8 In welke concentraties zijn rodenticiden gevonden?	45
5.9 Secundaire effecten rodenticiden	47
5.9.1 Extrapolatie letale leverconcentraties	48
5.10 Rodenticiden in monsters en pathologie	49
6 Synthese en discussie	51
6.1 Cameravalonderzoek	51
6.1.1 Gebruikte methodiek	51
6.1.2 Locatie	52
6.1.3 Risico's van lokdoos en voer op vergiftiging	52
6.2 Mogelijke contaminatieroutes	54
6.2.1 Primaire vergiftiging	54
6.2.2 Secundaire (door)vergiftiging	54
6.3 Risico op vergiftiging met rodenticiden	55
6.3.1 Risico individuele soorten	56
6.3.2 Homerange	57
6.4 Analyseresultaten: kritische opmerking	58
7 Conclusies en aanbevelingen	59
Bronnen	62
Bijlagen	67
Bijlage 1 Aanpak cameravalonderzoek	68
Bijlage 2 Verdeling monsters over provincies	72
Bijlage 3 Discussie cameravalonderzoek: type lokdoos en voer	73
Bijlage 4 Discussie cameravalonderzoek: risico's type lokdoos en voer	75

Samenvatting

Anticoagulante rodenticiden vormen een groep van giftige en persistente biociden, die zijn toegelaten, onder strikte voorwaarden, om de bruine en zwarte rat en de huismuis te bestrijden. Onderzoek in het buitenland en oriënterend onderzoek in Nederland laat zien dat doorvergiftiging naar niet-doelsoorten, zoals roofvogels, uilen en marterachtigen aanzienlijk is.

Het doel van dit onderzoek is het vaststellen in welke mate anticoagulante rodenticiden (ACR's) worden aangetroffen bij niet-doelsoorten in Nederland.

Daartoe zijn de volgende onderzoeksvragen geformuleerd:

1. Welke niet-doelsoorten zijn potentieel blootgesteld aan lokaas in een lokdoos (primaire blootstelling).
2. Welke anticoagulantia, in welke concentratie, komen voor in niet-doelsoorten (primaire en/ of secundaire blootstelling).
3. Wat zijn de contaminatieroutes van de anticoagulantia?
4. Is er een verschil in blootstelling tussen industrieel, agrarisch en stedelijk gebied?

In opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat heeft een consortium onder leiding van CLM Onderzoek en Advies dit onderzocht in samenwerking met Dutch Wildlife Health Centre (DWHC), Bureau Waardenburg en Kennis- en Adviescentrum Dierplagen (KAD).

1. Cameravalonderzoek laat zien dat veel niet-doelsoorten in en nabij de lokdozen komen

Met cameravalonderzoek is onderzocht welke niet-doelsoorten potentieel blootgesteld worden aan lokaas met rodenticiden. Dit laat zien dat niet-doelsoorten, met name bosmuizen, veelvuldig potentieel worden blootgesteld aan rodenticiden, omdat zij de lokdozen betreden (63% van de waarnemingen). Daarnaast betreden in mindere mate ook bruine rat (doelsoort), veldmuizen, rosse woelmuizen en spitsmuizen de lokdozen. Vogels betreden relatief weinig de lokdozen (1%) en dit betreft: winterkoning, vink, koolmees, roodborst en huismus.

Muizen slepen vaak lokaas uit de lokdozen naar buiten, waardoor dit beschikbaar komt voor andere soorten rond de lokdoos, die op deze manier met rodenticiden vergiftigd voedsel kunnen opnemen. Met name verschillende vogelsoorten (vink, koolmees, roodborst, merel, huismus, winterkoning en pimpelmees) kunnen op deze manier in contact komen met rodenticiden en een bron voor doorvergiftiging vormen. Deze route is nog niet eerder in beeld gebracht.

2. In meer dan de helft van de monsters zijn anticoagulante rodenticiden aangetroffen

In totaal zijn 10 verschillende rodenticiden aangetroffen in de levermonsters. Vier rodenticiden zijn het meest frequent, in meer dan 90% van de monsters, aangetroffen: bromadiolone, brodifacoum, difethialon en difenacoum. De hoogste concentraties zijn aangetroffen in de knaagdiereters, waarbij in vos en kleine marterachtigen, zoals steenmarter, bunzing en wezel, de hoogste concentraties rodenticiden worden gevonden. Ook in kerkuil, steenuil en torenvalk worden relatief hoge concentraties gevonden. In een beperkt aantal gevallen (8) komt de gemeten concentratie rodenticiden in de lever overeen met de in de literatuur gerapporteerde dodelijke lever residuwaarden bij secundaire doorvergiftiging.

3. Contaminatie met rodenticiden van niet-doelsoorten via drie sporen

Contaminatie vindt plaats via de drie mogelijke routes, namelijk (1) via het direct eten van lokaas door niet-doelsoorten, (2) via het eten van doelsoorten die rodenticiden bevatten en (3) via doorvergiftiging door het eten van niet-doelsoorten die rodenticiden bevatten (2 en 3 beide secundaire vergiftiging).

(1) Primaire vergiftiging van de niet-doelsoort lokaaseters - soorten die potentieel toegang hebben tot het lokaas - , is niet vastgesteld bij de onderzochte vogels: merel, vink, groenling en huismus. Bij de huisspitsmuis, bosmuis en naaktslakken zijn wel rodenticiden aangetroffen.

(2) Het is aangetoond dat de doelsoorten, ratten en huismus, rodenticiden bevatten.

(3) 54% van de monsters die onderzocht zijn vanwege mogelijke secundaire vergiftiging bevatten rodenticiden. Daarvan bevatten de knaagdiereters, met steenmarter, steenuil, vos, bunzing, kerkuil en buizerd, het meest frequent rodenticiden. De vogeleeters, havik en sperwer, scoren ook hoog.

4. Niet meer rodenticiden in monsters uit agrarisch gebied

Statistisch verschillen de levermonsters uit agrarisch gebied niet van gezamenlijke monsters uit industriële, stedelijke en natuurgebieden in het percentage rodenticiden.

5. Aangescherpt beleid lijkt nog niet tot resultaten te leiden

De aanscherping van het beleid in 2017 met IPM-voorwaarden heeft in de afgelopen twee jaar vooralsnog niet geleid tot een significant verschil in blootstelling, want het percentage levermonsters met rodenticiden in de periode 2011-1 juli 2017 (45%) verschilt niet significant van het percentage in de periode 1 juli 2017-2019 (40%).

Hoofdconclusie

Doorvergiftiging van anticoagulante rodenticiden naar niet-doelsoorten vindt op een aanzienlijke schaal plaats.

Hoofdaanbevelingen

- Blootstelling van niet-doelsoorten aan rodenticiden is groot en het verdient aanbeveling de toepassing van anticoagulante rodenticiden verder te beperken om blootstelling van de niet-doelsoorten te voorkomen.
- We bevelen aan de ontwikkeling en toepassing van preventieve maatregelen bij de bestrijding van ratten en huismus te versnellen.

1

Inleiding

1.1 Probleembeschrijving

Rodenticiden zijn biociden die toegepast worden om muizen en ratten te bestrijden. De meeste rodenticiden zijn zogenaamde anticoagulantia, stoffen die de bloedstolling verstoren, waardoor dieren die deze stoffen opnemen door interne bloedingen doodgaan. Deze stoffen mogen in Nederland ingezet worden voor de bestrijding van huismuis, bruine rat en zwarte rat, de zogenaamde doelsoorten. Het Ctgb (College voor de Toelating van Gewasbeschermingsmiddelen en Biociden) geeft aan dat middelen op basis van deze stoffen niet voldoen aan de toelatingscriteria, maar desalniettemin toch zijn toegelaten, omdat met het beschikbaar blijven van deze middelen een groot maatschappelijk belang gediend is en er daarnaast niet voldoende alternatieven zijn (<https://www.ctgb.nl/onderwerpen/rodenticiden>). In deze studie onderzoeken we alleen de anticoagulante rodenticiden. We gebruiken hiervoor ook de afkorting ACR¹.

In een kleinschalig onderzoek naar doorvergiftiging met rodenticiden bij verschillende soorten roofvogels en uilen in Nederland, werden in de helft van de onderzochte levers van dode roofvogels rodenticiden aangetoond uit de groep anticoagulantia (Van den Brink, 2014). Het feit dat rodenticiden in deze roofvogels en uilen (zowel aaseters als niet-aaseters) voorkomen, maakt het aannemelijk dat doelsoorten (huismuis, ratten) en/of niet-doelsoorten die in aanraking zijn geweest met rodenticiden, gegeten worden door roofvogels en uilen. In een oriënterend onderzoek in 2013 en 2014 door HAS-studenten is vastgesteld dat niet-doelsoorten lokdozen met lokaas bezoeken (Schoelitz & Brooks, 2015). Soorten die het meest frequent het lokaas bleken te bezoeken, waren bosmuis, en woelmuis- en spitsmuissoorten. Verder werden sporen van hermelijn, (huis)kat, slakken en amfibieën waargenomen. Op cameravallen werden ook 10 vogelsoorten waargenomen bij de lokdozen. Deze bevindingen laten zien dat een scala aan soorten direct via de lokdozen anticoagulantia kunnen opnemen. Daarmee vormen de anticoagulantia in de lokdozen een risico in de voedselketen.

De directie Omgevingsveiligheid en Milieurisico's van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat maakt zich zorgen over blootstelling van niet-doelsoorten (primaire vergiftiging) en doorvergiftiging (secundaire vergiftiging) van roofvogels, uilen en roofdieren als gevolg van het

¹ Naast anticoagulante rodenticiden gebruiken we ook de term anticoagulantia of rodenticiden. Vaak worden deze stoffen ook aangeduid als 'gif', want de toepassing is uiteindelijk ook gericht op de giftige werking.

gebruik van anticoagulante rodenticiden. Daarom heeft het Ministerie een consortium onder leiding van CLM de opdracht gegeven de doorvergiftiging van rodenticiden te onderzoeken.

1.2 Doel van onderzoek

Doelstelling

Het doel van het onderzoek is het vaststellen in welke mate anticoagulante rodenticiden (ACR's) worden aangetroffen bij niet-doelsoorten.

Er zijn daartoe de volgende onderzoeksvragen geformuleerd.

Onderzoeksvragen

1. Welke niet-doelsoorten zijn potentieel blootgesteld aan lokaas in een lokdoos (primaire blootstelling).
2. Welke anticoagulantia, in welke concentratie, komen voor in niet-doelsoorten (primaire en/ of secundaire blootstelling).
3. Wat zijn de contaminatieroutes van de anticoagulantia?
4. Is er een verschil in blootstelling tussen industrieel, agrarisch en stedelijk gebied?

1.3 Beleidskader anticoagulantia

1.3.1

Toepassing

Anticoagulantia mogen gebruikt worden ter bestrijding van de doelsoorten huismuis, bruine rat en zwarte rat. Deze middelen worden aangeboden in plastic lokdozen die in of om gebouwen geplaatst mogen worden. Voor de verschillende toepassingen heeft Ctgb verschillende eisen voorgeschreven. De lokdozen (diverse typen verkrijgbaar) zijn in principe zo ontworpen dat dieren groter dan bruine rat geen toegang hebben. Kleinere niet-doelsoorten hebben direct toegang tot het vergiftigde lokaas. Voor grotere dieren dan een rat zou het lokaas niet bereikbaar moeten zijn. Anticoagulantia kunnen verwerkt zijn in graanblokken, graankorrels, vetblokken, pasta en in één geval in een vloeibaar middel.

1.3.2

Toelating

In Nederland vallen anticoagulantia als biocide onder de Wet gewasbeschermingsmiddelen en biociden. Voordat ze toegepast mogen worden, dienen ze toegelaten en geregistreerd te zijn door het Ctgb. Het Ctgb beoordeelt of het middel veilig is voor mens, dier en milieu. Alle huidig toegelaten anticoagulantia zijn toegelaten als biocide. Anticoagulantia hadden in het verleden soms ook een toelating als gewasbeschermingsmiddel: dit betrof een beperkt aantal middelen dat ter bescherming van planten en plantaardige producten buiten in gangen van knaagdieren gebruikt mocht worden. De laatste toelating als gewasbeschermingsmiddel is begin 2011 vervallen. Het betrof voor 2011 dezelfde werkzame stoffen die heden als biocide in Nederland zijn toegelaten; de toelating is echter veranderd. Sinds 2010 zijn de ACR's beoordeeld onder Europese wetgeving (Biocidenrichtlijn tot 2013 en Biocidenverordening vanaf 2013). Sindsdien zijn er meer ACR's in Nederland toegelaten, ook voor het gebruik buitenshuis. In tabel 1.1 staan de zeven werkzame stoffen die momenteel zijn toegelaten als anticoagulantia.

Tabel 1.1 Overzicht van de in Nederland toegelaten werkzame stoffen van anticoagulantia met een aantal productnamen (bron: toelatingsbank Ctgb, november 2019)
Met uitzondering van chloorfacinon betreft het coumarinederivaten, zogenaamde vitamine-K-antagonisten.

Werkzame stof	Toegelaten producten (#)	Voorbeelden productnamen
Brodifacoum	11	Sakarat Brodikill Whole Wheat, Strong
Bromadiolon	10	Tomcat, Super Caid Wax, Muskil Graan
Difethialon	11	Finion Frap Muizenkorrels, Frap Granenmix, MS Rodetox Thialon Pasta
Difenacoum	28	Sorkil blok, Sorkil haver, Bonirat Graan, Fentrol
Flocumafen	5	Allerlei namen die beginnen met 'Storm' en Veor Secuvia.
Coumatetralyl	1 product, 1e generatie anticoagulans	Racumin Foam
Chloorfacinon/1,3-indaandionderivaat	1 product, 1e generatie anticoagulans	Rozol Pat'

Recentelijk (1 januari 2017) is het buitengebruik van middelen ter bestrijding van ratten aangescherpt. Deze middelen mogen alleen nog door bedrijven/personen worden ingezet die het Certificaat Buitengebruik bezitten. De meeste van de huidige anticoagulantia met een toelating betreffen dezelfde stoffen die ook de afgelopen 40 jaar werden toegepast, de zogenaamde tweede generatie stoffen. Voor particulier gebruik zijn 20 middelen op basis van anticoagulantia toegelaten voor de bestrijding van huismuizen.

Het Ctgb geeft aan (<https://www.ctgb.nl/onderwerpen/rodenticiden>): "Bij de volgende herregistratie van de middelen (rond 2023) wordt dit uitgebreid naar een integraal IPM-systeem voor de bestrijding van ratten én muizen, zowel buiten als binnen. Daarmee komt er meer nadruk te liggen op preventie. Dit betekent ook dat bij de volgende herregistratie het particuliere gebruik van anticoagulantia zal vervallen. Middelen op basis van alfachloralose blijven wel beschikbaar voor particulier gebruik."

1.3.3

Geïntegreerd plaagdiermanagement (IPM)

Professionele plaagdierbeheersers zijn verplicht om te werken volgens het principe van Integrated Pest Management (IPM), ook wel geïntegreerde plaagdierbeheersing of plaagdiermanagement genoemd. De verplichting om ACR's volgens IPM te gebruiken is vastgelegd in het Wettelijk Gebruiksvoorschrift van anticoagulantia die zijn toegelaten voor buitengebruik. Een handboek dat beheerd wordt door Stichting Keurmerk Plaagdier Management Bedrijven (KPMB) beschrijft deze aanpak (KPMB, 2016).

IPM wordt gedefinieerd als 'de implementatie van de juiste, duurzame populatiebeheermaatregelen, gebaseerd op een vooraf bepaalde drempelwaarde en de biologie en leefwijze van de betreffende organismen en hun relatie met de omgeving.' Het toepassen van IPM is een continu proces (kringloop), waarbij er steeds door middel van vervolgininspecties gemonitord dient te worden wat het resultaat is van de ingestelde beheersmaatregelen en deze zo nodig bijgesteld worden. Wanneer hygiënische, bouwkundige en/of bedrijfsmatige maatregelen en het gebruik van vallen en klemmen niet of onvoldoende effect hebben op de aanwezigheid van plaagdieren kan er overgegaan worden

tot het gebruik van biociden, waaronder rodenticiden. Een bestrijding door middel van biociden mag alleen uitgevoerd worden door personen die in het bezit zijn van een vakbekwaamheidsbewijs. Agrariërs die op hun eigen bedrijf plaagdieren willen bestrijden moeten daarvoor een licentie hebben. Vanaf 1 januari 2017 is het daarnaast verplicht dat plaagdierbeheersers en agrariërs die buiten (rondom gebouwen en voedselopslagplaatsen) rodenticiden willen toepassen, daarvoor een aanvullend bedrijfscertificering nodig hebben. Niet-toegelaten gebruik van biociden kan gemeld worden bij de Inspectie Leefomgeving en Transport of de NVWA (agrarische sector).

1.4

Dank

Graag willen we de volgende personen en organisaties bedanken voor hun medewerking, meedenken en ondersteuning van dit onderzoek.

- De HAS studenten, Lotte Meering en Jochem Jeeninga, die onder begeleiding van Bureau Waardenburg onderzoek naar lokvallen hebben uitgevoerd.
- De dierplaagbeheersers Dave van Keijsteren (Zungo Pest Control), Rens van Stippent (van Stippent Bouwservice B.V.), Peter Timmermans, Jordi de Jong en Roeland de Jong (Rentokil) en DPB Flevoland die meewerkten aan het hotspotonderzoek.
- De begeleidingscommissie van het onderzoek: Jan Willem Andriessen, Ctgb; Nico van de Brink, WUR; Ronald Flipphi, ministerie I&W; Ronette Gehring, UU; Diane Heemsbergen, ministerie I&W; Maurice La Haye, Zoogdiervereniging; Miriam Maas, RIVM; Mark Montforts, RIVM; Johan de Rooij, Van Eck Bedrijfshygiëne BV.
- Opdrachtgever, Ministerie van I&W.
- Natuurmusea die bereidwillig waren om hun collectie beschikbaar te stellen: Peter Koomen van Natuurmuseum Fryslân, Daphne Niehoff van De Bastei, Arthur Oosterbaan van EcoMare en Natuurhistorisch Museum Rotterdam. En Paul Voogt, Natuurmuseum Utrecht en René Dekker van Naturalis die hier eerste contacten hebben gelegd.
- DWHC medewerkers Natashja Buijs en Darryl Leydekkers, die mee hebben geholpen bij de monsterverzameling.
- Rikilt, die de rodenticiden analyses hebben uitgevoerd: Theo de Rijk en Harry van Egmond.
- Vera de Visser en Mari Middelkoop van KAD.

1.5

Leeswijzer

In hoofdstuk 2 bespreken we eerst het beleid rond rodenticiden en vervolgens gaan we dieper in op wat uit de literatuur bekend is over de anticoagulante rodenticiden.

Hoofdstuk 3 bespreekt de aanpak van het onderzoek. Hoofdstukken 4 en 5 beschrijven de resultaten met in hoofdstuk 4 het onderzoek met de cameravallen en in hoofdstuk 5 de analyses van de monsters op rodenticiden.

In hoofdstuk 6 geven we een synthese van de resultaten en de discussie. Hoofdstuk 7 geeft de conclusies en aanbevelingen.

2

Anticoagulante rodenticiden

Onderscheid wordt gemaakt in primaire en secundaire vergiftiging door anticoagulante rodenticiden.

- Primaire vergiftiging: soorten die via vergiftigd lokaas rodenticiden binnenkrijgen.
- Secundaire vergiftiging: soorten, meestal predatoren, die door het eten van een prooi met rodenticiden gif binnenkrijgen. Dit heet secundaire vergiftiging of ook wel doorvergiftiging.

Een uitgebreid overzicht van de gevolgen van het gebruik van rodenticiden is te vinden in Van den Brink et al, 2018.

2.1

Potentiële primaire vergiftiging

Primaire vergiftiging wordt veroorzaakt door directe inname van of contact met anticoagulantia. In een oriënterend onderzoek door HAS-studenten is vastgesteld dat niet-doelsoorten lokdozen met lokaas bezoeken (Schoelitsz & Brooks, 2015). Op sporenkaarten in lokdozen met lokaas, buiten geplaatst bij woonblokken, een bedrijventerrein en agrarische bedrijven, zijn 1.978 sporen waargenomen. De huismuis, een doelsoort die men binnenshuis verwacht, werd 278x vastgesteld op de sporenkaarten. Circa 20% van de sporen was afkomstig van vogels, een derde van slakken, maar ook 91x bosmuis, 50x woelmuis en 25x spitsmuis. Verder zijn er sporen waargenomen van hermelijn, (huis)kat en van amfibieën. Cameravallen hebben maar liefst 10 vogelsoorten vastgelegd: kauw, ekster, roodborst, heggemus, postduif, houtduif, waterhoen, merel, huismus en koolmees.

Tabel 2.1 op de volgende pagina geeft een beknopt literatuuroverzicht welke soorten door primaire vergiftiging (inname van lokmiddel) anticoagulantia bevatten en/of zij lokdozen betreden.

Tabel 2.1 Beknopt overzicht van primaire vergiftiging (niet-)doelsoorten.

Hoofdvoedsel	Soorten	Toelichting
Graan	Doelsoorten	In 33% van de Ierse huismuizen zijn anticoagulantia aangetoond (Tosh et al., 2012).
	Spitsmuis, veldmuis, dwergmuis, bosmuis	Bezoeken lokdozen (Schoelitz & Brooks, 2015). In 15% van de Ierse bosmuizen zijn anticoagulantia aangetoond (Tosh et al., 2012).
	Groenling, vink, huismus	Bezoeken lokdozen (Elliott et al., 2014; Schoelitz & Brooks, 2015). In graan etende vogels (spreeuw, leeuwerik, duiven) zijn anticoagulantia aangetoond (Sánchez-Barbudo et al., 2012).
Graan en/of vet/pasta	Merel	Bezoeken lokdozen (Schoelitz & Brooks, 2015).
	Slak	Bezoeken lokdozen (Schoelitz & Brooks, 2015). Pigmenten van rodenticiden werden gezien in diverse slakken en in hun feces (Hernandez-Moreno et al., 2013)
Pasta/vet	Wezel	Bezoeken lokdozen (Schoelitz & Brooks, 2015). In Denemarken is aangetoond dat 95% van de wezels anticoagulantia bevatten (Elmeros et al., 2011).

Onderzoeken uit verschillende landen laten residuen van anticoagulantia zien die gecorreleerd kunnen worden aan primaire vergiftiging. Het betrof gekko's en andere reptielen, invertebraten en een aantal inheemse vogels in Nieuw-Zeeland (Hoare & Hare, 2006). Vergiftiging in Nieuw-Zeeland is o.a. gekoppeld aan rattenbestrijding op eilanden om inheemse fauna te beschermen.

2.2

Secundaire vergiftiging (doorvergiftiging)

Secundaire vergiftiging treedt op als dieren die anticoagulantia bevatten gegeten worden door predatoren. Dit betreft allerlei roofvogels, uilen, roofdieren (zoals marterachtigen, vos) en ook aaskevers (die op dode dieren met anticoagulantia hebben geleefd). Het blijkt dat slakken ook rodenticiden kunnen bevatten, omdat ze direct vergiftigd lokaas eten of van dode muizen/ratten eten. In een dierentuin in Spanje bleek dit eten van vergiftigd lokaas een mogelijk route van vergiftiging van twee korhoenders en een grey-necked wood-rail (Hernandez-Moreno et al., 2013). Tabel 2.2 laat voorbeelden zien van diersoorten (indicatorsoorten) die anticoagulantia bevatten door secundaire vergiftiging.

Tabel 2.2: Per groep indicatorsoorten is weergegeven via welk voedsel mogelijk secundaire vergiftiging plaatsvindt en of vaststaat dat ze lokdozen bezoeken of dat anticoagulantia zijn aangetoond.

Hoofdvoedsel	Soorten	Toelichting
Muizen en ratten	Torenvalk, buizerd	In torenvalk (41%) en buizerd (48%) zijn anticoagulantia aangetoond in Schotland (Hughes et al., 2013). In torenvalk (75%) en buizerd (43%) zijn anticoagulantia aangetoond in Nederland (Van den Brink, 2014)
	Kerkuil, steenuil	Anticoagulantia aangetoond in kerkuil (5-44%) in UK (Newton et al., 1997; Hughes et al., 2013) ook in braakballen (Eliott et al. 2013). In beperkt aantal Nederlandse steenuilen (3) zijn anticoagulantia niet vastgesteld, wel in 48% van de Nederlandse kerkuilen (Van den Brink, 2014).
	Hermelijn, bunzing, wezel, steenmarter	Wezel bezoekt lokdozen (Schoelitz & Brooks, 2015). In Denemarken is aangetoond dat hermelijn (97%) en wezel (95%) anticoagulantia bevatten (Elmeros et al., 2011; Elmeros, 2018). In UK bevat 40% van de bunzingen anticoagulantia (Shore et al., 2003). In België bevat 80% van de steenmarters en bunzingen anticoagulantia (Baert & Van den Berge, 2016)
	Vos	Anticoagulantia aangetoond in 84% van de vossen in Ierland (Tosh et al., 2011).
Vogels	Sperwer, havik	Anticoagulantia aangetoond in sperwer (54%) in Schotland (Hughes et al., 2013)
Kadavers	Aaskevers	In torenvalk (41%) en buizerd (48%) zijn anticoagulantia aangetoond in Schotland (Hughes et al., 2013). In torenvalk (75%) en buizerd (43%) zijn anticoagulantia aangetoond in Nederland (Van den Brink, 2014)
Slakken	Zanglijster, egel	

2.3 Verdeling rodenticiden in lichaam

De concentratie anticoagulantia is na opname niet gelijkelijk verdeeld over het lichaam en verschilt per orgaan (Giraudoux et al., 2006). Uilen slikken de hele prooi door, terwijl roofvogels en aaseters vaak specifiek bijv. de lever eten. Daardoor kunnen verschillen optreden in de hoeveelheid rodenticiden die worden opgenomen.

Na meervoudige orale toediening van flocoumafen aan ratten van 0,02 en 0,1 mg/kg voedsel per week, werd accumulatie waargenomen in de lever. Residuen in de lever namen bij lage dosis toe met de dosis tijdens de duur van het experiment (14 weken), maar bereikten een plateau na 4 weken bij de hoge dosis (Huckle et al., 1989).

In menselijk haar kunnen rodenticiden ook worden vastgesteld (Zhu et al., 2013), wat voor forensisch onderzoek van belang kan zijn. Concentraties van 0,029 mg/kg zijn aangetroffen (Leporati et al., 2016). Hierbij moet in gedachte worden gehouden dat anticoagulantia ook worden gebruikt als bloedverdunner.

Voor metingen van anticoagulantia maakt het uit welke organen worden geanalyseerd. In tabel 2.3 wordt een samenvatting gegeven van metingen in verschillende weefsels.

Tabel 2.3: Anticoagulantia in verschillende weefsels van de rat (Howald et al., 1999).

Lichaamsdeel	Concentratie
Lever	25 – 35 mg/kg
Maagdarmkanaal	10 – 55 mg/kg
Karkas	1.57 – 3.60 mg/kg

Van de stof aanwezig in maagdarmkanaal wordt een deel direct weer uitgescheiden, terwijl in de lever stoffen zich ophopen. Uit de studie van Howald et al. (1999) blijkt dat de concentratie in de lever groter is dan gemeten in het totale lichaam (karkas).

2.4 Retentietijd in het lichaam van rodenticiden

Wanneer organismen via voedsel of via alternatieve routes rodenticiden binnen krijgen, dan kunnen deze stoffen zich vaak nog langere tijd in het organisme bevinden. De tijd dat deze stoffen nog in het bloed kunnen worden teruggevonden is vaak relatief kort, namelijk een dag tot enkele dagen (Parmar et al., 1987; Bachmann & Sullivan, 1983). De verschillende stoffen worden in de lever uit het bloed gehaald en hopen vervolgens op in de lever. In de lever blijven deze stoffen nog lange tijd aanwezig. Zo is na 130 dagen bijvoorbeeld nog steeds de helft van de stof brodifacoum aanwezig in de lever van een rat (zie voor voorbeelden tabel 2.4).

Tabel 2.4 Retentietijden in de lever van rodenticiden ($t_{1/2}$ is de periode dat de helft van de concentratie uit de lever is afgebroken).

Soort	Stof	Retentietijd dagen ($t_{1/2}$)	Referentie
Rat	Difenacoum	118-120	Bratt, 1987 & Parmar et al., 1987
Rat	Bromadiolone	170	Parmar et al., 1987
Rat	Flocoumafen	220	Huckle et al., 1989
Rat	Brodifacoum	130	Parmar et al., 1987
Rat	Difethialon	108	Lechevin & Poche, 1988
Rat	Coumatetralyl	55	Parmar et al., 1987

Ook de stof flocoumafen is na meer dan 100 dagen nog terug te vinden in de lever van een kerkuil. Aangezien al deze stoffen zeer langzaam afbreken in de lever, bestaat er het risico op “stapeling”. Wanneer bijvoorbeeld een kerkuil over een bepaalde periode vaker gecontamineerde prooien eet, kan er stapeling optreden en kunnen de concentraties aan rodenticiden in de lever oplopen. Zo zouden dergelijke concentraties in de lever kunnen oplopen tot subletale of zelfs letale concentraties, met bloedingen en de dood tot gevolg.

Voor de analyse van de onderzoeksresultaten zijn deze gegevens van belang: het betekent dat rodenticiden tot een aanzienlijke tijd na het eten van vergiftigd voedsel nog in het lever meetbaar is.

2.5

Letale dosis/concentratie

Wat is het effect van rodenticiden op de overleving? Uit de literatuur zijn vooral cijfers over letale dosis LD50² voor doelsoorten bekend. Daarnaast zijn de stoffen getest op testvogels, om de giftigheid voor niet-doelsoorten te benaderen. Testvogels zijn meestal wilde eend, boomkwartel of Japanse kwartel. De verschillen in LD50-waarde laat verschillen in giftigheid zien, waarop stoffen worden ingedeeld in risicoklassen (hoog, gemiddeld, laag) (tabel 2.5).

Tabel 2.5 Risico's van werkzame stoffen uit anticoagulante rodenticiden voor doelsoorten (rat) en voor testvogels.

Stof	Zoogdieren Acute LD50			Vogels Acute LD50			Bron
	Mg/kg	Getest op	Risico	Mg/kg	Getest op	Risico	
Bromadiolone	0,56	Rat	Hoog	138	Boomkwartel	Gemiddeld	PPDB
Brodifacoum	0,4	Rat	Hoog	>0,31	Wilde eend	Hoog	PPDB
Chloorfacinon	3,15	Rat	Hoog	95	Boomkwartel	Hoog	PPDB
Difethialon	0,56	Rat	Hoog	0,264	Boomkwartel	Hoog	PPDB
Difenacoum	1,8	Rat	Hoog	56	Boomkwartel	Hoog	PPDB
Coumarin*	293	Rat					
Diphacinone	2,3	Rat	Hoog	3158	Wilde eend	Laag	PPDB
Flocoumafen	0,25/0,13	Rat	Hoog	>300/24	Japanse kwartel	Gemiddeld	PPDB / Ctgb
Acenocoumarol**	513	Rat					
Coumatetralyl	16,5	Rat	Hoog	2000	Japanse kwartel	Gemiddeld	PPDB
Warfarin*	10,4	Rat	Hoog	> 2000	Boomkwartel	Laag	

Bronnen: PPDB, Ctgb databank

* <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Acenocoumarol#section=Information-Sources>

**<http://www.hmdb.ca/system/metabolites/msds/000/001/092/original/HMDB01218.pdf?1358893965>

² LD50: is de hoeveelheid van een stof die bij 50% van een populatie tot de dood leidt. De stof wordt in een keer toegediend en hierdoor is de LD50 een maat voor de acute giftigheid en zegt niets over de langetermijntoxiciteit van de stof. De LD50 wordt meestal opgegeven in µg of mg per kg levend weefsel (Wikipedia).

2.6

Subletale effecten

Waar letale effecten optreden bij concentraties vanaf 0,1 mg/kg, treden subletale effecten veroorzaakt door rodenticiden reeds op bij waarden vanaf 0,005 mg/kg in een brede groep van vogels, zoogdieren en reptielen (Sánchez-Barbudo *et al.*, 2012). Bij deze concentraties treedt er niet direct sterfte op, maar wordt de conditie van dier wel negatief beïnvloed. Subletale blootstelling aan rodenticiden zou sterfte in verschillende soorten indirect kunnen verhogen. Door een verminderde conditie van het dier zou het bijvoorbeeld slechter in staat kunnen zijn om voedsel te verzamelen en herstelt het dier slechter van niet-fatale ongelukken (Thomas *et al.*, 2011). Ook kunnen dergelijke subletale concentraties het gedrag van het dier beïnvloeden, zoals aangetoond in ratten (Cox & Smith, 1992). Studies aan kwartels lieten zien dat kuikens significant slechter groeiden (5-10%) wanneer ze werden blootgesteld aan subletale concentraties van rodenticiden (Butler, 2010).

3

Onderzoeksaanpak

3.1

Indicatorsoorten en mogelijke contaminatieroutes

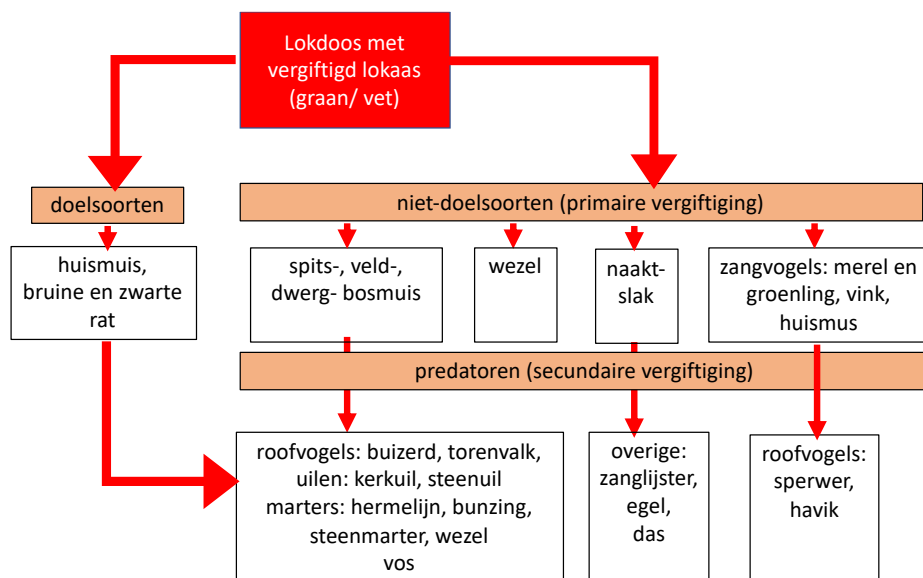
Om doorvergiftiging naar niet-doelsoorten te onderzoeken hebben we indicatorsoorten geselecteerd om te analyseren op rodenticiden. Op basis van de literatuur (paragraaf 2.2.2) hebben we bij de selectie soorten gekozen die voldoen aan één of meer van de volgende kenmerken:

1. Soorten die tot het voedselweb behoren van muizen- en ratten etende soorten (predatoren, aaseters).
2. Soorten waarvan vaststaat dat ze lokdozen in Nederland bezoeken (Schoelitz & Brooks, 2015) en hun predatoren;
3. Soorten waarvan onderzoek heeft aangetoond dat ze (frequent) anticoagulantia bevatten in binnen- of buitenland.
4. Soorten die met regelmaat gevangen worden in klemmen in combinatie met inzet anticoagulantia.

Bij DWHC en RIVM zijn een groot aantal monsters beschikbaar van de indicatorsoorten waarvan de concentratie anticoagulantia in de lever in dit onderzoek wordt geanalyseerd (zie ook 3.4).

De geselecteerde indicatorsoorten zijn weergegeven in figuur 3.1. We onderscheiden indicatorsoorten die via verschillende contaminatieroutes aan anticoagulantia kunnen worden blootgesteld. Contaminatie vindt plaats vanuit de lokdoos kan plaats vinden via drie routes:

1. directe opname van de rodenticiden door de indicatorsoort (primaire vergiftiging, zoals spitsmuis, wezel en slak en vink);
2. opname van de rodenticiden door het eten van doelsoorten (secondaire vergiftiging, zoals buizerd, kerkuil en wezel);
3. opname door het eten van niet-doelsoorten (secondaire vergiftiging, zoals zanglijster, egel en sperwer, en ook buizerd, kerkuil en wezel) (figuur 3.1).



Figuur 3.1 De pijlen geven de mogelijke contaminatieroutes aan tussen de indicatorsoorten.

Op basis van bovenstaande analyse hebben we de volgende lijst van indicatorsoorten opgesteld, waarvan we monsters hebben geanalyseerd op anticoagulantia (tabel 3.1).

Tabel 3.1 Indicatorsoorten waarvan monsters geanalyseerd moeten worden.

Voedsel	Indicatorsoort	Voedsel	Indicatorsoort
Knaagdiereters	buizerd	Lokaaseters	huismus
	torenvalk		vink
	kerkuil		groenling
	steenuil		merel
	hermelijn	Lokaaseters	spitsmuizen
	bunzing		veldmuizen
	steenmarter		ware muizen ¹
	wezel		slakken
	vos		(Doelsoorten)
			huismus
Vogeleters	sperwer	bruine rat	
	havik	zwarte rat	
Slakkeneters	zanglijster		
	egel		
Omnivoren	das		

¹Tot de ware muizen behoort o.a. bosmuis

De lokaaseters vormen een diverse groep van soorten die allen toegang hebben tot de lokdoos en daar van het lokaas/graan kunnen eten. Hiertoe behoren een aantal zaadeters (huismus, vinkachtigen, muizen) en ook soorten met een veel diverser menu zoals merel en spitsmuizen (die

eerder insectivoor zijn). Ook slakken blijken op het lokaas, en dan met name op lokaas met vet, af te komen.

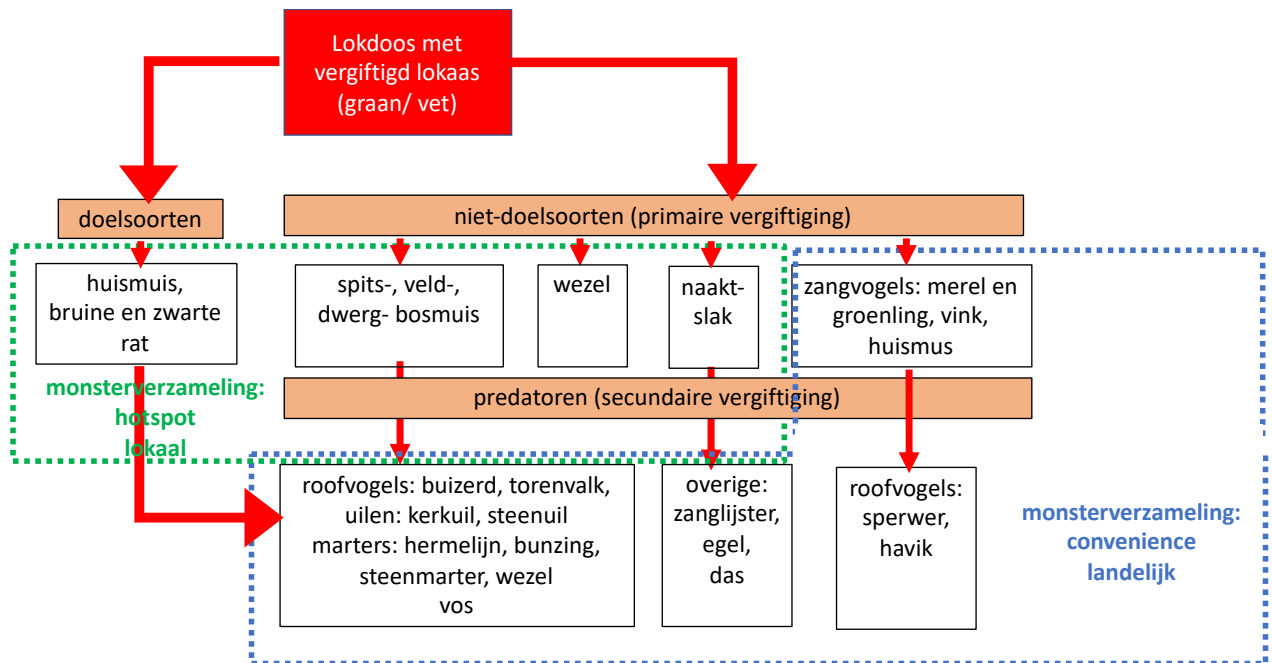
Aaseters zijn niet apart onderzocht, maar vormen wel degelijk een risicogroep. Wanneer ratten of muizen aan rodenticiden zijn gestorven, kunnen aaseters hun slag slaan. Denk aan buizerd, zwarte kraai, vos en dergelijke. Een deel van de soorten eten zowel aas als levende knaagdieren.

3.2 Onderzoekaanpak

Om de onderzoeksvragen te beantwoorden volgen we drie sporen:

1. Cameravallen: met cameravallen vaststellen welke met name niet-doelsoorten de lokdozen betreden, om daarmee potentiële primaire vergiftiging vast te stellen.
2. Convenience bemonstering: analyse van anticoagulantia in niet-doelsoorten (indicatorsoorten) uit de beschikbare monsters uit de periode 2011-heden (sinds 2011 is toelating veranderd, rodenticiden zijn vanaf 2011 niet meer als gewasbeschermingsmiddel toegelaten). Convenience monsters zijn monsters die al in collecties bij instituten beschikbaar zijn.
3. Hotspot-bemonstering: analyse van – hoofdzakelijk - niet-doelsoorten (en een beperkt aantal doelsoorten) gevangen met klemmen in gebieden waar gedurende het onderzoek met anticoagulantia in lokdozen is gewerkt. Het betreft de doelsoorten bruine en zwarte rat, en huismuis en niet-doelsoorten andere muizen dan huismuis, slakken, wezel en vogels die in de lokdozen gaan.

Sporen 2 en 3 zijn weergegeven in figuur 3.2.



Figuur 3.2 De twee monsternamen-methodes (spoor 2 en 3) met indicatorsoorten.

Door analyse van de soorten uit figuur 3.2 kunnen we de primaire, directe vergiftiging van lokaaseters vaststellen, via slakken naar zanglijster, egel en das en de secundaire doorvergiftiging via knaagdieren en vogels naar predatoren: roofvogels, uilen, marterachtigen en vos.

Hieronder werken we de bemonsteringsmethodes verder uit.

3.3

Directe blootstelling: cameravalonderzoek

Met behulp van wildcamera's is door twee HAS studenten, onder verschillende condities (verschillende typen locaties, verschillende grondsoorten, typen lokdozen en type voer) gekeken welke niet-doelsoorten op de verschillende lokdozen af komen (Jeeninga, 2019 en Meering, 2019). De proef liep in de laatste maanden van 2018 en eerste maanden van 2019. Het onderzoek is uitgevoerd op zes verschillende locaties, waarvan twee stedelijke, twee agrarische en twee industriële locaties (zie figuur 3.3).

In Gelderland (kleigronde) werd de volgende locaties onderzocht: woonblok bij de wijk Parijsch in Culemborg (woonblok 2), een melkveebedrijf in Buurmalsen (boerderij 2) en de Avri, een afvalverwerkingsbedrijf, in Geldermalsen (industrieterrein 1). In Noord-Brabant (zandgrond) werden volgende locaties onderzocht: Fort Isabella in Vught (woonblok 1), een varkensfokbedrijf in Haaren (boerderij 1) en de Milieustraat in Den Bosch (industrieterrein 2).

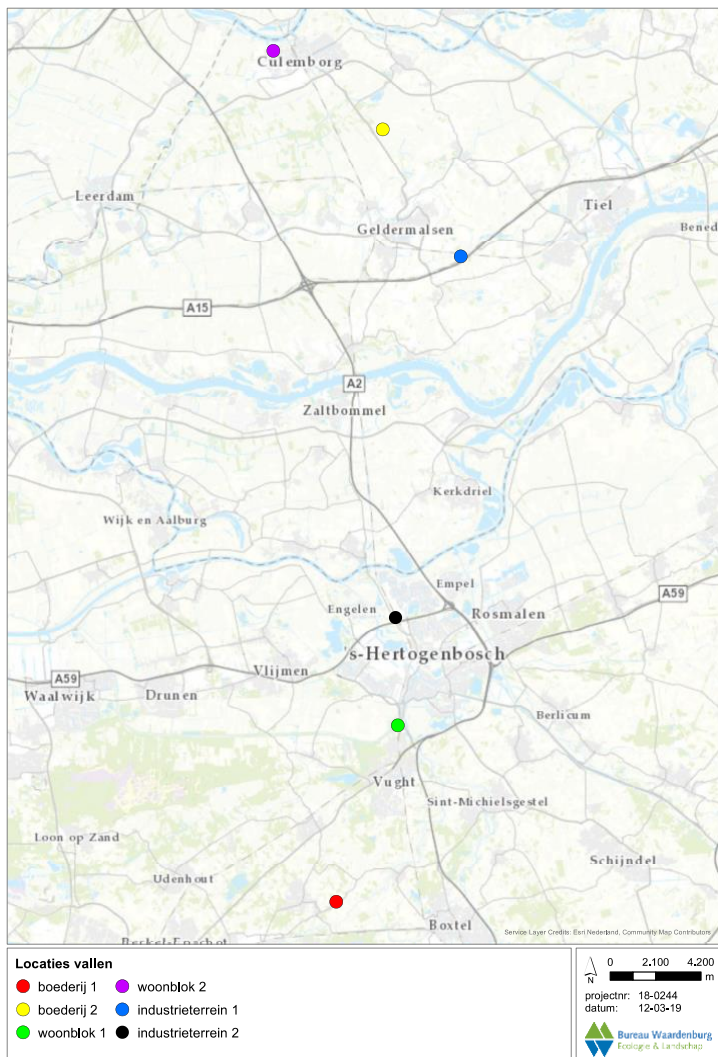
Per locatie zijn er in totaal 14 lokdozen opgesteld. Voorafgaand aan de werkelijke proef vond een gewenningsperiode van drie nachten plaats. Na deze gewenning werden op maandag de restanten van het lokvoer verwijderd en vervangen door vers materiaal. Het lokvoer was het commercieel gebruikte lokvoer zonder gif erin. Tevens werd bij iedere lokdoos een cameraval geplaatst. Op woensdag werd het lokvoer bijgevoerd. Op vrijdag werden alle lokdozen en camera's verwijderd, zodat gedurende 4 complete nachten de cameravallen gefunctioneerd hebben. De lokdozen werden op een nieuwe locatie geplaatst en van de cameravallen werden de geheugenkaarten uitgelezen. Wanneer een dier de lokdoos bezocht maakte de cameraval telkens filmpjes van 10 seconden. Het gedrag van de dieren werd aan de hand van de filmpjes gescoord, waarbij met name het onderscheid tussen het wel of niet betreden van de lokdoos van belang is.

Per locatie hebben de lokdozen met cameravallen twee keer een week gestaan: periode 1 liep van november - half december en periode 2 van half december - half februari. Op industrieterrein 2 was het alleen mogelijk om in de tweede periode de lokdozen op te stellen, omdat toestemming aanvankelijk uitbleef. Tabel 3.2 geeft een overzicht van de waarneemperiodes per locatie.

Voor een gedetailleerde beschrijving van de onderzoeksmethoden en de verschillende gescoorde gedragscategorieën zie bijlage 1.

Tabel 3.2 Overzicht van de periode (eind 2018-begin 2019) waarin de lokdozen per locatie hebben gestaan (inclusief gewenningsperiode) en van de periode waarin de cameravallen hebben gewerkt.

Locatie	Periode	Periode lokdozen		Periode cameravallen	
		Begin	Eind	Begin	Eind
Woonblok 1	1	16-nov	23-nov	19-nov	23-nov
	2	21-dec	28-dec	24-dec	28-dec
Woonblok 2	1	23-nov	30-nov	26-nov	30-nov
	2	28-dec	04-jan	31-dec	04-jan
Boerderij 1	1	01-dec	07-dec	04-dec	07-dec
	2	11-jan	18-jan	14-jan	18-jan
Boerderij 2	1	07-dec	14-dec	10-dec	14-dec
	2	18-jan	25-jan	21-jan	25-jan
Industrieterrein 1	1	14-dec	21-dec	17-dec	21-dec
	2	25-jan	01-feb	28-jan	01-feb
Industrieterrein 2	1	04-jan	11-jan	07-jan	11-jan
	2	01-feb	08-feb	04-feb	08-feb



Figuur 3.3
Overzicht onderzoeklocaties: de locaties bij Culemborg en Geldermalsen liggen op klei en de overige locaties op zand.

3.4 Convenience bemonstering

3.4.1

Monsterverzameling

Convenience bemonstering wordt ook wel ‘availability sampling’ genoemd. Convenience bemonstering maakt gebruik van makkelijk toegankelijke monsters, waardoor de bemonstering mogelijk niet representatief is voor de totale populatie.

In dit geval, waren er makkelijk toegankelijke levermonsters beschikbaar bij het DWHC en het RIVM, en moet men rekening houden met het gegeven dat de monsters van het DWHC niet beschouwd worden als representatief van de populatie. Het DWHC onderzoekt doodsoorzaken bij buitengewone sterfte van in het wild levende dieren middels pathologisch onderzoek. Om deze taak goed uit te kunnen voeren (doodsoorzaken onderzoeken, ziekten signaleren en monitoren), is het DWHC afhankelijk van dode dieren die worden aangeleverd door mensen in het veld. Hoewel bijna alle dood gevonden in het wild levende dieren bij het DWHC kunnen worden gemeld, kan het DWHC maar een beperkt aantal dieren per jaar onderzoeken. In verband met signalering, zal het DWHC vooral geïnteresseerd zijn in: buitengewone sterfte van algemeen voorkomende diersoorten; bijzondere, niet algemeen voorkomende diersoorten; het ‘speerpuntdier’ van het jaar. Bij algemeen voorkomende diersoorten is er sprake van buitengewone sterfte als de sterfte ‘anders is dan normaal’. Dit kan bijvoorbeeld zijn dat: 1) er meerdere dode dieren op dezelfde plek liggen; of dat 2) er in het gebied meer sterfte dan normaal is voor dat gebied in dat jaargetijde; of dat 3) het dier afwijkend gedrag vertoonde voor het doodgaan; of dat 4) het dode dier een ‘vreemde’ houding heeft (het zit/licht anders dan normaal). Het is dus duidelijk dat het hier niet gaat om een representatieve steekproef uit de populatie. Een nuttig bijkomstigheid is wel dat er informatie is over de pathologie bij het dier waar het monster uit is.

RIVM heeft monsters die voor specifieke onderzoeken zijn verzameld. RIVM heeft informatie over zoönosen die ‘hun’ dieren bevatten. Beide instituten bewaren levermonsters.

Voor de convenience-bemonstering hebben DWHC en RIVM tussen 2011 en heden gezamenlijk een collectie met circa 1.360 monsters beschikbaar, waarvan wij voor dit onderzoek een sub-sample van levers kunnen laten analyseren. In totaal zijn 128 monsters van DWHC en 24 monsters van RIVM geanalyseerd (totaal 152 convenience monsters).

3.4.2

Selectie keuze convenience monsters

De eerste selectie van de monsters van het DWHC betrof monsters op een locatie waar de kans op het gebruik van anticoagulantia groter dan gemiddeld is. Aangezien er geen data zijn over de locaties waar rodenticiden in Nederland worden gebruikt, hebben we als indicator meldingen van ratten/muizenoverlast genomen. Het KAD krijgt deze meldingen van 40 gemeenten (van de 355 gemeenten in 2019, dus een beperkt aantal) op postcodeniveau. Aanvullend hebben we de gegevens van de gemeente Wijchen kunnen gebruiken. De locaties met rattenoverlast werden gekoppeld aan monsters van DWHC (X/Y-coördinaten bekend) en RIVM van onze lijst met te analyseren soorten. Zo mogelijk werden de meest recente monsters geselecteerd. Daarbij werd de overlap bepaald door vast te stellen of 1x of 2x de homerange³ van de monstersoort (tabel 3.3 op de volgende pagina) het betreffende postcodegebied doorsnijdt. Tweemaal de homerange betekent dat het monster aan de rand van het gebied met rattenoverlast is gevonden, waardoor de link minder sterk is. Ook werd bepaald of het monster voor of na de rattenmelding werd gevonden. Een

³ Homerange: gemiddelde grootte van het gebied, waarin een soort zich bevindt gedurende de dagelijkse activiteiten van zijn/haar leven.

monster dat voor de rattenmelding werd gevonden heeft een minder sterke link. De volgende categorieën zijn onderscheiden:

- 1= homerange van diersoort van monster valt in postcodegebied rattenmelding en monster is gevonden na rattenmelding (tijd)
- 1D= idem, maar diersoort van monster is gevonden voor rattenmelding
- 2= 2x homerange van diersoort van monster valt in postcodegebied rattenmelding en monster is gevonden na rattenmelding (tijd)
- 2D= idem, maar diersoort van monster is gevonden voor rattenmelding

Deze factoren worden in de analyse meegenomen.

Op deze manier konden 37 monsters worden geselecteerd.

Tabel 3.3 Homeranges van indicatorsoorten uitgedrukt in de straal van het gebied.

X-waarde is als homerange gekozen; x zijn grotere genoemde homeranges.

(X) geeft aan dat de homerange onzeker is.

Onder tabel staan de bronnen voor de homeranges.

Voedsel	Indicatorsoort	Straal (m)					
		100	250	500	1.000	2.000	4.000
Knaagdiereters	Buizerd				X	x	
	Torenvalk			X	x		
	Kerkuil				X	x	
	Steenuil		X	x			
	Hermelijn		X	x			
	Bunzing			X	x		
	Steenmarter				X	x	
	Wezel		X	x			
	Vos				X	x	x
Vogeleeters	Sperwer				X	x	
	Havik					X	x
Slakkeneters	Zanglijster		X				
	Egel		X	x			
	Das			X	x	x	
Omnivoor	Merel	X	x				
Lokaaseters	Huismus	X	x				
	Vink	(X)					
	Groenling	(X)	(x)				

Bronnen: BIJ12 2017. Kennisdocument Buizerd *Buteo buteo*.; Kerkuil *Tyto alba*; Steenuil *Athene noctua*; Das *Meles meles*; Huismus *Passer domesticus*. Bijlsma 1993. van Dijk & Boele 2011. Sovon Vogelonderzoek Nederland 2002. Teixeira 1979. Westra & Kuiters 2018.

3.4.3

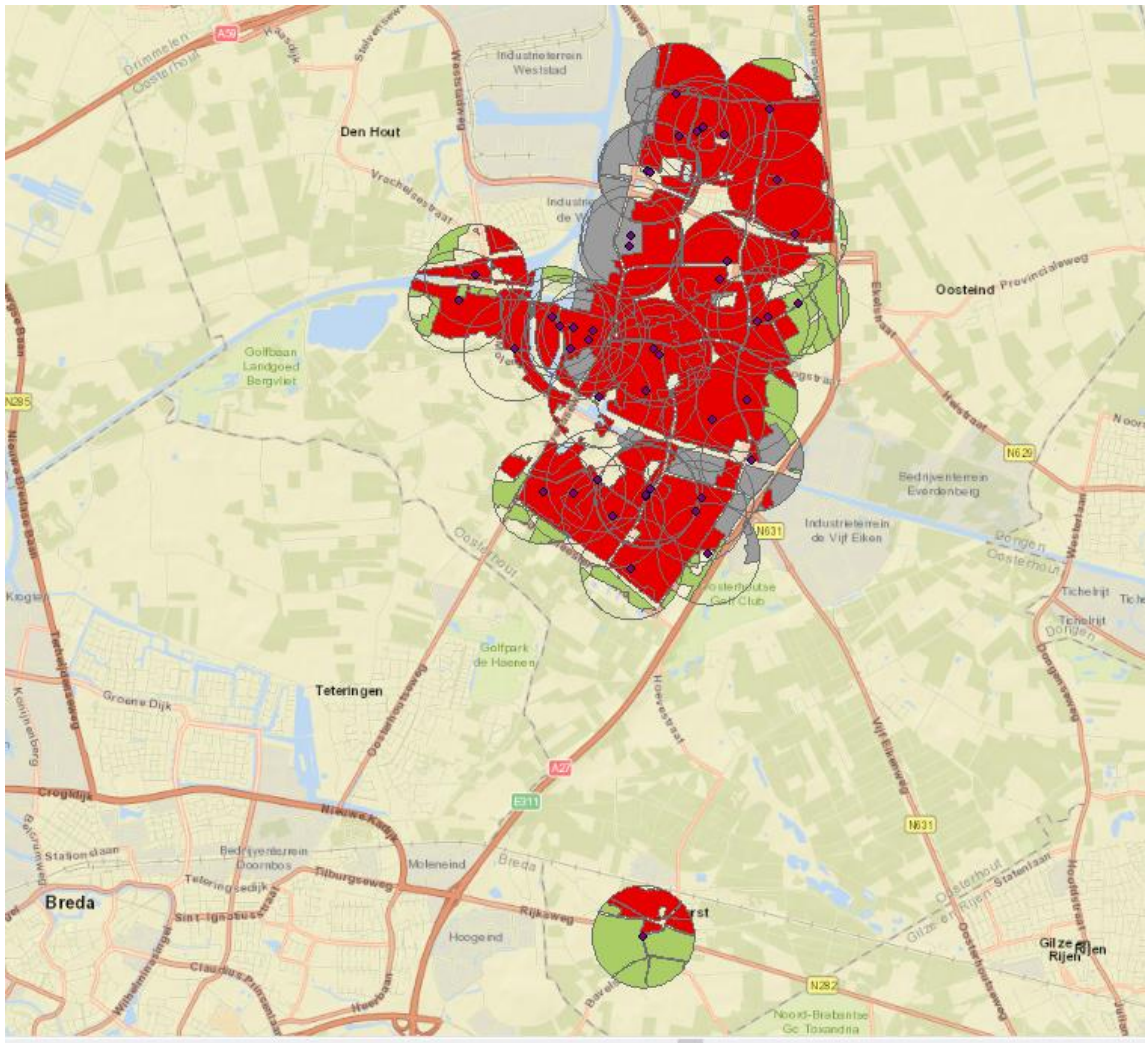
Aselecte keuze convenience monsters

Aanvullend op bovenstaande selecte monsternamen is een aselecte monsternamen gedaan voor de benodigde monsters. Bestaande monsters uit de DWHC-collectie werden geselecteerd (de monsters die gelinkt konden worden aan gebied met rattenoverlast waren alle al geselecteerd), waarbij mogelijkwerwijs rekening werd gehouden met een verdeling over agrarisch, stedelijk en industrieel (zie hieronder).

3.4.4

Bepaling type gebied: agrarisch, stedelijk en industrieel

De coördinaten van de monsters van DWHC en RIVM zijn bekend. Door in het gebied in een straal rondom de vindplaats te bepalen welk percentage agrarisch, stedelijk, industrieel of natuur is (CBS GIS-data), kunnen we vaststellen tot welke categorie het monster (overwegend) behoort. Voor de straal gebruiken we de homerange van de soort (figuur 3.3), wat voor een soort met een grote homerange, zoals een havik (2.000 m) veel groter is dan bijvoorbeeld een merel met een homerange van 100 m (tabel 3.3).



Figuur 3.3 Straal van de homeranges rond de vindplaatsen van monsters inclusief de bepaling van de oppervlakte. Agrarisch=groen, stedelijk=rood en industrieel=grijs.

Op basis van GIS-gegevens over percentage stedelijk, agrarisch, industrieel en natuur worden monsters in één van deze categorieën ingedeeld:

- grootste categorie >50% = grootste categorie;
- grootste categorie < 50%, maar 2x zo groot als volgende categorie = grootste categorie⁴;
- anders, dan mengcategorie van twee grootste categorieën (bijv. A/S, agrarisch/stedelijk).

3.4.5

Individuele of gepoolde monsters

Een minimum van 1 gram (nat) materiaal is aangehouden als minimum hoeveelheid lever voor de analyse. Bij kleine diersoorten kunnen monsters gepoold worden om voldoende materiaal te hebben voor analyse. Dat heeft wel invloed op de rapportagegrens (zie tabel 3.4). Daarbij zijn zoveel mogelijk monsters op een logische manier gepoold, waarbij de monsters van DWHC per provincie werden samengenomen. Omdat sommige van de 152 monsters gepoold moesten worden, heeft dit uiteindelijk geleid tot in totaal 137 convenience monsters.

3.5

Hotspot-bemonstering

3.5.1

Monsterverzameling

In de hotspot-benadering verzamelen we monsters (dieren) op locaties waar eerst met klemmen en daarna vaak ook met anticoagulantia werd bestreden. Dit betreft dus selecte monsters gericht op plaatsen waar de kans op blootstelling aan rodenticiden groot is. Op een hotspot worden via de verplichte IPM-methode eerst plaagdieren bestreden met klemmen. Pas als dat niet afdoende blijkt, worden anticoagulantia gebruikt. Plaagdierbeheersers verzamelden zowel monsters als er wel en geen in de monsterperiode gif werd gebruikt. Als er keuze was werden monsters geselecteerd afkomstig van locaties waarbij gif werd gebruikt, maar dat was niet altijd mogelijk.

Monsterverzameling vond plaats in tien gebieden zo veel mogelijk verdeeld over stedelijk, industrieel en agrarisch gebied (tabel 3.4 op de volgende pagina). Vier plaagdierbeheersers hebben hieraan meegewerkt. Naast huismuizen, bruine en zwarte ratten, zijn een beperkt aantal bijvangsten van niet-doelsoorten verzameld.

De vangsten zijn door de bestrijders volgens een protocol gelabeld (datum, soort, locatie, plaats van klem, gif gebruikt) en in een vriezer bewaard. Op deze manier verkrijgen we een monstercollectie van knaagdieren om te analyseren. Levers zijn door DWHC uitgesneden en in plastic buisjes in de vriezer bewaard.

⁴ Omdat de categorieën niet altijd optellen tot 100%, kan dit ook voorkomen.

Tabel 3.4 Monsterlocaties met type hotspot, plaats en omschrijving van de locatie

Type hotspot	Plaats	Omschrijving
Agrarisch	Flevoland	Agrarische bedrijven
Agrarisch	Asten	Glastuinbouw
Agrarisch	Nederweert	Veehouderij
Agrarisch	Ospel	Veehouderij
Agrarisch	Utrecht	Stallen/gebouwen Universiteit Utrecht
Industrieel	Amsterdam	Scheidingsinstallatie afval- en energiebedrijf
Industrieel	Venlo	Industrieterrein, opslag van food en non-food
Industrieel	Wijchen	Verwerking afvalstromen, behalve gevaarlijke stoffen
Stedelijk	Amsterdam ZO	Vuilcontainers rondom bankgebouw
Stedelijk	Wijchen	Woonwijk in Wijchen

3.6 Opslag, verwerking en transport van de monsters

Voor de convenience bemonstering worden de bestaande monsters op DWHC en RIVM-standaard in vriezers bij -80°C bewaard. Het betreft levermonsters in een plastic buisje. De levers zijn zonder vloeistof ingevroren en zijn dus geschikt voor analyse.

Voor de hotspot-benadering zijn dieren verzameld in klemmen op de locaties waar anticoagulantia worden gebruikt. De beheersers zijn geïnstrueerd om de dieren individueel te verzamelen in dubbele plastic zakken, waarop een voorgedrukt label zit. Op dit label is vermeld: datum, soort, vindplaats, positie klem (is altijd buiten, van tevoren zijn locaties vastgelegd met code). De dieren zijn in een vriezer ter plaatse bewaard. De beheerser heeft het dier alleen aangeraakt met handschoenen of direct opgepakt in de plastic zak. Soortdeterminatie is gecheckt door Bureau Waardenburg bij de selectie van de monsters.

De geselecteerde monsters voor analyse zijn in bevroren toestand naar DWHC gebracht, waar de lever is uitgeprepareerd. De monsters zijn in een gelabeld plastic buisje gedaan en opgeslagen in de vriezer. Transport van monsters vond in bevroren toestand plaats van DWHC naar RIKILT.

3.7 Analyse monsters

3.7.1

Aanpak

Anticoagulantia zijn persistent en hopen zich op in de lever. Het analyseren van de lever is een gangbare manier om blootstelling aan anticoagulantia vast te stellen. Anticoagulantia zijn in andere onderzoeken ook in de lever geanalyseerd (bijvoorbeeld Van den Brink 2014; Huckle et al. 1988; Howald et al. 1999; Elliot et al. 2014). Daarom kiezen we voor analyse van levermonsters, om zo maximale aansluiting te vinden bij andere data uit de literatuur, zie ook paragraaf 2.2.3.

3.7.2

Analysemethode

Als analysemethode passen we op alle monsters de LC-MSMS toe (liquid chromatography (LC) in combinatie met mass spectrometry (MS)). Deze methode wordt veel toegepast in onderzoek naar anticoagulantia in levers. De methode is gevoeliger dan HPLC: analyse met LC-MSMS toont een factor 3x meer anticoagulantia aan dan analyse met HPLC (Dowding et al., 2010). Extractie van (lever) monsters wordt gedaan met een mengsel van water/acetonitril/mierenzuur.

Homogenisering van het monster in de extractievloeistof is een cruciaal proces dat snel moet gebeuren om te voorkomen dat eventueel enzymatische afbraak plaatsvindt.

De detectiegrens van LC-MSMS bedraagt 0,010 mg/kg nat gewicht. RIKILT Wageningen Universiteit & Research heeft een ISO 17025 accreditatie en de analyse is onder de RIKILT flexibele scope accreditatie worden uitgevoerd. Er is 1 gram nat gewicht lever noodzakelijk voor analyse. Monsters van minder dan 1 gram kunnen geanalyseerd worden, maar dan gaat de rapportagegrens omhoog (tabel 3.5). Er is voor gekozen om monsters te combineren zodat het totaalgewicht 1 gram bedraagt. Dit betekent dat er onzekerheid bestaat over het percentage van een ACR's in de individuele levers. Alle ACR's kunnen immers afkomstig zijn van een exemplaar dat is vergiftigd met een grote hoeveelheid of van meer exemplaren met een lagere hoeveelheid.

Tabel 3.5 Rapportagegrens van anticoagulantia (mg/kg) bij verschillende natgewichten van levermonsters (gram)

Gewicht lever	Rapportagegrens	Factor
> 1,0 gram	0,01 mg/kg	
0,5-1,0 gram	0,02 mg/kg	2x
0,1-0,5 gram	0,1 mg/kg	10x

3.8

Bewerking data

Voorafgaande aan de analyse zijn de data op een aantal punten bewerkt. Dit betreft de aggregatie van monsters van de huisspitsmuis, het samenvoegen van de selecte en aselechte convenience monsters en de bepaling van een concentratie voor die stoffen die zijn aangetoond onder de rapportage grens.

3.8.1

Monsters van huisspitsmuis geaggregeerd

In de dataset van convenience monsters zijn 17 observaties aanwezig van huisspitsmuizen uit Beinsdorp, Noord-Holland. Deze behoren tot de aselechte convenience monsters, maar zijn allen afkomstig uit Beinsdorp en verzameld tussen 20 en 22 juni 2011. Dit suggereert sterk dat er een afhankelijkheid tussen deze monsters bestaat. Als alle 17 monsters zouden worden meegenomen in de analyse, ontstaat er zo een onevenredig groot overwicht van deze observaties en worden waarden zoals de gemiddelde concentratie in de voedselgroep van de lokaaseters, waar de huisspitsmuis in is ingedeeld, door deze monsters gedomineerd. Zodoende is ervoor gekozen om deze observaties te

⁵ Rapportagegrens: de laagste concentratie van de component in het monster die gerapporteerd wordt aan de opdrachtgever.

aggregeren. Van de 17 huisspitsmuizen zijn er in 7 monsters rodenticiden gevonden, in de overige 10 niet. Voor deze twee groepen (wel en geen rodenticiden aangetroffen) is het gemiddelde van de waarnemingen berekend. De 17 observaties zijn uit de dataset verwijderd en vervangen door deze twee gemiddelde waarnemingen.

3.8.2

Selecte en aselechte monsters zijn samengevoegd

De convenience bemonstering is op twee wijzen uitgevoerd: via een selecte en een aselechte steekproef. In de beschrijving van de resultaten worden deze twee methodes echter weer bij elkaar genomen ten behoeve van de interpretatie van de resultaten. De selecte convenience monsters bestaan uit slechts 37 observaties en op basis van een dergelijke steekproefomvang zijn (beschrijvende) statistieken lastiger te interpreteren. In zowel de selecte als de aselechte steekproef zijn organismen uit diverse voedselgroepen bemonsterd en hoewel de verdeling over de voedselgroepen niet gelijk is voor de twee steekproeven, is het percentage van de monsters waar rodenticiden in zijn aangetroffen vergelijkbaar: 46% in de selecte steekproef en 41% in de aselechte steekproef.

3.8.3

Berekening som concentraties

Diverse malen is een rodenticide aangetroffen onder het niveau van de rapportagegrens. Dit betekent dat er met zekerheid geconstateerd is dat de stof is aangetroffen, maar er niet met zekerheid kan worden gezegd in welke concentratie. Om kwantitatieve berekeningen te kunnen doen is er echter wel een getal nodig in deze gevallen. In theorie kan de werkelijke concentratie tussen nul en de rapportagegrens liggen. Het lijkt echter aannemelijk dat de concentratie meer richting de rapportagegrens dan bij nul zal liggen. Immers: de stof is succesvol gedetecteerd, wat eerder zal gebeuren bij een concentratie in de buurt van de rapportagegrens dan bij nul. Zodoende hebben wij ervoor gekozen om de rapportagegrens te delen door de wortel van 2 ($RG/\sqrt{2}$) (Canales et al., 2018).

3.9

Statische analyse

Een statistische analyse van de data was maar zeer beperkt mogelijk door de samenstelling van de dataset. In experimenteel onderzoek kan men ervoor zorgen dat de monsters die geanalyseerd worden evenredig zijn verdeeld over o.a. de diverse soorten, voedselgroepen en/of gebieden van herkomst. In een observationele dataset, zoals degene waar wij mee hebben gewerkt, is deze mogelijkheid er echter niet. Men is afhankelijk van de monsters die nu eenmaal beschikbaar zijn. Als gevolg daarvan zijn de monsters niet evenredig verdeeld over de voedselgroepen en andere kwalitatieve variabelen. Dit maakt dat, wanneer een statistische test wordt gedaan, het niet mogelijk is om onderscheid te maken tussen het effect dat wordt veroorzaakt door de variabele waarop getest wordt en het effect van bijvoorbeeld ongelijke samenstelling van de voedselgroepen. Wij hebben er zodoende voor gekozen ons te beperken tot zogeheten beschrijvende statistieken. Waar van toepassing wordt deze toegelicht bij de resultaten.

4

Directe blootstelling: cameravalonderzoek

Het cameravalonderzoek is uitgevoerd om antwoord te geven op de onderzoeksvraag welke niet-doelsoorten zijn blootgesteld aan lokaas in een lokdoos (primaire blootstelling). Het onderzoek is uitgevoerd door twee studenten van de HAS Den Bosch onder begeleiding van Bureau Waardenburg (Jeeninga, 2019 en Meering, 2019).

4.1

Welke soorten worden in de lokdozen gezien?

Soorten die de lokdozen betreden, en daarmee giftig lokvoer kunnen eten, vormen de groep die aan primaire vergiftiging bloot staat. Wanneer per locatie alle waarnemingen, die een relatie met de lokdozen of directe omgeving hiervan hebben, bij de verschillende lokdozen en typen voer samen worden genomen, krijgen we de verdeling zoals in tabel 4.1 op de volgende pagina.

Tussen de locaties bestaan grote verschillen in het aantal waarnemingen: industrieterrein 2 heeft verreweg het laagste aantal waarnemingen. Hier worden ratten intensief bestreden. Ook bij boerderij 1 vindt intensieve bestrijding van ratten en muizen plaats: hier is het aantal waarnemingen ook laag in vergelijking met de woonwijken en industrieterrein 1, maar vergelijkbaar met boerderij 2.

In totaal zijn er 3.572 waarnemingen vastgelegd, waarbij het waargenomen dier een relatie heeft met de lokdoos of directe omgeving. De bosmuis is verreweg de talrijkste soort (aandeel 56%), gevolgd door bruine rat (10%) en onbekende muis (8%, vermoedelijk grotendeels bosmuizen), terwijl soorten als rosse woelmuis (4%), veldmuis (4%) en vink (4%) minder talrijk zijn. In de kleigebieden (woonwijk en boerderij) is de veldmuis talrijker dan op de zandgronden, terwijl voor de bosmuis juist het omgekeerde geldt. De bosmuis is een algemene soort van zowel bossen als daarbuiten, mits er maar voldoende dekking is (www.zoogdiervereniging.nl). Dit verklaart ook de veelvuldig voorkomen bij de boerderijen, woonwijken en industrieterrein 1.

De lokdozen zijn deels langs muren van gebouwen gezet, zoals ook bij professionele dierplaagbeheersers plaatsvindt, maar ook op plaatsen, waarvan verwacht wordt dat die bezocht worden door niet-doelsoorten. Dit levert vermoedelijk een overschatting van het risico van vergiftiging van niet-doelsoorten op. Om een realistische inschatting te maken van het risico van het gebruik van lokdozen voor niet-doelsoorten bij professionele ongediertebestrijding heeft nog een bewerkingslag plaatsgevonden. De waarnemingen zijn opgesplitst naar locaties die door

professionele bestrijders worden gebruikt (langs muren gebouwen), mogelijk gebruikte locaties (losstaande muren van bijvoorbeeld kuilopslag) en afwijkende locaties. Aangezien het aantal waarnemingen per type locatie niet gelijk is, is ook het aantal waarnemingen per waarnemingsnacht berekend. Hierbij zijn alleen de waarnemingen gebruikt waarbij een dier de lokdoos daadwerkelijk betreden heeft (tabel 4.2). Wat opvalt is dat het aandeel van de waarnemingen met bosmuizen die daadwerkelijk de verschillende lokdozen betreden groter is vergeleken met de waarnemingen in en rond de dozen (63% waarnemingen), gevolgd door onbekende muizen (12%), waarschijnlijk ook vooral bosmuizen, de doelsoort bruine rat (7%), rosse woelmuizen (6%), veldmuizen (6%), spitsmuizen (4%) en huisspitsmuizen (1%).

Tabel 4.1 Overzicht per locatie van de aantallen per soort die daadwerkelijk de lokdozen betreden hebben of qua gedrag een relatie met de lokdoos hebben (zie bijlage 1 voor beschrijving van deze proeven).

Soort	Woonwijk		Boerderij		Industrieterrein		Totaal (#)	Aandeel (%)
	1 (zand)	2 (klei)	1 (zand)	2 (klei)	1 (klei)	2 (zand)		
Bosmuis	744	110	108	41	982	0	1.985	55,6
Bruine rat	0	37	12	6	290	0	345	9,7
Egel	0	8	0	0	0	0	8	0,2
Ekster	2	0	0	0	0	8	10	0,3
Fazant	0	1	0	0	1	0	2	0,1
Grote gele kwikstaart	0	0	0	2	0	0	2	0,1
Heggenmus	3	0	2	12	0	2	19	0,5
Hond	2	3	0	1	0	0	6	0,2
Huismuis	0	0	0	2	6	0	8	0,2
Huismus	1	0	0	29	0	0	30	0,8
Huisspitsmuis	0	0	0	0	16	0	16	0,4
Kat	5	22	7	17	5	5	61	1,7
Kip	0	0	0	37	0	0	37	1,0
Koolmees	14	63	0	0	0	3	80	2,2
Kraai	0	0	0	0	0	2	2	0,1
Merel	0	1	42	0	0	0	43	1,2
Onbekend	5	1	1	1	0	0	8	0,2
Onbekende muis	65	54	6	17	139	0	281	7,9
Onbekende vogel	0	0	0	0	2	3	5	0,1
Paard	0	23	0	0	0	0	23	0,6
Pimpelmees	11	1	0	0	0	0	12	0,3
Roodborst	18	11	26	0	17	2	74	2,1
Rosse woelmuis	15	120	0	1	0	0	136	3,8
Spitsmuis	1	1	3	2	70	0	77	2,2
Veldmuis	41	83	0	10	0	0	134	3,8
Vink	75	11	4	45	1	0	136	3,8
Waterhoen	0	2	0	0	0	0	2	0,1
Wilde eend	0	7	0	0	0	0	7	0,2
Winterkoning	10	3	3	0	7	0	23	0,6
Totaal	1.012	562	214	223	1.536	25	3.572	

In totaal betreden 19 vogels daadwerkelijk de lokdozen. Dit is een zeer klein deel (0,9%) van het totale aantal waarnemingen van soorten die de lokdozen betreden. Soorten die de lokdozen betreden zijn winterkoning, huismuis, koolmees, roodborst en vink.

Indien naar het type locatie wordt gekeken blijken bruine ratten alleen lokdozen te hebben bezocht op locaties die door professionele plaagdierbeheersers gebruikt worden om lokdozen te plaatsen. Het aantal bijvangsten aan niet-doelsoorten is hier beduidend lager dan op locaties die niet door professionele plaagdierbeheersers gebruikt worden om ratten te bestrijden (tabel 4.2).

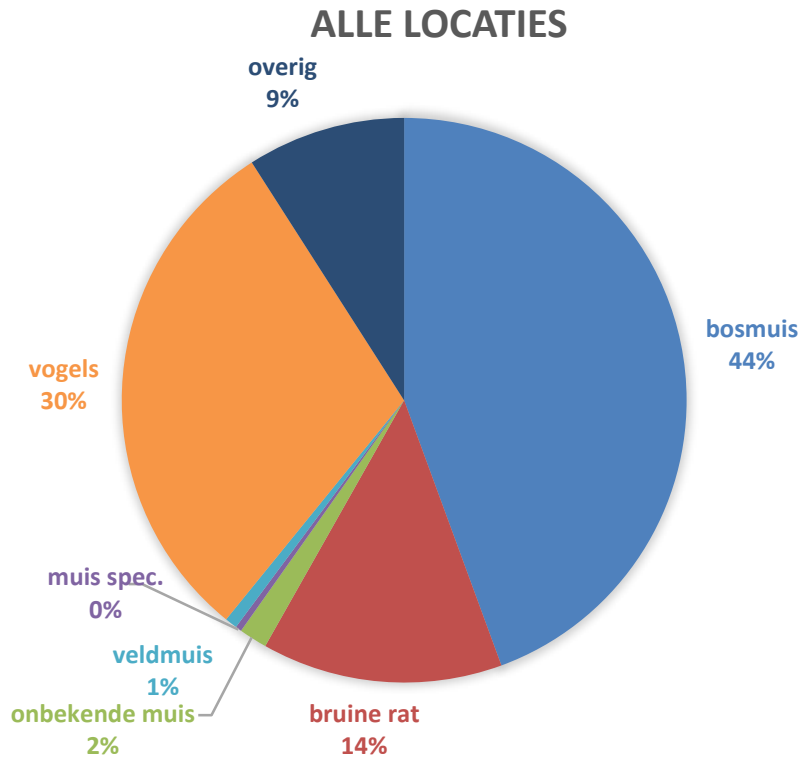
Tabel 4.2 Overzicht van de aantallen per soort, die daadwerkelijk de lokdozen betreden hebben, waarbij onderscheid is gemaakt tussen locaties die al dan niet door professionele bestrijders gebruikt worden. Tevens is het aantal waarnemingen per valnacht gegeven.

Soort	Aantal waarnemingen			Totaalaantal waarnemingen	Waarnemingen per nacht			
	Locatie professionele beheersers	Mogelijke locatie professionele beheersers	Afwijkende locatie		Aantal waarnemingen (%)	Locatie professionele beheersers	Mogelijke locatie professionele beheersers	Afwijkende locatie
Bosmuis	279	44	1.030	1.353	63	1,52	0,79	2,38
Onbekende Muis	38	8	212	258	12	0,21	0,14	0,49
Bruine rat	149			149	7	0,81		
Rosse woelmuis		1	133	134	6		0,02	0,31
Veldmuis		9	115	124	6		0,16	0,27
Spitsmuis	8	2	66	76	4	0,04	0,04	0,15
Huisspitsmuis			15	15	1			0,03
Winterkoning	2		8	10	0	0,01		0,02
Onbekend			8	8	0			0,02
Huismuis			7	7	0			0,02
Kat			5	5	0			0,01
Koolmees			3	3	0			0,01
Vink	1		2	3	0	0,01		0,00
Roodborst			2	2	0			0,00
Egel			1	1	0			0,00
Huismus			1	1	0			0,00
Aantal nachten	184	56	432	2.149				

Een belangrijke waarneming was dat muizen voedsel uit de lokdozen slepen, dat deels naast de doos terecht komt en dat daardoor andere dieren die de lokdoos niet betreden of daarvoor te groot zijn, ook met vergiftigd lokaas in aanraking kunnen komen.

Daarom vormen soorten in de buurt van de lokdoos, maar die de lokdoos niet betreden, ook een risicogroep. Figuur 4.1 laat deze soorten zien. De talrijkste soort was verreweg de bosmuis, gevolgd door de bruine rat. Muizen die werden waargenomen zijn veldmuis, rosse woelmuis en een beperkt aantal huismuizen. Er werden enkele spitmuizen gezien. Bijna 30% van de waarnemingen had

betrekking op vogels (428 waarnemingen) en 9% op (landbouw)huisdieren, zoals kip, kat en paard. Ook werden enkele egels waargenomen.



Figuur 4.1 Verdeling van de waarnemingen van de verschillenden soort(groep)en die zijn rond de lokdoos actief zijn (maar niet naar binnen gingen). De categorie 'overig' betreft o.a. (landbouw)huisdieren.

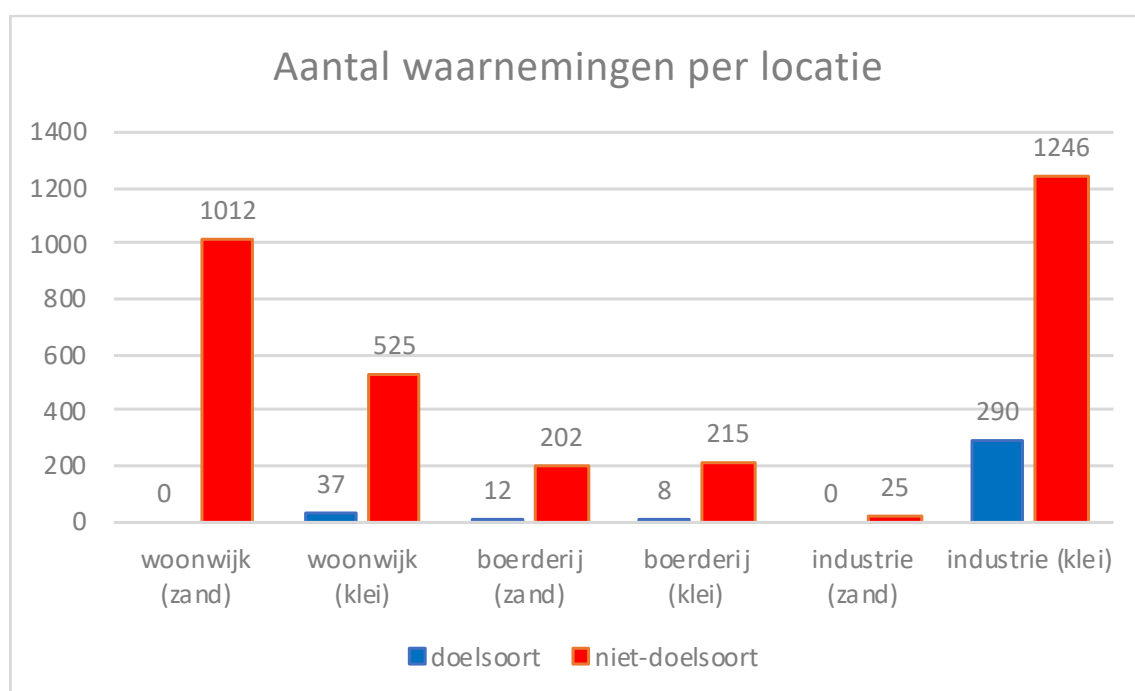
Van de vogels rond de lokdoos is de vink veruit het meeste waargenomen (133 keer). Daarna werden koolmees (77), roodborst (72), merel (43), huismus (29), heggemus (19), winterkoning (13) en pimpelmees (12) het meest waargenomen (tabel 4.3 op de volgende pagina).

4.2 Type gebied: agrarisch, stedelijk en industrieel

Er is een uitsplitsing gemaakt tussen de verschillen locatietypen, waarbij onderscheid is gemaakt tussen stedelijk (woonblok), agrarisch (boerderij) en industrieel (industrieterrein) en grondsoort bij de proef met de verschillende lokvoeren. Hierbij gaat het om het aantal dieren dat in en rondom de lokdozen is waargenomen. Opvallend is dat er voor alle categorieën meer niet-doelsoorten dan doelsoorten zijn waargenomen bij de lokdozen (figuur 4.2 op de volgende pagina).

Tabel 4.3 Overzicht van de aantallen waargenomen vogelsoorten rondom de lokdozen

Soort	Totaalaantal waarnemingen			Totaalaantal waarnemingen	Aandeel soort in waarnemingen (%)
	Locatie professionele beheersers	Mogelijke locatie professionele beheersers	Afwijkende locatie		
Ekster	0	0	10	10	2,3
Fazant	0	0	2	2	0,5
Grote gele kwikstaart	0	2	0	2	0,5
Heggenmus	2	12	5	19	4,4
Huismus	0	28	1	29	6,8
Koolmees	2	1	74	77	18,0
kraai	0	0	2	2	0,5
Merel	42	0	1	43	10,0
Onbekende vogel	0	0	5	5	1,2
Pimpelmees	0	11	1	12	2,8
Roodborst	33	4	35	72	16,8
Vink	13	102	18	133	31,1
Waterhoen	0	0	2	2	0,5
Wilde eend	0	0	7	7	1,6
Winterkoning	6	0	7	13	3,0
Totaal	98	160	170	428	100,0



Figuur 4.2 Totaalaantal waarnemingen van niet-doelsoorten en doelsoorten per locatiegroep in en rondom de lokdozen.

4.3 Conclusies

Op basis van deze resultaten kunnen we concluderen dat niet-doel soorten veelvuldig voorkomen in en nabij de verschillende lokdozen en dus worden blootgesteld aan rodenticiden.

Dit wordt versterkt doordat muizen vaak voedsel naar buiten slepen, waardoor dit beschikbaar komt voor niet-doelsoorten rond de lokdoos, die op deze manier met rodenticiden vergiftigd voedsel kunnen opnemen. Daarmee vormen deze niet-doelsoorten een bron voor doorvergiftiging. Deze route is nog niet eerder in beeld gebracht.

5

Anticoagulantia in doelsoorten en niet-doelsoorten

In dit hoofdstuk gaan we in op onderzoeksvragen 2 tot en met 4, te weten:

- Welke anticoagulantia, in welke concentratie, komen voor in niet-doelsoorten (primaire en/ of secundaire blootstelling).
- Is er een verschil in blootstelling tussen industrieel, agrarisch en stedelijk gebied?
- Wat zijn de contaminatieroutes van de anticoagulantia?

5.1 Overzicht data

5.1.1

Aantal monsters per bemonsteringsmethode

In totaal zijn 160 monsters geanalyseerd op anticoagulante rodenticiden (ACR). Het grootste deel betreft dit convenience monsters (137), waarvan 100 aselechte monsters en 37 selecte monsters. Er zijn 23 hotspot-monsters geanalyseerd (tabel 5.1). Aangegeven worden het aantal monsters (# monsters) en het aantal monsters met anticoagulante rodenticiden (# met ACR).

Tabel 5.1 Aantal geanalyseerde monsters, aantal monsters met anticoagulante rodenticiden (ACR) en percentage monsters met ACR.

Soort bemonstering	(A)Select	Monsters (#)	Met ACR (#)	Met ACR (%)
Convenience	aselect	100	41	41
Convenience	select	37	17	46
Hotspot	select	23	15	65
Totaal		160	73	46

Het aantal monsters van doelsoorten (bruine rat, zwarte rat en huismuis) dat is geanalyseerd is 17. Het aantal monsters van niet-doelsoorten is 143 (tabel 5.2).

Tabel 5.2 Verdeling monsters over doelsoorten en niet-doelsoorten.

Categorie	Monsters (#)	Met ACR (#)	Met ACR (%)
Doelsoort	17	12	71
Niet-doelsoort	143	61	43
Totaal	160	73	46

5.1.2

Verdeling monsters over provincies

De hotspot-monsters van de doelsoorten (n=17) en de niet-doelsoorten (n=6) komen uit een beperkt aantal provincies, namelijk Noord-Brabant, Noord-Holland, Utrecht en Flevoland (bijlage 2).

De convenience monsters komen uit alle provincies, met de meest monsters uit Noord-Brabant, Gelderland, Utrecht en Noord-Holland, dus uit het zuiden en midden van het land. Uit de overige provincies komen per provincie minder dan 10 monsters, waardoor het noorden wat is ondervertegenwoordigd (bijlage 2).

5.1.3

Verdeling monsters over voedselgroepen

Om op een hoger ecologisch niveau uitspraken te kunnen doen, hebben we onderscheid gemaakt in voedselgroepen (zie tabel 3.1). Tabel 5.6 geeft de verdeling van geanalyseerde monsters over voedselgroepen weer. Van knaagdiereters (61) en lokaaseters (55) zijn de meeste monsters geanalyseerd. Deze voedselgroepen bestaan beide uit 9 soorten. De groep slakkeneters (egel en zanglijster) en vogeleters (sperwer en havik) bestaan slechts uit twee soorten. De groep omnivoren bestaat uit alleen de das.

Tabel 5.6 Verdeling monsters over voedselgroepen.

Soort bemonstering	Voedselgroep	Monsters (#)
Convenience	Knaagdiereter	61
Convenience	Omnivoor (das)	17
Convenience	Slakkeneter	15
Convenience	Vogeleter	12
Convenience	Lokaaseter	32
Hotspot	Lokaaseter	23
Totaal		160

5.2 Doelsoorten

Een klein deel van de analyses is besteed aan de vraag of de doelsoorten die door dierplaagbeheersers zijn gevangen op plaatsen waar bestrijding, met of zonder gif, plaatsvond ook inderdaad rodenticiden bevatten. Tabel 5.7 laat zien dat in alle doelsoorten rodenticiden zijn gevonden. Alle doelsoorten kunnen daarmee een bron van verspreiding zijn van rodenticiden in de voedselketen.

Opvallend is dat op locaties waar geen giftig lokaas is gebruikt, toch dieren werden gevangen die rodenticiden in zich hadden, zoals bij de monsters van de zwarte rat. Dat geeft aan dat ratten een groter gebied bestrijken dan alleen de plek waar de bestrijding plaatsvindt en zij in hun leefgebied rodenticiden op kunnen pikken.

Tabel 5.7 Aantal geanalyseerde monsters van doelsoorten op hotspots (HS). ARC=anticoagulante rodenticiden.

Soort	Hotspot-monsters (#)	Monsters met ACR (#)	Hotspots met gebruik ACR (#)	Monsters met ACR (#)	Hotspots zonder gebruik ACR (#)	Monsters met ACR
Huismuis	6	4	6	4	0	0
Bruine rat	8	6	8	6	0	0
Zwarte rat	3	2	0	0	3	2
Totaal	17	12	14	10	3	2

5.3 Niet-doelsoorten

De belangrijkste groep van soorten die op anticoagulante rodenticiden is onderzocht zijn niet-doelsoorten. Onderscheid wordt daarbij gemaakt in primaire en secundaire vergiftiging.

5.3.1

Primaire vergiftiging

In de groep van lokaaseters uit convenience monsters bevat 3% van de monsters rodenticiden. De verdeling over de verschillende soorten verschilt. Bij geen van de vogelsoorten - merel, vink, groenling en huismuis - zijn rodenticiden geconstateerd. Bij de zoogdieren zijn bij de huisspitsmuis rodenticiden aangetroffen (50%) en niet bij de veldmuis, wat overigens slechts één monster betreft (tabel 5.8). Het verhaal van de huisspitsmuis staat beschreven in onderstaand kader.

Tabel 5.8 Verdeling convenience monsters over voedselgroep: lokaaseters die primaire vergiftiging laten zien.

* betreft mengmonsters; ACR=anticoagulante rodenticiden.

Voedsel- groep	Soort	Aselecte monsters (#)	Monsters met ACR (#)	Selecte monsters (#)	Monsters met ACR (#)	Totaal monsters (#)	Totaal monsters met ACR (#)	Monsters met ACR (%)	Gemiddelde per voedselgroep (%)
Lokaaseter	Groenling*	3	0	1	0	4	0	0	3
	Huismus*	6	0			6	0	0	
	Merel*	9	0	5	0	14	0	0	
	Vink*	5	0			5	0	0	
	Huisspitsmuis	2	1			2	1	50	
	Veldmuis	1	0			1	0	0	
Totaal		26	1	6	0	32	1		
Totaal percentage			4		0		3		

De huisspitsmuis

Zoals in paragraaf 3.8 uiteengezet is, zijn de 17 monsters van de huisspitsmuis uit Beinsdorp geaggregeerd tot twee monsters, omdat deze niet als aselekt beschouwd konden worden. Ze waren namelijk afkomstig van één locatie met drie aaneensluitende vangdata (20-22 juni 2011). Ondanks dat de homerange van huisspitsmuizen bijzonder klein is, 50-200 m² (hier uitgedrukt in een oppervlaktemaat; Lange et al., 1994), waardoor monsters van één locatie toch wellicht aselekt zouden kunnen zijn, zijn de data geaggregeerd.

Een nadere beschouwing van deze monsters is echter interessant. Van de 17 monsters hadden 10 geen rodenticiden en 7 wel rodenticiden. Dat geeft aan dat niet een hele populatie huisspitsmuizen de lokdoos bezoekt of er te ver van verwijderd was. In totaal zijn 3 soorten rodenticiden aangetroffen: bromadiolone (6 monsters), brodifacoum (2 monsters) en difenthiolone (1 monster). In 2 monsters zijn 2 rodenticiden aangetroffen; in de overige 5 monsters is één rodenticide aangetroffen. Het lijkt waarschijnlijk dat op de locatie ratten en muizen werden bestreden met bromadiolone. Toch zijn nog twee andere stoffen gevonden. Vond bestrijding met deze stoffen plaats aan de rand van de monsterplaats? De conclusie is in ieder geval dat huisspitsmuizen bloot staan aan primaire vergiftiging en daarmee een schakel vormen in doorvergiftiging.

Het beperkte aantal hotspot-monsters dat geanalyseerd is (6), laat een vergelijkbaar beeld zien, voor zover enige conclusies getrokken kunnen worden (tabel 5.9). De vogel, een winterkoning, bevatte geen rodenticiden. Van de drie zoogdieren bevatte de bosmuis en huisspitsmuis rodenticiden, de veldmuis niet. Bij bosmuis en huisspitsmuis was geen rodenticide gebruikt op de hotspot, toch waren in die monsters rodenticiden aangetroffen. Een bijzonder monster vormen de naaktslakken die op het giftige lokaas zaten. Deze bevatten rodenticiden. Naaktslakken lijken geen last van de

rodenticiden te hebben, volgens een plaagdierbeheerser verlaten ze de lokdoos weer, en vormen daarmee een risico voor diersoorten die slakken eten, zoals egels, spitsmuizen, das en sommige vogels, zoals de zanglijster.

Tabel 5.9 Verdeling hotspot-monsters over voedselgroep: lokaaseters die primaire vergiftiging laten zien. ACR=anticoagulante rodenticiden

Voedselgroep	Soort	Selecte monsters (#)	Monsters met gebruik ACR (#)	Hotspots met gebruik ACR
Lokaaseter	Naaktslakken	1	1	ja
	Winterkoning	1	0	nee
	Bosmuis	1	1	nee
	Huisspitsmuis	1	1	nee
	Veldmuis	1	0	nee
	Maden	1	0	nee
	(uit veldmuis)			
Totaal		6	3	

5.3.2

Secundaire vergiftiging

Van de voedselgroepen waarvan de soorten gezamenlijk de veronderstelde secundaire vergiftiging vertegenwoordigen, bevatten gemiddeld 54% van de convenience monsters rodenticiden (tabel 5.10). Er zijn verschillen tussen de voedselgroepen: rond twee derde van de monsters van knaagdiereters en vogeleters bevatten rodenticiden, van de das als omnivoor bevatten 29% van de monsters rodenticiden en van de slakkeneters bevat 33% van de egels rodenticiden en bij de zanglijsters zijn geen rodenticiden aangetroffen, waardoor 13% van de monsters van de slakkeneters rodenticiden bevat. Soorten in tabel 5.10 zijn tijdens het cameravallen onderzoek niet in of nabij lokdozen vastgesteld. Echter valt niet uit te sluiten dat soorten als bunzing, hermelijn, wezel, egel en zanglijster de lokdoos in kunnen. Ook kan vergiftigd lokaas door muizen en ratten buiten de lokdoos worden gesleept, wat in deze studie is aangetoond, waardoor deze soorten direct vergiftigd kunnen worden.

Tabel 5.10 Verdeling convenience monsters over voedselgroepen die secundaire vergiftiging laten zien. ACR=anticoagulante rodenticiden

Voedsel-groep	Soort	Aselecte monsters (#)	Monsters met ACR (#)	Selecte monsters (#)	Monsters met ACR (#)	Totaal monsters (#)	Totaal monsters met ACR (#)	Monsters met ACR (%)	Gemiddelde, per voedselgroep (%)
Knaagdiereter	Buizerd	5	3	3	2	8	5	63	69
	Torenvalk	2	1			2	1	50	
	Kerkuil	4	3	3	2	7	5	71	
	Stenuil	4	4			4	4	100	
	Bunzing	6	5	2	1	8	6	75	
	Hermelijn	3	1			3	1	33	
	Steenmarter	5	5	1	1	6	6	100	
	Vos	10	9	4	3	14	12	86	
	Wezel	9	2			9	2	22	
Omnivoor	Das	5	1	12	4	17	5	29	29
Slakkeneter	Egel	6	2			6	2	33	13
	Zanglijster	9	0			9	0	0	
Vogeleter	Havik	3	3	2	2	5	5	100	67
	Sperwer	3	1	4	2	7	3	43	
Totaal		74	40	31	17	105	57		
Totaal percentage			54		55		54		

Wanneer de individuele soorten onder de loep worden genomen valt bij de groep van de knaagdiereters op dat steenmarter, steenuil, vos, bunzing, kerkuil en buizerd hoog scoren met meer dan 60% van de monsters met rodenticiden. Wezel en hermelijn scoren lager, respectievelijk 22% en 33%. Van de das als omnivoor met 17 monsters zijn er 5 monsters aangetroffen met rodenticiden (29%). Van de vogeleters scoren havik (100%) en sperwer (43%) beiden hoog.

5.4 Verdeling over type gebied

Convenience monsters zijn zo veel mogelijk ingedeeld in het soort gebied waaruit ze afkomstig zijn: agrarisch, industrieel, natuur of stedelijk. Het aantal monsters dat eenduidig in een van deze categorieën valt betreft 115. Het aantal monsters uit agrarische gebieden is het grootst met 58%. Daarna volgen de stedelijke monsters (29%), natuur (8%) en industriële (5%) monsters (tabel 5.11).

Het lijkt erop dat een groter deel van de monsters uit agrarisch gebied rodenticiden bevatten (52%) vergeleken met industriële en stedelijke gebieden (rond de 30%).

Tabel 5.11 Verdeling van de monsters over de verschillende categorieën
(A=agrarisch; I=industrieel; N=natuur; S=stedelijk; ACR=anticoagulante rodenticiden)

Gebiedstype	Monstertype	Monsters (#)	Monsters met ACR (#)	Monsters met ACR (%)
Agrarisch	Convenience	67	35	52%
Industrieel	Convenience	6	2	33%
Natuur	Convenience	9	3	33%
Stedelijk	Convenience	33	9	27%
Totaal		115	49	

Om te bepalen of er een statistisch significant verschil bestaat tussen het percentage monsters met rodenticiden in agrarisch versus niet-agrarisch gebied, zou men een chi-kwadraat test kunnen uitvoeren. Wij kunnen dit echter niet toetsen, omdat de verdeling van de monsters over de verschillende voedselgroepen significant verschilt tussen het agrarische en niet-agrarische gebied ($p=0,03327$; Fisher-Freeman-Halton exact test). Tussen de voedselgroepen zitten significante verschillen in het percentage monsters met rodenticiden en dit zou de uitkomsten van de chi-kwadraat test kunnen beïnvloeden.

Wanneer we de lokaaseters weglaten en de analyse uitvoeren met de knaagdiereters, vogeleters, slakkeneters en omnivoor, zijn er geen significante verschillen in de verdeling over de vier gebiedscategorieën (Fisher Freeman Halton exact test $P=0,2768$). Als je nu een Fisher test doet op agrarisch of niet-agrarisch versus monsters met en zonder gif, is er geen significant verschil ($P=0,2575$) (tabel 5.12).

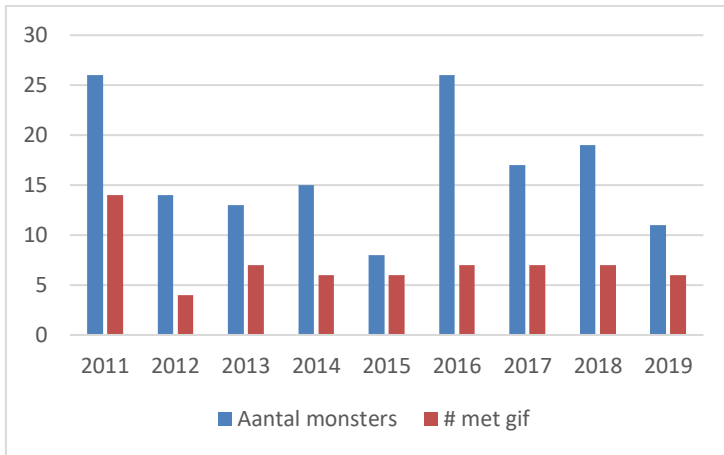
We concluderen dat er geen significant verschil is in de frequentie van monsters met rodenticiden tussen agrarisch en niet-agrarisch gebied.

Tabel 5.12 Verdeling van de monsters over de categorieën agrarisch en niet-agrarisch (S/N/I; I=industrieel; N=natuur; S=stedelijk).

Monsters	Agrarisch	Niet-agrarisch (S/N/I)
Monsters zonder gif	22	16
Monsters met gif	34	14
Totaal monsters	56	30
Frequentie monsters met gif	0,61	0,47

5.5 Bemonsteringsdatum

Convenience monsters voor analyse zijn geselecteerd vanaf 2011. Relatief veel monsters komen uit 2011 en 2016 (figuur 5.1 op de volgende pagina). Het percentage monsters met gif fluctueert over de jaren (tabel 5.13 op de volgende pagina).

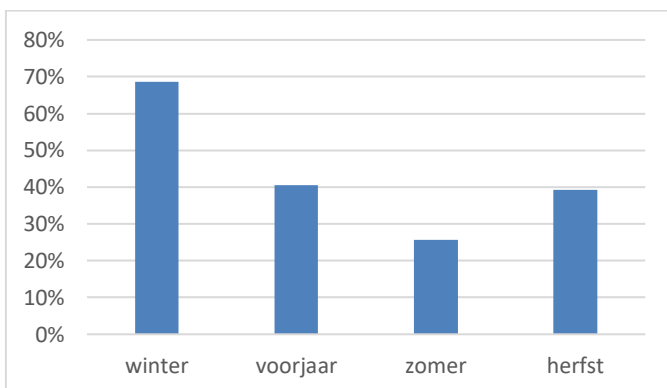


Figuur 5.1 Verdeling over jaren van convenience monsters

Tabel 5.13 Verdeling van aantal convenience monsters over de periode 2011-2019.
ACR=anticoagulante rodenticiden

Jaar	Monsters (#)	Monsters met ACR (#)	Monsters met ACR (%)
2011	26	14	54
2012	14	4	29
2013	13	7	54
2014	15	6	40
2015	8	6	75
2016	26	7	27
2017	17	7	41
2018	19	7	37
2019	11	6	55
Totaal	149	64	43

Het blijkt dat in de monsters die in de winter (januari-maart) zijn verzameld het percentage met gif het grootst is en in de zomer (juli-september) het kleinst (figuur 5.2).



Figuur 5.2 Verdeling van het percentage convenience monsters met anticoagulante rodenticiden (ACR) over de seizoenen.

5.5.1

Introductie nieuw IPM -beleid rodenticiden

Vanaf 1 januari 2017 veranderde het beleid wat betreft het gebruik van anticoagulante rodenticiden. Alleen plaagdierbeheersers met een bedrijfscertificering mogen dan rodenticiden buiten gebouwen toepassen. Ze moeten daarbij een strikt IPM-protocol volgen. Voor 2014 mocht alleen bromadiolone buiten worden gebruikt, vanaf 2014 tot nu zijn ook successievelijk andere rodenticiden voor buitengebruik toegelaten, namelijk brodifacoum, difenacoum, difethialon en flocumafen.

We kijken of er een verschil zit in het percentage monsters met rodenticiden voor en na 1 juli 2017. We kiezen ervoor om de grens een half jaar na introductie van het nieuwe beleid te leggen, om aanloopproblemen met het nieuwe systeem uit te sluiten en om rekening te houden met de lange halfwaardetijd van rodenticiden in de lever (55 tot 220 dagen, afhankelijk van de stof; zie tabel 2.4). Er is geen verschil tussen de verdeling van de voedselgroepen over de twee periodes (Fisher Freeman Halton exact test, $P=0.2181$). Ook zou het seizoen waarin monsters zijn verzameld invloed kunnen hebben op de frequentie van rodenticiden (zie figuur 5.2). Een Fisher-Freeman-Halton exact test geeft een $P= 0.09868$, dus je kan niet statistisch significant concluderen dat er een verschil zit in de seizoenssamenstelling van de monsters voor en na 1 juli 2017 (tabel 5.14). Het is dus correct om de vergelijking tussen de twee periodes te maken. Het percentage monsters met rodenticiden is na 1 juli 2017 iets lager (40%) dan ervoor (45%), maar dit verschil is niet significant (Fisher test, $P= 0.7093$; tabel 5.14).

Tabel 5.14 Aantal monsters met en zonder (niet aangetoond) anticoagulante rodenticiden (ACR) voor en na 1 juli 2017 en monsters over de vier seizoenen

Monstername	Voor 1 juli 2017	Na 1 juli 2017	Totaal
Monsters met ACR	51	26	77
Monsters zonder ACR	41	17	58
Totaal monsters	92	43	135
frequentie monsters met ACR	0,45	0,40	
	Voor 1/7 2017	Na 1/7 2017	Totaal
Herfst	20	8	28
Lente	23	4	27
Winter	22	13	35
Zomer	25	18	43
	90	43	133

Omdat alleen bromadiolone voor en na 2014 buiten mocht worden gebruikt, is ook gekeken naar de frequentie van deze stof in levermonsters. Voor deze stof zien we dat voor 1 juli 2017 36% van de monsters bromadiolone bevat en daarna 19% en verschil dat bijna significant is (Fisher test, $P=0.06792$). Maar dat is niet het hele verhaal: andere rodenticiden zijn vanaf 2014 tot nu ook toegelaten voor buiten gebruikt, dus er is een grotere keuze in middelen. Bromadiolone kan daarbij vervangen worden door andere toegelaten stoffen. Dat blijkt ook uit de eerdere analyse van alle stoffen, waarbij geen verschil blijkt tussen het aantreffen van rodenticiden voor 1 juli 2017 en erna.

Steenmarters die allen in 2019 zijn verzameld bevatten nog steeds voor het overgrote deel rodenticiden (97%, n=30; mondelinge mededeling N. van den Brink), dus ook die studie wijst nog niet op een vermindering van de doorvergiftiging.

Het IPM-beleid is pas relatief kort in werking, rodenticiden kunnen lang is de lever aantoonbaar blijven, dus monitoring blijft de komende jaren belangrijk om de effectiviteit van IPM te kunnen beoordelen.

We concluderen dat voorsnog het nieuwe IPM-beleid in de afgelopen twee jaar nog niet aantoonbaar heeft geleid tot minder doorvergiftiging.

5.6 Gevonden rodenticiden en melding ratten- en muizenoverlast

De selecte convenience monsters zijn geselecteerd op basis van meldingen van hoofdzakelijk particulieren aan gemeenten over ratten-en /of muizenoverlast, waardoor de kans op contaminatie van de monsters groter zou kunnen zijn dan wanneer aselekt monsters worden getrokken.

Er is hierbij onderscheid gemaakt in categorieën met een verschillende kans op een ratten- en/of muizenplaag, afhankelijk van de melding van de plaag en datum wanneer het monster is verzameld (ervoor of erna) en de straal van het gebied gekoppeld aan de homerange van de diersoort. Zie voor een toelichting 3.4.

Het blijkt dat tussen de meeste categorieën weinig verschil zit in het percentage monsters met rodenticiden (varieert tussen de 56-78%). Tegen de verwachting in is het percentage monsters met rodenticiden in de hoogste categorie 1 het laagste (18%) (tabel 5.15). Het lijkt er niet op dat deze indeling in categorieën een effect heeft op de kans op rodenticiden in een monster. Daarom zal deze factor in de analyse niet worden meegenomen.

Tabel 5.15 Verdeling van de selecte convenience monsters over categorieën*. Onder de tabel staat een toelichting op de categorieën. ACR=anticoagulante rodenticiden.

Categorie*	Monsters (#)	Monsters met ACR (#)	Monsters met ACR (%)
1	11	2	18,2
2	9	7	77,8
1D	3	2	66,7
2D	9	5	55,6
Totaal	32	16	50,0

* Toelichting op de categorieën:

1=homerange van diersoort van monster valt in postcodegebied rattenmelding en monster is gevonden na rattenmelding (tijd)

1D= idem, maar diersoort van monster is gevonden voor rattenmelding

2= 2x homerange van diersoort van monster valt in postcodegebied rattenmelding en monster is gevonden na rattenmelding (tijd)

2D= idem, maar diersoort van monster is gevonden voor rattenmelding

5.7 Welke rodenticiden zijn gevonden?

In totaal zijn 10 verschillende rodenticiden aangetroffen in de monsters. 70 keer zijn stoffen onder de rapportagegrens aangetoond en 82 keer boven de rapportagegrens. Vier rodenticiden zijn frequent aangetroffen: bromadiolone, brodifacoum, difethialon en difenacoum (tabel 5.16 op de volgende pagina).

Tabel 5.16 Aangetroffen rodenticiden in alle geanalyseerde convenience en hotspot-monsters. Met * zijn niet toegelaten middelen. NB: inclusief de 17 huisspitsmuismonsters, die bij de andere analyses tot 2 zijn geaggregeerd. Voor deze tabel met de aangetroffen stoffen is dat niet wenselijk.

Stof	Aantal monsters onder de rapportagegrens	Aantal monsters boven de rapportagegrens	Totaal-aantal monsters	Monster-verdeling (%)
Bromadiolone	18	27	45	30
Brodifacoum	14	21	35	23
Difethialone	14	18	32	21
Difenacoum	12	15	27	18
Coumarin	0	1	1	1
Diphacinone	6	0	6	4
Flocoumafen	3	0	3	2
Acenocoumarol	1	0	1	1
Coumatetralyl	1	0	1	1
Warfarin	1	0	1	1
Totaal	70	82	152	100

De risico's van al deze vier de stoffen zijn voor zoogdieren gebaseerd op LD50 bestempeld als "hoog". Voor de vogels waarop deze rodenticiden zijn getest (kwartelsoorten en wilde eend) varieert dit van hoog tot laag (zie tabel 5.19, paragraaf 5.9, pagina 47).

Van diphacinone, flocoumafen, acenocoumarol, coumatetralyl, warfarin is alleen een spoor (onder de rapportagegrens) aangetroffen.

De huidige toegelaten stoffen zijn: brodifacoum, bromadiolon, difethialon, difenacoum, flocoumafen, coumatetralyl, chloorfacinon/ 1,3-indaandionderivaat (zie tabel 1.1). Al deze stoffen zijn, op chloorfacinon na, aangetroffen.

Daarnaast zijn drie stoffen aangetroffen die niet zijn toegelaten: coumarin, acenocoumarol en warfarin.

Op soortniveau worden bij monsters waarbij rodenticiden worden aangetroffen gemiddeld meestal 2 tot 3 stoffen gevonden. In steenmarter en vos zijn maximaal 5 verschillende rodenticiden en in buizerd, bunzing en havik maximaal 4 rodenticiden aangetroffen (tabel 5.17).

Wanneer rodenticiden worden aangetroffen, dan lijkt het gemiddelde aantal bij knaagdiereters en vogeleters groter dan bij omnivoren (das) of lokaaseters (huisspitsmuis) (tabel 5.17 op de volgende pagina). Dat ondersteunt het idee dat stoffen hogerop in de voedselketen accumuleren.

Tabel 5.17 Aantal rodenticiden gevonden in convenience monsters van individuele soorten en van voedselgroep, gemiddeld aantal rodenticiden gevonden, wanneer in een monster gif is aangetroffen.

Voedselgroep en diersoort	Aantal gevonden rodenticiden						Totaal	Gemiddeld
	0	1	2	3	4	5		
Muizeneter	20	7	11	10	4	2	54	2,5
Buizerd	3	1	3		1		8	2,2
Bunzing	3	2	1	1	1		8	2,2
Hermelijn	2	1					3	1,0
Kerkuil	3	1	2	1			7	2,0
Steenmarter		1	1	2	1	1	6	3,0
Steenuil			2	2			4	2,5
Torenvalk	1			1			2	3,0
Vos	4	1	4	3	1	1	14	2,7
Wezel	7	1		1			9	2,0
Omnivoor	14	2	1				17	1,3
Das	14	2	1				17	1,3
Slakkeneter	13		2				15	2,0
Egel	4		2				6	2,0
Zanglijster	9						9	0,0
Vogeleter	10	1	5	2	1		19	2,3
Havik	2		1	1	1		5	3,0
Sperwer	5		2				7	2,0
Lokaaseter	40	5	2				47	1,3
Groenling	4						4	0,0
Huismus	6						6	0,0
Huisspitsmuis*	10	5	2				17	1,3
Merel	14						14	0,0
Veldmuis	1						1	0,0
Vink	5						5	0,0
Totaal	97	15	21	12	5	2	152	

* Dit betreft de 17 afzonderlijke monsters van de huisspitsmuis, die bij andere analyses zijn geaggregeerd tot 1 monster zonder rodenticiden en 1 monster met rodenticiden waarvan de concentraties zijn gemiddeld.

5.8 In welke concentraties zijn rodenticiden gevonden?

Om een globaal beeld te krijgen van het totaal van de verschillende rodenticiden in een monster, zijn de gevonden concentraties bij elkaar opgeteld (tabel 5.18 op de volgende pagina). Daarbij is voor een stof die onder de rapportagegrens is aangetoond de waarde rapportagegrens/ $\sqrt{2}$ gehanteerd (Canales et al., 2018; zie ook 3.8). Er wordt daarbij voorbijgegaan aan verschillen in giftigheid van de stoffen, wat gevolgen heeft voor de effecten ((sub)letaal) van de combinatie van rodenticiden.

Tabel 5.18 Gemiddelde en mediaan van som van de concentraties van gevonden rodenticiden voor voedselgroep en soort. Soorten binnen een voedselgroep zijn gegroepeerd naar zoogdieren en vogels. De concentratie is berekend over alle monsters (dus inclusief monsters zonder rodenticiden (nullen)) en is berekend over alleen monsters waar gif is aangetroffen. Samen met het percentage monsters met gif, geeft dit een beeld van de mogelijke blootstelling. Concentraties in mg/kg en binnen voedselgroep/soort in aflopende concentraties.

Voedselgroep en diersoort	Alle monsters			Alle monsters met gif			
	Gemiddelde concentratiesom	Mediaan	Monsters (#)	Gemiddelde concentratiesom	Mediaan	Monsters met gif (#)	Monsters met gif (%)
Muizeneter	0,242	0,038	61	0,352	0,196	42	69
Steenmarter	0,510	0,512	6	0,510	0,512	6	100
Vos	0,490	0,484	14	0,571	0,583	12	86
Bunzing	0,205	0,071	8	0,273	0,074	6	75
Wezel	0,132	0,000	9	0,594	0,594	2	22
Hermelijn	0,002	0,000	3	0,007	0,007	1	33
Buizerd	0,044	0,011	8	0,070	0,038	5	63
Kerkuil	0,145	0,060	7	0,202	0,147	5	71
Steenuil	0,120	0,118	4	0,120	0,118	4	100
Torenvalk	0,097	0,097	2	0,194	0,194	1	50
Omnivoor	0,019	0,000	17	0,065	0,029	5	29
Das	0,019	0,000	17	0,065	0,029	5	29
Slakkeneter	0,036	0,000	15	0,268	0,268	2	13
Egel	0,089	0,000	6	0,268	0,268	2	33
Zanglijster	0,000	0,000	9	0,000	0,000	0	0
Vogeleter	0,070	0,029	12	0,105	0,066	8	67
Havik	0,141	0,173	5	0,141	0,173	5	100
Sperwer	0,019	0,000	7	0,045	0,038	3	43
Lokaaseter	0,014	0,000	32	0,462	0,462	1	3
Groenling	0,000	0,000	4	0,000	0,000	0	0
Huismus	0,000	0,000	6	0,000	0,000	0	0
Merel	0,000	0,000	14	0,000	0,000	0	0
Vink	0,000	0,000	5	0,000	0,000	0	0
Huisspitsmuis	0,231	0,231	2	0,462	0,462	1	50
Veldmuis	0,000	0,000	1	0,000	0,000	0	0
Eindtotaal			137			58	

De volgende zaken vallen op uit tabel 5.18, waarbij het soms lage aantal onderzochte dieren per soort wel in het achterhoofd moet worden gehouden:

- Voedselgroepniveau: de gemiddelde concentratie over alle monsters is veruit het hoogste voor de knaagdiereters (0,242/mg/kg) en op afstand gevolgd door vogeleters en slakkeneters en (0,070 respectievelijk 0,036 mg/kg). De omnivore das heeft gemiddeld de laagste concentratie (0,019 mg/kg). Ook wanneer alleen naar de monsters wordt gekeken waarin gif is gevonden, scoren de knaagdiereters hoog (0,352 mg/kg). Ze moeten alleen de lokaaseters (0,462 mg/kg) voor laten gaan, maar die groep wordt door de huisspitsmuis alleen bepaald. Bij de overige lokaaseters, met name de vogels, zijn geen rodenticiden aangetroffen. De slakkeneters, *in casu* de egel, scoort ook hoog, omdat wanneer die rodenticiden heeft opgenomen, de concentratie hoog is.
- Soortniveau: van de individuele soorten hebben steenmarter en vos gemiddeld de hoogste concentraties (boven de 0,5 mg/kg) wanneer alleen naar monsters met gif wordt gekeken. Andere

marterachtigen scoren ook hoog als ze rodenticiden bevatten, namelijk de bunzing en wezel. De hermelijn daarentegen scoort laag.

5. Knaagdiereters: van de knaagdier etende vogels die rodenticiden bevatten scoren kerkuil, steenuil en torenvalk relatief hoog (tussen de 0,1 en 0,2 mg/kg).
6. Vogeleters: van de vogeleters (havik en sperwer) die rodenticiden bevatten scoort havik hoger dan sperwer, en bovendien lijkt een groter deel van de haviken rodenticiden te bevatten vergeleken met de sperwer.

5.9 Secundaire effecten rodenticiden

Wat is het mogelijke letale effect van de gevonden concentraties rodenticiden? Daarvoor kijken we naar de concentraties in de lever (residuwaarden) die zijn gevonden in studies, waarbij de dood van een dier aan deze concentratie toegeschreven wordt. Waarnemingen van sterfte waarbij de pathologie interne bloedingen liet zien, een teken van vergiftiging met anticoagulantia (niet te verwarren met interne bloedingen door aanrijdingen), geeft bij benadering een beeld van concentraties van rodenticiden in de lever, waarbij het dier mogelijk gestorven is aan rodenticiden (Berny et al., 1997).

Lever met concentraties groter dan 1,5 mg/kg bromadiolone resulteren in sterfte onder vossen, 0,4 mg/kg tot sterfte bij buizerds, 0,8 mg/kg tot sterfte bij steenmarters en 0,9 mg/kg tot sterfte bij dassen (Berny et al., 1997). Uit een studie van Sanchez-Barbudo et al. (2012) blijkt dat wanneer men de som neemt van de verschillende rodenticiden deze concentratie mogelijk letale gevolgen heeft gehad, waarbij het geometrische gemiddeld uitkomt op 0,71 mg/kg (95% CI: 0.473-1.054; gemeten in de lever). De studie van Sanchez-Barbudo et al. (2012) is gebaseerd op ruim 400 monsters van onder andere vogels en zoogdieren.

Tabel 5.19 Leverconcentraties (mg/kg) waarbij sterfte is opgetreden bij niet-doelsoorten voor brodifacoum en bromadiolone. Waarden zijn bepaald in vers levergewicht.

Soortgroep	Soort	Bromadiolone	Brodifacoum	Difenacoum
Knaagdiereters	Buizerd	0,4 ₁		
	Kerkuil		≥ 0,1 ₂	
	Steenmarter	0,8 ₁		
	Hermelijn	0,23 ₃		
	Bunzing			1,4 ₄
	Vos	1,5 ₁		
Omnivoor	Das	0,9 ₁		

₁Berny et al., 1997; ₂Newton et al., 1999; ₃Grolleau et al. 1989 (experimentele studie); ₄Birks, 1998.

Daarnaast zijn er de LD50-waarden. Dit is de concentratie aan werkzame stof dat zich in het voedsel bevindt, waarbij de helft van de dieren sterft. De verschillende LD50-waarden geven dus een mate van giftigheid aan (zie tabel 2.5), maar kunnen niet 1 op 1 vertaald worden naar letale concentraties in de lever.

Wanneer we naar de in deze studie gemeten leverconcentraties kijken bij de verschillende zoogdieren en vogels (soorten die secundair vergiftigd kunnen worden), dan komen 8 van de 90 monsters (9%) die uit boven de letale leverconcentraties. Het betreft hier 1 vogel en 7 zoogdieren (tabel 5.20).

Tabel 5.20 Concentraties van rodenticiden in monsters van niet-doelsoorten (secundaire vergiftiging), boven de letale leverconcentraties, zoals beschreven in de literatuur (Berny et al., 1997; Newton *et al.*, 1999; Sanchez-Barbudo et al., 2012).

Monster (#)	Diersoort	Stof	Letale leverconcentratie	Gevonden leverconcentratie
1	Kerkuil	Brodifacoum	0,1	0,14
2	Steenmarter	Bromadiolone	0,8	0,88
3	Bunzing	Combotox	0,71	1,02
4	Steenmarter	Combotox	0,71	0,73
5	Vos	Combotox	0,71	0,85
6	Vos	Combotox	0,71	0,9
7	Vos	Combotox	0,71	1,23
8	Wezel	Combotox	0,71	1,17

5.9.1

Extrapolatie letale leverconcentraties

Op basis van de letale leverconcentraties voor bromadiolone en brodifacoum (tabel 5.19) hebben we voor enkele diersoorten mogelijk letale leverconcentraties geëxtrapoleerd. Dit hebben we gedaan op basis van LD50-waarden (mondelijke mededeling N. van den Brink). We hebben daarbij de volgende redenering gevolgd: in het geval van bromadiolone, brodifacoum, flocoumafen en difethialon komen de LD50-waarden voor de rat behoorlijk overeen, respectievelijk 0,56, 0,4, 0,56 en 0,25 mg/kg, waarbij de laatstgenoemde zelfs nog een hogere gevoeligheid kent (zie tabel 2.5). Op basis van dit gegeven nemen we aan dat de letale leverconcentraties voor brodifacoum, flocoumafen en difethialon nagenoeg gelijk zijn aan of lager zijn dan die van bromadiolone voor de verschillende zoogdieren (steenmarter, vos en das). Vervolgens hebben de potentieel letale leverconcentraties getoetst aan de door ons gevonden waarden. Dit leverde voor deze soorten geen extra mogelijk positieve monsters op, waarbij de rodenticidenconcentratie letale gevolgen zou kunnen hebben.

Voor vogels hebben we een exact gelijke procedure gehanteerd. De LD50-waarde van de boomkwartel voor bromadiolone bedraagt 138 mg/kg. De gevoeligheid voor de stoffen difethialon en difenacoum is groter, LD50-waarden van respectievelijk 0,264 en 56 mg/kg. Op basis van dit gegeven hebben we de letale leverconcentratie van de buizerd voor bromadiolone geëxtrapoleerd naar de stoffen difethialon en difenacoum en getoetst aan de door ons gevonden waarden. Ook dit heeft geen extra mogelijk positieve monsters opgeleverd. Deze benadering hebben we alleen gedaan wanneer het dezelfde testvogel betreft, in dit geval de boomkwartel. LD50-waarden van andere testvogels hebben we niet meegenomen, omdat we niet weten of de giftigheid van rodenticiden voor bijvoorbeeld boomkwartel en wilde eend vergelijkbaar is.

5.10 Rodenticiden in monsters en pathologie

In deze studie zijn rodenticiden aangetoond in monsters van 13 van de 14 onderzochte diersoorten uit de voedselgroepen die secundaire vergiftiging kunnen laten zien (Tabel 5.10). Een deel van de monsters van de dieren zijn aangeleverd door het DWHC. Bij deze dieren is postmortaal onderzoek verricht, hetgeen de mogelijkheid geeft de gemeten rodenticide concentraties naast de pathologie uitslagen te leggen.

Over het algemeen wordt bij postmortaal onderzoek aan sterfte door rodenticide vergiftiging gedacht, als er uitgebreide (in meerdere weefsels) bloedingen zijn die niet gepaard gaan met trauma of met laesies passend bij een met bloeding geassocieerde ziekte. In roofvogels zal dit boven aan de mogelijke oorzaken staan, als er bloeduitstortingen gezien worden zonder breuken, en met grote hoeveelheden bloed in lichaamsholten, en bleke organen. Er wordt eerder aan trauma gedacht als de bloedingen lokaal zijn en geassocieerd met breuken, met eventueel hoeveelheden bloed in lichaamsholten maar geen bleke organen (Murray, 2018).

Door deze macroscopische criteria van Murray (2018) blind toe te passen op de onderzochte knaagdier etende vogels, konden een buizerd uit 2015 en een kerkuil uit 2011 verdacht worden van rodenticide vergiftiging. De buizerd had van de acht onderzochte buizerds het hoogste gehalte aan rodenticiden in de lever (totaalsom rodenticiden 0,189 mg/kg, zijnde brodifacoum 0,165 mg/kg + bromadiolone 0,024 mg/kg + difenacoum aangetoond <0,010 mg/kg + difethialon aangetoond <0,010 mg/kg). De diagnose die gesteld werd in deze vette buizerd met normale bespiering was acute bloedingen in halsstreek en longen, passend bij trauma, met daarnaast geringe maag-long en leverontstekingen en lintworm infestatie in de darm. De kerkuil had van de zeven onderzochte kerkuilen het hoogste gehalte aan gemeten rodenticiden in de lever (totaalsom rodenticiden 0,591 mg/kg, zijnde bromadiolone 0,374 mg/kg + difethialon 0,149 mg/kg + diphacinone aangetoond <0,10 mg/kg). De doodsoorzaak die gesteld werd in deze arm bespierde kerkuil met geringe vetreserves was verbloeding in het maagdarmkanaal (die gebeurt mede in vogels die niet voldoende voedsel opnemen) en extern stomp trauma aan de schedel (de vogel vertoonde bloedingen in kop, hals, schedeldak en hersenen). De vogel had een ontstekingsproces in de rechter borstspier en een darmparasiet die de vermagering konden verklaren. De waargenomen transsudaat in het hartenzakje werd als secundair hieraan gezien.

Door de beschreven macroscopische criteria toe te passen op de onderzochte knaagdier etende zoogdieren en de das, konden een bunzing uit 2013, een das uit 2014, en een das uit 2018 verdacht worden. De bunzing had normale bespiering en vetgehaltes en had uitgebreide bloedingen zonder aanwijzing voor trauma. Deze bunzing werd ten tijde van het postmortaal onderzoek al verdacht van rodenticide vergiftiging en daarvoor getest. Het dier testte positief voor bromadiolone. In onze metingen werd in deze bunzing ook bromadiolone aangetoond (~ 0,071 mg/kg, zijnde bromadiolone aangetoond <0,10 mg/kg). De das uit 2014 had bloed in de borstholte zonder aanwijzingen voor trauma aan de buitenzijde. In deze studie werd in de lever van deze das geen rodenticiden aangetoond. De das uit 2018 had longbloedingen en bloedingen naar de darm, naast stuwung in lever en nier en een geringe dilatatie van het lumen van het linker ventrikel van het hart. In dit dier werd in 2018 door een ander laboratorium difenacoum aangetoond. In onze metingen werd diphacinone aangetoond (~ 0,007 mg/kg, zijnde diphacinone aangetoond <0,01 mg/kg). Zowel bij andere bunzingen als dassen waren er dieren met hogere totaalsom rodenticide waarden dan in deze casussen.

Uit voorgaande lijken de genoemde criteria mogelijk enig houvast te geven als aanwijzing voor een relatief hoog rodenticide residuwaarde in de lever bij knaagdier etende roofvogels, maar bij de knaagdier etende zoogdieren ligt het in elk geval complexer. Daarbij is het van belang te realiseren dat inname van een bepaalde hoeveelheid rodenticide bij het ene dier van een bepaalde diersoort tot sterfte kan leiden, terwijl er bij een ander exemplaar van dezelfde diersoort geen sterfte wordt waargenomen. Dit werd duidelijk bijvoorbeeld in een experimentele studie met bromadiolone in

vossen (Sage et al., 2010). Bij lagere rodenticide waarden in de lever van een vogel is er een lagere kans dat het dier symptomen toont, maar het kan wel. Andersom, is er bij hogere rodenticide waarden in de lever een hogere kans dat het dier symptomen toont, maar het hoeft niet (tot op zekere hoogte uiteraard) (Thomas et al., 2011).

Een verdere complicatie is dat de concentratie van de stoffen mogelijk afneemt tijdens de opslag, en het eventueel ontdooien voor monsternamen. Er vindt bijvoorbeeld een afname plaats in de gemeten bromadiolone waarden bij het bewaren bij -20°C , en de mate is niet goed te voorspellen (Vindenes et al., 2008). De monsters bij DWHC worden bij -80°C bewaard. Een monster kan worden ontdooid als een deel ervan wordt gebruikt voor vervolgdagnostiek. Het is onduidelijk of het bewaar- en bemonsteringsproces, of een verschil in het diagnostisch proces, de discrepantie in de aangetoonde stoffen bij de das uit 2018 kunnen verklaren.

Informatie over de rodenticide leverresiduwaarden die gevonden worden in dieren die met symptomen of laesies van vergiftiging door deze anticoagulantia is beperkt (zie 5.9). Deze kennis is nodig voor goede interpretatie van de relatie tussen de gemeten leverresiduwaarden en pathologische veranderingen. Op dit moment is de relatie tussen de gemeten hoeveelheid rodenticiden in de lever en sterfte of subletale effecten op diergezondheid nog onvoldoende gedefinieerd voor de verschillende diersoorten (Rattner et al., 2014).

6

Synthese en discussie

6.1 Cameravalonderzoek

6.1.1 Gebruikte methodiek

In eerder onderzoek naar de risico's van rodenticiden voor niet-doelsoorten zijn waarnemingen gedaan bij lokdozen met sporenkaarten en aanvullend wildcamera's gebruikt (Van Grinsven et al. 2014). Het onderzoek kende een vergelijkbare opzet als het huidige onderzoek. Ook toen zijn er waarnemingen gedaan op zes locaties: twee woonblokken, twee bedrijventerreinen en twee agrarische bedrijven. Hier werden gedurende 10 weken 20 lokdozen per locatie geplaatst, die voorzien waren van sporenbedden en aanvullend werden wildcamera's gebruikt. In totaal werden 1.978 sporen op een totaal van 8.400 lokdoosdagen vastgesteld.

Bij het huidige onderzoek werden 2.149 betredingen op een totaal van 672 lokdoosdagen vastgesteld. Hierbij dient nog te worden opgemerkt dat Van Grinsven et al. (2014) met geplet haver werkten, dat in vergelijking met Sorkilblokken en pindakaas veel meer waarnemingen oplevert (Meering 2019). Er kunnen met wildcamera's veel meer waarnemingen in kortere tijd verricht worden dan met sporenkaarten. Daarnaast ligt het aantal muizen dat niet op soort kan worden gebracht bij het gebruik van wildcamera's aanzienlijk lager dan bij sporenkaarten.

Met sporenkaarten was het mogelijk om slakkensporen vast te leggen. Van Grinsven et al. (2014) geven aan dat op een derde van de betreden sporenkaarten ook slakkensporen werden vastgesteld. De bewegingssnelheid van slakken is onvoldoende om wildcamera's te laten reageren, zodat deze groep onvoldoende in beeld is gebracht.

Een groep die mogelijk juist te snel is voor wildcamera's zijn de kleine marterachtigen. Van Grinsven et al. (2014) vonden wel sporen van een hermelijn, maar hadden, voor zover bekend, geen beelden van de hermelijn. De ervaring van Bureau Waardenburg is dat het gebiedsgebruik door kleine marterachtigen bij voorkeur met speciale marterkisten in beeld moet worden gebracht en niet met los geplaatste wildcamera's.

Een belangrijk voordeel van het gebruik van wildcamera's is dat het gebruik van de directe omgeving van de lokdoos in beeld wordt gebracht. Bosmuizen blijken zowel het geplette haver als de Sorkilblokken naar buiten te slepen, waardoor dit voedsel ook beschikbaar komt voor soorten die de lokdozen niet betreden, maar wel in de directe omgeving van de lokdozen foerageren en het verslepte voer kunnen opnemen.

In bijlage 3 staat een discussie over het gebruik van verschillende lokdozen en soorten voedsel.

6.1.2

Locatie

Er waren aanzienlijke verschillen in het aantal waarnemingen per locatie. Op de locaties boerderij 1 en industrieterrein 2 werden doelsoorten zeer actief bestreden; dit wordt weerspiegeld in het lage aantal waarnemingen op deze locaties. De meeste waarnemingen werden gedaan bij de categorie woonblokken en op industrieterrein 1. Ook binnen de woonblokken was er verschil. De locatie van woonblok 1 lag direct aan de rand van een woonwijk en kende veel variatie in landschapselementen. Woonblok 1 kende ook een divers gebruik; bedrijven, restaurant, bakkerij, woningen, schuren etc. Het woonblok werd omringd door bos. Deze variatie zal van invloed zijn geweest op de grote diversiteit. Woonblok 2 kende veel minder afwisseling en dit werd dan ook weerspiegeld in een lager aantal waarnemingen dan bij woonblok 1

De boerderijen verschilden nauwelijks in het aantal waarnemingen. Bij boerderij 2 was deels afgedekt kuilvoedsel aanwezig. De deuren van de koestallen stonden overdag altijd open, waardoor deze goed toegankelijk waren. Op boerderij 1 worden varkens gehouden in afgesloten ruimtes om besmetting met ziekten te voorkomen. Er is hier veel aandacht voor hygiëne, waarbij bestrijding van ratten en muizen prioriteit heeft. Desondanks verschilt het aantal waargenomen doelsoorten op beide locaties weinig.

Op industrieterrein 2 (Milieustraat bij Den Bosch) was veel bestrating aanwezig en er waren maar enkele groenstroken met weinig dekking in tegenstelling tot industrieterrein 1 (AVRI Geldermalsen), waar veel groenstroken met bomen en struiken aanwezig zijn. Niet alleen was industrieterrein 2 landschappelijk minder aantrekkelijk voor kleine zoogdieren, de doelsoorten bruine rat en huismuis werden hier ook intensief bestreden. Er waren mogelijk dus niet alleen minder kleine zoogdieren aanwezig, maar de aanwezige dieren waren mogelijk voorzichtiger om lokdozen te betreden.

6.1.3

Risico's van lokdoos en voer op vergiftiging

Zowel het type lokdoos als het aangeboden lokvoedsel is van invloed op de betreding van lokdozen door doelsoorten en niet-doelsoorten en op het foerageren in de directe omgeving van de lokdozen. Geplet haver bleek verreweg de aantrekkelijkste voedselbron te zijn. Dit trok zowel de meeste doelsoorten als niet-doelsoorten aan. Vooral de bosmuis was een zeer frequente bezoeker van de lokdozen. Een bijkomend risico was dat met name bosmuizen de haver ook mee naar buiten namen en buiten de lokdoos consumeerden. Ook werd hierbij voedsel gemorst, waardoor dit beschikbaar kwam voor andere soorten. Ook de Sorkilblokken werden naar buiten geslept, waardoor dit een risicobron vormde voor andere soorten, die zelf niet de lokdozen betraden. Van den Brink (2014) noemt de bosmuis als mogelijke risicoroute waarlangs uilen en roofvogels rodenticiden kunnen binnen krijgen. Dit wordt bevestigd door het voorliggende onderzoek. Hij vond met name hoge gehalten aan anticoagulantia bevattende rodenticiden bij torenvalk en oehoe, terwijl bij steenuilen geen meetbare gehalten werden gevonden. Dit laatste is opmerkelijk, omdat de steenuil in vergelijking met de torenvalk vaak in een structuurrijkere omgeving foerageert, waar meer bosmuizen dan veldmuizen aanwezig zijn, terwijl de torenvalk vooral open grasland gebruikt om te foerageren, waar meer veldmuizen aanwezig zijn. De steenuil heeft echter een veel grotere prooikeuze dan de torenvalk, zodat hierdoor mogelijk de kans op opname van rodenticiden verkleind wordt.

Op basis van het waargenomen gedrag van de verschillende diersoorten is het mogelijk om een inschatting te maken van het risico op vergiftiging met rodenticiden voor doel- en niet-doelsoorten.

Hiervoor zijn alle gedragscategorieën in de zes gedragsklassen samengevoegd:

1. Er wordt in de lokdoos gegeten of er wordt lokvoer verslept;
2. De lokdoos wordt betreden;
3. Er wordt buiten de lokdoos gefoerageerd;
4. Een dier heeft belangstelling voor de lokdoos;
5. Op beeld geen belangstelling voor lokdoos
6. Geen waarneming

Categorie 1 levert een zeker risico voor een soort op, categorie 2 kan een mogelijk risico opleveren en categorie 3 een kans op risico. De categorieën 4-6 leveren geen risico op. In bijlage 4 worden de risico's samengevat. De bosmuis loopt bij alle lokdozen zeker risico, behalve als pindakaas als voer wordt gebruikt: waarnemingen van bosmuizen die eten of voer verslepen ontbreken. Mogelijk is pindakaas alleen direct te benutten en kan het niet verslept worden. De rattenlokdoos hard plastic levert voor meerdere soorten (bosmuis, rosse woelmuis en veldmuis) een zeker risico op als Sorkil blokken gebruikt worden en het aantal soorten dat zeker risico loopt neemt toe als in plaats van Sorkil blokken met geplette haver gewerkt wordt: bruine rat, huisspitsmuis, koolmees en vink consumeren dan ook van het aangeboden voedsel. In bijlage 4 zijn de kolom met rattenlokdoos hard plastic en de voedselproef met Sorkil blokken vergelijkbaar, omdat het type lokdoos en het aangeboden voedsel gelijk zijn. Toch worden duidelijke verschillen gevonden. Zo lopen rosse woelmuis en veldmuis zeker risico bij de lokdoosproef maar niet bij de voedselproef. Daarnaast lopen kat, koolmees en spitsmuissoorten wel risico bij de lokdoosproef maar niet bij de lokvoerproef. Omgekeerd geldt dat bij de lokvoerproef huismuizen wel een risico lopen maar bij de lokdoosproef niet worden waargenomen.

Dit laat zien dat lokdozen die op relatief korte afstanden van elkaar worden geplaatst door verschillende diersoorten kunnen worden bezocht. Van de doelsoorten zijn alleen bruine rat en huismuis waargenomen. De bruine rat is wel waargenomen bij de lokdozen met Sorkilblokken en hier wordt ook gefoerageerd, maar alleen als er geplet haver werd aangeboden werd de lokdoos ook betreden. Voor de bruine rat geldt dat er eerst gewenning moet optreden, voordat het aantal waarnemingen bij een lokdoos stijgt, zodat mogelijk de proef te kort van opzet is geweest om te onderzoeken of het type lokdoos ook van invloed is geweest. Wel is duidelijk dat geplet haver een aantrekkelijke voedselbron is. De huismuis is alleen waargenomen bij de lokvoerproef. Zowel bij geplet haver als voedselbron als bij de Sorkilblokken werd de lokdoos betreden, zodat de soort een risico loopt.

Bestrijding van muizen met muizenlokdozen mag alleen binnenhuis plaatsvinden en niet buiten het pand, zodat in principe bij de bestrijding van huismuizen de risico's voor andere soorten beperkt blijven tot andere soorten knaagdieren, zoals bosmuis, huisspitsmuis en veldmuis. Bij het gebruik van lokdozen om ratten te bestrijden dient rekening te worden gehouden dat niet alleen niet-doelsoorten als bosmuis, rosse woelmuis, huisspitsmuis en veldmuis een risico lopen op opname van rodenticiden, maar dat ook niet-doelsoorten als vogels een risico lopen. Dit zijn met name koolmees en vink, maar ook soorten als huismus, roodborst en winterkoning. Daarnaast lopen soorten als egel, ekster, fazant, heggenmus, kraai, merel, pimpelmees, waterhoen en wilde eend een mogelijk risico.

Uit de waarnemingen komt tevens naar voren dat landbouwhuisdieren als kat, kip en paard ook risico kunnen lopen. Al zal het risico voor het paard door zijn omvang beperkt zijn.

6.2 Mogelijke contaminatieroutes

6.2.1

Primaire vergiftiging

Op de hotspotlocaties waar ratten en huismuis worden bestreden, vinden we in situaties waar gif wordt gebruikt, dat bruine rat en huismuis anticoagulante rodenticiden bevatten. Bij de zwarte rat werd op de hotspot geen gif gebruikt, maar werden toch rodenticiden gevonden. Aangezien de ratten na het consumeren van giftig lokaas niet meteen doodgaan, vormen zij een risico voor predatoren door doorvergiftiging naar hogere voedselniveaus. De knaagdiereters en aaseters, vormen hier de risicogroep.

Bovendien is gezien in het cameravalonderzoek, dat met name een grote groep muizen en (huis)spitsmuizen en daarnaast ook vogels het risico lopen om vergiftigd lokaas binnen te krijgen. Zij betreden de lokdoos en kunnen daarmee gif opnemen. Wanneer los giftig graan in de lokdoos wordt gebruikt, wordt het risico vergroot door het naar buiten slepen van het graan door muizen. Dan lopen andere graaneters die zich rond de lokdoos ophouden risico. Van de huisspitsmuis is ook geconstateerd dat deze rodenticiden kan bevatten. Het aantal vogelsoorten dat rond de lokdozen is gezien, is aanzienlijk groter dan het aantal vogelsoorten dat de lokdoos daadwerkelijk betreedt.

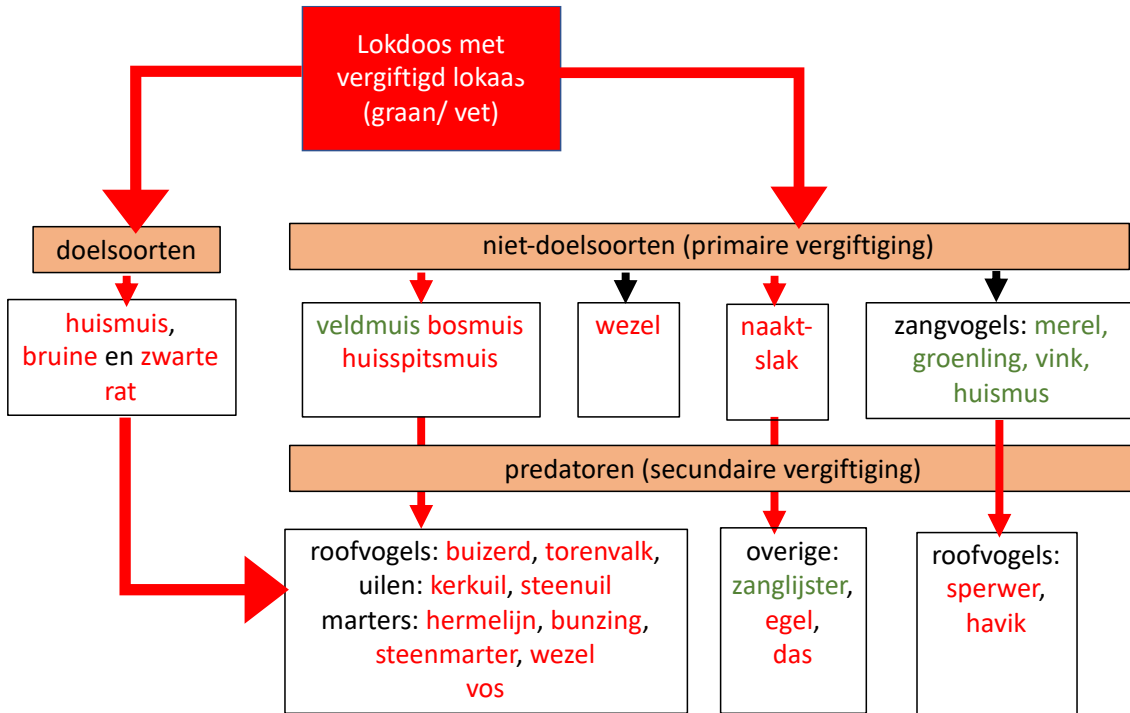
In de geanalyseerde monsters van lokaas etende vogels zijn weliswaar geen rodenticiden aangetroffen, maar we moeten ons realiseren dat de kans op het treffen van rodenticiden in de convenience monsters gering is. De homerange van deze soorten is relatief klein, waardoor de kans dat ze rodenticiden opdoen gering is.

Daarmee vormen de groep van lokaaseters, met name de (spits)muisachtigen en ratten, een belangrijke groep van soorten die een schakel zijn in de doorvergiftiging naar hogere voedselniveaus.

6.2.2

Secundaire (door)vergiftiging

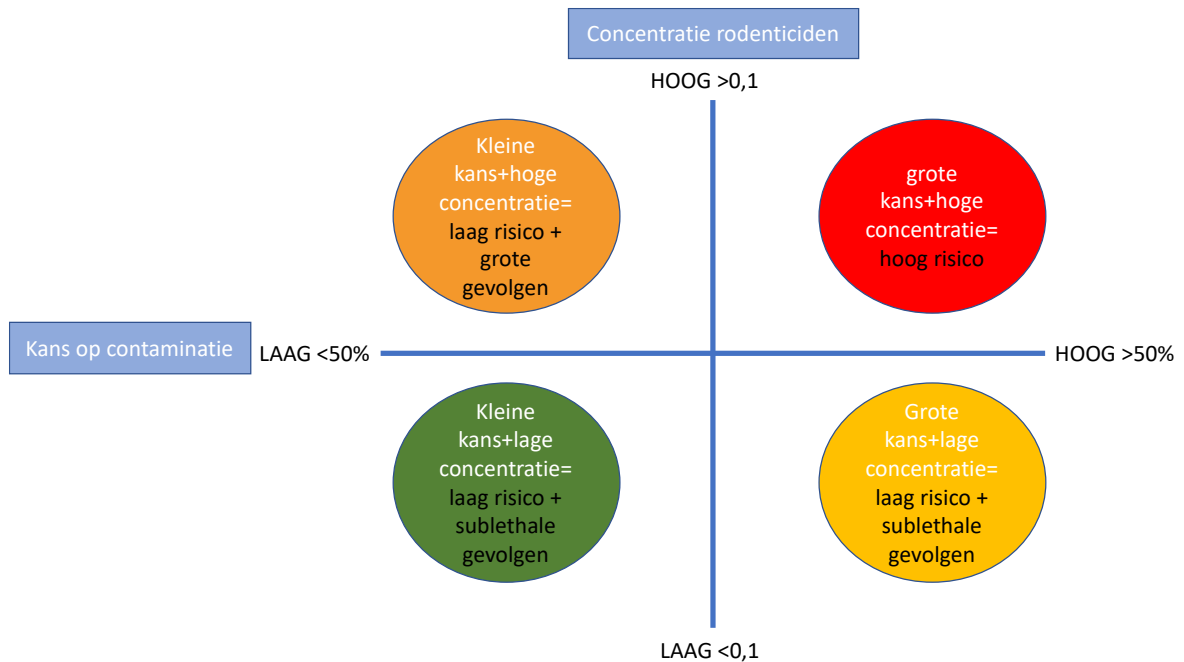
Bij alle soorten, behalve de zanglijster, hebben we doorvergiftiging kunnen vaststellen. Figuur 6.1 laat zien in welke soorten we rodenticiden hebben aangetroffen en hoe (door)vergiftiging kan plaatsvinden. Zowel bij knaagdiereters, vogeleters en slakkeneters/omnivoren (das) zijn anticoagulante rodenticiden aangetroffen. Daarmee is aangetoond dat doorvergiftiging van rodenticiden frequent voorkomt. Het percentage convenience monsters met rodenticiden (54%), met name van DWHC, kan niet als representatief voor de hele populatie worden beschouwd, omdat bij DWHC vooral monsters worden gebracht waarvan verdacht wordt dat deze door ziekten en dergelijke zijn veroorzaakt (zie ook 3.4). Uit de pathologie van de geanalyseerde monsters kan echter maar in een beperkt aantal gevallen een link met rodenticiden worden gelegd, alhoewel dat ook lastig is (zie 5.10). Dat betekent dat er maar een geringe selectiviteit voor rodenticiden lijkt te zijn in de monsters, waardoor het gevonden percentage monsters met rodenticiden wellicht niet representatief is, maar wel een indicatie geeft over de omvang van doorvergiftiging.



Figuur 6.1 Mogelijke contaminatieroutes voor rodenticiden. De soorten waarin rodenticiden zijn gevonden en de aangetoonde contaminatieroutes zijn in rood weergegeven. In groen de soorten waar geen rodenticiden in zijn gevonden.

6.3 Risico op vergiftiging met rodenticiden

Wat zijn de risico's op vergiftiging met rodenticiden voor de individuele soorten? Een combinatie van de kans op blootstelling en de hoeveelheid rodenticiden die wordt aangetroffen geeft een indicatie van het risico (figuur 6.2). Daarbij moet wel bedacht worden dat verschillende soorten verschillende gevoeligheid hebben voor rodenticiden.



Figuur 6.2 Risicobeoordeling op basis van kans op contaminatie met rodenticiden en gevonden concentratie van rodenticiden.

Er kan een indeling worden gemaakt in soorten of soortgroepen die een hoge of lage kans op contaminatie met rodenticiden hebben en als rodenticiden in een lage of hoge concentratie worden aangetoond. Op basis hiervan kunnen voor toekomstige monitoring ook indicatorsoorten worden geïdentificeerd.

- Wanneer een soort én een hoge kans op contaminatie heeft én deze heeft hoge leverresiduwaarden van rodenticiden, dan vormt dit de grootste risicogroep (figuur 6.2, rechts boven rood). Dit vormt ook de beste groep om soorten uit te monitoren op doorvergiftiging van rodenticiden.
- Omgekeerd, wanneer een soort én een lage kans op contaminatie heeft én lage leverresiduwaarden van rodenticiden heeft, dan loopt deze groep minder risico, maar zijn subletale effecten niet uit te sluiten (figuur 6.2, links onder groen).
- In de situatie dat een groep een kleinere kans op contaminatie met rodenticiden heeft, maar wel relatief hoge leverresiduwaarden van rodenticiden heeft, dan vormt dat een klein risico, maar wel met grotere gevolgen (figuur 6.2, links boven oranje).
- De laatste groep heeft een kans op contaminatie die hoog is, maar de leverresiduwaarden van rodenticiden zijn laag. Deze lopen een relatief hoog risico om rodenticiden binnen te krijgen waarbij subletale effecten niet zijn uit te sluiten (figuur 6.2, rechtsonder, geel).

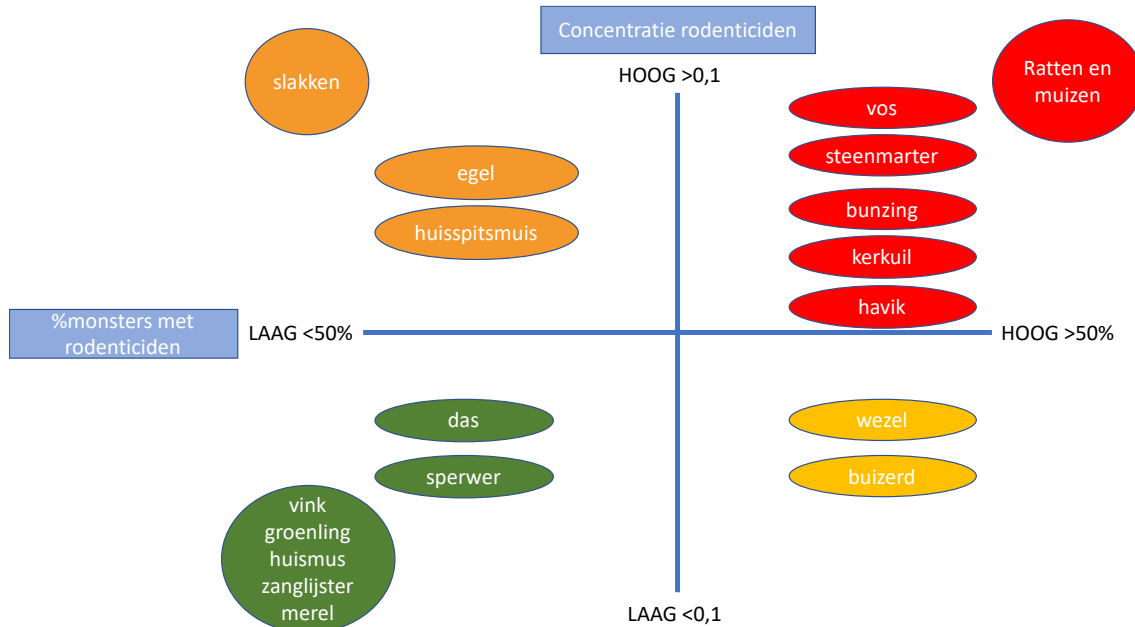
6.3.1

Risico individuele soorten

Voor individuele soorten kan op deze manier naar risico's worden gekeken (figuur 6.3 op de volgende pagina).

Het grootste risico lopen vos, steenmarter, bunzing, kerkuil en havik. Dit zijn met name knaagdiereters. De havik is hier opvallend, omdat dit toch vooral een voegeleter is, alhoewel zoogdieren (konijn, rat) wel op het menu staan. Misschien dat duiven, die we niet hebben onderzocht, een bron van rodenticiden kunnen zijn op plaatsen waar graan als lokaas wordt gebruikt. Echter, in het cameravalonderzoek zijn duiven niet waargenomen bij de lokdozen.

Soorten die lokaas kunnen eten, zoals vink, groenling, huismus en merel of slakken zoals de zanglijster, staan in figuur 6.3 in het kwadrant met een gering risico, omdat we geen rodenticiden hebben aangetroffen. Daarbij moet wel de aantekening worden gemaakt dat zij potentieel wel een risicogroep vormen – als ze van het lokaas eten hebben ze wel degelijk rodenticiden in hun lichaam - maar dat de kans daarop niet zo groot is.

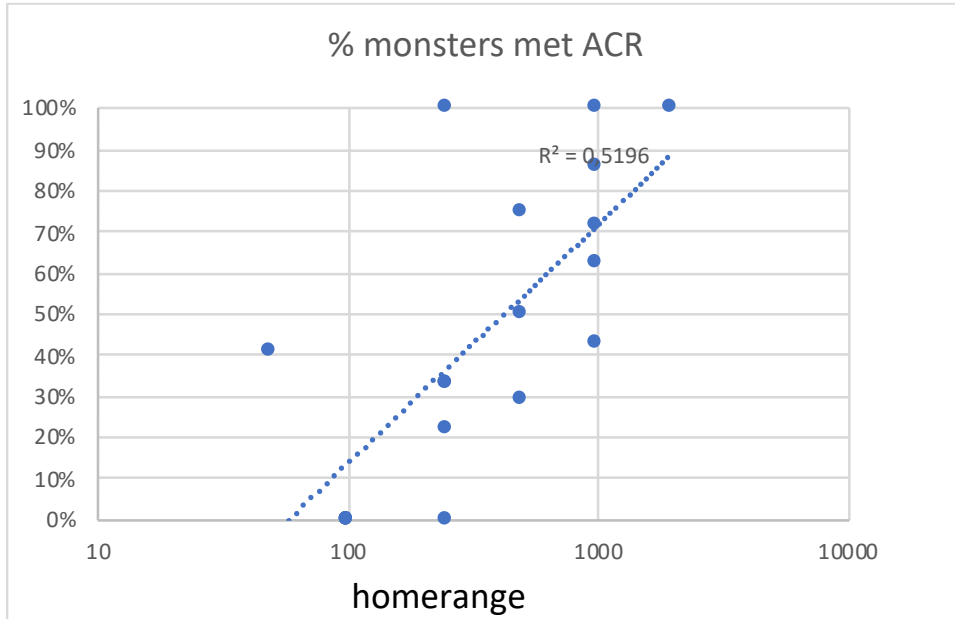


Figuur 6.3 Risicobeoordeling van soorten op basis van kans op contaminatie met rodenticiden en gevonden concentratie van rodenticiden. Soorten zijn opgenomen wanneer 5 of meer monster zijn geanalyseerd.

6.3.2 Homerange

De homerange van de soorten is ook van invloed op de kans op doorvergiftiging (zie tabel 3.3). Muizen hebben een kleine homerange en soorten die muizen eten moeten precies in dat gebied voedsel zoeken. Steenuilen, met ook een relatief kleine homerange (250 meter), lopen dus risico op de boerderij waar zij verblijven, wanneer daar muizen of ratten worden bestreden. Kerkuilen hebben alweer een grotere homerange (1.000 meter) en lopen daarmee een groter risico. Van vos en steenmarter, beide ook met een grote home range van 1.000 meter, bevat een hoog percentage van de monsters rodenticiden.

Er lijkt een relatie te bestaan tussen de homerange van een soort en het percentage monsters met rodenticiden (figuur 6.4 op de volgende pagina). Soorten met een grote homerange, die dus een groot gebied bestrijken, lijken en grotere kans te hebben rodenticiden binnen te krijgen.



Figuur 6.4 Relatie tussen de homerange (log waarde in meters, uit tabel 3.3) en percentage monsters dat anticoagulante rodenticiden (ACR) bevat.

6.4 Analyseresultaten: kritische opmerking

De concentratie rodenticiden die in de monsters wordt gemeten neemt mogelijk af met de tijd dat het monster in de vriezer zit en gedurende het twee keer ontdooien en weer opvriezen van een monster. Voor bromadiolone is dit aangetoond, waarbij een afname van de concentratie in menselijk bloed werd vastgesteld van 6-41% in 83-201 dagen. Hierin zat geen consistent patroon (Vindenes et al., 2008), hetgeen moeilijk maakt met deze factor rekening te houden. Deze monsters werden bij -20 graden C bewaard, die bij DWHC en RIVM bij -80 graden C. Bij deze lage temperatuur zullen de meeste onderzochte stoffen redelijk stabiel blijven en niet verdwijnen (mondelijke mededeling toxicoloog NFI).

In ieder geval betekent dit dat de concentraties die we vinden, en het aantal keren dat we een stof vinden, minimale schattingen zijn.

7

Conclusies en aanbevelingen

We geven genummerde hoofdconclusies weer die antwoord geven op de onderzoeksvragen. Daaronder treden we meer in detail om de hoofdconclusie verder te onderbouwen. We sluiten hierbij aan met aanbevelingen.

Hoofdconclusie

Doorvergiftiging van anticoagulante rodenticiden naar niet-doelsoorten vindt op een aanzienlijke schaal plaats.

Hoofdaanbevelingen

- Blootstelling van niet-doelsoorten aan rodenticiden is groot en het verdient aanbeveling de toepassing van anticoagulante rodenticiden verder te beperken om blootstelling van de niet-doelsoorten te voorkomen.
- We bevelen aan de ontwikkeling en toepassing van preventieve maatregelen bij de bestrijding van ratten en huismuis te versnellen.

1. Het cameravalonderzoek laat zien dat niet-doelsoorten, met name bosmuizen, veelvuldig potentieel worden blootgesteld aan rodenticiden.

- Met name bosmuizen (63% van de 2.149 waarnemingen) betreden veelvuldig lokdozen en worden blootgesteld aan rodenticiden. Daarnaast ook bruine rat (7%), veldmuizen (6%), rosse woelmuizen (6%) en spitsmuizen (4%). Vogels betreden relatief weinig de lokdozen (1%) en dit betreft: winterkoning, vink, koolmees, roodborst en huismus.
- Opvallend is dat verschillende vogelsoorten rond de lokdoos worden waargenomen (en die de lokdoos incidenteel betreden). De vink is hierbij veruit het meeste waargenomen (133 keer, 30% van de waarnemingen). Daarna werden koolmees (77x), roodborst (72x), merel (43x), huismus (29x), winterkoning (13x) en pimpelmees (12x) het meest waargenomen.
- Muizen slepen vaak lokaas uit de lokdozen naar buiten, waardoor dit beschikbaar komt voor andere soorten rond de lokdoos, die op deze manier met rodenticiden vergiftigd voedsel kunnen opnemen. Daarmee zijn zij een bron voor doorvergiftiging. Deze route is nog niet eerder in beeld gebracht.
- Opvallend is het grote aantal waarnemingen van niet-doelsoorten bij de categorie woonwijken en bij industrieel 1 vergeleken met agrarisch. Op alle locaties zijn veel grotere aantallen niet-doelsoorten dan doelsoorten waargenomen bij de lokdozen.

- Lokdozen die staan op plaatsen waar dierplaagbeheersers deze neerzetten (tegen muren van bebouwing) worden minder door niet-doelsoorten bezocht dan lokdozen langs kuilplaten en een paar meter van de bebouwing.

Aanbeveling 1

Onderzoek naar een vergrote selectiviteit en toegankelijkheid van lokdozen en lokaas om primaire vergiftiging van niet-doelsoorten te voorkomen is wenselijk.

2. In 54% van alle convenience monsters die zijn geanalyseerd zijn anticoagulante rodenticiden aangetroffen, met de hoogste concentraties in de knaagdiereters.

- In totaal zijn 10 verschillende rodenticiden aangetroffen in de levermonsters. Vier rodenticiden zijn frequent aangetroffen: bromadiolone (30% van de monsters met rodenticiden), brodifacoum (23%), difethialon (21%) en difenacoum (18%). Van diphacinone, flocoumafen, acenocoumarol, coumatetralyl en warfarin is alleen een spoor (onder de rapportagegrens) aangetroffen. Ten slotte is coumarin aangetroffen. Drie aangetroffen stoffen zijn niet (meer) in Nederland toegelaten: coumarin, acenocoumarol en warfarin.
- De concentraties verschillen sterk tussen organismen. De gemiddelde concentratie is veruit het hoogste voor de knaagdiereters (0,242/mg/kg), op afstand gevolgd door vogeleeters en slakkeneters en (0,070 respectievelijk 0,036 mg/kg). De omnivore das heeft gemiddeld de laagste concentratie (0,019 mg/kg).
- De steenmarter en vos bevatten gemiddeld de hoogste concentraties (boven de 0,5 mg/kg) wanneer alleen naar monsters met gif wordt gekeken. Andere marterachtigen scoren ook hoog als ze rodenticiden bevatten, namelijk de bunzing en wezel. Van de knaagdier etende vogels die rodenticiden bevatten scoren kerkuil, steenuil en torenvalk relatief hoog (tussen de 0,1 en 0,2 mg/kg).
- De relatie tussen de gemeten hoeveelheid rodenticiden in de lever en sterfte of subletale effecten op diergezondheid is nog onvoldoende vastgesteld voor de verschillende diersoorten. De aanwezigheid van uitgebreide bloedingen zonder aanwijzing voor trauma, en zonder aanwijzing voor een met bloedingen gerelateerd ziekte, is een sterke indicatie voor mogelijke rodenticiden vergiftiging. Op basis van deze criteria alleen worden de effecten in niet-doelsoorten hoogstwaarschijnlijk onderschat.
- In een aantal gevallen heeft de blootstelling vermoedelijk geleid tot sterfte van de niet-doelsoorten.
 - Op basis van bloedingen zonder duidelijk aanwijzing voor trauma of onderliggende ziekte bij de knaagdier etende soorten betreft dit een buizerd (1), kerkuil (1), bunzing (1) en das (2).
 - Op basis van de concentratie van de gevonden rodenticiden bij secundaire vergiftiging betreft dit 8 van de 90 monsters (9%).

Aanbeveling 2

Structureel onderzoek naar rodenticidenwaarden in pathologisch onderzochte wilde dieren met, zelfs subtiele, aanwijzingen voor verhoogd bloedingsneiging (casus) versus gevallen zonder (controle), brengt de relatie tussen leverresiduwaarden en (sub)letale effecten van rodenticide door (door)vergiftiging beter in beeld.

3. **Contaminatie vindt plaats via de drie mogelijke routes, namelijk via het direct eten van lokaas door niet-doelsoorten, via het eten van doelsoorten die rodenticiden bevatten en via doorvergiftiging door het eten van niet-doelsoorten die rodenticiden bevatten.**
- In alle doelsoorten - bruine en zwarte rat en huismuis - zijn rodenticiden gevonden. Alle doelsoorten kunnen daarmee een bron van verspreiding zijn van rodenticiden in de voedselketen.
 - Bij primaire vergiftiging via de lokaaseters uit de convenience monsters, bevat 3% van de monsters rodenticiden. Bij geen enkele van de onderzochte vogels - merel, vink, groenling en huismus - zijn rodenticiden geconstateerd. Bij de zoogdieren zijn bij de huisspitsmuis rodenticiden aangetroffen.
 - Aanvullend is bij de hotspotmonsters van de lokaaseters (bosmuis, naaktslakken) geconstateerd dat deze rodenticiden kunnen bevatten.
 - 54% van de monsters die onderzocht zijn vanwege mogelijke secundaire vergiftiging bevatten rodenticiden. Daarvan bevatten de knaagdiereters en vogeleters de meeste monsters met rodenticiden (69% resp. 67%), gevolgd door de omnivoor (das, 29%) en de slakkeneters (13%).
 - Van de knaagdiereters scoren steenmarter, steenuil, vos, bunzing, kerkuil en buizerd hoog met meer dan 60% van de monsters met rodenticiden. Wezel en hermelijn scoren lager, respectievelijk 22% en 33%. Van de vogeleters scoren havik (100%) en sperwer (43%) beiden hoog.
4. **Statistisch verschillen monsters uit agrarisch gebied niet van gezamenlijke monsters uit industriële, stedelijke en natuurgebieden in het percentage rodenticiden.**

Aanbeveling 3

Onderzoek naar en monitoring van specifieke voedselgroepen, zoals de risicogroep 'knaagdiereters' of soorten daaruit (buiserd, kerkuil, marterachtigen, vos), kan beter bepalen of

- 1) beleid effectief is en
- 2) soorten in bepaalde type gebieden (agrarisch, niet-agrarisch) extra risico lopen.

5. **De aanscherping van het beleid in 2017 met IPM-voorwaarden heeft in de afgelopen twee jaar vooralsnog niet geleid tot een verschil in blootstelling, want het percentage monsters met rodenticiden in de periode 2011-1 juli 2017 (45%) verschilt niet significant van het percentage in de periode 1 juli 2017-2019 (40%).**

Aanbeveling 4

Doorvergiftiging lijkt vooralsnog niet afgenomen door de toepassing van IPM, dat op 1 januari 2017 is ingegaan. Onderzoek naar de praktijk van de toepassing van IPM kan mogelijk meer duidelijkheid verschaffen. Ook de eventuele verandering van afzetcijfers over het gebruik van anticoagulante rodenticiden kan hier inzicht in geven.

Monitoring van het IPM-beleid aan de hand van indicatorsoorten is wenselijk.

Bronnen

- Bachmann, K.A. & Sullivan, T.J. (1983). Dispositional and pharmacodynamic characteristics of brodifacoum in warfarin-sensitive rats. *Pharmacology* **27**, 281-288.
- Baert, K., Berge, K. van den, 2016. Secundaire vergiftiging bij bunzing en steenmarter. Dierplagen informatie (2), 4-6.
- Barnett, S.A. & Spencer, M.M. (1953). Experiments on the food preferences of wild rats (*Rattus norvegicus* Berkenhout). *Journal of Hygiene* **51**: 16–34.
- Berny, P.J., Buronfosse, T., Buronfosse, F., Lamarque, F. & Lorgue, G. Field evidence of secondary poisoning of foxes (*Vulpes vulpes*) and buzzards (*Buteo buteo*) by bromadiolone, a 4-year survey. *Chemosphere*, **35**, 1817–1829.
- BIJ12 2017. Kennisdocument Buizerd *Buteo buteo*. Versie 1.0 Juli 2017. BIJ12, Utrecht. Kerkuil *Tyto alba*; Steenuil *Athene noctua*; Das *Meles meles*; Huismus *Passer domesticus*.
- Bijlsma R.G. 1993. Ecologische atlas van de Nederlandse roofvogels. Schuyt & Co.
- Bratt, H. (1987). Difenacoum: Elimination from tissues of rats following administration of a single oral dose. *Imperial Chemical Industries, Central Toxicology Laboratory (Report No. CTL/P/ 1592)*, Macclesfield, Surrey.
- Brink, N. van den (2014). Risico's van anticoagulantia rodenticides voor niet-doelsoorten en predatoren. Alterra-rapport 2589.
- Broekhuizen, S., Hoekstra, B., van Laar, V, Smeenk, C., Thissen, J.B.M., 1992. Atlas van de Nederlandse zoogdieren. Stichting Uitgeverij KNNV, Utrecht.
- Bullard, R. W., Holguin, G., Peterson, J. E., 1975. Determination of chlorophacinone and diphenadione residues in biological materials. *Journal of agricultural and food chemistry*, **23**(1), 72-74.
- Butler, S.E. (2010). The sub-lethal effects of Second Generation Anticoagulant Rodenticides on birds. PhD Thesis, University of Leicester.
- Canales, R. A., Wilson, A. M., Pearce-Walker, J. I., Verhougstraete, M. P., & Reynolds, K. A. (2018). Methods for handling left-censored data in quantitative microbial risk assessment. *Appl. Environ. Microbiol.*, **84**(20), e01203-18.
- Christensen, T.K., Lassen, P., Elmeros, M., 2012. High Exposure Rates of Anticoagulant Rodenticides in Predatory Bird Species in Intensively Managed Landscapes in Denmark. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* **63**, 437-444.
- Cox P. & Smith R.H. (1992). Rodenticide ecotoxicology: pre-lethal effects of anticoagulants on rat behaviour. In: Borreco JE, Marsh RE, editors. Proc. 15th Vert. Pest Conf. University of California, Davis, California, USA, 165–170.

Ctgb, Toelatingsbank, <https://toelatingen.ctgb.nl/nl/authorisations>

Dowding, C.V., R.F. Shore, A. Worgan, P.J. Baker, S. Harris, 2010. Accumulation of anticoagulant rodenticides in a non-target insectivore, the European hedgehog (*Erinaceus europaeus*). *Environmental Pollution* 158: 161–166.

Elliott, J. E., Hindmarch, S., Albert, C. A., Emery, J., Mineau, P., Maisonneuve, F., 2014. Exposure pathways of anticoagulant rodenticides to nontarget wildlife. *Environmental monitoring and Assessment*, 186(2), 895-906.

Elmeros, M., Christensen, T.K., Lassen, P., 2011. Concentrations of anticoagulant rodenticides in stoats *Mustela erminea* and weasels *Mustela nivalis* from Denmark. *Science of the Total Environment* 409, 2373-2378.

Erickson, W & Urban, D. (2004). Potential risk of nine rodenticides to birds and mammals: A comparative approach. Washington DC, United States Environmental Protection Agency: 192.

Giraudoux, P., Tremollières, C., Barbier, B., Defaut, R., Rieffel, D., Bernard, N., Lucota, E., Berny, P., 2006. Persistence of bromadiolone anticoagulant rodenticide in *Arvicola terrestris* populations after field control. *Environmental Research* 102, 291-298.

Gómez-Ramírez, P., Martínez-López, E., Navas, I., María-Mojica, P., García-Fernández, A. J., 2012. A modification of QuEChERS method to analyse anticoagulant rodenticides using small blood samples. *Revista de Toxicología*, 29(1).

Grolleau, G., Lorgue, G. & Nahas, K., (1989). Toxicité secondaire, en laboratoire, d'un rodenticide anticoagulant (bromadiolone) pour des prédateurs de rongeurs champêtres: buse variable (*Buteo boreo*) et hermine (*Mustale ermines*). *Bull OEPP/EPPPO*, **19**, 633-648.

Hernandez-Moreno, D., De La Casa-Resino, I., Lopez-Beceiro, A., Fidalgo, L. E., Soler, F., Perez-Lopez, M., 2013. Secondary poisoning of non-target animals in an Ornithological Zoo in Galicia (NW Spain) with anticoagulant rodenticides: a case report. *Vet Med*, 58(10), 553-9.

Hoare, J. M., Hare, K. M., 2006. The impact of brodifacoum on non-target wildlife: gaps in knowledge. *New Zealand Journal of Ecology*, 157-167.

Howald, G. R., Mineau, P., Elliott, J. E., Cheng, K. M., 1999. Brodifacoum poisoning of avian scavengers during rat control on a seabird colony. *Ecotoxicology*, 8(6), 431-447.

Huckle, K. R., Hutson, D. H., Warburton, P. A., 1988 (Abstract). Elimination and accumulation of the rodenticide flocoumafen in rats following repeated oral administration. *Xenobiotica*, 18(12), 1465-1479.

Huckle, K.R., Hutson, D.H., Logan, C.J., Morrison, B.J. & Warburton, P.A. (1989). The fate of the rodenticide flocoumafen in the rat: Retention and elimination of a single oral dose. *Pesticide Science*, **25**, 297-312.

Hughes, J., Sharp, E., Taylor, M.J., Melton, L., Hartley, G., 2013. Monitoring agricultural rodenticide use and secondary exposure of raptors in Scotland. *Ecotoxicology* 22, 974-984.

Jeeninga, J. 2019. Aantrekkelijkheid van lokdozen in de bestrijding van knaagdieren en het gevaar voor niet-doelsoorten: Het verschil in aantrekkelijkheid tussen vier typen lokdozen voor doelsoorten en niet-doelsoorten (Stageverslag). Toegepaste Biologie, HAS Hogeschool, 's-Hertogenbosch.

KPMB, 2016. Handboek beheersing van rattenpopulaties om gebouwen en voedselopslagplaatsen. Versie 2.0. Stichting Keurmerk Plaagdiermanagement Bedrijven.
<https://www.kpmb.nl/KPMB/media/KPMB/Documenten/IPM%20Rattenbeheersing/20160222-KPMB-Handboek-beheersing-rattenpopulaties-buiten-gebouwen-Versie-2-0.pdf>

Lange, R., P. Twisk, A. van Winden & A. van Diepenbeek 1994. Zoogdieren van West-Europa. Stichting Uitgeverij KNNV, VZZ i.s.m. Vereniging Natuurmonumenten

Leporati, M., Salomone, A., Golè, G., & Vincenti, M., 2016. Determination of Anticoagulant Rodenticides and α -Chloralose in Human Hair. Application to a Real Case. Journal of analytical toxicology, 40(4), 277-285.

Lechevin, J.C. & Poche R.M. (1988). Activity of LM 2219 (difethialone), a new anticoagulant rodenticide, in commensal rodents. Proc Vert Pest Conf, **13**, 59-63.

Meering, L.A., 2019. Aantrekkelijkheid van lokvoeren in de bestrijding van knaagdieren en het gevaar voor niet-doelsoorten. Studentrapport HAS-Hogeschool/Bureau Waardenburg, 's-Hertogenbosch/Culemborg.

Murray, M., 2018. Ante-mortem and post-mortem signs of anticoagulant rodenticide toxicosis in birds of prey. Chapter 5, p.109-134. In: Anticoagulant rodenticides and wildlife. Eds N.W. van den Brink, J.E. Elliot, R.F. Shore, B.A. Rattney. Emerging topics in Ecotoxicology – Principles, Approaches and Perspectives. Springer. ISSN 1868-1352. doi: 10.1007/978-3-319-64377-9.

Nakayama, S.M.M., Morita, A., Ikenaka, Y., Mizukawa, H. & Ishizuka, M. (2019). A review: poisoning by anticoagulant rodenticides in non-target animals globally. J. Vet. Med. Sci., **81**, 298-313.

Newton, I., Wyllie, I., Dale, L., 1997. Mortality causes in British barn owls (*Tyto alba*), based on 1,101 carcasses examined during 1963-1996. U S Forest Service General Technical Report NC 190, 299-307.

Parmar, G., Bratt, H., Moore, R. & Batten, P.L. (1987). Evidence for a common binding site in vivo for the retention of anticoagulants in rat liver. Human Toxicology, **6**, 431-432.

Rattner BA, Lazarus RS, Elliott JE, Shore RF, van den Brink N., 2014. [Adverse outcome pathway and risks of anticoagulant rodenticides to predatory wildlife](#). Environ Sci Technol. 48(15): 8433-45. doi: 10.1021/es501740n.

Sage M, Fourel I, Cœurduassier M, Barrat J, Berny P, Giraudoux P., 2010. [Determination of bromadiolone residues in fox faeces by LC/ESI-MS in relationship with toxicological data and clinical signs after repeated exposure](#). Environ Res. 2010 Oct;110(7):664-74. doi: 10.1016/j.envres.2010.07.009.

Sánchez-Barbudo, I.S., Camarero, P.R., Mateo, R., 2012. Primary and secondary poisoning by anticoagulant rodenticides of non-target animals in Spain. Science of the Total Environment 420, 280-288.

Schoelitz B., M. Brooks (2015). Bestrijding van knaagdieren buiten en risico's voor niet-doelsoorten. *Dierplagen*, 3, 4-8.

Seljetun, K. O., Eliassen, E., Karinen, R., Moe, L., & Vindenes, V., 2018. Quantitative method for analysis of six anticoagulant rodenticides in faeces, applied in a case with repeated samples from a dog. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 60(1), 3, 11p.

Shore, R.F., Birks, J.D.S., Afsar, A., Wienburg, C.L., Kitchener, A.C., 2003. Spatial and temporal analysis of second-generation anticoagulant rodenticide residues in polecats (*Mustela putorius*) from throughout their range in Britain, 1992-1999. *Environmental Pollution* 122, 183-193. Erratum in: *Environ Int.* 2012 Apr;40:256. [Environ Int. 2012 Apr;40:256.](#)

Sovon Vogelonderzoek Nederland 2002. Atlas van de Nederlandse broedvogels 1998-2000. Nederlandse Fauna 5. nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis, KNNV Uitgeverij & EIS-Nederland, Leiden.

Teixeira R.M. 1979. Atlas van de Nederlandse broedvogels. Natuurmonumenten, 's Graveland.

Thomas, P.J., Mineau, P., Shore, R.F., Champoux, L., Martin, P.A., Wilson, L.K., Fitzgerald, G. & Elliott, J.E. (2011). Second generation anticoagulant rodenticides in predatory birds: Probabilistic characterisation of toxic liver concentrations and implications for predatory bird populations in Canada. *Environment International* 37 (2011) 914–920.

Tosh, D.G., McDonald, R.A., Bearhop, S., Llewellyn, N.R., Fee, S., Sharp, E., Barnett, E.A., Shore, R.F., 2011. Does small mammal prey guild affect the exposure of predators to anticoagulant rodenticides? *Environmental Pollution* 159, 3106-3112.

Tosh, D.G., McDonald, R.A., Bearhop, S., Llewellyn, N.R., Montgomery, W.I., Shore, R.F., 2012. Rodenticide exposure in wood mouse and house mouse populations on farms and potential secondary risk to predators. *Ecotoxicology* 21, 1325-1332.

Twisk, P., van Diepenbeek, A. & Bekker, J.P. 2010. Veldgids "Europese zoogdieren". KNNV Uitgeverij, Zeist.

Van den Brink, N. 2014. Risico's van anticoagulantia rodenticides voor niet-doelsoorten en predatoren; Een scan van beschikbare kennis in Europa en analyses in roofvogels uit Nederland. *Alterra-rapport 2589*. Alterra Wageningen UR (University & Research Centre),

Van den Brink, N., Elliott, J.E., Shore, R.F., Rattner, B.A. (eds.), 2018. *Anticoagulant Rodenticides and Wildlife*. Springer Verlag.

Van Dijk A.J. & A. Boele 2011. Handleiding SOVON Broedvogelonderzoek. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.

Van Grinsven, N., Laurijsse, G. & Tuithof, J. 2014. Het gebruik van lokaaskisten door niet-doelsoorten: Het potentiële gevaar van ongediertebestrijding bij buitengebruik van lokaaskisten (Afstudeeropdracht). HAS Hogeschool, 's-Hertogenbosch.

Vindenes V, Karinen R, Hasvold I, Bernard JP, Mørland JG, Christophersen AS., 2008. [Bromadiolone poisoning: LC-MS method and pharmacokinetic data.](#) *J Forensic Sci.* 53(4): 993-6. doi: 10.1111/j.1556-4029.2008.00737.x.

Vyas, N. B, Rattner, B. A., 2012. Critique on the use of the standardized avian acute oral toxicity test for first generation anticoagulant rodenticides. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 18(5), 1069-1077.

Westra S.A. & R.S.M. Kuiters 2018. Beheerwijzer landschappelijke maatregelen voor kleine marterachtigen. Zoogdiervereniging.

Ylonen, H., Jacob, J., Davies, M. & Singleton, G.R. (2002) Predation risk and habitat selection of Australian house mice (*Mus domesticus*) during an incipient plague: desparate behaviour due to food depletion. *Oikos* 99: 284–289.

Zhu, L., Yan, H., Shen, B., Shi, Y., Shen, M., Xiang, P., 2013. Determination of bromadiolone and brodifacoum in human hair by liquid chromatography/tandem mass spectrometry and its application to poisoning cases. *Rapid Communications in Mass Spectrometry*, 27(4), 513-520.

Bijlagen

Bijlage 1 Aanpak cameravalonderzoek

B.1.1 Algemeen

Het bezoek van doel- en niet-doelsoorten aan de lokdozen werd vastgelegd met behulp van wildcamera's. Alvorens daadwerkelijk met het onderzoek te beginnen werd eerst in oktober 2018 een pilot op een voormalige camping in Culemborg gedaan, waarbij is geëxperimenteerd met de instellingen van de camera's, de hoogte van de camera, en de afstand tussen camera en de lokdoos. Tevens is uitgeprobeerd op welke wijze de pindakaas aangeboden kon worden. Op basis van de pilot is besloten om de camera's op ongeveer 5 cm boven de grond te plaatsen op 70 cm afstand van de lokdoos. De camera's maakten opnames van 10 seconden.

De pindakaas kon goed aangeboden worden in plastic kuipjes van de Action.

Bij de pilot bleek het ook noodzakelijk om bij de rattenlokdozen, die twee ingangen hebben, één ingang af te plakken, omdat bezoekende dieren anders ongezien de lokdoos konden betreden en weer verlaten. Bij de muizenlokdozen was het niet noodzakelijk om een opening af te plakken. Deze dozen zijn gangbaar en worden relatief veel toegepast door plaagdierbeheersers.

B.1.2 Opzet onderzoek

Het onderzoek werd uitgevoerd op drie typen onderzoeklocaties: twee boerenbedrijven, twee woonwijken en twee industrieterreinen, waarbij steeds één locatie zich op zandgrond bevond en één locatie op kleigrond (figuur 3.3). Het onderscheid naar grondsoort is gemaakt, omdat bosmuis weliswaar in het gehele land voorkomt maar in graslandgebieden op klei minder algemeen is dan op de zandgronden (literatuur in Broekhuizen et al. 1992).

In Gelderland (kleigrond) werden de volgende locaties onderzocht:

- woonblok bij de wijk Parijsch in Culemborg (woonblok 2);
- een melkveebedrijf in Buurmalsen (boerderij 2);
- Avri. een afvalverwerkingsbedrijf, in Geldermalsen (industrieterrein 1).

In Noord-Brabant (zandgrond) werden volgende locaties onderzocht:

- Fort Isabella in Vught (woonblok 1);
- een varkensfokbedrijf in Haaren (boerderij 1);
- de gemeentelijke milieustraat in Den Bosch (industrieterrein 2).

Het onderzoek naar het effect van het type lokdozen (vier typen) en van het type voer (drie type voer) werd parallel aan elkaar uitgevoerd, waarbij beide proeven gelijktijdig op een locatie werden ingezet. In totaal werden per locatie steeds 14 lokdozen opgesteld. De drie lokvoeren werden in duplo getest net als de vier typen lokdozen. Voorafgaand aan de werkelijke proef vond een gewenningsperiode van 3 nachten plaats. Voor het voeronderzoek werden op vrijdag zes hard plastic rattenlokdozen geplaatst, die elk één type voer bevatte; twee hadden gepeld haver, twee Sorkil monitorblokken⁶ en twee pindakaas. Er werd een vaste hoeveelheid van het lokvoer in de lokdozen gedaan (tabel B1.1). De vier typen lokdozen werden eveneens in duplo geplaatst, waarbij als lokvoer Sorkil monitorblokken werden gebruikt. Bij de rattenlokdozen werden 4 monitorblokken gebruikt en bij de muizenlokdozen twee blokken.

Tabel B.1.1 De toegepaste typen lokvoeren met hoeveelheid bij voedselproef, bijvul hoeveelheid en soort gebruik.

Type lokvoer	Hoeveelheid (gr)	Bijvullen (gr)	Gebruik
Gepeld haver	120	60	Particulier
Sorkil blokken	92	Indien nodig	Professioneel
Pindakaas	100	Indien nodig	Particulier

⁶ Sorkil monitoringsblokken bevatten geen gifstof, maar zijn identiek aan het lokaas dat later met rodenticiden wordt ingezet.

Bij de plaatsing van de lokdozen werd zoveel mogelijk rekening gehouden met de wijze van plaatsing bij professionele bestrijding. De dozen werden zo mogelijk geplaatst bij muren van gebouwen. Tevens werd rekening gehouden met de aanwezigheid van muizenholen, uitwerpselen, gebouwen en afval- en composthopen. Zo mogelijk werden de lokdozen in de buurt van deze locaties geplaatst. De locaties van de lokdozen werden steeds met een GPS vastgelegd.

Na drie nachten gewinning werden op maandag de restanten van het lokvoer verwijderd en vervangen door vers materiaal. Tevens werd bij iedere lokdoos een cameraval geplaatst. Op woensdag werd het lokvoer bijgevuld. Op vrijdag werden alle lokdozen en camera's verwijderd. De lokdozen werden op een nieuwe locatie geplaatst en van de cameravallen werden de geheugenkaarten uitgelezen en gewist. De planning per week staat in tabel B1.2 weergegeven en de planning van de verschillende locaties in tabel B1.3. De lokdozen hebben per locatie globaal een week voor de jaarwisseling gestaan en een week na de jaarwisseling. Voor de milieustraat te Den Bosch duurde het enige tijd voordat toestemming voor het uitvoeren van de proef werd verkregen. Hierdoor hebben beide proefweken na de jaarwisseling plaatsgevonden. Als indeling hebben we gehanteerd dat de eerste ronde globaal voor de jaarwisseling heeft plaatsgevonden en de tweede ronde na de jaarwisseling. Tabel B1.3 laat zien dat dit niet geheel correct is, omdat woonblok 2 in week 532 voor de 2^e keer is onderzocht en industrieterrein 2 voor de eerste keer in week 2.

Tabel B1.2 Weekplanning per locatie.

Dag	Activiteit
Vrijdag	Plaatsen lokdozen
Maandag	Lokvoer verversen en wildcamera's plaatsen
Woensdag	Lokvoer bijvullen
Vrijdag	Cameravallen + lokdozen weghalen; lokdozen op nieuwe locatie plaatsen

Tabel B1.3 Overzicht onderzoek per locatie.

jaar	week	woonblok 1	woonblok 2	boerderij 1	boerderij 2	industrie- terrein 1	industrie- terrein 2
2018	47						
	48						
	49						
	50						
	51						
	52						
2019	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
	6						

B1.3 Overig onderzoek

De vraag was of insectivore kleine zoogdieren, zoals spitsmuizen, gebruik van de lokdozen zouden maken. Om dit te controleren zijn op 4 locaties (woonblok 1, woonblok 2, boerderij 1 en boerderij 2) in week 7 tien keer twee life traps geplaatst om inzicht te krijgen in zoogdiersoorten, die mogelijk niet door de lokdozen zouden worden aangetrokken. In de life traps werd een handvol hooi gedaan om de dieren beschutting te bieden en als lokvoer een mengsel van appel, wortel, havermout en meelwormen gebruikt. Tabel B1.4 geeft de planning van het life trap onderzoek. De controle van de life traps na het scherp zetten vond zowel 's avonds als 's morgens plaats

Tabel B1.4 Planning van het life trap onderzoek.

Dag	Woonblok 2	Boerderij 2	Woonblok 1	Boerderij 1
Vrijdag	Plaatsen	Plaatsen		
Maandag	Scherp zetten	Scherp zetten	Plaatsen	Plaatsen
Dinsdag	controleren	controleren		
Woensdag	Controleren verwijderen	+ Controleren verwijderen	+ Scherp zetten	Scherp zetten
Donderdag			controleren	controleren
Vrijdag			Controleren verwijderen	+ Controleren verwijderen

Om te controleren of de gebruikte typen cameravallen mogelijk marterachtigen niet registreerden, zijn er in week 7 en 8 twee typen marterkisten met cameravallen op de pilotlocatie in Culemborg gebruikt waaronder een struikrover, waarmee marterachtigen effectief gemonitord kunnen worden. In de marterkisten bevond zich een wildcamera en buiten was ook een wildcamera geplaatst, zoals die ook gebruikt werd bij het lokdozen onderzoek. Na twee weken zijn de geheugenkaarten van de camera's uitgelezen. Als lokstof werd in de marterkisten een mengsel van visolie en water gebruikt en in de struikrover werd een blikje ansjovis in olijfolie geplaatst, waarbij in de bovenkant een klein gaatje was geboord.

B1.4 Verwerking gegevens

De camerabeelden zijn geanalyseerd, waarbij de waargenomen dieren zo goed mogelijk op naam zijn gebracht. Hierbij werd gebruik gemaakt van een muizendeterminatiekaart van STONE (Steenuil Overleg Nederland) en van Twisk et al. (2010). Het gedrag op de beelden werd in één van de elf onderscheiden categorieën ingedeeld (zie tabel B1.5). De gegevens werden opgeslagen in een database met daarin tevens locatie, weeknummer, datum en tijdstip.

Tabel B1.5 Onderscheiden gedragscategorieën op de camerabeelden.

Type gedrag	Omschrijving
1	Gaat lokdoos in / uit
2	Breekt in/uit lokdoos anders dan via de gebruikelijke ingangen
3	Lokvoer verslepen
4	Eten in lokdoos
5	Foerageren rond lokdoos
6	Tijdelijk verblijf in lokdoos
7	Probeert in te breken in lokdoos
8	Actief bezig met lokdoos
9	Op lokdoos zonder verdere interesse te vertonen
10	Loopt langs lokdoos zonder verdere interesse te tonen
11	Lokvoer eten buiten lokdoos

De genoteerde gedragingen van de waargenomen dieren zijn voor de data-analyse samengevoegd tot drie gedragsgroepen.

Gedragsgroep 0: wel interesse in de lokdoos: gedragscategorie 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8 en 11

Gedragsgroep 1: foerageren rond de lokdoos: gedragscategorie 5

Gedragsgroep 2: geen interesse voor lokdoos: gedragscategorie 9 en 10.

Wegens een teveel aan nullen was het niet mogelijk om soorten als respons variabele te gebruiken, zodat gebruik gemaakt is van een onderverdeling in twee groepen: doelsoorten (huismuis, bruine en zwarte rat) en niet doelsoorten (alle overige soorten). De data-analyse is uitgevoerd in SPSS Statistics, versie 24. De gegevens waren niet normaal verdeeld, zodat met een Poisson regressie getoetst is of er significante verschillen bestonden tussen het aantal waarnemingen van doelsoorten en niet-doelsoorten tussen de verschillende factoren. De

gebruikte factoren zijn bij het onderzoek naar verschillen tussen aangeboden voedselbronnen uit: type lokvoer, locatie, grondsoort (zand/klei) en periode. Daarnaast is nog een extra factor gemaakt, genaamd locatiegroep. De factor locatiegroep bestond uit drie deelgroepen: woonblok, boerderij en industrieterrein. Naast de factoren zijn ook interacties tussen type lokvoer en doelsoort (aanwezig/afwezig), locatiegroep en doelsoort en tussen grondsoort en doelsoort meegenomen. Met behulp van EM Means (pairways) bij significantie, is gekeken naar significante verschillen binnen de variaties van elke factor.

Bij de vergelijking van de lokdozen is in plaats van type lokvoer het type lokdoos als factor gehanteerd. Verder heeft de analyse op een vergelijkbare wijze plaatsgevonden.

Bijlage 2 Verdeling monsters over provincies

Tabel B2.1 Verdeling hotspot-monsters van doelsoorten over provincies. ACR=anticoagulante rodenticiden

Provincies	# monsters	# met ACR
Noord-Brabant	7	5
Noord-Holland	7	6
Utrecht	2	0
Flevoland	1	1
Totaal	17	12
		71%

Tabel B2.2 Verdeling hotspot-monsters van niet-doelsoorten over de provincies.

Provincies	# monsters	# met ACR
Flevoland	4	2
Noord-Brabant	1	1
Utrecht	1	0
Totaal	6	3
		50%

Tabel B2.3 Verdeling convenience monsters van niet-doelsoorten over de provincies.

Provincies	# monsters	# met ACR
Noord-Brabant	33	13
Gelderland	27	12
Zuid-Holland	9	5
Utrecht	22	8
Noord-Holland	12	5
Overijssel	8	4
Flevoland	7	4
Limburg	6	3
Drenthe	5	2
Groningen	5	1
Friesland	2	0
Zeeland	1	1
Totaal	137	58
		42%

Bijlage 3 Discussie cameravalonderzoek: type lokdoos en voer

Lokdozen

Bij voorkeur wordt bij het aanbieden van rodenticiden gebruik gemaakt van een type lokdoos dat aantrekkelijk is voor doelsoorten en juist niet voor niet-doelsoorten. In de praktijk bleek de hard plastic ratten lokdoos voor beide groepen het aantrekkelijkst. Indien deze doos gebruikt wordt, bestaat een groot risico dat ook niet-doelsoorten van het aangeboden voedsel gebruik maken. De zacht plastic ratten lokdoos is een weinig aantrekkelijk alternatief, omdat bij deze lokdoos geen bruine ratten zijn waargenomen. De muizenlokdozen zijn voor ratten te klein om te kunnen worden betreden. Opvallend was verder dat de bruine ratten wel bij de hard plastic rattenlokdoos en de hard plastic muizenlokdoos, beide met Sorkilblokken, wel er vlakbij foerageerden, maar er niet in gingen. Bij de muizenlokdozen zal dit ook fysiek gezien moeilijk zijn geweest.

Huismuizen zijn bij de proeven met de verschillende typen lokdozen niet waargenomen. Wel is de huismuis bij de voedselproef waargenomen bij de combinatie hard plastic rattenlokdoos met Sorkilblokken, zodat deze combinatie wel aantrekkelijk is voor de huismuis. Blijkbaar bestaan er verschillen in het gebiedsgebruik door huismuizen op één locatie. Bij de rosse woelmuis en de veldmuis werd geconstateerd dat beide soorten wel de beide typen ratten lokdozen betraden, maar niet de muizenlokdozen. Bij de rattenlokdozen moet dan ook rekening worden gehouden met vergiftiging van beide soorten en bij de muizenlokdozen is dit mogelijk niet het geval.

De bosmuizen betrad alle typen lokdozen en werd ook foeragerend in de dozen of slepend met voedsel vanuit de lokdozen waargenomen. Deze soort loopt een duidelijk risico op vergiftiging. Ook spitsmuizen betraden zowel de rattenlokdozen als de kartonnen muizenlokdoos en lopen daardoor een risico.

Afgezien van de zacht plastic rattenlokdoos werden alle typen lokdozen door vogels betreden: huismus, koolmees, vink en winterkoning. Onduidelijk is of hier ook gefoerageerd werd. In de directe omgeving van de lokdozen werd wel gefoerageerd. In combinatie met het slepen van voedsel door bosmuizen uit de lokdozen en het buiten de lokdoos opeten ontstaan hierdoor ook risico's voor andere zoogdier- en vogelsoorten. Bruine rat en werden wel direct naast de lokdozen foeragerend aangetroffen. Bij de hard plastic rattenlokdoos probeerde een kat de lokdoos binnen te gaan.

De volgende vogelsoorten werden foeragerend bij de lokdozen waargenomen: ekster, fazant, heggenmus, huismus, kip, koolmees, merel, pimpelmees, roodborst, vink, waterhoen, wilde eend en winterkoning. Zij kunnen in aanraking komen met het voedsel dat door de bosmuizen uit de lokdozen wordt verslept.

Voedsel

Bij het aanbieden van verschillende typen voedsel zijn grote verschillen in het aantal waarnemingen per type lokvoer gevonden. Gepeld haver levert twee keer meer waarnemingen op dan de twee andere lokvoeren. Opvallend was ook dat het niet alleen het aantal waarnemingen hoger was, maar ook dat het aandeel waarnemingen van doelsoorten (bruine rat en huismuis) met bijna 20% veel hoger was dan bij de andere lokvoeren (1-2%).

De mogelijke aantrekkelijkheid van gepeld haver is dat dit voedsel makkelijk te transporteren is. Zowel muizen als ratten hebben een voorkeur voor een beschutte plek om het voedsel te consumeren (resp. Ylonen et al. 2002 en Barnett & Spence 1953). Het verslepen van gepeld haver door bosmuizen en een enkele huisspitsmuis werd 61 keer vastgesteld. Hoewel de Sorkil blokken relatief zwaar zijn, werd 10 keer vastgesteld dat een bosmuis een blok mee naar buiten nam. Er werd geen transport van pindakaas waargenomen.

Bij de proef met lokvoeren werden regelmatig bruine ratten waargenomen. Opvallend was dat deze dieren zich erg terughoudend opstelden ten opzichte van de lokdozen. Het is bekend dat de bruine rat een lange gewenningsperiode nodig heeft. In figuur x.13 is het aantal waarnemingen per waarneemdag uitgezet tegen het aantal dagen dat de lokdoos aanwezig was. Het aantal ratten dat de lokdozen bezoekt ligt op dag 4 aanzienlijk

hoger dan op de voorgaande dagen. Bij een langere proefperiode hadden de ratten mogelijk meer de lokdozen bezocht en betreden.

Bijlage 4 Discussie cameravalonderzoek: risico's type lokdoos en voer

Inschatting van het risico op mogelijke opname van rodenticiden bij het gebruik van vier typen lokdozen en drie soorten lokvoer.

Soort	Rattenlokdoos		Muizenlokdoos		Lokvoer		
	hard plastic	zacht plastic	hard plastic	karton	Geplet haver	Sorkil blokken	Pindakaas
Boomklever	-						
Bosmuis	***	***	***	***	***	***	**
Bruine rat	*		*	?	***	?	?
Egel		*	*		-		
Ekster	*	-	*		*	-	*
Fazant				*	*		
Grote gele kwikstaart	?						
Heggenmus	*		*	-	*	-	*
Hond			?		?	-	-
Houtduif	-						
Huismuis					**	**	
Huismuis	*	*	*	**			
Huisspitsmuis					***		**
Kat	**	?	?	?	?	?	?
Kip	*	-	*	*	?	*	-
Konijn/Haas	-					-	
Koolmees	**	*	*	*	***	*	*
kraai		-			*		-
Merel	*		*	*	-		-
Onbekend			**	-	**	-	**
Onbekende Muis	***	**	**	***	***	**	***
Onbekende Vogel	-	*	*	*	-	-	-
Paard	*	?				*	
Pimpelmees	*		*				-
Roodborst	*	*	*	*	**	*	**
Rosse woelmuis	***	**	-	-	***		**
Spitsmuis	**	**	?	**	**	**	**
Spreeuw		-				-	
Veldmuis	***	**		-	***	?	**
Vink	*	*	*	**	***	*	**
Vos							-
Waterhoen		-	*	-			
Wilde eend	-	*	*				-
Winterkoning	**		**	**	**	**	**

Zeker risico:

lokvoer wordt gegeten of versleept

Risico:

**

lokdoos wordt betreden

Mogelijk risico:

*

er wordt bij de lokdoos gefoerageerd

? belangstelling voor lokdoos

- op beeld, geen belangstelling voor lokdoos
geen waarneming

CLM Onderzoek en Advies

Postadres

Postbus 62
4100 AB Culemborg

Bezoekadres

Gutenbergweg 1
4104 BA Culemborg

T 0345 470 700

www.clm.nl