



Pesticiden bij ringmussen in de Noordelijke Friese wouden bij Eastermar

Joost Lommen, Alice Blok, Roy Gommer en Adriaan
Guldemon (CLM)

In samenwerking met en in opdracht van Arend Timmerman
(Ringgroep Fûgel - en Natoerbeskermingswacht Eastermar)

Pesticiden bij ringmussen in de Noordelijke Friese wouden bij Eastermar

Abstract: Een pesticidenanalyse is uitgevoerd bij 8 nestjongen, 4 adulten en 36 niet uitgekomen eieren van ringmussen afkomstig uit Eastermar (Fr.). De monsters zijn geanalyseerd op 727 verschillende stoffen en glyfosaat. 15 stoffen zijn aangetroffen: DDT, DEET, anthrachinon, difenylamine, fenylfenol, fipronil, folpet, foxim, isocarbofos, MCPA, metoxuron, piperonyl butoxide, spirotetramat, tebuconazool en 2,4-D. Het betreffen o.a. gewasbeschermingsmiddelen (herbiciden, insecticiden, fungiciden), biociden en diergeneesmiddelen. Mogelijke contaminatieroutes zijn in beeld gebracht. Er zijn geen gegevens om op basis van gemeten stofconcentraties een uitspraak te doen over het eventuele effect op de overleving. Acute effecten zijn echter niet te verwachten, maar chronische effecten zijn niet uit te sluiten.

Auteurs: Joost Lommen, Alice Blok, Roy Gommer en Adriaan Guldemon (CLM)
In samenwerking met en in opdracht van Arend Timmerman (Ringgroep Fûgel - en Natoerbeskermingswacht Eastermar)

Foto voorkaft: Rob van de Rol

© CLM, publicatienummer 1084, augustus 2021

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	7
1.1 Pesticiden onderzoek	9
1.2 Doel onderzoek	9
1.3 Onderzoeksvragen en analyse	9
2 Methode	10
2.1 Beschikbare monsters	10
2.2 Analyse pesticiden	14
2.2.1 Voorbehandeling	14
2.2.2 Bepaling door GC-MSMS	14
2.2.3 Bepaling door LC-MSMS	14
2.2.4 Bepaling glyfosaat	15
3 Resultaten	16
3.1 Gevonden pesticiden	16
3.1.1 Pesticiden in nestjongen en adulten	17
3.1.2 Pesticiden in eieren	17
4 Analyse	19
4.1 Relatie aantal aangetroffen stoffen met andere factoren	19
4.1.1 Nestjongen/adulte ringmussen	19
4.1.2 Eieren	20
4.2 Eigenschappen gevonden stoffen en risico's voor ringmus	22
4.2.1 DDT (insecticide)	22
4.2.2 DEET (insecticide)	23
4.2.3 Antrachinon	24
4.2.4 Folpet (fungicide)	24
4.2.5 2,4-D (herbicide)	25
4.2.6 MCPA (herbicide)	26
4.2.7 Piperonylbutoxide	26
4.2.8 Overige gevonden stoffen	27
4.3 Resultaten vergeleken met ander onderzoek	28
4.3.1 Aantal stoffen	28
4.3.2 DDT	29
4.3.3 DEET	29
4.3.4 Antrachinon	30
4.3.5 Folpet (fungicide)	30
4.3.6 2,4-D en MCPA (herbicide)	31
4.3.7 Piperonylbutoxide	32
4.4 Mogelijke contaminatieroutes	32
4.4.1 Bodem	33
4.4.2 Oppervlaktewater	33
4.4.3 Voedsel: zaden en insecten	34
4.4.4 Nestmateriaal	35
4.4.5 Drift	36
4.4.6 Maternale doorgifte	36

5 Discussie	37
5.1 Monsterverzameling	37
5.2 Vergelijken concentraties andere CLM-studies slechts indicatief	37
5.3 Verschillen in stoffen tussen ei – nestjong - adult	38
6 Conclusies en aanbevelingen	39
6.1 Conclusies	39
6.2 Aanbevelingen	42
Referenties	43
Bijlage 1 Analysepakket pesticiden GC-MSMS en LC-MSMS	45

Samenvatting

De ringmus is een vogel van het buitengebied. In Nederland is het aantal broedparen met 73% afgenomen sinds 1990. Onderzoek van Timmerman en De Vries – projecthouder van deze studie - laat zien dat sinds 2015 in De Noordelijke Friese Wouden bij Eastermar (Fryslân) het aantal broedparen min of meer stabiel is. Landelijke cijfers suggereren een jaarlijkse overleving van 20-40% bij adulte ringmussen en een overleving van 5-15% bij jongen, wat erg weinig is. In Eastermar is in 2015-2020 een hoog aandeel van 15-30% niet-uitgekomen eieren vastgesteld. Dit is stof voor nader onderzoek.

Ringmusonderzoek Eastermar

Het onderzoeksgebied in De Noordelijke Friese Wouden bij Eastermar (ten noorden van Drachten) beslaat ongeveer 1.000 ha en is een agrarisch coulisselandschap. Er hangen circa 280 nestkasten, o.a. geschikt voor ringmussen. Tussen eind maart en begin augustus bevinden de ringmussen zich binnen een straal van maximaal één kilometer rond de nestplaats. Vanaf augustus tot in het voorjaar worden de meeste vogels teruggezien binnen 10 kilometer vanaf de geboorteplek.

Doel en onderzoeksvragen

Het doel van dit onderzoek is om meer inzicht te krijgen waarom onder ringmussen in de omgeving van Eastermar een relatief hoog percentage niet-uitgekomen eieren voorkomt en er een relatief hoog percentage sterfte optreedt onder nestjongen en adulten.

Onderzoeksvragen zijn:

1. Zijn adulte, nestjongen en eieren van de ringmussen blootgesteld aan pesticiden?
2. Aan welke stoffen zijn ze blootgesteld en om wat voor concentraties gaat het?
3. Wat zijn mogelijke contaminatieroutes van pesticiden?

Daarnaast zijn een aantal aanvullende indicatieve analyses gedaan naar afwijkende eikleur, legselnummer en afstand tot maisperceel in relatie tot het aantal aangetroffen stoffen. Ook is nagegaan of op basis van de stofconcentraties een effect op de overleving te verwachten is.

Onderzoeksmethode

Onderzoeksvraag 1 en 2 zijn beantwoord op basis van laboratoriumanalyses. Onderzoeksvraag 3 is beantwoord door zowel op stofniveau als generiek (zoals herbiciden, insecticiden) te kijken wat mogelijk bronnen en contaminatieroutes kunnen zijn.

In het totaal zijn 8 nestjongen, 4 adulten en 36 niet uitgekomen eieren geanalyseerd op 727 stoffen met gaschromatografie (GC-MSMS) en liquid chromatografie (LC-MSMS). Het gaat o.a. om pesticiden, biociden en diergeneesmiddelen en hun afbraakproducten. Van 5 nestjongen en 2 adulte ringmussen is de concentratie van glyfosaat en haar afbraakproducten bepaald. De monsters zijn, op één na (eieren aan elkaar geplakt), individueel geanalyseerd. Pesticiden breken af over tijd. Zodra de monsters zijn verzameld, zijn ze ingevroren om het afbraakproces te stoppen.

Resultaten labanalyses

In de 8 nestjongen, 4 adulten en 36 niet uitgekomen eieren van ringmussen zijn 15 stoffen aangetroffen: 5 insecticiden: DDT, fipronil, foxim, isocarbofos, spirotetramat; 3 herbiciden: MCPA, metoxuron, 2,4-D; 3 fungiciden: fenylfenol, folpet, tebuconazool; een insectenwerende stof: DEET; intermediair/vogelwerende stof: anthrachinon; plantengroeieregelaar: difenylamine; en een synergist (bij insecticide): piperonyl butoxide.

Nestjongen en adulte ringmussen

In de 8 nestjongen en 4 adulte ringmussen zijn 10 verschillende stoffen aangetroffen. In de nestjongen betrof het 3,3 stoffen per monster (maximaal 6 stoffen) en in de adulte ringmussen 3,0 (maximaal 4 stoffen). DEET is in 10 van de 12 monsters (83%) aangetoond. DDT (som) is in 9 van de 12 monsters (75%) gevonden met een maximale concentraties van 0,12 mg/kg vers gewicht (gem. 0,057 mg/kg). Verder zijn in de nestjongen en adulten aangetroffen: tebuconazol (5x), spirotetramat (4x), fenylfenol (4x), difenylamine (2x), fipronil (1x), folpet (1x), 2,4-D (1x) en MCPA (1x). In de 7 separaat geanalyseerde monsters op glyfosaat en haar afbraakproducten AMPA en glufosinaat-ammonium, zijn deze stoffen niet gevonden.

Eieren

In de 34 eieren zijn 8 verschillende stoffen aangetroffen, namelijk: som DDT (34x), DEET (5x), anthrachinon (5x), som folpet (4x), metoxuron (1x), piperonylbutoxide (2x), foxim (1x) en isocarbofos (1x).

DDT is in 100% van de eieren aangetroffen, bij DEET ligt dit percentage (15%) aanmerkelijk lager dan in de nestjongen/adulte ringmussen (83%). Het gemiddeld aantal stoffen per eimonster is 1,6 wat lager is dan in de nestjongen en adulten. Het maximaal aantal stoffen was 6. In alle eieren is DDT gevonden variërend tussen de 0,04 en 1,3 mg/kg. Naast DDT zijn de volgende stofconcentraties aangetroffen: DEET (5x, alle onder rapportagegrens), antrachinon (5x, gem. 0,026, \pm 0,019 mg/kg; hoogste concentratie 0,057 mg/kg), folpet (4x, gem. 0,030, \pm 0,039 mg/kg; hoogste concentratie 0,099 mg/kg.) en piperonylbutoxide (1x boven en 1x onder de rapportagegrens). Van metoxuron, foxim en isocarbofos lag de waarde onder de rapportagegrens.

Analyse

Eikleur, legselnummer en afstand maisperceel

Timmerman en De Vries hebben aanvullende informatie verzameld: de eikleur (afwijkend of normaal), legselnummer (1^{ste}, 2^{de}, 3^{de} broedsel) en afstand tot maisperceel. Uit een analyse komt naar voren dat er geen verband is tussen het aantal aangetroffen stoffen in ei, nestjong en adult met eikleur, legselnummer en afstand tot maisperceel.

Gevolgen op de overleving van de ringmus?

Deze vraag is lastig te beantwoorden, omdat er geen normen zijn voor (ring)mussen waarmee de gevonden concentraties vergeleken kunnen worden. De LD-50 waarden (getest op boomkwartel, Japanse kwartel of wilde eend) liggen ruim boven de gemeten stofconcentraties. De testsoorten verschillen taxonomisch van de ringmus en LD-50 waarden zijn daardoor niet zomaar te vergelijken. Toch is het waarschijnlijk, op basis van deze (indirecte) gegevens, dat geen acuut toxisch effect optreedt. Chronisch effecten vallen niet uit te sluiten. Hierbij wordt geen rekening gehouden met het gezamenlijke effect van meerdere stoffen (combitox).

DDT vermindert de eischaaldikte en vitaliteit van het embryo en kuiken. De hoogst gemeten concentratie in een ringmusei bedraagt 1,3 mg/kg. Op basis van de literatuur is een effect behorende bij deze concentratie niet waarschijnlijk, maar valt ook niet volledig uit te sluiten.

Mogelijke contaminatieroutes

De gevonden insecticiden, fungiciden, herbiciden, vogelwerendmiddel, plantengroeieregelaar en synergist zijn via verschillende contaminatieroutes in de ringmus gekomen. Deze stoffen worden als

biocide, diergeneesmiddel of gewasbeschermingsmiddel gebruikt in de landbouw, door particulieren en komen vrij bij bijvoorbeeld verbrandingsprocessen. Vijf van de 15 stoffen hebben al langere tijd geen toelating meer in Nederland: antrachinon (sinds 2009), DDT (sinds 1973), isocarbofos, fenylfenol en metoxur. Dit is zorgelijk. Van DDT is bekend dat de halfwaardetijd in de bodem circa 50 jaar kan bedragen.

De volgen routes komen in aanmerking: maternale doorgifte (via moeder naar ei en nestjong), voedsel (insecten, zaden naar nestjong en adult), nestmateriaal (naar nestjong) en drift (gewasbeschermingsmiddel dat verwaait tijdens een bespuiting, naar voedsel voor nestjong en adult). Tijdens het nemen van een bad (zand of water) komen adulten mogelijk ook in contact. Ringmussen drinken nauwelijks uit oppervlaktewater (wat deze route onwaarschijnlijk maakt), maar vooral dauw/ druppels op planten. Directe blootstelling tijdens bespuitingen is ook onwaarschijnlijk.

Aanbevelingen

- Herhalen van de studie in regio's waar de ringmussen afnemen en in ander type gebieden (bijv. akkerbouwgebieden) en de uitkomsten vergelijken met deze studie.
- Inventariseren van mogelijke bronnen van stoffen in een gebied, zowel het huidige als historische gebruik, in de landbouw, particulier gebruik en de industrie.
- Om ruimtelijke verbanden/contaminatieroutes te kunnen zien is een ruimtelijke analyse aan te raden.
- Het analyseren van levers en vetweefsel van ringmussen is ook aan te raden, omdat stoffen zich hierin concentreren, waardoor de kans op het vinden van stoffen wordt vergroot.
- De ringmus leent zich als regionale indicatorsoort voor pesticidenbelasting. Het is een standvogel met, zeker in het broedseizoen, een klein leefgebied. In de winter zijn er ook relatief gezien maar kleine verplaatsingen. Daarom is de pesticidenbelasting bij ringmussen een indicatie van lokaal middelengebruik en vervuiling.
- Het is aan te raden om de bewustwording te vergroten bij zowel particulieren als professionele gebruikers van gewasbeschermingsmiddelen, diergeneesmiddelen en biociden over mogelijk negatieve impact op vogels en andere organismen. In veel gevallen zijn er chemievrije alternatieven.

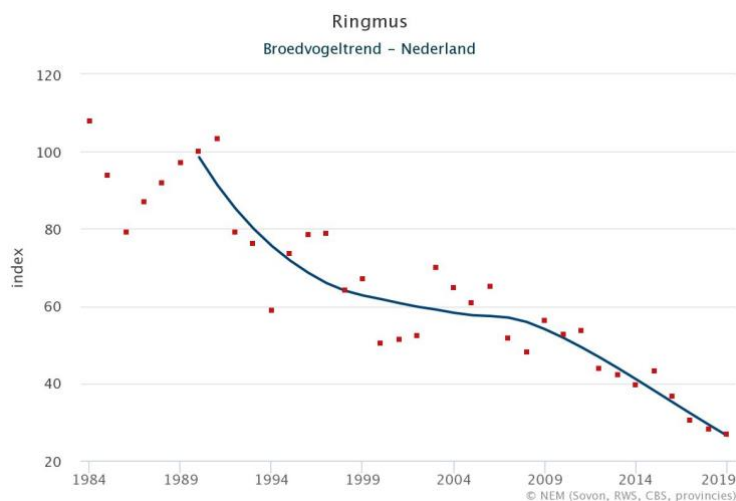
1

Inleiding

In de gematigde klimaatzone van Eurazië komt de ringmus (*Passer montanus*) wijdverspreid voor van West-Europa tot in Japan en Indonesië. Ze broeden in holtes in open tot bebost terrein, vaak nabij landbouwgebieden of woningen. Nederlandse ringmussen overwinteren in eigen land of op korte afstand. Volwassen ringmussen eten vooral zaden en voeren hun jongen voornamelijk insecten. De ringmus is net wat kleiner dan de huismus en is te herkennen aan een kastanjebruine kruin met smalle witte halsring en zwarte wangvlek (Sovon, 2018).

Aantalsontwikkeling en analyse mogelijke oorzaak afname

De Europese populatie is vanaf 1980 ruim gehalveerd (van Manen, 2020). De Vogelatlas van Nederland (Sovon, 2018) laat een sterke afname (2013-2015 versus 1998-2000) zien ten zuiden van de lijn Rotterdam-Enschede. In de noordelijke provincies zijn wisselende toe- en afnames zichtbaar in aantallen broedvogels. Landelijk is er een achteruitgang van het aantal broedparen van 73% sinds 1990 (figuur 1). De Vogelatlas analyseert het verloop als volgt: "De landelijke afname lijkt in eerste instantie niet een gevolg van slechtere broedprestaties. Het broedsucces oogt redelijk stabiel en met een aandeel van 80% aan succesvolle nesten en gemiddeld 4 uitvliegende jongen per succesvol nest, is dit broedsucces voldoende hoog (Boele *et al.*, 2017). Ringmussen hebben echter verschillende broedsels per seizoen nodig om voldoende nageslacht te produceren en daar zou een probleem kunnen zitten (Both *et al.*, 2002). Het hoge aandeel niet-uitkomende eieren in 2015-2020 (15-30%) in een onderzoeksgebied in noordoost Friesland (Timmerman en de Vries, 2016) stemt eveneens tot nadenken. Landelijke cijfers gebaseerd op vangsten bij vaste ringopstellingen (CES), suggereren een jaarlijkse overleving van 20-40% bij adulte vogels en een jongen-overleving van 5-15% wat erg weinig is (Boele *et al.*, 2017)".



Figuur 1. Broedvogeltrend van ringmus (Sovon – ringmus, 2021).

Situatie in de omgeving van Eastermar

In Friesland broeden ringmussen rond Eastermar, gelegen ten noorden van Drachten, in het agrarische coulisselandschap. Het onderzoeksgebied is ongeveer 1000ha groot en hierbinnen hangen op verschillende plaatsen nestkasten. Onderzoek van Timmerman en de Vries sinds 2015 (in prep.) laat zien dat het aantal broedparen bij Eastermar min of meer stabiel is en schommelt tussen de 48 en 58 paar in de periode 2015-2020. De ringmussen zijn vooral standvogels waarvan mogelijk maar een klein deel uitzwermt naar de (verre) omgeving en daar de winter doorbrengt. De broedvogels in deze omgeving leven tussen eind maart en begin augustus binnen een straal van maximaal één kilometer rond de nestplaats. Vanaf augustus tot in het voorjaar worden de meeste vogels teruggezien binnen 10 kilometer vanaf de geboorteplaats. Van in Nederland broedende ringmussen is bekend dat een klein deel in de winter wegtrekt naar Noord-Frankrijk. Er zijn er geen aanwijzingen dat de ringmussen uit Eastermar overwinteren in Noord-Frankrijk. (Timmerman in prep.). De ringmussen die in Eastermar gevolgd worden, kunnen gebruik maken van circa 280 nestkasten. Jaarlijks is ongeveer driekwart bezet, ook door kool- en pimpelmezen en gekraagde roodstaarten.

De nestkasten met broedsels van de ringmussen worden tussen 1 april en 15 augustus om de maximaal 10 dagen of eventueel vaker, gecontroleerd, ook om de jongen te kunnen (kleur)ringen. Jonge ringmussen worden tussen de 7de en 11de dag geringd. Op dat moment worden de eieren verzameld die niet zijn uitgekomen. Ringmussen zijn in het begin van het leggen van de eieren en het begin van het broeden verstoringsgevoelig dan erna. De genoemde controles zijn effectief om de broedsels ongestoord te kunnen volgen.

Eerste bevinding: veel niet-uitgekomen eieren

Voor 2015 was reeds opgevallen dat er meer frequent niet uitgekomen eieren in de broedsels van ringmussen voorkwamen dan bij de andere nestkastbewoners. Deze aantallen zijn voor 2015 echter niet bijgehouden (mededeling. G. de Vries). In het eerste jaar van het ringmussenproject (2015) bleek in Eastermar dat ruim 30% van alle gelegde eieren (n=482 in 94 broedsels) niet waren uitgekomen. Dit hoge aandeel stemt tot nadenken. Om de oorzaak te achterhalen hebben Timmerman en De Vries in eerste instantie in 2016 niet-uitgekomen eieren geopend om eventuele gestorven embryo's te vinden. In 2016 bleken er minder zogenaamde "dode eieren" te zijn, maar met een percentage van ruim 21% van alle gelegde eieren (n=473 in 93 broedsels) nog steeds wel aan de hoge kant. De meeste van deze niet-uitgekomen eieren leken niet bevrucht. Er was met het blote oog geen embryo te zien. Soms werden dode embryo's van maximaal enkele dagen oud aangetroffen. In het volgende broedseizoen (2017) werd een deel van de niet-uitgekomen eieren samen met A. van den Burg (Biosphere Science Productions) onderzocht. Hoewel het een beperkte steekproef betrof (n= 35 eieren), was de conclusie dat de eieren waarschijnlijk wel bevrucht waren, maar niet tot een embryo hadden geleid of tot een embryo dat zich maar kort had kunnen ontwikkelen in het ei. In het broedseizoen van 2018 werden vrijwel alle verzamelde dode eieren (n=104) onderzocht, evenals in 2019 (n=82). Al deze eieren gaven hetzelfde beeld als in 2017. Omdat het merendeel van de eieren geen spoor van een embryo lieten zien, zijn in 2020 ook (n=56 niet uitgekomen eieren onderzocht met de Gezondheidsdienst voor dieren (GD) op het voorkomen van bacteriën om ook dat spoor te verkennen (van Engelen *et al.* in prep.). De voorlopige conclusie was dat er schadelijke bacteriën in de eieren in een vroeg stadium van vorming voorkomen. Een verband met het hoge percentage dode eieren in 2020 kon aangetoond worden maar wat de oorzaken daarvan waren (nog) niet.

Ook zijn twee monsters (1 adult en 1 nestjong) uit 2019 onderzocht op de aanwezigheid van pesticiden. Deze resultaten waren ook mede aanleiding voor dit onderzoek. De resultaten van deze twee monsters waren nog niet gepubliceerd en zijn daarom meegenomen in deze rapportage.

1.1

Pesticiden onderzoek

Timmerman en de Vries (Ringgroep) willen graag de oorzaken van het hoge percentage niet-uitgekomen eieren oplossen en of dit wellicht samenhangt met pesticiden in de eieren. Het is bekend uit andere studies aan (zang)vogels dat pesticiden daarbij een (voornamelijk) rol kunnen spelen. Andere belangrijke factoren zijn voedselaanbod en weeromstandigheden. Sterfte van jonge ringmus (insecteneter) en broedende adulte ringmussen op het nest komt ook in Eastermar meer voor dan bij koolmees, pimpelmees en gekraagde roodstaart in Eastermar (mondelingen mededeling, A. Timmerman). De nestjongsterfte bedroeg in de periode 2015 t/m 2020 voor alle jaarlijkse broedsels tezamen meestal 5 tot maximaal 12% met uitschieters naar 17 en 22%.

Dit onderzoek van het Ringmussenproject bij Eastermar werd gefinancierd door de Provincie Fryslân (hoofdsponsor), de Stichting Doctor van der Brug-Schönfeldfonds, de Fryske Feriening foar Fjildbiology, alle te Leeuwarden, en een aantal particuliere donateurs.

1.2

Doel onderzoek

Het doel is om meer inzicht te krijgen waarom onder ringmussen in de omgeving van Eastermar (Fryslân) een relatief hoog percentage niet-uitkomende eieren voorkomt en een relatief hoge sterfte optreedt onder nestjongen en adulten.

1.3

Onderzoeksvragen en analyse

Onderzoeksvragen zijn:

1. Zijn adulte, nestjongen en eieren van de ringmussen blootgesteld aan pesticiden?
2. Aan welke stoffen zijn ze blootgesteld en om wat voor concentraties gaat het?
3. Wat zijn mogelijke contaminatieroutes van pesticiden?

De eerste twee vragen worden beantwoord op basis van laboratoriumanalyses van eieren, nestjongen en adulte ringmussen. Met informatie uit de literatuur is, voor zover mogelijk, nagegaan wat de mogelijke gevolgen van de aangetroffen stoffen op de mortaliteit zijn. Daarnaast is de derde vraag beantwoord door na te gaan hoe de gevonden stoffen mogelijk in de eieren of vogels terecht zijn gekomen.

Voorts waren sommige eieren afwijkend van kleur, bijvoorbeeld bleek in plaats van bruin. We hebben de gevonden pesticiden en hun concentraties vergeleken tussen normaal gekleurde en afwijkend gekleurde eieren. Datzelfde gebeurde met de afstand van de nestkast tot maispercelen (gebruik pesticiden).

2

Methode

2.1

Beschikbare monsters

Monsterverzameling en selectie

Gedurende het broedseizoen van 2020 zijn monsters verzameld van zowel dode eieren, dode nestjongen als dode adulten.

Twaalf dode ringmussen, bestaande uit 8 nestjongen en 4 adulten (tabel 2.1). De ringmussen die door een ‘onnatuurlijke dood’ zijn gestorven, zoals verkeers- en raamslachtoffer. In 2019 zijn er ook twee ringmussen (1 adult, 1 nestjong) geanalyseerd. Deze monsters (41 en 42) zijn meegenomen in deze rapportage.

Vierendertig eieren zijn geanalyseerd (tabel 2.2). Uit ieder nest is één ei gekozen en uit 4 nesten zijn ieder twee eieren geselecteerd die met een a en b achter het monsternummer zijn aangegeven. Van de 34 geanalyseerde eieren betrof het 28 niet-uitgekomen eieren. De resterende 6 eieren komen uit nesten die zijn verlaten wegens verstoring of predatie van de oudervogel. Onder de 34 eieren zijn 13 bleke eieren met een afwijkende kleur en/of vlekken geanalyseerd.

Tabel 2.1: Informatie over de geanalyseerde nestjongen en adulte ringmusmonsters met monsternummer, kastnummer, monsterdatum en locatie waar ze gevonden zijn, leeftijd (kj = kalenderjaar), broedselnummer en afstand tot maïspcelen. Monsters zijn geanalyseerd volgens het brede pesticidenpakket. Monsters met een asterisk (*) zijn ook doorgemeten op glyfosaat en haar afbraakproducten.

Monster nr.	Kast nr.	Datum monstername	Locatie	Leeftijd	Broedsel nr.	Afstand (m) tot maïspcelen
1*	143	20-05-2020	Laantje sportvelden	Nestjong	1e	> 250
2	223	13-05-2020	Heidbuurtweg	Adult (2 ^{de} kj, vrouw)	1e	50
3*	160	12-05-2020	Zwarteweg	Nestjong	1e	200
4	20	21-06-2020	Seadwei	Nestjong	2e	250
5*	140	04-07-2020	Laantje sportvelden	Nestjong	3e	> 250
6	33	17-07-2020	Seadwei	Nestjong	3e	25
7*	137	17-07-2020	Torenlaan	Nestjong	3e	150
8*	162	13-07-2020	Zwarteweg	Nestjong	3e	200
9*	133	21-05-2020	Torenlaan	Adult (4 ^{de} kj, man)	n.v.t.	150
10*	1	09-06-2020	Torenlaan	Adult, (2 ^{de} kj, vrouw)	o.b.	> 250
41	278	19-04-2019	Robyntsjewei	Nestjong	1e	250
42	176	15-04-2019	Zwarteweg	Adult	1e	25

Tabel 2.2: Informatie over de geanalyseerde eieren van de ringmussen met monsternummer, kastnummer, de monsterdatum en locatie waar ze gevonden zijn. Daarnaast broedselnummer, de eikleur, afstand tot maïspcelen en de status waarin ze gevonden zijn (verlaten door ouders (mogelijk door verstoring of predatie) of niet-uitgekomen eieren).

Monster nr.	Kast nr.	Datum monstername	Locatie	Broedsel nr.	Ei-kleur	Status gevonden	Afstand (m) tot maïspcelen
11	121	11-05-2020	Begraafplaats	1 ^e	Normaal	Niet-uitgekomen	> 250
12	122	16-06-2020	Torenlaan	2 ^e	Normaal	Niet-uitgekomen (paar van 121 ¹)	> 250
13	141	11-05-2020	Achterweg	1 ^e	Normaal	Niet-uitgekomen	> 250
14	300	07-05-2020	Heechsân	1 ^e	Normaal	Niet-uitgekomen	> 250
15	300	08-06-2020	Heechsân	2 ^e	Normaal	Niet-uitgekomen	> 250
16	32	13-07-2020	Seadwei	3 ^e	Normaal	Niet-uitgekomen	25
17	33	18-06-2020	Seadwei	2 ^e	Normaal	Niet-uitgekomen	25
18	34	22-06-2020	Seadwei	2 ^e	Normaal	Niet-uitgekomen	25
19	150	04-07-2020	Malewei	3 ^e	Normaal	Niet-uitgekomen	25

¹ Het (gekleurde) paartje van kast 121 (1^{ste} broedsel) wisselde naar kast 122 (2^{de} broedsel).

20	223	15-06-2020	Heidbuurtweg	2 ^e	Normaal	Niet-uitgekomen	50
21	24	15-05-2020	Seadwei	1 ^e	Normaal	Niet-uitgekomen	150
22a	133	18-06-2020	Torenlaan	2 ^e	Normaal	Niet-uitgekomen	150
22b	133	18-06-2020	Torenlaan	2 ^e	Normaal	Niet-uitgekomen	150
23	133	20-07-2020	Torenlaan	3 ^e	Normaal	Niet-uitgekomen	150
24a	175	25-05-2020	Zwarteweg	1 ^e	Normaal	Niet-uitgekomen	150
24b	175	12-05-2020	Zwarteweg	1 ^e	Normaal	Niet-uitgekomen	150
25a	231	20-05-2020	Heidbuurt	1 ^e	Normaal	Niet-uitgekomen	> 250
25b	231	20-05-2020	Heidbuurt	1 ^e	Normaal	Niet-uitgekomen	> 250
26	279	18-06-2020	Robyntsjewei	2 ^e	Normaal	Verlaten broedsel	> 250
27	167	11-06-2020	Zwarte weg	2 ^e	Normaal	Verlaten broedsel	25
28	223	13-05-2020	Heidbuurtweg	1 ^e	Normaal	Verlaten broedsel	50
29	235	13-05-2020	Heidbuurtweg	1 ^e	Normaal	Ouder dood op eieren	> 250
30	300	07-05-2020	Heechsân	1 ^e	Bleek	Niet-uitgekomen	> 250
31	122	16-06-2020	Torenlaan	2 ^e	Iets bleek	Niet-uitgekomen	> 250
32	226a	13-05-2020	Heidbuurtweg	1 ^e	Iets bleek	Niet-uitgekomen	50
33	303	13-07-2020	Heechsân	3 ^e	Bleek	Niet-uitgekomen	> 250
34a	34	22-06-2020	Seadwei	2 ^e	Iets bleek/gevlekt	Niet-uitgekomen	25
34b	34	22-06-2020	Seadwei	2 ^e	Iets bleek/gevlekt	Niet-uitgekomen	25
35	150	04-07-2020	Malewei	3 ^e	Bleek	Niet-uitgekomen	25
36	225	04-07-2020	Heidbuurtweg	3 ^e	Bont bleek	Niet-uitgekomen	50
37	176	14-05-2020	Zwarteweg	1 ^e	Iets bleek	Niet-uitgekomen	150
38	231	20-05-2020	Heidbuurt	1 ^e	Iets bleek	Niet-uitgekomen	> 250
39	279	18-06-2020	Robyntsjewei	2 ^e	Iets bleek	Verlaten broedsel	> 250
40	118	11-05-2020	Seadwei	1 ^e	Bleek	Waarschijnlijk verlaten	25

Locaties

De monsters zijn afkomstig uit het Woudenlandschap bij Eastermar, gemeente Tietjerksteradeel, in Friesland. De locaties van de nestjongen en adulten staan in tabel 2.1 en voor de eieren in tabel 2.2.

Op een topografische kaart zijn de locaties aangegeven van de monsters (figuur 2.1). Het betreft een agrarisch coulisselandschap met vooral melkveehouders met gras- en maislanden en daartussen houtwallen. Daarnaast is er één dorpskern (Eastermar) en één streekkern (Heechsân). De nestkasten hangen in het coulisselandschap langs de wegen en op enkele erven die soms deel uitmaken van de lintbebouwingen en verspreid liggende boerenerven. De ringmussen foerageren vooral in de (laan)beplantingen op de houtwallen en langs de wegen, op en langs de (on)verharde wegen zelf en ook op de erven van de bebouwingen.



Figuur 2.1: Topografische kaart met indicatieve nestplaats waar monsters van ei, nestjong en adulte ringmussen zijn verzameld. Tevens is het monsternummer weergegeven; eieren in geel, nestjongen in donderblauw en adulten in lichtblauw.

Monstername

Pesticiden breken af na verloop van tijd. De afbraak stopt zodra een monster in de diepvries ligt. Daarom zijn de monsters direct na het verzamelen ingevroren. Maar hoelang heeft het ei dan in het nest gelegen, voordat het in de vriezer is gestopt? De kasten werden in 2020 vanaf circa 15 april om de 7 dagen (start 1ste controle) gecontroleerd. Zodra er jongen zijn waarvan de leeftijd geschat kan worden, worden de jongen geringd tussen de 7de en 11de dag. Dan worden de niet uitgekomen eieren verzameld en in de vriezer gestopt. Bij een legsel van 5 eieren gaat de vogel vanaf het 4de ei broeden. De broedduur is 10 tot 12 dagen. Plus minimaal 7 dagen na uitkomst betekent dit dat de uitgenomen dode eieren circa 20 – 24 dagen bebroed en onder de volwassen vogels en nestjongen hebben gelegen. Dit betekent dat het voor de niet uitgekomen eieren maximaal 24 dagen duurt voordat deze worden meegenomen en worden opgeslagen in de vriezer.

Hoelang heeft het geduurd voordat de dode jongen de vriezer ingingen? De meeste jongen zijn circa 9 dagen oud als ze geringd worden, dus dode jongen zijn maximaal circa 9 dagen oud wanneer ze de vriezer ingaan.

De eieren zijn met blote handen uit het nest gehaald. Met handschoenen gaat dit niet. Daarvoor zijn de eieren te klein. Daarbij dient gevoel gehouden te worden in de vingers om de eieren niet te beschadigen als ze diep uit nesten, van de nestbodem gepakt worden. Vervolgens gaan de eieren in

een potje met beschermende watten en worden voorzien van datum en kastnummer. Vervolgens worden ze in de auto naar huis vervoerd. Daar worden de eieren direct gewogen en gemeten. Daarna worden de eieren in een speciaal plastic zakje gedaan dat luchtdicht kan worden afgesloten en gelabeld. Vervolgens gaan de eieren dezelfde dag nog in de vriezer.

2.2 Analyse pesticiden

De monsters zijn in het Eurofins laboratorium in Graauw, Zeeuws-Vlaanderen, geanalyseerd op pesticiden met behulp van twee methoden:

1. GC-MSMS: gaschromatografie in combinatie met een verbeterde massaspectrometrie;
 2. LC-MSMS: liquid chromatografie in combinatie met een verbeterde massaspectrometrie.
- Hiermee kunnen in totaal 727 stoffen en metabolieten worden aangetoond, zie bijlage 1. Hierin zitten de meeste werkzame stoffen die o.a. gebruikt worden in pesticiden, biociden en diergeneesmiddelen. Glyfosaat zit niet in deze pakketten en is voor een aantal monsters apart onderzocht (zie 2.2.4).

2.2.1

Voorbehandeling

Elk vogellichaam is gemalen met behulp van een maalmolen onder toevoeging van droogijs voor het homogeniseren. Van de eieren is het eigeel en eiwit gebruikt, niet de eischaal. Hierdoor is voorkomen dat stoffen die aan de buitenkant van de eischaal zitten (door bijvoorbeeld contact met het nestmateriaal) ook in de analyse worden meegenomen. Een deel van het gehomogeniseerde monster is ingewogen in een extractiebuis. Een gehomogeniseerd deelmonster is geëxtraheerd met aceton, gevolgd door extractie met dichloor-methaan/petroleumether ondersteund door extractiezouten (versterken extractie door partitionering en verzadiging waterfase en bufferende werking). Een deel van het extract is ingedampt en opnieuw opgelost.

2.2.2

Bepaling door GC-MSMS

Na extractie van het gehomogeniseerde analysemonster met aceton, gevolgd door dichloormethaan met interne std-oplossing/petroleumether wordt een deel van het extract ingedampt en her-opgelost in iso-octaan/tolueen (9:1). De kwantitatieve bepaling van de pesticiden wordt uitgevoerd met gaschromatografie-massaspectrometrie in EI mode (GC-EI-MSMS) en gaschromatografie-electron capture detectie, GC-ECD.

De identificatie vindt plaats op basis van multiple reaction monitoring (MRM) met 2 massa-overgangen bij GC-MS-TQ en op basis van retentietijd bij GC-ECD

2.2.3

Bepaling door LC-MSMS

Na extractie van het gehomogeniseerde analysemonster, wordt een deel van het extract ingedampt en her-opgelost in methanol aangezuurd met 0,02% azijnzuur [CHEM-799]. De kwantitatieve bepaling van de pesticiden wordt uitgevoerd met vloeistofchromatografie-massaspectrometrie met turbo ion spray ionisatie (LC-ESI-MSMS) in positieve en negatieve ionisatie modus.

De identificatie vindt plaats op basis van multiple reaction monitoring (MRM) met 2 massa-overgangen.

Kwantificering voor LC- en GC-analyse vindt plaats met behulp van de externe standaardmethode. Het gehalte aan pesticiden wordt berekend met behulp van een kalibratielijn ondersteund door standaard additie.

Bevestiging van de identiteit van de pesticide vindt plaats op basis van de retentietijd, twee MSMS-overgangen, en piekvorm in combinatie met de kalibratielijn en de standaard additie.

De analyses laten de concentraties van de stoffen zien, terwijl ook aanvullend stoffen zijn genoemd, waarvan de concentratie onder de rapportagegrens ligt. Deze stoffen zijn dus wel aangetroffen, maar de gevonden concentratie is zo laag, dat deze concentratie niet met precisie vastgesteld kan worden.

2.2.4

Bepaling glyfosaat

Naast de bovenstaande bepalingen is door Eurofins nog een aparte glyfosaatbepaling uitgevoerd op zeven vogels (zie tabel 1), omdat glyfosaat niet in het brede analysepakket zit. Van de eieren en de overige vijf ringmussen was er te weinig materiaal over om deze behandeling uit te voeren.

Voor de glyfosaatbepaling wordt tevens de LC-MSMS methode gebruikt, maar is de voorbehandeling anders, evenals de gebruikte extractie kolom. Voor verdere details zie Anastassiades *et al.*, 2018.

3

Resultaten

3.1 Gevonden pesticiden

Pesticidenanalyses zijn uitgevoerd op 4 adulte, 8 nestjongen en 34 eieren van ringmussen. Na deze analyse was van 5 nestjongen en 2 adulte ringmussen voldoende materiaal over om de glyfosaatconcentratie te kunnen bepalen.

In totaal zijn 15 verschillende stoffen gevonden in de 46 monsters (tabel 3.1). Namelijk DDT (som)², DEET, anthrachinon, difenylamine, fenylfenol, fipronil, folpet (som)³, foxim, isocarbofos, MCPA, metoxuron, piperonyl butoxide, spirotetramat, tebuconazol en 2,4-D. Dit betreft 5 insecticiden, 3 herbiciden, 3 fungiciden, en verder een insectenwerende stof, intermediair/vogelwerende stof, plantengroeieregelaar en synergist (bij insecticide).

Tabel 3.1 Gevonden pesticiden, type stof en aantal monsters waarin stof is gevonden bij nestjong, adult en eieren.

			# nestjong	# adult	# ei
1	DEET	insectwerend	7	3	6
2	fenylfenol	fungicide	3	1	
3	folpet (som)	fungicide		1	5
4	tebuconazol	fungicide	3	2	
5	MCPA	herbicide	1		
6	metoxuron	herbicide			1
7	2,4-D	herbicide	1		
8	DDT (som)	insecticide	7	2	34
9	fipronil	insecticide	1		
10	foxim	insecticide			1
11	isocarbofos	insecticide			1
12	spirotetramat	insecticide	2	2	
13	anthrachinon	intermediair/vogelwerend			6
14	difenylamine	plantengroeieregelaar	2		
15	piperonylbutoxide	synergist (bij insecticide)			2

² DDT (som) is opgebouwd uit: p,p'-DDE uitgedrukt als p,p'-DDT. In dit rapport dient DDT gelezen te worden als DDT (som).

³ Folpet (som) is opgebouwd uit: fthalimide uitgedrukt als folpet (som). In dit rapport dient folpet gelezen te worden als folpet (som).

3.1.1

Pesticiden in nestjongen en adulten

In de 8 nestjongen en 4 adulte ringmussen zijn 10 verschillende stoffen aangetroffen (tabel 3.2).

Het aantal stoffen dat in nestjongen en adulte ringmussen wordt gevonden ligt in dezelfde grootteorde: 3,3 stoffen bij de nestjongen (maximaal 6 stoffen) en 3,0 bij adulten (maximaal 4 stoffen). Daarom worden ze als één groep behandeld.

Het is opvallend dat DEET in 10 van de 12 monsters (83%) van nestjongen/adulten is aangetoond (onder de rapportagegrens).

DDT (som) is in 9 van de 12 monsters gevonden, waarvan 3x boven de rapportagegrens en 6x eronder. Concentraties boven de rapportagegrens van DDT zijn 0,016, 0,036 en 0,12 mg/kg vers gewicht (gem. 0,057 mg/kg).

Verder zijn de volgende stoffen aangetroffen: tebuconazol (5x), gevolgd door spirotetramat (4x), fenylfenol (4x), difenylamine (2x) en fipronil (1x) (allen onder de rapportagegrens).

2,4D (0,34 mg/kg) en MCPA (0,21 mg/kg) zijn beide 1x aangetroffen, boven de rapportagegrens.

In alle 7 geanalyseerde nestjongen/adulte ringmussen (monsters 1, 3, 5, 7, 8, 9, 10) is geen glyfosaat of haar afbraakproducten AMPA en glufosinaat-ammonium, gemeten.

Tabel 3.2: Pesticidenconcentraties (in mg/kg vers gewicht) in nestjongen en adulte ringmussen. De concentraties tussen haakjes zijn concentraties onder de rapportagegrens, wat de betrouwbaarheid verlaagd, waarbij wel vaststaat dat die stof is aangetoond.

Pesticiden (in mg/kg) in ringmus												
Monster	Leeftijd	DDT (som)	DEET	Difenylamine	Fenylfenol	Fipronil	Folpet (som)	Spirotetramat	Tebuconazol	2,4-D	MCPA	
1	nestjong	-	(0,001)	-	-	-	-	-	-	-	-	1x
2	adult	(0,001)	(0,004)	-	-	-	-	(0,009)	(0,002)	-	-	4x
3	nestjong	-	(0,002)	-	-	-	-	-	-	-	-	1x
4	nestjong	(0,001)	(0,007)	(0,007)	(0,004)	(0,004)	-	-	(0,003)	-	-	6x
5	nestjong	(0,001)	(0,003)	-	(0,001)	-	-	-	(0,001)	-	-	4x
6	nestjong	(0,001)	(0,003)	-	-	-	-	(0,009)	-	-	-	3x
7	nestjong	0,016	(0,005)	-	(0,001)	-	-	(0,004)	(0,002)	-	-	5x
8	nestjong	(0,001)	(0,002)	-	-	-	-	-	-	-	-	2x
9	adult	0,12	(0,001)	-	(0,001)	-	-	-	(0,001)	-	-	4x
10	adult	(0,001)	(0,003)	-	-	-	-	(0,002)	-	-	-	3x
41	nestjong	0,036	-	(0,007)	-	-	-	-	-	0,34	0,21	4x
42	adult	-	-	-	-	-	(0,006)	-	-	-	-	1x
		9x	10x	2x	4x	1x	1x	4x	5x	1x	1x	38x

3.1.2

Pesticiden in eieren

In alle 34 eimonsters is DDT gevonden, variërend tussen de 0,04 en 1,3 mg/kg vers gewicht (tabel 3.3). Bij het grootste gedeelte (29 eieren) is de concentratie DDT 0,05 mg/kg. Van de overige 5 eieren is de gemiddelde aangetroffen concentratie DDT $0,2035 \pm 0,44$ mg/kg.

In zes monsters van eieren zijn naast DDT ook andere stoffen aangetroffen: DEET (5x, alle onder rapportagegrens), antrachinon (5x, gem. 0,026, $\pm 0,019$ mg/kg; hoogste concentratie 0,057 mg/kg), folpet (4x, gem. 0,030, $\pm 0,039$ mg/kg; hoogste concentratie 0,099 mg/kg.) en piperonyl butoxide

(1x boven en 1x onder de rapportagegrens). Daarnaast zijn er in drie eimonsters aangetroffen: metoxuron, foxim en isocarbofos (allen 1x onder de rapportagegrens).

Het gemiddeld aantal stoffen per eimonster is 1,6. Dit is relatief laag t.o.v andere CLM doorvergiftigingstudies en komt onder andere dat er in 29 monsters maar één stof, DDT, is gevonden. Maximaal zijn er zes stoffen aangetroffen in twee monsters, namelijk monster 14 en 15, die uit dezelfde nestkast met zelfde oudervogels komen waar het een eerste en tweede broedsel betreft (tabel 3.3).

Tabel 3.3 Pesticidenconcentraties in eieren van ringmussen (in mg/kg vers gewicht). De aanvullende informatie van de monsters staat in tabel 2.1. De concentraties tussen haakjes zijn concentraties onder de rapportagegrens, wat de betrouwbaarheid verlaagd, waarbij wel vaststaat dat die stof is aangetoond.

Pesticiden (in mg/kg) in eieren									
Monster	DDT (som)	DEET	Anthrachinon	Folpet (som)	Metoxuron	Piperonyl-butoxide	Foxim	Isocarbofos	
11	0,051	(0,005)	0,038	0,012	-	-	-	-	4x
12	1,3	(0,002)	0,01	0,099	(0,002)	-	-	-	5x
13	0,036	(0,002)	(0,007)	0,01	-	-	-	-	4x
14	0,051	(0,007)	0,026	0,02	-	(0,002)	(0,006)	-	6x
15	0,04	(0,008)	0,057	0,01	-	0,01	-	(0,004)	6x
16	0,05	-	-	-	-	-	-	-	1x
17	0,05	-	-	-	-	-	-	-	1x
18	0,05	-	-	-	-	-	-	-	1x
19	0,05	-	-	-	-	-	-	-	1x
20	0,05	-	-	-	-	-	-	-	1x
21	0,05	-	-	-	-	-	-	-	1x
22	0,05	-	-	-	-	-	-	-	1x
22	0,05	-	-	-	-	-	-	-	1x
23	0,05	(0,002)	0,016	-	-	-	-	-	3x
24	0,05	-	-	-	-	-	-	-	1x
24	0,05	-	-	-	-	-	-	-	1x
25	0,05	-	-	-	-	-	-	-	1x
25	0,05	-	-	-	-	-	-	-	1x
26	0,05	-	-	-	-	-	-	-	1x
27	0,05	-	-	-	-	-	-	-	1x
28	0,05	-	-	-	-	-	-	-	1x
29	0,05	-	-	-	-	-	-	-	1x
30	0,05	-	-	-	-	-	-	-	1x
31	0,05	-	-	-	-	-	-	-	1x
32	0,05	-	-	-	-	-	-	-	1x
33	0,05	-	-	-	-	-	-	-	1x
34	0,05	-	-	-	-	-	-	-	1x
34	0,05	-	-	-	-	-	-	-	1x
35	0,05	-	-	-	-	-	-	-	1x
36	0,05	-	-	-	-	-	-	-	1x
37	0,05	-	-	-	-	-	-	-	1x
38	0,05	-	-	-	-	-	-	-	1x
39	0,05	-	-	-	-	-	-	-	1x
40	0,05	-	-	-	-	-	-	-	1x
	34x	6x	6x	5x	1x	2x	1x	1x	56x

4

Analyse

4.1

Relatie aantal aangetroffen stoffen met andere factoren

4.1.1

Nestjongen/adulte ringmussen

DEET (10x) en DDT (9x) zijn de meest frequent aangetroffen stoffen. Deze stoffen liggen blijkbaar als een deken over het hele gebied. De fungicides tebuconazool (5x) en fenylfenol (4x) zijn daarna het vaakst aangetroffen. Opvallend is dat fenylfenol is gevonden in alle monsters waar ook tebuconazool is aangetroffen. De insecticide spirotetramat (4x) is ook redelijk frequent aangetroffen, waarvan twee monsters bij elkaar in de buurt (9 en 10 in Heechsân), maar de andere twee liggen daar verder vandaan.

Bij twee monsters van nestjongen en één adulte ringmus zijn DDT-concentraties gevonden boven de rapportagegrens. Het betreft monster 7 (nestjong, derde broedsel, kastnummer 137; verder DEET, fenylfenol, spirotetramat en tebuconazol), monster 9 (4kj, man, kastnummer 133; verder DEET, fenylfenol en tebuconazol) en monster 41 (nestjong uit 2019, 1^{ste} broedsel, kastnummer 278) waar DDT boven de rapportagegrens is vastgesteld, naast de herbiciden 2,4-D en MCPA en difenylamine. Monsters 7 en 9 zijn afkomstig van de Torenlaan, waarvan de afstand tot het maisperceel 150 meter bedraagt, wat betekent dat deze ringmussen in potentie in de broedtijd op maispercelen kunnen foerageren en voer halen voor hun jongen (maximale foerageerafstand van nest 250 meter in broedtijd). Opvallend is dat de pesticidenprofielen van deze twee monsters grote gelijkens vertonen. In de 70'er jaren van de vorige eeuw was hier een fruitbedrijf, waar toentertijd DDT werd gebruikt, wat mogelijk de relatief hoge DDT-concentraties in deze monsters kan verklaren. De andere gevonden stoffen moeten veel recenter gebruikt zijn, want deze breken sneller af. Monsternummer 10 is 2kj vrouw, eveneens afkomstig van de Torenlaan, maar circa 500 meter van een maisperceel. In dit monster zijn drie stoffen vastgesteld onder de rapportagegrens (DDT, DEET en spirotetramat).

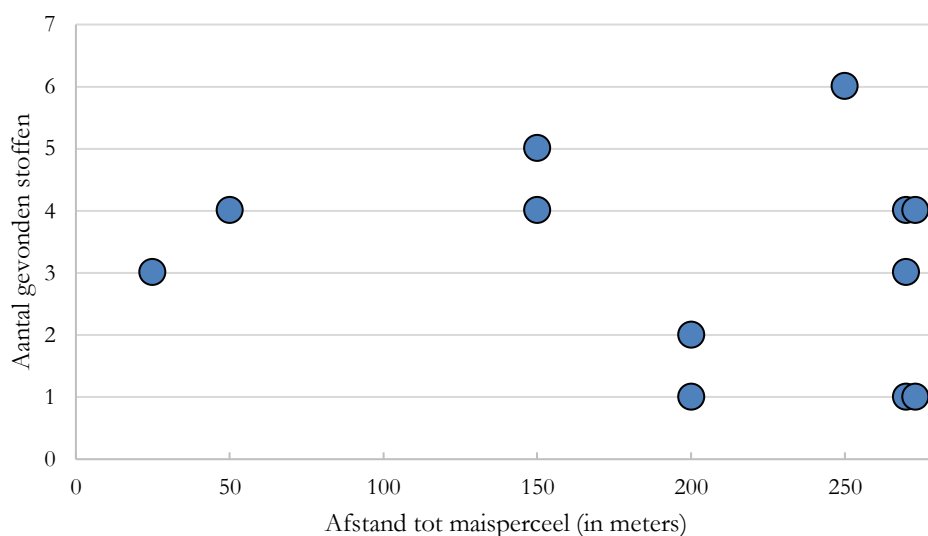
Er is geen relatie gevonden tussen het aantal gevonden stoffen en de leeftijd. Bij adulten zijn gemiddeld 3,0 stoffen gevonden (n=4) en bij nestjongen 3,25 (n=8). De verwachting was dat er meer stoffen in adulten zouden worden gevonden, omdat zij gedurende hun leven meer stoffen kunnen accumuleren.

Glyfosaat wordt gebruikt op (mais)akkers voor onkruidbestrijding, maar ook door veehouders bij graslandvernieuwing en voor het doodspuiten van de groenbemester. Daarnaast wordt glyfosaat toegepast door particulieren in tuinen. Glyfosaat breekt relatief snel af tot AMPA dat wordt aangetroffen in oppervlakte- en grondwater. De stof hecht zich ook aan bodemmateriaal (organische stof). Zo is in 45% van de onderzochte landbouwgronden in de EU glyfosaat/AMPA

aangetroffen (Silva et al., 2018). Vijf nestjongen en twee adulte ringmussen zijn hierop getest. Bij geen van deze monsters is glyphosaat en/of haar afbraakproducten gevonden.

Afstand tot maisperceel

Van 12 nestjongen/adulten monsters kan een relatie worden gelegd tussen het aantal gevonden stoffen en de afstand tot een maisperceel (figuur 4.1). Vijf monsters hebben geen maisperceel binnen de 250 meter (maximale foerageerafstand ringmus in broedtijd), deze staan uiterst rechts weergegeven in het figuur. Verondersteld zou kunnen worden dat hoe dichterbij een maisperceel is, hoe groter de kans is dat er pesticiden worden gevonden. Het blijkt dat er geen verband is, maar het aantal monsters is erg beperkt om hier conclusies over te trekken. Bovendien lijken ringmussen nauwelijks in maispercelen te foerageren (zie hierboven).



Figuur 4.1 Aantal gevonden stoffen bij nestjongen en adulten in relatie tot de afstand tot maisperceel. De meest rechter vijf stippen, betreft de afstand groter dan 250 meter.

4.1.2

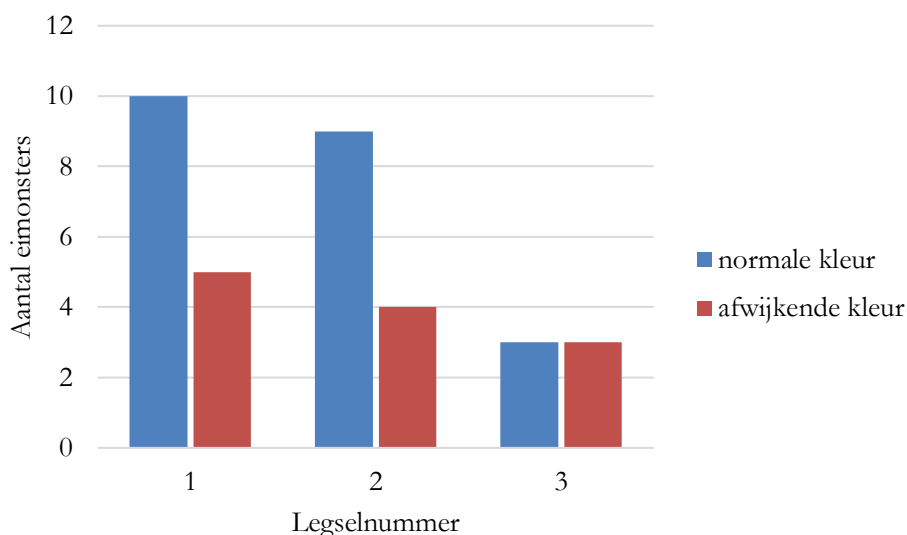
Eieren

Sommige eieren van ringmussen zijn bleker of juist bonter van kleur dan de normale bruingrijzere kleur (foto 4.1). In het vervolg van het rapport spreken we over een afwijkende kleur.



Foto 4.1 Linker foto: de vier donkerste eieren zijn normaal van kleur, namelijk bruingrijz. De twee lichtere eieren noemen de waarnemers bleek, waarvan de bovenste wat bont is (= afwijkende kleur). Overigens bestaat dit nest uit 6 eieren, wat niet vaak voorkomt. Op de rechter foto staan alleen bleke eieren op (foto's G. de Vries).

Er is een verband met het legselnummer, 1^{ste} 2^{de} of 3^{de} legsel (figuur 4.2). Het aantal eieren met een afwijkende kleur is vergelijkbaar verdeeld over 1^{ste} en 2^{de} legsels (ongeveer de helft van aantal eieren met normale kleur), maar bij 3^{de} legsels is het aandeel afwijkende eieren wel hoger, namelijk even groot als het aantal normaal gekleurde eieren. Het aantal eimonsters is wel beperkt bij het derde legsel. Of en zo ja wat het effect is van afwijkende t.o.v. normaal gekleurde eieren op het uitkomstpercentage is niet bekend.



Figuur 4.2 Verdeling tussen legselnummer en normaal of afwijkend gekleurde eieren.

Ook vinden we geen positieve relatie tussen het aantal gevonden stoffen in afwijkend of normaal gekleurde eieren (tabel 4.1). Alle eieren met een afwijkende kleur bevatten één stof (DDT) en de normale eieren bevatten gemiddeld 2,0 stoffen. De afwijkend gekleurde eieren lijken dus in ieder geval niet een gevolg te zijn van de aanwezigheid van DDT of andere pesticiden.

Tabel 4.1 Aantal gevonden stoffen bij normaal en afwijkend gekleurde eieren.

Kleur eieren	Aantal gevonden stoffen						Totaal eieren	Gemiddeld aantal stoffen
	1	2	3	4	5	6		
Normaal	16	0	1	2	1	2	22	2,0
Afwijkend	12						12	1,0

Afstand tot maisperceel

Er lijkt eerder een omgekeerde relatie gevonden tussen het aantal gevonden stoffen in eieren en de afstand tot een maisperceel (tabel 4.2). Op een afstand van 25 en 50 meter wordt er één stof gevonden per monster en op 150 meter worden er drie stoffen gevonden (gemiddeld 1,3 stoffen). Bij nesten die meer dan 250 meter van maispercelen liggen, dus juist het verst van een maisperceel, worden het grootste aantal stoffen gevonden, gemiddeld 1,7.

Tabel 4.2 Aantal eimonsters met aantal gevonden stoffen in relatie tot de afstand van het nest tot een maisperceel.

Aantal stoffen	Afstand tot maisperceel (in meters)			
	25	50	150	>250
1	9	4	6	9
2				
3			1	
4				2
5				1
6				2
Gem. aantal stoffen	1,0	1,0	1,3	1,7

4.2

Eigenschappen gevonden stoffen en risico's voor ringmus

Hieronder worden de eigenschappen van stoffen beschreven die boven de rapportagegrens zijn vastgesteld, met uitzondering van DEET, omdat deze stof heel frequent (10x, onder de rapportagegrens) is aangetroffen. Het gaat om de stoffen: DDT, DEET, antrachinon, folpet, 2,4-D, MCPA en piperonylbutoxide. De overige stoffen (onder de rapportagegrens) staan kort beschreven in paragraaf 4.2.8.

Er zijn geen normen om de gevonden concentraties te vergelijken met acute of chronische effecten voor de ringmus. De LD-50 waarde is getest op een andere vogelsoorten, namelijk boomkwartel, Japanse kwartel of wilde eend.

4.2.1

DDT (insecticide)

DDT is een insecticide en is sinds 1973 niet meer toegelaten in Nederland. DDT is zeer persistent en wordt in Nederland op allerlei plekken aangetroffen, vooral in (water)bodems (halfwaardetijd in bodems 30-50 jaar). In organismen bindt het aan vet (lipofiel) en de moeder kan DDT via het ei aan de volgende generatie doorgeven. De toxiciteit voor vogels is relatief laag (tabel 4.3). Voor bestuivers heeft DDT een hoge toxiciteit evenals voor aquatische invertebraten. Voor vissen wordt DDT aangemerkt als matig toxisch. Regenwormen zijn minder gevoelig voor DDT.

DDT, of beter gezegd het afbraakproduct DDE, staat erom bekend bij hoge concentraties in het ei, de dikte van de eierschalen te kunnen aantasten (Garcia-Hernandez et al., 2006). Bij roofvogels, een groep die hier gevoelig voor is, is bekend dat dit effect optreedt vanaf ongeveer 10 mg/kg (Garcia-Hernandez et al., 2006). In een studie aan de 'tree swallow' (*Tachycineta bicolor*) was er geen negatief effect op de dikte van de eierschalen (Custer, 2011). Daarentegen vond Mora (1991) een negatief effect op de dikte van de eierschaal van 9,3% bij de koereiger. Dit was bij concentraties van 2,3 – 4,5 mg/kg DDT. Bij een te grote afname van de dikte van de eierschaal kan deze breken, met als gevolg dat de eieren niet uitkomen. In een veldstudie aan de bruine pelikaan (*Pelecanus occidentalis*) werd het kritische niveau in eieren voor succesvolle reproductie ingeschat op 3 mg/kg (USDoI, 1998) en werd de concentratie waarbij geen effect wordt verwacht op de dikte van de eierschaal en embryo/kuiken berekend op 0,5 mg/kg (Cooper, 1991). Van de 35 geanalyseerde ringmuseieren betreft het één DDT-concentratie boven de 0,5 mg/kg, namelijk 1,3 mg/kg. Een effect is niet te verwachten, maar valt op basis van deze informatie ook niet uit te sluiten.

Tabel 4.3: Overzicht voor DDT: LD50 waarde, testsoort (*Anas platyrhynchos* = wilde eend) en risicobeoordeling gebaseerd op PPDB-database.

Werkzame stof	Type	Toegelaten voor particulieren	Toegelaten voor professionals	Toegelaten in 2020?	Acute LD50 (mg/kg)	Testsoort	Risico	Toegelaten voor:
DDT	insecticide	nee	nee	nee	>2240	Anas platyrhynchos	laag	Sinds 1973 niet meer toegelaten in NL

4.2.2

DEET (insecticide)

DEET is een afweermiddel voor mensen tegen muggen, teken en dergelijke. DEET kent geen professionele toelating volgens de website van Ctgb. Wel is het toegelaten als biocide voor niet-professioneel (particulier) gebruik (bijv. op paarden) (tabel 4.4). De percentages DEET in het middel zijn relatief hoog en variëren tussen de 20 en 50%. DEET zit ook in enkele (diergenees)middelen die toegepast kunnen worden op bijv. paarden om zo de insecten weg te houden, maar mag niet toepast worden op honden en katten.

De gemeten waarden liggen allen onder de rapportagegrens van het laboratorium. DEET is aangetroffen in 3 van de 4 (75%) adulten, in 7 van de 8 nestjongen (87,5%) en in 6 van de 34 eieren (18%). Wat betreft de dode ringmussen, zat DEET alleen niet in de enige twee monsters verzameld in 2019.

In Drentse natuurgebieden is DEET ook aangetroffen in de vegetatie (Manting en Buijs, 2020). Verder is DEET ook gevonden in potstalmest, kuilvoer, drijfmest (rund en varken) en krachtvoer (Buijs en Samwel-Manting, 2019).

Tabel 4.4: Overzicht voor DEET: LD50 waarde, testsoort (*Anas platyrhynchos* = wilde eend) en risicobeoordeling gebaseerd op PPDB-database.

Werkzame stof	Type	Toegelaten voor particulieren	Toegelaten voor professionals	Toegelaten in 2020?	Acute LD50 (mg/kg)	Testsoort	Risico	Toegelaten voor:
DEET	biocide	ja	nee	ja	>2240	Anas platyrhynchos	laag	Afweer bij mensen tegen muggen en teken

4.2.3

Antrachinon

Antrachinon heeft als gewasbeschermingsmiddel sinds 2009 geen toelating meer in de EU. Het werd gebruikt als vogelwerendmiddel bij op maiszaad (tabel 4.5). Daarnaast wordt deze stof ook in de papier- en textielindustrie gebruikt. Het kan bij de verbranding van diesel of gasolie vrijkomen (Manting en Buijs, 2020) en bij het verbrandingsproces voor het drogen van veevoerders (SciCom, 2016).

Antrachinon wordt gebruikt als intermediair bij de synthese van kleurstoffen en pigmenten, o.a. van alizarine, en van pesticiden. Daarnaast komt hydroxy-antrachinonen voor in planten (Fouillaud et al., 2018). “Antrachinon is alomtegenwoordig in het milieu, en werd aangetroffen in de lucht, in het water (met inbegrip van oppervlaktewater, grondwater en drinkwater), de bodem, planten, vissen/zeevruchten en dierlijk weefsel”, aldus (SciCom, 2016). Antrachinon is vastgesteld in de bodem, krachtvoer en mest op rundveebedrijven (Buijs en Samwel-Manting, 2019) en bij de ingekorven vleermuis (Guldmond et al., 2016).

De acute LD50 voor vogels is gecategoriseerd als laag (PPDB-database, 2021).

Antrachinon is in vijf eieren gevonden en de hoogste waarde betreft 0,057 mg/kg.

Tabel 4.5: Overzicht voor Antrachinon: LD50 waarde, testsoort (*Coturnix japonica* = Japanse kwartel) en risicobeoordeling gebaseerd op PPDB-database.

Werkzame stof	Type	Toegelaten voor particulieren	Toegelaten voor professionals	Toegelaten in 2020?	Acute LD50 (mg/kg)	Testsoort	Risico	Toegelaten voor:
Antrachinon	Vogelwerend middel (zaadcoating)	nee	nee	nee	>2000	Coturnix japonica	laag	Sinds 2009 niet-toegelaten in EU.

4.2.4

Folpet (fungicide)

Folpet is een fungicide (tegen meeldauw, fusarium etc.) en is toegelaten in Nederland volgens het Ctgb, (tabel 4.6). Het wordt relatief veel gebruikt in de bedekte en onbedekte bollenteelt (ook lilies) en tijdens dompelbehandeling (bollen), appel- en perenteelt en druiventeelt. In de jaren tachtig van de vorige eeuw was er appel- en perenteelt in Hoogzand/ Heechsân. Ook mag het gebruikt worden als biocide en houtverduurzamingsmiddel en op metselwerk.

De acute LD50 voor vogels is gecategoriseerd als laag. Het chronische effect na 21 dagen (NOEL) voor vogels is gecategoriseerd als laag (78,3 mg/kg lichaamsgewicht/dag) op de boomkwartel (*Colinus virginianus*) (PPDB-database, 2021).

Folpet is vijfmaal vastgesteld in eieren en de hoogst gemeten concentratie betreft 0,099 mg/kg. In één adult is de stof eenmaal onder de rapportagegrens gevonden.

Zoals in de voetnoot van tabel 3.2 staat, vermeldt het laboratorium dat folpet (som) feitelijk is opgebouwd uit fthalimide. Dit kan een afbraakproduct zijn van de fungicide folpet. Fthalimide wordt, veel breder dan alleen in deze studie, in veel monsters gevonden en kan ook via andere afbraakroutes worden gevormd dan alleen vanuit folpet (Relana, 2016). Fthalimide wordt ook

gebruikt in de chemische industrie en in laboratoria (Montforts en Smit, 2020). Daarnaast is het aangetoond in de lucht boven Frankrijk (Marlière et al., 2020).

Tabel 4.6: Overzicht voor Folpet: LD50 waarde, testsoort (*Colinus virginianus* = boomkwartel) en risicobeoordeling gebaseerd op PPDB-database.

Werkzame stof	Type	Toegelaten voor particulieren	Toegelaten voor professionals	Toegelaten in 2020?	Acute LD50 (mg/kg)	Testsoort	Risico	Toegelaten voor:
Folpet	Fungicide	nee	ja	ja	>2510	<i>Colinus virginianus</i>	laag	Bijv. bollen, druiventeelt

4.2.5

2,4-D (herbicide)

2,4-dichloorfenoxiazijnzuur is een systemische herbicide voor breedbladige onkruiden. Lost makkelijk op in water, is vluchtig en lekt langzaam uit naar het grondwater. Niet persistent in de bodem, maar wel in aquatische systemen onder bepaalde conditie. Het is gemiddeld giftig voor vogels, aquatische soorten, honingbijen en regenwormen. De stof is zowel toegelaten voor particulieren (bijv. op gazons) als voor professionals (landbouw en niet-landbouw als sportvelden). In de landbouw mag het toegepast worden op grasachtige groenbemesters, randen van een weiland en voedergrasland (grasland ouder dan 1 jaar) en tijdelijk onbeteeld land en akkerranden. In het agrarisch gebied van Eastermar wordt soms volvelds gespoten tegen krulzuring, ridderzuring en ook tegen paardenbloem (mondelingen mededeling, A. Timmerman). Bij Eastermar komen geen akkerranden voor.

De stof is alleen gemeten in monster 41 (nestjong uit 2019) met een concentratie van 0,34 mg/kg.

Tabel 4.7: Overzicht voor 2,4-D: LD50 waarde, testsoort (*Colinus virginianus* = boomkwartel) en risicobeoordeling gebaseerd op PPDB-database.

Werkzame stof	Type	Toegelaten voor particulieren	Toegelaten voor professionals	Toegelaten in 2020?	Acute LD50 (mg/kg)	Testsoort	Risico	Toegelaten voor:
2,4-D	Herbicide	ja	ja	ja	> 500	<i>Colinus virginianus</i>	gemiddeld	Breedbladige onkruiden op gazons, sportvelden, grasland

4.2.6

MCPA (herbicide)

MCPA werkt tegen breedbladige onkruiden en kan toegepast worden op sportvelden, granen, grasland, en op de zwartstrook van bijvoorbeeld appels, peren, boomkwekerij, en houtige gewassen, verharding. De afgelopen jaren is een groot deel van zijn toelatingen vervallen (tabel 4.8).

De stof is - net als 2,4-D - gemeten in monster 41 (nestjong uit 2019) met een concentratie van 0,21 mg/kg. Er zijn middelen te koop voor sportvelden en voedergrasland waarin zowel de werkzame stof MCPA en 2,4-D in zitten. Dit is een mogelijke verklaring.

Tabel 4.8: Overzicht voor MCPA: LD50 waarde, testsoort (*Colinus virginianus* = boomkwartel) en risicobeoordeling gebaseerd op PPDB-database.

Werkzame stof	Type	Toegelaten voor particulieren	Toegelaten voor professionals	Toegelaten in 2020?	Acute LD50 (mg/kg)	Testsoort	Risico	Toegelaten voor:
MCPA	Herbicide	nee	ja	ja	>234	Colinus virginianus	gemiddeld	Breedbladige onkruiden op gazons, sportvelden, grasland

4.2.7

Piperonylbutoxide

Piperonylbutoxide is een synergist en heeft geen toelating meer (gecombineerd met insecticide) als gewasbeschermingsmiddel vanaf 2015. Wanneer het gebruikt wordt met andere insecticiden (vaak met pyrethrinen) verhoogd dit hun doeltreffendheid en de werkzame periode van het middel, omdat het de afbraak van de insecticiden remt in het insect. Hierdoor is een lagere dosering toereikend.

Het heeft een toelating in Nederland als biocide, waar het gebruik mag worden als middel ter bestrijding van vliegende insecten in woon- werk- en andere verblijfruimtes voor professionals en niet-professionals. Particulieren mogen dit middel ook gebruiken tegen vlooiën op tapijt, de huisdiermand etc. Ook toegelaten om insecten te bestrijden in verblijfplaatsen van vogels, tegen motten en mag gebruikt worden om vliegen te bestrijden in allerlei ruimtes bijv. waar paarden of pelsdieren gehouden worden, aldus de Ctgb-toelatingsbank (tabel 4.9).

Tevens heeft de stof een drietal toelatingen bij de diergeneesmiddelenbank van College ter beoordeling geneesmiddelen (Cbg). Het wordt dermaal toegepast op runderen (vliegen), paarden (vliegen), honden (vlooiën) en katten (vlooiën).

Op rundveebedrijven is de stof gemeten in het krachtvoer, drijfmest, hooi en mengvoer (Buijs, en Samwel-Manting, 2019).

Piperonylbutoxide is in twee eieren gemeten, de hoogste concentratie betreft 0,01 mg/kg.

Tabel 4.9: Overzicht voor piperonylbutoxide: LD50 waarde, testsoort (*Colinus virginianus* = boomkwartel) en risicobeoordeling gebaseerd op PPDB-database.

Werkzame stof	Type	Toegelaten voor particulieren	Toegelaten voor professionals	Toegelaten in 2020?	Acute LD50 (mg/kg)	Testsoort	Risico	Toegelaten voor:
piperonylbutoxide	Synergist	ja	ja	ja	>2250	Colinus virginianus	laag	Als biocide tegen allerlei insecten. Als diergeneesmiddel bij rund, kat en hond.

4.2.8

Overige gevonden stoffen

Enkele belangrijke opmerkingen over de stoffen die onder de rapportagegrens zijn gevonden. De toxiciteit voor vogels en toelating in Nederland komt uit de PPDB-database.

- Fenylfenol (fungicide): matig toxisch voor vogels, hoge chronische toxiciteit voor vissen. In Nederland niet toegelaten. Is 3x in een nestjong gevonden en 1 x in adulte vogel.
- Tebuconazol (fungicide): hoge chronische toxiciteit voor vogels. Toegelaten in Nederland als biocide; houtverduurzamingsmiddel (Ctgb). Is 3 x in nestjong en 2x in adulte vogel aangetroffen.
- Metoxuron (herbicide): geen data over toxiciteit bij vogels. Verboden in Europa. Is eenmaal in eimonster gevonden.
- Fipronil: hoge acute en chronische toxiciteit voor vogels. Verboden in Europa, in Nederland als diergeneesmiddel toegestaan en voor professionals tegen kakkerlakken en mieren. Is eenmaal in nestjong gedetecteerd.
- Foxim (insecticide): toxisch voor vogels. Mag sinds 2007 niet meer toegepast worden als bestrijdingsmiddel in gewassen. Wel toegestaan als biocide tegen mieren, en als diergeneesmiddel tegen ectoparasieten zoals luizen en mijten. Wordt o.a. gebruikt bij honden, katten, schapen en varkens (<https://nl.wikipedia.org/wiki/Foxim>). Is eenmaal in nestjong gevonden.
- Isocarbofos (insecticide): hoge acute toxiciteit voor vogels. Niet meer toegestaan in Europa. Is eenmaal in eimonster gevonden.
- Spirotetramat (insecticide): matige tot lage toxiciteit voor vogels. Toegelaten in Europa. Systemische insecticide voor de bestrijding van o.a. bladluizen, mijten en witte vlieg. Is in nestjongen (2 x) en adulten (2x) gevonden
- Difenylamine (plantengroei-regelaar): lage acute toxiciteit voor vogels (<https://nl.wikipedia.org/wiki/Difenylamine>). Mag niet meer als gewasbeschermingsmiddel in Europa worden gebruikt. Is 2 x in een nestjong gevonden.

Het is niet alleen zorgelijk dat een zo groot scala aan stoffen is aangetroffen in een landelijk gebied. Het is bovendien onbekend wat een mix van stoffen samen in eieren, nestjongen en volwassen vogels voor effecten hebben op de sterfte en dus op de overleving van de soort. Het is ook zorgelijk dat een aantal van de aangetroffen stoffen soms al (lang geleden) zijn verboden.

4.3 Resultaten vergeleken met ander onderzoek

Recentelijk heeft CLM onderzoek gedaan naar pesticiden bij ingekorven vleermuis, boerenwaluw, koolmees en grutto (Guldmond et al, 2016, Guldmond et al., 2018; Guldmond et al., 2019; Lommen et al, 2021). Hoe verhouden de uitkomsten zich met dit onderzoek? Eerst kijken we naar het aantal stoffen, vervolgens kijken we in meer detail naar de 7 stoffen (gelijk aan paragraaf 4.2) die in dit ringmussenonderzoek zijn aangetroffen boven de rapportagegrens van het laboratorium. Hierbij is het relevant om te realiseren dat ringmussen standvogel zijn, in tegenstelling tot grutto's en boerenwaluwen. Koolmees en ingekorven vleermuis zijn eveneens geen (lange afstand) trekkers, maar hebben een groter leefgebied en ander voedselstrategie dan de ringmus. Als gevolg daarvan verschilt het dus per soort hoe en waar pesticiden kunnen worden opgenomen.

Let op: de tabellen in paragraaf 4.3 zijn slechts indicatief omdat parameters in de diverse onderzoeken van elkaar verschillen, wat de vergelijking alleen indicatief maakt. Zie voor een toelichting paragraaf 5.2 in hoofdstuk 'discussie'.

4.3.1 Aantal stoffen

Om een indruk te krijgen hoe het aantal aangetroffen stoffen bij de ringmus zich vergelijkt met bovengenoemde onderzoeken is tabel 4.10 opgesteld.

Als we kijken naar de ringmussen, dan valt op dat het aantal gevonden stoffen van 15 ongeveer in dezelfde ordegrootte ligt als bij boerenwaluw (14), maar minder dan bij de koolmees, waar 26 verschillende stoffen zijn gevonden. In grutto (2) en in ingekorven vleermuis (5) zijn beduidend minder stoffen gevonden, al ligt het aantal monsters daar ook beduidend lager (tabel 4.10). In de mest van de ingekorven vleermuis, wat een bemonstering van een groot aantal individuen weerspiegelt, zijn 14 verschillende stoffen aangetroffen. Er lijkt een verband te bestaan tussen het aantal monsters en het aantal gevonden stoffen (zie Guldmond et al., in press 2021). Een mogelijke verklaring zou kunnen zijn dat ringmussen en boerenwaluwen, maar ook ingekorven vleermuis, zich meer rondom de stal ophouden en dat daar meer middelen worden toegepast. Bij de koolmees ligt het aantal stoffen beduidend hoger (26), met in één koolmeesmonster maar liefst 13 verschillende stoffen. Als we kijken naar het gemiddeld aantal stoffen per monsters, scoort ringmus relatief laag t.o.v. van koolmees, boerenwaluw en vleermuis maar hoger dan de grutto's.

Tabel 4.10: Overzicht van het aantal aangetroffen stoffen, aantal onderzochte monsters (uitgesplitst in ei, nestjong en adult) en gemiddeld aantal stoffen per monster. De data zijn gebaseerd op CLM-studies (Guldmond et al, 2016, Guldmond et al., 2018; Guldmond et al., 2019; Lommen et al., 2021).

Soort	Aantal gevonden stoffen	Aantal onderzochte monsters	ei	nestjong	adult	Gemiddeld aantal stoffen per monster
Koolmees	26	41	0	41	0	0,63
Boerenwaluw	14	28	17	10	1	0,50
Ingekorven vleermuis	6	4	0	0	4	1,25
Grutto	2	14	11	1	2	0,14
Ringmus	15	44	34	7	3	0,34

4.3.2

DDT

DDT is aangetroffen in verschillende soorten vogels (ei of lichaam) in CLM-studies aan koolmees, boerenwaluw, ingekorven vleermuis en grutto (Guldemonnd et al, 2016; Guldemonnd et al., 2018; Guldemonnd et al., 2019; Lommen et al., 2021).

De gemiddelde concentraties in de eieren van de ringmus (0,086 mg/kg) is lager dan in de eieren van boerenwaluw (0,110 mg/kg) en substantieel lager dan in de grutto (0,235 mg/kg). Dit geldt ook voor de concentratie in de nestjongen, daarin scoort ringmus veel lager dan koolmees, boerenwaluw, grutto en ingekorven vleermuis. In de adulte ringmussen scoren zij relatief ook laag t.o.v. de andere vogels, ze scoren alleen hoger dan grutto (0,025 en 0,041 mg/kg) (tabel 4.11).

Voor een overzicht van de gemiddelde concentraties \pm SD aan DDT in de ringmussen en in vogels uit eerder studies zie tabel 4.11.

Tabel 4.11: Gemiddelde \pm SD gevonden concentratie (mg/kg) van DDT in eieren, nestjong en adulten van ringmussen en andere soorten uit eerder studies. n= het totaal aantal monsters waarin DDT is aangetroffen en t= het totaal aantal doorgemeten monstereenheden. Het gemiddelde en SD zijn gebaseerd op de monsters waarin DDT is aangetroffen.

DDT						
Soort	Ei	N, t	Nestjong	N, t	Adult	N, t
Koolmees	Niet onderzocht	Niet onderzocht	0,032 \pm 0,066	N=23, t=41	Niet onderzocht	Niet onderzocht
Boerenwaluw	0,105 \pm 0,156	N=17, t=17	0,023 \pm 0,036	N=7, t=10	1,900 \pm 0,000	N=1, t=1
Ingekorven vleermuis	n.v.t	n.v.t	Niet onderzocht	Niet onderzocht	0,143 \pm 0,133	N=4, t=4
Grutto	0,235 \pm 0,215	N=11, t=11	0,070 \pm 0,000	N=1, t=1	0,025 \pm 0,016	N=2, t=2
Ringmus	0,086 \pm 0,211	N=34, t=34	0,009 \pm 0,013	N=6, t=8	0,041 \pm 0,056	N=3, t=4

4.3.3

DEET

Voor ringmussen geldt dat alle gemeten concentratie onder de rapportagegrens liggen van het laboratorium. Het valt op dat in 3 van de 4 adulten en 7 van de 8 nestjongen DEET is gemeten. Voor de eieren is dit in 18% van de gevallen vastgesteld (6 van de 34). Voor de gevonden concentraties aan DEET in eerdere studies zie tabel 4.12.

Tabel 4.12: Gemiddelde \pm SD gevonden concentratie (mg/kg) van DEET in eieren, nestjongen en adulten van ringmussen en andere soorten uit eerder studies. n= het totaal aantal monsters waarin DEET is aangetroffen en t= het totaal aantal doorgemeten monsters. Het gemiddelde en SD zijn gebaseerd op de monsters waarin DEET is aangetroffen.

DEET						
Soort	Ei	N, t	Nestjong	N, t	Adult	N, t
Koolmees	Niet onderzocht	Niet onderzocht	0,022 \pm 0,016	N=4, t=41	Niet onderzocht	Niet onderzocht
Boerenwaluw	0,025 \pm 0,004	N=2, t=17	0,010 \pm 0,004	N=3, t=10	Niet aangetroffen	N=0, t=1
Ingekorven vleermuis	n.v.t.	n.v.t.	Niet onderzocht	Niet onderzocht	0,027 \pm 0,000	N=1, t=4
Grutto	Niet aangetroffen	N=0, t=11	Niet aangetroffen	N=0, t=1	0,032 \pm 0,000	N=1, t=2
Ringmus	0,004 \pm 0,002	N=6, t=34	0,003 \pm 0,002	N=7, t=8	0,003 \pm 0,001	N=3, t=4

4.3.4

Antrachinon

Bij 6 van de 34 eimonsters is deze niet meer toegestane zaadbeschermer aangetroffen. Het betreft eieren van 3 paartjes met één paar met een ei uit het 1ste en 2de broedsel, één paar met een ei uit het 1ste, 2de en 3de broedsel en één paar met een ei uit een 1ste broedsel. Het valt op dit vijf monsters van 2 paren uit één gebied zijn, namelijk in de streek Heechsân. Kennelijk kunnen de vogels deze stof in een volgend broedsel ook doorgeven. Het is daarbij ook opvallend dat in twee volwassen vogels van andere paren in dezelfde omgeving deze stof niet is aangetroffen (monsters 9 en 10), en ook niet in nestjongen (monster 7) of in eieren (monsters 22a en b, 23, 31, 33) uit dezelfde omgeving. Voor de gevonden concentraties aan anthrachinon in eerdere studies zie tabel 4.13.

Tabel 4.13: Gemiddelde \pm SD gevonden concentratie (mg/kg) van anthrachinon in eieren, nestjongen en adulten van ringmussen en andere soorten uit eerder studies. n= het totaal aantal monsters waarin anthrachinon is aangetroffen en t= het totaal aantal doorgemeten monsters. Het gemiddelde en SD zijn gebaseerd op de monsters waarin anthrachinon is aangetroffen.

Anthrachinon						
Soort	Ei	N, t	Nestjong	N, t	Adult	N, t
Koolmees	Niet onderzocht	Niet onderzocht	0,014 \pm 0,000	N=1, t=41	Niet onderzocht	Niet onderzocht
Boerenwaluw	Niet aangetroffen	N=0, t=17	Niet aangetroffen	N=0, t=10	Niet aangetroffen	N=0, t=1
Ingekorven vleermuis	n.v.t.	n.v.t.	Niet onderzocht	Niet onderzocht	0,067 \pm 0,000	N=1, t=4
Grutto	Niet aangetroffen	N=0, t=11	Niet aangetroffen	N=0, t=1	Niet aangetroffen	N=0, t=2
Ringmus	0,026 \pm 0,017	N=6, t=34	Niet aangetroffen	N=0, t=8	Niet aangetroffen	N=0, t=4

4.3.5

Folpet (fungicide)

Hoewel deze stof laag toxisch is voor vogels en met een halwaarde tijd in de bodem van enkele dagen (EFSA, 2009) wordt deze stof toch in eieren aangetroffen die verzameld werden bij het

Heechsân. Daarnaast is de stof in één volwassen vogel aangetroffen. Opvallend is dat dit ook de monsters zijn die het hoogste aantal gevonden stoffen laten zien. De vogel waarin folpet is aangetoond broedde in kast 167 (2019) aan de Zwarteweg en werd dood in de nestkast aangetroffen. Voor de gevonden concentraties aan folpet in eerdere studies zie tabel 4.14.

Tabel 4.14 Gemiddelde \pm SD gevonden concentratie (mg/kg) van folpet in eieren, nestjongen en adulten van ringmussen en andere soorten uit eerder studies. n= het totaal aantal monsters waarin folpet is aangetroffen en t= het totaal aantal doorgemeten monsters. Het gemiddelde en SD zijn gebaseerd op de monsters waarin folpet is aangetroffen.

Folpet						
Soort	Ei	N, t	Nestjong	N, t	Adult	N, t
Koolmees	Niet onderzocht	Niet onderzocht	0,024 \pm 0,000	N=1, t=41	Niet onderzocht	Niet onderzocht
Boerenzwaluw	Niet aangetroffen	N=0, t=17	Niet aangetroffen	N=0, t=10	Niet aangetroffen	N=0, t=1
Ingekorven vleermuis	n.v.t.	n.v.t.	Niet onderzocht	Niet onderzocht	Niet aangetroffen	N=0, t=4
Grutto	Niet aangetroffen	N=0, t=11	Niet aangetroffen	N=0, t=1	Niet aangetroffen	N=0, t=2
Ringmus	0,030 \pm 0,035	N=5, t=34	Niet aangetroffen	N=0, t=8	0,006 \pm 0,000	N=1, t=4

4.3.6

2,4-D en MCPA (herbicide)

Deze herbiciden zijn beide bij één monster van een nestjong gevonden. De locatie ligt aan de uiterste zuidoostzijde van het onderzoeksgebied dicht bij een voormalige kippenboerderij en een inmiddels in de jaren 80 beëindigde fruittuin, een teelt waarin deze stoffen zijn toegelaten. Voor de gevonden concentraties aan 2,4-D in eerdere studies zie tabel 4.15.

Tabel 4.15: Gemiddelde \pm SD gevonden concentratie (mg/kg) van 2,4-D in eieren, nestjongen en adulten van ringmussen en andere soorten uit eerder studies. n= het totaal aantal monsters waarin 2,4-D is aangetroffen en t= het totaal aantal doorgemeten monsters. Het gemiddelde en SD zijn gebaseerd op de monsters waarin 2,4-D is aangetroffen.

2,4-D						
Soort	Ei	N, t	Nestjong	N, t	Adult	N, t
Koolmees	Niet onderzocht	Niet onderzocht	Niet aangetroffen	N=0, t=41	Niet onderzocht	Niet onderzocht
Boerenzwaluw	Niet aangetroffen	N=0, t=17	Niet aangetroffen	N=0, t=10	Niet aangetroffen	N=0, t=1
Ingekorven vleermuis	n.v.t.	n.v.t.	Niet onderzocht	Niet onderzocht	Niet aangetroffen	N=0, t=4
Grutto	Niet aangetroffen	N=0, t=11	Niet aangetroffen	N=0, t=1	Niet aangetroffen	N=0, t=2
Ringmus	Niet aangetroffen	N=0, t=34	0,340 \pm 0,000	N=1, t=8	Niet aangetroffen	N=0, t=4

Tabel 4.16: Gemiddelde \pm SD gevonden concentratie (mg/kg) van MCPA in eieren, nestjongen en adulten van ringmussen en andere soorten uit eerder studies. n= het totaal aantal monsters waarin MCPA is aangetroffen en t= het totaal aantal doorgemeten monsters. Het gemiddelde en SD zijn gebaseerd op de monsters waarin MCPA is aangetroffen.

MCPA						
Soort	Ei	N, t	Nestjong	N, t	Adult	N, t
Koolmees	Niet onderzocht	Niet onderzocht	Niet aangetroffen	N=0, t=41	Niet onderzocht	Niet onderzocht
Boerenzwaluw	Niet aangetroffen	N=0, t=17	0,130 \pm 0,000	N=1, t=10	Niet aangetroffen	N=0, t=1
Ingekorven vleermuis	n.v.t.	n.v.t.	Niet onderzocht	Niet onderzocht	Niet aangetroffen	N=0, t=4
Grutto	Niet aangetroffen	N=0, t=11	Niet aangetroffen	N=0, t=1	Niet aangetroffen	N=0, t=2
Ringmus	Niet aangetroffen	N=0, t=34	0,210 \pm 0,000	N=1, t=8	Niet aangetroffen	N=0, t=4

4.3.7

Piperonylbutoxide

Deze voor insecten zeer giftige insecticide werd alleen aangetroffen bij Heechsân in zowel een eimonster uit het 1^{ste} en 2^{de} broedsel van hetzelfde paartje. Opvallend is dat de waarde van het monster uit het 2^{de} broedsel flink hoger is dan dat van het 1^{ste} broedsel. Voor de gevonden concentraties aan piperonylbutoxide in eerdere studies zie tabel 4.17.

Tabel 4.17: Gemiddelde \pm SD gevonden concentratie (mg/kg) van piperonylbutoxide in eieren, nestjongen en adulten van ringmussen en andere soorten uit eerder studies. n= het totaal aantal monsters waarin piperonylbutoxide is aangetroffen en t= het totaal aantal doorgemeten monsters. Het gemiddelde en SD zijn gebaseerd op de monsters waarin piperonylbutoxide is aangetroffen.

Piperonylbutoxide						
Soort	Ei	N, t	Nestjong	N, t	Adult	N, t
Koolmees	Niet onderzocht	Niet onderzocht	0,190 \pm 0,000	N=1, t=41	Niet onderzocht	Niet onderzocht
Boerenzwaluw	Niet aangetroffen	N=0, t=17	0,084 \pm 0,000	N=1, t=10	0,007 \pm 0,000	N=t, t=1
Ingekorven vleermuis	n.v.t.	n.v.t.	Niet onderzocht	Niet onderzocht	Niet aangetroffen	N=0, t=4
Grutto	Niet aangetroffen	N=0, t=11	Niet aangetroffen	N=0, t=1	Niet aangetroffen	N=0, t=2
Ringmus	0,006 \pm 0,004	N=2, t=34	Niet aangetroffen	N=0, t=8	Niet aangetroffen	N=0, t=4

4.4

Mogelijke contaminatieroutes

Stoffen kunnen op verschillende wijze terecht komen in de ringmussen en hun nestjongen en eieren. Directe bespuiting van vogel en eieren lijkt uitgesloten: een vogel kan direct tijdens een toepassing (bespuiting) blootgesteld worden, maar die kans is nagenoeg uitgesloten omdat de

adulten vogels opvliegen als een spuitinstallatie nabijkomt. De eieren en nestjongen worden ook niet direct geraakt als zij in de nestkast zitten.

Tijdens bespuitingen kunnen de spuitvloeistofdruppels verwaaien, dit heet drift. Vogels kunnen zaden of insecten eten, water opnemen of in contact komen met de bodem waarin mogelijk middelen zitten via drift.

Een andere optie is dat jongen de stoffen, via het ei, van hun moeder doorgegeven krijgen. Of naakte jongen nemen het na de geboorte op via het nestmateriaal wat eventueel vervuild is. Deze alinea gaat hier meer in detail op in, o.a. aan de hand van de gevonden stoffen.

Omdat de vogels in hun geheel zijn gebruikt voor analyse, kan het zijn dat de stoffen op de vogel hebben gezeten, denk aan bijvoorbeeld de poten of verenkleed. De eischalen bij de ringmussen zijn niet geanalyseerd, wel het eiwit en eigeel. Hier is dus geen contaminatie mogelijk geweest van het ei met het nestmateriaal of via de veren van de vogel zelf.

Hieronder beschrijven we de mogelijke contaminatieroutes en geven aan of die meer of minder aannemelijk zijn.

4.4.1

Bodem

De gevonden stoffen zitten (mogelijk) in de bodem en kunnen op die manier door planten worden opgenomen en zoals nestmateriaal of als voedsel (zaad) worden opgenomen door ringmussen.

- Een groot deel van de stoffen bindt zich aan het organische stof in de bodem. Van bijvoorbeeld DDT (verboden insecticide) is bekend dat deze stof (en haar afbraakproducten) voorkomt in Nederlandse (water)bodems, vaak op plaatsen waar in het verleden deze insecticide is toegepast, denk aan bijvoorbeeld akkerbouw, veehouderij en fruitteelt.
- Gevonden herbiciden (als MCPA, 2,4-D) zijn toegelaten in de landbouw, bijv. in grasland. Deze stoffen worden ook in combinatie gebruikt. Ook deze stoffen komen in de bodem.
- Een veel gebruikte herbicide in de landbouw is glyfosaat. Deze stof is niet aangetroffen in ringmussen en ook niet in grutto's die daarop onderzocht zijn (Lommen et. al., 2021). De steekproef was echter klein (7 monsters), waardoor we niet kunnen uitsluiten dat glyfosaat door ringmussen wordt opgenomen.
- De fungicide folpet mag toegepast worden in een aantal plantaardige (bedekte en onbedekte) teelten (bollen, fruit) en kan zo mogelijk in de bodem terecht komen.
- Antrachinon is vastgesteld in bodemonsters, mestmonsters en krachtvoer onderzocht bij veehouderijbedrijven in Nederland (Buijs en Samwel-Manting, 2019). Ook is het gevonden in gedroogde diervoeders, waarbij het is ontstaan tijdens het verbrandingsproces bij het drogen (SciCom, 2016). De stof is ook vastgesteld in de ingekorven vleermuis en koolmees (Guldmond et al, 2016; Guldmond et al., 2019).
- Mogelijk is dat DEET in veel monsters is aangetroffen via verspreiding van drijfmest, waarin het ook het gevonden.

4.4.2

Oppervlaktewater

Pesticiden worden aangetroffen in het oppervlaktewater.

- DEET wordt aangetroffen in het oppervlaktewater en kan daarin terecht komen doordat mensen, honden of paarden waarop DEET is toegepast in het water lopen of zwemmen. Ook kan het via de RWZI's geloosd worden in het oppervlaktewater. DEET komt zowel in bodem- en oppervlaktewater voor.
- Uit metingen in het oppervlaktewater is bekend dat MCPA, 2,4D, DDT, folpet, antrachinon aangetroffen worden op bepaalde meetpunten in oppervlaktewateren verspreid over Nederland (www.bestrijdingsmiddelenatlas.nl).
- Voor antrachinon is ook bekend dat het is aangetroffen in een brede screening waarnemersputten voor het Limburgse grondwater. Kruijne en Ickenroth (2020) beschrijven:

“De werkzame stof antrachinon is gezocht in de meetronden 2007, 2012 en 2016. Alleen in 2007 werd de stof gevonden in 75 monsters (39,7%)”. In de overige jaren dus niet.

- DDT en DEET is naast in ringmussen ook in boerenwaluw, koolmees, grutto en ingekorven vleermuis gevonden (Guldemon et al, 2016, Guldemon et al., 2018; Guldemon et al., 2019; Lommen et al, 2021). DEET wordt in oppervlakte- en grondwatermonsters gevonden, wat te wijten valt aan het gebruik van DEET als muggenmiddel, waardoor het middel ook via zwemmen en douchen in het oppervlaktewater komt. Daarnaast komt het mogelijk via het uitrijden van mest in het water terecht. (Swartjes et al., 2016).

Dit is dus ook een mogelijke contaminatieroute als vogels het water drinken of erin baden. In Eastermar vallen alle slootjes in het houtwallengebied al snel in het voorjaar droog. Dit geldt niet voor de hoofdwatgangen waar om droogte te bestrijden water ingepompt wordt uit een diepe zandput, dit speelt alleen in de zuidoostzijde van Eastermar. De ringmussen nemen altijd ‘s morgens water (dauw of regen) op van planten op de grond en van boom- en struikbladeren (mondelingen mededeling, A. Timmerman). Het lijkt dus onwaarschijnlijk dat ringmussen via het oppervlaktewater pesticiden binnenkrijgen.

4.4.3

Voedsel: zaden en insecten

Volwassen ringmussen zijn zaadeters. Nestjongen krijgen insecten gevoerd tot hun snavel is uitgehard.

In (of op) bemonsterde vegetatie in Drentse natuurgebieden zijn in plantenmateriaal ook verschillende stoffen gevonden (Mantingh en Buijs, 2020). De zaden van planten met opgenomen bestrijdingsmiddelen kan als voedsel in ringmussen terecht komen. Ook plantenmateriaal dat als nestmateriaal wordt gebruikt kan zo in contact komen met ringmussen en hun eieren (zie paragraaf 4.4.4).

Zaden

Waar kunnen ringmussen zaden vinden?

- Op planten in wegbermen, slootkanten, tuinen, graslanden en tussen gewassen als mais. In bermen wordt in principe niet gespoten, evenals in slootkanten (zie paragraaf 4.4.5 drift).
- Particulieren kunnen wel herbiciden gebruiken in hun tuinen tegen onkruiden, bijvoorbeeld 2,4-D.
- De herbiciden MCPA, 2,4-D en metoxuron mogen professioneel gebruikt worden in grasland, maispercelen en sportvelden. Het kan zijn dat ringmussen daar hun voedsel (zaden en insecten) vandaan halen. Timmerman en De Vries en hun studenten zien ringmussen zelden (maximaal 2% van de gevolgde voedselvluchten in 2020 naar maispercelen) foerageren op insecten in opkomende en volgroeide maisplanten (J.P. Koch. 2021)
- Ook in gewassen als fruitteelt en bollen worden MCPA, 2,4-D toegepast om onkruiden te bestrijden. Deze gewassen komen echter al jaren niet meer voor in het buitengebied van Eastermar. Wel was tot de zeventiger jaren een klein fruitbedrijf gevestigd bij het buurtschap Heechsân en daarna tot 20000 een boomkwekerij (mondelingen mededeling, A. Timmerman). Deze contaminatieroute is onwaarschijnlijk.
- De fungicide folpet kan door een bespuiting wellicht ook op zaden van (on)kruiden (en insecten) in een aantal teelten terecht komen. Het middel heeft een toelating in de bollen- en fruitteelt (appels, peren, druiven). Het wordt relatief veel gebruikt in de bedekte en onbedekte bollenteelt (ook lelies) en tijdens dompelbehandeling van bollen. Zoals hierboven al vermeldt komen deze teelten niet meer voor in Eastermar en is deze contaminatieroute onwaarschijnlijk.
- Omwonende voeren ringmussen met vogelzaad.
- Ringmussen kunnen bij de voersleuf in stallen of bij de kuilbult (geplette) maiskorrels oppikken of zaden van kruiden op percelen met een groenbemester. Dit is echter nog nooit waargenomen

in het gebied (mondelingen mededeling, A. Timmerman). Van ringmussen is niet bekend dat zij net gezaaide (eventueel gecoat) maiskorrels eten, zoals kraaien of duiven dat wel doen.

- Graanpercelen komen niet voor in het onderzoeksgebied, wat anders een gewilde foerageerplek is.
- Antrachinon heeft momenteel geen landbouwkundige toelating. De herkomst van de stof is ook onbekend. Kruijne. en Ickenroth (2020) schrijven: “Er zijn geen gegevens over emissies van de werkzame stof antrachinon gevonden”. Ook geven ze aan: “Het middel Sibutol is een zaadontsmettingsmiddel met vogelafweer dat bestaat uit bitertanol en antrachinon (Wikipedia). In het verleden (gegevens ontbreken) werd het middel Morkit op basis van antrachinon gebruikt als vogelafweer op granen (zaadontsmetting). De stof komt ook vrij bij verbrandingsprocessen (bijv. bij het drogen van veevoer), wat wellicht een mogelijke bron is.” Ook worden echter al decennia geen granen meer verbouwd rondom Eastermar, hetgeen de bovengenoemde route via vogelafweer bij granen onwaarschijnlijk maakt.

Insecten

- Piperonylbutoxide mag als synergist en biocide gebruikt worden om vliegende insecten te bestrijden, in combinatie met andere stoffen als pyrethrinen. Ook mag het toegepast worden bij vee (bijv. Veerust). De stof is tweemaal in lage concentraties aangetroffen in de eieren (niet in jongen of adulten). De stof is via het vrouwtje doorgegeven aan de eieren.
- Uit onderzoek naar de voedselvluchten van voerende ringmussen in 2020 is gebleken dat de ouders voornamelijk prooien halen uit bloeiende bomen en stuiken en uit korte vegetatie langs de wegen, paden en in tuinen en zelden in maispercelen (J.P. Koch, 2021). Die oppervlakte (ook aan randen) is vele malen groter dan die van de maispercelen. Ook is er geen relatie tussen het aantal gevonden stoffen en de afstand tot een maisperceel.

4.4.4

Nestmateriaal

Ringmussen die geanalyseerd zijn voor dit onderzoek hebben gebroed in nestkasten. Van oorsprong broeden ze in natuurlijk holtes. Ze broeden ook in schuren en onder bijv. dakpannen (niet waargenomen in Eastermar). Het nest bestaat uit een kom of koepel. Het is gemaakt van plantenstengels, gras, hooi en takjes. Ze bekleden het met (dons)veertjes en mos. Ook gebruiken ze haren van koeien en huis- en hobbydieren als hond, kat, geit (zie foto 4.2) en schaap (wol).

De middelen die in teelten gebruikt worden of op gazons kunnen via de plantenstengels, gras, hooi gebruikt worden als nestmateriaal.

Wanneer de ringmussen haren als nestmateriaal gebruiken van vee of honden en katten dat behandeld is met een vliegen- of vlooiemiddel met daarin bijvoorbeeld piperonylbutoxide, dan zou dit een mogelijke contaminatieroute kunnen zijn.

Fipronil (1x aangetroffen onder de rapportagegrens) wordt als teken- en vlooiemiddel gebruikt bij honden en katten. Bij koolmeesjongen werden ook verschillende diergeneesmiddelen aangetroffen, die via honden- en kattenharen in het nest bij de jongen werden aangetroffen.

De insecticide fipronil is aangetoond in een nestjong van de ringmus, onder de rapportagegrens. Ook is fipronil aangetroffen in 9 van de 41 monsters in de koolmees (Guldemonnd et al., 2019). Het is niet aangetroffen in grutto's (Lommen et al., 2021) of boerenzwaluwen (Guldemonnd et al., 2019). Fipronil is bekend vanwege de fipronilcrisis in de pluimveehouderij als wondermiddel tegen bloedluizen bij kippen. Het heeft alleen een toelating als biocide door professionals en als diergeneesmiddel tegen teken en vlooien bij huisdieren als honden en katten, waar het om de 3 weken tot 3 maanden op de vacht gesmeerd dient te worden. Wellicht komt het middel via haren als nestmateriaal in de nestjongen van de ringmus terecht.



Foto 4.2: Nestmateriaal bij uitgekomen ringmusnest. Te zien is gedroogde plantenmateriaal (mos, stengels), veren, haren van o.a. landgeit om de nestkom zacht te bekleden (Foto: S. Bakker te Oldemarkt).

4.4.5

Drift

Wanneer een middel wordt toegepast in de nabijheid van de broedplaats dan is drift tijdens een bespuiting ook een mogelijke oorzaak. Het middel zou dan bijvoorbeeld op zaden of insecten kunnen terecht komen en via het voedsel weer in de ringmussen kunnen komen.

4.4.6

Maternale doorgifte

Het vrouwtje kan via maternale doorgifte werkzame stoffen doorgeven. De gemeten stoffen in de eieren zijn op deze wijze in de eieren terecht zijn gekomen, zoals ook Guldemonnd et al. (2019) beschrijft voor de koolmezen. Het gaat dan om lipofiele stoffen die zich binden aan vette substanties en worden doorgegeven via de eidooier. Deze stoffen zijn in het vrouwtje geaccumuleerd en vervolgens in de eieren terecht gekomen. Het bekendste voorbeeld hiervan is DDT. Daarnaast zijn ook DEET, anthrachinon, folpet (som), metoxuron, piperonylbutoxide, foxim en isocarbofos in de eieren aangetroffen.

5

Discussie

5.1 Monsterverzameling

Het aantal geanalyseerde monsters betreft 8 nestjongen, 4 adulte ringmussen en 34 eieren, alle uit de omgeving van Eastermar. Om verstoring zoveel mogelijk te voorkomen, zijn beperkt verse dode jongen en volwassen vogels verzameld. Dit is een reden waarom er meer eieren dan dode ringmussen zijn geanalyseerd. Een gelijkmatigere verdeling zou de analyse versterken en een beter beeld geven van de pesticidenbelasting van de ringmussen. Daarbij is het zo dat de steekproef beperkt is betreffende glyfosaat (7 ringmusmonsters), waardoor het lastiger is om uit te kunnen sluiten dat glyfosaat niet blootgesteld wordt aan ringmussen.

De ringmussen rondom Eastermar verblijven het gehele jaar dicht bij de nestplaats. Gedurende het broedseizoen van eind maart tot en met begin augustus is dit ongeveer in een straal van maximaal 1 km rond de nestplaats. In de winter tot het voorjaar worden de meeste vogels gezien binnen 10 km van de geboorteplaats (terugmeldingen van gekleurringde vogels (Timmerman, mondelinge mededeling)). Omdat de lokale omstandigheden per regio verschillen in Nederland hoeft dit beeld niet representatief te zijn voor alle ringmussen in Nederland, maar geeft het juist een goed beeld van de situatie in De Noordelijke Friese wouden bij Eastermar (Friesland).

5.2 Vergelijken concentraties andere CLM-studies slechts indicatief

De tabellen in paragraaf 4.3 zijn slechts indicatief. Diverse parameters in de diverse onderzoeken en diersoorten verschillen. Zo gaat het voorbij aan de gevonden concentraties, milieueffect van de stof en of het dier wel of niet zijn hele leven in een regio verblijft (grutto en boerenzwaluwen verblijven in onze winter in Afrika en/of Zuid-Europa).

Deze gegevens zijn gebaseerd op metingen in verschillende levensstadia (ei - nestjong - adult). Wat betreft ingekorven vleermuis gaat het ook om mengmonsters van diverse locaties en leeftijden. Van boerenzwaluw en koolmees betreft het in de meeste gevallen monsters van een enkel individu/ei, maar in enkele gevallen ook een mengmonster van dezelfde leeftijd en locatie (hetzelfde nest). Ook bij de grutto's bestaat 1 ei-monsters uit een mengmonster van 3 eieren uit hetzelfde nest. De chemische analyses zijn in alle studies gelijk en betreft alle stoffen in het brede analyse pakket (exclusief glyfosaat).

5.3

Verschillen in stoffen tussen ei – nestjong - adult

Gevonden concentraties van stoffen zijn op verschillende manieren opgebouwd in respectievelijk eieren, nestjongen en adulten. In eieren kunnen stoffen komen via doorgifte van het vrouwtje. Met name vetoplosbare stoffen kunnen zo in de dooier terecht komen. Onbekend is of eieren via nestmateriaal – als strootjes, veren, haren- op kunnen nemen of via afgifte van de oudervogel. Omdat van de eieren alleen eiwit en dooier zijn geanalyseerd, de eischaal is voorafgaande aan de analyse verwijderd, zijn stoffen die alleen aan de buitenkant op de eischaal zitten uitgeschakeld.

Nestjongen krijgen pesticiden deels van de moeder via het ei, en daarnaast door contact met het nestmateriaal (kan via de kale huid worden opgenomen) en door het voedsel dat de ouders de jongen voeren.

Adulten kunnen op velerlei manieren stoffen binnenkrijgen (zie 4.4): via grond (stofbaden) en voedsel (meest zaden, maar ook insecten). Via het drinken van water lijkt minder waarschijnlijk, omdat ringmussen niet (vaak) uit oppervlaktewater drinken, maar dauw op planten opnemen.

Het aantal stoffen dat wordt gevonden in de verschillende levensstadia neemt toe van ei (8) naar nestjong en adult (10). Dit is vergelijkbaar bij de boerenwaluw, waar in de eieren (4) ook minder stoffen werden gevonden dan in nestjongen (7) en adult (8, slechts 1 individu geanalyseerd) Guldemond et al. (2018). Het gemiddeld aantal stoffen in ringmuseieren is 1,6, in nestjongen 3,25 en in adulten 3,0.

In deze studie zijn de concentraties gemeten in het ei (zonder eischaal) en in het hele individu (nestjong of adult). In andere studies wordt in eieren op dezelfde manier de concentratie gemeten, al dan niet met eischaal erbij. Bij nestjongen of adulte vogels wordt soms in een orgaan de pesticidenconcentratie gemeten, zoals de lever en/of het vetweefsel. Daarin accumuleren stoffen, vooral vetoplosbare, waardoor er hogere concentraties worden gerapporteerd. De waarden voor nestjongen/adulten die we in deze studie vinden zijn dus lager dan in studies waarbij specifieke organen zijn geanalyseerd.

6

Conclusies en aanbevelingen

6.1 Conclusies

Zijn ringmussen blootgesteld aan pesticiden?

Ringmussen in de Noordelijke Friese wouden bij Eastermar zijn in het seizoen 2019 en 2020 blootgesteld aan chemische stoffen, waaronder in veel gevallen pesticiden. In de 46 monsters - bestaande uit 4 adulten, 8 nestjongen en 34 eieren - zijn 15 verschillende stoffen gemeten. De monsters zijn geanalyseerd op 727 stoffen.

Om welke stoffen het gaat?

Het betreft de volgende 15 stoffen: DDT (som), DEET, anthrachinon, difenylamine, fenylfenol, fipronil, folpet (som), foxim, isocarbofos, MCPA, metoxuron, piperonylbutoxide, spirotetramat, tebuconazool en 2,4-D.

Het gaat om stoffen met een werking tegen insecten (6x), fungiciden (3x), herbiciden (3x), vogelwerend middel (1x), plantengroei-regelaar (1x) en een synergist (1x).

Glyfosaat en haar afbraakproducten, die apart geanalyseerd zijn in 7 dode ringmussen, zijn niet aangetroffen.

In welk levensstadium zijn welke stoffen aangetroffen?

In de 12 dode ringmussen (nestjongen en adulten) zijn in totaal 10 verschillende stoffen aangetroffen. Het betreft som DDT (9x) DEET (10x), difenylamine (2x), fenylfenol (4x), fipronil (1x), som folpet (1x), spirotetramat (4x), tebuconazol (5x), 2,4D (1x) en MCPA (1x). Opvallend is dat in 75% van de monsters DDT is aangetroffen en in 83% DEET.

Het aantal stoffen dat in nestjongen en in adulte ringmussen wordt gevonden ligt in dezelfde orde-grootte: gemiddeld 3,25 stoffen bij de nestjongen (maximaal 6 stoffen) en gemiddeld 3,0 bij adulten (maximaal 4 stoffen).

In de 34 eieren zijn 8 verschillende stoffen aangetroffen. Het betreft som DDT (34x), DEET (5x), anthrachinon (5x), som folpet (4x), metoxuron (1x), piperonylbutoxide (2x), foxim (1x) en isocarbofos (1x). DDT is in 100% van de eieren aangetroffen, bij DEET ligt dit percentage (15%) in de eieren beduidend lager dan in de nestjongen/adulte ringmussen (83%).

Het gemiddeld aantal stoffen per eimonster is 1,6. Dit is relatief laag, aangezien er in 29 monsters (van de 34) DDT is gevonden. Maximaal zijn er zes stoffen aangetroffen in twee eimonsters.

Wat zijn de concentraties van de aangetroffen stoffen?

In dode ringmussen is DDT 3x gemeten boven de rapportagegrens met de hoogste concentratie van 0,12 mg/kg vers gewicht en met een gemiddelde van 0,057 mg/kg. Voor 2,4-D betreft het 1x 0,34 mg/kg, en MCPA betreft 1x 0,21 mg/kg.

In de 34 eieren waarin DDT gemeten is, betreft de range 0,04-1,3mg/kg, met een gemiddelde van 0,20 mg/kg \pm 0,44 mg/kg over de eieren met een concentratie boven de rapportagegrens. Verder zijn antrachinon (5x, gem. 0,026, \pm 0,019, hoogste 0,057mg/kg), folpet (4x, gem. 0,030, \pm 0,039 mg/kg, hoogste 0,099 mg/kg) en piperonylbutoxide (1x, 0,01 mg/kg) boven de rapportagegrens aangetroffen. De andere aangetroffen stoffen in de eieren en dode ringmussen liggen onder de rapportagegrens van het laboratorium.

Relatie aangetroffen stoffen en concentratie met andere factoren

Er is geen verband vastgesteld tussen het aantal aangetroffen stoffen in ei, nestjong en adult met factoren als legselnummer (1^{ste}, 2^{de}, 3^{de} broedsel), eikleur (normaal en afwijkend) en afstand tot maisperceel.

Wat zijn de mogelijke gevolgen van gevonden stoffen op de mortaliteit van de ringmus?

Deze vraag is lastig te beantwoorden omdat er geen normen zijn voor (ring)mussen waarmee de gevonden concentraties vergeleken kunnen worden.

De LD-50 waarden van de gevonden stoffen (voor in elk geval de stoffen boven de rapportagegrens) liggen ruim boven de aangetroffen concentraties. De testsoort voor de bepaling van de LD-50 waarden verschilt per stof en betreft boomkwartel, Japanse kwartel en wilde eend. De testsoort verschilt dus aanzienlijk van de ringmus, een zangvogel, want het betreft hoenderachtigen of een eendensoort. Toch concluderen we vanwege de lage concentraties dat op basis van deze gegevens er waarschijnlijk geen acute toxische effecten te verwachten zijn. Of chronische toxische effecten optreden is onbekend.

Van DDT is bekend dat het de eischaaldikte en vitaliteit van het embryo en kuikens van vogels vermindert. De hoogst gemeten concentratie in een ringmusei bedraagt 1,3 mg/kg. Op basis van de literatuur is een effect behorende bij deze concentratie niet waarschijnlijk, maar valt ook niet volledig uit te sluiten (zie ook 4.2.1). Voor de overige eieren ligt de DDT-concentratie (veel) lager en lijkt een effect op de eischaaldikte en overleving van het embryo en kuiken onwaarschijnlijk.

Herkomst middel, mogelijke contaminatieroutes en vergelijking met eerdere CLM-studies

De gevonden insecticiden, fungiciden, herbiciden, vogelwerendmiddel, plantengroeieregelaar en synergist zijn via verschillende contaminatieroutes in de ringmus gekomen. Deze stoffen worden als biocide, diergeneesmiddel of gewasbeschermingsmiddel gebruikt in de landbouw, door particulieren en komen vrij bij bijvoorbeeld verbrandingsprocessen. Vijf van de 15 aangetroffen stoffen hebben in Nederland geen toelating: DDT, isocarbofos (beide insecticiden), fenylfenol (fungicide), metoxuron (herbicide), antrachinon (intermediar/vogelwerend middel).

De gevonden herbiciden MCPA en 2,4-D worden ingezet tegen breedbladige onkruiden, zowel landbouwkundig, op sportvelden en gazons. Deze stoffen zijn beide 1x aangetroffen in hetzelfde nestjong, wat suggereert dat deze stoffen als mengsel zijn gebruikt (een product bevat beide werkzame stoffen) of na elkaar zijn gebruikt. Het jong heeft deze stoffen of via de moeder heeft binnengekregen of via nestmateriaal. Ook is het mogelijk dat het jong de stof binnenkrijgt via een insect dat direct bespoten is met deze herbiciden, of het via drift heeft gekregen.

De gevonden insecticide DDT is, net als bij de grutto en boerenzwaluw, in alle eieren aangetroffen. Het kan worden doorgegeven door de moeder, via het ei, aan het jong. Ook is het aangetroffen – net zoals bij de grutto en boerenzwaluw – in alle adulten en in het grootste deel van de nestjongen. Het is de vraag of momenteel nog opname plaatsvindt uit gecontamineerde (water)bodems, bijv. bij

het pikken van zaden of dat het gaat om het doorgeven van in het lichaam aanwezige DDT aan nieuwe generaties. DDT is niet meer toegelaten in Nederland sinds 1973.

DEET is een insecticide of een insectenwerende stof die mensen gebruiken om zich te beschermen tegen insectenbeten. De stof mag niet toegepast worden op gewassen of huisdieren, maar wel in de veehouderij. DEET is bij alle nestjongen en adulten ringmussen vastgesteld. Bij grutto en boerenzwaluw was dat bij een deel van de monsters het geval. In de ringmuseieren is DEET in 18% van de gevallen vastgesteld, bij boerenzwaluw bij 12% en niet bij de grutto. De meest voor de hand liggende route is dat ringmussen dit binnenkrijgen via de moeder of door het eten van insecten als ze nestjong zijn. DEET is aangetroffen in het voer en in de mest op rundveebedrijven, wat mogelijk een contaminatieroute is. DEET is ook aangetroffen in grond- en oppervlaktewater, dus wellicht krijgen ze het tijdens het baden.

De insecticide fipronil is aangetoond in een nestjong van de ringmus, onder de rapportagegrens. Ook is fipronil aangetroffen in 9 van de 41 monsters in de koolmees. Fipronil is bekend vanwege de fipronilcrisis in de pluimveehouderij als wondermiddel tegen bloedluizen bij kippen. Het heeft alleen een toelating als biocide door professionals en als diergeneesmiddel bij huisdieren als honden en katten. Wellicht komt het middel via haren als nestmateriaal in de nestjongen van de ringmus terecht.

Antrachinon is in 5 eieren gevonden. Het is ook aangetroffen in de ingekorven vleermuis en koolmees (nestjong). Verder wordt het ook in de bodem van veehouderijbedrijven aangetoond en in mest en krachtvoer van rundvee (Buijs en Samwel-Manting, 2019). Deze stof heeft geen toelating in Nederland en het is aannemelijk dat het afkomstig is van verbrandingsprocessen met diesel of gasolie. Echter, omdat het ook in krachtvoer zit is het mogelijk dat ringmussen het binnenkrijgen via het eten van veevoerders.

Piperonylbutoxide is een synergist en is in 2 eieren aangetroffen. De stof is niet in eieren in andere CLM-studies gevonden, wel in een nestjong en adulte boerenzwaluw en een nestjong van de koolmees. Het mag toegepast worden als biocide om ruimtes waarin insecten zich bevinden te behandelen en in dierverblijven. Ook als diergeneesmiddel bij huisdieren als honden en katten (tegen luizen) en runderen en paarden (tegen vliegen). De stof is ook gemeten op rundveebedrijven in krachtvoer en drijfmest (Buijs en Samwel-Manting, 2019). Het eten van insecten door het adulte vrouwtje en vervolgens doorgave aan de eieren is een mogelijk contaminatieroute voor dit middel. Ook zou het via de haren van honden, katten, koeien en paarden in het nest in de eieren terecht gekomen kunnen zijn.

Aantal gevonden stoffen in vergelijking met andere CLM-studies

Let op: deze alinea is indicatief omdat de parameters in de diverse studies verschillen, waardoor een op het oog eenvoudige vergelijking al gauw complex is (zie paragraaf 5.3 voor een toelichting). Het valt op dat de 15 gevonden stoffen ongeveer in dezelfde orde grootte ligt als de 14 gevonden stoffen bij boerenzwaluw. In grutto (2x) en in ingekorven vleermuis (5x) zijn aanmerkelijk minder stoffen gevonden, al ligt het aantal monsters door ook aanmerkelijk lager. In de koolmees ligt het aantal stoffen flink hoger (26x), bij een ongeveer even groot aantal monsters. Voor het gemiddeld aantal stoffen per monsters, scoort ringmus relatief laag t.o.v. van koolmees, boerenzwaluw en ingekorven vleermuis en wat hoger dan het aantal gevonden stoffen in grutto's.

6.2 Aanbevelingen

- Deze studie is verricht aan ringmussen in De Noordelijke Friese Wouden bij Eastermar, in een relatief klein gebied. Het is de vraag in hoeverre dit representatief voor de pesticidenbelasting van ringmussen in Nederland, temeer dat de populatie in Eastermar redelijk stabiel is. Om daarover een uitspraak te kunnen doen zouden juist in gebieden waar de ringmuspopulatie achteruitgaat monsters geanalyseerd moeten worden, zowel van eieren, nestjongen als adulten.
- Ook zou dan een inventarisatie gedaan kunnen worden van mogelijke bronnen van pesticiden, zowel in de landbouw, particulier gebruik als de industrie. Het kan zijn dat sommige stoffen zich verspreiden over relatief grotere afstand, denk aan stoffen die vrijkomen bij verbrandingsprocessen. Hierbij moet zowel het huidige als het historische gebruik in ogenschouw worden genomen.
- Het separaat analyseren van levers en vetweefsel van ringmussen is ook aan te raden. Daarin concentreren zich de (lipofiele) stoffen waardoor de kans op het aantreffen van stoffen toeneemt.
- De ringmus leent zich als regionale indicatorsoort voor pesticidenbelasting. Het is een standvogel met, zeker in het broedseizoen, een klein leefgebied. In de winter zijn er ook relatief gezien maar kleine verplaatsingen. Daarom is de pesticidenbelasting bij ringmussen een indicatie van lokaal gebruik en vervuiling.
- Er zijn aanwijzingen dat er in het onderzoekgebied verschillen zijn in pesticidenbelasting. Een ruimtelijke analyse naar de verspreiding van stoffen en concentraties kan meer licht werpen op de verspreiding van stoffen en mogelijke bronnen.
- Het is aan te raden om de bewustwording te vergroten bij zowel particulieren als professionele gebruikers van gewasbeschermingsmiddelen, diergeneesmiddelen en biociden over mogelijk negatieve impact op vogels en andere organismen. In veel gevallen zijn er chemievrije alternatieven. Op basis van het voorzorgprincipe is het ook verstandig om haren van katten en honden, en het liefst ook haren van runderen en paarden die behandeld zijn voor vlooiën, insecten (of wormen) direct in een afgesloten prullenbak te gooien, zodat ringmussen en andere vogels, zoals mezen deze niet kunnen gebruiken als nestmateriaal.

Referenties

- Anastassiades, M., A. Wachtler, D. Kolberg, E. Eichhorn, A. Benkenstein, S. Zechmann, D. Mack, A. Barth, C. Wildgrube, C. Sigalov, S. Görlich, D. Dörk, en G. Gerchia, 2018. Quick method for the analysis of numerous highly polar pesticides in foods of plant origin via LC-MS/MS involving simultaneous extraction with methanol (QuPPE-Method): II. Food of animal Origin (QuPPE-AO-Methode). EURL-SRM, Germany.
- Boele, A., J. van Bruggen, F. Hustings, K. Koffijberg, J. Vergeer en T. van der Meij, 2017. Broedvogels in Nederland in 2015. Sovon, Nijmegen.
- Both, C., M. Visser en H. Balen, 2002. De opkomst en ondergang van een populatie Ringmussen *Passer montanus*. *Limosa* 75 (2002): 41-50.
- Buijs, J., M. Samwel-Manting, 2019. Een onderzoek naar mogelijke relaties tussen de afname van weidevogels en de aanwezigheid van bestrijdingsmiddelen op veehouderijbedrijven in Gelderland. Bennekom: Buijs Agro-Service
- Custer, C., 2011. Swallows as a Sentinel Species for Contaminant Exposure and Effect Studies. In: J.E. Elliott et al. (eds.), *Wildlife Ecotoxicology: Forensic Approaches*, 45. *Emerging Topics in Ecotoxicology* 3.
- Cooper, K., 1991. Effects of pesticides on wildlife. In: Hayes, W.J., Laws, E.R. (Eds.), *Handbook of Pesticide Toxicology*. Academic Press, San Diego, 463-496.
- EFSA, 2009. Conclusion on pesticide peer review. Peer review of the pesticide risk assessment of the active substance folpet. EFSA Scientific Report 297, 1-80.
- Garcia-Hernandez, J., Y. Sapozhnikova, D. Schlenk, A. Mason, O. Hinojosa-Huerta, J. Rivera-Diaz, N. Ramos-Delgado, G. Sanches-Bon, 2006. Concentration of contaminants in breeding bird eggs from the Colorado river delta, Mexico. *Environmental Toxicology and Chemistry*, Vol. 25, No. 6, pp. 1640– 1647.
- Guldmond, A., P. Leendertse, J. Lommen en J. Jansen (Bionet), 2016. Vleermuizen en pesticiden - Analyse van de ingekorven vleermuis in Limburg (2016). CLM, rapport-918.
- Guldmond, A., P. Leendertse en J. Lommen, 2018. Pesticiden in de boerenwaluw: Verkennende studie van pesticidenbelasting bij boerenwaluw in Nederland. CLM, rapport-943.
- Guldmond, A., R. Gommer, P. Leendertse en K. van Oers (NIOO), 2019. Koolmezensterfte en bususmotbestrijding: Pesticidenbelasting bij jonge koolmezen. CLM, rapport-998.

Guldmond, A., J. Lommen en P. Leendertse, in press 2021. Contaminatie van Boerenzwaluwen met pesticiden in Nederland. Limosa.

Koch, J. P., 2021. Foeragegedrag van ringmussen tijdens het broedseizoen in een agrarisch gebied. Leeuwarden majorstage van Hall-Larenstein.

Kruijne, R. en P. Ickenroth, 2020. Aanpak bestrijdingsmiddelen in het grondwater van het Maasstroomgebied; Oorzakenanalyse en verkenning maatregelen. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 3000.

Lommen, J., R. Gommer, M. Bruinenberg en N. van Eekeren (LBI), 2021. Grutto's en pesticiden: een verkennend onderzoek. CLM, rapport-1070.

Mantingh, M., J. Buijs, 2020. Onderzoek naar de aanwezigheid van bestrijdingsmiddelen in vier Natura 2000 gebieden in Drenthe en de mogelijke invloed van de afstand van natuurgebieden tot landbouwgebieden op de belasting met bestrijdingsmiddelen. Beoordeling van de analyses en rapportage. Buijs Agro-Services, Assen/Bennekom.

Marlière, F., L. Letinois, M. salomon(2020). Résultats de la campagne nationale exploratoire de mesure des résidus de pesticides dans l'air ambiant (2018-2019). Ineris - Anses - Atmo France.

Montforts, M. en E. Smit, 2020. Duiding van de herkomst van stoffen aangetroffen in Drentse Natura 2000 gebieden. Ministerie van IenW, 2020.

Mora M.A. 1991. Organochlorines and breeding success in cattle egrets from the Mexicali Valley, Baja California, Mexico. Colonial Waterbirds 14: 127–132.

Relana, 2016. Position paper No. 16 - 03. "Phthalimid: Metabolite of Folpet or unavoidable Artefact ?" Version 2016/07/22.

SciCom, 2016. Wetenschappelijke comite van het federal agentschap voor de veiligheid van de voedselketen: oorsprong van antrachinon en bifenyl in gedroogde diervoeders (dossier SciCom N° 2015/21).

Silva, V., L. Montanarella, A. Jones, O. Fernández-Ugalde, H.G.J. Mol, C.J. Ritsema, V. Geissen, 2018. Distribution of glyphosate and aminomethylphosphonic acid (AMPA) in agricultural topsoils of the European Union. Science of the Total Environment 621: 1352–1359.

SOVON, 2018. Vogelatlas van Nederland. Broedvogels, wintervogels en 40 jaar verandering. SOVON, 2018.

Swartjes, F.A, A.M.A. van der Linden, N.G.F.M. van der Aa, 2016. Bestrijdingsmiddelen in grondwater bij drinkwaterwinningen: huidige belasting en mogelijke maatregelen. RIVM Rapport 2016-0083

Timmerman, A. en G. de Vries, 2016. Raadselachtige Ringmussen (*Passer montanus*) nestkastbewoners bij Eastermar in de periode 1996 - 2016. Twirre 26 (2) 11-18.

USDoI, (1998). Guidelines for Interpretation of Biological Effects of Selected Constituents in Biota, Water, and Sediment: DDT. US Department of the Interior. Contaminant guidelines. 1-90.

Van Manen, W. 2020. Huismus en Ringmus in Nederland meer dan 20 jaar gevolgd. Limosa: 93, 49-58

**** Chlorothalonil-4-hydroxy is a breakdown product of Chlorothalonil. According to EU regulation 396/2005, this degradation product is only reported for products of animal origin, except honey.

Exceptions reporting LC-MSMS

If certain components cannot be determined due to, for example, matrix effects, a comment will be made on the analysis report.

The reporting limits are indicative and may change depending on the matrix and the circumstances of the analysis.

The LC-MSMS analysis package-2 consists of a total of 413 components.

The accreditation other than fruit and vegetables, will be shown on DRF-260 Flexible scope

Analysis 3: Pesticides LC-MSMS (W3302/WVS-145)

Pesticide (active compound)	Reporting limit (mg/kg)
AMPA Q	0.01
Glufosinate-ammonium (sum) Q	0.01
Glyphosate Q	0.01

The reporting limits mentioned are indicative and can change depending on the matrix and the circumstances of the analysis.

° Accredited by the Raad voor Accreditatie (registration number L201).

The accreditation other than fruit and vegetables, will be shown on DRF-260 Flexible scope

CLM Onderzoek en Advies

Postadres

Postbus 62
4100 AB Culemborg

Bezoekadres

Gutenbergweg 1
4104 BA Culemborg

T 0345 470 700

www.clm.nl