



ONDERZOEKSRAPPORT

Inventarisatie van de aanwezigheid en risico's van
bestrijdingsmiddelen in **begraasde
natuurgebieden
in Gelderland**

Toxicologische risico's voor mestkevers

COLOFON

BENNEKOM, OKTOBER 2020

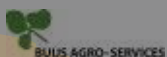
Onderzoeksrapport

Buijs Agro-Services, Schuurhoven 19, 6712SM Bennekom

Auteur: **Jelmer Buijs** Buijs Agro-Services

Margriet Mantingh Mantingh Environment and Pesticides

Reviewers van secties van dit rapport: **J.D. van Mansvelt**, Dr. Sc. voormalig bijzonder Hoogleraar Alternatieve Methoden in Land en Tuinbouw, Wageningen University & Research
Prof. dr. M. Dicke, Hoogleraar Entomologie Wageningen University & Research
Hans Muilerman, Pesticide Action Network Europe
Jeroen Helmer, Stichting Ark Natuurontwikkeling



Projectleider: **Jelmer Buijs**, Buijs Agro-Services



Projectpartner: **Margriet Mantingh**
Mantingh Environment and Pesticides



Dit onderzoek is mogelijk gemaakt dank zij de financiële ondersteuning van de Provincie Gelderland



Met medefinanciering door: **Buijs Agro-Services**
Mantingh Environment and Pesticides
PROquint

Disclaimer

De inhoud van dit rapport valt onder de exclusieve verantwoordelijkheid van Buijs Agro-Services en Mantingh Environment and Pesticides en kan op geen enkele manier worden beschouwd als een weergave van de mening van de Provincie Gelderland.

Foto's: Natasha Nozdrina, Margriet Mantingh, Jelmer Buijs, Jeroen Helmer

© October 2020

Inventarisatie van de aanwezigheid en risico's van bestrijdingsmiddelen in begraasde natuurgebieden in Gelderland

Toxicologische risico's voor mestkevers



Voorwoord

In 2018-2019 hebben wij een eerste onderzoek naar mestfauna en bestrijdingsmiddelen op veehouderijbedrijven in de provincie Gelderland uitgevoerd. Daarna kwam de vraag naar voren hoe de situatie m.b.t. de aanwezigheid van bestrijdingsmiddelen en mestkevers zou zijn in beschermde natuurgebieden, waar geen sprake is van het gebruik van krachtvoer of andere hulpmiddelen die bestrijdingsmiddelen bevatten (zoals stro en hooi) van buitenaf. Dit onderzoek is dus een logisch vervolg op het eerste onderzoek. Dit onderzoek werd gelijktijdig uitgevoerd met een onderzoek naar de aanwezigheid van bestrijdingsmiddelen in niet-begraasde Duitse natuurgebieden in Noordrijn-Westfalen en Rijnland-Palts, dus in het verslag zult u ook verwijzingen vinden naar dat onderzoek. De onderzoeksmethodiek is voor een deel gelijk, zodat de resultaten van chemische analyses van de vegetatie en van de bodem met elkaar vergeleken kunnen worden. Gedurende de looptijd van het onderzoek werd er bekend dat bij één locatie sprake was runderen die gecontamineerd waren met dioxinen en PCB's. Daarom hebben wij besloten van drie locaties in de uiterwaarden metingen te laten doen van die stoffen. Omdat we de resultaten daarvan zeer laat kregen, zijn ze alleen in de evaluatie van deze drie gebieden (bijlage 7) opgenomen. De uitgekozen drie gebieden waren als steekproef bedoeld voor het rivierengebied in het algemeen.

Wij hopen dat dit onderzoek bijdraagt aan een objectivering van de discussie over de rol van bestrijdingsmiddelen in de achteruitgang van de biodiversiteit en niet aan een polarisering.

Dankbetuigingen

Voor haar grote inzet bij het doen van de analyses en voor het beantwoorden van onze vele vragen willen we mevrouw E. Platwel bedanken. Wij danken de eigenaren en beheerders van de natuurterreinen van Natuurmonumenten, Staatsbosbeheer, Geldersch Landschap & Kasteelen, Stichting Marke Vragender Veen, Stichting Taurus en Stichting Ark Natuurontwikkeling voor hun medewerking en getoonde interesse in dit project. Ook danken we Unifarm (WUR) voor de prettige samenwerking en Oscar Vorst voor het tellen en identificeren van de ruim 7000 kevers. Jeroen Helmer willen we bedanken voor zijn stimulerende rol bij de voorbereiding van dit project en Francisco Sanchez-Bayo voor zijn ecotoxicologische adviezen. We zijn ook dankbaar aan Jan Diek van Mansvelt, Marcel Dicke, Hans Muilerman & Jeroen Helmer voor het lezen en commentariëren van diverse secties van dit rapport. Hun commentaar heeft sterk bijgedragen aan de leesbaarheid en de duidelijkheid van dit verslag. Ook willen we Henk Tennekes bedanken voor zijn inzichten die ons geholpen hebben bij het verrichten van deze studie. Helaas is hij gedurende de looptijd van dit onderzoek overleden.

Het project team bedankt de provincie Gelderland, Bujs Agro-Services, Mantingh Environment and Pesticides en Waardevolgroen.nl voor de (co)financiering van dit project.

Disclaimer

Voor dit rapport zijn de interpretaties, beoordelingen, adviezen en conclusies gebaseerd op beschikbare informatie uit assessment reports van de European Food Safety Authority (EFSA), Ctgb Toelatingendatabank, databases zoals de Pesticide Property Database van de University of Hertfordshire, en PAN Pesticide Database – Chemicals. Veel informatie in databases is aangeleverd door de industrie. Tevens hebben we gebruik gemaakt van onafhankelijke wetenschappelijke bronnen. Indien daarvan gebruik werd gemaakt, is een verwijzing opgenomen naar de bron van die informatie. Van veel bestrijdingsmiddelen is informatie over hun eco-toxicologische eigenschappen echter schaars en niet zelden tegenstrijdig. Wij kunnen daarom niet in alle gevallen instaan voor de juistheid van deze informatie.

Inhoud

Voorwoord	4
Dankbetuigingen	4
Disclaimer	4
Samenvatting	8
Summary	10
Lijst van afkortingen en speciale termen	12
1 Inleiding	16
2 Doel van het onderzoek en periode van uitvoering	18
3 Hypothesen van het onderzoek	19
4 Materiaal en methode	21
4.1 Keuze van de gebieden	21
4.2 Keuze van de matrices voor chemische analyses en voor telling van mestkevers	22
4.3 Navigatie	22
4.4 Monstername protocol	22
4.4.1 Bodem	22
4.4.2 Vegetatie	23
4.4.3 Rundermest	23
4.4.4 Drinkwater van het vee	23
4.5 Bewaring van de monsters	24
4.6 Analyse van de monsters	24
4.7 Botanische samenstelling van de vegetatie	25
4.8 Verzamelen van Coleoptera uit de mestmonsters	25
4.9 Determinatie van de gevonden Coleoptera uit de rundermest	25
4.10 Gebruikte toxicologische parameters	25
4.11 Eigenschappen van de gevonden pesticiden	26
4.12 Statistische analyse	27
5 Resultaten empirisch onderzoek	29
5.1 Beschrijving van de uitgekozen begraasde natuurgebieden	29
5.1.1 Aard van de gebieden	29
5.1.2 Afstand tot met bestrijdingsmiddelen behandelde percelen	29
5.1.3 Vegetatie	30
5.1.4 Bodem type	31
5.1.5 Monstername periode	31
5.1.6 Het weer tijdens de monstername	31
5.1.7 Andere activiteiten (dan landbouw) in de omgeving van de uitgekozen gebieden	31
5.1.8 Algemene waarnemingen gedurende de monstername	31

5.1.9	Verzorging van het vee	31
5.2	Resultaten van pesticide analyses	32
5.3	Het relatieve aandeel van stoffen niet afkomstig uit de landbouw	39
5.4	De invloed van de afstand van de bemonsterde locaties tot behandelde velden op de gehalten bestrijdingsmiddelen in de genomen monsters	40
5.5	De wettelijke status van de gevonden middelen	41
5.6	Soorten en aantallen gevonden Coleoptera in rundermest en de relatie met de gevonden bestrijdingsmiddelen.....	42
6	Eigenschappen van de gevonden bestrijdingsmiddelen	46
6.1	Genotoxiciteit, carcinogeniteit, LR50 & JG-MKN.....	46
6.2	Werkingsmechanisme (Mode of action)	51
6.3	Dosis-Tijd-effect relaties.....	52
7	Risicobeoordeling van de gevonden stoffen	55
8	Discussie	59
8.1	Beoordeling van hypothese.....	59
8.2	De correlatie van de in mest gevonden aantallen Coleoptera met de gevonden bestrijdingsmiddelen 61	
8.3	Het aandeel van stoffen die mogelijk niet uit de landbouw afkomstig waren.....	62
8.4	Dosis-tijd-effect relaties	63
8.5	Rol van stoffen van niet agrarische herkomst	64
8.6	Rol van stoffen die niet of zelden zijn gevonden	64
8.7	Afstand tot akkerbouwvelden	65
8.8	Categorie van de gevonden stoffen	65
8.9	Gebruik van LR50 en JG-MKN als milieu risico indicators	66
8.10	Wettelijke status van de gevonden bestrijdingsmiddelen	67
8.11	Bodem bescherming	67
9	Conclusies	69
10	Adviezen	72
10.1	Voor onderzoek.....	72
10.2	Voor beleid.....	73
10.3	Voor natuurbescherming	74
10.4	Voor de landbouw	74
	Referenties	76
	Bijlagen	79
	Bijlage 1. Analysis protocol of laboratory.....	80
	Bijlage 2. Analyzed pesticides (geanalyseerde bestrijdingsmiddelen).....	81
	Bijlage 3. Monstername protocol (sampling protocol).....	92
	Bijlage 4. Pesticide eigenschappen (pesticide properties)	93
	Bijlage 5. Originele meetwaarden van alle matrices per kg versgewicht en per kg drooggewicht (original measurements in microgram per kg fresh sample and per kg dry matter)	101

Bijlage 6. Aanwezigheid en concentraties van bestrijdingsmiddelen in de onderzochte natuurgebieden	117
Bijlage 7. Evaluatie van de onderzochte natuurgebieden	120
1) Bizonbaai, Ooijpolder	120
2) Kekerdome (Millingerwaard)	122
3) Terlet, voormalige landbouwenclave	124
4) Loowaard, bij Duiven	126
5) Terlet Heide	129
6) Slot Loevestein	131
7) Brakelse Benedenwaard	134
8) Kaliwaal	136
9) Aaltense Goor, Goorstegendijk	138
10) Aaltense Goor, Lage Wolboomdijk	140
11) Korenburgerveen	142
12) Passewaay bij Tiel	144
13) Hierdense Beek	146
14) Planken Wambuis, Veluwe (gemeente Ede)	148
15) Nieuw Reemst, Veluwe	150
16) Hattum	152
Bijlage 8. Kevertellingen in verse en oude mest van alle begraasde natuurgebieden*	154
Bijlage 9. Kevertellingen in rundermest op agrarische bedrijven met beweiding in Gelderland in 2018	155

Samenvatting

In 2019 publiceerden wij een studie naar de aanwezigheid van bestrijdingsmiddelen op veehouderijbedrijven in de provincie Gelderland. In die studie werden 134 verschillende bestrijdingsmiddelen, biociden en hun omzettingsproducten gevonden in krachtvoer, kuilvoer, bodem en in mest op 25 veehouderijbedrijven. De conclusie was dat vooral insecticiden uit het voer waarschijnlijk een substantiële invloed hebben op de entomofauna in de mest. Naar aanleiding van die studie kwam de vraag naar voren hoe de Coleoptera (mestkever-) bezetting van rundveemest in begraasde natuurgebieden is en of daar ook eventueel invloed zou zijn te verwachten van de daar aanwezige bestrijdingsmiddelen.

In dit nieuwe onderzoek werden op 16 locaties in 14 begraasde natuurterreinen in Gelderland monsters genomen van mest, bodem, vegetatie en drinkwater. Daarin werd de aanwezigheid van 661 bestrijdingsmiddelen in de vegetatie en mest onderzocht en 664 in de bodem. De monsters werden genomen in 2019. In de natuurgebieden werd de aanwezigheid van 34 bestrijdingsmiddelen vastgesteld boven de detectiegrens (LOQ) van 0,5-2,8 microgram per kg vers monster (vegetatie, mest en bodem). In de vegetatie werden gemiddeld 6,50 bestrijdingsmiddelen per monster gevonden, in de bodem 4,88 en in de mest 3,44 bestrijdingsmiddelen. De gevonden totale gehalten varieerde in de vegetatie van 2,56 tot 200,32 microgram per kg droge stof, in de mest van 5,64 tot 47,55 en in de bodem van 3,59 tot 177,42 microgram per kg droge stof. De concentraties van de gevonden bestrijdingsmiddelen in mest, bodem en vegetatie varieerden van 0,6 microgram per kg droge stof (p,p'-DDE in de bodem) tot 184,6 microgram per kg droge stof (difenyl in de vegetatie). Volgens internationale databases zijn van de 34 gevonden stoffen 51% kankerverwekkend of mogelijk kankerverwekkend en 42% hormoonverstorend of mogelijk hormoonverstorend. Van deze stoffen is bekend dat er geen sprake is van veilige drempelwaardes voor levende organismen.

In de verse en oudere mest werden Coleoptera adulten en larven geteld. Het aantal Coleoptera per kilogram verse mest was gemiddeld in de natuurterreinen (in 2019) 40,18 maal hoger dan in mest op veehouderijbedrijven in Gelderland in 2018. Ook was het gemiddeld aantal soorten Coleoptera per monster in natuurgebieden 5,08 maal groter dan op veehouderijbedrijven. Het aantal larven per kg mest dat werd gevonden was echter erg laag. Er waren natuurgebieden met een zeer laag en een zeer hoog aantal Coleoptera in de mest. Het aantal varieerde van 2,2 per kg tot 2111,7 per kg verse mest. In 25% van de natuurgebieden werden minder dan 10 Coleoptera (kevers en larven samen) per kg verse mest gevonden.

Door middel van literatuuronderzoek naar de eigenschappen van de gevonden bestrijdingsmiddelen werd duidelijk dat er onder de gevonden 34 bestrijdingsmiddelen veel stoffen zijn met een potentiële ernstige negatieve invloed op insectenpopulaties. Daaronder vallen niet alleen de gevonden insecticiden maar ook fungiciden en herbiciden die een werkingsmechanisme hebben dat ingrijpt op de stofwisseling van insecten. Helaas konden niet voldoende ecotoxicologische gegevens worden gevonden om de gevonden stoffen m.b.v. Toxic Units om te rekenen naar een totale toxiciteit van de gevonden cocktails voor Coleoptera. Met die totale toxiciteit hadden de gebieden eenvoudiger met elkaar vergeleken kunnen worden. Nu kon dat alleen door de individuele gehalten van insecticiden te vergelijken met LR50 waarden. Door empirisch onderzoek van **Shenhang Cheng et al. (2018)** en **Gols et al. (2020)** is het zeer aannemelijk geworden dat de gevonden concentraties (van 1-9 microgram per kg ds) van de individuele insecticiden desastreus kunnen zijn voor veel insecten. Ons veldonderzoek bevestigt dat, omdat de hoeveelheid gevonden Coleoptera statistisch significant negatief gecorreleerd was met de in de vegetatie vastgestelde totale concentratie bestrijdingsmiddelen. Ook werd in dit onderzoek vastgesteld dat van vrijwel alle gevonden stoffen de tijdsafhankelijkheid van de werking onbekend is, die mogelijk een belangrijke rol speelt in de processen die zich in natuurgebieden afspelen. De gebruikte LR50 waarden geven alleen een indicatie van de acute toxiciteit binnen 48 of 72 uur.

In de vegetatie zijn diverse stoffen gemeten die niet in de bodem werden gevonden, wat erop wijst dat deze bestrijdingsmiddelen via de lucht zijn aangevoerd en door de planten opgenomen. In onderzoek in Duitsland is de aanwezigheid van vele (ook in ons onderzoek gevonden) bestrijdingsmiddelen in de lucht recent bevestigd door metingen m.b.v. luchtfilters (**Kruse-Plass et al., 2020**). In ons onderzoek werd de oorsprong van de stoffen niet onderzocht. Het is waarschijnlijk dat vier frequent gevonden stoffen (antrachinon,

difenyl/bifenyl, difenylamine en fenylfenol-2) niet uit de landbouw afkomstig zijn. Van een klein aantal stoffen is dat niet geheel duidelijk, bv van etofenprox en permethrin. Het is dus waarschijnlijk dat 30 van de door ons gevonden 34 stoffen wel uit de landbouw afkomstig zijn. Voor het effect op de natuur is de toxiciteit vaak van groter belang dan de concentratie, omdat de verschillen in toxiciteit tussen de stoffen vele malen groter zijn dan de verschillen in de gevonden concentraties. In het geval van de 4 stoffen die niet uit de landbouw afkomstig zijn, is hun effect waarschijnlijk kleiner dan dat op grond van hun relatief hoge concentraties verwacht zou kunnen worden. De effecten van de gevonden cocktails op insecten zijn echter volledig onbekend.

Als de samenleving belang hecht aan het in stand houden van de insectenpopulaties in ons land, zullen de effecten van al deze bestrijdingsmiddelen met empirisch onderzoek dienen te worden vastgesteld. Modellen kunnen daarbij als hulpmiddel gebruikt worden, maar dienen niet misbruikt te worden als vervanging van de werkelijkheid. De gevonden aantallen Coleoptera in mest geven aan dat Coleoptera in natuurgebieden er gemiddeld beter voorstaan dan op veehouderijbedrijven.

Toch zijn er sterke indicaties dat er sprake is van een acute bedreiging van de Coleoptera populaties (en daarmee van de biodiversiteit) in de onderzochte natuurgebieden:

- Een deel (25%) van de onderzochte natuurgebieden vertoonden zeer lage aantallen adulte Coleoptera in de verse mest
- Het feit dat er zeer weinig larven werden gevonden in veel gebieden is een veeg teken voor hun vermogen zich voort te planten en meer in het algemeen voor de gezondheid van het gehele ecosysteem
- Er is een negatieve correlatie tussen het aantal Coleoptera in mest en het gehalte bestrijdingsmiddelen in de vegetatie vastgesteld
- Er zijn in de vegetatie op 9 van de 16 locaties insecticiden gevonden die de LR50 waarden voor acute schade aan arthropoda overschrijden. Ook in de bodem zijn diverse zeer schadelijke stoffen voor arthropoda gevonden

In vervolgonderzoek dient te worden vastgesteld of de gevonden negatieve correlatie een uiting is van een oorzakelijk verband tussen de lagere aantallen gevonden Coleoptera bij hogere gehalten bestrijdingsmiddelen, of dat er nog andere factoren in het spel zijn. Voor die andere factoren zijn er momenteel geen aanwijzingen. Om de biodiversiteit van deze natuurgebieden in stand te houden, of zelfs weer te herstellen, dienen er sowieso maatregelen te worden genomen die ervoor gaan zorgen dat de gevonden middelen zich niet meer naar de natuurgebieden kunnen verspreiden. Intensieve monitoring dient ervoor te zorgen dat de verspreiding van bestrijdingsmiddelen in natuurgebieden gevolgd kan worden en tevens dat toekomstige maatregelen daartegen op hun effectiviteit beoordeeld kunnen worden.

Summary

In 2019 we published a study on the presence of pesticides on livestock farms in the province of Gelderland. In that study, 134 different pesticides, biocides and their conversion products were found in feed concentrates, silage, soil and manure on 25 livestock farms. The conclusion was that especially insecticides from the feed probably have a substantial influence on the entomofauna in the manure. As a result of that study, the question arose as to how the Coleoptera (dung beetle) occupation of cattle manure in grazed nature reserves is and whether any influence could be expected from the pesticides present there.

In this new study, samples of manure, soil, vegetation and drinking water were taken at 16 locations in 14 grazed nature reserves in Gelderland. The presence of 661 pesticides in the vegetation, in drinking water and in manure was investigated and 664 in the soil. The samples were taken in 2019. In the nature reserves, the presence of 34 pesticides was determined above the limit of quantification (LOQ) of 0.5-2.8 micrograms per kg fresh sample (vegetation, manure and soil). An average of 6.50 pesticides per sample was found in the vegetation, 4.88 in the soil and 3.44 in the manure. The total levels found varied in the vegetation from 2.56 to 200.32 micrograms per kg dry matter, in the manure from 5.64 to 47.55 and in the soil from 3.59 to 177.42 micrograms per kg dry matter. The concentrations of the individual pesticides found in manure, soil and vegetation varied from 0.6 micrograms per kg dry matter (p, p'-DDE in the soil) to 184.6 micrograms per kg dry matter (diphenyl in the vegetation). According to international databases, of the 34 substances found, 51% are carcinogenic or possibly carcinogenic and 42% are endocrine disrupting or possibly endocrine disrupting. It is known that for these substances there are no safe threshold values for living organisms.

Both adult Coleoptera and larvae were counted in the fresh and older manure. The number of Coleoptera per kilogram of fresh manure was in 2019 on average 40.18 times higher in nature reserves than in manure on livestock farms in Gelderland in 2018. The average number of Coleoptera species per sample in nature reserves was also 5.08 times higher than on livestock farms. However, the number of larvae per kg of manure found was very low. There were nature reserves with a very low and a very high number of Coleoptera in the manure. The number varied from 2.2 per kg to 2111.7 per kg of fresh manure. In 25% of the nature reserves less than 10 Coleoptera (beetles and larvae together) per kg of fresh manure were found.

By means of a literature search into the properties of the pesticides found, it became clear that among the 34 pesticides found there are many substances with a potentially serious negative influence on insect populations. This includes not only the insecticides found, but also fungicides and herbicides that have a mode of action that affects the metabolism of insects. Unfortunately, sufficient ecotoxicological data could not be found to be able to evaluate the ecotoxicological effects of all the found substances. Therefore, it was impossible to calculate Toxic Units of the cocktails found for Coleoptera. With that total toxicity, the investigated areas could have been more easily compared with each other.

Now this was only possible by comparing the individual levels of insecticides with LR50 values. Empirical research by **Shenhang Cheng et al. (2018)** and **Gols et al. (2020)** has made it very likely that the concentrations found (1-9 micrograms per kg dry matter) of the individual insecticides can be disastrous for many insects. Our field research determined that the number of Coleoptera found in manure was statistically significantly negatively correlated with the total concentration of pesticides found in the vegetation. This study also found that the time dependence of the action of almost all substances found is unknown, which may play an important role in the processes that take place in nature areas. The LR50 values used only provide an indication of acute toxicity within 48 or 72 hours.

Various substances were measured in the vegetation that were not found in the soil, which indicates that these pesticides were transported through the air and absorbed by the plants. In a study in Germany, the presence of many pesticides (also found in our study) in the air has recently been confirmed by measurements using air filters (**Kruse-Plass et al., 2020**). In our study, the origin of the substances was not investigated. It is likely that four frequently found substances (anthraquinone, diphenyl / biphenyl, diphenylamine and phenylphenol-2) do not originate from agriculture. This is not entirely clear for a small number of substances, e.g. for etofenprox and permethrin. It is therefore likely that 30 of the 34 substances we found did come from

agriculture. For the effect on nature, the toxicity is often of higher importance than the concentration, because the differences in toxicity between the substances are many times greater than the differences in the concentrations found. In the case of the 4 non-agricultural substances, their effect is probably less than might be expected on the basis of their relatively high concentrations. However, the effects of the cocktails found on insects are completely unknown.

If society considers it important to conserve the insect populations in our country, the effects of all these pesticides will have to be determined by empirical research. Models can be used as a tool, but should not be misused as a substitute for reality. The numbers of Coleoptera found in manure indicate that Coleoptera in nature areas are (on average) doing substantially better than on livestock farms.

Nevertheless, there are strong indications that there is an acute threat to the Coleoptera populations (and thus to the biodiversity) in the nature reserves studied:

- 25% of the nature areas studied showed very low numbers of adult Coleoptera in the fresh manure
- The fact that very few larvae were found in many areas is a bad sign for their ability to reproduce and more generally for the health of the entire ecosystem
- A negative correlation has been established between the number of Coleoptera in manure and the pesticide content in the vegetation
- Insecticides were found in the vegetation at 9 of the 16 locations that exceed the LR50 values for acute damage to arthropod. Various very harmful substances for arthropods have also been found in the soil

Further research should determine whether the negative correlation found is an expression of a causal relationship between the lower numbers of Coleoptera found at higher levels of pesticides, or whether other factors are involved. There are currently no indications for these other factors. In order to preserve or even restore the biodiversity of these nature reserves, measures must be taken anyway to ensure that the pesticides found can no longer spread into the nature reserves. Monitoring must ensure that the spreading of pesticides into nature areas can be understood and that future measures against this spreading can be assessed for their effectiveness.

Lijst van afkortingen en speciale termen

A	Acaricide (bestrijdingsmiddel tegen mijten)
Accumulatie	Ophoping van stoffen
ADI	Aanvaardbare Dagelijkse Inname
AMPA	Afkorting van de metaboliet van glyfosaat (aminomethylphosphonic acid)
Ar	Aphidus rhopalosiphi (een sluipwesp)
B	Biocide
Bestrijdingsmiddel	Gewasbeschermingsmiddel, biocide en sommige veterinaire geneesmiddelen of hun metabolieten
Blootstellingsduur	Duur van de blootstelling van een organisme aan een bepaalde chemische stof
CAS nummer	Registratienummer van chemische stof in de Chemical Abstract Service
Coleoptera	Kevers
Ctgb	College Toelating Gewasbeschermingsmiddelen en biociden
Dampdruk	(ook wel dampspanning) is de druk die de damp van een stof op de wanden van een gesloten ruimte uitoefent
DDE	Dichloordifenyldichloorethyleen
DDD	Dichloordifenyldichloorethaan
DM	Dry Matter
DNA	Desoxyribonucleïnezuur
DDT	Dichlorodifenyldichloroethane
Dosis-tijd-effect relaties	Verband tussen de dosis, de blootstellingsduur en het effect van stoffen op levende organismen
DS (ds)	Droge Stof
DT	Degradatie tijd (de tijd waarbij de stof onder gedefinieerde omstandigheden wordt omgezet in metabolieten)
DT50	De tijd waarna 50% van de moederstof niet meer aantoonbaar is
DT90	De tijd waarna 90% van de moederstof niet meer aantoonbaar is
EC50	De concentratie van een stof waarbij een niet-dodelijk effect bij 50% van een populatie testorganismen wordt verwacht
EFSA	European Food Safety Authority
EPA	Environmental Protection Agency (USA)
EQS	Environmental Quality Standard (Milieukwaliteitsnorm)
EU	Europese Unie
F	Fungicide

Formulering (handelsformulering)	De vorm waarin één of meerdere werkzame stoffen zijn verwerkt tot een voor de gebruiker geschikt gewasbeschermingsmiddel
GC	Gas Chromatography
GPS	Global Positioning System
H	Herbicide
Ha	Hectare
HQ	Hazard Quotient (gevaarquotient, waarbij een meetwaarde met een milieukwaliteits of toxiciteitsnorm vergeleken wordt)
I	Insecticide
IUPAC	International Union of Pure and Applied Chemistry (database)
JG-MKN	Jaar Gemiddelde MilieuKwaliteitsNorm
LC	Liquid Chromatography (vloeistof chromatografie)
LC50	Lethal Concentration (een acute toxiciteitstest: de concentratie van een stof in bodem, water of lucht in mg/kg, mg/l of mg/m ³ , waarbij 50% van de testdieren sterft binnen 4-96 uren)
LD50	Lethal Dosis (een acute toxiciteitstest: de dosis van een stof uitgedrukt in mg/kg lichaamsgewicht, waarbij 50% van de testdieren sterft)
LOD	Limit of Detection (onderste grens van wat aantoonbaar is)
LOQ	Limit of Quantification (onderste grens van wat kwantificeerbaar is)
LR50	Lethal Rate (de dosis van een stof per hectare in mg/ha, waarbij 50% van de testorganismen , binnen 48 of 72 uur sterft)
LR90	Lethal Rate (de dosis van een stof in mg/ha, waarbij 90% van de testorganismen binnen 48 of 72 uren sterft)
M	Metabool
Metabool	Omzettingsproduct van een pesticide of andere chemische stoffen
Mg	Milligram
Microgram	Een miljoenste deel van een gram (vaak aangeduid als µg)
MRL	Maximale Residu Limiet (wettelijke norm voor resten bestrijdingsmiddelen in voedingsmiddelen en voedermiddelen)
Mode of Action	Mechanisme waarmee een stof zijn hoofdfunctie vervult
mPa	Milipascal: een duizendste deel van één Pascal, de SI-eenheid (international stelsel van eenheden) van druk, gelijk aan één Newton per vierkante meter
MS	Massa spectrometer
MTR	Maximale Toelaatbare Risico (voor oppervlaktewater)
Nanogram	Een miljardste deel van een gram
NOEC	No Observed Effect Concentration (de hoogste concentratie van een stof, gevonden door observatie of experiment, die geen detecteerbaar effect veroorzaakt)
OCV	Organische chloorverbindingen
PAN International	Pesticide Action Network International

Pgr	Plantengroei regulator
R	Repellent (afweermiddel)
Receptor Binding	Binding aan een functioneel organische macromolecuul aangeduid als een specifieke receptor in een bi-moleculaire reactie
RIVM	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne
SFD	Soil Framework Directive (kaderrichtlijn bodem)
SSD	Species Sensitivity Distribution
Tp	Typhlodromus pyri (roofmijt)
TU	Toxic Units
VR-waarde	Verwaarloosbaar Risico (Concentratie van een stof waarbij geen risico voor het milieu wordt verwacht)
V.s.	Veterinary substance (diermedicijn)
WHO	World Health Organisation

Hoofdstuk 1



Inleiding



1 Inleiding

In 2019 publiceerden wij een studie naar de aanwezigheid van bestrijdingsmiddelen op veehouderijbedrijven in Gelderland waarin ook het voorkomen van mestkevers werd onderzocht in de mest van rundvee. Daarin werd een negatieve relatie gevonden tussen de opname van bestrijdingsmiddelen (insecticiden) per koe per dag en het voorkomen van Coleoptera in de mest in de weide (**Buijs & Mantingh, 2019; Buijs & Samwel-Mantingh, 2020**). De conclusie was dat een groot deel van de opname van bestrijdingsmiddelen plaatsvond door middel van het krachtvoer. Door deze studie kwam de vraag naar voren, in hoeverre rundvee dat ingezet wordt voor de begrazing van natuurgebieden schonere mest produceert met minder bestrijdingsmiddelen en of dat ook terug te zien zou zijn in de aantallen Coleoptera in de mest.

In de onderstaande studie werden op 16 locaties in 14 natuurgebieden monsters genomen van de vegetatie, de bodem en van de mest. Alle monsters werden onderzocht op de aanwezigheid van bestrijdingsmiddelen en in de mestmonsters werden de aantallen aanwezige Coleoptera geteld en werden de soorten bepaald. Eveneens werden monsters van het drinkwater van het vee genomen.

Ook werden eigenschappen van de gevonden bestrijdingsmiddelen in kaart gebracht, waaronder de werkingsmechanismen en toxicologische bijzonderheden. Om de gemeten gehalten bestrijdingsmiddelen te kunnen interpreteren werd m.b.v. literatuurgegevens onderzocht welke parameters gebruikt konden worden voor de interpretatie van de gevonden gehalten. Ook werd in de literatuur gezocht naar de betekenis en de beperkingen van de toxicologische gegevens die van deze stoffen bekend zijn.

Gezien de sterke achteruitgang van de entomofauna, zowel in Duitse als in Nederlandse natuurgebieden (**Hallmann et al., 2019**), is onderzoek naar de oorzaken actueel geworden. Het kan bovendien niet anders dan dat de achteruitgang van de entomofauna een degradatie van het hele ecosysteem tot gevolg zal hebben. Het is zowel voor de natuurbescherming als voor de landbouw van belang om de werkelijke oorzaken van die achteruitgang op te helderen. Tegelijkertijd kunnen daarmee dan partijen die daarvoor niet verantwoordelijk zijn vrijgepleit worden. Het kan er ook voor zorgen dat de overheid en de natuurbescherming hun resources en energie aan de juiste onderwerpen kunnen gaan besteden, die het belangrijkste zijn voor de toekomst van de natuurterreinen.

Het dient te worden vermeld, dat de detectiegrens van de chemische metingen in dit onderzoek (met een LOQ van 0,5 tot 2,8 microgram per kg vers materiaal) aanzienlijk lager is dan gebruikelijk (10-50 microgram per kg), maar dat er categorieën stoffen zijn die ook bij veel lagere concentraties dan 1 microgram per kg werkzaam zijn tegen geleedpotigen, waaronder insecten. Bij dergelijke stoffen, zoals pyrethroïden, neonicotinoïden en hormoonverstorende stoffen kan het dus zo zijn dat er door ons niets gemeten is, maar dat Coleoptera toch sterk te lijden hebben van deze stoffen. Betere meetprocedures blijven dus nog steeds gewenst, om de gehele waarheid op tafel te krijgen. Zulke meetprocedures bestaan wel, maar waren voor dit onderzoek om financiële redenen niet toepasbaar. Omdat aangeleverde data deels in het Engels stonden, zijn de bijlagen 1-5 in het Engels. Bijlagen 6-8 staan in het Nederlands.

Hoofdstuk 2

Doel van het onderzoek en periode van uitvoering

Hoofdstuk 3

Hypothesen van het onderzoek

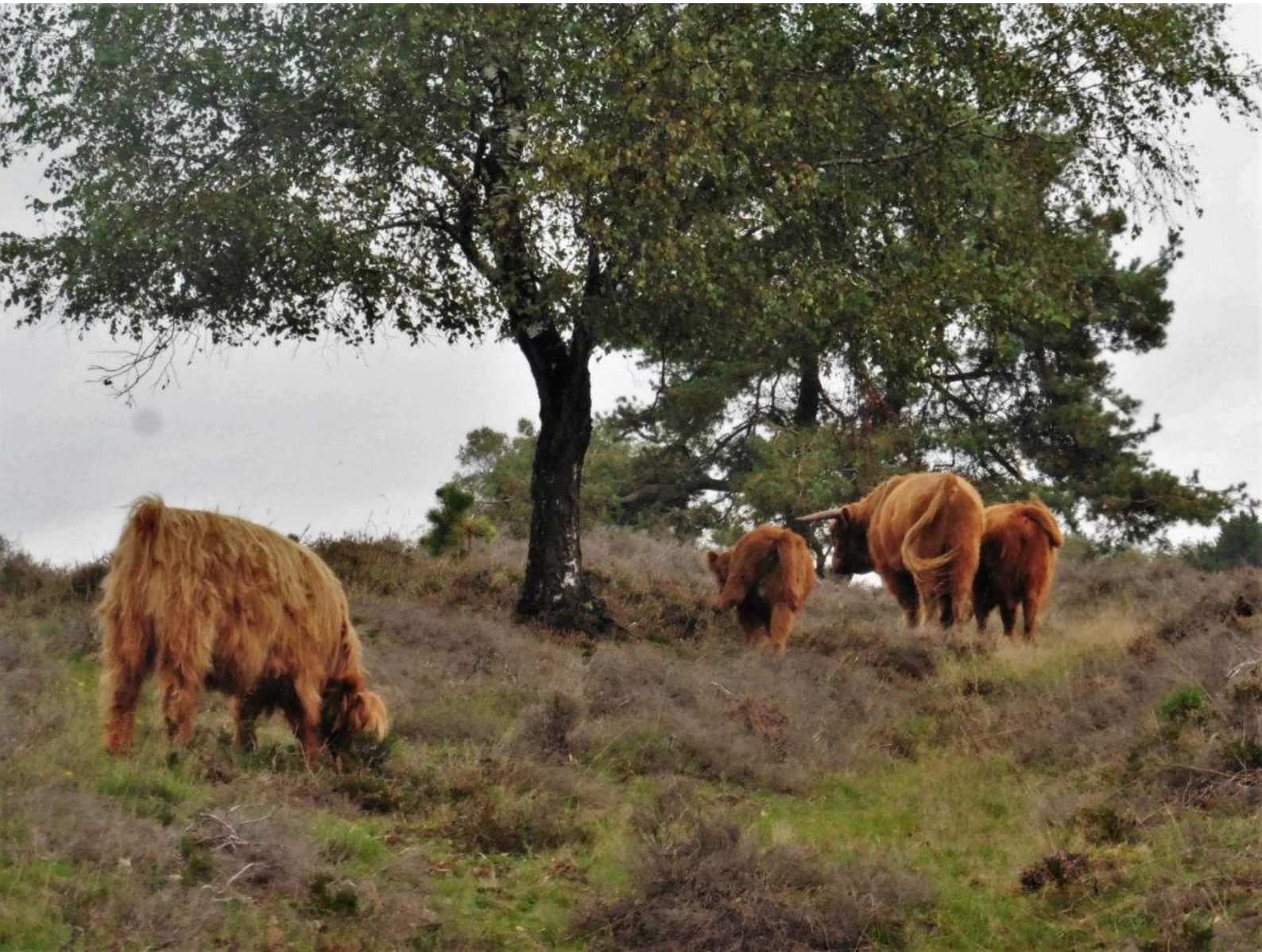


2 Doel van het onderzoek en periode van uitvoering

Het doel van het onderzoek was om:

- Inzicht te verkrijgen in de belasting van begraasde natuurgebieden met bestrijdingsmiddelen en hun metabolieten
- Inzicht te verkrijgen in het voorkomen van Coleoptera in rundveemest in natuurgebieden en eventuele correlatie vast te stellen met het voorkomen van bestrijdingsmiddelen

De periode van uitvoering van het onderzoek was: 1/8/2019 tot 31/10/2020.



3 Hypothesen van het onderzoek

De hypothesen van dit onderzoek waren:

- In de bodem, vegetatie en mest van begraasde natuurgebieden zijn bestrijdingsmiddelen aanwezig
- In de bodem van natuurgebieden is het aantal verschillende bestrijdingsmiddelen kleiner dan in bodem van veehouderijbedrijven (zoals bepaald in het onderzoek van **Buijs & Samwel-Mantingh, 2019**)
- In de bodem van begraasde natuurgebieden zijn bestrijdingsmiddelen in lagere concentraties aanwezig dan in de bodem van veehouderijbedrijven (zoals bepaald in het onderzoek van **Buijs & Samwel-Mantingh, 2019**)
- In rundveemest in natuurgebieden zijn grotere aantallen en meer soorten Coleoptera aanwezig dan in rundveemest op veehouderijbedrijven (zoals bepaald in het onderzoek van **Buijs & Samwel-Mantingh, 2019**)



Hoofdstuk 4

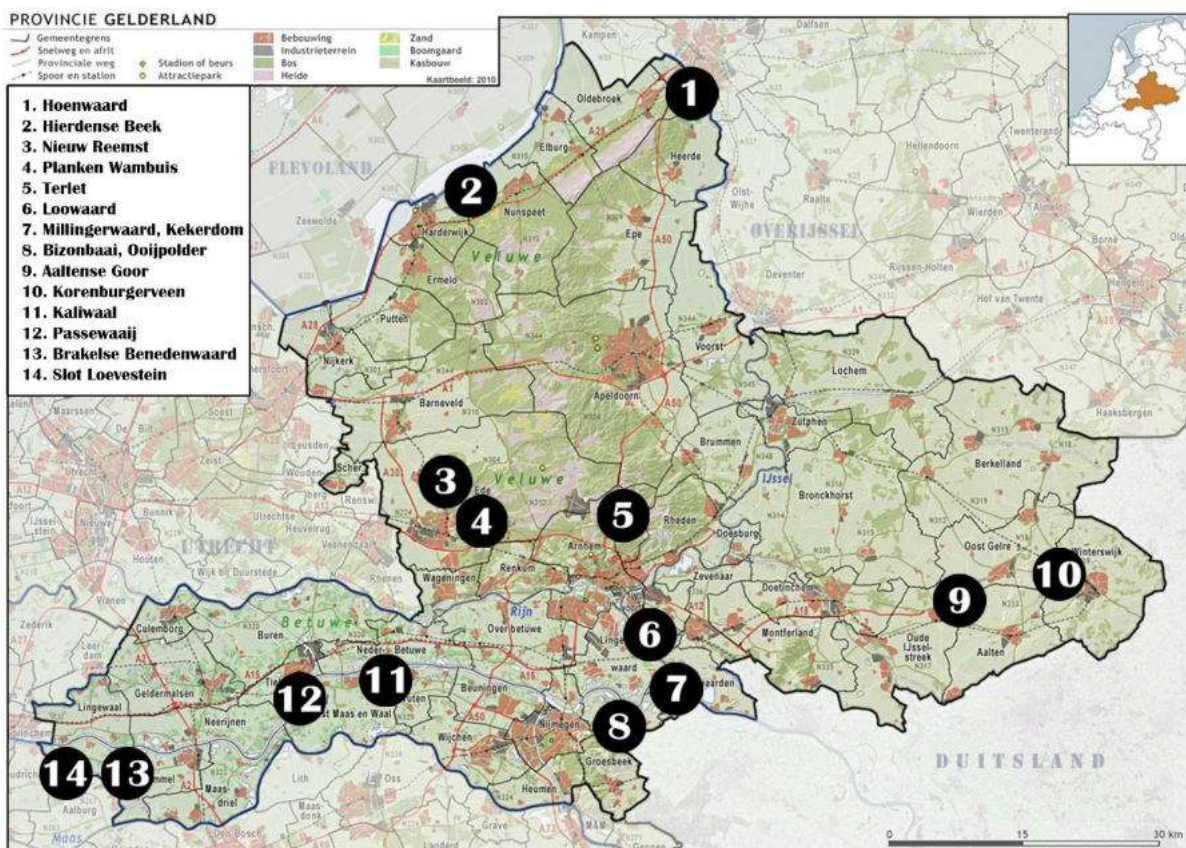
Materiaal en methode



4 Materiaal en methode

4.1 Keuze van de gebieden

Om de eerdergenoemde hypothesen te bevestigen of te verwerpen werden 16 locaties in 14 begraasde natuurgebieden uitgekozen. Volgens de beheersregels in alle gebieden worden de dieren in principe niet bijgevoerd, wat dus aanvoer van bestrijdingsmiddelen via die route uitsluit. Van de 16 locaties lagen 8 langs de grote rivieren, waarvan 7 bij hoogwater overstroomd worden. Twee locaties (Kekerdome en Brakelse Benedenwaard) zijn afgegraven in het kader van plannen om de rivieren meer ruimte te geven. Alvorens de terreinen werden bemonsterd, werd daarvoor schriftelijk toestemming van de terreineigenaren en terreinbeheerders verkregen. Bij de keuze van de terreinen werd gestreefd naar een evenwichtige verdeling van de terreinen over de provincie en naar locaties op kleigrond en op zandgrond. Alle uitgekozen 14 natuurgebieden zijn afgebeeld in Figuur 1;



Figuur 1. Locaties van de 14 in 2019 bemonsterde natuurgebieden in de provincie Gelderland

Bij de keuze van de terreinen kon niet heel selectief te werk worden gegaan, omdat het totale aantal begraasde natuurterreinen in de provincie Gelderland niet heel groot is, en op sommige terreinen sprake is van ingewikkelde procedures om toestemming te krijgen, b.v. op de terreinen van het Ministerie van Defensie. De exacte locaties (als GPS coördinaten) staan in Bijlage 7.

4.2 Keuze van de matrices voor chemische analyses en voor telling van mestkevers

Om de aanwezigheid en invloed van bestrijdingsmiddelen in begraasde natuurgebieden te onderzoeken werden een aantal matrices bemonsterd:

- bodem
- vegetatie
- oppervlaktewater
- rundveemest

De vegetatie van alle gebieden is verschillend, dus niet in alle gevallen kon worden gekozen voor dezelfde plantensoort. Er werden alleen plantensoorten gekozen die ook door het vee worden begraasd om een mogelijke relatie te kunnen leggen met de bemonsterde mest. Ook varieerden de bemonsterde oppervlakten van de verschillende natuurgebieden en waren vooral afhankelijk van de toegankelijkheid en de grootte van het natuurgebied. In Bijlage 7 zijn de oppervlakten van de bemonsterde locaties en van de natuurgebieden aangegeven.

Voor de telling van de Coleoptera (adulte kevers en larven) werd verse en oude rundveemest bemonsterd. Omdat in dit onderzoek de exacte ouderdom van de mest onbekend was, werd de oude mest op grond van de aanwezigheid van een uitgedroogde korst op de bovenkant van de mest geselecteerd en de verse mest op het ontbreken van een uitgedroogde korst.

4.3 Navigatie

De bemonsterde locaties werden met een Garmin Etrex30 navigator vastgelegd via de optie 'tracker'. De bemonsterde oppervlakte varieerde van 0,13 tot 8 ha. In dit verslag zijn de coördinaten van gebieden aangegeven met decimale graden (zie bijlage 7).

4.4 Monstername protocol

Op de 16 locaties in 14 natuurgebieden werden in het totaal 48 monsters genomen van bodem, mest en vegetatie. Van water werden 16 monsters genomen. Het volledige monstername protocol staat in Bijlage 3.

4.4.1 Bodem

De bodemonsters werden (door de auteurs van dit onderzoek) genomen met een Edelmanboor met een diameter van 50 mm en met een monsternamesectie van 18 cm. In Figuur 2 staat een afbeelding van de Edelmanboor en in Figuur 3 is de wijze van monstername afgebeeld. Op het uitgekozen terrein werden vervolgens 25 sub-monsters genomen (van 0-18 cm) en tezamen gedeponeerd in een gegalvaniseerde emmer. Na het nemen van de 25 monsters werd de inhoud van de emmer zorgvuldig, met een gegalvaniseerd tuinschepje, gemengd. Vervolgens werden twee identieke officiële (door het laboratorium geleverde) geplastificeerde monsterzakken gevuld, door hen afwisselend te vullen tot een gewicht van ongeveer 1 kg. Een klein deel van de bemonsterde grond dat niet nodig was werd in het veld achtergelaten. In Figuur 2 is de monsterboor afgebeeld en in Figuur 3 de wijze van monsternemen.



Figuur 2. Edelman monsternameboor



Figuur 3. Monstername van bodemonster in het veld

4.4.2 Vegetatie

Binnen hetzelfde gebied als waar de monsters van bodem en rundveemest werden genomen, werden ook op 25 plaatsen sub-monsters van de vegetatie geoogst en tezamen in een transparante (door het laboratorium geleverde) plastic zak van 30 liter gedeponeerd. De vegetatie werd bemonsterd met een grasschaar. Op alle locaties was er sprake van verschillende vegetatie, dus het was niet mogelijk om overal dezelfde plantensoorten te bemonsteren. Alleen die plantensoorten werden bemonsterd die werden begraaasd door het vee, om de relatie met de samenstelling van de rundveemest te kunnen leggen. In Bijlage 7 is per locatie een indicatie van de samenstelling van de bemonsterde vegetatie aangegeven. Er werd gestreefd naar monsters met een totaal versgewicht van omstreeks 1 kg. Vanwege de gevoeligheid van de chemische analyse werd geen gebruik gemaakt van handschoenen, of plastic gereedschap, omdat daarin verstorende stoffen aanwezig kunnen zijn. Het gebruik van plastic verpakkingsmateriaal voor de monsters was echter niet te vermijden. Na monstername werden de grasschaar en handen altijd met schoon kraanwater van dezelfde herkomst gereinigd.

4.4.3 Rundermest

Mestmonsters werden genomen op alle 16 locaties in de 14 natuurterreinen in Gelderland.

Voor de chemische analyse werden per locatie met een gegalvaniseerd tuinschepje van 25 verschillende relatief verse mestvlaaien monsters genomen (zonder korst op de mest) en in een plastic Eijkelkamp MeMo pot (artikel 40.91.00) met een inhoud van 900 ml gedeponeerd en met de bijbehorende deksel afgesloten.

Voor de kever- en larventelling werden eveneens mestvlaaien bemonsterd en in transparante plastic zakken van 30 liter gedeponeerd. Er werden twee monsters genomen, één van relatief verse mest (waarvan ook een monster voor de chemische analyse was genomen) en één van oudere mestvlaaien. Van beide mestsoorten werden per locatie 25 monsters genomen en daarmee werd een mengmonster van verse mest en van oudere mest gemaakt. Alle monsters werden genomen met een gegalvaniseerd tuinschepje. Gestreefd werd naar monsters met een totaal gewicht van 1-3 kg. Onmiddellijk na monstername werden de beide plastic zakken zorgvuldig dichtgebonden, om te voorkomen dat Coleoptera uit de zak zouden kunnen ontsnappen.

4.4.4 Drinkwater van het vee

Drinkwater van het vee werd bemonsterd met een plastic fles, die tevens diende voor het bewaren van de monsters tot het moment van analyse. Per locatie werd 1 liter bemonsterd. De locaties van monstername varieerden van rivier tot drinkwaterbak met nippel. De monsters werden bij +5 graden Celsius bewaard.

4.5 Bewaring van de monsters

Voor de chemische analyses werden alle monsters van mest en bodem nog op de dag van de monstername in de vriezer geplaatst bij een temperatuur van -18 graden Celsius (in een BEKO vriezer). De vegetatiemonsters werden in een koelkast bewaard bij +5 graden Celsius tot het moment van afgifte bij het laboratorium. Nadat de chemische analyse werd gedaan, bleef een deel van het gevriesdroogde en gemalen monster over. Ook deze monsters werden bewaard bij -18 graden Celsius om ze eventueel (indien nodig) te kunnen gebruiken voor herhaalmetingen of DNA analyses.

Voor de telling van de Coleoptera werden de mestmonsters tot uitspoeling bij +5 graden Celsius bewaard. Bij deze temperatuur bleven de Coleoptera in de regel leven tot het moment van de uitspoeling van de mestmonsters. De bewaarperiode van de monsters bedroeg 5-22 dagen.

4.6 Analyse van de monsters

Na aankomst op het laboratorium werden alle monsters (vegetatie, bodem en mest) gevriesdroogd en gemalen en met de verkregen gegevens kon het vochtgehalte worden bepaald. Alle vegetatiemonsters en monsters van verse mest zijn geanalyseerd volgens een vast protocol voor 661 verschillende pesticiden, biociden en metabolieten (zie voor volledige lijst Bijlage 2) met behulp van de GC + MSMS van Agilent en LC van Agilent gecombineerd met de MSMS van Sciex. De grondmonsters zijn ook getest op aanwezigheid van glyfosaat, AMPA en glufosinaat. In het geval van de bodem bedroeg het totaal aantal geanalyseerde stoffen 664 (661 + 3). Een volledige beschrijving van het analyse protocol staat in Bijlage 1 (in het Engels).

De analyses zijn uitgevoerd onder de voor het gecertificeerde laboratorium beschikbare condities en volgens de technieken en methodes zoals die op het moment van uitvoering door het laboratorium ontwikkeld zijn. In dit onderzoek zijn weliswaar veel middelen (661) gemeten, maar er zijn ook tientallen bestrijdingsmiddelen niet gemeten, zoals diverse carbamaten, paraquat, methylbromide etc. Dit is besloten op basis van de kosten van die analyses. Door de aard van de monsters (bodem/vegetatie/mest), en door de concentrerings stap (ter vergroting van de concentratie van de te meten stoffen in het oorspronkelijke extract) voor het behalen van de beoogde detectielimiet in dit project, is er de mogelijkheid dat verschillende storingen worden vastgelegd. Hierdoor kan voor bepaalde stoffen de kwaliteit niet worden gegarandeerd en is afhankelijk van de matrix. Daardoor is voor die stoffen sprake van een verhoogde limit of quantification (LOQ). Voor elk individueel monster wordt de LOQ daarom vermeld in bijlage 5. Het 90% betrouwbaarheidsinterval van alle metingen boven de LOQ ligt tussen 0,5 x gemeten waarde en 1,5 x gemeten waarde. Er zijn ook van elk van de gemeten bestrijdingsmiddelen nog vele omzettingsproducten, waarvoor geen standaard meetprocedures bestaan. Ook deze omzettingsproducten zijn in de regel niet geanalyseerd. Metingen van de meeste van deze zeer vele omzettingsproducten (afbraakproducten, esters, conjugaten, etc.) worden door geen enkel laboratorium aangeboden.

Voor verwerking van de verkregen analysegegevens zijn de gevonden stoffen vaak onderverdeeld in hun functionele groepen. In de databases zijn de meeste bestrijdingsmiddelen onderverdeeld in een van die groepen (dit betekent dat een stof is gedefinieerd als insecticide, fungicide of herbicide). Er zijn echter uitzonderingen. Sommige stoffen hebben een werking als insecticiden, zowel als fungicide. Zo werkt de gevonden stof difenylamine als fungicide, plantengroeieregulator en als insecticide. In dit rapport werd difenylamine ingedeeld als een insecticide. Volgens de meeste databases is antrachinon een repellent (tegen vogels) en het is dus als aparte categorie opgenomen van repellents.

4.7 Botanische samenstelling van de vegetatie

Het was wenselijk geweest om ook na monsternamen de botanische samenstelling van de monsters onmiddellijk te bepalen. Daarvoor was echter geen tijd en bovendien brengt iedere extra handeling risico van contaminatie met zich mee met pesticiden uit de omgeving, via stof, lucht of vocht. Daarom werd hiervan afgezien. Indien nodig, kan de botanische samenstelling in een later stadium worden bepaald met behulp van de gevriesdroogde monsters, waarop DNA analyse kan worden gedaan. Zoals eerder is aangegeven, is in Bijlage 7 de visueel vastgestelde botanische samenstelling van de monsters beschreven.

4.8 Verzamelen van Coleoptera uit de mestmonsters

Alvorens met spoelen te beginnen werd het gewicht van de mestmonsters bepaald. Daarna werd met behulp van water en ronde metalen zeven de Coleoptera uit de mest gespoeld. Met behulp van 3 zeven (diameter van 30 cm en met openingen van 1, 2 & 4 mm) werd het grootste deel van de mest met water weggespoeld en gedurende dat proces werden de aanwezige kevers verzameld in een bakje en in alcohol (70%) bewaard. Omdat de kevers een aantal weken bij 5 graden Celsius zijn bewaard, zijn de kevers relatief sloom en vliegen ze niet snel weg tijdens het spoelen van de monsters. Voor dit onderzoek werd verse mest bemonsterd van enkele uren tot enkele dagen oud en ook oudere mest met een verhard oppervlak. Na het uitspoelen van de monsters kon het totale aantal (adulten en larven) en de soorten Coleoptera bepaald worden. Gezien het gebruik van zeven met een minimale opening van 1 mm, zijn de eieren en de kleinste larven dus waarschijnlijk weggespoeld tijdens het zeven.

4.9 Determinatie van de gevonden Coleoptera uit de rundermest

Zowel het tellen als de determinatie van gevonden Coleoptera gebeurde door entomoloog-coleopteroloog dr. O. Vorst op basis van zijn jarenlange ervaring en de beschikbare literatuur. Aangezien determinatie van larven gecompliceerd is, konden die niet volledig op naam worden gebracht. De aantallen *Aphodius prodromus* en *Aphodius sphaelatus* waren op twee locaties (Korenburgerveen en Aaltense Goor LW) zeer groot en het onderscheiden van beide soorten was zeer tijdrovend. Daarom werd het totale aantal kevers van beide soorten berekend door middel van identificatie van een steekproef van 100 dieren. De verhouding tussen *A. prodromus* en *A. sphaelatus* werd gebruikt om het totale aantal van beide soorten te berekenen op deze twee locaties.

4.10 Gebruikte toxicologische parameters

Voor het onderzoeken van effecten van mengsels van stoffen is het in de toxicologie gebruikelijk om toxische effecten van verschillende stoffen bij elkaar op te tellen door gebruik te maken van zogenaamde 'Toxic Units', vaak afgekort als TU's. Bij de berekening van TU's wordt de in het milieu gemeten concentratie gedeeld door de LD50 of de LC50. Als er sprake is van aanwezigheid van verschillende stoffen, worden de verkregen TU's vervolgens opgeteld. In ecotoxicologie worden ook de No Observed Effect Concentration (NOEC), de mediaan Lethal Dose (LD50) of mediaan Lethal Concentration (LC50) vaak gebruikt als parameters om negatieve effecten m.b.v. TU's te schatten. Dit klinkt logisch, maar voor het begrijpen van toxische effecten op insecten zijn er verschillende argumenten tegen deze aanpak in te brengen:

- De synergetische en antagonistische effecten van de verschillende pesticiden in de gevonden cocktails kunnen niet nauwkeurig worden voorspeld op basis van de huidige kennis (**Zhu et al., 2014**)
- De beschikbaarheid van de LD50 of LC50 waarden voor niet-doelwit terrestrische organismen is meestal beperkt tot de bestuivers (bijen en hommels), regenwormen en springstaarten (*Collembola*), en niet beschikbaar voor andere niet-doelwitinsecten
- De toxiciteit van alle stoffen die zijn aangetroffen voor de specifieke soorten Coleoptera die zijn aangetroffen in mest, is volledig onbekend
- Diverse onderzoeken tonen aan dat stressfactoren de vatbaarheid van organismen in vivo kunnen verhogen met factoren variërend van 10-1000, vooral in het geval van nutriëntstress (**Barmantlo et al., 2019**)

- Dosis-tijd-effect relaties van bijna alle pesticiden zijn onbekend. De LD50- en LC50-units zijn gerelateerd aan een blootstellingstijd van maximaal 72 uur. Daarom worden chronische effecten van de werkzame stof op de levenscyclus / reproductie volledig genegeerd. Gepubliceerde toxische eigenschappen bevatten geen informatie over de dosis-tijdsafhankelijkheid van toxische effecten. In de literatuur is over slechts enkele stoffen deze informatie beschikbaar (**Tennekes & Sanchez Bayo, 2013; Tennekes, & Sanchez-Bayo, 2020**). Volgens dezelfde auteur (**Tennekes, 2010**) kan het toxische effect van een 1000 maal lagere concentratie imidacloprid op geleedpotigen precies hetzelfde zijn als bij de oorspronkelijke concentratie, na nog een paar dagen langere blootstelling aan die stof

In hoofdstuk 6.1 zal nog een compleet overzicht worden gegeven van de tekortkomingen van de huidige ecotoxicologische gegevens in databases. Algemeen wordt aangenomen dat insecticiden de meest logische kandidaten zijn om verantwoordelijk te zijn voor de achteruitgang van insectenpopulaties. In dit onderzoek zijn daarom gevonden bestrijdingsmiddelen onderverdeeld in de eerdergenoemde categorieën fungiciden, herbiciden en insecticiden. Aangezien er geen betrouwbare gegevens uit het natuurlijke situaties over cocktailtoxiciteit beschikbaar waren, hebben wij de totale hoeveelheden gevonden bestrijdingsmiddel (inclusief metabolieten en biociden) als parameter gebruikt, uitgedrukt in microgram per kg droge stof. Ook is ervoor gekozen om de toxiciteitsparameter LR50 op te nemen in bijlage 4 als maat voor de acute toxiciteit voor terrestrische geleedpotigen. De LR50 geeft namelijk de hoeveelheid van een individuele werkzame stof weer (in gram per hectare) waarbij de helft van de blootgestelde testpopulatie sterft. Hoewel de LR50 op zijn minst een verband biedt met terrestrische geleedpotigen, geeft zij geen informatie over sub-letale effecten en over de effecten van langdurige blootstelling, of over de effecten van de handelsformulering van de werkzame stof. De handelsformuleringen van werkzame stoffen zijn meestal toxischer dan de pure werkzame stof, omdat er allerlei stoffen aan toe zijn gevoegd om de werking te verbeteren.

De algemene aanname dat insecticiden de meest logische oorzaak zouden kunnen zijn voor teruggang van natuurlijke insectenpopulaties is niet empirisch bewezen, maar ligt wel voor de hand omdat die stoffen speciaal zijn ontworpen om insecten te doden. Mede door deze aanname is voor vele herbiciden geen LR50 bepaald, hoewel het niet uitgesloten is dat herbiciden negatieve effecten op geleedpotigen hebben. Daarom hebben wij naast de LR50 in Bijlage 4 ook de milieukwaliteitsnorm (JG-MKN) voor in het water levende organismen, die vooral een hoge toxiciteit toekent aan insecticiden. Ook een aantal herbiciden en fungiciden hebben overigens zeer lage JG-MKN waarden. Mogelijk heeft deze aquatische waarde ook betekenis voor de gehalten in planten, maar daarover was geen literatuur beschikbaar. In de ecotoxicologie wordt ook nog de SSD (Species Sensitivity Distribution) gebruikt om de NOEC grenswaarden voor een ecoysteem af te leiden. Op het moment van publicatie van dit rapport was de SSD van de gevonden stoffen nog niet beschikbaar.

4.11 Eigenschappen van de gevonden pesticiden

In de literatuur zijn talloze eigenschappen en effecten van elk bestrijdingsmiddel te vinden. Het was in het kader van dit onderzoek niet mogelijk om in de literatuur eigenschappen van elk afzonderlijk aangetroffen pesticide te onderzoeken. Daarom is gebruik gemaakt van de Pesticide Properties database van IUPAC en PAN Pesticide Database-Chemicals, die informatie bevat over de meeste werkzame stoffen die op de Europese markt verkocht mogen worden en ook informatie bevat over stoffen die op de Europese markt zijn geweest. Deze en andere databases gebruiken de onderverdeling van pesticiden in insecticiden, herbiciden, fungiciden, acariciden enz. Ook door het grote publiek wordt deze onderverdeling veel gebruikt. De eerder in 4.10 genoemde ecotoxicologische parameters werden opgenomen en andere relevante informatie. Dit alles is samengevat in Engelstalige Bijlage 4. In die tabel is de volgende informatie te vinden:

- De naam van de stof
- Het type pesticide (dwz insecticide, fungicide, herbicide, of andere stof)
- De groep bestrijdingsmiddelen waartoe het behoort
- Het internationale identificatienummer (CAS)
- De dampspanning (als maat voor de neiging tot sublimatie / verdamping)
- DT50 of DT90 als maat voor de tijd die nodig is om 50 of 90% van de moederstof om te zetten in metabolieten

- LR50 als maat voor de dodelijke dosis (Lethal Rate) van een stof in gram per hectare, waarbij 50% van de testorganismen sterft (zie ook hoofdstuk 4.10)
- Gezondheidsrisico's voor de mens volgen IUPAC, zoals genotoxiciteit, carcinogeniteit, reproductie- en ontwikkelingseffecten, neurotoxiciteit of hormoonverstorende eigenschappen
- Gezondheidsrisico's voor de mens volgens PAN
- De milieukwaliteitsnorm (Jaargemiddelde JG-MKN of MTR) voor oppervlaktewater

4.12 Statistische analyse

De tweezijdige verdelingsvrije Mann-Whitney-Wilcoxon U toets werd gebruikt om te toetsen of twee groepen meetwaarden statistisch significant van elkaar verschilden (bij $p < 0,05$). De vraag of het aantal Coleoptera bij een hoger gehalte van bestrijdingsmiddelen in de vegetatie lager was werd getoetst met de eenzijdige verdelingsvrije toetsen van Kendall, Pearson en Spearman met behulp van het programma IBM SPSS Statistics versie 25.0.



Hoofdstuk 5

Resultaten



5 Resultaten empirisch onderzoek

5.1 Beschrijving van de uitgekozen begraasde natuurgebieden

5.1.1 Aard van de gebieden

De gebieden kunnen op de volgende manier worden ingedeeld (Tabel 1).

Tabel 1. Aard van de uitgekozen gebieden

Soort gebied	Aantal locaties	Code van de locatie (zie kaart Figuur 1)
Open heideterrein	2	Terlet (5a) en Planken Wambuis (4)
Voormalige landbouwenclave door wilde dieren en vee gebruikt als graasweide	2	Terlet (5b) en Nieuw Reemst (3)
Rivierduin met weide	1	Hoerwaard Hattum (1)
Weiland op vochtige zandgrond	4	Hierdense Beek (2), Aaltense Goor (9a/9b) en Korenburgerveen (10)
Uiterwaarden, niet afgegraven, met weide en enkele bomen	5	Slot Loevestein (14), Kaliwaal (11), Bizonbaai (Ooijpolder) (8), Loowaard (6), Passewaaij (12)
Uiterwaarden, wel afgegraven	2	Brakelse Benedenwaard (13) en Kekerdome (Millingerwaard) (7)
Totaal	16	

5.1.2 Afstand tot met bestrijdingsmiddelen behandelde percelen

De afstand tot percelen (akkerbouw of fruitteelt) die behandeld worden met bestrijdingsmiddelen zou invloed kunnen hebben op de verplaatsing van deze middelen naar de natuurgebieden toe. In de onderzochte natuurgebieden zelf worden geen bestrijdingsmiddelen (of biociden) gebruikt. De afstand van de bemonsterde locaties tot akkerbouwvelden varieerde van 5-2539 meter. In Tabel 2 zijn de afstanden van de natuurgebieden tot landbouwpercelen ingedeeld in categorieën.

Tabel 2. Afstand van bemonsterde locaties tot dichtstbijzijnde akkerbouwveld¹

Afstand (in meters) van monsterpunt tot akkerbouwvelden	Aantal locaties in de categorie
0-100	6
100-500	3
500-1000	3
1000-2000	0
2000-3000	4
Totaal	16

¹volgens Google Earth maps van 2018

De gemiddelde (hemelsbrede) afstand tot het dichtstbijzijnde akkerbouwveld bedroeg 824 meter en de geselecteerde locaties vielen tamelijk gelijkmatig over de categorieën. Alleen viel geen enkel gebied in de categorie 1000-2000 meter.

5.1.3 Vegetatie

In Tabel 3 is het karakter van de bemonsterde begroeiing in de geselecteerde gebieden ingedeeld in twee types;

Tabel 3. Karakter van begroeiing van de geselecteerde gebieden

Karakter van begroeiing	Naam en code van gebied
Gras met kruiden	Terlet (5b) en Nieuw Reemst (3) Hoenwaard Hattum (1) Hierdense Beek (2), Aaltense Goor (9a/9b) en Korenburgerveen (10) Slot Loevestein (14), Kaliwaal (11), Bizonbaai (Ooijpolder) (8), Loowaard (6), Passewaaij (12) Brakelse Benedenwaard (13) en Kekerdome (Millingerwaard) (7)
Heide met pijpestrootje	Terlet (5a) en Planken Wambuis (4)

De meeste (14) locaties bestaan uit een begroeiing van gras met kruiden, zoals afgebeeld in Figuur 4. Slechts twee locaties hebben een vegetatie die bestaat uit heide en pijpenstrootje.



Figuur 4. Open weideterrein met wilgen bij Slot Loevestein (Woudrichem)

5.1.4 Bodem type

In Tabel 4 zijn de bodemtypes van alle geselecteerde gebieden aangegeven.

Tabel 4. Indeling van de geselecteerde locaties naar bodemtype

Bodem type	Aantal locaties	Naam van de locaties
Rivierklei	7	Slot Loevestein (14), Kaliwaal (11), Bizonbaai (Ooijpolder) (8), Loowaard (6), Passewaaij (12), Brakelse Benedenwaard (13) en Kekerdome (Millingenwaard) (7)
Zand	9	Terlet (5a), Planken Wambuis (4), Terlet (5b), Nieuw Reemst (3), Hierdense Beek (2), Aaltense Goor (9a/9b), Korenburgerveen (10) en Hoenwaard Hattum (1)
Totaal	16	

De meeste locaties (9) hadden zandbodem en de overige rivierklei.

5.1.5 Monstername periode

Alle monsters werden genomen vanaf 24/9/2019 tot 8/11/2019. In bijlage 5 kunnen alle individuele monsternamen datums worden gevonden als laatste deel van de monstercode.

5.1.6 Het weer tijdens de monsternamen

Tijdens de monsternamen periode waren de meeste terreinen droger dan gebruikelijk, door de droge en warme zomer van 2019.

5.1.7 Andere activiteiten (dan landbouw) in de omgeving van de uitgekozen gebieden

In een dichtbebouwd land als Nederland, zijn overal binnen kleine afstand bedrijven te vinden, waarvan sommigen zouden kunnen werken met een aantal van de gevonden stoffen. Ook het verkeer kan een bron zijn van een aantal van de gevonden stoffen. Ook zijn de meeste uitgekozen gebieden (deels) toegankelijk voor het publiek en honden. Veel honden in Nederland zijn behandeld met relatief grote dosissen fipronil, imidacloprid of permethrin tegen teken en/of vlooiën, dus kunnen zij deze stoffen ook achterlaten in natuurgebieden waar zij komen. In het verleden werden pesticiden ook gebruikt in de bosbouw. Verder kunnen met hoogwater van de rivieren uiterwaarden overstroomd en met het aangevoerde slib stoffen worden aangevoerd. Ze kunnen in het water zijn gekomen vanuit landbouwbedrijven of vanuit de fabrieken die de bestrijdingsmiddelen produceren. Langs de Rijn en zijrivieren staan er tal van dat soort bedrijven. Uiteraard is er ook sprake van een grote verkeersdruk op de Waal, waarvan ook invloed zou kunnen uitgaan. De binnenvaartschepen veroorzaken ook emissies en ze vervoeren bovendien een groot scala aan chemische stoffen in zeer grote hoeveelheden.

5.1.8 Algemene waarnemingen gedurende de monsternamen

In het algemeen zijn de onderzochte natuurgebieden op de zandgronden als voedselarm te kenschetsen en die op rivierklei als voedselrijk. Dat bepaalt in sterk mate het karakter van die gebieden. Vooral de natuurgebieden op de zandgronden maakten in de herfst van 2019 een verdroogde indruk. Op vrijwel alle terreinen is sprake van grote stikstofdepositie, wat onder andere tot uiting komt in de afwezigheid van baardmosses op de bomen, en op het voorkomen van brandnetels en bramen. Literatuur hierover is volop aanwezig, dus hierop zal in dit rapport niet verder worden ingegaan. Het is niet onmogelijk dat de verspreiding van bestrijdingsmiddelen in de natuur tezamen gebeurt met de verspreiding van stikstof. Visueel zijn de terreinen langs de grote rivieren redelijk schoon te noemen, d.w.z. dat er weinig aangespoeld of achtergelaten afval ligt. In overeenstemming met het beheer van de kuddes, wijst alles erop dat de dieren inderdaad niet worden bijgevoerd. Slechts in 1 gebied hebben wij kunnen waarnemen dat dieren wel krachtvoer kregen. Dat gebeurde met de uitleg dat het ingeschaarde jongvee anders te schuw zou worden.

5.1.9 Verzorging van het vee

Het vee wordt in de natuurgebieden niet bijgevoerd (behoudens uitzonderingen om ze te lokken). Ze lopen vrijwel allemaal het hele jaar rond in de natuurgebieden en worden niet ontwormd. Mede daarom hebben we in dit onderzoek geen analyses uitgevoerd op ontwormingsmiddelen en andere diergeneesmiddelen.

5.2 Resultaten van pesticide analyses

De aantallen verschillende gevonden bestrijdingsmiddelen (in mest, bodem, vegetatie en water) zijn weergegeven volgens hun functionele groepen in Tabel 5.

Tabel 5. Het aantal in vier matrices gevonden bestrijdingsmiddelen gevonden op 16 locaties in 14 begraasde natuurgebieden in 2019 en hun onderverdeling naar werking*

Matrix	Aantal monsters	Aantal gevonden bestrijdingsmiddelen*	Aantal gevonden fungicides*	Aantal gevonden herbicides*	Aantal gevonden insecticides*	Aantal gevonden repellents*
Mest	16	15	5	2	7	1
Bodem	16	19	6	6	6	1
Vegetatie	16	21	9	5	6	1
Water	16	2	0	1	1	0
Totaal	64	34**	11**	11**	11**	1**

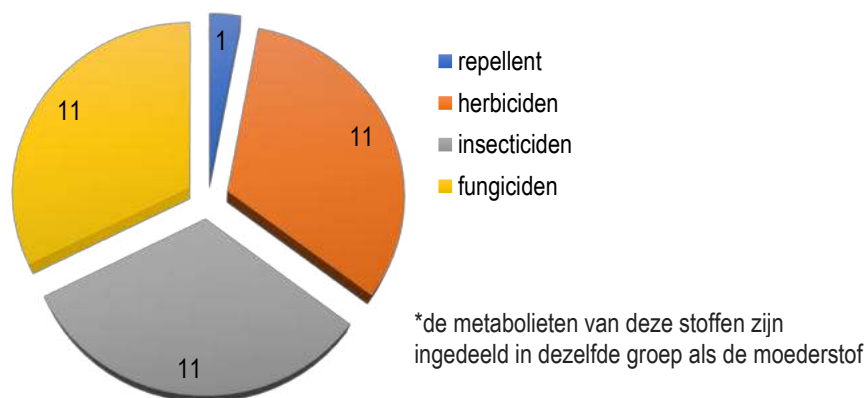
*inclusief de metabolieten van deze groepen

**in de vier verschillende matrices werden deels dezelfde stoffen gevonden, dus het totaal van stoffen is lager dan de som van de afzonderlijke matrices

In Tabel 5 kan worden gezien dat:

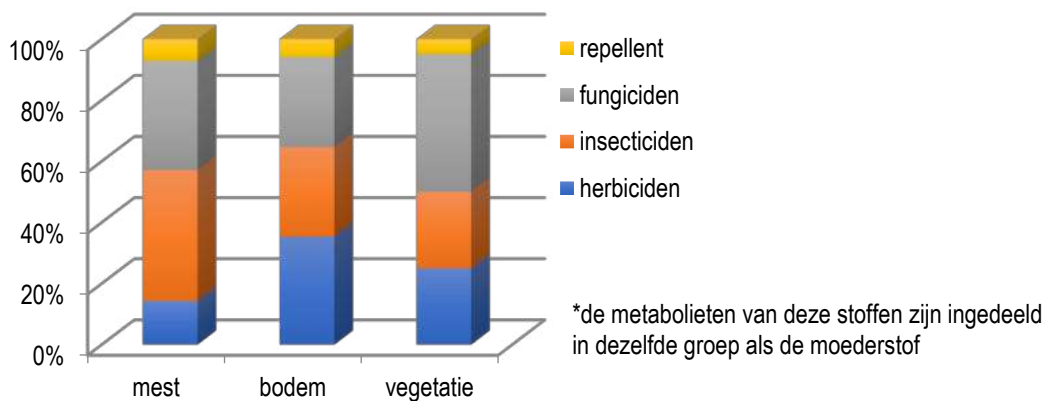
- in de drie matrices mest, bodem en vegetatie overal zowel fungiciden, herbiciden als insecticiden werden gevonden
- van de 16 watermonsters er maar 2 waren waarin bestrijdingsmiddelen werden gevonden. Dat waren beide monsters die uit drinknippels voor het vee werden genomen

Alle originele meetwaarden met de LOQ's voor de verschillende monsters staan vermeld in Bijlage 5. Zowel de frequentie van voorkomen als de concentraties van alle metingen staan samengevat in staafdiagrammen in Bijlage 6. Grafisch werden de totale aantallen bestrijdingsmiddelen uit Tabel 5 (van alle matrices samen) weergegeven in Figuur 5.



Figuur 5. Onderverdeling van het totale aantal in Gelderse begraasde natuurgebieden (in vegetatie, mest, bodem en water) gevonden stoffen in repellents, herbiciden, insecticide en fungiciden*

In Figuur 5 kan gezien worden dat de fungiciden, herbiciden en insecticiden in gelijke mate bijdroegen aan het totale aantal gevonden middelen. De relatieve bijdrage (in procenten) van repellents, fungiciden, insecticiden en herbiciden aan het totale aantal bestrijdingsmiddelen in mest, bodem en vegetatie is afgebeeld in Figuur 6.



Figuur 6. Relatieve bijdrage (in procenten) van repellents, fungiciden, insecticiden en herbiciden aan het totale aantal van gevonden stoffen in mest, bodem en vegetatie in begraasde Gelderse natuurgebieden

In Figuur 6 kan worden gezien, dat:

- er vergelijkbare aantallen insecticiden zitten in de mest, bodem en vegetatie
- in de bodem relatief meer herbiciden werden gevonden dan in de mest
- in de vegetatie relatief meer fungiciden werden gevonden dan in de bodem en in de mest

Behalve de totale aantallen bestrijdingsmiddelen (zoals weergegeven in Tabel 5), kan ook het gemiddelde aantal stoffen per monster worden aangegeven. Dat is aangegeven in Tabel 6

Tabel 6. Gemiddelde in 2019 gevonden aantallen bestrijdingsmiddelen in vier matrices van begraasde Gelderse natuurgebieden

Matrix	Aantal bemonsterde locaties	Gemiddelde aantal bestrijdingsmiddelen per monster met standaard afwijking tussen haakjes	Gemiddelde aantal fungiciden per monster	Gemiddelde aantal herbiciden per monster	Gemiddelde aantal insecticiden per monster	Gemiddelde aantal repellents per monster
Mest	16	3,44 ^a (0,73)	0,75	0,56	1,31	0,81
Bodem	16	4,88 ^{ab} (3,63)	1,69	1,06	1,13	1,00
Vegetatie	16	6,50 ^{bc} (2,50)	2,75	1,56	1,31	0,88
Water	16	0,125 ^d (0,34)	0	0,06	0,06	0

Verschillende letters geven statistisch significante verschillen aan met de tweezijdige Mann-Whitney-Wilcoxon voor onafhankelijke variabelen bij $p < 0.05$ overschrijdingskans

In Tabel 6 kunnen de volgende zaken worden gezien:

- In de vegetatie zitten de grootste aantallen bestrijdingsmiddelen, die voor bijna de helft bestaan uit fungiciden. In de vegetatie zaten significant ($p < 0,05$) meer verschillende bestrijdingsmiddelen dan in de mest. Omdat in het drinkwater vrijwel geen bestrijdingsmiddelen werden gevonden, is het aantal stoffen dat werd gevonden in water significant lager dan in mest, bodem en vegetatie
- De aantallen insecticiden in mest, bodem en vegetatie wijken niet sterk van elkaar af; ze liggen in alle drie matrices boven de 1
- Het aantal herbiciden in mest is lager dan in de bodem en in de vegetatie, maar het verschil is niet significant (bij $p < 0,05$)
- De repellent (antrachinon) is vrijwel overal aanwezig, behalve in het water

Er kan een top-10 worden samengesteld van de stoffen die het vaakst werden gevonden. De Top-10 voor mest, bodem en vegetatie is aangegeven in Tabel 7.

Tabel 7. De Top-10 van meest voorkomende bestrijdingsmiddelen in mest, bodem en vegetatie in begraasde natuurgebieden in Gelderland

	mest n=16		bodem n=16		vegetatie n=16	
	Naam bestrijdingsmiddel	Aantal malen dat stof is gevonden	Naam bestrijdingsmiddel	Aantal malen dat stof is gevonden	Naam bestrijdingsmiddel	Aantal malen dat stof is gevonden
1	Antrachinon	13	Antrachinon	16	Difenyl	15
2	Difenylamine	12	Difenyl	16	Antrachinon	14
3	Difenyl	11	Chloorprofam	8	Chloorprofam	13
4	Etofenprox	4	Difenylamine	5	Fenylfenol-2	11
5	Fthalimide (afbr. folpet)	4	p,p'-DDE	5	Difenylamine	10
6	Chloorprofam	3	p,p'-DDD + o,p'-DDT	5	Fthalimide (afbr. folpet)	7
7	Prosulfocarb	2	Hexachloorbenzeen	4	Prosulfocarb	5
8	Bifenthrin	1	Pentachloorbenzeen	4	Pendimethalin	4
9	Cyenoxyrafen	1	AMPA	3	Fludioxonil	4
10	Fenylfenol-2	1	1,4-Dimethylnaftaleen	2	Cyenoxyrafen	4

In Tabel 7 kan worden gezien dat:

- zowel in de mest als in de bodem en vegetatie worden antrachinon en difenyl het vaakst aangetroffen
- chloorprofam en difenylamine staan bij de drie matrices in de top-6
- er zijn stoffen die alleen in de top-10 van de mest staan, maar niet in de top-10 van de bodem of vegetatie en omgekeerd
- in de bodem staan vier organische chloorverbindingen in de top-10, maar niet in die van de mest en vegetatie
- fthalimide staat in mest en vegetatie op plaats 5 en 6 respectievelijk, maar is in de bodem maar eenmaal kwalitatief aangetoond (zie bijlage 5)

Behalve de totale aantallen van de verschillende bestrijdingsmiddelen en het gemiddelde aantal stoffen per monster, spelen ook de gevonden concentraties een belangrijke rol. De totale concentraties van de verschillende groepen stoffen staan in Tabel 8.

Tabel 8. Gemiddelde concentraties van de totale hoeveelheid bestrijdingsmiddelen, van fungiciden, herbiciden, insecticiden en repellents in alle vier matrices¹

	Aantal bemonsterde locaties	Gemiddelde totale concentratie gevonden bestrijdingsmiddelen ^{2,3}	Concentratie gevonden fungicides ⁴	Concentratie gevonden herbicides	Concentratie gevonden insecticides	Concentratie gevonden repellents
Mest	16	20,03a µg/kg DS (0,73)	12,04 µg/kg DS	0,49 µg/kg DS	4,23 µg/kg DS	3,27 µg/kg DS
Bodem	16	46,13a µg/kg DS (65,14)	15,39 µg/kg DS	2,91 µg/kg DS	6,27 µg/kg DS	21,56 µg/kg DS
Vegetatie	16	55,1a µg/kg DS (2,5)	41,63 µg/kg DS	4,33 µg/kg DS	5,47 µg/kg DS	3,67 µg/kg DS
Water	16	0,000 µg/liter	0	0,00431 µg/liter	0,00206 µg/liter	0

¹De metabolieten van deze stoffen zijn ingedeeld in dezelfde groep als de moederstof

²Verschillende letters geven statistisch significante verschillen aan met de verdelingsvrije tweezijdige Mann-Whitney-Wilcoxon voor onafhankelijke variabelen bij $p < 0.05$ overschrijdingskans

³Tussen haakjes is de standaard deviatie aangegeven

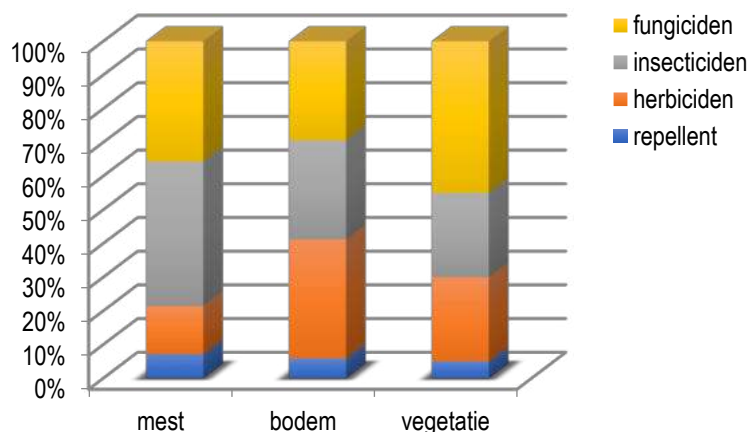
⁴Door storende stoffen kon in 7 van de 16 vegetatie monsters het gehalte van de aanwezige difenyl niet bepaald worden.

In Tabel 8 kan worden gezien dat:

- in de vegetatie de hoogste gemiddelde concentratie bestrijdingsmiddelen werd gevonden (55,1 microgram per kg droge stof)
- het hoge gehalte bestrijdingsmiddelen in de vegetatie vooral te wijten is aan het forse gehalte van fungiciden (41,63 microgram per kg droge stof). Doordat in 7 van de 16 vegetatie monster het gehalte van het aanwezige difenyl niet bepaald kon worden, zal het werkelijke gehalte nog iets hoger zijn
- het hoge gehalte bestrijdingsmiddelen in de bodem vooral te wijten is aan het forse gehalte van de repellent (antrachinon)
- in mest de gehalten van bestrijdingsmiddelen iets lager waren dan in de bodem en vegetatie
- de verschillen tussen de gehalten bestrijdingsmiddelen in mest, bodem en vegetatie niet significant waren volgens de Mann-Whitney-Wilcoxon toets. Dit kwam voornamelijk door de grote spreiding van de meetwaarden (zie bijlage 5). Er mogen dus geen conclusies worden verbonden aan de gevonden verschillen.
- in het drinkwater van het vee de gehalten het laagst waren

Ook werd het gehalte bestrijdingsmiddelen in de bodem van de onderzochte natuurgebieden in 2019 getoetst met het gehalte in de bodem van de in 2018 bemonsterde 25 veehouderijbedrijven. Hoewel de spreiding in beide categorieën hoog is, bevatte de bodem van de onderzochte natuurgebieden met 46,13 microgram/kg statistisch significant minder bestrijdingsmiddelen dan de bodem van de veehouderijbedrijven in Gelderland met 64,75 microgram (Mann-Whitney-Wilcoxon toets, $p < 0,05$).

In Figuur 7 is het relatieve aandeel (als gewichtspercentage) van de verschillende stofgroepen aangegeven in de totale hoeveelheid gevonden bestrijdingsmiddelen in de monsters.



Figuur 7. Gewichtspercentage van stofgroepen gevonden in mest, bodem en vegetatie van begraasde Gelderse natuurgebieden

In Figuur 7 kan worden gezien, dat:

- in de mest de insecticiden overheersen, met een bijdrage aan het totaal van 46% (net als bij het aantal stoffen in Figuur 6)
- in de bodem de verschillende stofgroepen bijna in gelijke mate bijdragen aan de totale hoeveelheid
- in de vegetatie de fungiciden het meeste bijdragen (47%) aan de totale hoeveelheid bestrijdingsmiddel (net als ook aan het aantal verschillende stoffen in Figuur 6)

Behalve het totaal aantal bestrijdingsmiddelen, het gemiddelde aantal stoffen per monster en de gemiddelde concentraties is ook de aard van de meest gevonden stoffen van belang. De bestrijdingsmiddelen met de hoogste gemiddelde gevonden concentraties zijn vermeld in Tabel 9.

Tabel 9. De meest gevonden bestrijdingsmiddelen (op basis van gemiddelde concentratie) in de vegetatie van begraasde natuurgebieden, hun gemiddelde concentratie over alle vegetatiemonsters en het gewichtsaandeel in het totaal, de categorie van deze stof en de wettelijke status

Naam van het bestrijdingsmiddel	Gemiddelde gevonden concentratie (microgram/kg DS)	Percentage van de totale gemiddelde hoeveelheid bestrijdingsmiddelen in vegetatie	Categorie van de stof	Status van toelating
Diphenyl	35,701	64,79	Fungicide	Niet toegelaten
Antrachinon	3,67	6,66	Repellent	Niet toegelaten
Difenylamine	3,57	6,48	Insecticide	Niet toegelaten
Fthalimide	3,22	5,84	Fungicide metabolite	Moederstof folpet is toegelaten
Chloorprofam	2,17	3,95	Herbicide	Verkoop verboden vanaf 2019; gebruik toegelaten tot 8 oktober 2020
Phenylphenol-2	1,46	2,65	Fungicide	In Nederland niet toegelaten, wel in 5 zuidelijke EU landen voor de nabehandeling van citrusfruit (orthophenylphenol)
Permethrin-cis	1,05	1,91	Insecticide	Als bestrijdingsmiddel, biocide en diergeneesmiddel
Pendimethalin	0,98	1,77	Herbicide	Toegelaten
Prosulfocarb	0,99	1,80	herbicide	Toegelaten
Permethrin-trans	0,60	1,08	Insecticide	Als bestrijdingsmiddel, biocide en diergeneesmiddel
Fludioxonil	0,45	0,82	Fungicide	Toegelaten
De overige 9 gevonden stoffen	1,23	3,07	Fungicides, herbicides, insecticides	3 toegelaten, 6 niet meer toegelaten
Totaal	55,09	100		

¹ in werkelijkheid was de gemiddelde concentratie nog hoger, omdat bij een aantal monsters de concentratie niet bepaald kon worden door storende invloeden van andere stoffen

In Tabel 9 is te zien dat

- 11 stoffen 96,93% bijdragen aan de totale concentratie van bestrijdingsmiddelen die werd gevonden in de vegetatie.
- de overige 9 gevonden stoffen slechts 3,07% bijdragen aan de gemiddelde totale concentratie
- qua concentratie difenyl het meeste bij droeg aan de totale gemiddelde concentratie bestrijdingsmiddelen, n.l. 64,79%

Dezelfde informatie als in Tabel 8 kan worden samengevat voor de bemonsterde mest van alle natuurgebieden. Deze informatie staat in Tabel 10.

Tabel 10. De meest gevonden bestrijdingsmiddelen, biociden en metabolieten (op basis van de gemiddelde concentratie) in de mest van rundvee in begraasde natuurgebieden, hun gemiddelde concentratie over alle mestmonsters en het gewichtsaandeel in het totaal, de categorie van deze stof en de wettelijke status van de stoffen

Naam van het bestrijdingsmiddel	Gemiddelde gevonden concentratie (microgram/kg DS)	Percentage van de totale gemiddelde hoeveelheid bestrijdingsmiddel in mest	Categorie van de stof	Status van toelating op het moment van monsternamen
Difenyl	11,11	55,46	Fungicide	Sinds 2013 niet toegelaten
Antrachinon	3,27	16,30	Repellent	Sinds 2008 niet toegelaten
Difenyamine	2,19	10,95	Insecticide	Sinds 2010 niet toegelaten
Etofenprox	0,88	4,36	Insecticide	Niet toegelaten in landbouw, wel als biocide in industrie
Fthalimide	0,78	3,91	Fungicide metabolite	Moederstof folpet toegelaten
Permethrin-trans	0,56	2,18	Insecticide	Als bestrijdingsmiddel, biocide en diergeneesmiddel
Permethrin-cis	0,44	2,79	Insecticide	Als bestrijdingsmiddel, biocide en diergeneesmiddel
Chloorprofam	0,31	1,56	Herbicide	Verkoop: verboden vanaf 2019; gebruik toegestaan tot 8 oktober 2020
Prosulfocarb	0,18	0,9	Herbicide	Toegelaten
Bifenthrin	0,10	0,48	Insecticide	Toegelaten tot 28/7/2020
Hexachloorbenzeen	0,09	0,47	Fungicide	Sinds 1974 niet toegelaten
Fenylfenol-2	0,06	0,31	Fungicide	In Nederland niet toegelaten, wel in 5 zuidelijke EU landen voor de nabehandeling van citrusfruit (orthophenylphenol)
pp'-DDE	0,06	0,31	Insecticide	Sinds 1974 is moederstof DDT niet toegelaten
Totaal	20,03	99,98		

In Tabel 10 kan worden gezien, dat:

- het lijstje van meest gevonden stoffen grotendeels hetzelfde is als in de vegetatie
- de stof difenyl ook in de mest domineert
- de percentages van de stoffen van het totaal aan gevonden bestrijdingsmiddelen vergelijkbaar zijn met de percentages in de vegetatie (zie Tabel 9, kolom 3)
- er een aantal zeer sterke insecticiden in de mest voorkomen (etofenprox, bifenthrin en pp'-DDE) die niet in de vegetatie konden worden vastgesteld
- 7 van de 13 gevonden stoffen sinds 7-46 jaar in Nederland niet meer zijn toegelaten

In Tabel 11 zijn voor de bodem voor een aantal stoffen hun relatieve bijdrage aan de totale hoeveelheid bestrijdingsmiddelen in de bodem, de categorie en de wettelijke status aangegeven.

Tabel 11. De meest gevonden bestrijdingsmiddelen, biociden of metabolieten (op basis van de gemiddelde concentratie) in de bodem van begraasde natuurgebieden, hun gemiddelde concentratie en het gewichtsperscentage van de totale hoeveelheid, de categorie van deze stof en hun wettelijke status

Naam van het bestrijdingsmiddel	Gemiddelde gevonden concentratie (microgram/kg DS) in bodem	Percentage van de totale gemiddelde hoeveelheid bestrijdingsmiddel in de bodem	Categorie van de stof	Status van toelating op moment van monsternamen
Difenyl	11,33	24,56	Fungicide	Sinds 2013 niet toegelaten
Antrachinon	21,56	46,73	Repellent	Sinds 2008 niet toegelaten
Hexachloorbenzeen	3,35	7,26	Fungicide	Sinds 1974 niet toegelaten
pp'-DDT	2,36	5,11	Insecticide	Sinds 1974 niet toegelaten
Difenylamine	2,34	5,07	Insecticide	Sinds 2010 niet toegelaten
1,4 Dimethylnaftaleen	1,56	3,38	groeihormoon	Toegelaten
pp'-DDE	0,86	1,86	Insecticide	Moederstof DDT niet toegelaten sinds 1974
p,p'-DDD + o,p'-DDT	0,66	1,43	Insecticide	DDT is niet toegelaten sinds 1974
Pentachloorbenzeen	0,66	1,43	Fungicide	Sinds 2002 niet toegelaten
Chloorprofam	0,36	0,78	Herbicide	Verkoop: verboden vanaf 2019; gebruik toegestaan tot 8 oktober 2020
Overige 8 stoffen	1,09	2,36		
Totaal	46,13	99,97		

In Tabel 11 kan worden gezien, dat:

- de concentratie van de repellent antrachinon in de bodem domineert
- de gemiddelde gevonden concentratie difenyl in bodem en in mest (Tabel 10) bijna hetzelfde is, nl omstreeks 11 microgram per kg droge stof
- zowel in de mest als in de bodem persistente organische chloorverbindingen voorkomen, zoals pp'-DDE, pentachloorbenzeen en hexachloorbenzeen
- 8 van de 13 gevonden stoffen sinds 7-46 jaar in Nederland niet meer zijn toegelaten

Alle originele meetwaarden staan in Bijlage 5. Daarin werden alleen die stoffen opgenomen, die daadwerkelijk werden gevonden. In Bijlage 6 zijn de percentages en de gemiddelde gehalten van de individuele stoffen gevonden in vegetatie, mest en bodem in diagrammen weergegeven. Figuur 8 geeft een visuele indruk van de monsternamen in een open heideterrein.



Figuur 8. Monstername (op 11/10/19) van natuurgebied Planken Wambuis (gemeente Ede), waar in de vegetatie, bodem en rundermest in het totaal 9 pesticiden werden gevonden (van welke 4 afkomstig uit mogelijk andere bronnen dan de landbouw)

5.3 Het relatieve aandeel van stoffen niet afkomstig uit de landbouw

Van de 34 gevonden bestrijdingsmiddelen is mogelijk een deel niet afkomstig uit de landbouw. Het gaat daarbij om antrachinon, difenyl/bifenyl, difenylamine and fenylfenol-2. Deze stoffen hadden in het verleden wel een toelating voor de landbouw. De gevonden concentraties kunnen dus afkomstig zijn van vroegere toepassingen in de landbouw, maar ook uit andere tegenwoordige bronnen. Antrachinon en difenyl zijn aanwezig in uitlaatgassen bijvoorbeeld, en worden ook in de industrie toegepast. Ze kunnen ook in plastic zitten. Microplastics zijn tegenwoordig overal in het milieu aanwezig, dus via microplastic kunnen deze stoffen zich mogelijk ook verspreiden.

Tot 2009 was antrachinon in de EU toegelaten als repellent tegen vogels en het werd toegepast in zaad coatings om ervoor te zorgen dat het zaad niet door vogels werd opgegeten. Sinds 2002 heeft het fungicide difenyl in de EU geen toelating als biocide of als conserveermiddel in voedsel. Tot 2012 had difenylamine een toelating als fungicide, insecticide en groeiregulator. Het fungicide fenylfenol-2 is in de EU geregistreerd als conserveermiddel (E 231). In de EU-landen Cyprus, Griekenland, Spanje, Hongarije en Portugal is de stof toegelaten voor de nabehandeling (conservering) van citrusvruchten.

In Tabel 12 staat het aandeel van de stoffen van agrarisch herkomst en mogelijk niet agrarische herkomst aangegeven.

Tabel 12. Het aandeel van de vier bestrijdingsmiddelen (antrachinon, difenyl/bifenyl, difenylamine en fenylfenol-2) mogelijk afkomstig uit andere bronnen dan de landbouw als percentage of de totale gemiddelde gevonden concentratie stoffen in de bodem, vegetatie en mest

Matrix	Gemiddelde totale gehalte bestrijdingsmiddelen (in microgram/kg DS)	Gemiddelde totale gehalte stoffen (in microgram/kg DS) mogelijk niet afkomstig uit de landbouw	Gemiddelde totale gehalte stoffen (in microgram/kg DS) afkomstig uit de landbouw	Gewichtspercentage van stoffen niet afkomstig uit de landbouw
Bodem	46,12	35,23	10,89	76,37
Vegetatie	55,09	44,40	10,69	80,59
Mest	20,04	16,64	3,4	83,03

Tabel 12 laat zien dat:

- het gewichtspercentage bestrijdingsmiddelen dat mogelijk niet uit de landbouw afkomstig is bij alle drie matrices rond de 80% ligt

5.4 De invloed van de afstand van de bemonsterde locaties tot behandelde velden op de gehalten bestrijdingsmiddelen in de genomen monsters

Voor het bepalen van de afstand tot met bestrijdingsmiddelen behandelde landbouwvelden moest ervan uit worden gegaan dat alle belendende akkerbouwpercelen behandeld werden met bestrijdingsmiddelen. In de regel zal die veronderstelling kloppen, omdat maar 3,5% van de Nederlandse landbouw biologisch is. In Tabel 13 zijn de gemiddelde gehalten bestrijdingsmiddelen in de vegetatie, bodem en mest aangegeven in afhankelijkheid van hun afstand tot akkerbouwvelden.

Tabel 13. Gehalten bestrijdingsmiddelen van vegetatie, bodem en rundermest van de bemonsterde locaties in begraasde natuurgebieden in afhankelijkheid van de afstand tot akkerbouwpercelen¹

Afstand van monsterpunt tot akkerbouwvelden	Gemiddelde gehalte bestrijdingsmiddelen vegetatie	Gemiddelde gehalte bestrijdingsmiddelen bodem	Gemiddelde gehalte bestrijdingsmiddelen mest	Aantal locaties in de categorie
0-100	64,53	59,17	26,91	6
100-500	73,38	20,83	15,61	3
500-1000	56,94	94,11	18,17	3
1000-3000	25,83	9,55	15,52	4
Totaal				16

¹volgens Google Earth maps van 2018

Het valt in deze tabel op, dat:

- in de vegetatie, bodem en mest is geen sprake van een duidelijke samenhang van pesticiden gehalten met de afstand tot akkerbouw
- in zowel vegetatie, bodem als in mest het totale gehalte bestrijdingsmiddelen in de categorie 1000-3000 meter het laagst is

Met de verdelingsvrije Mann–Whitney–Wilcoxon U Test werden de gehalten in de categorie 0-500 meter vergeleken met die van 500-3000 meter. De uitkomst is dat de gehalten van de 9 monsters in de categorie 0-500 meter statistisch niet significant verschillen van de 7 monsters in de categorie 500-3000 meter. Dit wordt veroorzaakt door de grote spreiding van de verkregen meetwaarden in beide categorieën.

5.5 De wettelijke status van de gevonden middelen

In dit onderzoek zijn in totaal 34 verschillende stoffen aangetroffen in monsters van bodem, vegetatie, mest en drinkwater van het vee. Van de 34 stoffen waren er 4 (antrachinon, difenyl / bifenyl, difenylamine en fenylfenol-2) afkomstig van andere dan van daadwerkelijke of historische landbouwbronnen. Onder de 34 verschillende gevonden stoffen waren 11 insecticiden, 11 fungiciden, 11 herbiciden, inclusief enkele metabolieten) en 1 repellent (vogelafweermiddel). De wettelijke status van het al of niet in Nederland toegelaten zijnde als gewasbeschermingsmiddel of biocide, is van de gevonden middelen op het moment van monsternamen als volgt:

Van de 11 aangetroffen middelen met insecticide werking zijn

- 4 insecticiden in Nederland niet als gewasbeschermingsmiddel of als biocide toegelaten (cyenopyrofen, difenylamine, heptenofos, pp-DDT)
- 3 metabolieten van het sinds 1973 verboden DDT (p.p-DDD +o,p-DDT, o,p-DDE en pp-DDE)
- 4 insecticiden als biocide in Nederland toegelaten (permethrin-cis, permethrin-trans, bifenthrin en etofenprox waarvan de laatste twee stoffen alleen als houtconserveringsmiddel voor professioneel en industrieel gebruik)

Van de 11 aangetroffen middelen met fungicide werking zijn

- 5 fungiciden in Nederland niet als gewasbeschermingsmiddel of als biocide toegelaten (difenyl, difenylphenol-2, hexachloorbenzeen, pentachloorbenzeen en pentachlooraniline)
- 4 fungiciden (boscalid, difenoconazool, fludioxonil en tebuconazool) als gewasbeschermingsmiddel toegelaten
- 2 metabolieten (fthalamide, triflumizool-FM-6-1) waarvan de oorspronkelijk stof als gewasbeschermingsmiddel is toegelaten

Van de 11 aangetroffen middelen met herbicide werking zijn

- 5 herbiciden in Nederland niet als gewasbeschermingsmiddel of als biocide toegelaten (3,4-dichlooraniline, flurprimidol, hexazinon, linuron en triallaat)
- 5 herbiciden als gewasbeschermingsmiddel (1,4-dimethylnaftaleen als groeiregulator), chloorprofam, glyfosaat, pendimethalin en prosulfocarb) toegelaten
- 1 metaboliet (AMPA) van het toegelaten herbicide glyfosaat

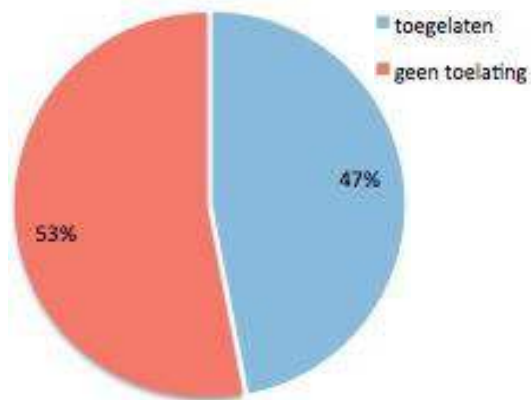
De aangetroffen repellent antrachinon, een vogelafweermiddel is in Nederland als repellent verboden. In de meeste tabellen van dit rapport wordt antrachinon apart vermeld. In enkele andere samenvattingen is de stof bij de fungiciden ingedeeld, zoals bijv. in bijlage 6. De bovenstaande informatie is in Tabel 14 samengevat:

Tabel 14. Wettelijke status* (oktober 2019) in Nederland van de 34 aangetroffen bestrijdingsmiddelen, biociden, metabolieten en isomeren gevonden in alle monsters van vegetatie, bodem, mest en drinkwater van het vee

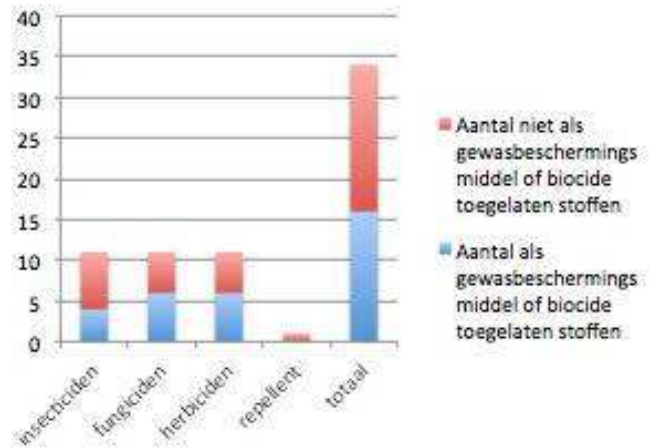
	Totale aantal gevonden stoffen	Toegelaten, inclusief de metabolieten van de toegelaten werkzame stof	Aantal stoffen niet als gewasbeschermingsmiddel of biocide toegelaten, inclusief de metabolieten van de niet toegelaten oorspronkelijke stof	Totaal aantal aangetroffen metabolieten
Insecticiden, incl. metabolieten, isomeren	11	4	7	3
Fungiciden, incl. metabolieten	11	6	5	2
Herbiciden, incl. metabolieten	11	6	5	1
Antrachinon	1		1	
Totaal	34	16	18	6

* Bron: Ctgb Toelatingen databank

De wettelijke status van de gevonden stoffen (inclusief hun metabolieten) zijn gevisualiseerd in Figuur 10 en in Figuur 9.



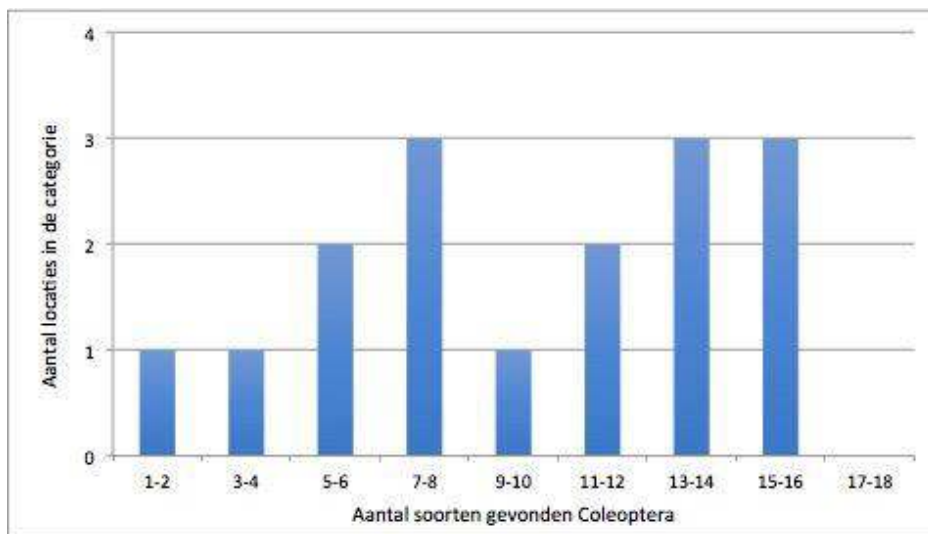
Figuur 10. Wettelijke status van de in dit onderzoek 34 aangetroffen stoffen, inclusief de oorspronkelijke werkzame stoffen van de metabolieten



Figuur 9. De wettelijke status van aantal aangetroffen insecticiden, fungiciden, herbiciden en repellent, inclusief de oorspronkelijke werkzame stof van de metabolieten

5.6 Soorten en aantallen gevonden Coleoptera in rundermest en de relatie met de gevonden bestrijdingsmiddelen

Op alle 16 locaties in de 14 natuurgebieden werd zowel verse als oude mest bemonsterd en in een laboratorium werden de kevers (adulten en larven) uitgespoeld en in 70% alcohol gedaan, om vervolgens te worden geteld en gedetermineerd. Het aantal verschillende soorten Coleoptera in verse mest varieerde van 1-14. Het totale gevonden aantal soorten Coleoptera (kevers en larven) bedroeg 46, waaronder zich slechts van drie soorten larven bevonden (zie bijlage 8). Het aantal gevonden soorten staat per gebied opgesplitst in categorieën weergegeven in Figuur 11. In dit figuur is het aantal soorten dat voorkwam in oude mest en verse mest in ieder gebied opgeteld.



Figuur 11. Aantal soorten Coleoptera gevonden in monsters van (verse en oude) rundermest op 16 locaties in 14 Gelderse begraasde natuurgebieden per categorie

In Figuur 11 is te zien dat:

- er geen locaties waren zonder Coleoptera
- de mest met 7-8, 13-14 en 15-16 soorten Coleoptera het meest voorkwam
- de mest op 9 van de 16 locaties zijn relatief rijk zijn aan soorten Coleoptera

De locaties met 11-16 soorten Coleoptera per kg mest waren: Terlet heide, Terlet voormalige landbouwenclave, Nieuw Reemst, Millingerwaard, Korenburgerveen, Loowaard en Aaltense Goor Goorstegendijk en Aaltense Goor Lage Wolboomdijk (voor originele gegevens, zie bijlage 8). Bij vier van deze gebieden werden helemaal geen larven gevonden in oudere mest, namelijk in de voormalige landbouwenclaves van Nieuw Reemst en Terlet, alsmede Korenburgerveen en Kekerdome (Millingerwaard).

De gemiddelde aantallen gevonden dieren staan in Tabel 15.

Tabel 15. Gemiddelde aantal kevers en larven per kg in verse en oude rundermest in 14 begraasde Gelderse natuurgebieden alsmede het gemiddelde aantal soorten per monster

	Aantal kevers/kg	Aantal larven/kg	Totaal aantal dieren/kg	Laagste en hoogste aantal dieren/kg	Totaal aantal soorten
Verse mest	289,3	0,4	289,7	2,2 - 2116,2	7,62
Oude mest	30,2	4,8	34,95	0,5 - 174,0	4,53

In Tabel 15 kan worden gezien dat:

- het aantal kevers in verse mest veel groter was dan in oude mest
- het aantal larven in oude mest aanzienlijk groter was dan in verse mest, maar toch in absolute zin heel laag
- het totaal aantal dieren (larven en volwassen kevers) in verse mest veel groter was
- het aantal soorten dat in verse mest werd gevonden (7,62) groter was dan in oude mest (4,53)
- er een grote variatie was in het aantal gevonden dieren per kg mest, zowel bij verse mest als bij oudere mest

Het gemiddeld aantal Coleoptera per kilogram over alle natuurgebieden bedroeg 289,3 terwijl dit op veehouderijbedrijven in 2018 gemiddeld 7,2 bedroeg (zie bijlage 9). Exclusief de twee gebieden met keverinvasies (Korenburgerveen en Aaltense Goor LW) was het gemiddelde aantal Coleoptera in natuurgebieden 73 Coleoptera per kg mest.

Ook werd het aantal Coleoptera larven in oude mest ingedeeld in categorieën, om een indruk te krijgen van de verschillen tussen de monsters uit de verschillende gebieden. De resultaten staan in Tabel 16.

Tabel 16. De verdeling van het aantal getelde keverlarven in monsters van oudere mest op 16 locaties in 14 begraasde natuurgebieden

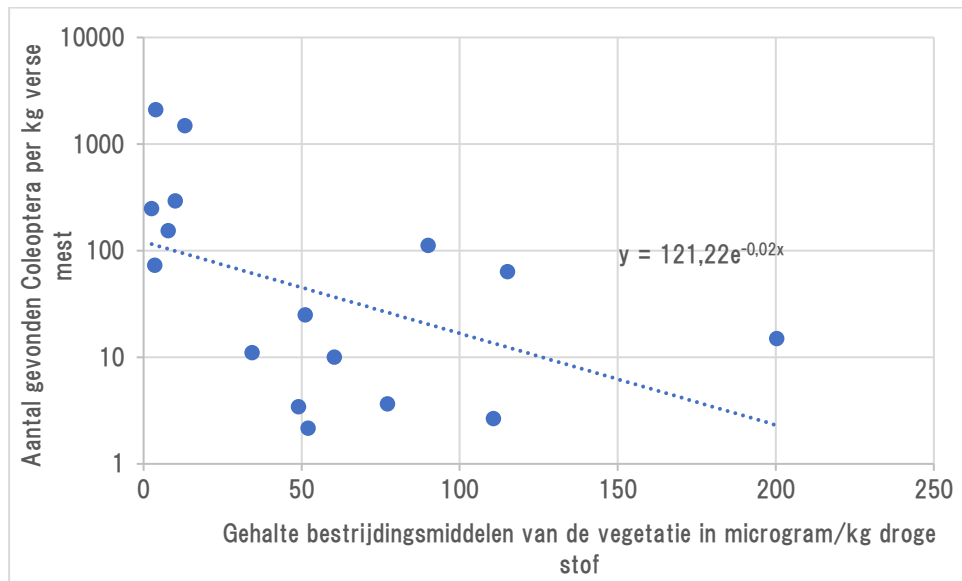
Aantal larven per kg oude mest	Aantal begraasde locaties dat in de categorie valt
0	7
1-10	7
10-20	1
20-30	1

In Tabel 16 valt het op dat:

- in bijna de helft van de gebieden, de wel aanwezige kevers geen nakomelingen schijnen te produceren, hoewel in de verse mest in sommige van deze gebieden tot duizenden kevers per kg mest aanwezig zijn (bijlage 8)
- in slechts één gebied (Kekerdome in de Millingerwaard) sprake is van een min of meer normale voortplanting van Coleoptera

Om een relatie te onderzoeken van de gevonden aantallen Coleoptera met de gevonden gehalten pesticiden kan het aantal gevonden Coleoptera worden uitgezet tegen de gehalten in de grond, bodem of vegetatie. Er werd voor gekozen om dat met de vegetatie te doen, omdat vele bestrijdingsmiddelen afkomstig uit de vegetatie in runderen worden omgezet in metabolieten, die niet in ons analysepakket zaten (zie bijlage 2). Deze metabolieten kunnen, net als de moederstof, insecticide eigenschappen bezitten. Het aantal gevonden

Coleoptera is Figuur 12 grafisch uitgezet tegen de totale concentratie van de gevonden pesticiden in de vegetatie op de 16 locaties. De verticale schaal is logaritmisch.



Figuur 12. Het aantal gevonden Coleoptera per kg verse mest op alle 16 locaties uitgezet tegen de gevonden concentratie bestrijdingsmiddelen per kg vegetatie in de 14 begraasde Gelderse natuurgebieden

In Figuur 12 is zichtbaar, dat:

- substantiële aantallen Coleoptera alleen voorkomen bij lagere gehalten bestrijdingsmiddelen in de vegetatie (lager dan 10 microgram/kg)
- de spreiding van het aantal Coleoptera per kg mest bij alle pesticiden gehalten flink is
- in 25% van de verse mestmonsters minder dan 10 Coleoptera/kg mest zijn vastgesteld

Ondanks de flinke spreiding van het aantal gevonden Coleoptera per kg mest (aangegeven op de Y-as), was de samenhang van het logaritme van het aantal Coleoptera met het gevonden gehalte bestrijdingsmiddel statistisch significant met de verdelingsvrije toetsen van Kendall, Pearson en Spearman (bij eenzijdige toetsing met $P < 0,05$). Op twee plaatsen (Korenburgerveen en Aaltense Goor LW) was in begin oktober 2019 sprake van een invasie van Coleoptera van elders. Het heeft de landelijke pers zelfs gehaald (zie <https://nos.nl/artikel/2304479-kevertjes-veroveren-de-achterhoek.html>). Het ging hierbij voornamelijk om een invasie van *Aphodius contaminatus* en *Aphodius prodromus* (zie: <https://waarneming.nl/>).

Hoofdstuk 6

Eigenschappen van de gevonden bestrijdings- middelen



6 Eigenschappen van de gevonden bestrijdingsmiddelen

6.1 Genotoxiciteit, carcinogeniteit, LR50 & JG-MKN

In Hoofdstuk 4.10 werden verschillende beperkingen van de Toxic Unit-benadering genoemd. Zelfs als een dergelijke benadering zou worden gevolgd, zijn er nog meer andere beperkingen bij het gebruik ervan. De eigenschappen van individuele bestrijdingsmiddelen spelen een belangrijke rol. Veel eigenschappen van bestrijdingsmiddelen zijn te vinden in databases. Hieronder volgt een opsomming van de diverse ernstige beperkingen van die data, waaronder ook enkele die reeds onder 4.10 werden genoemd.

- Databases bevatten alleen informatie over de afzonderlijke zogenaamde 'werkzame stoffen'. In de landbouwpraktijk worden allen commercieel verkrijgbare formuleringen gebruikt die ook veel andere synthetische stoffen bevatten die het effect van het werkzame ingrediënt zouden moeten verbeteren. Databases geven absoluut geen informatie over de eigenschappen van de commerciële formuleringen waaraan vele andere stoffen worden toegevoegd. Zelfs de toelatingstesten worden alleen met het pure werkzame stof uitgevoerd
- Databases bevatten grote hoeveelheden parameters die niet voor alle afzonderlijke werkzame stoffen bepaald zijn; in het bijzonder geldt dit voor toxicologische parameters
- Databases bevatten geen informatie over mogelijke synergetische effecten van de gelijktijdige aanwezigheid van meer dan één middel. Deze zijn slechts voor zeer weinig combinaties van bestrijdingsmiddelen bepaald (**Jansen et al. 2017; Gilbert et al. 2019**). Carcinogeniteit en genotoxiciteit kunnen ook het gevolg zijn van mengsels van bepaalde stoffen, terwijl de afzonderlijke componenten van de stoffen niet zo'n eigenschap hebben
- Databases bevatten nooit informatie over de dosis-tijd-effect relaties van stoffen en over de (ir)reversibiliteit van de receptorbinding in testorganismen, hoewel deze eigenschap van doorslaggevend belang is voor de lange termijn effecten van bestrijdingsmiddelen op het milieu (en in ons eigen lichaam). Zie ook hoofdstuk 6.3
- Hoewel databases in de regel de namen van de belangrijkste metabolieten van de werkzame stof bevatten, is de informatie over de toxische eigenschappen van die stoffen bijna nul
- De informatie in de databases wordt grotendeels verkregen door testen uitgevoerd door de industrie (producenten). De betrouwbaarheid van deze informatie kan niet worden gegarandeerd, zoals in het geval van bijvoorbeeld glyfosaat, waar de testen werden gemanipuleerd vanwege commerciële druk
- Toxiciteitsfeiten worden gegeven zonder ecologische context. Het is bewezen dat stressfactoren de gevoeligheid van organismen voor bepaalde chemicaliën duizenden keren kunnen verhogen (**Barmantlo et al. 2019**). Aangezien ecologische stress niet wordt gebruikt in laboratoriumsituaties, wordt deze informatie niet opgenomen in databases
- In het natuurlijke voedselweb zijn alle organismen voor hun voedsel afhankelijk van andere organismen. Zelfs zeer selectieve pesticiden die op een bepaald organisme geen rechtstreeks effecten hebben, kunnen ze nog steeds beïnvloeden als ze hun prooi of gastheren aantasten. Een voorbeeld van de effecten van pesticiden op veldleeuweriken wordt gegeven door **Boatman (2004)**
- Informatie over ecotoxiciteit heeft betrekking op slechts enkele geselecteerde organismen (van de miljoenen die in de natuur zijn blootgesteld) en omvat niet het herstel van testorganismen na blootstelling en zelden informatie over effecten op reproductie en ontwikkeling

- Veilige drempelwaarden voor giftige stoffen worden vaak afgeleid door een lineaire afleiding uit experimenten met hogere concentraties. Dit is echter niet correct omdat dosis-respons-relaties in het algemeen logaritmisch zijn (**Waddell 2004**)
- Hormoonverstorende chemicaliën kunnen organismen aantasten bij zeer lage doses (minder dan 1 microgram per liter) die niet worden voorspeld door de traditionele concepten in de toxicologie zoals “de dosis maakt het gif” (**Vandenberg et al. 2012**)
- Informatie over reproductie bio-assays van de niet-doelorganismen is zelden beschikbaar. Zoals blijkt uit het onderzoek van **Gols (2020)** heeft blootstelling van het groot koolwitje (*Pieris brassicae*) aan lage concentraties (1 microgram per kg droge stof) fipronil tijdens de larve ontwikkeling al grote invloed op de levensduur van de volwassen vlinders

In bijlage 4 is een deel van de beschikbare informatie samengevat. Een overzicht van genotoxiciteit, carcinogeniteit en hormoonverstorende eigenschappen van de 34 bestrijdingsmiddelen die in dit onderzoek zijn gevonden, wordt gegeven in Tabel 17;

Tabel 17. Het aantal gevonden bestrijdingsmiddelen dat genotoxische, carcinogene, of hormoonverstorende eigenschappen heeft van het totaal in dit onderzoek gevonden 34 stoffen

	Aantal gevonden stoffen met de gegeven eigenschap*	Naam van de stof(fen)	Bron van gegevens	Stofgroep
Genotoxisch	3	Zie Bijlage 4	IUPAC	Insecticiden, fungiciden, herbiciden, incl. metabolieten
Mogelijk genotoxisch	5	Zie Bijlage 4	IUPAC	Insecticiden, fungiciden, herbiciden, incl. metabolieten
Incomplete of geen informatie over genotoxiciteit	34	Zie Bijlage 4	IUPAC	Insecticiden, fungiciden, herbiciden, incl. metabolieten
Bewezen afwezigheid van genotoxiciteit	0	Zie Bijlage 4	IUPAC	Niet van toepassing
Carcinogeen	10	Zie Bijlage 4	IUPAC/PAN	Vooral insecticiden, fungiciden, herbiciden, incl. metabolieten
Mogelijk carcinogeen	7	Zie Bijlage 4	IUPAC/PAN	Vooral insecticiden incl. metabolieten, fungiciden, herbiciden
Mogelijk carcinogeen, carcinogeen, genotoxisch & mogelijk genotoxisch	16	Zie Bijlage 4	IUPAC/PAN	Insecticiden, fungiciden, herbiciden, incl. metabolieten
Hormoonverstorend of mogelijk hormoonverstorende werking	14	Zie Bijlage 4	IUPAC/PAN	Vooral insecticiden, fungiciden, enkele herbiciden, incl. metabolieten

* Zie Bijlage 4 voor de individuele stoffen met deze eigenschappen

In Tabel 17 is te zien dat:

- van 25 van de 34 bestrijdingsmiddelen (81%) die zijn aangetroffen in natuurgebieden kon de genotoxiciteit niet konden worden beoordeeld, omdat de databases daarover geen gegevens bevatten
- er onder de 34 bestrijdingsmiddelen geen stoffen zijn, waarvan is bewezen dat ze niet genotoxisch zijn
- er 17 stoffen (51%) zijn die kankerverwekkend of mogelijk kankerverwekkend zijn
- 14 stoffen (42%) hormoonverstorend of mogelijk hormoonverstorend zijn
- in totaal de helft van de stoffen bewezen of mogelijk kankerverwekkend is of bewezen of mogelijk genotoxisch

Helaas zijn de eigenschappen van genotoxiciteit, carcinogeniteit en hormoonverstorend sterke indicatoren voor het feit dat veel van deze 34 gevonden stoffen mogelijk een onomkeerbare receptorbinding in de testorganismen hebben of, via andere mechanismen, chronische effecten op organismen hebben. De genotoxiciteit en carcinogeniteit van stoffen wordt bepaald door middel van proefdieren en is zeker niet rechtstreeks te vertalen naar insecten. Toch is het wel een belangrijke indicatie van genotoxische, carcinogene

of hormoonverstorende eigenschappen voor andere organismen. Dit betekent dat de kans aanwezig is dat ten minste de helft van deze stoffen onomkeerbare receptorbinding heeft en als gevolg cumulatieve tijdsafhankelijke effecten op de getroffen organismen.

De specifieke eigenschappen van stoffen zijn belangrijke indicatoren voor hun ecologische effecten. In Tabel 18 staan enkele relevante toxicologische gegevens van pesticiden die in dit onderzoek zijn aangetroffen.

De acute toxiciteit voor terrestrische geleedpotigen wordt vaak uitgedrukt door de LR50-waarde, die de hoeveelheid stof (in gram per ha) aangeeft die nodig is om 50% van de testorganismen (geleedpotigen) binnen 2 of 3 dagen te doden. Normaal gesproken wordt deze test slechts voor twee testorganismen uitgevoerd. Het is interessant om te begrijpen of bepaalde hoeveelheden van een stof (onder laboratoriumomstandigheden) het potentieel hebben om terrestrische organismen te doden. Helaas is deze LR50 waarde voor 21 van de gevonden 34 bestrijdingsmiddelen (zie bijlage 4) onbekend en als deze wordt bepaald, wordt deze slechts na 24 of 72 uur bepaald. Tijdsafhankelijkheid is alleen zichtbaar als effecten na langere periodes worden onderzocht. In Tabel 18 is te zien dat bifenthrin de stof is met de laagste LR50-waarde, wat betekent dat grootste acute toxiciteit heeft (van de 34 gevonden pesticiden) en glyfosaat het minst giftig voor de specifieke gebruikte testorganismen. Het verschil tussen beide stoffen bedraagt een factor 3,24 miljoen. Het verschil in chronische effecten kan echter weer heel anders zijn.

In het verleden is door de autoriteiten in Nederland veel aandacht besteed aan de giftige eigenschappen van bestrijdingsmiddelen in het aquatisch milieu en is de Maximaal Toelaatbare Risiconiveau (MTR) ingevoerd. Met de komst van de Europese Kaderrichtlijn Water is voor dit milieu de milieukwaliteitsnorm (MKN of MAC) geïntroduceerd, de concentratie die bescherming biedt bij kortdurende piekblootstelling. Voor de beoordeling van de oppervlaktewaterkwaliteit bij langdurige blootstelling aan de stof wordt het jaargemiddelde, de JG-MKN of de MTR gebruikt. Voor werkzame stoffen waarvoor geen JG-MKN is vastgelegd, wordt in Nederland de MTR nog gehandhaafd. De JG-MKN/MTR waarden van de 34 gevonden stoffen in de Bijlage 4 zijn verkregen uit 4 bronnen, zoals uitgelegd in de bijlage. De waarden variëren van 0,000026 microgram (voor hexachloorbenzeen) per liter water tot 79 microgram per liter (voor AMPA), wat ongeveer 3 miljoen keer meer is. Ondanks de "onschadelijke" waarde voor AMPA zijn er veel publicaties die aangeven dat het een sterke impact heeft op verschillende organismen. De concentraties in het milieu van deze stof zijn na vele jaren van wijdverbreid gebruik ook dienovereenkomstig hoog, tot vele milligrammen per kg landbouwgrond (**Buijs & Mantingh, 2019**).

In Tabel 18 zijn een aantal belangrijke eigenschappen van de pesticiden aangegeven die in dit onderzoek werden gevonden. Zie Bijlage 4 voor andere eigenschappen en ook van de andere in dit onderzoek gevonden stoffen.

Tabel 18. Enige uiteenlopende fysische en toxicologische eigenschappen van de in dit onderzoek gevonden stoffen

Eigenschap	Numerieke waarde	Naam van de stof(fen)	Bron van de gegevens	Stofgroep
Laagste LR50 waarde (gram per hectare)	0,113	Bifenthrin	IUPAC	Insecticide
Hoogste LR50 waarde	3600	Boscalid	IUPAC	Fungicide
JG-MKN (water) minimale waarde (microgram/liter)	26 x 10 ⁻⁶ (dit is 3,1 picogram/l)	Hexachloorbenzeen	Bestrijdingsmiddelenatlas	Fungicide
JG-MKN (water) maximale waarde (microgram/liter)	79	AMPA	Bestrijdingsmiddelenatlas	Metabooliet van glyfosaat
Omzettingstijd minimale waarde (dagen)	1,5 1,4	Difenyl Heptenofos	IUPAC	Fungicide Insecticide
Omzettingstijd maximale waarde (dagen)	tot 6200	pp'-DDT	IUPAC	Insecticide
Dampdruk (mPa) minimaal	3,3 x 10 ⁻⁵	Difenoconazool	IUPAC	Fungicide
Dampdruk (mPa) maximaal	>1	Heptenofos, chloorprofam, pendimethalin, tri-allate, hexachloorbenzeen, difenyl, fenylfenol-2, dimethylnaftaleen, 3,4 dichlooraniline	IUPAC	Verscheidende fungiciden, herbiciden, insecticiden

In Tabel 18 kan onder andere worden gezien, dat:

- er stoffen zijn gevonden waarvan minder dan 1 gram per hectare genoeg is om insecten en andere geleedpotigen te doden (zelfs zonder de vele hulpstoffen)
- er stoffen zijn (zoals hexachloorbenzeen) waarvan de maximaal toelaatbare concentratie in water slechts 26 miljoenste gram per liter bedraagt
- er stoffen zijn met een zeer snelle omzettingssnelheid (zoals difenyl en heptenofos) die desondanks zeer vaak worden gevonden
- er stoffen zijn (zoals de gechloreerde koolwaterstoffen) die vrijwel niet afbreken, zoals pp'-DDT
- 9 van de 34 gevonden stoffen een dampdruk hebben van meer dan 1 millipascal. Een stof (dimethylnaftaleen) heeft zelfs de extreme hoge dampdruk van 2500 millipascal (zie bijlage 4). Deze stof is een vervanging voor chloorprofam, die werd ingezet om het kiemen van aardappelen tijdens de bewaring te remmen. Stoffen met een hoge dampdruk verdampen snel en verspreiden zich dus makkelijk in nabijgelegen natuurgebieden
- in combinatie met bijlage 6 kan worden gezien dat van de 6 stoffen die het meest voorkomen in de vegetatie (in 40-87,5% van de monsters) er 4 behoren tot de stoffen met een dampdruk hoger dan 0,85 millipascal (chloorprofam, difenyl, difenylamine en fenylfenol-2 en dat van de vijfde stof de dampdruk niet bekend is (fthalimide). De zesde vaak gevonden stof, antrachinon heeft een lage dampspanning van 5 x 10⁻³ millipascal. Desondanks wordt deze stof bijna in elke vegetatie gevonden

Het lijkt er dus op dat antrachinon op een andere wijze verspreid wordt dan verdamping of sublimatie. Antrachinon draagt 21,55% bij aan de totale concentratie van pesticiden die in de gemiddelde bodem wordt aangetroffen en 6,6% in de gemiddelde vegetatie van de bemonsterde natuurreservaten in Gelderland.

Ook wordt de vaak besproken DT 'Degradation Time' gegeven in de vorm van de DT50 of DT90 waarde. Dit cijfer geeft niet aan dat een stof volledig is verdwenen, maar dat de moedersubstantie voor respectievelijk 50 of 90% is omgezet in omzettingproducten, metaboolieten genaamd, die in de regel niet worden gemeten. Bij sommige stoffen kunnen er tientallen metaboolieten van één bestrijdingsmiddel zijn met verschillende

eigenschappen. Deze metabolieten kunnen minder giftig zijn dan de moederstof van het bestrijdingsmiddel, maar ze kunnen ook giftiger zijn. Omdat de omzetting van een stof afhankelijk is van vele factoren zoals temperatuur, pH, grondsoort, bevatten databases in de regel zeer verschillende waarden voor de DT. Volgens de database varieert bijv. de DT90 van bifenthrin van 135 tot 965 dagen, van difenoconazool 68 tot 879 dagen. Veel stoffen, die eenmaal door de bodem zijn opgenomen, vertonen zelfs na vele jaren nauwelijks afbraak of omzetting.

In het kader van deze studie zijn de eigenschappen van de meest voorkomende bestrijdingsmiddelen van bijzonder belang;

- Difenyl (fungicide)
- Antrachinon (repellent)
- Chloorprofam (herbicide)
- Difenylamine (insecticide)
- Fenylfenol-2 (fungicide)
- Fthalimide (metabool van folpet-fungicide)
- Pendimethalin (herbicide)
- Prosulfocarb (herbicide)

Enige eigenschappen van deze stoffen zijn vermeld in Tabel 19;

Tabel 19. Gevonden concentraties van vaak gevonden pesticiden in bodem, vegetatie en rundermest en enige eigenschappen van deze stoffen

Stofnaam	JG-MKN/MTR aquatic (microgram/liter)	Gemiddelde concentratie in de bodem (µg/kg dm)	Gemiddelde concentratie in vegetatie* (µg/kg dm)	Gemiddelde concentratie in rundermest (µg/kg dm)	Aanwezigheid in vegetatie monsters (%)	LR50 terrestrische arthropoden (gram/ha)	Genotoxisch	Cancerogeen
Antrachinon	0,075	17,46 (8,95)	3,67 (3,83)	3,27	67,7	Onbekend	Onbekend	IUPAC: mogelijk carcinogeen PAN: ja
Difenyl	1,5	9,18 (6,62)	35,7 (13,2)	11,11	100	Onbekend	Onbekend	Onbekend
Chloorprofam	4	0,29 (0,5)	2,17 (2,79)	0,31	83,9	Onbekend	Onbekend	Onbekend
Difenylamine	1,2	1,90 (0,07)	3,57 (4,18)	2,19	71,0	Onbekend	Onbekend	Onbekend
Fenylfenol-2	0,036	0	1,46 (n.v.t.)	0,06	68,7	Onbekend	Genotoxisch	Carcinogeen volgens IUPAC en PAN
Fthalimide	16,5	0 (0,49)	3,22 (3,42)	0,78	61,3	Onbekend	Onbekend	Onbekend
Pendimethalin	0,018	0 (0,05)	0,98 (8,77)	0	74,2	3800 (38% sterfte)	Onbekend	PAN: Mogelijk carcinogeen
Prosulfocarb	0,34	0 (0,09)	0,99 (4,16)	0,18	80,6	41,8	Onbekend	niet

*ter vergelijking staan tussen haakjes de gemiddelde gehalten van deze stoffen in ons parallel uitgevoerde onderzoek in Noordrijn-Westfalen (Duitsland) ontleend aan Buijs & Mantingh, 2020

In Tabel 19 kan worden gezien dat:

- ondanks het feit dat antrachinon niet vluchtig is, het in grotere concentraties overal wordt aangetroffen
- de concentratie antrachinon in de bodem aanzienlijk hoger is dan de concentratie difenyl en de vegetatie en in mest de concentratie juist veel lager is dan die van difenyl
- de concentratie van chloorprofam in de vegetatie juist het hoogst is
- hetzelfde geldt voor difenylamine, fenylfenol-2, fthalimide, pendimethalin en prosulfocarb
- de gemiddelde gehalten van voornamelijk difenyl, pendimethalin en prosulfocarb flink afwijken van die in de aangrenzende deelstaat van Duitsland, Noordrijn-Westfalen

In het dagelijks leven wordt vaak aangenomen dat alleen insecticiden insecten kunnen aantasten en alleen fungiciden schimmels. In de toxicologische realiteit is deze veronderstelling echter onjuist. Pesticiden hebben verschillende werkingsmechanismen. Sommige fungiciden zijn ontworpen om bepaalde enzymen of metabolische processen te blokkeren die cruciaal zijn voor insecten, zoogdieren en planten. De werkwijzen zullen in 9.2 nader worden besproken. Daarnaast maken alle organismen die in of boven de bodem leven deel uit van de voedselketen. Als een deel van de voedselketen wordt verstoord, kunnen ook de

andere organismen verwijnen. Dit wordt ook wel het 'cascade effect' genoemd. Vanwegen de enorme complexiteit van de voedselketen en het astronomische aantal interacties van alle organismen, kunnen de effecten van de 34 gevonden pesticiden op de voedselketen in het algemeen en op de insectenpopulaties in het bijzonder zelfs bij benadering niet met zekerheid worden berekend. Door de werkingsmechanismen en de dosis-tijd-effect relaties van elk pesticide afzonderlijk te gebruiken, kan het risico op effecten echter duidelijker worden gemaakt.

6.2 Werkingsmechanisme (Mode of action)

De term "werkingsmechanisme" wordt gebruikt om het mechanisme te beschrijven waarmee een stof zijn hoofdfunctie vervult (IUPAC, 2020). In Tabel 20 is van een aantal veel voorkomende bestrijdingsmiddelen wordt het werkingsmechanisme weergegeven.

Tabel 20. Het werkingsmechanisme van enige stoffen die in dit onderzoek vaak in vegetatie werden gevonden (bron: IUPAC)

Pesticide type		Werkingsmechanisme	Voorbeelden van organismen waarop het pesticide invloed heeft
Antrachinon	Repellent	Veroorzaakt kokhalzen bij vogels, weert vogels en is mogelijk kankerverwekkend	Mogelijk carcinogeen voor alle dieren
Difenyl	Fungicide	Remt sporenvorming (sporulation), lipideperoxidatie	Lipideperoxidation is cruciaal voor schimmels, voor dieren en mensen
Chloorprofam	Herbicide, kiemremmiddel	Mitoseremmer, voornamelijk geabsorbeerd door wortels	Mitose of kerndeling is een onderdeel van de celdeling en cruciaal proces voor alle planten en dieren
Difenylamine	Insecticide, fungicide, plant growth regulator	Een remmer van de biosynthese van polyeen and isoprene	Planten, bacteriën, cyanobacteriën, algen, insecten
Fenylfenol-2	Fungicide	Niet aangegeven	Schimmels zijn essentieel voor een gezonde bodem
Fthalimide (metabolite of folpet)	Metaboliët/ Fungicide	Folpet (de moederstof) remt de normale celdeling van veel micro-organismen. Multi-site activiteit	Chemical essence of cell division in living organisms is identical, or similar
Pendimethalin	Herbicide	Selectieve opname door wortels en bladeren. Remming van mitose en celdeling. Microtubule assembly inhibition.	Mitose of kerndeling is een onderdeel van de celdeling en cruciaal proces voor alle planten en dieren
Prosulfocarb	Herbicide	Selectieve opname door wortels en bladeren. Remming van lipide synthese	Lipiden (vetten) zijn essentiële bestanddelen van alle levende organismen

In Tabel 20 is te zien dat het werkingsmechanisme van alle stoffen niet selectief is voor de doelgroep van organismen waartegen het middel bedoeld was. Het is logisch dat boeren hun gewas niet door bijwerkingen van een fungicide willen doden, dus hebben producenten van die middelen op verschillende manieren selectieve eigenschappen aan hun middel gegeven. De selectieve eigenschappen van commercieel verkrijgbare formuleringen kunnen gebaseerd zijn op timing, blootstelling, penetratie en andere factoren. Uit de werkingsmechanismen in Tabel 20 blijkt dat effecten van fungiciden en herbiciden ook op de entomofauna te verwachten zijn. Dit feit wordt bevestigd door de lage waarde van de eerdergenoemde LR50 voor veel fungiciden en herbiciden. Voor prosulfocarb is deze waarde slechts 41,8 gram per ha. Tabel 20 toont slechts een klein deel van het mogelijke werkingsmechanisme van een aantal pesticiden. Net als andere parameters zoals LR50, is het werkingsmechanisme eerder een indicatie dan een voorspelling van effecten op insecten veroorzaakt door de blootstelling van een stof. Organismen kunnen worden blootgesteld aan constante concentraties chemicaliën, of aan fluctuerende concentraties, of intermitterende en variabele concentraties in de tijd. In de omgeving worden vaak verschillende patronen van blootstelling en in de tijd fluctuerende concentraties gevonden. En in de ecotoxicologie zijn er sterke aanwijzingen dat voor toxische stoffen de dosis-tijd-effect relaties en stressfactoren een belangrijke rol spelen voor de effecten op organismen.

Het feit dat diverse categorieën stoffen, zoals de insecticiden behorende tot de pyrethroïden, in de regel als 'afbreekbaar' wordt gezien doet niets af aan de ernst van de verspreiding van beide stoffen in natuurgebieden. De toxiciteit van de pyrethroïden berust op de versturende werking die zij op het zenuwstelsel van insecten

uitoefenen. Het maakt voor de effecten op insecten niet veel uit of er sprake is van permanente aanvoer van deze stoffen, of van permanente aanwezigheid ervan, doordat ze toch niet afgebroken/omgezet worden. In het laatste geval zou verwacht kunnen worden dat de gehalten in de vegetatie in de loop van de tijd gaan toenemen. In de meeste pyrethroiden zitten halogenen gebonden en ze bevatten zeer reactieve cyclopropan eenheden. Organische halogeenvormingen worden in de regel nooit snel omgezet tot onschadelijke stoffen, en als gevolg van dat feit blijven ze dus zeer langdurig aanwezig in het milieu.

6.3 Dosis-Tijd-effect relaties

De huidige toelatingsprocedures en -normen voor pesticiden gaan ervan uit dat er voor elke stof een aanvaardbare dagelijkse inname (ADI) bestaat. De ADI is een schatting van de hoeveelheid stof die een persoon dagelijks tijdens zijn/ haar leven kan innemen zonder enig significant nadelig effect (WHO, 1987).

Deze benadering gaat uit van een vergelijkbare dosis-tijd-effect relatie voor alle stoffen. Helaas is dit volkomen onjuist, maar omwille van commerciële belangen worden fundamentele toxicologische wetten volledig genegeerd door wetgevers en regelgevers (Samwel-Mantingh et al., 2018).

De dosis- en tijdsafhankelijke effecten van de neonicotinoïde insecticiden imidacloprid en thiacloprid zijn in 2009 beschreven door Francisco Sánchez-Bayo voor geleedpotigen (Sanchez-Bayo, 2009). Dit was niet alleen afhankelijk van de dosis, maar ook van de blootstellingsduur. Er werd ook aangetoond dat hoe lager de blootstellingsconcentratie, hoe lager de totale dosis die nodig is voor het schadelijke effect (zie Tabel 21).

Tabel 21. Sterfte van arthropoden door blootstelling aan neonicotinoïde insecticiden (Sanchez-Bayo, 2009)

Model organisme	Test substance	Concentratie (C) in µg.L-1	Tijd tot 50% sterfte (T) in dagen	C x T product in µg.L-1. dagen
Cypridopsis vidua	Imidacloprid	4	5,2	20,8
		16	3,0	48
		64	3,3	211,2
		250	2,3	575
		1000	2,0	2000
		4000	0,9	3600
Daphnia magna	Imidacloprid	750	69,7	52275
		2220	18,6	41292
		6700	15,0	100500
		20.000	18,4	368000
		60.000	3,0	180000
Sympetrum striolatum	Thiacloprid	7,2	20,6	148,3
		8,0	17,2	137,6
		12,7	13,0	165,1
		113,3	3,2	362,6

Dit fenomeen houdt in dat zelfs blootstelling aan de kleinste concentratie van een stof die deze eigenschap heeft (zoals de neonicotinoïde insecticiden, dieldrin of boscalid) met de tijd schadelijke effecten op insecten zal veroorzaken. De relatie tussen dosis tijd en effect van de meeste pesticiden is niet opgehelderd omdat het huidige toxicologische onderzoek alleen gericht is op het vaststellen van een verondersteld No-Observed Adverse Effect Level (NOAEL) als basis voor de berekening van de Acceptable Daily Intake (ADI). Relaties tussen dosis en tijdeffecten worden bijna altijd buiten beschouwing gelaten. Helaas betekent dit dat voor stoffen die een tijdsafhankelijke werking hebben, de officiële ADI en NOEL weinig betekenis hebben.

Dosis-tijd-effect relaties kunnen op de volgende manier worden geclassificeerd:

- Stoffen met een dosisafhankelijke werking en een drempelwaarde die niet onomkeerbaar interageren met lichaamscomponenten (receptoren genoemd) en waarvoor een ADI kan worden vastgesteld. Er zal geen schade zijn onder de ADI, zelfs niet bij lange blootstellingstijden. Toelating kan gerechtvaardigd zijn als ook aan de andere toelatingsvoorwaarden kan worden voldaan, zoals afbreekbaarheid en afwezigheid van ophoping in de voedselketen.
- Stoffen met een dosis- en tijdsafhankelijke werking zonder drempelwaarde, die onomkeerbare interacties aangaan met lichaamscomponenten die leiden tot accumulatie van bijwerkingen. Het

product van de dagelijkse dosis d en de blootstellingsduur (tot het optreden van een schadelijk effect) t is constant: $d \cdot t = \text{constant}$. Deze dosis-effectrelatie wordt de regel van Haber genoemd. Deze stoffen vertonen cumulatieve toxiciteit en het is volstrekt onmogelijk om hiervoor een ADI te berekenen. Accumulerende effecten betekenen niet noodzakelijkerwijs dat de stof zelf accumuleert. Stoffen leiden waarschijnlijk tot chronische verstoring van het ecosysteem. Een voorbeeld van de 34 bestrijdingsmiddelen die in ons onderzoek zijn gevonden, is permethrin. Het is een insecticide dat veel in de veeteelt wordt gebruikt.

- C. Stoffen met een dosis- en tijdsafhankelijke werking zonder drempelwaarde, die onomkeerbare interacties aangaan met lichaamscomponenten waarvan het schadelijke effect niet alleen accumuleert maar ook wordt versterkt door de tijd.

Deze dosis-actie relatie staat nu bekend als de Druckrey-Küpfmüller vergelijking en kan wiskundig worden weergegeven door de vergelijking; $d \cdot t^n = \text{constant}$, waarbij $n > 1$ (**Tennekes & Sanchez-Bayo, 2011**). De vergelijking verklaart de schadelijke effecten van zeer lage blootstellingsconcentraties (d) van een gif na lange blootstellingstijden (t). Aangezien de factor n een exponentiële factor is, wordt bij langere blootstellingstijden de vereiste dosis voor een effect kleiner. Deze stoffen vertonen cumulatieve toxiciteit en het is volstrekt onmogelijk om hiervoor een ADI te berekenen. Stoffen leiden waarschijnlijk tot chronische verstoringen van het ecosysteem. Een voorbeeld van de 34 in dit onderzoek gevonden stoffen is het fungicide boscalid.

- D. Stoffen met een niet-verklaarde (of niet-gepubliceerde) dosis/tijd-effectrelatie. Als deze stoffen op de markt komen, mogen we van alles verwachten. Op enkele uitzonderingen na is dit het geval voor bijna alle 34 stoffen die in deze studie zijn aangetroffen.

Het begrijpen van de dosis-tijd-effect relaties is essentieel voor het vaststellen van normen voor toegestane concentraties van pesticiden. Gezien het feit dat dosis / tijd-effectrelaties bij de bepaling van NOAEL, LC50, LD50 of LR50 volledig zijn genegeerd, is er grote twijfel over de onschadelijkheid van stoffen voor insecten, die tot de categorieën B, C en D behoren zelfs in concentraties ver onder de LR50 voor terrestrische insecten. Met name vanwege de tijdsafhankelijke expressie van effecten van bestrijdingsmiddelen, is deze kwestie van cruciaal belang voor het begrijpen van chronische veranderingen in ons ecosysteem. Een video over dit ingewikkelde onderwerp is beschikbaar (**Tennekes, 2020**).



Hoofdstuk 7

Risico- beoordeling



7 Risicobeoordeling van de gevonden stoffen

In de ecotoxicologie wordt veel gewerkt met de Hazard Quotiënt (HQ), wat een uitdrukking is van het risico dat een bepaalde concentratie van een stof voor een bepaald organisme oplevert. Een totaal risico van verschillende stoffen wordt berekend door de HQ van de individuele stoffen op te tellen. Om de HQ te berekenen wordt de gemeten concentratie gedeeld door een ecologische grenswaarde, zoals de LC50 (Campbell et al. 2000) als maat voor acute toxiciteit. In het geval van deze studie zou de LC50 kunnen worden gebruikt voor terrestrische ongewervelde dieren die zich voeden met de vegetatie (plantenweefsel), in de grond met plantenresten of zich voeden met andere ongewervelde dieren die erop/ erin leven. Helaas is de LC50 beschikbaar voor zeer weinig relevante terrestrische geleedpotigen. Bovendien zijn we in deze studie vooral in chronische effecten zoals effecten op het gedrag of op de reproductie geïnteresseerd, die in de LC50 waarde niet tot uitdrukking komen. Voor arthropoda die op vegetatie of in mest leven, zijn echter voor de meeste organismen weinig relevante grenswaarden te vinden. De eerder vermelde LR50 waarden zijn voor 21 van de gevonden 34 bestrijdingsmiddelen ook niet bekend (zie hoofdstuk 6.1 en bijlage 4). De JG-MKN en MTR waarden zijn wel bekend voor de meeste bestrijdingsmiddelen, maar worden alleen in de aquatische ecologie gebruikt. Het systeem van de aquatische grenswaarden heeft aan insecticiden zeer lage normen toegekend (zie bijlage 4). Om de relatieve betekenis van de gevonden meetwaarden in planten te begrijpen kunnen de aquatische grenswaarden als hulpmiddel worden gezien, juist vanwege het grote gewicht dat zij toekennen aan insecticiden. De JG-MKN en MTR drukken vooral het relatieve belang van insecticiden uit. De gemeten gemiddelde concentraties en de JG-MKN/MTR zijn ter vergelijking aangegeven in Tabel 22.

Tabel 22. De gemiddelde gevonden concentratie van stoffen in de vegetatie en de aquatische JG-MKN/MTR van 14 begraasde natuurgebieden in Gelderland

Naam bestrijdingsmiddel	Gemiddelde gevonden concentratie (microgram/kg in verse vegetatie*)	JG-MKN /MTR (microgram per liter)	Categorie van de stof
Difenyl	12,85	1,5	Fungicide
Antrachinon	1,32	0,075	Repellent
Difenylamine	1,28	1,2	Insecticide
Fthalimide	1,16	16,5	Fungicide metabolite
Chloorprofam	0,78	4	Herbicide
Phenylphenol-2	0,53	0,036	Fungicide
Permethrin-cis	0,38	0,0002	Insecticide
Permethrin-trans	0,21	0,0002	Insecticide
Pendimethalin	0,35	0,018	Herbicide
Prosulfocarb	0,36	0,55	herbicide
Fludioxonil	0,16	0,98	Fungicide
Etofenprox	0,0675	0,00054	Insecticide
heptenofos	0,0225	0,002	Insecticide
Cyenoxyrafen	Was niet kwantificeerbaar	Niet beschikbaar	Insecticide/acaricide
De overige 4 gevonden stoffen	0,35	0,55-1,9	Fungicides, herbicides, insecticides

*het gemiddelde vochtpercentage van deze vegetatiemonsters bedroeg 64%

Tabel 22 laat zien dat:

- het grootste effect van de in verse vegetatie gevonden stoffen is te verwachten van permethrin-cis, permethrin-trans en etofenprox, omdat de aquatische normen voor deze stoffen veel lager zijn dan de normen van de andere gevonden stoffen, met name ter bescherming van de entomofauna
- van het acaricide/ insecticide cyenopyrafen waren vrijwel geen gegevens aanwezig. De aanbevolen dosering is in de tuinbouw in Oost-Azië omstreeks 100 gram per ha, wat doet vermoeden dat het om een zeer toxisch middel gaat
- echter ook antrachinon en fenylfenol-2 zouden bij kunnen dragen aan toxiciteit voor insecten
- bij deze simpele vergelijking is nog niet in aanmerking genomen dat de gevonden stoffen nog interacties met elkaar zullen hebben, daardoor is een onderschatting vanwege verschillende factoren zeer waarschijnlijk is (zie hoofdstuk 6)

Uitdrukkelijk moet gezegd worden dat deze vergelijking alleen indicatief is, omdat over de werkelijke terrestrische toxiciteit van de genoemde stoffen voor niet-doelwit arthropoda geen grenswaarden beschikbaar waren.

Voor de bodem en sediment heeft het RIVM (**RIVM, 2011**) een systeem van VR-waarden (Verwaarloosbaar Risico); en Maximaal Toelaatbaar Risiconiveau (MTR) geïntroduceerd. Om een indicatie te krijgen van het risico van de gevonden stoffen in de bodem zijn, voor zover beschikbaar, de normwaarden van het RIVM weergegeven in Tabel 16. Deze waarden zijn aangegeven voor verschillende stoffen die in de bodem zijn gevonden van de 14 Gelderse natuurgebieden.

Tabel 23. Gemiddelde gevonden concentraties en VR-(MTR) waarden voor bodem van de gevonden stoffen in 14 Gelderse natuurgebieden

Naam bestrijdingsmiddel	Gemiddelde gevonden concentratie (microgram/kg in bodem)	VR-waarde/MTR waarde (microgram/kg bodem)	Gevonden concentratie/VR-waarde	Categorie van de stof
Difenyl	9,17	-		Fungicide
Antrachinon	17,46	12,9 (MTR sediment)	1,35	Repellent
Difenylamine	1,90	-		Insecticide
Glyfosaat	0,02			Herbicide
AMPA	0,44			Metaboliët van glyfosaat
Chloorprofam	0,29			Herbicide
3,4 dichlooraniline	0,30			Herbicide en metaboliët
Pentachloorbenzeen	0,53	1 (VR-waarde)	0,53	Fungicide
Hexachloorbenzeen	2,72	0,05 (VR-waarde)	54,4	Fungicide, biocide en metaboliët
pp'-DDE	0,70	0,01 (VR-waarde)	70,0	Insecticide metaboliët
pp'-DDT	1,91	0,09 (VR-waarde)	21,2	Insecticide
p,p'-DDD + o,p'-DDT	0,53	-		Insecticide en metaboliët
o,p'-DDD	0,04	-		Insecticide
1,4-Dimethylnaftaleen	1,26	-		Herbicide/kiemremmer
Hexazinon	0,04	-		Herbicide

Wegens het gebrek aan referentiewaarden (in dit geval de VR-waarde) kan met de gevonden gehalten in de bodem (Tabel 23) niet een volledig beeld worden geschetst van de situatie betreffende de gevonden individuele stoffen. Wat wel kan worden vastgesteld is dat:

- het gemiddelde antrachinon gehalte boven de MTR-waarde voor sediment ligt. Desondanks waren er 11 natuurgebieden waar het gehalte lager was dan de MTR-waarde (zie bijlage 5)
- het gemiddelde gehalte hexachloorbenzeen 54,4 maal hoger is dan de VR-waarde. Desondanks waren er 10 natuurgebieden met een gehalte lager dan de VR-waarde. Het gemiddelde werd sterk beïnvloed door de hoge gehalten van deze stof op 5 locaties in de uiterwaarden

- vijf natuurgebieden in uiterwaarden voldoen op de onderzochte parameters niet aan de VR en MTR waarde. Slechts één locatie op de Veluwe voldeed niet aan de VR waarde (voor zover die waarden beschikbaar waren)

Door het gebruik van de VR waarde wordt de mogelijke chronische schade aan de entomofauna mogelijk onderschat. In de tijd dat de VR en MTR waarden werden ontwikkeld (voor 1990), stond de bescherming van insecten nog niet in de belangstelling. Ook waren publicaties over hormoonverstorende stoffen en dosis-tijd-werkingsrelaties toen nog niet beschikbaar. In de publicatie van RIVM over de VR en MTR normen (**RIVM, 2011**) worden insecten zelfs helemaal nog niet genoemd.



Hoofdstuk 8

Discussie



8 Discussie

8.1 Beoordeling van hypothese

De hypothese van dit onderzoek was, dat:

1. In de bodem, vegetatie en rundmest in begraasde natuurgebieden bestrijdingsmiddelen aanwezig zijn
2. In de bodem van begraasde natuurgebieden per locatie minder verschillende bestrijdingsmiddelen zouden worden gevonden dan in de bodem van veehouderijbedrijven (zoals bepaald in het onderzoek van **Buijs & Samwel-Mantingh, 2019**)
3. In de bodem van begraasde natuurgebieden lagere concentraties bestrijdingsmiddelen aanwezig zijn dan in de bodem van commerciële veehouderijbedrijven (zoals bepaald in het onderzoek van **Buijs & Samwel-Mantingh, 2019**)
4. In rundveemest in natuurgebieden grotere aantallen en meer soorten Coleoptera aanwezig zijn dan in rundveemest op commerciële veehouderijbedrijven (zoals bepaald in het onderzoek van **Buijs & Samwel-Mantingh, 2019**)

Het **eerste deel** van de hypothese is in dit onderzoek eenduidig bevestigd; in alle monsters werden bestrijdingsmiddelen aangetroffen.

Het **tweede deel** van de hypothese dient verworpen te worden. In de bodem van de begraasde natuurgebieden werden gemiddeld 4,88 verschillende bestrijdingsmiddelen gevonden en in een eerder onderzoek werden in de bodem van Gelderse veehouderijbedrijven gemiddeld 4,4 bestrijdingsmiddelen (**Buijs & Samwel-Mantingh, 2019**).

Het **derde deel** van de hypothese dat de bodems van natuurgebieden gemiddeld minder belast zouden zijn met bestrijdingsmiddelen dan de bodem van veehouderijbedrijven, klopt. In de bodem van de begraasde natuurgebieden vonden wij gemiddeld 46,13 microgram bestrijdingsmiddelen per kg bodem. Op gangbare rundveebedrijven in Gelderland vonden wij 102,1 microgram per kg bodem (op basis van de droge stof). De bodem van biologische veehouderijbedrijven bevatte gemiddeld 58,6 microgram bestrijdingsmiddelen per kg (droge) grond. De bodem van de onderzochte natuurgebieden bevat gemiddeld dus een 55% lagere totale concentratie bestrijdingsmiddelen dan de bodem van het gemiddelde gangbare Gelderse veehouderijbedrijf en 21% minder dan de bodem van het gemiddelde biologische veehouderijbedrijf. In Tabel 24 zijn de totale gehalten bestrijdingsmiddelen in natuurgebieden en op gangbare en biologische veebedrijven aangegeven, plus de gehalten van AMPA en glyfosaat.

Tabel 24. Residuen van bestrijdingsmiddelen (in microgram per kg droge stof) in de bodem van natuurgebieden (2019) en in de bodem van gangbare en biologische veehouderijbedrijven in Gelderland (2018)*

Aard terrein	Gemiddeld gehalte in microgram/kg ds bodem		
	Natuurgebieden (2019) n=16	Gangbare veebedrijven** (2018) n=16	Biologische veebedrijven** (2018) n=9
Totaal gehalte bestrijdingsmiddelen	46,13	102,1	58,6
Gehalte AMPA & glyfosaat	0,57	88,1	29,0

*cijfers van veehouderijbedrijven ontleend aan Buijs & Samwel-Mantingh (2019)

**gehalten van veebedrijven in 2018 gecorrigeerd met behulp van verondersteld vochtgehalte van 15% omdat ze gemeten zijn op basis van luchtdroge bodem

Uit Tabel 24 blijkt dat het verschil tussen de bodem van natuurgebieden en de veehouderijbedrijven grotendeels verklaard kan worden door het gemiddeld hoge gehalte van glyfosaat en van de glyfosaat metaboliet AMPA. Op de gangbare Gelderse veehouderijbedrijven was het gehalte van deze twee stoffen gemiddeld 88,1 microgram per kg bodem. Op biologische bedrijven bedroeg het gehalte van deze twee stoffen 29 microgram per kg droge stof in de bodem. In de natuurgebieden was het gemiddelde gehalte slechts 0,57 microgram per kg bodem. Het aangegeven verschil tussen de totale gehalten bestrijdingsmiddel in de bodem van alle veehouderijbedrijven in 2018 (gangbare en biologische samen) en natuurgebieden in 2019 is statistisch significant met $p < 0,05$ (zie Hoofdstuk 5.2).

Het **vierde deel** van de hypothese in dit onderzoek werd ook bevestigd. Het gemiddelde aantal Coleoptera in verse mest bedroeg 289,3 per kg per locatie. Per locatie werden in de begraasde natuurgebieden gemiddeld 7,63 soorten Coleoptera vastgesteld. Op de veehouderijbedrijven in Gelderland werden in 2018 gemiddeld 1,5 soorten Coleoptera vastgesteld en hun aantal bedroeg gemiddeld slechts 7,2 per kg verse mest (zie bijlage 9). Het gemiddelde aantal Coleoptera in rundermest in de natuurgebieden in 2019 was 40,18 maal zo groot als het gemiddelde aantal in rundermest op veehouderijbedrijven in 2018. De invasie van Coleoptera in de Achterhoek in 2019 heeft het gemiddelde aantal kevers per kg mogelijk extra groot gemaakt. Zonder die beide locaties in de Achterhoek was het aantal Coleoptera in de verse mest 73 per kilogram geweest en dus ook 10,1 maal groter dan in de mest op veehouderijbedrijven in 2018.

In watermonsters werden dus maar op twee locaties bestrijdingsmiddelen gevonden. Het kan zijn dat de monsters te lang (24-68 dagen) in plastic flessen werden bewaard. Gedurende die tijd konden bestrijdingsmiddelen geabsorbeerd worden door het plastic.

Het gehalte van de gevonden bestrijdingsmiddelen in de bodem van begraasde natuurgebieden (in 2019) en in de bodem van Gelderse veehouderijbedrijven (in 2018) staat aangegeven in Tabel 25.

Tabel 25. Gemiddelde gehalten bestrijdingsmiddelen in de bodem (0-18 cm) van begraasde natuurgebieden en in de bodem van veehouderijbedrijven in Gelderland (in microgram per kg droge stof)

Bestrijdingsmiddel	Begraasde Gelderse natuurgebieden 2019	Veehouderijbedrijven Gelderland 2018	Verschilfactor van natuurgebieden t.o.v. veehouderij
Difenyl	9,18	2,70	3,4 maal meer
Antrachinon	17,46	11,63	1,5 maal meer
AMPA	0,54	46,28	85 maal minder
Glyfosaat	0,02	5,70	285 maal minder
Som organochloorverbindingen	7,93	4,46	1,77 maal meer
Overige bestrijdingsmiddelen	8,76 (16 stoffen)	12,49 (17 stoffen)	1,42 maal minder
Totaal	37,36	78,80	2,11 maal minder

In Tabel 25 zijn de volgende zaken te zien:

- Het gehalte van de stof difenyl was in de bodem van begraasde natuurgebieden hoger dan op veehouderijbedrijven
- Het gehalte van de stof antrachinon was in natuurgebieden ook hoger
- Het gehalte van de stoffen glyfosaat en AMPA waren in de natuurgebieden zeer laag
- Het gehalte van de som van de organochloorverbindingen was in de bodem van begraasde natuurgebieden hoger dan op veehouderijbedrijven
- Het gehalte van de overige bestrijdingsmiddelen in de bodem van natuurgebieden wijkt niet sterk af van het gehalte van de overige bestrijdingsmiddelen in de bodem van veehouderijbedrijven, evenals het aantal gevonden stoffen

Van de 21 bestrijdingsmiddelen die in de bodem van veehouderijbedrijven werden gevonden in 2018 (**Buijs & Samwel-Mantingh, 2019**), werden er 12 ook in de bodem van de begraasde natuurgebieden gevonden (bijlage 5). Dat waren resp. antrachinon, difenyl, difenylamine, fthalimide, hexachloorbenzeen, DDE, DDT, DDD, pentachloorbenzeen, pentachlooraniline, glyfosaat en AMPA.

Het is opmerkelijk dat de concentraties difenyl en antrachinon in de natuurgebieden hoger lagen in 2019. Het ligt voor de hand dat een groot deel van dit verschil is veroorzaakt door de locaties van de natuurgebieden in de uiterwaarden. Daar bevatte de bodem een factor 10-20 maal meer antrachinon, behalve in de afgegraven locaties (Kekerdom in de Millingerwaard en de Brakelse Benedenwaard).

Het had interessant geweest als ook de samenstelling van de vegetatie in natuurgebieden kon worden vergeleken met de samenstelling van gras op veehouderijbedrijven. Helaas zijn in de studie van 2018 slechts enkele gewasmonsters genomen van kuilgras en niet van weidegras.

8.2 De correlatie van de in mest gevonden aantallen Coleoptera met de gevonden bestrijdingsmiddelen

In Figuur 12 is te zien dat de in mest gevonden Coleoptera een afnemende tendens vertoont bij gehalten van bestrijdingsmiddelen boven de 10 microgram per kg vegetatie (drooggewicht). Ondanks de flinke spreiding van de resultaten en het relatief kleine aantal locaties is het verband statistisch significant. In dit figuur is geen rekening gehouden met de toxiciteit van de gevonden bestrijdingsmiddelen voor insecten. Op dit moment beschikken wij echter niet over geaccepteerde omrekeningsfactoren die een betere statistische toetsing mogelijk zouden maken. In het onderzoek van **Gols et al. (2020)** is aangetoond dat blootstelling van het groot koolwitje (*Pieris brassicae*) aan lage concentraties (tot 1 microgram per kg droge stof) fipronil tijdens larve stadium al invloed heeft op het volwassen stadium. Vergelijkbaar onderzoek is nog niet gedaan met de stoffen die in dit onderzoek zijn gevonden. De door ons gevonden statistisch significante negatieve correlatie betekent nog niet noodzakelijkerwijs dat er een oorzakelijk verband is tussen de geconstateerde aantallen Coleoptera en het gehalte bestrijdingsmiddelen in de vegetatie. Oorzakelijke verbanden kunnen alleen vastgesteld worden in proeven zoals die door **Gols et al. (2020)** zijn gedaan. Ook veldonderzoek in andere regio's kan aan een duidelijk antwoord bijdragen.

De aanwezigheid van Coleoptera kevers in de verse mest zegt op zich nog niets over de aanwezigheid van Coleoptera larven in de oudere mest. Mogelijk is een groot deel van de mest waar wel adulte kevers werden vastgesteld niet geschikt voor het uitkomen van eieren. Het kan ook zijn dat de larven na uitkomst van de eieren migreren naar de bodem, of dat sommige Coleoptera laat in het najaar geen eieren produceren. De cijfers van het aantal larven per kg oudere mest (bijlage 8) lijken erop te wijzen dat alleen de mest op de locaties Millingerwaard (Kekerdome) en Hierdense Beek geschikt was voor larven om zich te ontwikkelen. Dat kan te maken hebben met de aard van de bestrijdingsmiddelen die wij hebben vastgesteld bij alle overige gebieden. In de vegetatie van Hierdense beek zaten helemaal geen insecticiden, en in de mest alleen werd alleen 17 microgram/kg difenylamine vastgesteld. In de vegetatie en in de mest op de locatie Kekerdome werd 2 microgram etofenprox vastgesteld. Toch zitten er Coleoptera larven in de mest. Alleen laboratoriumtesten met Coleoptera eieren en etofenprox kunnen hier het definitieve antwoord geven wat er in deze gebieden aan de hand is. Het heeft in ieder geval niet aan de soorten Coleoptera gelegen die in de locatie Kekerdome (Millingerwaard) voorkwamen. De dominerende soorten waren daar dezelfde als in de meeste andere gebieden, n.l. *Aphodius prodromus* en *Aphodius contaminatus*.

Een verklaring voor het grote aantal gevonden larven in de locatie Kekerdome (Millingerwaard) kan zijn, dat:

- het pesticide etofenprox een discontinue verspreiding heeft door het gebied, dus dat er ook vegetatie in het gebied is die schoner is
- de planten die runderen opeten sterk verschillende opname van bestrijdingsmiddelen hebben en ze dus de ene keer schone mest produceren en de andere keer sterk gecontamineerde mest. In Duitse natuurgebieden vonden wij op dezelfde standplaats planten die minimaal 50 maal meer insecticiden bevatten dan naburige andere plantensoorten (**Buijs & Mantingh, 2020**)

Voor de voortplanting van de mestkevers en het vinden van de larven is het uiteraard noodzakelijk dat:

- kevers de mest koloniseren
- kevers eieren leggen in de mest
- eieren uitkomen
- larven zich kunnen ontwikkelen in de mest
- larven zich succesvol kunnen ontwikkelen tot poppen en volwassen kevers

In het nabije gebied Bizonbaai (Ooijpolder) werd waargenomen dat alle 26 gevonden larven (bijlage 8) al bij monsternamen dood en zwart waren. Ook op andere plaatsen is dit geconstateerd. Het aanwezig zijn van levende larven in de mest is er dus zelfs nog geen garantie voor dat de dieren zich daadwerkelijk kunnen

voortplanten. Een positief teken betreffende de natuurgebieden is dat in alle bemonsterde mest levende adulte mestkevers zijn gevonden. Een bedenkelijk teken is dat in 7 van de bemonsterde locaties helemaal geen larven in de oude mest werden gevonden. Aangezien nog een flink deel van deze larven kunnen sterven tijdens hun groei en daarna er ook nog van alles mis kan gaan, is het onduidelijk hoe de Coleoptera zich in Nederland in stand kunnen houden, zelfs in deze 14 natuurgebieden. Volgens Figuur 12 bestaat er een statistisch significante negatieve correlatie tussen de totale gemeten hoeveelheid bestrijdingsmiddelen in de mest en het aantal Coleoptera per kilogram mest. Dit resultaat is eigenlijk verbazend omdat er zulke totaal verschillende stoffen in de mest zijn gevonden en de concentraties daarvan slechts zijn opgeteld. In de toekomst zal dus moeten worden vastgesteld aan welke stoffen dit te wijten is. Verder onderzoek zal op de diverse vragen antwoorden dienen te geven. Ook de gevoeligheid van verschillende levensstadia van insecten (eieren, larven, poppen, adulten) voor de gevonden stoffen zal moeten worden onderzocht.

Het is niet onwaarschijnlijk dat de concentraties van bestrijdingsmiddelen van dag tot dag fluctueren, afhankelijk van de werkzaamheden die op de velden in de buurt worden uitgevoerd en de weersomstandigheden. In deze studie was het niet mogelijk om het hele jaar door de verontreiniging van de vegetatie en de bodem te volgen. Het kan niet worden uitgesloten dat in de zomer andere bestrijdingsmiddelen in de gebieden voorkomen en dat bepaalde gevonden bestrijdingsmiddelen in veel hogere concentraties voorkomen in bodem en vegetatie, met acute schade (of stress) tot gevolg. In bepaalde gevallen kan de schade aan insectensoorten omkeerbaar zijn. In dat verband zal de aard van de receptorbinding in combinatie met het herstelvermogen van de blootgestelde insectensoorten van doorslaggevend belang zijn.

8.3 Het aandeel van stoffen die mogelijk niet uit de landbouw afkomstig waren

In 5.3 is te zien dat het gewichtsaandeel van de gevonden 34 bestrijdingsmiddelen, biociden en metabolieten die mogelijk niet uit de landbouw afkomstig zijn ongeveer 80% bedroeg voor zowel de bodem, de vegetatie als de rundveemest. Het grootste gewichtsaandeel van deze groep van stoffen was afkomstig van difenyl en antrachinon. Ook zien we dat in locaties met penta- en hexachloorbenzeen in de bodem relatief hoge gehalten van difenyl, antrachinon voorkomen. De effecten van deze mix op de entomofauna zijn nog onbekend en moeten nader onderzocht worden. In het kader van dit onderzoek kon onmogelijk worden vastgesteld waar vandaan die stoffen kwamen. Het kan gaan om recente emissies van andere bronnen, of oudere emissies toen de stoffen nog een toelating hadden als bestrijdingsmiddel of biocide.

In Tabel 22 is te lezen dat de ecologische risico's van insecticiden zoals permethrin, en etofenprox (van cyenopyrafen kan hetzelfde verwacht worden) voor het aquatische milieu veel groter waren dan het ecologische risico van stoffen als difenyl of antrachinon die niet uit de landbouw afkomstig waren. Op basis van het werkingsmechanisme van deze stoffen kan een vergelijkbaar verschil verwacht worden voor het terrestrische milieu. De genoemde insecticiden zaten in de mest gemiddeld aanzienlijk minder dan in de vegetatie. Er zijn diverse mogelijke verklaringen voor dit verschil:

- Het kan zijn dat permethrin door de dieren wordt opgeslagen in het lichaam en dus minder in de mest terecht komt
- Permethrin kan ook via de urine zijn uitgescheiden
- Het kan ook zijn dat de stof door de dieren (deels) wordt omgezet in stoffen die wij niet meten, zoals conjugaten, esters of andere metabolieten. Dit wil nog niet zeggen dat de stoffen als conjugaat of ester niet werkzaam zijn.

In ons onderzoek hebben we om financiële redenen niet geanalyseerd op glyfosaat en AMPA in de vegetatie van natuurgebieden. **Plass, M. et al. (2020)** vond gemiddeld 11,96 microgram glyfosaat per kg in Duits boomschors en 1,51 microgram AMPA, ook op locaties die niet behandeld werden. Er kan vanuit worden gegaan dat beide stoffen vrijwel in alle vegetatie aanwezig zijn. Van alle locaties die in dit onderzoek zijn onderzocht, is een evaluatie gemaakt. Deze 'site' evaluatie is vooral relevant voor de verantwoordelijke beheerders van de individuele natuurgebieden en minder voor het grote publiek. Daarom is deze locatie-evaluatie als bijlage opgenomen (bijlage 7).

8.4 Dosis-tijd-effect relaties

In de toxicologie zijn er velerlei relaties mogelijk tussen dosis en effect. Voor verbindingen met een dosis- en tijdafhankelijke werking zonder drempelwaarde en die ook nog onomkeerbare interacties aangaan met organismen, kan de tijd tot effect slechts een paar dagen korter zijn in het geval van een concentratie die 1000 keer hoger is (**Tennekes en Sanchez-Bayo, 2011**). In deze publicatie wordt uitgelegd welk mechanisme ervoor zorgt dat een concentratie van 1000 maal lager hetzelfde dodelijke effect geeft op *Cypridopsis vidua* (zaadgarnalen) in 5,2 dagen in plaats van 0,9 dagen als gevolg van permanente blootstelling aan imidacloprid. **Liess et al. (2005)** publiceerden gegevens dat concentraties tot 10.000 keer onder de LC50 een vertraging in de ontwikkeling van de caddisfly *L. lunatus* veroorzaakten na blootstelling van 1 uur aan het insecticide fenvaleraat (dit is een pyrethroïde). Deze waarneming bevestigt de onomkeerbare receptorbinding van dit pyrethroïde insecticide.

In Tabel 17 is te lezen dat de genotoxiciteit en de carcinogeniteit, als indicatieve eigenschappen voor onomkeerbare receptorbinding door bestrijdingsmiddelen, onbekend is voor de meeste van de 34 in dit onderzoek gevonden stoffen. Van de 34 gevonden stoffen is er geen enkel stof waarvan de verschillende genotoxische eigenschappen volledig zijn onderzocht. Aangezien de helft van de 34 in dit onderzoek gevonden stoffen kankerverwekkend of mogelijk kankerverwekkend zijn, en 42% hormoonverstoring of mogelijk hormoonverstoring, is er weinig garantie dat de gevonden stoffen in natuurbeschermingsgebieden geen omkeerbare receptorbinding hebben. Dat betekent dus dat zij mogelijk accumulerende schade veroorzaken kunnen op het ecosysteem, wat in lijn is met de waargenomen geleidelijke achteruitgang van de biodiversiteit in en buiten natuurbeschermingsgebieden. De accumulerende schade aan de natuur mag niet worden verward met de ophoping van sommige vetoplosbare stoffen in organismen. De ophoping van bestrijdingsmiddelen vond plaats met DDT, Dieldrin en bepaalde andere stoffen. Het wetenschappelijke 'voordeel' van dat effect was dat het in organismen gemakkelijk te meten was door chemische analyse. In het geval van ophopende schade, door mogelijk honderden bestrijdingsmiddelen die op de markt zijn, zijn totaal verschillende benaderingen nodig om de exacte relaties te ontfanen.

Voor verschillende stoffen kan de concentratie van dag tot dag fluctueren, afhankelijk van de werkzaamheden die op de velden in de buurt worden uitgevoerd en de weersomstandigheden. In deze studie was het niet mogelijk om het hele jaar door de verontreiniging van de vegetatie en de bodem te volgen. Het kan niet worden uitgesloten dat bepaalde bestrijdingsmiddelen in de zomer in veel hogere concentraties voorkomen in bodem en vegetatie, met acute schade (of stress) tot gevolg. In bepaalde gevallen kan de schade aan insectensoorten omkeerbaar zijn. In dat verband zal de aard van de receptorbinding in combinatie met het herstelvermogen van de blootgestelde insectensoorten van doorslaggevend belang zijn.

Gezien de aard van sommige gevonden stoffen (bijvoorbeeld permethrin, etofenprox en cyenopyrafen) is het goed mogelijk dat een deel van de achteruitgang van insecten verklaard zou kunnen worden door de blootstelling aan deze stoffen in verschillende gevoelige levensfasen. Getroffen kunnen zijn belangrijke families van vliegende insecten in bepaalde ontwikkelingsstadia die afhankelijk zijn van de bodem, zoals winterslaap, eierontwikkeling, saprofytische larvale stadia, enz. In deze context moet er worden gezegd dat het totale gehalte aan bestrijdingsmiddelen (en biociden en metabolieten) als zodanig normaliter niet wordt gebruikt in de toxicologie, dus we breken in dit opzicht deze conventie. Dat is uitsluitend gedaan bij gebrek aan betere methoden. Gebruikelijk is het toepassen van Toxic Units, gebaseerd op NOEC en EC50 die alleen de acute toxiciteit van de afzonderlijke stoffen uitdrukken (zie ook 4.10). Het voordeel van de totale concentratie van bestrijdingsmiddelen is dat dit getal de totale vervuiling uitdrukt van elke locatie. Vanwege het gebrek aan wetenschappelijke kennis van synergismen en antagonismen tussen verschillende bestrijdingsmiddelen, moest dit aspect in deze berekening worden verwaarloosd. Door alleen naar elke stof afzonderlijk te kijken, zouden we kunnen hebben geconcludeerd dat de meeste gevonden bestrijdingsmiddelen een zeer lage concentratie hebben en dus geen impact hebben op de biodiversiteit. In het geval dat er 10 stoffen aanwezig zijn, weerspiegelt de totale som van bestrijdingsmiddelen ook de totale besmetting.

8.5 Rol van stoffen van niet agrarische herkomst

Drie stoffen die in de meeste monsters voorkomen zijn antrachinon, difenyl en difenylamine. Ze zijn samen verantwoordelijk voor 77,93% van de totale belasting met bestrijdingsmiddelen in de vegetatie, voor 82,71% van de belasting met bestrijdingsmiddelen in de mest en voor 76,3% van de belasting in de bodem.

Antrachinon is in het verleden gebruikt als afschrikmiddel voor zaden tegen vogels. Het is niet erg vluchtig met een dampspanning van 0,005 mPa bij 20 ° Celsius. Difenyl werd in het verleden gebruikt als was op citrusvruchten, maar is al jaren verboden. Het heeft een van de hoogste dampdrukken van alle gevonden bestrijdingsmiddelen, namelijk 1238 mPa (aanhangsel 4). Literatuur geeft aan dat beide stoffen worden uitgestoten door verbrandingsmotoren (**Zielinska et al, 2012**) met een dosis van respectievelijk 60 en 6 microgram per gereden km. Antrachinon wordt ook in de papier- en textielindustrie voor de bereiding van kleurstoffen toegepast. Een andere bron zijn wellicht de microplastics die tegenwoordig overal in het milieu aanwezig zijn. Difenylamine kan van industriële oorsprong zijn. Sinds 2012 is difenylamine in de EU verboden als pesticide of biocide. De stof is actief als fungicide, insecticide en groeiregulator. Van al deze stoffen zal moeten worden uitgezocht waar zij vandaan komen en via welke routes zij in de natuurgebieden terecht komen. Gezien de lage toxiciteit van deze stoffen voor aquatische insecten is het mogelijk dat de gemiddelde gevonden gehalten van difenyl en difenylamine in de vegetatie en mest geen groot risico opleveren (Tabel 14 en 15). Toch is de stof antrachinon is als kankerverwekkend geclassificeerd en de effecten van de metabolieten op de entomofauna verdienen nader onderzoek. De belangrijkste metaboliet van antrachinon, 2-hydroxyanthraquinone, heeft mutagene eigenschappen (**EPA 2011**).

8.6 Rol van stoffen die niet of zelden zijn gevonden

In dit onderzoek werden ook tal van stoffen niet gevonden. Het type stoffen dat nergens werd gevonden, is ook van groot belang. Dat geldt voor de neonicotinoïden, zoals imidacloprid, thiamethoxam en vergelijkbare stoffen. Hoewel pyrethroïden wel werden gevonden in concentraties net boven de LOQ is het redelijk aannemelijk dat ze ook in andere monsters aanwezig waren net beneden de LOQ. Dat geldt vooral voor etofenprox en permethrin, die we op veel plaatsen vonden. In het onderzoek van **Humann-Guillenot et al. 2019** werden neonicotinoïden bijna overal op Zwitserse biologische (en conventionele) boerderijen gevonden, maar in concentraties lager dan 1 microgram per kg. Er is weinig reden om aan te nemen dat deze stof niet aanwezig is in Gelderse natuurreervaten en daarom een waarschijnlijke aanvullende reden is voor de achteruitgang van insecten. Als je stoffen niet kunt meten, wil dat nog niet zeggen dat ze er niet zijn en invloed uitoefenen op de biodiversiteit. Het onderzoek van **Humann-Guillenot et al. (2019)** had een extreem lage LOQ variërend van 0,9-20 nanogram per kg verse monsters. Vanwege het grote aantal geanalyseerde bestrijdingsmiddelen in ons onderzoek konden we zo'n buitengewoon lage LOQ niet bereiken. Opmerkelijk is dat in het onderzoek van **Humann-Guillenot et al. (2019)** plantmonsters van biologische bedrijven het hoogste percentage besmetting door neonicotinoïden vertoonden, waarbij 96% van alle monsters ten minste één neonicotinoïde boven de LOQ bevatten. Ze concludeerde dat een groot deel van de nuttige ongewervelde dieren kan worden blootgesteld aan nadelige concentraties van imidacloprid of clothianidine (die ze heeft gemeten). Hoewel haar onderzoek zich richtte op agrarische velden, is het niet onwaarschijnlijk dat residuen in Gelderse begraasde natuurgebieden vergelijkbaar zijn met die in de biologische velden.

Aangezien pyrethroïden en neonicotinoïden zelden alleen worden gebruikt, zal hun aanwezigheid mogelijk gecorreleerd zijn met de aanwezigheid van andere bestrijdingsmiddelen die in ons onderzoek zijn gevonden. Afname van insecten kan worden veroorzaakt door al die bestrijdingsmiddelen samen; degenen die werden gemeten en degenen die om technische redenen niet konden worden gemeten. Drie neonicotinoïden zijn voor de volle grondsteelten onlangs deels uit de EU verbannen, maar het gebruik ervan wordt gedeeltelijk vervangen door pyrethroïden, die hetzelfde werkingsmechanisme hebben (zenuwgifstoffen) en mogelijk hetzelfde nadelige effect hebben op de biodiversiteit. Als pyrethroïden of neonicotinoïden in concentraties van 0,1 microgram per kg voorkomen in de vegetatie of mest kunnen ze nog steeds substantiële effecten hebben op de entomofauna.

8.7 Afstand tot akkerbouwvelden

In 5.4 kan worden geconcludeerd dat er geen eenvoudige lineaire relatie is van het gehalte van bestrijdingsmiddelen in vegetatie, bodem en mest met de afstand tot bespoten landbouwercelen. Het is duidelijk dat de belasting met de afstand kan variëren, maar ook dat in de afstandscategorie van 1000-3000 meter de belasting door de som van alle 664 gemeten stoffen lager was. Door de grote fluctuaties in de gevonden gehalten, is het verschil echter niet statistisch significant. De aard van de gevonden stoffen bepaalt echter in sterke mate het risico ervan, dus hoe de afstand tot landbouwpercelen uitpakt voor de natuurbescherming is niet a priori te voorspellen. Als er kleine concentraties etofenprox, permethrin of cyenopyrafen in de natuurgebieden aanwezig zijn, kan het toxicologische effect groot zijn, terwijl het totale gehalte van bestrijdingsmiddelen best heel laag kan zijn. Dat is bijvoorbeeld het geval in de voormalige landbouwenclave van Terlet 26/9 met de mest.

Hoewel de verschillen in concentraties in Tabel 13 in absolute termen aanzienlijk zijn, kan vanwege de logaritmische aard van toxicologische dosis-responsrelaties worden verwacht dat de toxicologische betekenis van deze verschillen in het veld klein is (hoofdstuk 6.1) en dat de potentiële impact van bestrijdingsmiddelen door het landschap zeer gelijkmatig verdeeld zou kunnen zijn. Dit is ook de conclusie van **Hallmann (2019)**. Wat hij wel concludeerde, was dat de achteruitgang van insectenvangsten in MF insectenvallen op voedselarme terreinen (met 6,6-8,4% jaarlijks) groter was dan op voedselrijkere terreinen, waar die achteruitgang 4,8-5,5% bedroeg.

Lopend onderzoek van de Entomologische Vereniging Krefeld heeft ongeveer 200 Malaise vallen (MF) in heel Duitsland opgesteld (persoonlijke mededeling Dr. M. Sorg). Dat onderzoek zal waarschijnlijk meer gedetailleerde informatie opleveren over de ruimtelijke component van de insectenbestanden door heel Duitsland. Interactie met de belasting door bestrijdingsmiddelen zal daar niet kunnen worden onderzocht omdat in het merendeel van de locaties geen onderzoek naar bestrijdingsmiddelen zal plaatsvinden. Bovendien zullen de vallen maar een tot enkele jaren operationeel blijven, dus vaststelling van een teruggang is dan niet mogelijk.

Er kunnen verschillende verklaringen zijn voor het feit dat stoffen zonder toelating toch in de natuurterreinen worden gevonden:

- Ze zijn in het verleden gebruikt en hebben zich kunnen verspreiden omdat ze persistent zijn. Daardoor blijven ze in het milieu aanwezig
- Atmosferische verspreiding vanuit binnen- en buitenland
- Illegaal gebruik in de industrie of landbouw of door huishoudens, tuincentra, etc.
- Houtverduurzamingsmiddelen kunnen eventueel door afrasteringen (hekwerken) om de natuurgebieden verspreid worden
- Aanvoer via geïmporteerde producten (uit hout, fruit, groenten)

Het lijkt het erop dat de vegetatie fungeert als vangmechanisme voor momenteel gebruikte bestrijdingsmiddelen uit de lucht, omdat de gevonden concentraties in planten gemiddeld hoger lag dan in de bodem. Andere verklaringen zouden kunnen zijn dat planten bestrijdingsmiddelen uit de bodem opnemen en ophopen, gedurende het groeiseizoen, of dat de bodemanalyses een onvolledige recovery opleveren van de aanwezige stoffen bij de chemische extractie. Veel van de gevonden bestrijdingsmiddelen hebben een hoge dampspanning, wat luchtverspreiding relatief evident maakt. Dit sluit zeer goed aan bij de resultaten van **Kruse-Plass et al. (2020)**, die in Duitsland ook vrijwel geen relaties vond tussen gemeten waarden in luchtfilters en in boomschors en de afstand tot akkerbouwpercelen.

8.8 Categorie van de gevonden stoffen

In 6.1 en 6.2 is uiteengezet dat de gebruikelijke indeling van bestrijdingsmiddelen in fungiciden, herbiciden en insecticiden weinig zin heeft om de ecologische consequenties voor bijvoorbeeld insecten in te schatten. **Geiger et al. (2010)** analyseerden met statistische analyses de rol van insecticiden, herbiciden en fungiciden in de achteruitgang van de biodiversiteit in landbouwgebieden. Van de 13 bestudeerde componenten van intensivering van de landbouw had het gebruik van bestrijdingsmiddelen, vooral **insecticiden en fungiciden**,

de meest consistente (statistisch significante) negatieve effecten op de soortendiversiteit van planten, kevers en op de grond nestelende akkervogels, en op het potentieel voor biologische bestrijding van ziekten en plagen.

Als de resultaten van ons onderzoek worden vergeleken met de resultaten van **Hofmann et al. (2019)** van hun onderzoek naar bestrijdingsmiddelen in boomschors in Duitsland valt op dat onze top tien slechts twee van dezelfde stoffen bevat, namelijk de **herbiciden** pendimethalin en prosulfocarb, maar dat alle andere gevonden stoffen verschillend zijn. In hun onderzoek werden echter een aantal door ons gevonden stoffen niet geanalyseerd. In het Duitse onderzoek behoorden ook DDT, lindaan, glyfosaat, prothioconazol-desthio, boscalid, metolachloor, terbuthylazin en terbuthylazin-desethyl tot de top 10 en die stoffen werden in 30-87% van de monsters gevonden. In ons onderzoek waren de frequenties van die stoffen in de vegetatiemonsters veel lager en ook hun concentraties, terwijl de LOQ vergelijkbaar was. Mogelijk hoopt boomschors (of meer in het algemeen bomen) veel meer bestrijdingsmiddelen op dan kruidachtige planten. De totale concentratie van alle bestrijdingsmiddelen in (de buitenste laag) boomschors in hun onderzoek varieerde van 6-1748 microgram per kg droge stof en was gemiddeld een factor 6,6 hoger (364 microgram per kg) dan wat we in ons onderzoek vonden (55,1 microgram per kg). In ons onderzoek zijn meer bestrijdingsmiddelen geanalyseerd (664 in plaats van > 500 bestrijdingsmiddelen in **Hofmann et al. (2019)**), maar glyfosaat en AMPA werden door ons niet in de vegetatie gemeten. In het Duits onderzoek werd de belasting van de boomschors als indicator voor de verspreiding van bestrijdingsmiddelen via de lucht toegepast.

8.9 Gebruik van LR50 en JG-MKN als milieu risico indicators

Als rekening wordt gehouden met de LR50-waarde van de gevonden fungiciden, hebben 3 van de 11 een waarde van minder dan 200 gram per ha en heeft slechts één herbicide (flurprimidol) zo'n hoge toxiciteit voor LR50-testorganismen (zie bijlage 4). Een van de fungiciden tebuconazool heeft zelfs een LR50-waarde van slechts 58 gram per ha (op het testorganisme *Typhlodromus pyri*). Van 7 van de gevonden fungiciden is de LR50 waarde onbekend. Van 6 van de gevonden herbiciden is de LR50 onbekend; één herbicide (flurprimidol) met een LR50 waarde van 29,6 gram per hectare heeft een zeer hoge toxiciteit voor het testorganisme *Typhlodromus pyri* (zie bijlage 4). Een van de nadelen van de LR50 is dat zij (zoals vermeld) voor veel stoffen niet bekend is. De LR50 waarde is in de regel gebaseerd op laboratorium testen en daardoor reproduceerbaar. **Shenhang Cheng et al. (2018)** heeft de LR50 bepaald voor 3 soorten sluipwespen voor een aantal insecticiden en herbiciden, en kwam voor veelgebruikte insecticiden, zoals bifenthrin, thiametoxam en cyhalothrin uit op waarden variërend van 20-50 milligram per ha. Als de door ons gemeten gehalten insecticiden in de vegetatie (1-17,6 microgram per kg droge stof) worden omgerekend in hoeveelheden per hectare m.b.v. een veronderstelde massa van de vegetatie van 5000 kg droge stof/ha resulteert dat in een hoeveelheid aanwezige insecticide van 5-88 milligram per hectare. Dat is in vergelijking met de LR50 waarden van Shenhang Cheng dus genoeg om 50% van de populatie van de geteste sluipwespen acuut te doden. Hierbij dienen we ons ervan bewust te zijn dat in het algemeen wordt aangenomen dat chronische schade al optreedt bij veel lagere concentraties (!). Aangezien de testen zijn uitgevoerd met sluipwespen, kunnen de LR50 waarden alleen als indicatie worden gebruikt voor de gevoeligheid van andere insecten, zoals Coleoptera. Het onderzoek van **Gols et al. (2020)** en van **Shenhang Cheng et al. (2018)** maakt duidelijk dat de in het veld gevonden concentraties ernstige gevolgen kunnen hebben voor de entomofauna. De gevonden cocktails zijn nooit op lethale of sub-lethale effecten getest.

De JG-MKN (dan wel MTR) is voor veel stoffen wel bekend, als meer algemene indicator voor de toxiciteit van bestrijdingsmiddelen. Het voordeel van de parameters JG-MKN en MTR is dat zij de toxische effecten van een werkzame stof op de meest gevoelige waterorganismen (in de voedselketen van vissen) weerspiegelt en dus de kwetsbaarheid van het ecosysteem als geheel beter weerspiegelt. Uiteraard kan de JG-MKN niet gebruikt worden voor terrestrische organismen.

8.10 Wettelijke status van de gevonden bestrijdingsmiddelen

In 5.5 kan worden gezien worden dat de helft (50%) van de 34 gevonden middelen niet (meer) in de handel is in Nederland.

Betreffende de wettelijke status kan worden opgemerkt dat de toegelaten biociden etofenprox en permethrin een groot aandeel zullen hebben in de acute toxiciteit voor insecten. Dat geldt ook voor de vegetatie. Onder de 16 bestrijdingsmiddelen, metabolieten en biociden die in de bodem werden gevonden, bevonden zich slechts 4 die in 2019 waren toegelaten (glyfosaat, dimethylnaftaleen, chloorprofam en AMPA). Het verdient dus prioriteit om de oorsprong van etofenprox en permethrin te achterhalen en hun verspreiding dan vervolgens te voorkomen.

In toevoeging op het bovenstaande is er ook een bestrijdingsmiddel gevonden dat nooit een toelating in Nederland heeft gehad. Dat is het insecticide cyenopyrafen. Het is onbekend hoe deze stof in Nederlandse natuurgebieden terecht is gekomen (of terecht komen). Cyenopyrafen wordt geproduceerd in China en Japan voor de lokale markt. Mogelijk dat het door atmosferische verspreiding toch in Nederland is terecht gekomen. Het kan ook in de natuurgebieden terecht zijn gekomen door illegaal gebruik binnen Nederland.

8.11 Bodem bescherming

Sinds 2000 is er in de EU een Kaderrichtlijn Water (KRW) (**Europees Parlement, 2000**) die het Europese oppervlakte- en grondwater beschermt tegen vervuiling door chemicaliën, maar er is geen Kaderrichtlijn Bodem. De grond is vrijwel vogelvrij en kan zonder juridische of financiële gevolgen worden verontreinigd met de meeste bestrijdingsmiddelen. Er zijn pogingen gedaan om tot een Kaderrichtlijn Bodem te komen (**Commissie van de Europese Gemeenschappen, 2006**), maar verschillende landen, waaronder Duitsland en Nederland, hebben de goedkeuring van een concept Soil Framework Directive (SFD) geblokkeerd.

In Nederland zijn voor de bodemkwaliteit voor een aantal bestrijdingsmiddelen (veelal organische chloorverbindingen) streef- en achtergrondwaarden vastgelegd. Evenals de VR waarde, hebben de streef- en achtergrondwaarden geen wettelijke status, maar zijn beleidsmatig vastgelegd. Verder zijn er interventiewaarden, bodemnormen die bepalen of er sprake is van ernstige bodemverontreiniging in de zin van de Wet bodembescherming. Deze interventiewaarden zijn gekoppeld aan verschillende typen van bodemgebruik: wonen en industrie. Bodems bedoeld voor de productie van voedsel of voor natuurbeheer vallen buiten de interventiewaarden. Voor het merendeel van bestrijdingsmiddelen die in de landbouw worden toegepast, zijn helemaal geen interventie of streefwaarden vastgelegd.



Hoofdstuk 9

Conclusies



Mest in natuurgebied Aaltense Goor met duizenden mestkevers

9 Conclusies

Bestrijdingsmiddelen zijn aanwezig in alle begraasde natuurreservaten in Gelderland, zowel in de bodem, als in de vegetatie en in de mest van runderen. De concentraties van de individuele bestrijdingsmiddelen, metabolieten en biociden variëren in de vegetatie van 1-73 microgram per kg droge stof, van 1-90 microgram per kg droge stof in de bodem en van 1-40 microgram per kg droge stof in de mest. In totaal zijn 34 bestrijdingsmiddelen, metabolieten en biociden aangetroffen in de natuurgebieden (zie Tabel 5 en ook Bijlage 5)

- Het gemiddeld aantal (Tabel 6) en de concentraties van pesticiden zijn in de vegetatie hoger dan in bodems (Tabel 8). Het lijkt erop dat de vegetatie fungeert als vangmechanisme voor momenteel gebruikte bestrijdingsmiddelen uit de lucht. Veel van de gevonden bestrijdingsmiddelen hebben een hoge dampspanning, wat luchtverspreiding relatief evident maakt (zie 8.7)
- Het feit dat in dit onderzoek zelfs een insecticide (cyenopyrafen) in 4 natuurgebieden werd gevonden dat alleen in Japan (en mogelijk China) op de markt is, illustreert goed dat we mogelijk zelfs met een globaal probleem te maken hebben
- De concentraties van sommige van de 34 stoffen, die in de begraasde natuurgebieden worden aangetroffen, zijn waarschijnlijk voldoende om een negatief effect op de entomofauna te hebben, gezien de aanwezigheid van stoffen als hexachloorbenzeen in de bodem of de gevonden insecticiden (met name permethrin, etofenprox en cyenopyrafen) in de vegetatie (zie hoofdstuk 5.2). Dit wordt bevestigd door het onderzoek van **Gols et al. (2020)** en **Shenheng Cheng et al. (2018)** naar de gevoeligheid van vlinders en sluipwespen voor verschillende insecticiden en herbiciden. Het is weinig waarschijnlijk dat Coleoptera op deze en verwante insecticiden fundamenteel anders zullen reageren, omdat het werkingsmechanisme van deze stoffen op verschillende insecten hetzelfde is
- De hypothese dat in de bodem van begraasde natuurgebieden lagere concentraties van bestrijdingsmiddelen aanwezig zouden zijn dan in de bodem van veehouderijbedrijven klopt. De hoeveelheid bestrijdingsmiddelen in bodem van natuurgebieden in 2019 was statistisch significant lager dan in de bodem van veehouderijbedrijven in 2018 (tweezijdige verdelingsvrije Mann-Whitney-Wilcoxon U toets met $p < 0,05$). Het gemiddelde aantal gevonden middelen in natuurgebieden was echter zelfs iets hoger. Dit betekent dus dat de gevonden stoffen in natuurgebieden aanwezig waren in gemiddeld iets lagere concentraties dan op veehouderijbedrijven in Gelderland in 2018. Het meest opvallende verschil tussen de bodems op veehouderijbedrijven en in natuurgebieden is het zeer lage gemiddelde gehalte aan glyfosaat en omzettingproduct AMPA in de bodem van natuurgebieden
- In rundermest in begraasde natuurgebieden waren gemiddeld 40,18 maal meer Coleoptera aanwezig dan in rundermest op veehouderijbedrijven, ook als rekening wordt gehouden met de invasies van kevers in twee van de 16 gebieden (Hoofdstuk 5.6). Op zich is de grote aanwezigheid van Coleoptera in natuurgebieden heel positief. Wat echter zorgwekkend is, is dat de aanwezigheid van larven zeer laag was en dat in 43% van de mest zelfs helemaal geen larven werden gevonden, wat mogelijk duidt op een verstoorde voortplanting
- In dit onderzoek werden in verse mestmonsters in natuurgebieden 7,62 verschillende soorten Coleoptera gevonden (in 2019). Op agrarische bedrijven in 2018 werden gemiddeld 1,5 soorten vastgesteld (zie bijlage 9)
- Verontrustend is
- Verontrustend is de constatering, dat de categorie 'overige bestrijdingsmiddelen' in de bodem van natuurgebieden (8,76 microgram/kg) bijna even groot (zie Tabel 25) is als in de bodem van veehouderijbedrijven (12,49 microgram), zeker gezien de spreiding van de resultaten en de onzekerheidsmarges van de chemische analyses
- Statistische toetsing geeft aan dat er een negatieve correlatie is tussen de gesommeerde hoeveelheid bestrijdingsmiddelen in de vegetatie en het aantal gevonden Coleoptera in verse mest (Hoofdstuk 5.6). Alleen nader onderzoek zal uitsluitsel kunnen geven over de causale relaties tussen die twee parameters

- In zulk nader onderzoek van causale verbanden zal zowel aandacht moeten worden geschonken aan de individuele bestrijdingsmiddelen als aan de gevonden cocktails van verschillende middelen
- Er zijn minstens 12 solide redenen waarom gegevens omtrent toxiciteit in databases een grote onderschatting kunnen geven m.b.t. de ecologische risico's van bestrijdingsmiddelen (zie Hoofdstuk 6.1). Die onderschatting kan volgens diverse onderzoeken meer dan een factor 1000 bedragen
- Rekening houdend met het werkingsmechanisme, de receptorbindingsmechanismen en de dosis-tijd-effect relaties, zou het zo kunnen zijn dat de achteruitgang van insecten niet te stoppen is, tenzij het gebruik van bestrijdingsmiddelen zeer sterk wordt verminderd of helemaal wordt gestopt. Dit werd voorspeld door **Tennekes (2010)** met betrekking tot neonicotinoïden, maar zijn concept van onomkeerbare receptorbinding zou ook van toepassing kunnen zijn op vele van de momenteel gebruikte fungiciden en herbiciden
- De stoffen difenyl, antrachinon en difenylamine worden in bijna alle monsters gevonden (zie bijlage 6). Het gebruik van verbrandingsmotoren kan een belangrijke bron zijn van difenyl en antrachinon. De verwachte elektrificatie van het transport kan deze emissies samen met alle andere stoffen uit uitlaatgassen mogelijk sterk verminderen. De stoffen worden ook in de industrie gebruikt
- Rekening houdende met de aquatische toxiciteit kan de toxicologische rol van de stoffen difenyl en difenylamine beperkt zijn. Toch zijn toxicologische effecten van antrachinon op de entomofauna niet helemaal uit te sluiten en moet dit nader onderzocht worden
- De oorsprong van de gevonden insecticiden permethrin en etofenprox in de natuurgebieden is niet eenduidig vast te stellen. Permethrin kan afkomstig zijn uit diergeneesmiddelen en etofenprox uit houtbehandeling. Wel lijkt het duidelijk te zijn dat hun aanwezigheid in de natuur een grote belasting vormt voor bescherming van insecten en daarmee voor de rest van de voedselketen, zoals zoogdieren en vogels
- Het feit dat veel verkregen resultaten van chemische analyses van de vegetatie in onze twee losstaande onderzoeken in Gelderland en in Duitsland vergelijkbaar zijn (Tabel 19), weerspiegelt het feit dat het in deze onderzoeken niet zo zeer om lokale belasting van natuurgebieden met bestrijdingsmiddelen handelt, maar meer om regionale, nationale en internationale belasting
- Persistente bestrijdingsmiddelen worden na een gebruiksverbod nog decennia lang in de bodem aangetroffen.
- De algemene verspreiding van bestrijdingsmiddelen in natuurgebieden (Hoofdstuk 5.2) geeft ook al aan dat de oplossing voor de gevonden contaminaties zowel op het niveau van de Europese Unie moet worden gezocht, als op nationaal en lokaal niveau. Het gebruik van bestrijdingsmiddelen leidt onvermijdelijk tot hun verspreiding in ons ecosysteem. De samenleving zal moeten uitmaken of de aanwezigheid van bestrijdingsmiddelen in natuurgebieden acceptabel is en zo ja in welke mate

Hoofdstuk 10

Adviezen



10 Adviezen

10.1 Voor onderzoek

- In vervolgonderzoek dient zonder meer te worden vastgesteld waar vandaan de gevonden stoffen afkomstig zijn. Vooral de sterke insecticiden difenylamine, permethrin en etofenprox verdienen hierbij prioriteit, maar ook van de overige 31 bestrijdingsmiddelen dient de herkomst, de transportroute, en de adsorptie door wilde planten begrepen te worden
- In vervolgonderzoek dient in nog meer begraasde natuurgebieden te worden vastgesteld of de correlatie die is waargenomen tussen de concentratie bestrijdingsmiddelen in de vegetatie en Coleoptera aantallen in rundermest inderdaad bevestigd kan worden. Dit kan alleen met een verlaagde LOQ en met zeer brede screening pakketten van meer dan 500 bestrijdingsmiddelen, omdat met weinige stoffen die samenhang zeer zwak zal blijken te zijn
- Het is bekend dat runderen en andere grazers ook aarde eten om hun behoefte aan mineralen te dekken. Met die aarde worden in sterk vervuilde uiterwaarden ook gechloreerde koolwaterstoffen opgenomen, zoals DDT, pentachloorbenzeen, dioxines en PCB's. Het is denkbaar dat door het aanbieden van likzout met mineralen de dieren minder vervuilde aarde zullen gaan consumeren. Dat kan ten goede komen aan de gezondheid van het vee, aan de kwaliteit van hun vlees en aan de kwaliteit van de mestfauna. Er dient dan wel likzout te worden aangeboden zonder insecticiden
- De causale relatie tussen bestrijdingsmiddelen en de aanwezigheid van Coleoptera in mest dient ontrafeld te worden. Om te beginnen kunnen bioassays worden gedaan met de gevonden stoffen en hun invloed op het uitkomen van Coleoptera eitjes worden vastgesteld. Dat zijn relatief eenvoudige proeven die onder laboratoriumomstandigheden kunnen worden uitgevoerd
- Het is ook wenselijk om aan schone mest bekende concentraties van de gevonden middelen toe te voegen en de kolonisatie door Coleoptera te onderzoeken en de ontwikkeling van larven uit die eitjes. Volgens de waarnemingen in dit onderzoek is de kolonisatie van gecontamineerde mest laag, behoudens gevallen van massale invasies
- Door het in natuurgebieden opstellen van filters met actieve aanzuiging van lucht kan het gehalte van de bestrijdingsmiddelen in de lucht worden bepaald en zo kan worden begrepen of de gevonden stoffen inderdaad uit de lucht stammen
- Door regelmatig met tussenpozen de vegetatie in natuurgebieden te onderzoeken op bestrijdingsmiddelen, kan dynamisch inzicht worden verkregen in de belasting van die natuurgebieden met bestrijdingsmiddelen en kan wellicht ook meer inzicht worden verkregen in de herkomst van stoffen uit allerlei bronnen
- Voor de gevonden 34 stoffen dienen dosis-tijd-effect relaties te worden vastgesteld met relevante proeforganismen en mogelijk ook met Coleoptera eitjes
- Door markers toe te voegen aan spuitmiddelen in de omgeving van natuurgebieden kan achterhaald worden waar exact de gebruikte bestrijdingsmiddelen zich heen bewegen
- Aangezien in dit onderzoek de monsters van oppervlaktewater slechts met een LOQ van 30-50 nanogram konden worden geanalyseerd, is het wenselijk om deze metingen met een lagere LOQ te gaan uitvoeren, omdat ook die concentraties een grote invloed op het ecosysteem kunnen hebben. Bij langere bewaartijden van de monsters, dienen deze uitsluitend in glazen flessen bewaard te worden
- Mocht het inderdaad zo zijn dat de vegetatie in natuurbeschermingsgebieden bestrijdingsmiddelen uit de lucht ophoopt, dan is de urgente vraag hoe dit proces plaatsvindt op fysisch en moleculair niveau. Mogelijk kan met die kennis ook worden verklaard dat in boombast door Duitse collega's (**Kruse-Plass et al. 2020**) nog veel hogere gehalten van bestrijdingsmiddelen worden gevonden dan in ons onderzoek in eenjarige vegetatie
- Een fundamentele vraag naar aanleiding van dit onderzoek is, of het realistisch is te verwachten dat het ecologische evenwicht van natuurgebieden ondanks de voortdurende achteruitgang van de biodiversiteit intact blijft en of daarin nog plaats zal blijven bestaan voor allerlei gespecialiseerde soorten planten en

dieren. Dezelfde vraag betreft feitelijk of ons landbouwsysteem opgewassen is tegen een mogelijke ineenstorting van het regionale ecologische evenwicht

- Het is ook belangrijk om vast te stellen of het vanuit theoretische overwegingen denkbaar dat er bestrijdingsmiddelen worden ontwikkeld die niet genotoxisch, niet hormoonverstorend, niet carcinogeen zijn en ook geen irreversibele receptorbinding hebben. Bestaan er dat soort stoffen die dan ook nog na gebruik snel omgezet worden in onschadelijke metabolieten?

10.2 Voor beleid

- Een sterke afname van het gebruik van de in de natuurterreinen gevonden chemische bestrijdingsmiddelen is onvermijdelijk. Het zou logisch zijn om te beginnen met het elimineren van de 16 (van de in het totaal 34) in natuurgebieden gevonden stoffen die nog steeds zijn toegestaan, zowel in de landbouw als in de industrie. Ook de stoffen die slecht meetbaar zijn omdat er geen standaardmethoden zijn om ze nauwkeurig genoeg te meten, zoals pyrethroïden en neonicotinoïden, dienen van de markt gehaald te worden. Dergelijke stoffen zijn dodelijk voor de meeste insecten in doseringen die niet eens kunnen worden gemeten, dus het effect van die stoffen is oncontroleerbaar
- Vluchtige bestrijdingsmiddelen die in het milieu terechtkomen, komen onvermijdelijk in natuurgebieden terecht en dienen vanwege hun fysische eigenschappen te worden verboden, ook als ze volgens de producenten afbreekbaar zijn, zoals permethrin en etofenprox. De vluchtige herbiciden pendimetalin en prosulfocarb dienen, omdat ze in alle natuurgebieden worden gevonden, zo snel mogelijk van de markt gehaald worden. Dit komt overeen met de aanbevelingen van **Kruse-Plass et al. (2020)** op basis van monitoring door heel Duitsland
- Persistente stoffen dienen zowel in de landbouw als in de industrie vermeden worden. Stoffen zoals DDT, penta- en hexachloorbenzeen worden na een gebruiksverbod van bijna 50 jaren nog steeds in toxicologische relevante gehalten in de bodem gevonden. Ook vele andere bestrijdingsmiddelen en biociden hebben vaak zeer stabiele metabolieten, bv AMPA in het geval van glyfosaat
- Politici moeten druk uitoefenen op de relevante autoriteiten die betrokken zijn bij de toelating van bestrijdingsmiddelen voor een stringente en producentonafhankelijke toxicologietest die ook de dosis-tijd-effect relaties van de stoffen omvat en chronische effecten op niet-doel organismen. Lobbyisten dienen geweerd te worden uit het besluitvormingsproces.
- Onderzoek naar de toxiciteit en risico's van werkzame stoffen en de formulering dient door van de producent onafhankelijke onderzoekers uitgevoerd worden; resultaten dienen openbaar toegankelijk te zijn
- Beleidsmakers dienen zich ervan bewust te worden dat zelfs 50% biologische landbouw niet voldoende zal zijn om de emissies van bestrijdingsmiddelen afkomstig van 50% conventionele agrarische bedrijven naar natuurgebieden of naar biologische landbouwbedrijven voldoende te verdunnen
- Er dient op Europese schaal een richtlijn bodembescherming te worden aangenomen, omdat bodems momenteel voor bestrijdingsmiddelen en biociden wettelijk vogelvrij zijn, evenals de waterlichamen die niet onder KRW vallen
- De samenleving dient zich bewust te worden van het belang van de entomofauna voor de biosfeer. Er zal geen economie zijn zonder ecologisch evenwicht. Alleen weinigen zullen wel varen bij het nog verder ineenstorten van de entomofauna in Europa
- De discussie in de EU over bescherming van insecten dient niet versmald te worden tot het beschermen van honingbijen. Dat kan alleen maar leiden tot nog meer ecologische ontwrichting
- Om prikkels te geven die tot een schone landbouw en economie kunnen leiden, dient vervuiling van landbouwgrond een negatieve invloed op de prijs van landbouwgrond te krijgen. Dat zou een van de manieren kunnen zijn om het gebruik van bestrijdingsmiddelen te ontmoedigen
- EU subsidies voor landbouwers dienen gekoppeld te worden aan ecologische werkwijzen en niet aan de aantallen hectaren van een bedrijf
- Een breed monitoringsnetwerk naar de verspreiding van bestrijdingsmiddelen en de effecten op de biodiversiteit dient opgezet te worden
- Alvorens overal bloemenstroken in te zaaien op akkerbouwgronden die zwaar belast zijn met bestrijdingsmiddelen (dit zijn in wezen alle Nederlandse akkerbouwgronden), dient eerst te worden

uitgezocht of de insecten die naar de stroken toevliegen, de belasting van de vegetatie aldaar met die middelen kunnen overleven. Anders zou het zo kunnen zijn, dat die stroken, door hun aantrekkende werking, een negatief effect hebben op de populaties van die insecten

10.3 Voor natuurbescherming

- Terreineigenaren en terreinbeheerders dienen een actievere aanpak te hanteren in de debatten over bestrijdingsmiddelen die in de N2000-gebieden en andere natuurgebieden voorkomen. Na rekening te hebben gehouden met de resultaten van dit onderzoek, moet een nieuwe aanpak worden ontwikkeld ten gunste van een totaal ander landbouw- en industriebeleid. Dat is ook de conclusie van het recente rapport van **Kruse-Plass et al. (2020)**. Cosmetische maatregelen gaan het tij van ecologische degradatie niet keren
- Agrarische ondernemers dient een toekomstperspectief te worden gegeven door hogere prijzen en door belasting op ecologisch destructieve productiemethoden
- Nauwe samenwerking zoeken met landbouworganisaties, uitgaande van het principe dat de landbouw boven alles ook een gezond ecologisch evenwicht nodig heeft voor de productie van gezond voedsel
- Wat een gezond ecosysteem inhoudt dient breed uitgedragen te worden om zowel bij de natuurbescherming, als bij de landbouw draagvlak te creëren
- Druk uitoefenen op beleid om politici en beleidsmakers ervan te overtuigen dat de huidige besmetting van natuurgebieden met bestrijdingsmiddelen volkomen in strijd is met alle huidige natuurbeschermingswetgeving op nationaal, EU en internationaal niveau. Als natuurgebieden niet beschermd kunnen worden tegen vergiftiging, kan de natuur niet beschermd worden en is biodiversiteitsbescherming een leeg begrip
- Lobby voor uitfasering van alle 16 nog toegestane bestrijdingsmiddelen die in natuurgebieden zijn aangetroffen
- Lobby voor totaal andere toelatingsregels voor nieuwe bestrijdingsmiddelen die voorkomen dat stoffen met onomkeerbare receptorbinding, hoge dampdruk, toxiciteit bij niet meetbare concentraties en andere onaanvaardbare eigenschappen worden toegelaten voor gebruik
- Steun actief verder onderzoek naar natuurreservaten en start met harde feiten proefprocessen om jurisprudentie te creëren omtrent de contaminatie van de natuur met bestrijdingsmiddelen, biociden van welke oorsprong dan ook

10.4 Voor de landbouw

- Om een objectieve discussie in de samenleving over de rol die landbouw speelt bij de vervuiling van natuurgebieden mogelijk te maken, dienen goede gegevens verzameld te worden over de emissies van bestrijdingsmiddelen van agrarische bedrijven naar lucht, bodem, oppervlaktewater en grondwater
- Laat metingen doen door betrouwbare onafhankelijke organisaties, niet verbonden met de leveranciers van bestrijdingsmiddelen
- Metingen moeten worden gedaan aan gewassen, mest, grond, drainagewater en alle relevante andere matrices die invloed kunnen hebben op het milieu
- Kwalificeer en kwantificeer niet alleen de voordelen van chemische gewasbescherming voor de agrarische sector, maar ook hun nadelen voor de landbouw (in termen van bodemgezondheid, opbrengst, kwetsbaarheid voor plagen en ziekten, gezondheidsrisico's op het werk, enz.), om objectieve evenwichtige informatie te creëren
- Wees je bewust van het feit dat een of meer milligram bestrijdingsmiddelen in elke kilo akkerbouwgrond (de situatie zoals die nu is) geen 'normale' situatie kan worden genoemd
- Start lobby voor wetgeving Kaderrichtlijn Bodem om te starten met juridische bescherming van landbouwbodems (onder andere tegen besmetting met bestrijdingsmiddelen) en om een eerlijke speelomgeving te creëren voor landbouwproducenten in de hele EU

Hoofdstuk 11

Referenties



Referenties

- Barmentlo, S.H., Vriend, L.M., Grunsven, R.H.A. van, Vijver, M.G., 2019.** Thiacloprid-induced toxicity influenced by nutrients: evidence from in-situ bioassays in experimental ditches. *Environmental Toxicology and Chemistry* - Volume 37, Number 7 - pp. 1907-1915, 2018
- Boatman, N.D., N.W. Brickle, J.D. Hart, T.P. Milsom, A.J. Morris, A.W.A. Murray, K.A. Murray & P.A. Robertson, 2004.** Evidence for the indirect effects of pesticides on farmland birds. *IBIS* 2004, 146 (Suppl. 2), 131-143. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1474-919X.2004.00347.x>
- Buijs, J. & Samwel-Mantingh, M., 2019.** Een onderzoek naar mogelijke relaties tussen de afname van weidevogels en de aanwezigheid van bestrijdingsmiddelen op veehouderijbedrijven in Gelderland. Met samenvattingen in Duits, Engels en Russisch. 169 pagina's. Te vinden op: <https://www.wecf.org/nl/pesticides-gelderland/>
- Buijs, J. & Samwel-Mantingh, M., 2020.** Pesticides, insects and birds on conventional and organic cattle farms in the Netherlands: implications for regulation of organic production. In: *Regenerative agriculture. What is missing? What do we still need to know?* In Press. Springer Nature Publisher, Cham, Switzerland. 6 pages.
- Buijs, J. & Mantingh, M., 2020.** Insect decline and pesticide contamination in nature conservation areas in North Rhine-Westphalia and Rhineland-Palatinate, WECF Germany. https://www.wecf.org/de/wp-content/uploads/2018/10/DPL_Pestizide_compressed_20200930.pdf
- Campbell, P.J., Brown, K.C., Harrison, E.G., Bakker, F., Barrett, K.L., Candolfi, M., Canez, V., Dinter, A., Lewis, G., Mead-Briggs, M., Miles, M., Neumann, P., Romijn, K., Schmuck, Shires, R.S., Ufer, A. & Waltersdorfer, A., 2000.** A hazard quotient approach for assessing the risk to non-target arthropods from. *Journal of Pest Science* 73, 117 (2000). <https://doi.org/10.1007/BF02956443>
- Commission of the European Communities, 2006.** Proposal for a DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL establishing a framework for the protection of soil and amending Directive 2004/35/EC
- Europees Parlement, 2000.** Kaderrichtlijn Water. Richtlijn 2000/60/EG van het Europese Parlement en de Raad tot vaststelling van een kader voor communautaire maatregelen betreffende het waterbeleid. Brussel.
- EPA (Environmental Protection Agency), 2011.** Provisional Peer-Reviewed Toxicity Values for 9,10-Anthraquinone. CASRN 84-65-1. <https://cfpub.epa.gov/ncea/pprtv/documents/Anthraquinone910.pdf>
- Geiger, F., Bengtsson, J., Berendse, F., Weisser, W.W., Emmerson, M., Morales, M.B., Ceryngier, P., Liira, J., Tschardtke, T., Winqvist, C., Eggers, S., Bommarco, R., Pärt, T., Bretagnolle, V., Plantegenest, M., Clement, L.W., Dennis, C., Palme, C., Onate, J.J., Guerrero, I., Hawro, V., Aavik, T., Thies, C., Flohre, A., Hänke, S., Fischer, C., Goedhart, P.W., & Inchausti, P. 2010.** Persistent negative effects of pesticides on biodiversity and biological control potential on European farmland. *Basic and applied ecology* 11; 97-105
- Gilbert, G., MacGillivray, F.S., Robertson, H.L. & Jonsson, N.N., 2019.** Adverse effects of routine bovine health treatments containing triclabendazole and synthetic pyrethroids on the abundance of dipteran larvae in bovine feces. *Scientific Reports* (9)4315: 1-10
- Gols, R., WallisDeVries, M.F., van Loon J.J.A. 2020.** Reprotoxic effects of the systemic insecticide fipronil on the butterfly *Pieris brassicae*. *Proceedings of the Royal Society B* 287: 20192665. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2019.2665>
- Hallmann, C.A. 2019.** A tragedy of the common. Wild bird and insect decline in the current era. Dissertation Radboud University Nijmegen, the Netherlands. 168 pages

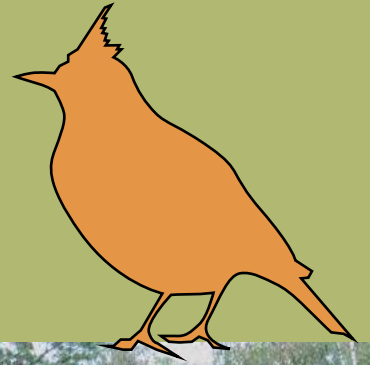
- Hofmann, F., Schlechtriemen, U., Kruse-Plass, M., Wosniok, W., 2019.** Biomonitoring der Pestizid-Belastung der Luft mittels Luftgüte-Rindenmonitoring und Multi-Analytik auf >500 Wirkstoffe inklusive Glyphosat 2014-2018. TIEM Integrierte Umweltüberwachung GbR, 1-49 (in German)
- Humann-Guillemot, S. Binkoski, L.J., Jennis, L., Glauser, G., Helfenstein, F., 2019.** A nation-wide survey of neonicotinoid insecticides in agricultural land with implications for agri-environment schemes. *Journal of Applied Ecology* 1502-1514. <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/1365-2664.13392>
- Jansen, J., Lauvaux, S., Gruntowy, J., Denaye, J., 2017.** Possible synergistic effects of fungicide-insecticide mixtures on beneficial arthropods. *Pesticides and Beneficial Organisms. IOBC-WPRS Bulletin* Vol. 125, pp. 28-35
- Kruse-Plass, M., Schlechtriemen, U. & Wosniok, W., 2020.** Pestizid-Belastung der Luft. Eine deutschlandweite Studie zur Ermittlung der Belastung der Luft mit Hilfe von technischen Sammlern, Bienenbrot, Filtern aus Be- und Entlüftungsanlagen und Luftgüte-Rindenmonitoring hinsichtlich des Vorkommens von Pestizid-Wirkstoffen, insbesondere Glyphosat. *Tiem integrierte Umweltüberwachung*. 1-140.
- Liess, M., Carsten, Ohe, P.C. von der, 2005.** Analyzing effects of pesticides on invertebrate communities in streams. *Environmental Toxicology and Chemistry*, Vol. 24, No. 4, pp. 954–965, 2005
- RIVM, 2011.** Streefwaarde en verwaarloosbaar risiconiveau. Gebruik in het Nederlandse milieubeleid. RIVM Rapport 601357002/2011. 73 pagina's
- Sanchez-Bayo, F., 2009.** From simple toxicological models to prediction of toxic effects in time. *Ecotoxicology*. Apr;18(3):343-54. doi: 10.1007/s10646-008-0290-1. Epub 2008 Dec 17.
- Samwel-Mantingh, M., Tennekes, H.A. & Buijs, J., 2018.** Norms for pesticides in water and agricultural products; a critical review. *RAdvFoodSci*: 2018: 1(1): 63-74 (ISSN: 2601-5412)
- Shenhang Cheng, S., Lin, R., Wang, L., Qiu, Q., Qu, M., Ren, X., Zong, F., Jiang, H., & C. Yu, 2018.** Comparative susceptibility of thirteen selected pesticides to three different insect egg parasitoid *Trichogramma* species. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 166 (2018) 86–91
- Tennekes, H.A., 2010.** The systemic insecticides: a disaster in the making. 69 pages.
- Tennekes, H.A & Sanchez-Bayo, 2011.** Time-Dependent Toxicity of Neonicotinoids and Other Toxicants: Implications for a New Approach to Risk Assessment. *Journal Environmental Analytical Toxicology* 2011, S:4 <http://dx.doi.org/10.4172/2161-0525.S4-001>
- Tennekes, H.A & Sanchez-Bayo, 2013.** The molecular basis of simple relationships between exposure concentration and toxic effects with time. *Toxicology* 309, 39-51
- Tennekes, H.A., 2020.** Video 'Disaster in the making'. <https://youtu.be/pEIT5T6Zykg>
- Tennekes, H.A. & Sanchez-Bayo, F., 2020.** Time-Cumulative Toxicity of Neonicotinoids: Experimental Evidence and Implications for Environmental Risk Assessments. *Int Journal Environ Res Public Health*. 2020 Mar; 17(5): 1629. Published online 2020 Mar 3. doi: 10.3390/ijerph17051629
- Vandenberg, L.N. et al. 2012.** Hormones and Endocrine-Disrupting Chemicals: Low-Dose Effects and Nonmonotonic Dose Responses. *Endocrine Reviews*, June 2012, 33(3):378 – 455 <https://academic.oup.com/edrv/article/33/3/378/2354852>
- WHO, 1987.** World Health Organization, International Programme on Chemical Safety, Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, WHO Task Group on Updating the Principles for the Safety Assessment of Food Additives and Contaminants in Food, International Labour Organization. et al. (1987). Principles for the safety assessment of food additives and contaminants in food / published under the joint sponsorship of the United Nations Environment Programme, the International Labour Organisation, and the World Health Organization in collaboration with the Food and Agriculture Organization of the United Nations. World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/37578> Environmental Health Criteria 70.

Waddell, W.J., 2004. Dose-Response Curves in Chemical Carcinogenesis. *Nonlinearity in Biology Toxicology, and Medicine* 2004 Jan; 2(1): 11–20. DOI: 10.1080/15401420490426954

Zhu, W., Schmehl, D.R., Mullin, C.A. & Frazier, J.L., 2014. Four Common Pesticides, Their Mixtures and a Formulation Solvent in the Hive Environment Have High Oral Toxicity to Honey Bee Larvae. *Plos one*; Volume 9: 1-11, e77547

Zielinska, B., Sagebiel, J., McDonald, J.D., Whitney, K. & Lawson, D.R., 2012. Emission Rates and Comparative Chemical Composition from Selected In-Use Diesel and Gasoline-Fuelled Vehicles. *Journal of the Air & Waste Management Association*. 54:9, 1138-1150, DOI: 10.1080/10473289.2004.10470973

Bijlagen



Bijlage 1. Analysis protocol of laboratory

A representative sub-sample of each sample (vegetation, soil and animal excrements), between 100 and 200 grams, was taken before pre-treatment. Afterwards the sub-samples were freeze-dried and milled, and with the obtained data the moisture content could be determined. All vegetation and manure samples were analysed according to a fixed protocol (Appendix 1) for 661 different pesticides, biocides and metabolites (see Appendix 2) making use of the GC + MSMS of Agilent and LC of Agilent combined with the MSMS of Sciex. The soil samples were also tested on presence of glyphosate, AMPA and glufosinate. In case of the soil, therefore the total number of analyzed substances amounted 664 (661+3). The freeze-dried and milled samples were extracted with a mixture of three solvents; acetone, petroleum-ether & dichloromethane. Four salts were used in the extraction; Sodium citrate (15.4%), Sodium hydrogen citrate sesquihydrate (7.7%), Magnesium sulphate (61.5%) & Sodium chloride (15.4%)[1]. Extraction was executed during 15 minutes while being mixed at 640 RPM and 10 minutes centrifugation at an Relative Centrifugal Force (RCF) of 17.105xg. Depending on the substance and matrix the Limit Of Quantification (LOQ) ranged from 0.5 microgram per kg fresh sample to 2,8 microgram per kg. In water the LOQ was 30-50 nanograms per liter. Lower concentrations, above the limit of detection, were also detected, but with a non-specified probability interval of confidence. The 90% confidence interval of all measurements above the LOQ was 0,5 x measured value up to 1,5 measured value. The list of all pesticides, biocides and metabolites measured analysed by GC/MSMS and LC/MSMS can be found in Appendix 2 of this report. Before and after analysis all sub-samples were stored at a temperature of -18 degrees Celsius. In certain cases pesticides were only qualitatively measured, since due to interference with other substances in the samples their concentration could not be determined. In such case these pesticides were reported as 'detected qualitatively'.

In all soil samples also glyphosate, the glyphosate metabolite AMPA and Glufosinate-ammonium were measured. In the case of soil samples that makes the total number of pesticides, biocides and metabolites 664.

Bijlage 2. Analyzed pesticides (geanalyseerde bestrijdingsmiddelen)

Analysis 1: Pesticides GC-MSMS (GC-MS-Triplequad WVS-092)

Pesticide (active compound)

Pesticide (active ingredient)	Pesticide (active ingredient)
(3- + 4-) Chloroaniline*	Bromophos-methyl ^Q
1-Naphthylacetamide	Bromopropylate ^Q
1-Naphtol (degradation Carbaryl) ^{Q*}	Bromoxynil-octanoate
1,4-Dimethylnaphthalene	Bromuconazole ^Q
2,4,6-Trichlorophenol*	Bupirimate ^Q
2,6-Dichlorobenzamide (degradation Dichlobenil) ^{Q*}	Buprofezin ^Q
3,4-Dichloroaniline*	Butralin
3,5-Dichloroaniline (degradation Iprodion)*	Cadusafos ^Q
4,4-Dichlorobenzophenon (degradation Dicofol)*	Captafol (ECD)
Acibenzolar-S-methyl	Captan (ECD)
Aclonifen ^Q	Carbaryl ^Q
Acrinathrin ^Q	Carbofuran ^Q
Alachlor ^Q	Carbofuran-phenol ^{Q*}
Aldrin ^Q	Carbophenothion
Allethrin ^Q	Carbophenothion-methyl**
Ametryn ^Q	Chinomethionat
Aminocarb	Chlorbufam
Amitraz	Chlordane-cis ^Q
Anthraquinone ^Q	Chlordane-trans ^Q
Azinphos-ethyl	Chlorfenapyr ^Q (ECD)
Azoxystrobin ^Q	Chlorfenson ^Q
Benalaxyl ^Q	Chlorfenvinphos-cis ^Q
Bendiocarb	Chlorfenvinphos-trans ^Q
Benfluralin	Chloridazon
Benfuracarb as carbofuran	Chlorobenzilate (degradation Dicofol) ^Q
Bifenazate	Chloroneb
Bifenox ^Q	Chlorothalonil ^Q
Bifenthrin ^Q	Chlorpropham ^Q
Biphenyl ^Q	Chlorpyrifos ^Q
Bitertanol ^Q	Chlorpyrifos-methyl ^Q
Bromacil (ECD)	Chlorthal-dimethyl ^Q
Bromocyclen	Chlorthiamid (ECD)
Bromophos-ethyl ^Q	Chlozolate ^Q
Clodinafop-propargyl	Dioxabenzofos
Clomazone ^Q	Diphenamide
Cloquintocet-mexyl	Diphenyl ^Q
Coumafos	Diphenylamine ^Q
Cyanazine	Disulfoton ^Q

Pesticide (active ingredient)	Pesticide (active ingredient)
Cyanofenphos	Disulfoton sulfone ^Q
Cyanophos	Disulfoton sulfoxide
Cycloate	Ditalimfos ^Q
Cyfenothrin ^Q	Endosulfan (alpha-) ^Q
Cyfluthrin ^Q	Endosulfan (beta-) ^Q
Cyhalothrin	Endosulfan-sulphate ^Q
Cypermethrin ^Q	Endrin (ECD)
Cyproconazole ^Q	EPN ^Q
Cyprodinil ^Q	Epoxiconazole ^Q
Deltamethrin ^Q	EPTC
Demeton-O ^Q	Etaconazole
Demeton-S ^Q	Ethion ^Q
Demeton-S-methyl	Ethofumesate ^Q
Desmetryn	Ethoprophos ^Q
Diazinon ^Q	Ethoxyquin
Dichlobenil (degradation Chlorthiamid)	Etofenprox ^Q
Dichlofenthion ^Q	Etridiazole (ECD)
Dicloran ^Q	Etrimfos ^Q
Dicofol	Famoxadone
Dieldrin ^Q	Fenarimol ^Q
Diethofencarb ^Q	Fenazaquin ^Q
Difenoconazole ^Q	Fenchlorphos
Diflufenican ^Q	Fenfluthrin
Dimethipin	Fenitrothion ^Q
Dimethoate ^Q	Fenkapton
Dimethylaminosulfotoluidide (DMST) ^Q	Fenobucarb ^Q
Dimethylvinphos	Fenoxycarb ^Q
Diniconazole ^Q	Fenpiclonil ^Q
Clodinafop-propargyl	Dioxabenzofos
Clomazone ^Q	Diphenamide
Cloquintocet-mexyl	Diphenyl ^Q
Coumafos	Diphenylamine ^Q
Cyanazine	Disulfoton ^Q
Cyanofenphos	Disulfoton sulfone ^Q
Fenpropathrin ^Q	HCH (gamma-) (= Lindane)
Fenpropidin ^Q	Heptachlor ^Q (ECD)
Fenpropimorph ^Q	Heptachlor-endo-epoxide (trans)
Fenpyroximate ^Q	Heptachlor-exo-epoxide (cis)
Fenson	Heptenophos ^Q
Fensulfothion ^Q	Hexachlorobenzene ^Q
Fenthion ^Q	Hexachlorobutadiene ^{Q **}
Fenthion sulfoxide ^Q	Hexaconazole ^Q

Pesticide (active ingredient)	Pesticide (active ingredient)
Fenvalerate + Esfenvalerate ^Q	Hexazinone
Fipronil ^Q 0.005	Imazethapyr
Fipronil sulfone	Iodofenphos
Fluazifop-butyl ^Q	Iprobenfos
Flubenzimine	Iprodione ^Q
Fluchloralin	Isazofos
Flucythrinate ^Q	Isocarbophos ^Q
Fludioxonil ^Q	Isodrin ^Q
Fluquinconazole ^Q	Isofenphos ^Q
Flurprimidole	Isofenphos-methyl ^Q
Flusilazole ^Q	Isofenphos-oxon (degradation Isofenphos)*
Flutolanil ^Q	Isoprocarb
Fluvalinate ^Q	Isoproturon ^Q
Folpet (ECD)	Isoxadifen-ethyl
Fonofos	Kresoxim-methyl ^Q
Formothion ^Q	Lambda-Cyhalothrin ^Q
Fthalimide (degradation Folpet)	Lenacil ^Q
Fosthietan	Leptofos
Fuberidazole	Malaoxon (degradation Malathion)
Furalaxyl ^Q	Malathion ^Q
Halfenprox	Mecarbam ^Q
Haloxyfop-ethoxyethyl ^Q	Mephosfolan ^Q
HCH (alpha-) ^Q	Mepanipyrim ^Q
HCH (beta-)	Mepronil ^Q
HCH (delta-) ^Q	Metalaxyl ^Q
Fenpropathrin ^Q	HCH (gamma-) (= Lindane)
Fenpropidin ^Q	Heptachlor ^Q (ECD)
Fenpropimorph ^Q	Heptachlor-endo-epoxide (trans)
Fenpyroximate ^Q	Heptachlor-exo-epoxide (cis)
Fenson	Heptenophos ^Q
Fensulfothion ^Q	Hexachlorobenzene ^Q
Metazachlor ^Q	Parathion ^Q
Methabenzthiazuron ^Q	Parathion-methyl ^Q
Methacrifos	Penconazole ^Q
Methidathion ^Q	Pencycuron
Methiocarb ^Q	Pendimethalin ^Q
Methoxychlor	Pentachloroaniline ^Q
Metobromuron	Pentachloroanisol ^Q
Metolachlor-S ^Q	Pentachlorobenzene ^Q
Metolcarb	Pentachlorophenol
Metoprotryn	Permethrin-cis ^Q
Metrafenone ^Q	Permethrin-trans ^Q

Pesticide (active ingredient)	Pesticide (active ingredient)
Metribuzin ^Q	Perthaan
Mevinphos ^Q	Phenothrin ^Q
Mirex	Phenthoate ^Q
Molinate	Phenylphenol-2 ^Q
Myclobutanil ^Q	Phosalone ^Q
Napropamide ^Q	Phospholan
Nitrofen	Phosmet ^Q
Nitropyrin	Picoxystrobin ^Q
Nitrothal-Isopropyl	Piperonyl butoxide ^Q
Norflurazon	Pirimicarb ^Q
o,p'-DDD ^{Q *}	Pirimicarb-desmethyl ^{Q *}
o,p'-DDE ^{Q *}	Pirimicarb-desmethylformamido*
Ofurace ^Q	Pirimiphos-ethyl ^Q
Oxadiazon ^Q	Pirimiphos-methyl ^Q
Oxadixyl ^Q	Procymidone ^Q
Oxychlordane*	Profenofos ^Q
Oxyfluorfen	Profluralin ^Q
p,p'-DDD + o,p'-DDT ^Q	Profoxydim
p,p'-DDE ^Q	Promecarb ^Q
p,p'-DDT	Prometryn ^Q
Paraoxon*	Propachlor ^Q
Paraoxon-methyl	Propanil ^Q
Metazachlor ^Q	Parathion ^Q
Methabenzthiazuron ^Q	Parathion-methyl ^Q
Methacrifos	Penconazole ^Q
Methidathion ^Q	Pencycuron
Methiocarb ^Q	Pendimethalin ^Q
Methoxychlor	Pentachloroaniline ^Q
Propargite ^Q	Sulprofos
Propazine ^Q	Tebuconazole ^Q
Propetamphos	Tebufenpyrad ^Q
Propham ^Q	Tecnazene ^Q
Propiconazole ^Q	Tefluthrin ^Q
Propoxur ^Q	Telodrin ^Q
Propoxycarbazone	Terbacil
Propyzamide ^Q	Terbumeton
Prosulfocarb ^Q	Terbutryn ^Q
Prothioconazole**	Terbutylazine ^Q
Prothioconazole-desthio	Terbutylazine-desethyl*
Prothiofos ^Q	Tetrachlorovinphos (Z-) ^Q
Pyraflufen-ethyl	Tetraconazole ^Q
Pyrazophos ^Q	Tetradifon ^Q

Pesticide (active ingredient)	Pesticide (active ingredient)
Pyridaben ^Q	Tetrahydrothalamide (degradation captan/captafol)
Pyridaphenthion ^Q	Tetramethrin ^Q
Pyrifenox	Tetrasul
Pyrimethanil ^Q	Tolclofos-methyl ^Q
Pyriproxyfen ^Q	Transfluthrin ^Q
Quinalphos ^Q	Triadimefon ^Q
Quinoxyfen ^Q	Triadimenol ^Q
Quintozene ^Q	Tri-allate ^Q
Quizalofop-ethyl	Triazamate ^Q
S 421	Triazophos ^Q
Silthiofam	Trichloronat
Simazine ^Q	Trifloxystrobin ^Q
Spiromesifen ^Q	Triflumizole ^Q
Spiroxamine ^Q	Trifluralin ^Q
Sulfotep	Trinexapac-ethyl
Sulphur ^{**}	Vinclozolin ^Q

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

^Q: Accredited by the Raad voor Accreditatie (registration number L201).

* These metabolites according to EU regulation 396/2005 will not be reported with an MRL. Only on request this will be reported.

^{**} Only on request these analytes will be reported.

Exceptions of the GC-MSMS analysis concerning the reporting

If a pesticide can't be detected for example due to matrix interference, this will be mentioned on the analysis report with a remark.

ECD: This pesticide is qualified with GC-MSMS. The quantification and confirmation is determined with GC-MSMS.

The GC-MSMS analysis 1 consists of a total number of 323 pesticides.

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

Analysis 3: Pesticides LC-MSMS standard (method WVS-040). Pesticide (active compound)

Pesticide (active ingredient)	Pesticide (active ingredient)
4-Bromophenylurea	Carbaryl ^Q
6-Benzyladenine	Carbendazim ^Q
Abamectine ^Q	Carbetamide
Acephate ^Q	Carbofuran ^Q
Acequinocyl	Carbofuran-3-hydroxy ^Q
Acetamiprid ^Q	Carbofuran-3-keto ^{Q *}
Alanycarb	Carbosulfan
Aldicarb ^Q	Carboxin
Aldicarb sulfone ^Q	Carfentrazone-ethyl
Aldicarb sulfoxide ^Q	Carpropamide ^Q
Ametoctradin	Chlorantranilprole ^Q (Rynaxypyr)
Aminopyralid 0.25	Chlorbromuron ^Q
Amisulbrom	Chlordimeform
Amitraz ^{***}	Chlorfluazuron
Amitraz DMA ^{***}	Chlorotoluron
Amitraz DMF ^{***}	Chloroxuron
Amitraz DMPF ^{***}	Chlorthiophos ^Q
Amitrole 0.50	Chlorthiophos sulfone ^{Q *}
Anilazine	Cinnerin
Asulam ^Q	Clethodim ^Q
Atrazine ^Q	Climbazol ^Q
Azaconazole ^Q	Clofentezine ^Q
Azadirachtin	Clopyralid 0.50
Azamethiphos ^Q	Clothianidin ^Q
Azimsulfuron ^Q	Crimidine ^Q
Azinphos-methyl ^Q	Cyantraniliprole (Cyazypyr)
Azoprotryne	Cyazofamid
Azoxystrobin ^Q	Cycloxydim ^Q
Barban	Cyflufenamid ^Q
Beflubutamid	Cyflumetofen
Benfuracarb ^Q as carbofuran	Cymoxanil ^Q
Benomyl ^Q as carbendazim	Cyproconazole ^Q
Benoxacor ^Q	Cyprodinil ^Q
Benthiavalicarb-isopropyl ^Q	Cyromazine ^{Q ***}
Benzoximate	Cythioate ^Q
Bitertanol ^Q	Daminozide ^{***} 0.50
Bixafen	DEET ^Q
Boscalid ^Q	Demeton-S-methyl sulfone ^Q
Bromuconazole ^Q	Demeton-S-methyl sulfoxide(=oxydemeton-ethyl) ^Q
Bupirimate ^Q	Desmedipham ^Q
Buprofezin ^Q	Diafenthiuron ^Q
Butafenacil ^Q	Dichlofluanid ^Q
Butocarboxim	Dichlorvos
Butocarboxim sulfoxide ^{Q*}	Diclobutrazol
Butoxycarboxim ^Q	Dicrotophos ^Q
Buturon ^Q	Diethofencarb ^Q
Caffeine ^{**}	Difenoconazole ^Q
Diflubenzuron ^Q	Florasulam ^Q

Pesticide (active ingredient)	Pesticide (active ingredient)
Dimethenamid ^Q	Fluazifop-P-butyl ^Q
Dimethirimol ^Q	Flubendiamide ^Q
Dimethoate ^Q	Flucycloxuron ^Q
Dimethomorph ^Q	Flufenacet ^Q
Dimethylaminosulfotoluidide (DMST) ^Q	Flufenoxuron ^Q
Dimoxystrobin ^Q	Flumioxazine ^Q
Diniconazole ^Q	Fluopicolide ^Q
Dinotefuran ^Q	Fluopyram ^Q
Dipropetryn ^Q	Fluotrimazol ^Q
Diuron ^Q	Fluoxastrobin ^Q
DMSA ^Q *	Fluquinconazole ^Q
Dodemorph ^Q	Flurochloridone
Dodine ^Q	Fluroxypyr
Emamectin (benzoate B1a) ^Q	Fluroxypyr-1-methylheptylester ^Q
Epoxiconazole ^Q	Flurpyridafurone
Ethiofencarb ^Q	Flupyrsulfuron-methyl
Ethiofencarb sulfone ^Q *	Flusilazole ^Q
Ethiofencarb sulfoxide ^Q *	Fluthiacet-methyl
Ethiprole	Flutolanil ^Q
Ethirimol ^Q	Flutriafol ^Q
Ethoxysulfuron	Fluxapyroxad
Etofenprox ^Q	Foramsulfuron
Etoxazole ^Q	Forchlorfenuron
ETU 0.50	Formetanate hydrochloride ^Q
Famophos (= Famphur) ^Q	Fosetyl-Al***
Famoxadone ^Q	Fosthiazate ^Q
Fenamidone ^Q	Furalaxyl ^Q
Fenamiphos ^Q	Furathiocarb ^Q
Fenamiphos sulfone	Furmecyclox ^Q
Fenamiphos sulfoxide	Halofenozide
Fenarimol ^Q	Haloxyfop ^Q
Fenazaquin ^Q	Hexaconazole ^Q
Fenbuconazole ^Q	Hexaflumuron ^Q
Fenbutatin oxide***	Hexythiazox ^Q
Fenhexamid ^Q	Hymexazol ^Q 0.10
Fenoxycarb ^Q	Imazamethabenz-methyl
Fenpropidin ^Q	Imazalil ^Q
Fenpropimorph	Imazamox
Fenpyrazamine	Imazaquin ^Q
Fenpyroximate ^Q	Imibenconazole ^Q
Fenthion ^Q	Imidacloprid ^Q
Fenthion-oxon	Indoxacarb ^Q
Fenthion-oxon sulfone	Iodosulfuron-methyl
Fenthion-oxon sulfoxide	Iprovalicarb ^Q
Fenthion sulfone	Isocarbophos ^Q
Fenthion sulfoxide ^Q	Isoprothiolane ^Q
Fenuron	Isopyrazam ^Q
Flazasulfuron	Isouron ^Q
Isoxaflutole ^Q	Oxasulfuron
Isoxathion ^Q	Oxycarboxin ^Q

Pesticide (active ingredient)	Pesticide (active ingredient)
Jasmolin	Paclobutrazol ^Q
Kresoxim-methyl	Paraoxon-ethyl ^{Q*}
Lenacil ^Q	Paraoxon-methyl
Linuron ^Q	Pebulate
Lufenuron ^Q	Penconazole ^Q
Malathion ^Q	Pencycuron ^Q
Maleic hydrazide ^{Q***} 0.50	Penflufen
Mandipropamid	Penthiopyrad
Mefenacet ^Q	Phenisopham
Mefenpyr-diethyl ^{Q**}	Phenmedipham ^Q
Mepanipyrim ^Q	Phorate
Mephosfolan ^Q	Phorate sulfone
Mepronil	Phorate sulfoxide*
Mesosulfuron-methyl	Phosalone ^Q
Mesotrione ^Q	Phosmet ^Q
Metaflumizone	Phosmet-oxon ^Q
Metalaxyl ^Q	Phosphamidon ^Q
Metaldehyde	Phoxim
Metamitron ^Q	Picaridin (= Icaridin)**
Metconazole ^Q	Picolinafen ^Q
Methamidophos ^Q	Picoxystrobin ^Q
Methidathion ^Q	Pinoxaden
Methiocarb (=mercaptodimethur) ^Q	Piperonyl butoxide ^Q
Methiocarb sulfone ^Q	Pirimicarb ^Q
Methiocarb sulfoxide ^Q	Pirimicarb-desmethyl ^{Q *}
Methomyl ^Q	Prochloraz ^Q
Methoxyfenozide ^Q	Prochloraz-desimidazole-amino
Metobromuron ^Q	Prochloraz-desimidazoleformylamino
Metosulam	Profenofos ^Q
Metoxuron ^Q	Propamocarb hydrochloride ^{Q***}
Metsulfuron-methyl	Propaquizafop ^Q
Milbemectin 0.10	Propiconazole ^Q
Monocrotophos ^Q	Propoxur ^Q
Monolinuron ^Q	Propyzamide ^Q
Monuron ^Q	Proquinazid ^Q
Myclobutanil ^Q	Prosulfocarb
Naled	Prosulfuron
Neburon	Prothiocarb
Nicosulfuron	Prothiocarb hydrochloride ^Q
Nitenpyram ^Q	Prothioconazole**
Nitralin	Prothioconazole-desthio
Novaluron	Pymetrozine ^Q
Nuarimol ^Q	Pyracarbolid
Omethoate ^Q	Pyraclofos
Oxadixyl ^Q	Pyrazophos ^Q
Oxamyl ^Q	Pyrethrin
Oxamyl-Oxime ^{Q*}	Pyridaben ^Q
Pyridaphenthion ^Q	Thidiazuron ^Q
Pyridalyl ^Q	Thiencarbazone-methyl
Pyridate ^Q	Thifensulfuron-methyl

Pesticide (active ingredient)	Pesticide (active ingredient)
Pyridate (metabolite) (=6-chloro4-hydroxy-3-phenyl-pyridazin) ^Q CL9673	Thiobencarb ^Q
Pyrifenox ^Q	Thiocyclam ^Q
Pyrimethanil ^Q	Thiodicarb ^Q
Pyrimidifen	Thiofanox
Pyriproxyfen ^Q	Thiofanox sulfone ^{Q*}
Pyroxsulam	Thiofanox sulfoxide ^{Q*}
Quinclorac ^Q	Thiophanate-methyl ^Q
Quinmerac	Thiometon
Quizalofop	Tolclofos-methyl
Rimsulfuron	Tolfenpyrad
Rotenone ^Q	Tolyfluanid ^Q
Saflufenacil	Tralkoxydim ^Q
Sethoxydim ^Q	Triadimefon ^Q
Silafluofen ^Q	Triadimenol ^Q
Simazine ^Q	Triapenthenol ^Q
Spinetoram	Triazophos ^Q
Spinosad (A and D) ^Q	Triazoxide
Spirodiclofen ^Q	Tribenuron-methyl
Spirotetramat ^Q	Trichlorfon ^Q
Spirotetramat cis-enol ^Q	Tricyclazole ^Q
Spirotetramat cis-keto-hydroxy ^Q	Tridemorph ^Q
Spirotetramat enol-glucoside	Trifloxystrobin
Spirotetramat mono-hydroxy ^Q	Triflumizole ^Q
Spiroxamine ^Q	Triflumizole-FM-6-1
Sulcotrione ^Q	Triflumuron ^Q
Sulfentrazone ^Q	Triflurosulfuron-methyl
Sulfoxaflor	Triforine ^Q
Tebuconazole ^Q	Trimethacarb-3,4,5 (=Landrin) ^Q
Tebufenozide ^Q	Trinexapac-ethyl ^Q
Tebufenpyrad ^Q	Triticonazole ^Q
Teflubenzuron ^Q	Tritosulfuron
Tembotrione	Uniconazole
Tepraloxydim ^Q	Valifenalate
Terbufos	Vamidothion ^Q
Terbufos sulfone [*]	Warfarin
Terbufos sulfoxide [*]	XMC
Terbutylazine	Zoxamide ^Q
Terbutylazine-desethyl	
Tetraconazole ^Q	
Thiabendazole ^Q	
Thiacloprid ^Q	
Thiametoxam ^Q	

Analysis 4: Pesticides LC-MSMS (method WVS-040) Pesticide (active compound)

Pesticide (active ingredient)	Pesticide (active ingredient)
1-Naphthylacetic acid	Fipronil-sulfone
1,2,4-Triazole* 0.10	Flonicamid TFNA-AM *
2-Naphtyloxyacetic acid	Flonicamid-TFNA
2,4-D ^Q	Flonicamid-TFNG
2,4-DB	Fluazifop (free acid)
2,4,5-T	Fluazinam ^Q
2,4,6-Trichlorophenoxy acetic acid*	Imazamox
4-CPA (4-chlorophenoxyacetic acid =PCPA)	Ioxynil
Bentazone ^Q	MCPA ^Q
Benzovindiflupyr	MCPB
Bromoxynil	Mecoprop ^Q
Chloramben 0.10	Meptyldinocap
Chlordecone hydrate	Picloram 0.10
Chlorothalonil-4-hydroxy****	Prohexadione-calcium
Chlorthion	Triclopyr
Cyclanilide	
Cyenopyrafen	
Dicamba	
Dichlorophen	
Dichlorprop	
Dinocap ^Q	
Dithianon ^Q	
Fenoprop (2,4,5-TP)	
Fipronil	

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

^Q: Accredited by the Raad voor Accreditatie (registration number L201).

* These metabolites according to EU regulation 396/2005 will not be reported with an MRL. Only on request this will be reported.

** Only on request these analytes will be reported.

*** Quantification take place by separate provision with a single residue method.

By request we can report this analyte.

**** Chlorothalonil-4-hydroxy is a metabolite of Chlorothalonil. This metabolite will be according to EU regulation 396/2005 reported for food of animal origin except honey.

***** Caffeine is no pesticide and will be only reported by request.

***** 2,4,6-Trichlorophenoxy acetic acid is a metabolite of Prochloraz. This metabolite according to EU regulation 396/2005 will not be reported. On request we can report this metabolite.

Exceptions reporting the LC-MSMS standard analysis.

DRF-133-14 Analysepakket pesticiden Engels Pagina 11 van 14

If a pesticide can't be detected for example due to matrix interference, this will be mentioned on the analysis report with a remark.

The LC-MSMS analysis 3 and 4 consists of a total number of 415 pesticides.

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

Glyphosate (WVS-145) Q LC-MSMS

Glyphosate (WVS-145) ^Q LC-MSMS Pesticide (active ingredient)

Glyphosate

Glufosinate-ammonium (Glufosinate, N-Acetyl-
Glufosinate en 3-MPPA)

AMPA

Bijlage 3. Monstername protocol (sampling protocol)

- 1) Finding of correct locations: by using information obtained from the owners of the cattle and the land the agreed locations inside the nature reserves were found
- 2) At arrival of the Nature reserve the area to be sampled was identified by observation. Sites were selected where cattle grazed recently and which were accessible as well
- 3) With Garmin E-trex 30 the size and the exact location of the sampled locations were measured
- 4) Depending on the size and shape of the location, soil and vegetation samples were taken zigzag or in diagonal from corner to corner. The sampled area varied from 0,13 up to 8 hectares
- 5) The soil samples were taken with an Edelman auger with a diameter of 50 mm and a sampling section of 18 cm. Of each site 25 subsoil samples were taken and put into a galvanized bucket of 12 liters, 5 minutes thoroughly mixed with a galvanized garden spade and one kilogram sample was filled in duplo into laboratory sample bags
- 6) At arrival of the sampling site, the vegetation was observed and a wild plant species was chosen that was sufficiently present in order to get a sample of 1 kg. A sample of the mixed vegetation which was eaten by cattle was taken. Samples of grass were taken with garden-shears and samples. Vegetation samples were stored in large transparent PE plastic bags obtained from the laboratory
- 7) For the chemical analysis of cattle manure samples were taken from 25 different relatively fresh manure pies with a galvanized garden scoop and placed in a plastic Eijkelkamp MeMo jar (article 40.91.00) with a volume of 900 ml and closed with the corresponding lid
- 8) For the beetle and larval count, dung pies were sampled and placed in transparent plastic bags of 30 liters and tied up. Two samples were taken, one from relatively fresh manure (of which a sample was also taken for the chemical analysis) and one from older manure pies. Twenty-five subsamples were taken from both types of dung and placed separately in a plastic bag. The aim was to sample a total weight of 1-3 kg fresh and older dung
- 9) Drinking water from the livestock was sampled with a plastic bottle, which also served to store the samples until the time of analysis. 1 liter was sampled per location. The locations of sampling varied from river to drinking water trough with nipple. The samples were stored at +5 degrees Celsius
- 10) At all sampling bags, a unique code was written with a permanent marker. The code included the date of sampling
- 11) All samples were moved the day of sampling into an adequate storage place: the soil and dung samples for the chemical analyses were stored were stored at -18 degrees Celsius and the vegetation samples at +5 degrees Celsius for at maximum 3 days. The dung samples for counting beetles and larvae were stored at a storage room +5 degrees Celsius until the day of washing and counting
- 12) During handling of the samples no polymer tools (or gloves) were used, in order to prevent contamination with components of those materials
- 13) After sampling of a site, hands, buckets, garden spades, garden-shears and the hedge shears were cleaned with pure tap water (from Bennekom)

Bijlage 4. Pesticide eigenschappen (pesticide properties)

Abbreviations table pesticide properties

?: Indicates no available weight-of-the-evidence summary assessment/ insufficient data are available for review.

Key: Genotoxicity

A: Chromosome aberration (EFSA database)

B: DNA damage/repair (EFSA database)

C: Gene mutation (EFSA database)

D: Genome mutation (EFSA database)

E: Unspecified genotoxicity type (miscellaneous data source)

0: No data

1: Positive

2: Mixed/ambiguous results

3: Negative

Compounds*		Environmental issues	Test organism*
A	Acaricide	LR 50*: lethal Rate expressed in	Ar <i>Aphidius</i>
B	Biocide	gram per hectare whereas 50% of	<i>rhopalosiph</i>
F	Fungicide	the test organism dies.	Cc <i>Chrysoperla carnea</i>
I	Insecticide	AA-EQS ^{1,2,3} : Annual Average	Cs <i>Coccinella</i>
H	Herbicide	Environmental quality standard for	<i>septempunctata</i>
M	Metabolite	surface water, expressed in	Tc <i>Trichogramma cacoeciae</i>
N	Nematocide	microgram per litter water.	Tp <i>Typhlodromus pyri</i>
Pgr	Plant growth	MTR ⁴ : Maximal Tolerable Risk for	
regulator		surface water, expressed in	
Rep	Repellent	microgram per litter water	
V.s.	Veterinary substance		

Sources of the presented data

*: Pesticide Properties Database (PPPB), University of Hertfordshire (IUPAC)

Website: <https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/atoz.htm>

2) Pesticide Action Network (PAN) Pesticides Database – Chemicals

Website: http://www.pesticideinfo.org/Search_Chemicals.jsp

1: JG-MKN, Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council establishing a framework for Community action in the field of water policy

2: JG-MKN, Atlas Bestrijdingsmiddelen in Oppervlaktewater (Atlas of pesticides in surface water) Website: <http://www.bestrijdingsmiddelenatlas.nl/>

3: MTR, Atlas Bestrijdingsmiddelen in Oppervlaktewater (Atlas of pesticides in surface water) Website: <http://www.bestrijdingsmiddelenatlas.nl/>

5: Permethrin-cis en-trans zijn separaat geanalyseerd, maar worden in formuleringen samengevoegd. Permethryn (-cis en-trans) wordt als werkzame stof beoordeeld

4: MTR, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Zoeksysteem Risico's van stoffen. <https://rvszoeksysteem.rivm.nl/Stoffen>

Selection of properties

Besides the basic information about an active substance, such as pesticide type, chemical group of the substance and the CAS registration number (RN), specific properties of the active substances were selected which may support the assessment of appearance of the substance in the environment and their possible effects on the insect fauna.

Vapour pressure and degradation time

Regarding the appearance of the found pesticides in the environment the vapour pressure and the degradation time into metabolites may be useful properties of a substance to understand their occurrence in respectively the vegetation and soil.

In the table the vapour pressure at 20°C is expressed in millipascal (mPa). It is a measure of the tendency of a material to vaporise. The higher the vapour pressure the greater the potential to spread into the environment by evaporation or sublimation.

The degradation time or DT50 or Dt90 is the time required for the chemical concentration to decline respectively to 50% or to 90% of the amount of application. The degradation time for a substance in soil may be estimated in laboratory or field studies. Pesticides with a Dt50 less than 30 days are considered as non-persistent. However, it does not mean that the active substance has been completely converted into harmless compounds (metabolites). The mass of potential metabolites, their properties and the effects are mostly not assessed and not known. Persistent pesticides and metabolites can be found in the environment decades after their application and affect the biodiversity and human health negatively. In addition, pesticides with a short degradation (conversion) time into metabolites can form metabolites that are very stable and stay decades (or centuries) in the environment.

Lethal Rate in gram per hectare

For the approval of an active substance certain tests for the assessment of the properties of the substance have to be conducted. For the assessment of the ecotoxicology of an active substance the basis is the greatest concentration or level of a substance, found by observation or experiment, which cause no effects. Other parameter to be tested is the concentration of a chemical that can be expected to cause non-lethal (EC50) or a lethal effect (LC50) in 50% of the tested population. The species used for toxicological studies are mammals for human health studies (rat, mice, dog), for ecotoxicological studies birds, fishes and aquatic organism. Furthermore, for pollinators (honeybees or bumblebees) the acute LC50 may be estimated. Studies on chronic effects on the life cycle and development of the pollinators are not or seldom conducted.

The requirements for determining the toxicity of a substance to non-target terrestrial insects other than pollinators are weak. Very few ecotoxicological data on the toxicity of an active substance to non-target insects (arthropods) are in the databases available.

For our investigation we identified the lethal rate (LR50) as the best available parameter for non-target arthropods. The LR50 is the concentration of a pesticide applied on one hectare that can be expected to cause a lethal effect in 50% of the tested population. The LR50 of a pesticide is expressed in gram per hectare. Frequently the tested insect population is *Aphidius rhopalosiphii* and/or *Typhlodromus pyri*. Usually, the LR50 value is estimated for insecticides, however less frequently for fungicides and even less often for herbicides.

Moreover, for several fungicides the databases do not provide the LR50 values, but the percentage of effect on the test-specie at a certain concentration of an active substance applied on one hectare. Information about the duration of exposure time is usually missing.

Both ecotoxicological parameters should only be considered as an indication of the rate of toxicity of a substance.

Environmental Quality Standard for surface water

Although this research targets a possible relation between pesticides and terrestrial insects, we approached the annual average Environmental Quality Standard (AA-EQS) for surface water as an optional indicator for the toxicity of a substance to terrestrial insects.

For the European EQS in general, three aspects are considered: direct ecotoxicity of aquatic organisms, secondary poisoning of predatory birds and mammals and exposure of humans via consumption of fish or fishery products. The decision to include the EQS in the table with the properties of the found active substances is taken, because the EQS values for surface water are often related to the toxicity of the substance to the aquatic specie daphnia, belonging to the arthropods.

Not for all active substances individual EQS are established and the number of substances can differ from country to country.

The European Water Framework Directive (WFD) provides basic (AA-)EQS for priority substances and certain other pollutants. The German Directive for the protection of surface waters presents (AA-)EQS for additional selected hazardous pesticides. Further the Dutch government handles for those active substances without an established (AA-)EQS the so-called MTR, the Maximal Tolerable Risk. The MTR presents the annual tolerable average of a substance in surface water for the most sensible tested water organism, being in particular for insecticides mostly the daphnia. For herbicides the MTR may be linked to algae as the most sensitive to the substance.

The presented MTR and the EQS-AA values express both the maximal tolerable annual average of an active substance in surface water. We considered the two parameters as comparable for indicating the toxicity of the substance to water organism.

Cursive compounds: not approved

Source: EU Pesticide database, <https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/public/?event=activesubstance.selection&language=EN>

FUNGICIDES	Pesticide type	Substance group	CAS NR	Vapour pressure at 20°C (mPa)	DT Degradation time into metabolites in days (field)	Ecotoxicology LR50 Lethal Rate or % effect (g/ha)	Health issues Known toxic properties (IUPAC database)	Health issues Known toxicity (PAN Pesticides database)	AA- EQS as annual average for surface water (ug/L)
BOSCALID	F	Carboxamide	188425-85-6	0,00072	>1000 (dt90)	3600g/ha, effect 0% mortality Tp, 11% mortality Ar	Genotoxic A3,B0,C0,D0,E3. Liver and thyroid toxicant, possible carcinogen	Possible carcinogen	0,55 ³
DIFENOCONAZOLE	F	Azole	119446-68-3	3,33 X 10 ⁻⁰⁵	68 -879 (dt90)	178 g/ha (Ar 48h) 112 g/ha (Tp 7d)	Genotoxic A2,B3,C3,D0, E0. Liver, heart, thyroid and kidney toxicant, possible carcinogen	Possible carcinogen, suspected endocrine disruptor	0,76 ²
DIPHENYL	F	Aromatic hydrocarbon	92-52-4	1238	1,5-7 (dt50)	Not listed	Genotoxic A3,B0,C0,D0,E0. Neurotoxicant, exerts toxic effects on the central nervous system and liver, may cause skin sensitization or dermatitis	Suspected endocrine disruptor	1,5 ⁴
PHENYLPHENOL-2	F, disinfectant, preservative	Phenol	90-43-7	474	non persistent	Not listed	Genotoxic A3,B1,C3,D0,E0. Carcinogen, neurotoxicant, bladder, kidney and liver toxicant, estrogen agonist	Carcinogen, developmental or reproductive toxin, suspected endocrine disruptor	0,036 ⁴
FLUDIOXONIL	F, B	Phenylpyrrole	131341-86-1	3,90 X 10 ⁻⁰⁴	10-25 (dt50)	112 g/ha, effect 14% mortality Ar, 1 kg/ha 2% mortality Tp	Genotoxic A2,B2,C3,D0,E0. Liver and kidney toxicant	?	0,98 ³
PHTHALIMIDE (metabolite of folpet)	F, M	Imide	85-41-6	Not listed	Not listed	Not listed	Not listed	?	16,5 ³
HEXACHLOROBENZENE	F, B, M, wood preservative	Chlorinated hydrocarbon	118-74-1	1,45	1000 -2700 (dt50)	Not listed	Genotoxic A0,B0,C0,D0,E3. Carcinogen, severely disruption of thyroid hormone production	Carcinogen, developmental or reproductive toxin, suspected endocrine disruptor	0,000026 ²
PENTACHLOROANILINE	F, M	Unclassified	527-20-8	Not listed	Not listed	Not listed	Not listed	?	0,1 ³

FUNGICIDES	Pesticide type	Substance group	CAS NR	Vapour pressure at 20°C (mPa)	DT Degradation time into metabolites in days (field)	Ecotoxicology LR50 Lethal Rate or % effect (g/ha)	Health issues Known toxic properties (IUPAC database)	Health issues Known toxicity (PAN Pesticides database)	AA- EQS as annual average for surface water (ug/L)
PENTACHLOROBENZENE	F	Organochlorine	608-93-5	Not listed	Not listed	Not listed (PAN: zeer toxisch voor vis en insecten)	Not listed	Possible cancerogen, suspected endocrine disruptor	0,007 ¹
TEBUCONAZOLE	F	Triazole	107534-96-3	1,3 x 10 ⁻³	453-5606 (dt90)	62,5 g/ha (Ar) 58 g/ha (Tp)	Genotoxic A3,B3,C3,D0,E3, targets liver/blood system, possible carcinogen	Possible cancerogen, suspected endocrine disruptor	0,63 ²
TRIFLUMIZOLE-FM-6-1	F, M	Imidazole	131549-75-2	Not listed	Not listed	Not listed	Not listed	Not listed	Not listed

HERBICIDES	Pesticide type	Substance group	CAS NR	Vapour pressure at 20°C (mPa)	DT Degradation time into metabolites in days (field)	Ecotoxicology LR50 Lethal Rate or % effect (g/ha)	Health issues Known toxic properties (IUPAC database)	Health issues Known toxicity (PAN Pesticides database)	AA- EQS as annual average for surface water (ug/L)
1,4-DIMETHYLNAPHTHALENE	H, gr	Unclassified	571-58-4	2500	Not listed	Not listed	Genotoxic A3,B3,C3,D0,E3. General human health issues. No further information available	?	Not listed
3,4-DICHLOROANILINE	H, M	Chlooranilines	95-76-1	843	14-112 (dt90)	Not listed	Genotoxic A0,B0,C0,D0,E0. Endocrine disruptor, may cause respiratory problems. Possible liver toxicant	suspected endocrine disruptor	3 ³
AMPA	H, M	Unclassified	1066-51-9	Not listed	Not listed	Not listed	Not listed	?	79,7 ³
CHLORPROPHAM	H	Carbamate	101-21-3	24	53,2 (dt90 lab)	Not listed	Genotoxic A0,B0,C0,D0,E3. Possible spleen, bone-marrow & red blood cell toxicant	?	4 ²
FLURPRIMIDOL	H, gr	Pyrimidinyl Carbinol	56425-91-3	0,1	179-1338 (dt90)	89,2 g/ha (Ar), 29,6 g/ha (Tp)	Genotoxic A0,B0,C0,D0,E3. Reproduction/development effects, possible liver and kidney toxicant	?	Not listed
GLYPHOSATE	H	Phosphonoglycine	1071-83-6	0,0131	66,9-386,6 (dt90)	5760 g/ha (Ar) 4320 (Tp)	Genotoxic A3,B1,C3,D0,E3. Possible bladder and liver toxicant, Endocrine issues - Disruption of aromatase activity	Carcinogen	77 ³
HEXAZINONE	H	Triazinone	51235-04-2	0,03	30-180 (dt50 lab)	Not listed	Genotoxic A3,B0,C0,D0,E3. Highly toxic	Highly acute toxicity	0,56 ³
PENDIMETHALIN	H	Dinitroaniline	40487-42-1	3,34	144-582 (dt90)	3200g/ha 38% mortality(Tp)	Genotoxic A0,B0,C0,D0,E3. Reproduction/development effects, thyroid & liver toxicant, bioaccumulates, possible carcinogen	Possible carcinogen, suspected endocrine disruptor	0,018 ²
PROSULFOCARB	H	Thiocarbamate	52888-80-9	0,79	22-48 (dt90)	524g/ha (Tp) 41,8g/ha (Ar)	Genotoxic A3,B3,C3,D0,E0. Moderately toxic	Cholinesterase inhibitor	0,55 ²
TRIALATE	H	Thiocarbamate	2303-17-5	12	27-682 (dt90)	Not listed	Genotoxic A3,B2,C2,D0,30. Liver, spleen and kidney toxicant, possible carcinogen	Cholinesterase inhibitor, possible carcinogen	1,9 ³
Linuron	H	Ureum compounds	330-55-2	0,051	48 (DT50)	2430 (Ar) 70%	Genotoxic A3; B0; C0; D0; E3, possible carcinogen, and possible endocrine disruptor, possible reproduction effects	Possible carcinogen, suspected endocrine disruptor, developmental or reproductive toxin	0,17

INSECTICIDES	Pesticide type	Substance group	CAS NR	Vapour pressure at 20°C (mPa)	DT Degradation time into metabolites in days (field)	Ecotoxicology LR50 Lethal Rate or % effect (g/ha)	Health issues toxic properties (IUPAC database)	Known toxicity (PAN Pesticides database)	AA- EQS as annual average for surface water (ug/L)
BIFENTHRIN	I	Pyrethroide	82657-04-3	0,0178	135-965 (dt90)	0,113 g/ha (Tp)	Genotoxic A3,B2,C3,D0,E2. Endocrine disrupter, cholinesterase inhibitor, possible carcinogen	Possible carcinogen, developmental or reproductive toxin, suspected endocrine disruptor	0,001 ³
<i>Cyenopyrafen</i>	I, A, Miticide	Pyrazole	560121-52-0	Not Listed	Not Listed	Not Listed	Genotoxic A0,B0,C0,D0,E0. No further information available	?	Not Listed
ETOENPROX (is toegelaten als biocide tot 31/10/2022)	I	Pyrethroide	80844-07-1	0,000813	22 - 84 (dt90)	0,42g/ha (Ar) 0,70 g/ha (Tp)	Genotoxic A3,B3,C3,D0,E0. Reproduction/development effects, thyroid toxicant	Carcinogen, suspected endocrine disruptor	0,00054 ³
HEPTENOPHOS	I, V.s.	Organophosphate	23560-59-0	65	1,4 (Dt50)	Not Listed	Genotoxic A0,B0,C0,D0,E3. Cholinesterase inhibitor, neurotoxicant. No further information available	Cholinesterase inhibitor	0,002 ²
<i>p,p'</i> -DDD + <i>o,p'</i> -DDT	I,M	Organochlorine	Not Listed	Not Listed	Not Listed	Not Listed	Not Listed	Not Listed	Not Listed
<i>p,p'</i> -DDT	I	Organochlorine	50-29-3	0,025	6200 (dt50).	moderately harmful (Tp) (honeybees highly toxic)	Genotoxic A3,B0,C0,D0,E2. Carcinogen, endocrine disruptor, reproduction /development effects, neurotoxicant. Strong links with breast and womb cancer. Endocrine issues: competitive binding to androgen receptors	Carcinogen, developmental or reproductive toxin, suspected endocrine disruptor	DDT Σ of isomers 0,025 ¹
Permethrin-cis ⁵	I, V.s; B	Pyrethroid	61949-76-6	Not Listed	Not Listed	Not Listed	Not Listed	Not Listed	0,0002 ³ MTR
Permethrin-trans ⁵	I, B	Pyrethroid	52341-32-9	Not Listed	Not Listed	Not Listed	Not Listed	Not Listed	0,0002 ³ MTR
Permethrin (-cis en -trans) ⁵	I, V.s, B	Pyrethroid	52645-53-1	0,007	42	harmful (Tp and parasitoids)	Genotoxic A3,B0,C0,D0,E3. Carcinogen, endocrine disruptor, reproduction /development effects, neurotoxicant, estrogenic, endocrine issues: Inhibition of estrogen-sensitive cells proliferation	Carcinogen, suspected endocrine disruptor	0,0002 ³
<i>o,p'</i> -DDD	I,M	Organochlorine	72-54-8	0,18	1000 (dt50)	Not Listed	Genotoxic A0,B0,C0,D0,E1. Carcinogen, endocrine disruptor, reproduction/development effects,	Carcinogen, suspected endocrine disruptor	0,0004 ³

INSECTICIDES	Pesticide type	Substance group	CAS NR	Vapour pressure at 20°C (mPa)	DT Degradation time into metabolites in days (field)	Ecotoxicology LR50 Lethal Rate or % effect (g/ha)	Health issues toxic properties (IUPAC database)	Known toxicity (PAN Pesticides database)	AA- EQS as annual average for surface water (ug/L)
<i>p,p'-DDE</i>	I, M	Organochlorine	72-55-9	Not Listed	Not Listed	Not Listed	Not Listed	endocrine issues: competitive binding to androgen receptors Carcinogen, suspected endocrine disruptor	0,0004 ³
<i>DIPHENYLAMINE</i>	I, F, Pgr	Amine	122-39-4	0,852	Not Listed	Not Listed	Genotoxic A3,B3,C3,D0,E3. Reproduction/development effects, gastrointestinal, cardiovascular, kidney and liver toxicant	?	1,2 ³

Other substances	Pesticide type	Substance group	CAS NR	Vapour pressure at 20°C (mPa)	DT Degradation time into metabolites in days (field)	Ecotoxicology LR50 Lethal Rate or % effect (g/ha)	Health issues Known toxic properties (IUPAC database)	Health issues Known toxicity (PAN Pesticides database)	AA- EQS as annual average for surface water (ug/L)
<i>ANTRAQUINONE</i>	Repellent	Unclassified	84-65-1	5,00 X 10 ⁻⁰³	8 (dt50)	Not listed	Genotoxic A0,B0,C0,D0,E0. Possible carcinogen	Carcinogen	0,075 ³

Bijlage 5. Originele meetwaarden van alle matrices per kg versgewicht en per kg drooggewicht (original measurements in microgram per kg fresh sample and per kg dry matter)

BIZONBAAI, OOIJPOLDER 24.9.19					
Laboratory number	Sample	Compound	µg/kg	µg/kg DM	Remark
19CN277P	Sample	DIPHENYL	24,76	30,6	
Dry matter content =	Soil	3,4-DICHLOROANILINE	4,75	5,9	
80,8%		PHTHALIMIDE (met. folpet)	detected qualitatively		
		PENTACHLOROBENZENE	3,23	4,0	
LOQ		DIPHENYLAMINE	8,36	10,3	
1,5		CHLORPROPHAM	0,54	0,7	< 1.5 µg/kg
µg/kg		HEXACHLOROBENZENE	8,89	11,0	
		ANTHRAQUINONE	72,16	89,3	
		p,p'-DDE	2,63	3,3	
		o,p'-DDD	0,59	0,7	< 1.5 µg/kg
		p,p'-DDD + o,p'-DDT	2,25	2,8	
		1,4-DIMETHYLNAPHTALENE	14,54	18,0	
		HEXAZINONE	0,64	0,8	< 1.5 µg/kg
		total	143,35	177,42	
Laboratory number	Sample	Compound	µg/kg	µg/kg DM	Remark
19CN279P	Vegetation	DIPHENYL	15,62	42,1	
Dry matter content =	EW-24.9.19-vegetatie	PHENYLPHENOL-2	0,37	1,0	< 1.4 µg/kg
37,1%		HEPTENOPHOS	0,37	1,0	< 1.4 µg/kg
		DIPHENYLAMINE	1,11	3,0	< 1.4 µg/kg
LOQ		CHLOORPROPHAM	1,11	3,0	< 1.4 µg/kg
1,4		ANTHRAQUINONE	0,74	2,0	< 1.4 µg/kg
µg/kg		total	19,33	52,1	
Laboratory number	Sample	Compound	µg/kg	µg/kg DM	Remark
19CN278P	Manure	DIPHENYLAMINE	0,29	1,4	< 0.74 µg/kg
Dry matter content =	EW-24.9.19-mest	ANTHRAQUINONE	1,04	5,1	
20,2%		ETOXENPROX	1,21	6,0	
		total	2,54	12,6	
LOQ					
0,7					
µg/kg					

MILLINGERWAARD, KEKERDOM 25.9.19					
Laboratory number	Sample	Compound	µg/kg	µg/kg DM	Remark
19CN280P	Soil	DIPHENYL	2,95	3,2	
Dry matter content =	KD-25.9.19-bodem	ANTHRAQUINONE	3,48	3,8	
91,3%		total	6,43	7,0	
LOQ					
1,7					
µg/kg					
Laboratory number	Sample	Compound	µg/kg	µg/kg DM	Remark
19CN282P	Vegetation	DIPHENYL	21,88	47,4	
Dry matter content =	KD-25.9.19-vegetatie	PHENYLPHENOL-2	0,46	1,00	< 1.7 µg/kg
46,2%		DIPHENYLAMINE	1,39	3,00	< 1.7 µg/kg
		CHLORPROPHAM	1,39	3,00	< 1.7 µg/kg
LOQ		ANTHRAQUINONE	1,85	4,0	
1,7		ETOENPROX	0,92	2,00	< 1.7 µg/kg
µg/kg		total	27,89	60,4	
Laboratory number	Sample	Compound	µg/kg	µg/kg DM	Remark
19CN281P	Manure	DIPHENYL	2,30	7,0	
Dry matter content =	KD-25.9.19-mest	DIPHENYLAMINE	0,71	2,1	< 1.2 µg/kg
32,9%		ANTHRAQUINONE	1,27	3,8	
		ETOENPROX	0,66	2,0	< 1.2 µg/kg
LOQ		total	4,93	15,0	
1,2					

TERLET-26.9.19 VOORMALIGE LANDBOUWENCLAVE					
Laboratory number	Soil	Compound	µg/kg	µg/kg DM	Remark
19CN283P	Grond	DIPHENYL	1,43	1,6	< 1.6 µg/kg
Dry matter content =	TL-26.9.19- bodem	CHLORPROPHAM	0,59	0,7	< 1.6 µg/kg
88,5%		ANTHRAQUINONE	6,76	7,6	
		total	8,78	9,90	
LOQ					
1,6					
µg/kg					
Laboratory number	Vegetation	Compound	µg/kg	µg/kg DM	Remark
19CN285P	Vegetatie	DIPHENYL	9,81	42,1	
Dry matter content =	TL-26.9.19- vegetatie	PHENYLPHENOL-2	0,23	1,0	< 0.9 µg/kg
23,3%		DIPHENYLAMINE	0,47	2,0	< 0.9 µg/kg
		CHLORPROPHAM	0,23	1,0	< 0.9 µg/kg
LOQ		ANTHRAQUINONE	0,93	4,0	
0,9		ETOFFENPROX	0,23	1,0	< 0.9 µg/kg
µg/kg		total	11,91	51,1	
Laboratory number	Manure	Compound	µg/kg	µg/kg DM	Remark
19CN284P	Mest	DIPHENYL	1,04	5,0	
Dry matter content =	TL-26.9.19- mest	DIPHENYLAMINE	0,30	1,4	< 0.8 µg/kg
20,8%		ANTHRAQUINONE	0,40	1,9	< 0.8 µg/kg
		ETOFFENPROX	0,42	2,0	< 0.8 µg/kg
LOQ		total	2,15	10,4	
0,8					
µg/kg					

TERLET-HEIDE 1.10.19					
Laboratory number	Sample	Compound	µg/kg	µg/kg DM	Remark
19CN289P	Soil	DIPHENYL	3,95	4,8	
Dry matter content =	TL-1.10.19-bodem	CHLORPROPHAM	0,54	0,7	< 1.5 µg/kg
81,6%		ANTHRAQUINONE	2,49	3,1	
		total	6,98	8,56	
LOQ					
1,5					
µg/kg					
Laboratory number	Sample	Compound	µg/kg	µg/kg DM	Remark
20AI792P	Vegetation	DIPHENYL	detected qualitatively		
Dry matter content =	TL-1.10.19-vegetatie	PHTHALIMIDE (metabolite folpet)	1,57	2,9	< 2.5 µg/kg
54,3%		CHLORPROPHAM	0,91	1,7	< 2.5 µg/kg
		ANTHRAQUINONE	0,97	1,8	< 2.5 µg/kg
LOQ		FLUDIOXONIL	0,81	1,5	< 2.5 µg/kg
2,5		total	4,26	7,8	
µg/kg					
Laboratory number	Sample	Compound	µg/kg	µg/kg DM	Remark
19CN290P	Manure	DIPHENYL	2,74	12,0	
Dry matter content =	TL-1.10.19-mest	DIPHENYLAMINE	0,98	4,3	
22,8%		ANTHRAQUINONE	0,58	2,6	< 0.8 µg/kg
		ETOFENPROX	0,91	4,0	
LOQ		total	5,21	22,8	
0,8					
µg/kg					

LOOWAARD 1.10.19					
Laboratory number	Sample	Compound	µg/kg	µg/kg DM	Remark
19CN286P	Soil	DIPHENYL	14,54	19,4	
Dry matter content =	LW-1.10.19-	PENTACHLOROBENZENE	1,50	2,0	
75,1%	bodem	DIPHENYLAMINE	5,18	6,9	
		CHLORPROPHAM	0,50	0,7	< 1.4 µg/kg
LOQ		HEXACHLOROBENZENE	6,76	9,0	
1,4		PENTACHLOROANILINE	0,55	0,7	< 1.4 µg/kg
µg/kg		ANTHRAQUINONE	38,98	51,9	
		p,p'-DDE	1,83	2,4	
		p,p'-DDD + o,p'-DDT	1,57	2,1	
		1,4-DIMETHYLNAPHTALEEN	5,26	7,0	
		total	76,67	102,1	
Laboratory number	Sample	Compound	µg/kg	µg/kg DM	Remark
19CN288P	Vegetation	DIPHENYL	20,94	47,4	
Dry matter content =	LW-1.10.19-	DIPHENYLAMINE	3,09	7,0	
44,2%	vegetatie	CHLORPROPHAM	1,77	4,0	
		ANTHRAQUINONE	2,65	6,0	
LOQ		FLUDIOXONIL	1,33	3,0	< 1.6 µg/kg
1,6		PERMETHRIN-CIS	1,70	3,8	
µg/kg		PERMETHRIN-TRANS	2,19	5,0	
		DIFENOCONAZOLE	0,44	1,0	< 1.6 µg/kg
		total	34,11	77,2	
Laboratory number	Sample	Compound	µg/kg	µg/kg DM	Remark
19CN287P	Manure	DIPHENYL	0,82	5,0	
Dry matter content =	LW-1.10.19-	DIPHENYLAMINE	0,12	0,7	< 0.6 µg/kg
16,3%	mest	ANTHRAQUINONE	0,42	2,6	< 0.6 µg/kg
		total	1,35	8,3	
LOQ					
0,6					
µg/kg					

SLOT LOEVESTEIN 2.10					
Laboratory number	Sample	Compound	µg/kg	µg/kg DM	Remark
19CN291P	Soil	DIPHENYL	17,09	21,0	
Dry matter content =	SL-2.10.19-bodem	PENTACHLOROBENZENE	2,45	3,0	
81,5%		DIPHENYLAMINE	11,24	13,8	
		CHLORPROPHAM	0,54	0,7	< 1.5 µg/kg
LOQ		HEXACHLOROBENZENE	5,71	7,0	
1,5		ANTHRAQUINONE	65,95	80,9	
µg/kg		p,p'-DDE	1,99	2,4	
		p,p'-DDD + o,p'-DDT	1,70	2,1	
		p,p'-DDT	30,75	37,7	
		total	137,42	168,6	
Compound DM in soil					
		µg/kg	mg/kg		
	Glyphosate	0,0000	0,00	< 0.5 µg/kg	LOQ Glyphosate methode
	AMPA	0,2900	0,00	< 0.5 µg/kg	0,50
	Vegetation	0,0000	0,00	< 0.5 µg/kg	µg/kg
Laboratory number	Sample	Compound	µg/kg	µg/kg DM	Remark
19CN293P	Vegetation	DIPHENYL	15,14	55,3	
Dry matter content =	SL-2.10.19-vegetatie	PHTHALIMIDE (metabolite folpet)	3,24	11,8	
27,4%		PHENYLPHENOL-2	0,55	2,0	< 1 µg/kg
		DIPHENYLAMINE	1,64	6,0	
LOQ		CHLORPROPHAM	1,37	5,0	
1,0		TRIALLAAT	0,27	1,0	< 1 µg/kg
µg/kg		PROSULFOCARB	0,55	2,0	< 1 µg/kg
		ANTHRAQUINONE	1,37	5,0	
		PENDIMETHALIN	0,27	1,0	< 1 µg/kg
		DIFENOCONAZOLE	0,27	1,0	< 1 µg/kg
		total	24,68	90,1	
Laboratory number	Monster	Compound	µg/kg	µg/kg DM	Opmerking
19CN292P	Manure	DIPHENYL	1,57	9	
Dry matter content =	SL-2.10.19-mest	DIPHENYLAMINE	0,25	1,4	< 0,6 µg/kg
17,4%		HEXACHLOROBENZENE	0,26	1,5	< 0,6 µg/kg
		ANTHRAQUINONE	2,57	14,7	
LOQ		total	4,65	26,6	
0,6					
µg/kg					

BRAKELSE BENEDENWAARD-2.10.19					
Laboratory number	Sample	Compound	µg/kg	µg/kg DM	Remark
19CN294P	Soil	DIPHENYL	5,21	6,5	
Dry matter content =	BB-2.10.19-	CHLORPROPHAM	0,54	0,7	< 1.5 µg/kg
80,7%	bodem	ANTHRAQUINONE	1,85	2,3	
		total	7,59	9,4	
Laboratory number	Sample	Compound	µg/kg	µg/kg DM	Remark
19CN296P	Vegetation	DIPHENYL	8,54	28,9	
Dry matter content =	BB-2.10.19-	PHthalimide	2,09	7,1	
29,5%	vegetatie	(metabolite folpet)			
		PHENYLPHENOL-2	0,30	1,0	< 1.1 µg/kg
		DIPHENYLAMINE	1,18	4,0	
LOQ		CHLORPROPHAM	1,18	4,0	
1,1		ANTHRAQUINONE	0,89	3,0	< 1.1 µg/kg
µg/kg		PENDIMETHALIN	0,30	1,0	< 1.1 µg/kg
		total	14,47	49,0	
Laboratory number	Sample	Compound	µg/kg	µg/kg DM	Remark
19CN295P	Manure	DIPHENYL	1,42	8,0	
Dry matter content =	BB-2.10.19-	DIPHENYLAMINE	0,13	0,7	< 0.7 µg/kg
17,7%	mest	ANTHRAQUINONE	0,45	2,6	< 0.7 µg/kg
		BIFENTHRIN	0,27	1,6	< 0.7 µg/kg
LOQ		total	2,27	12,8	
0,7					

KALIWAAL 3.10.19					
Laboratory number	Sample	Compound	µg/kg	µg/kg DM	Remark
19CN297P	Soil	DIPHENYL	4,75	6,0	
Dry matter content =	KW-3.10.19-bodem	PENTACHLOROBENZENE	1,18	1,5	< 1.5 µg/kg
79,1%		DIPHENYLAMINE	3,16	4,0	
		CHLORPROPHAM	0,58	0,7	< 1.5 µg/kg
LOQ		HEXACHLOROBENZENE	5,65	7,1	
1,5		ANTHRAQUINONE	13,93	17,6	
µg/kg		p,p'-DDE	0,51	0,6	< 1.5 µg/kg
		p,p'-DDD + o,p'-DDT	0,45	0,6	< 1.5 µg/kg
		total	30,21	38,2	
Soil					
	Compounds	µg/kg	mg/kg		
	Glyphosate	0,0000	0,00	< 0.5 µg/kg	LOQ Glyphosate methode
	AMPA	7,8800	0,01		0,50
	Glufosinate	0,0000	0,00	< 0.5 µg/kg	µg/kg
Laboratory number	Sample	Compound	µg/kg	µg/kg DM	Remark
19CN299P	Vegetation	DIPHENYL	10,75	50,0	
Dry matter content =	KW-3.10.19-vegetatie	PHTHALIMIDE	3,01	14,0	
21,5%		PHENYLPHENOL-2	0,43	2,0	< 0.8 µg/kg
		DIPHENYLAMINE	1,94	9,0	
LOQ		CHLORPROPHAM	0,89	4,1	
0,8		TRIALATE	0,22	1,0	< 0.8 µg/kg
µg/kg		ANTHRAQUINONE	2,15	10,0	
		fludioxonil	0,22	1,0	< 0.8 µg/kg
		PERMETHRIN-CIS	2,80	13,0	
		PERMETHRIN-TRANS	0,98	4,6	
		DIFENOCONAZOLE	0,22	1,0	< 0.8 µg/kg
		FLURPRIMIDOL	0,22	1,0	< 0.8 µg/kg
		total	23,80	110,7	
Laboratory number	Sample	Compound	µg/kg	µg/kg DM	Remark
19CN298P	Manure	PHTHALIMIDE (metabolite folpet)	1,01	6,0	
Dry matter content =	KW-3.10.19-mest	DIPHENYLAMINE	0,34	2,0	< 0.6 µg/kg
16,9%		CHLORPROPHAM	0,51	3,0	< 0.6 µg/kg
		ANTHRAQUINONE	1,35	8,0	
LOQ		total	3,21	19,0	
0,6					
µg/kg					

AALTENSE GOOR, GOORSTEGENDIJK 8.10.19					
Laboratory number	Sample	Compound	µg/kg	µg/kg DM	Remark
19CN347P OPN	Soil	DIPHENYL	2,34	2,8	
Dry matter content =	AGG-8.10.19- bodem	ANTHRAQUINONE	2,53	3,0	
84,4%		<i>total</i>	4,88	5,8	
LOQ					
1,6					
µg/kg					
Laboratory number	Sample	Compound	µg/kg	µg/kg DM	Remark
19CN348P	Vegetation	DIPHENYL	detected qualitatively		
Dry matter content =	AGG-8.10.19- vegetatie	PHENYLPHENOL-2	1,35	2,6	< 1.9 µg/kg
52,5%		<i>total</i>	1,35	2,6	
LOQ					
1,9					
µg/kg					
Laboratory number	Sample	Compound	µg/kg	µg/kg DM	Remark
19CN349P	Manure	DIPHENYL	12,09	40,4	
Dry matter content =	AGG-8.10.10- mest	DIPHENYLAMINE	0,30	1,0	< 1.1 µg/kg
29,9%		CHLORPROPHAM	0,30	1,0	< 1.1 µg/kg
		ANTHRAQUINONE	0,90	3,0	< 1.1 µg/kg
LOQ			13,58	45,4	
1,1					
µg/kg					
Laboratory number	Sample	Compound	µg/kg	µg/kg DM	Remark
AR-19-ZV-023100-01		PERMETHRINE	0,03		
	AGG-8.10.19- drinkwater vee	<i>total</i>	0,03		
LOQ					
30,0					
nanogram/l					

AALTENSE GOOR, LAGE WOLBOOMSDIJK 8.10.19					
Laboratory number	Sample	Compound	µg/kg	µg/kg DM	Remark
19CN351P	Soil	Cyenopyrafen	detected qualitatively		
Dry matter content =	AGLW-8.10.10-bodem	DIPHENYL	2,27	2,8	
81,7%		ANTHRAQUINONE	2,45	3,0	
		total	4,72		
LOQ					
1,5					
µg/kg					
Laboratory number	Sample	Compound	µg/kg	µg/kg DM	Remark
19CN352P	Vegetation	Cyenopyrafen	detected qualitatively		
Dry matter content =	AGLW-8/10 Vegetatie	DIPHENYL	detected qualitatively		
66,7%		ANTHRAQUINONE	1,33	2,0	< 2.5 µg/kg
		TEBUCONAZOLE	1,26	1,9	< 2.5 µg/kg
LOQ		total	2,59	3,9	
2,5					
µg/kg					
Laboratory number	Sample	Compound	µg/kg	µg/kg DM	Remark
19CN353P	Manure	Cyenopyrafen	detected qualitatively		
Dry matter content =	AGLW-8.10.19-mest	DIPHENYL	5,57	14,9	
37,4%		p,p'-DDE	0,37	1,0	< 1.4 µg/kg
		total	5,94	15,9	
LOQ					
1,4					
µg/kg					
Laboratory number	Sample	Compound	µg/kg	µg/kg DM	Remark
19CN353P	WATER				
	AGLW-8.10.19-water	LINURON	0,07		
		total	0,07		< 1.4 µg/kg
LOQ					
50,0					
nanogram/l					

KORENBURGERVEEN 8.10.19					
Laboratory number	Sample	Compound	µg/kg	µg/kg DM	Remark
19CN355P	Soil	DIPHENYL	2,30	2,8	
Dry matter content =	Bodem	ANTHRAQUINONE	2,48	3,0	
82,8%	KV-8.10.19-bodem	total	4,78	5,8	
LOQ					
1,5					
µg/kg					
Soil					
	Compounds	µg/kg	mg/kg		
	Glyphosate	0,4660	0,00	< 0.5 µg/kg	LOQ Glyphosate methode
	AMPA	0,0000	0,00	< 0.5 µg/kg	0,50
	Glufosinate	0,0000	0,00	< 0.5 µg/kg	µg/kg
Laboratory number	Sample	Compound	µg/kg	µg/kg DM	Remark
19CN356P	Vegetation	Cyenopyrafen	detected qualitatively		
Dry matter content =	KV-8.10.11-vegetatie	DIPHENYL	detected qualitatively		
29,3%		PHthalimide	1,72	5,9	
		PHENYLPHENOL-2	0,75	2,6	< 1.1 µg/kg
LOQ		CHLORPROPHAM	0,29	1,0	< 1.1 µg/kg
1,1		PROSULFOCARB	0,49	1,7	< 1.1 µg/kg
µg/kg		ANTHRAQUINONE	0,59	2,0	< 1.1 µg/kg
		total	3,84	13,1	
Laboratory number	Sample	Compound	µg/kg	µg/kg DM	Remark
19CN357P	Manure	PERMETHRIN-CIS	1,83	7,0	
Dry matter content =	KV-8.10.11-mest	PERMETHRIN-TRANS	2,34	8,9	
26,2%		total	4,18	15,9	
LOQ					
1,0					
µg/kg					

PASSEWAAY 10.10.19					
Laboratory number	Sample	Compound	µg/kg	µg/kg DM	Remark
19CN359P	Soil	DIPHENYL	44,86	58,3	
Dry matter content =	PW-10.10.19- bodem	CHLORPROPHAM	0,77	1,0	< 2.8 µg/kg
76,9%		HEXACHLOROBENZENE	13,37	17,4	
		ANTHRAQUINONE	54,60	71,0	
LOQ		p,p'-DDE	3,85	5,0	
2,8		p,p'-DDD + o,p'-DDT	2,31	3,0	< 2.8 µg/kg
µg/kg		total	119,75	155,7	
	Soil				
	Compound	µg/kg	mg/kg		
	Glyphosate	0,0000	0,00	< 0.5 µg/kg	LOQ Glyphosate methode
	AMPA	0,4960	0,00	< 0.5 µg/kg	0,50
	Glufosinate	0,0000	0,00	< 0.5 µg/kg	µg/kg
Laboratory number	Sample	Compound	µg/kg	µg/kg DM	Remark
19CN360P	Vegetation	Triflumizole-FM-6-1 1	1,80	6,4	
Dry matter content =	PW-10.10.19- vegetatie	DIPHENYL	51,88	184,6	
28,1%		PHENYLPHENOL-2	0,72	2,6	< 1 µg/kg
		CHLORPROPHAM	0,56	2,0	< 1 µg/kg
LOQ		ANTHRAQUINONE	0,84	3,0	< 1 µg/kg
1,0		FLUDIOXONIL	0,48	1,7	< 1 µg/kg
µg/kg		total	56,29	200,3	
Laboratory number	Sample	Compound	µg/kg	µg/kg DM	Remark
19CN361P	Manure	DIPHENYL	12,72	42,6	
Dry matter content =	PW-10.10.19- mest	PHENYLPHENOL-2	0,30	1,0	< 1.1 µg/kg
29,9%		CHLORPROPHAM	0,30	1,0	< 1.1 µg/kg
		ANTHRAQUINONE	0,90	3,0	< 1.1 µg/kg
LOQ		total	14,22	47,6	
1,1					
µg/kg					

HIERDENSEBEEK 10.10.19		Sample			
Laboratory number	Sample	Compound	µg/kg	µg/kg DM	Remark
19CN363P	Soil	DIPHENYL	4,75	8,3	
Dry matter content =	HB-10.10.19- Bodem	ANTHRAQUINONE	1,71	3,0	
57,0%		total	6,46	11,3	
LOQ					
1,0					
µg/kg					
Laboratory number	Sample	Compound	µg/kg	µg/kg DM	Remark
19CN364P	Vegetation	DIPHENYL	detected qualitatively		
Dry matter content =	HB-10.10.19- vegetatie	PHENYLPHENOL-2	0,83	2,6	< 1.2 µg/kg
32,2%		CHLORPROPHAM	0,32	1,0	< 1.2 µg/kg
		total	1,15	3,6	
LOQ					
1,2					
µg/kg					
Laboratory number	Sample	Compound	µg/kg	µg/kg DM	Remark
19CN365P	Manure	PHTHALIMIDE (metabolite folpet)	0,40	1,6	< 0.9 µg/kg
Dry matter content =	HB-10.10.19- mest	DIPHENYLAMINE	4,15	17,0	
24,4%		ANTHRAQUINONE	0,24	1,0	< 0.9 µg/kg
		total	4,79	19,6	
LOQ					
0,9					
µg/kg					

PLANKEN WAMBUIJS HEIDE, EDE 11.10.19					
Laboratory number	Sample	Compound	µg/kg	µg/kg DM	Remark
19CN367P	Soil	DIPHENYL	4,54	5,6	
Dry matter content =	PW-11.10.19	DIPHENYLAMINE	2,00	2,4	
81,8%		ANTHRAQUINONE	1,64	2,0	
		total	8,18	10,0	
LOQ					
1,5					
µg/kg					
Laboratory number	Sample	Compound	µg/kg	µg/kg DM	Remark
19CN368P	Vegetation	Boscalid	0,44	1,4	< 1 µg/kg
Dry matter content =	PW-11.10.19	Prosulfocarb	0,45	1,4	< 1 µg/kg
31,9%	vegetatie	DIPHENYL	detected qualitatively		
		PHTHALIMIDE (metabolite of folpet)	1,88	5,9	
LOQ		PHENYLPHENOL-2	1,64	5,1	
1,0		DIPHENYLAMINE	3,89	12,2	
µg/kg		CHLORPROPHAM	0,64	2,0	< 1 µg/kg
		ANTHRAQUINONE	0,64	2,0	< 1 µg/kg
		PENDIMETHALIN	1,39	4,3	
		total	10,96	34,4	
Laboratory number	Sample	Compound	µg/kg	µg/kg DM	Remark
19CN369P	Manure	PHTHALIMIDE (afbr. folpet)	0,56	1,6	< 1.3 µg/kg
Dry matter content =	PW-11.10.19	DIPHENYLamine	0,69	2,0	< 1.3 µg/kg
34,4%	mest	ANTHRAQUINONE	0,69	2,0	< 1.3 µg/kg
		total	1,94	5,6	
LOQ					
1,3					
µg/kg					

NIEUW REEMST 11.10.19					
Laboratory number	Sample	Compound	µg/kg	µg/kg DM	Remark
19CN370P	Soil	DIPHENYL	4,79	5,6	
Dry matter content =	NR-11.10.19- bodem	HEXACHLOROBENZENE	1,88	2,2	
86,3%		ANTHRAQUINONE	1,73	2,0	
		total	8,40	9,7	
LOQ					
1,6					
µg/kg					
Laboratory number	Sample	Compound	µg/kg	µg/kg DM	Remark
19CN371P	Vegetation	Cyenopyrafen	detected qualitatively		
Dry matter content =	NR-11.10.19- vegetatie	DIPHENYL	detected qualitatively		
31,9%		PHthalimide (metabolite of folpet)	1,25	3,9	
		DIPHENYLAMINE	0,78	2,4	< 1.2 µg/kg
LOQ		PROSULFOCARB	0,53	1,7	< 1.2 µg/kg
1,2		ANTHRAQUINONE	0,64	2,0	< 1.2 µg/kg
µg/kg		total	3,20	10,0	
Laboratory number	Sample	Compound	µg/kg	µg/kg DM	Remark
19CN372P	Manure	DIPHENYL	5,82	19,1	
Dry matter content =	NR-11.10.19- mest	PHthalimide (metabolite folpet)	1,00	3,3	< 1.1 µg/kg
30,4%		PROSULFOCARB	0,25	0,8	< 1.1 µg/kg
		total	7,07	23,2	
LOQ					
1,1					
µg/kg					
Laboratory number	Sample	Compound	µg/kg	µg/kg DM	Remark
19CN375P	Eekhoortjes brood	PHENYLPHENOL-2	0,50	3,0	< 0.6 µg/kg
Dry matter content =	NR-11.10.19- Eekhoortjes brood	total	0,50	3,0	
16,6%					
LOQ					
0,6					
µg/kg					

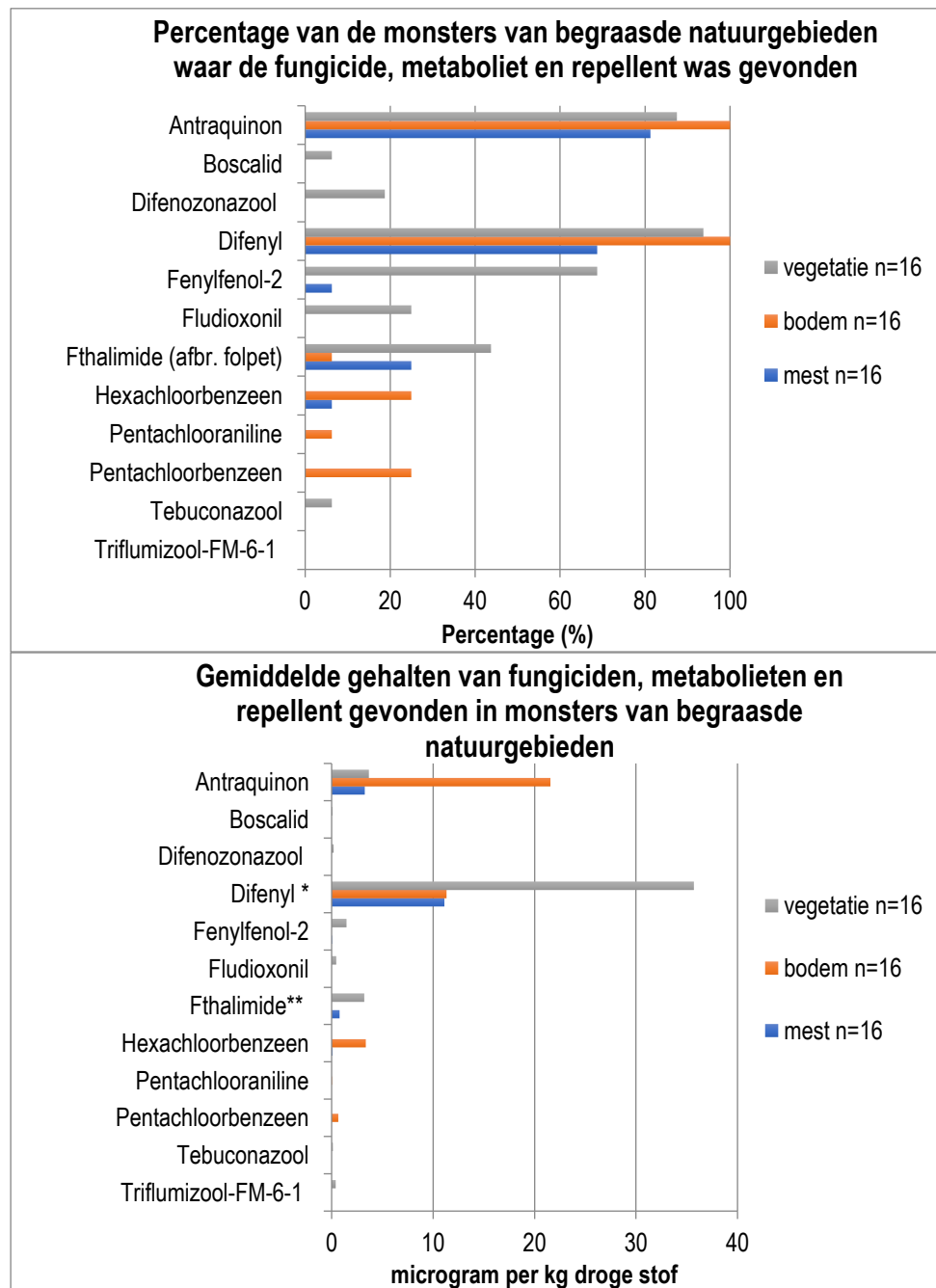
HOENWAARD HATTUM HH-8.11.19-bodem					
Laboratory number	Sample	Compound	µg/kg	µg/kg DM	Remark
19CN380P	Soil	DIPHENYL	1,78	2,1	
Dry matter content =	HH-8.11.19-bodem	ANTHRAQUINONE	1,22	1,5	< 1.5 µg/kg
83,8%		total	3,01	3,6	
LOQ					
1,5					
µg/kg					
Laboratory number	Sample	Compound	µg/kg	µg/kg DM	Remark
19CN383P	Gras	Prosulfocarb	3,35	9,1	
Dry matter content =	HH-8.11.19-vegetatie	Cyenopyrafen	detected qualitatively		
36,7%		DIPHENYL	26,91	73,3	
		DIPHENYLAMINE	3,11	8,5	
LOQ		CHLORPROPHAM	1,10	3,0	< 1.2 µg/kg
1,2		ANTHRAQUINONE	4,38	11,9	
µg/kg		PENDIMETHALIN	3,41	9,3	
		total	42,27	115,2	
Laboratory number	Sample	Compound	µg/kg	µg/kg DM	Remark
19CN382P	Manure	Prosulfocarb	0,46	2,1	< 0.8 µg/kg
Dry matter content =	HH-8.11.19-mest	DIPHENYL	3,27	14,8	
22,1%		DIPHENYLAMINE	0,22	1,0	< 0.8 µg/kg
		ANTHRAQUINONE	0,44	2,0	< 0.8 µg/kg
LOQ		total	4,39	19,9	
0,8					
µg/kg					

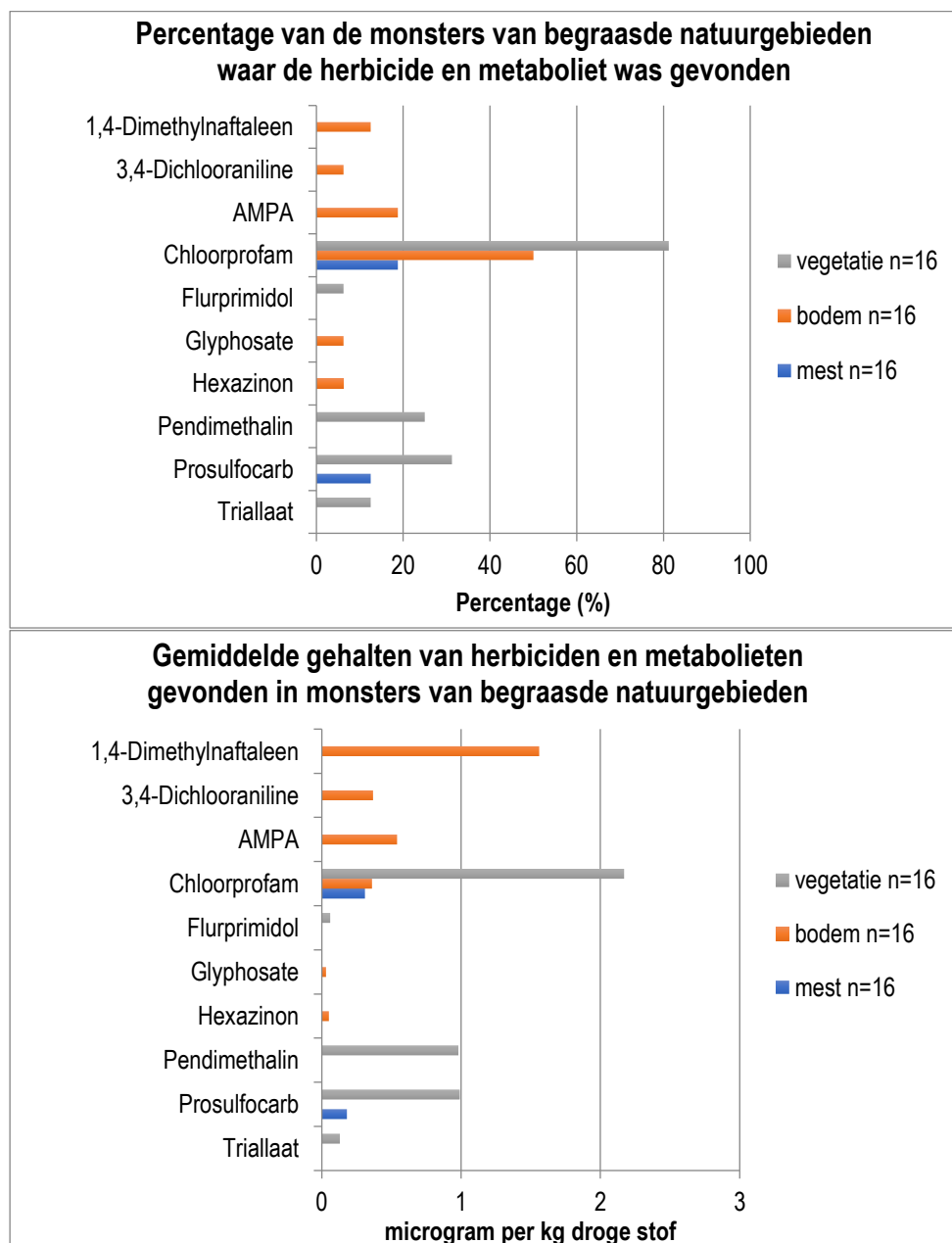
Bijlage 6. Aanwezigheid en concentraties van bestrijdingsmiddelen in de onderzochte natuurgebieden

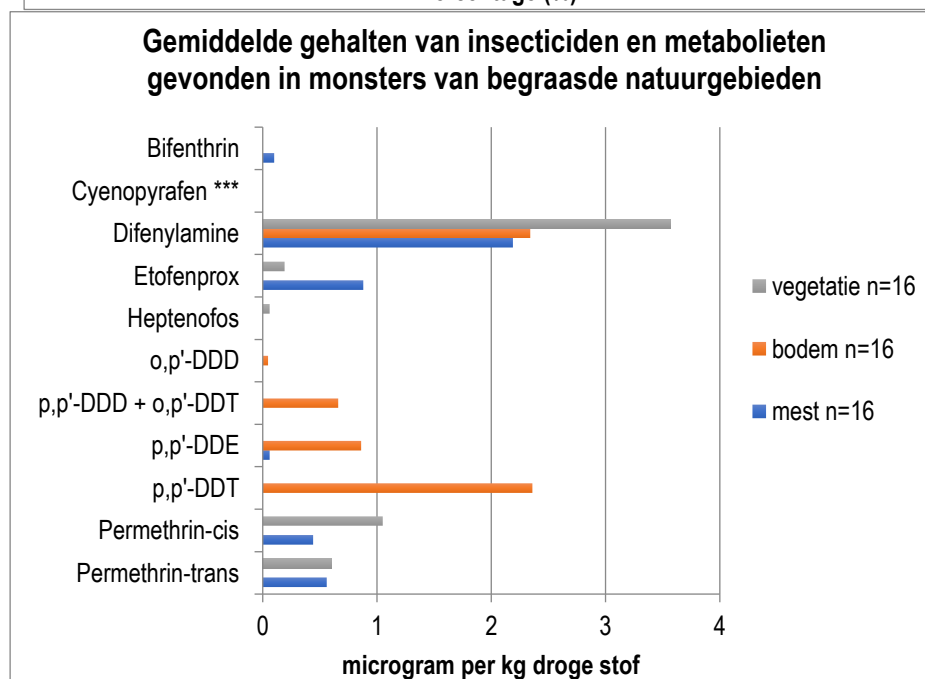
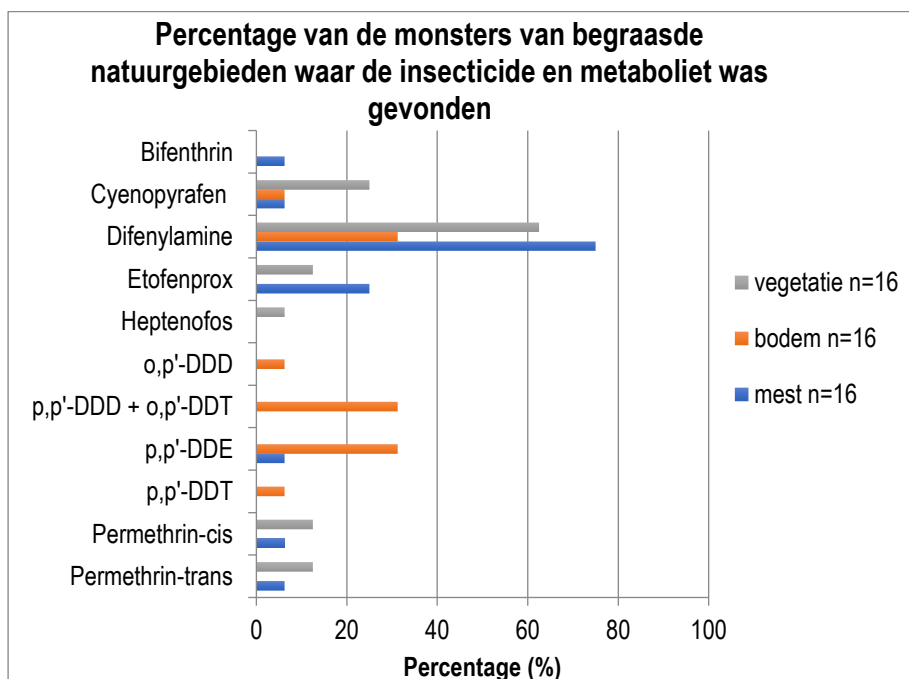
Additional information about substances found (as indicated in tables):

* Additional vegetation sample(s) in which the substance was detected but due to interfering substances not quantifiable

** Additional soil sample(s) in which the substance was detected but due to interfering substances not quantifiable







Bijlage 7. Evaluatie van de onderzochte natuurgebieden

1) Bizonbaai, Ooijpolder



Bijlage 7, Figuur 1. De bemonsterde locatie bij de Bizonbaai (Ooijpolder) in blauwe omlijning

Het terrein rond de Bizonbaai (Ooijpolder) heeft een oppervlakte van in totaal 100 hectare land, waarvan 56 hectare grond dat door Galloway runderen en Konik paarden wordt begraasd. De rest van het terrein is water.

Het gebied bevat veel hoge grassen, kruiden, brandnetels, struiken en wilgen.

De bodem bestaat uit rivierklei. Het gebied is toegankelijk voor personen en honden

Datum monsternamen: 24.09.2019

Gebiedscode: EW-24/9

Coördinaten middelpunt van monsterlocatie: N51°864341, E005.927424°

Voor de chemische analyse, de kever- en larventelling is een oppervlakte van 0,13 hectare bemonsterd. Voor de chemische analyse zijn monsters genomen van:

- bodem
- vegetatie: 90% grassen, 10% kruiden (o.a. brandnetel, distel en hondsdrif)
- verse mest
- water van het meer “Bizonbaai”

Voor de kever- en larventelling is een monster van verse en van oude mest genomen.

Resultaten

Bodem

Het totale gehalte van de bestrijdingsmiddelen, biociden en metabolieten in de bodem was 173,4 microgram per kg droge stof ($\mu\text{g/kg d.s}$) en er werden 13 verschillende stoffen gevonden. Het aandeel van antrachinon was de helft van het totaal gevonden gehalte. Opvallend is de aanwezigheid van de zeer persistente stoffen (hexa- en pentachloorbenzeen, DDT en metabolieten). Verder is de aanwezigheid en het gehalte van de groei regulator 1,4-dimethylnaftaleen opmerkelijk.

Vegetatie

In de vegetatie werden 6 verschillende stoffen met een totale gehalte van 25,6 µg/kg ds. Het hoogste gehalte had het fungicide difenyl.

Mest

In de mest werden 3 verschillende stoffen met een totaal gehalte van 12,5 µg/kg ds gevonden. Het hoogste gehalte (6 µg/kg ds) had het zeer sterk werkende insecticide etofenprox.

Water

Alle geteste stoffen waren onder de "limit of quantification" van 0,05 µg/liter.

Bizonbaai (Ooijpolder)- 24/9/19	Bodem	Vegetatie	Mest
Stof	µg/kg DS	µg/kg DS	µg/kg DS
1,4-Dimethylnaftaleen	18,0		
3,4-Dichlooraniline	5,9		
Antrachinon	89,3	2,0	5,1
Chloorprofam	0,7	3,0	
Difenyl	30,6	15,6	
Difenylamine	10,3	3,0	1,4
Etofenprox			6
Fenylfenol-2		1,0	
Fthalimide (Afbr. Folpet)	kwalitatief aangetoond		
Heptenofos		1,0	
Hexachloorbenzeen	11,0		
Hexazinon	0,8		
o,p'-DDD	0,7		
p,p'-DDD + o,p'-DDT	2,8		
p,p'-DDE	3,3		
Pentachloorbenzeen	4,0		
Totaal µg/kg DS	173,42	25,6	12,5
Insecticiden µg/kg DS	17,1	4,0	7,4
Fungiciden µg/kg DS	34,6	16,6	
Herbiciden µg/kg DS	25,4	3,0	
Repellent µg/kg DS	89,3	2,0	5,1
Totaal aantal stoffen	13	6	3
Droge stof (DS) %	80,6	27,1	20
Aantal kevers en larven per kg verse mest			2,2
Aantal kevers en larven per kg oude mest			6,9

Totaal beoordeling van het Bizonbaai terrein (Ooijpolder)

Van de 16 in dit gebied gevonden stoffen hadden in 2019 slechts vijf een toelating als gewasbeschermingsmiddel of als biocide (de groeiremmers 1,4-dimethylnaftaleen en chloorprofam, de houtconserveringsmiddelen etofenprox en heptenofos, en de fungicide folpet, de moederstof van de metaboliet fthalimide). De stoffen 1,4-dimethylnaftaleen en chloorprofam hebben een hoge dampdruk en zijn daardoor zeer vluchtig. Vanaf 31 december 2019 heeft chloorprofam geen toelating meer, nog wel een opgebruiktermijn (tot oktober 2020) en wordt blijkaar vervangen door 1,4-dimethylnaftaleen.

De bodem is vervuild met sporen van reeds tientallen jaren verboden persistente organische chloorverbindingen zoals het insecticide (DDT en metabolieten) en fungiciden (hexachloorbenzeen en pentachloorbezeen) werking hebben. Deze stoffen kunnen door historisch gebruik of door overstroming van vervuild rivierwater in de grond zitten. Opvallend is de aanwezigheid van de sterk werkende insecticiden etofenprox in de mest en heptenofos in de vegetatie. Beide stoffen zijn in Nederland uitsluitend als houtconserveringsmiddel (biocide) toegelaten.

De bron van het hoge gehalte antrachinon is onbekend. Deze stof werd in het verleden als vogelafweermiddel gebruikt. De stof komt bij verbrandingsprocessen vrij en het wordt in de papier- en textiel industrie toegepast. Evenmin duidelijk is de bron van het fungicide difenyl dat zowel in de bodem als in de vegetatie gevonden werd. Difenyl kan door het verkeer en/of de industrie in het milieu terecht komen. De stoffen antrachinon,

difenyl en difenylamine zijn niet meer als gewasbeschermingsmiddel of biocide toegelaten, worden echter in bijna alle monsters in variërende concentraties gevonden.

Zowel de bodem, de vegetatie als de mest bevatten stoffen die voor de entomofauna negatieve effecten zullen hebben. Zowel in de oude als in de verse mest werden dan ook weinig kevers of larven gevonden. Indicatieve vergelijking van de gemeten waarden in de vegetatie met de JG-MKN of MTR voor oppervlaktewater maakt het aannemelijk is dat de gevonden waarden een effect op het ecosysteem zouden kunnen hebben (zie bijlage 4). Dit betekent dat de geschiktheid van dit natuurgebied voor een gezonde entomofauna twijfelachtig is. Dit wordt bevestigd door de zeer lage aantallen gevonden kevers en larven in de rundermest in dit gebied.

2) Kekerdom (Millingerwaard)



Bijlage 7, Figuur 2. De bemonsterde locatie Kekerdom (Millingerwaard)

Het bemonsterde natuurgebied bij Kekerdom wordt door Gallowayrunderen begraasd. Het gebied is ruig, begroeid met o.a. gras, bramen, brandnetels, populieren. De runderen zijn een dag voor de monsternamen uit het gebied gehaald. De kleilaag is vroeger voor de baksteenindustrie afgegraven en de bodem bestaat nu voornamelijk uit zand. Het gebied is voor personen en honden toegankelijk.

Datum monsternamen: 25.09.2019

Gebiedscode: KD-25/9

Coördinaten middelpunt van monsterlocatie: N51°86974, E005°99653

Voor de chemische analyse, de kever- en larventelling is een oppervlakte van 0,598 hectare bemonsterd. Voor de chemische analyse zijn monsters genomen van:

- bodem
- vegetatie: 80% grassen (dood en levend), 20% kruiden en heesters (o.a. smalle weegbree, gulden roede, munt, rode klaver, bramen, populier)
- mest van 1 dag oud
- water van een meer ten zuiden van locatie. Land is aan twee kanten omgeven door water

Voor de kever- en larventelling is een monster van de meest verse en van oude mest genomen.

Resultaten

Bodem

Het totale gehalte van de bestrijdingsmiddelen, biociden en metabolieten in de bodem was 7 microgram/kg droge stof ($\mu\text{g/kg DS}$) en werden het fungicide difenyl en het repellent antrachinon gevonden. In vergelijking met andere natuurgebieden is het gehalte van de gevonden stoffen laag.

Vegetatie

In de vegetatie werden 6 verschillende stoffen met een totaal gehalte van 60,5 $\mu\text{g/kg ds}$ gevonden. Het hoogste gehalte had difenyl. Er werden twee stoffen met een insecticide werking gevonden, difenylamine en etofenprox in gehalten van resp. 3 $\mu\text{g/kg ds}$ en 2 $\mu\text{g/kg ds}$.

Mest

Ook in de mest werd difenylamine en het zeer sterk werkende insecticide etofenprox gevonden. In totaal werden in de mest 4 verschillende stoffen met een totaal gehalte van 14,99 $\mu\text{g/kg ds}$ gevonden. Het hoogste gehalte had difenyl.

Water

Alle geteste stoffen waren onder de "limit of quantification" van 0,05 $\mu\text{g/liter}$.

Kekerdome (Millingerwaard)-25/9/19	Bodem	Vegetatie	Mest
Stof	$\mu\text{g/kg DS}$	$\mu\text{g/kg DS}$	$\mu\text{g/kg DS}$
Difenyl	3,2	47,4	7,0
Fenylfenol-2		1,0	
Difenylamine		3,0	2,1
Chloorprofam		3,0	
Antrachinon	3,8	4,0	3,8
Etofenprox		2,0	2,0
Totaal $\mu\text{g/kg DS}$	7,0	60,4	14,99
Insecticiden $\mu\text{g/kg DS}$	0	5,0	4,14
Fungiciden $\mu\text{g/kg DS}$	3,2	48,4	7,0
Herbiciden $\mu\text{g/kg DS}$	0	3,0	0
Repellent $\mu\text{g/kg DS}$	3,8	4,0	3,85
Totaal aantal stoffen	2	6	4
Droge stof (DS) %	91%	46,2	32,0
Aantal kevers en larven per kg verse mest			10,1
Aantal kevers en larven per kg oude mest			23,1

Categorie stof	Aantal gevonden verschillende verbindingen	Totale hoeveelheid (microgram per kg grond)
Kekerdome (Millingerwaard)-25/9/19		
PCB's	13	0,69
Dioxines	15	0,17

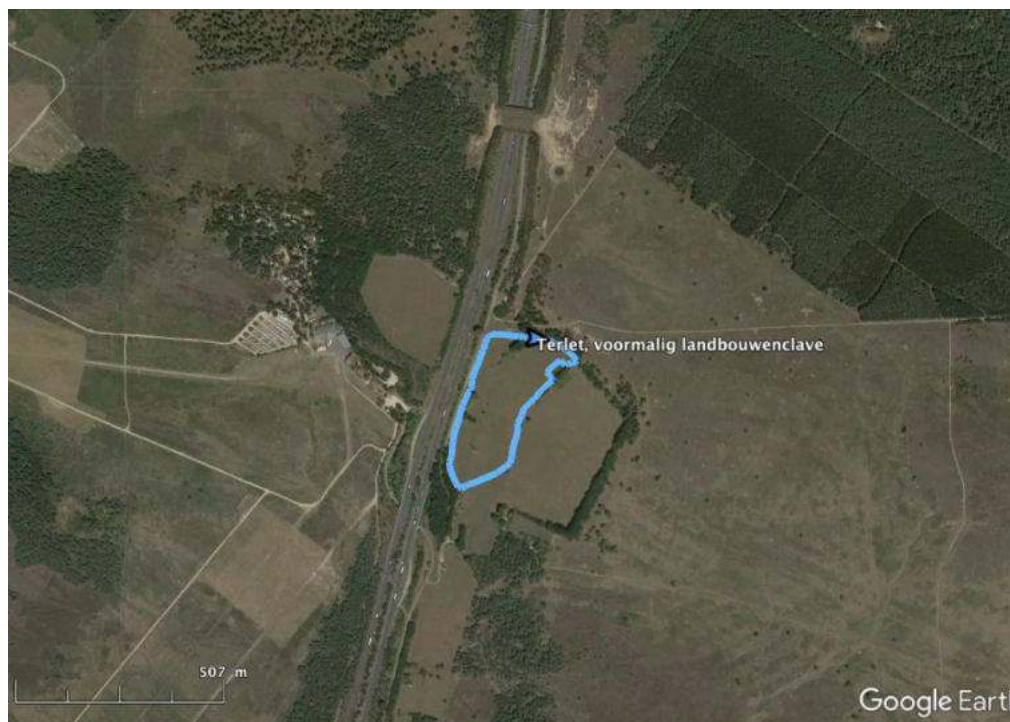
Totaal beoordeling van Kekerdome (Millingerwaard)

In tegenstelling tot de andere bemonsterde natuurgebieden langs de Rijn en Waal, bevat de bodem van de Millingerwaard bij Kekerdome weinig bestrijdingsmiddelen en aanzienlijk minder dioxinen en PCB's. In deze Waard is de kleilaag voor de baksteenindustrie afgegraven en daarmee is met grote waarschijnlijkheid ook een flink deel van de persistente stoffen zoals DDT, hexachloorbenzeen, hun metabolieten en PCB's en dioxinen verwijderd, die in andere uiterwaarden gevonden werden. Het dioxinegehalte van de bodem is ruim 16 maal lager dan bijvoorbeeld in Loowaard en het PCB gehalte 33 maal lager. Het aantal van deze stoffen is ook iets kleiner dan in Loowaard en bij Slot Loevenstein. In de bodem zijn 13 verschillende PCB's gevonden en 15 verschillende dioxines (zie tabel). De eventuele invloed van deze stoffen op de entomofauna is ons onbekend. Voor zover het verwaarloosbaar risiconiveau (VR) in droge bodem door het RIVM is vastgelegd, zijn de gevonden PCB gehalten in Kekerdome lager dan deze VR waarden (rvszoekstelsysteem.rivm.nl).

In de vegetatie werden vrij veel verschillende bestrijdingsmiddelen gevonden, waaronder de zeer giftige insecticide etofenprox. Etofenprox werd ook in het mestmonster gevonden. In de EU is deze stof uitsluitend

als houtconserveringsmiddel (biocide) toegelaten. De groeiregulator chloorprofam heeft een hoge dampspanning, daardoor vluchtig en verspreid zich over grote afstanden. De stoffen difenyl, difenylfenol en fenyfenol-2 zijn als gewasbeschermingsmiddel of biocide verboden, en komen evenals het repellent antrachinon mogelijk uit de industrie en/of verkeer. Zowel de vegetatie als de mest bevatten stoffen die voor de entomofauna negatieve effecten zullen hebben. Vergelijking van de gemeten waarden in de vegetatie met de JG-MKN of MTR voor oppervlaktewater maakt het aannemelijk is dat de gevonden waarden een effect op het ecosysteem kunnen hebben (zie bijlage 4). Dit betekent dat de geschiktheid van dit natuurgebied voor een gezonde entomofauna twijfelachtig is. Dit wordt bevestigd door in dit gebied vrij lage aantallen gevonden kevers en larven in de verse en oude rundermest van resp. 10 en 23 kevers per kg mest. De grootste bijdrage aan de toxiciteit van de vegetatie wordt mogelijk geleverd door etofenprox, zowel voor vegetatie als voor mest.

3) Terlet, voormalige landbouwenclave



Bijlage 7 Figuur 3. De bemonsterde locatie van de voormalige landbouwenclave Terlet

Het bemonsterde natuurgebied bij Terlet wordt door runderen intensief begraasd. Het gebied ligt parallel aan de A50, nabij het wildviaduct. Het bemonsterde gebied is voormalig bouwland met een zanderige bodem. De voornaamste begroeiing bestaat uit grassen, Jacobskruiskruid en schapenzuring. De paden in het gebied zijn toegankelijk voor personen en er zijn sporen van wilde zwijnen.

Datum monsternamen: 26.09.2019

Gebiedscode: TL-26/9

Coördinaten middelpunt van monsterlocatie: N52°04306, E005°77327

Voor de chemische analyse, de kever- en larventelling is een oppervlakte van 6 hectare bemonsterd. Voor de chemische analyse zijn monsters genomen van:

- bodem
- vegetatie: 90% grassen (dood en levend), 10% schapenzuring en Jacobskruiskruid
- verse mest

Voor de kever- en larventelling is een monster van verse en van oude mest genomen. Er is geen watermonster genomen.

Resultaten

Bodem

Het totale gehalte van de bestrijdingsmiddelen, biociden en metabolieten in de bodem was 9,9 microgram/kg droge stof ($\mu\text{g/kg ds}$). Vergeleken met het gehalte van de andere onderzochte bodems is dit gehalte laag (21% van het gemiddelde). Het hoogste gehalte had de repellent antrachinon, een stof die in de landbouw verboden is. De stof kan vrijkomen in verbrandingsmotoren (verkeer) en wordt in de industrie toegepast.

Vegetatie

In de vegetatie werden 6 verschillende stoffen met een totaal gehalte van 51,1 $\mu\text{g/kg ds}$ gevonden. Het hoogste gehalte had difenyl (42,1 $\mu\text{g/kg ds}$). Er werden twee stoffen met een insecticide werking gevonden, difenylamine en etofenprox in gehalten van resp. 2 $\mu\text{g/kg DS}$ en 1 $\mu\text{g/kg ds}$.

Mest

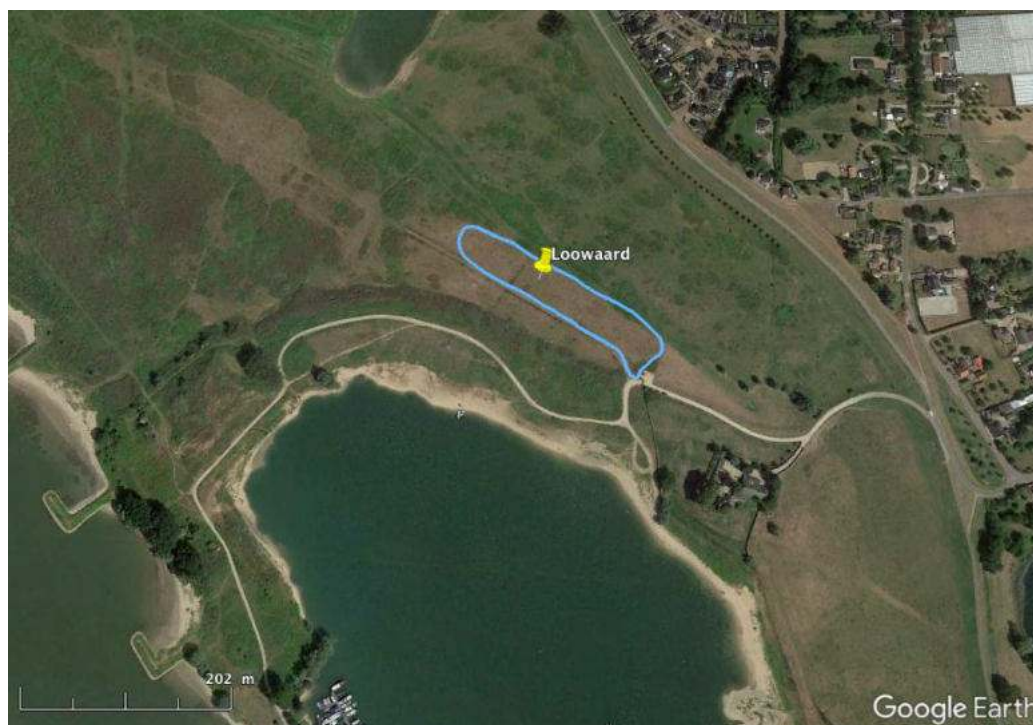
Ook in de mest werd difenylamine en de zeer sterk werkende insecticide etofenprox gevonden. In totaal werden in de mest 4 verschillende stoffen gevonden met een totaalgehalte van 10,4 $\mu\text{g/kg ds}$. Dit is de helft van het gemiddelde gehalte van in deze studie onderzochte mestmonsters. Het hoogste gehalte had etofenprox.

Terlet-26/9/19	Bodem	Vegetatie	Mest
Stof	$\mu\text{g/kg DS}$	$\mu\text{g/kg DS}$	$\mu\text{g/kg DS}$
Difenyyl	1,6	42,1	1,04
Fenylfenol-2		1,0	
Difenylamine		2,0	1,4
Chloorprofam	0,7	1,0	
Antrachinon	7,6	4,0	1,9
Etofenprox		1,0	2,0
Totaal $\mu\text{g/kg DS}$	9,90	51,1	10,4
Insecticiden $\mu\text{g/kg DS}$	0	3,0	3,43
Fungiciden $\mu\text{g/kg DS}$	3,2	43,11	5,0
Herbiciden $\mu\text{g/kg DS}$	0	1,0	0
Repellent $\mu\text{g/kg DS}$	3,8	4,0	1,92
Totaal aantal stoffen	2	6	4
Droge stof (DS) %	88,5%	23,3	20,8
Aantal kevers en larven per kg verse mest			25,1
Aantal kevers en larven per kg oude mest			0,5

Totaal beoordeling van Nieuw Reemst

De bodem van het bemonsterde terrein bevat weinig stoffen in lage gehalten. In de vegetatie werden daarentegen vrij veel verschillende stoffen gevonden, waaronder het zeer giftige insecticide etofenprox. Etofenprox werd ook in het mestmonster gevonden. In de EU is deze stof uitsluitend als houtconserveringsmiddel (biocide) toegelaten. De groeiregulator chloorprofam heeft een hoge dampspanning, en is daardoor vluchtig en verspreid zich over grote afstanden. De stoffen met fungicide werking, difenyl, difenylfenol en fenylfenol-2 zijn als gewasbeschermingsmiddel of biocide verboden, en komen evenals de repellent antrachinon mogelijk uit de industrie en/of verkeer. Zowel de vegetatie als de mest bevatten stoffen die voor de entomofauna negatieve effecten zullen hebben. In de oude mest was het aantal larven en kevers zeer laag (0,5/kg), in de verse mest was het aantal aanwezige kevers en larven matig (25,1/kg). Vergelijking van de gemeten waarden in de vegetatie en mest met de JG-MKN of MTR voor water maakt het aannemelijk is dat de gevonden waarden een effect op het ecosysteem kunnen hebben. Vooral de aanwezigheid van etofenprox lijkt een slecht voorteken. Dit betekent dat de geschiktheid van dit natuurgebied voor een gezonde entomofauna twijfelachtig is.

4) Loowaard, bij Duiven



Bijlage 7, Figuur 4. De bemonsterde locatie Loowaard

Het bemonsterde natuurgebied Loowaard wordt door Galloway-runderen en Konik paarden begraasd. De bodem van het bemonsterde gebied bestaat uit klei.. De voornaamste begroeiing bestaat uit grassen, brandnetel, ooievaarsbek, cichorei, boerenwormkruid en vrij veel smalle weegbree. Het gebied is toegankelijk voor personen en honden.

Datum monstername: 01.10.2019

Gebiedscode: LW- 1/10

Coördinaten middelpunt van monsterlocatie: N51°92436", E005.986250

Voor de chemische analyse, de kever- en larventelling is een oppervlakte van 0,91 hectare bemonsterd. Voor de chemische analyse zijn monsters genomen van:

- bodem
- vegetatie: 90% gras, 10% kruiden: brandnetel, ooievaarsbek, cichorei, boerenwormkruid en smalle weegbree
- verse mest
- watermonster van een meer. dat niet met het Pannerdens Kanaal in verbinding staat

Voor de kever- en larventelling is een monster van verse en van oude mest genomen.

Resultaten

Bodem

In de bodem werden in totaal 10 verschillende stoffen met een totaal gehalte van 102,1 microgram per kg droge stof ($\mu\text{g/kg ds}$) en daarmee 2 maal hoger dan het gemiddelde van de andere in deze studie onderzochte bodems. Het gehalte van antrachinon ($51,9 \mu\text{g/kg ds}$) omvatte de helft van het totale gehalte. Opvallend is het relatief hoge gehalte van persistente organische chloorverbindingen, in totaal $15,5 \mu\text{g/kg ds}$. Van deze verbindingen hebben DDT en metabolieten een insecticide werking, en penta- en hexachloorbenzeen een fungicide werking. Alle genoemde gechloreerde koolwaterstoffen zijn ook toxisch voor zeer veel verschillende organismen, waaronder mensen. Naast bestrijdingsmiddelen bevat deze grond ook grote aantallen en hoge gehalten PCB's en dioxinen. In de bodem zijn 18 verschillende PCB's gevonden en 17 verschillende dioxines. De effecten van die stoffen op de entomofauna zijn niet onderzocht, maar het is aannemelijk dat ook zij

negatieve invloed hebben. De gevonden PCB gehalten overschrijden het verwaarloosbaar risiconiveau VR (in droog sediment) van het RIVM (rvszoeksysteem.rivm.nl). In het algemeen wordt er vanuit gegaan dat deze stoffen niet door de vegetatie worden opgenomen. Hierbij dient te worden vermeld dat VR waarden nooit zijn bedoeld om de entomofauna te beschermen.

Vegetatie

In de vegetatie werden geen organische chloorverbindingen aangetoond. In totaal werden in de vegetatie 8 verschillende stoffen met een totaal gehalte van 77,2 µg/kg ds aangetoond. Het gehalte is 1,4 maal hoger dan het gemiddelde van de andere in deze studie onderzochte vegetatiemonsters. Het fungicide difenyl had het hoogste gehalte (47,4 µg/kg ds). In de vegetatie werden de zeer sterk werkende insecticiden permethrin-cis en permethrin-trans met een totaal gehalte van 8,8 µg/kg ds aangetoond.

Mest

in de mest werden de stoffen difenyl, antrachinon en difenylamine gevonden. Het totaal gehalte was met 8,3 µg/kg ds vrij laag (44% van het gemiddelde gehalte van de andere in deze studie onderzochte mestmonsters)

Water

Alle geteste stoffen waren onder de "limit of quantification" van 0,05 µg/liter.

Loowaard-1/10/19	Bodem	Vegetatie	Mest
Stof	µg/kg DS	µg/kg DS	µg/kg DS
Difenyyl	19,4	47,4	5
1,4-dimethylnaftaleen	7,0		
Antrachinon	51,9	6,0	2,6
Chloorprofam	0,7	4,0	
Difenoconazool		1,0	
Difenylamine	6,9	7,0	0,7
Fludioxonil		3,0	
Hexachloorbenzeen	9,0		
p,p'-DDD + o,p'-DDT	2,1		
p,p'-DDE	2,4		
Pentachlooraniline	0,7		
Pentachloorbenzeen	2,0		
Permethrin-cis		3,8	
Permethrin-cis		5,0	
Totaal µg/kg DS	102,1	77,2	8,3
Insecticiden µg/kg DS	14,16	15,80	0,71
Fungiciden µg/kg DS	28,35	51,37	5,0
Herbiciden µg/kg DS	7,67	4,00	0
Repellent µg/kg DS	51,91	6,0	2,56
Totaal aantal stoffen	10	8	3
Droge stof (DS) %	75,1	44,2	16,3
Aantal kevers en larven per kg verse mest			3,7
Aantal kevers en larven per kg oude mest			124,2

Categorie stof Loowaard-1/10/19	Aantal gevonden verschillende verbindingen	Totale hoeveelheid (microgram per kg grond)
PCB's	18	23,2
Dioxines	17	2,8

Totaal beoordeling van Loowaard

In alle drie matrices werden difenyl, antrachinon en difenylamine gevonden. De bron van het in de bodem gevonden hoog gehalte van antrachinon is onbekend. De stoffen antrachinon, difenyl en difenylamine zijn niet meer als gewasbeschermingsmiddel of biocide toegelaten, worden echter in bijna alle monsters ook uit ander gebieden in variërende concentraties gevonden. Het middel difenylamine heeft in de EU geen toelating als bestrijdingsmiddel, maar vond een toepassing als o.a. fungicide, insecticide, groeiregulator, conserveringsmiddel van fruit en groenten, en in de industrie. Het fungicide difenyl (bifenyl) wordt ook in de industrie gebruikt, kan bij verbranding vrijkomen van fossiele brandstoffen en komt in de natuur in

steenkoolteer, minerale olie en kolen voor. Anthrachinon werd in het verleden als vogelafweermiddel gebruikt. Anthrachinon isomeren worden in de papier- en textielindustrie gebruikt en komen bij verbrandingsprocessen (vooral van diesel en benzine) vrij.

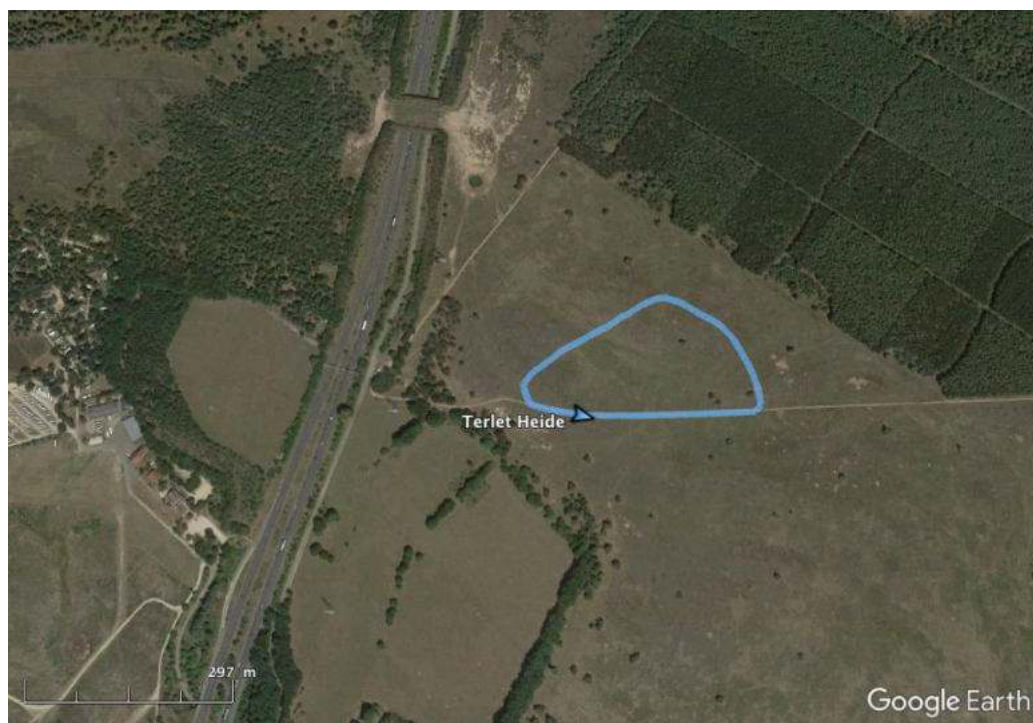
De in bodem gevonden zeer persistente DDT en metabolieten, penta- en hexachloorbenzeen en pentachlooraniline stammen met een grote waarschijnlijkheid uit historisch gebruik of zitten door overstroming met vervuild rivierwater in de grond.

5 van de 8 stoffen die in de vegetatie werden gevonden, komen met een grote waarschijnlijkheid uit de landbouw. Op het moment van monsternamen waren het herbicide en kiemremmer chloorprofam, de fungiciden fludioxonil en difenoconazool als gewasbeschermingsmiddel toegelaten.

De bron van het biocide permethrin, dat een zeer sterke insecticide werking heeft, zou mogelijk van behandelde dieren afkomstig kunnen zijn. Permethrin wordt zowel als diergeneesmiddel als tegen insectenplagen toegepast. Bij de monsternamen van de vlaaien werd geobserveerd, dat er vlaaien met een zeer lage en met een hoge kever- en larvenbezetting waren. Dit zou er op kunnen duiden dat enkele dieren met permethrin behandeld waren. In de mest werd de stof niet aangetoond; mogelijk doordat de stof in metabolieten omgezet was of de stof werd voornamelijk via de urine uitgescheiden.

Zowel de bodem als de vegetatie bevatten stoffen die voor de entomofauna negatieve effecten zullen hebben. In de oude mest was een goed aantal kevers en larven aanwezig, in de verse mest werden echter zeer weinig kevers of larven gevonden. Vergelijking van de gemeten waarden in de bodem met de VR-waarden geeft aan dat deze bodems niet aan die norm voldoen. Als de gevonden waarden in de vegetatie met de JG-MKN of MTR voor oppervlaktewater worden vergeleken, lijkt het aannemelijk dat de gevonden waarden een effect op het ecosysteem kunnen hebben (zie bijlage 4). Dit betekent dat de geschiktheid van dit natuurgebied voor een gezonde entomofauna twijfelachtig is. Dit wordt bevestigd door de zeer lage aantallen gevonden kevers en larven in de verse rundermest in dit gebied. Voor verdere maatregelen om de insecten te beschermen is het gewenst de bron van permethrin te vinden. De belasting met gechlloreerde koolwaterstoffen kan een probleem blijven, tenzij de bodem wordt afgegraven. De gehalten van dioxines in PCB's in de bodem zijn zelfs nog iets hoger dan bij Slot Loevestein. Daarom is het logisch dat het vee ook hier verhoogde concentraties van die stoffen in het lichaam zal ophopen.

5) Terlet Heide



Bijlage 7, Figuur 5. De bemonsterde locatie Terlet heide ten oosten van de A50

Het bemonsterde natuurgebied bij Terlet wordt door Schotse Hooglanders begraasd. Het gebied ligt parallel aan de A50, nabij het wildviaduct. De bodem is zanderig met op de top circa 3 cm humus. Het bemonsterde gebied heeft een zeer open vegetatie. De begroeiing bestaat uit struikheide, pijpenstrootje, dopheide, bosbes en opslag van grove den. De paden in het gebied zijn toegankelijk voor het publiek.

Datum monsternamen: 01.10.2019

Gebiedscode: TL-1/10

Coördinaten middelpunt van monsterlocatie: N52°06'19.44", E005°9'48.167"

Voor de chemische analyse, de kever- en larventelling is een oppervlakte van 4,8 hectare bemonsterd. Voor de chemische analyse zijn monsters genomen van:

- bodem
- vegetatie: 80% pijpenstrootje, 20% afgegraasde heide
- verse mest
- water van een klein kunstmatig poeltje

Voor de kever- en larventelling is een monster van verse en van oude mest genomen.

Resultaten

Bodem

In totaal werden in de bodem 3 verschillende stoffen met een totale gehalte van 8,56 microgram/kg droge stof ($\mu\text{g/kg ds}$) gevonden. Het hoogste gehalte had het fungicide difenyl. Vergeleken met de andere gebieden in deze studie, is het gehalte laag (18% van het gemiddelde)

Vegetatie

In de vegetatie werden 5 stoffen aangetroffen. Difenyl was aanwezig, maar door storende stoffen niet kwantificeerbaar. Er werden drie stoffen gevonden die als gewasbeschermingsmiddel zijn toegelaten: het herbicide en groeiregulator chloorprofam, het fungicide fludioxonil en de metaboliet fthalimide van het fungicide folpet.

Mest

In de mest werden 4 verschillende stoffen gevonden meteen totaal gehalte van 22,85 µg/kg ds. Het hoogste gehalte had difenyl 12,0 µg/kg. In de mest werden 2 stoffen met insecticide werking gevonden: difenylamine en het houtconserveringsmiddel etofenprox.

Water

Alle geteste stoffen waren onder de "limit of quantification" van 0,05 µg/liter.

Terlet-1/10/19 (heide)	Bodem	Vegetatie	Mest
Stof	µg/kg DS	µg/kg DS	µg/kg DS
Difenyl	4,8	Kwalitatief aangetoond	12,0
Antrachinon	3,1	1,8	2,6
Chloorprofam	0,7	1,7	
Difenylamine			4,3
Etofenprox			4,0
Fludioxonil		1,5	
Fthalimide (afbr. Folpet)		2,9	
Totaal µg/kg DS	8,56	7,84	22,85
Insecticiden µg/kg DS	0	0	8,29
Fungiciden µg/kg DS	4,84	Kwalitatief aangetoond	12,0
Herbiciden µg/kg DS	0,67	1,67	0
Repellent µg/kg DS	3,1	1,8	2,6
Totaal aantal stoffen	3	5	4
Droge stof (DS) %	81,6%	54,3%	22,8
Aantal kevers en larven per kg verse mest			157
Aantal kevers en larven per kg oude mest			0,5

Totaal beoordeling van Terlet-Heide

In vergelijking met andere onderzochte begraasde natuurgebieden, is de bodem en vegetatie van dit terrein niet sterk vervuild met bestrijdingsmiddelen of biociden. Wel zijn in de vegetatie sporen van bestrijdingsmiddelen gevonden, die in de landbouw worden toegepast. In de mest werd het zeer stek werkende insecticide etofenprox gevonden. Dit middel is in de EU als biocide voor houtconservering toegelaten. Desondanks werden in de verse mest 155 kevers/kg en 2 larven/kg geteld. Mogelijk heeft etofenprox een negatief effect op de voortplanting of op de ontwikkeling van de eitjes. In de oude mest werd namelijk slechtst 0,5 larve per kg mest gevonden. Vergelijking van de gemeten waarden in de vegetatie met de JG-MKN of MTR voor oppervlaktewater maakt het aannemelijk is dat de gevonden waarde van etofenprox een effect op het ecosysteem kan hebben (zie bijlage 4). Dit betekent dat de geschiktheid van dit natuurgebied voor een gezonde entomofauna twijfelachtig is.

6) Slot Loevestein



Bijlage 7, Figuur 6. De bemonsterde locatie Slot Loevestein

Het Slot Loevestein is gelegen aan de Merwede/Waal. Het omliggende natuurgebied wordt begraasd door Rode Geuzen runderen en Konik paarden. Het gebied is toegankelijk voor het publiek en voor (aangelijnde) honden. Het bemonsterde gebied omvatte 3 hectare kleigrond, gelegen nabij het slot. Het gebied bestaat uit kruidenrijk weiland met grassen, smalle weegbree, duizendblad, boerenwormkruid, brandnetels en wilgenbomen.

Het werd in de loop van 2020 bekend dat het vlees van de runderen in dit gebied besmet is met dioxines en PCB's. Daarom zijn ook die stoffen in de bodem geanalyseerd. De gevonden gehalten van verschillende PCB's overschrijden het verwaarloosbare risiconiveau VR (in droog sediment) van het RIVM (rvszoeksysteem.rivm.nl).

Datum monsternamen: 02.10.2019

Gebiedscode: SL- 2/10

Coördinaten middelpunt van monsterlocatie: N51°817729, E5.016879

Voor de chemische analyse, de kever- en larventelling is een oppervlakte van 3 hectare bemonsterd. Voor de chemische analyse zijn monsters genomen van:

- bodem
- vegetatie: 70% gras, 30% kruiden: smalle weegbree, duizendblad, boerenwormkruid, brandnetels.
- verse mest
- watermonster van de Merwede

Voor de kever- en larventelling is een monster van verse en van oude mest genomen.

Resultaten

Bodem

In de bodem werden 10 verschillende stoffen gevonden, waarvan de helft persistente organische chloorverbindingen zoals DDT en metabolieten, penta- en hexachloorbenzeen. Het totaal gehalte van alle gevonden stoffen was 168,6 microgram per kg droge stof ($\mu\text{g/kg ds}$), waarvan 59,1 $\mu\text{g/kg ds}$ met insecticide

werking. Het repellent antrachinon had het hoogste gehalte 80,9 µg/kg ds, gevolgd door de insecticide p,p'-DDT (37,7 µg/kg ds) en het fungicide difenyl (21,0 µg/kg ds). Het totaal gevonden gehalte is in deze bodem bijna 4 maal hoger dan het gemiddelde van de andere in deze studie onderzochte bodems. In de bodem zijn 18 verschillende PCB's gevonden en 17 verschillende dioxines (zie tabel).

Vegetatie

In de vegetatie werden eveneens 10 verschillende stoffen gevonden, met een totaal gehalte van 90,1 µg/kg ds. Het gewichtsaandeel van difenyl was meer dan de helft (55,3 µg/kg ds). In de vegetatie werden geen organische chloorverbindingen gevonden. In totaal is het gehalte aan stoffen met fungicide werking 70,1 µg/kg ds. Het gevonden totaal gehalte is 1,6 maal hoger dan het gemiddelde gehalte van de vegetatie van andere in deze studie onderzochte gebieden.

Mest

in de mest werden 4 stoffen aangetroffen met een totaal gehalte van 26,6 µg/kg ds. Dit is iets meer dan het gemiddelde gehalte gevonden in de mest uit de andere bemonsterde gebieden van deze studie. Het hoogste gehalte had antrachinon (14,7 µg/kg ds). In de mest werden sporen van het persistente hexachloorbenzeen aangetroffen (1,5 µg/kg ds).

Water

Alle geteste stoffen waren onder de "limit of quantification" van 0,05 µg/liter.

Slot Loevestein SL-2/10/19	Bodem	Vegetatie	Mest
Stof	µg/kg DS	µg/kg DS	µg/kg DS
AMPA	0,29		
Antrachinon	80,9	5	14,7
Chloorprofam	0,7	5	
Difenoconazool		1,0	
Difenyl	21,0	55,3	9
Difenylamine	13,8	6	1,4
Fenylfenol-2		2	
FTHALIMIDE (afbr. Folpet)		11,8	
Hexachloorbenzeen	7,0		1,5
p,p'-DDD + o,p'-DDT	2,1		
p,p'-DDE	2,4		
p,p'-DDT	37,7		
Pendimethalin		1,0	
Pentachloorbenzeen	3,0		
Prosulfocarb		2,0	
Triallaat		1,0	
Totaal µg/kg DS	168,6	90,1	26,6
Insecticiden µg/kg DS	59,06	6,0	1,4
Fungiciden µg/kg DS	27,97	70,07	10,5
Herbiciden µg/kg DS	0,96	9,0	0
Repellent µg/kg DS	80,92	5,0	14,7
Totaal aantal	10	10	4
Droge stof (DS) %	81,5	27,4	17,4
Aantal kevers en larven per kg verse mest			112
Aantal kevers en larven per kg oude mest			174

Categorie stof	Aantal gevonden verschillende verbindingen	Totale hoeveelheid (microgram per kg grond)
Slot Loevestein SL-2/10/19		
PCB's	18	20,11
Dioxines	17	1,71

Totaal beoordeling van Slot Loevestein

De bodem van het bemonsterde gebied is duidelijk vervuild met reeds tientallen jaren verboden persistente organische chloorverbindingen, zoals het insecticide DDT en metabolieten en de fungiciden hexachloorbenzeen en pentachloorbezeen. Ook de vegetatie is duidelijk meer vervuild dan de vegetatie in andere natuurgebieden in Gelderland. Van de 10 in de bodem gevonden stoffen stammen 2 stoffen, herbicide en groeiregulator chloorprofam en AMPA (de metaboliet van glyfosaat) zeer waarschijnlijk uit recent agrarisch gebruik. Van de andere 8 stoffen zijn er 5 uit historisch gebruik of door overstrooming van vervuild rivierwater, en 3 omni-presente stoffen (difenyl, difenylamine en antrachinon). Deze drie stoffen zijn niet als gewasbeschermingsmiddel of biocide toegelaten, stammen waarschijnlijk uit het verkeer of industrieel gebruik. Ze werden in alle monsters gevonden. In de vegetatie stammen 7 van de 10 gevonden stoffen met een zeer grote waarschijnlijkheid uit de landbouw. De herbiciden chloorprofam, pendimethalin, prosulfocarb, trialaat waren op het tijdstip van monsternamen als gewasbeschermingsmiddel toegelaten, hebben een hoge dampdruk en verspreiden zich dientengevolge gemakkelijk in het milieu. Het fungicide folpet, waarvan de metaboliet fthalimide gevonden werd, wordt in de landbouw toegepast.

In de mest is het hoog gehalte van antrachinon en aanwezigheid van hexachloorbenzeen opvallend. Ondanks alle gevonden stoffen werden in de verse mest en in de oude mest resp. 112 kevers/kg en 174 kevers/kg geteld. In de twee mestmonsters was echter geen enkele larve aanwezig. Mogelijk overleven de kevers in de mest, maar is de voortplanting door in vegetatie en bodem gevonden stoffen volledig verstoord. Recent is in dit gebied het vlees door de NVWA afgekeurd voor menselijke consumptie, vanwege de hoge gehalten van PCB's en dioxines. Het is aannemelijk dat die stoffen door de koeien uit de bodem zijn opgenomen. De gevonden aantallen en hoeveelheden van deze stoffen laten net als de overige resultaten zien dat deze bodem zwaar vervuild is. Ook PCB's en dioxinen zullen niet bijdragen aan een gezonde entomofauna. De gevonden gehalten voldoen niet aan RIVM normen voor deze stoffen.

Vergelijking van de gemeten waarden in de bodem met de VR-waarden geeft aan dat deze bodem niet aan die norm voldoet, ook zonder daarbij dioxines en PCB's te betrekken. De VR-waarde voor hexachloorbenzeen bedraagt slechts 0,05 microgram/kg en ligt dus 140 maal lager dan de gemeten concentratie. Als de gevonden waarden in de vegetatie met de JG-MKN of MTR voor oppervlaktewater (zie bijlage 4) worden vergeleken, lijkt het aannemelijk dat ook die gevonden waarden een effect op het ecosysteem zouden kunnen hebben. Dit betekent dat de geschiktheid van dit natuurgebied voor een gezonde entomofauna zeer twijfelachtig is.

7) Brakelse Benedenwaard



Bijlage 7, Figuur 7. De locatie Brakelse Benedenwaard

De Brakelse Benedenwaard wordt door regulier jong melkvee, pinken, begraasd. Het gebied ligt dicht bij de Merwede. De bodem bestaat uit klei en wat zand. Het bemonsterde gebied heeft een open vegetatie van gras, klaver, distels, smalle weegbree, equisetum, watermunt, duizendblad, kleien wilgjes. Het bemonsterde gebied is omheind.

Datum monsternamen: 02.10.2019

Gebiedscode: BB-2/10

Coördinaten middelpunt van monsterlocatie: N51°814906, E005°057676.

Voor de chemische analyse, de kever- en larventelling is een oppervlakte van 1,98 hectare bemonsterd. Voor de chemische analyse zijn monsters genomen van:

- bodem: klei en zand
- vegetatie: 60% gras, 40% kruiden
- verse mest

Voor de kever en larventelling is een monster van verse en van oude mest genomen.

Omdat dit gebied ook aan de Merwede grenst, is er geen watermonster genomen (zie Slot Loevestein)

Resultaten

Bodem

In totaal werden in de bodem 3 verschillende stoffen met een totale gehalte van 9,5 microgram/kg droge stof ($\mu\text{g/kg ds}$) gevonden. Het hoogste gehalte had het fungicide difenyl. Vergelijken met de andere gebieden in deze studie, is het gehalte laag (21% van het gemiddelde).

Vegetatie

In de vegetatie werden 7 stoffen aangetroffen met een totale gehalte van 49,9 $\mu\text{g/kg ds}$. Het hoogste gehalte werd bij het fungicide difenyl gevonden (28,9 $\mu\text{g/kg ds}$), gevolgd door fthalimide een omzettingsproduct van het fungicide folpet. De twee herbiciden, chloorprofam en pendimetalin waren in lage gehalten van resp. 4,0 $\mu\text{g/kg ds}$ en 1,0 $\mu\text{g/kg ds}$ aanwezig. Het totale gevonden gehalte is ongeveer gelijk aan het gemiddelde gehalte van de vegetatie van andere gebieden in deze studie

Mest

In de mest werden 4 stoffen gevonden met een totale gehalte van 12,9 µg/kg ds. Het hoogste gehalte werd bij het fungicide difenyl gevonden (8,0 µg/kg ds). Het totale gehalte is 64% van het gemiddelde gehalte van de onderzochte mest uit andere gebieden. Het zeer sterk werkende insecticide bifenthrin werd met een gehalte van 1,6 µg/kg ds gevonden.

Brakelse Benedenwaard BB-2/10/19	Bodem	Vegetatie	Mest
Stof	µg/kg DS	µg/kg DS	µg/kg DS
Antrachinon	2,3	3,0	2,6
Bifenthrin			1,6
Chloorprofam	0,7	4,0	
Difenyl	6,5	28,9	8
Difenylamine		4,0	0,7
Fenylfenol-2		1,0	
Fthalimide (afbr. Folpet)		7,1	
Pendimethalin		1,0	
Totaal µg/kg DS	9,5	49,0	12,9
Insecticiden µg/kg DS	0	4,0	2,26
Fungiciden µg/kg DS	27,97	37,03	8,0
Herbiciden µg/kg DS	0,67	5,0	0
Repellent µg/kg DS	2,3	3,0	2,56
Totaal aantal stoffen	3	7	4
Droge stof (DS) %	80,7%	29,5	17,7
Aantal kevers en larven per kg verse mest			3,4
Aantal kevers en larven per kg oude mest			4,7

Totaal beoordeling van Brakelse Benedenwaard

In vergelijking met de andere in deze studie onderzochte gebieden is de bodem van de Brakelse Benedenwaard vrij schoon. De drie stoffen, difenyl, antrachinon en difenylamine zijn in de bodem, vegetatie en mest in matige concentraties gevonden. Deze drie ubiquitaire stoffen zijn niet als gewasbeschermingsmiddel of biocide toegelaten en komen waarschijnlijk uit het verkeer of de industrie. De mest bevat weinig stoffen en in lage concentraties. Wel is het voor insecten zeer giftige bifenthrin gevonden. Bifenthrin is in de EU alleen als houtconserveringsmiddel (als biocide) voor professioneel gebruik toegelaten. In de vegetatie werden de vluchtige herbiciden chloorprofam en pendimethalin, en de metaboliet fthalimide van het fungicide folpet gevonden die met een grote waarschijnlijkheid uit de landbouw stammen.

In de verse mest werden 4 kevers/kg en in de oude mest 0,9 kevers en 3,8 larven/kg geteld. Mogelijk worden mestkevers niet aangetrokken door een bifenthrin bevattende mest en is eveneens de voortplanting verstoord. Vergelijking van de gemeten waarden in de bodem met de VR-waarden geeft aan dat deze bodem relatief schoon is, wat kan samenhangen met het feit dat deze gronden zijn afgegraven bij de inrichting van het gebied. Als de gevonden waarden in de vegetatie en mest met de JG-MKN of MTR voor oppervlaktewater (zie bijlage 4) worden vergeleken, lijkt het aannemelijk dat de gevonden waarden een effect op het ecosysteem zouden kunnen hebben. Vooral bifenthrin is een extreem sterk insecticide. Het is onbekend waar het vandaan komt, aangezien het niet in het gras werd aangetroffen. Mogelijk zit de stof ook in veterinaire medicijnen, die de dieren hebben gekregen.

Vergeleken met andere onderzochte gebieden zijn de gevonden concentraties bestrijdingsmiddelen niet extreem hoog, maar of dit natuurgebied geschikt is voor een gezonde entomofauna is zeer twijfelachtig. Dit wordt bevestigd door de zeer lage aantallen gevonden kevers en larven.

8) Kaliwaal



Bijlage 7, Figuur 8. De locatie Kaliwaal

Het bemonsterde gebied Kaliwaal is een buitendijks gebied bij Boven-Leeuwen. Volgens een informatiebord, is een onderdeel van de natuurontwikkeling in dit gebied het opvullen van de voormalige zandwinplas Kaliwaal met baggerspecie, waarbij het als natuurgebied wordt ingericht.

Het gebied is sterk begroeid met gras, watermunt, guldenroede, perzikkruid, varkensgras, zilverschoon en wilgen. De bodem bestaat uit klei met overgangen naar zand. Het gebied wordt door Taurossen begraasd en is voor het publiek en aangelijnde honden toegankelijk. Voor dit onderzoek werd 0,6 hectare bemonsterd.

Datum monsternamen: 03.10.2019

Gebiedscode: KW- 3/10

Coördinaten middelpunt van monsterlocatie: N51.890493° , E5.538941°

Voor de chemische analyse, de kever- en larventelling is een oppervlakte van 0,6 hectare bemonsterd. Voor de chemische analyse zijn monsters genomen van:

- bodem
- vegetatie: 50% gras, 10% zilverschoon, 10% wilgen, 20% diverse kruiden: smalle weegbree, wilgenroosje, vergeet-mij-niet
- verse mest
- watermonster van de Waal

Voor de kever en larventelling is een monster van verse en van oude mest genomen.

Resultaten

Bodem

In de bodem werden in totaal 9 verschillende stoffen met een totaal gehalte van 46,07 microgram per kg droge stof ($\mu\text{g/kg ds}$). Het totale gehalte is gelijk aan het gemiddelde gehalte van de andere in deze studie onderzochte bodems. Het hoogste gehalte had de repellent antrachinon ($17,6 \mu\text{g/kg ds}$), gevolgd door AMPA, een omzettingsproduct van glyfosaat. Opvallend is het relatief hoog gehalte van persistente organische

chloorverbindingen, in totaal 9,8 µg/kg ds. Van deze verbindingen hebben DDT en de metabolieten (DDE, DDD) een insecticide werking. Penta- en hexachloorbenzeen hebben een fungicide werking.

Vegetatie

In de vegetatie werden in totaal 12 verschillende stoffen met een totaal gehalte van 110,7 µg/kg ds gevonden. Het totale gehalte is twee maal hoger dan het gemiddelde gehalte van de andere in deze studie onderzochte vegetaties. Het hoogste gehalte had het fungicide difenyl (50,0 µg/kg ds), gevolgd door de metaboliet fthalimide van het fungicide folpet, met 14,0 µg/kg ds.

In de vegetatie werden de sterk werkende insecticiden permethrin-cis en permethrin-trans met een totaal gehalte van 17,6 µg/kg ds gevonden.

Mest

Vergeleken met de bodem en vegetatie van dit gebied, is de mest redelijk schoon. In totaal werden in de mest 4 verschillende stoffen met een totale gehalte van 19,9 µg/kg ds gevonden. Dit komt overeen met het gemiddelde gehalte van de andere onderzochte mestmonsters in deze studie.

Water

Alle geteste stoffen waren onder de "limit of quantification" van 0,05 µg/liter.

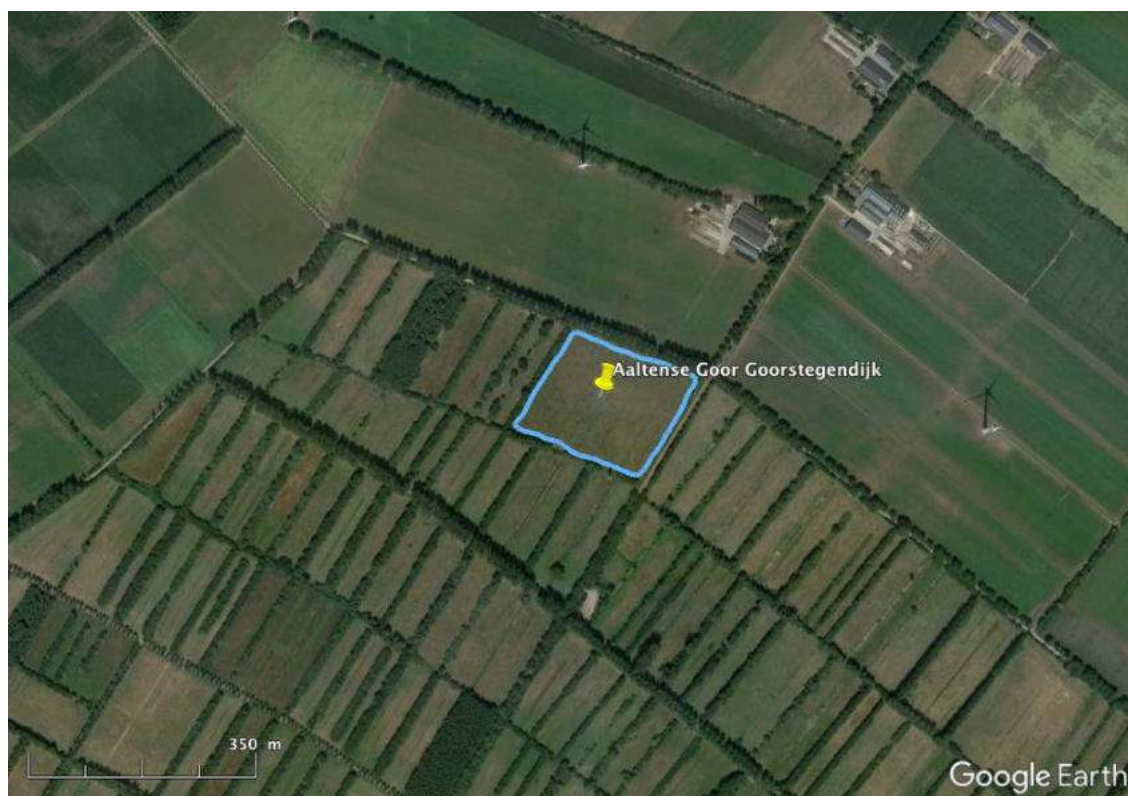
Kaliwaal KW-3/10/19	Bodem	Vegetatie	Mest
Stof	µg/kg DS	µg/kg DS	µg/kg DS
AMPA	7,88		
Antrachinon	17,6	10,0	8,0
Chloorprofam	0,7	4,1	3,0
Difenyl	6,0	50,0	
Difenylamine	4,0	9,0	2,0
Difenoconazool		1,0	
Fthalimide		14,0	6,0
Fenylfenol-2		2,0	
Fludioxonil		1,0	
Flurprimidol		1,0	
Hexachloorbenzeen	7,1		
Pentachloorbenzeen	1,5		
Permethrin-cis		13,0	
Permethrin-trans		4,6	
p,p'-DDE	0,6		
p,p'-DDD + o,p'-DDT	0,6		
Triallaat		1,0	
Totaal µg/kg DS	46,07	110,7	19,0
Insecticiden µg/kg DS	6,70	26,58	2,0
Fungiciden µg/kg DS	13,14	68,0	6,0
Herbiciden µg/kg DS	8,61	6,13	3,0
Repellent µg/kg DS	17,61	10,0	8,0
Totaal aantal stoffen	9	12	4
Droge stof (DS) %	79,1%	21,5%	16,9%
Aantal kevers en larven per kg verse mest			2,7
Aantal kevers en larven per kg oude mest			8,6

Totaal beoordeling van Kaliwaal

In de bodem van Kaliwaal werden persistente organische chloorverbindingen aangetroffen, die uit historisch gebruik stammen of door overstrooming met vervuild water in de bodem zijn gekomen. De repellent antrachinon, het fungicide difenyl en difenylamine een stof met zowel insecticide als fungicide werking, werden in alle drie typen monsters gevonden. Deze drie alomtegenwoordige stoffen zijn niet als gewasbeschermingsmiddel of biocide toegelaten en komen waarschijnlijk uit het verkeer of de industrie. De bron van in de bodem gevonden AMPA en chloorprofam is met een grote waarschijnlijkheid de landbouw. Chloorprofam werd eveneens in de mest en in de vegetatie gevonden.

In de vegetatie zijn 8 van de 12 stoffen, inclusief AMPA (metabool van glyphosaat), fthalimide (metabool van folpet) op het moment van monsternamen in de landbouw als gewasbeschermingsmiddel toegelaten. Het insecticide permethrin, dat meestal als een mengsel van cis- en trans permethrin op de markt komt, wordt o.a. in de veehouderij als biocide of geneesmiddel toegepast. In dit onderzoek konden wij de bron van dit insecticide niet traceren. Op basis van deze analyses blijkt dat in Kaliwaal de bodem vrij sterk vervuild is met persistente organische chloorverbindingen die in het verleden werden toegepast; de vegetatie is met vele verschillende stoffen uit recent gebruik belast. Het is zeer aannemelijk dat deze vervuiling in de bodem en in de vegetatie een negatief effect op de entomofauna heeft. Dit werd bevestigd door de lage aantallen in mest gevonden kevers en larven: in verse mest 2,7 kevers per kg; in de oude mest 8 larven/kg en 0,7 kevers/kg mest. De grootste bijdrage aan de toxiciteit van de vegetatie zal komen van permethrin cis en trans. Dit betekent dat de geschiktheid van dit natuurgebied voor een gezonde entomofauna zeer twijfelachtig is.

9) Aaltense Goor, Goorstegendijk



Bijlage 7, Figuur 9. De locatie Aaltense Goor, Goorstegendijk

Het bemonsterde gebied in Aaltense Goor werd de laatste 15 jaren niet bemest en wordt als weiland gebruikt. Het terrein is afgerasterd en niet voor het publiek of honden toegankelijk. Het gebied wordt van mei-oktober door zwartbont en roodbonte pinken of droge koeien van een lokale boer beweide. Het vee krijgt geen krachtvoer en wordt soms in het voorjaar ontwormd. De overwegende vegetatie van het bemonsterde weiland is gras, met kruiden (ooievaarsbek, brandnetels, leeuwentand, paardenbloem, rode en witte klaver, ridderzuring, paarse dovenetel, boterbloem, zandraket, bramen). In het weiland groeiden verschillende soorten paddenstoelen (parasolzwam, stuifzwammen, weidechampignon). Het terrein is voor het publiek niet toegankelijk.

Datum monsternamen: 08.10.2019

Gebiedscode: AGG-8/10/19

Coördinaten middelpunt van monsterlocatie: N51.960083°, E006.538833°

Voor de chemische analyse, de kever- en larventelling is een oppervlakte van 4,35 hectare bemonsterd. Voor de chemische analyse zijn monsters genomen van:

- bodem: zand met wat humus
- vegetatie: 95% gras, 5% kruiden
- verse mest
- water uit een drinkbak met nippel, dat met grondwater uit circa 7 meter diepte wordt voorzien

Voor de kever en larventelling is een monster van verse en van oude mest genomen.

Resultaten

Bodem

In de bodem werden in totaal 2 verschillende stoffen met een totaal gehalte van 5,8 microgram per kg droge stof ($\mu\text{g/kg ds}$). Het totale gehalte is 13% van het gemiddelde gehalte van de andere in deze studie onderzochte bodems. Alleen de stoffen difenyl en antrachinon werden in lage gehalten aangetoond.

Vegetatie

In de vegetatie werden eveneens weinig stoffen (2), alleen de fungicide difenyl en fenylfenol-2 gevonden. Door storende stoffen kon echter het gehalte van difenyl niet worden bepaald.

Mest

In de mest werden 4 verschillende stoffen gevonden meteen totaal gehalte van 45,4 microgram per kg droge stof ($\mu\text{g/kg ds}$), waarvan het overgrote deel ($40,4 \mu\text{g/kg ds}$) difenyl is. Het totale gehalte is 2 maal hoger dan het gemiddelde gehalte van de andere in deze studie onderzochte mestmonsters

Water

In het water werd de insecticide permethrin met een gehalte van $0,033 \mu\text{g}$ per liter water gevonden. Het gehalte is lager dan de drinkwater norm van $0,1 \mu\text{g/l}$, maar 16,5 maal hoger dan de geldende ecologische norm voor oppervlaktewater van $0,002 \mu\text{g/l}$.

Aaltense Goor, Goorstegendijk, AGG-8/10/19	Bodem	Vegetatie	Mest	Water
Stof	$\mu\text{g/kg DS}$	$\mu\text{g/kg DS}$	$\mu\text{g/kg DS}$	$\mu\text{g/liter}$
Antrachinon	3		3,0	
Chloorprofam			1,0	
Difenyl	2,8	Kwalitatief aangetoond	40,4	
Difenylamine			1,0	
Fenylfenol-2		2,6		
Permethrin				0,033
Totaal $\mu\text{g/kg DS}$ (in laatste kolom $\mu\text{g/liter}$)	5,8	> 2,6	45,4	0,033
Insecticiden $\mu\text{g/kg DS}$ (in laatste kolom $\mu\text{g/liter}$)	0	0	1,0	0,033
Fungiciden $\mu\text{g/kg DS}$	2,78	>2,56	40,43	
Herbiciden $\mu\text{g/kg DS}$	0	0	1,0	
Repellent $\mu\text{g/kg DS}$	3	0	3,0	
Totaal aantal stoffen	2	2	4	
Droge stof (DS) %	79,1	52,5	29,9	
Aantal kevers en larven per kg verse mest			248,5	
Aantal kevers en larven per kg oude mest			108	

Totaal beoordeling van Aaltense Goor, Goorstegendijk

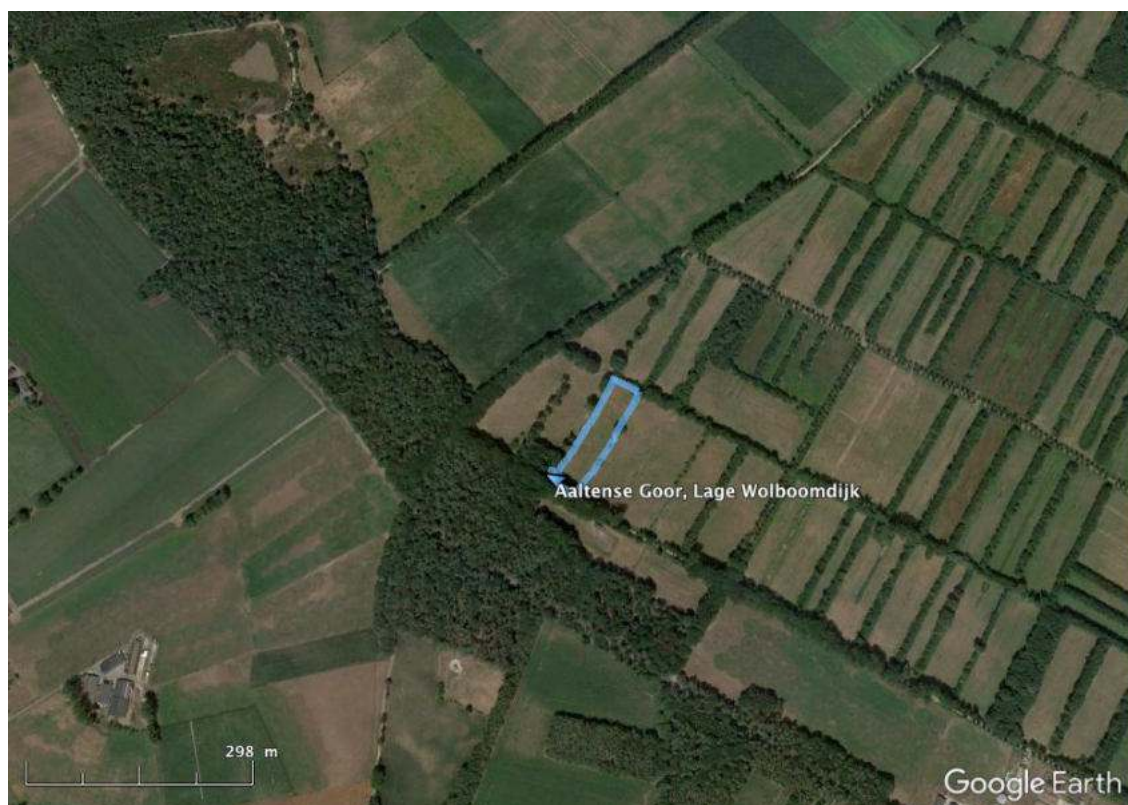
In vergelijking met de meeste andere in deze studie onderzochte begraasde natuurgebieden is de bodem en vegetatie van dit gebied tamelijk schoon. In bodem en mest werd een laag gehalte van de repellent antrachinon gevonden. In de mest werd van het fungicide difenyl een vrij hoog gehalte gevonden en in de vegetatie is het gehalte niet bekend. Deze twee ubiquitaire stoffen zijn niet als gewasbeschermingsmiddel of biocide toegelaten en komen waarschijnlijk uit het verkeer of de industrie. De in mest gevonden difenylamine is eveneens niet in de landbouw toegelaten. De stof heeft een werking als insecticide, fungicide en conserveringsmiddel, de bron van de stof is niet bekend. In de mest werden sporen van het herbicide en

groeiremmer chloorprofam gevonden. Deze stof was op het moment van monsternamen nog toegelaten. De stof is zeer vluchtig en verspreid zich in het milieu. Het sterkwerkende insecticide permethrin werd in het drinkwater gevonden. De stof is als biocide voor o.a. de behandeling van dieren tegen insecten toegelaten. De bron van het verontreinigde water zou het ondiepe grondwater kunnen zijn, of de dieren zelf die terwijl ze uit de drinkbak hebben gedronken, dit water hebben vervuild met hun oormerken. Er zijn verschillende oormerken in de handel die zijn behandeld met permethrin, om de overlast van vee door insecten te verminderen.

In de verse mest werd een goede bezetting van kevers vastgesteld: 248 kevers /kg mest. In de verse mest werden geen larven gevonden; In de oude mest werden 107 kevers/kg en 1,5 larve/kg mest geteld. Hiermee zijn de aantallen kevers in de verse en oude mest op een goed niveau, maar het aantal larven zeer laag.

Alleen in het drinkwater is het insecticide permethrin aangetroffen. Daardoor lijken de toxische eigenschappen van zowel mest als vegetatie relatief beperkt. Gezien het verontrustend laag aantal gevonden larven in de mest, betekent dit echter nog niet dat met de gevonden stoffen de voortplanting van insecten gewaarborgd is. Uiteraard zal van het in het drinkwater aanwezige permethrin ook een negatieve invloed uitgaan op de entomofauna. Als permethrin in het drinkwater van de dieren aanwezig was, is het mogelijk dat de stof ook in de mest heeft gezeten, maar mogelijk beneden de LOQ. Er is meer onderzoek nodig naar de invloed van deze in de veeteelt veel gebruikte stof op de voortplanting van de verschillende soorten aangetroffen kevers.

10) Aaltense Goor, Lage Wolboomdijk



Bijlage 7, Figuur 10. De locatie Aaltense Goor, Lage Wolboomdijk

Dit extensief beheerd gebied wordt begraaasd door 9 stuks 2-jarig overwegend roodbont jongvee. Het vee krijgt wekelijks 2 emmers krachtvoer. De vegetatie van het perceel bestaat uit gras met kruiden: brandnetels, muur, weegbree, boterbloem, ridderzuring, witte klaver, paardenbloem, hoornblad. In het weiland staan veel parasolzwammen. Het weiland is voor het publiek niet toegankelijk.

Datum monsternamen: 08.10.2019

Gebiedscode: AGLW-8/10

Coördinaten middelpunt van monsterlocatie: N51.955556°, E006.523028°

Voor de chemische analyse, de kever- en larventelling is een oppervlakte van 0,66 hectare bemonsterd. Voor de chemische analyse zijn monsters genomen van:

- bodem: humeus zand
- vegetatie: 90% gras, 10% kruiden
- verse mest
- water uit drinkbak van koeien, dat met ondiep grondwater wordt voorzien

Voor de kever en larventelling is een monster van verse en van oude mest genomen.

Resultaten

Bodem

In de bodem werden in totaal 2 verschillende stoffen, het fungicide difenyl en de repellent antrachinon, met een totaal gehalte van 5,8 microgram per kg droge stof ($\mu\text{g/kg DS}$). Het totale gehalte is 13% van het gemiddelde gehalte van de andere in deze studie onderzochte bodems.

Vegetatie

In de vegetatie werden 4 verschillende stoffen gevonden; door storende stoffen konden de gehalten van het fungicide difenyl en het insecticide cyenopyrafen niet bepaald worden. Het fungicide difenoconazool werd met een gehalte van 1,9 microgram per kg droge stof ($\mu\text{g/kg DS}$) gevonden.

Mest

In de mest werden 4 verschillende stoffen gevonden; door storende stoffen konden het gehalte van het insecticide Cyenopyrafen niet gemeten worden. De fungicide difenyl had een gehalte van 14,9 $\mu\text{g/kg DS}$. In de mest werden sporen van een omzettingsproduct van DDT gevonden

Water

In het water werd het herbicide linuron met een gehalte van 0,069 μg per liter water gevonden. Het gehalte is lager dan de drinkwaternorm van 0,1 $\mu\text{g/l}$, en ook lager dan de geldende ecologische norm voor oppervlaktewater van 0,17 $\mu\text{g/l}$.

Aaltense Goor, Lage Wolboomdijk, AGLW-8/10/19	Bodem	Vegetatie	Mest	Water
Stof	$\mu\text{g/kg DS}$	$\mu\text{g/kg DS}$	$\mu\text{g/kg DS}$	$\mu\text{g/liter}$
Antrachinon	3,0	2,0		
Cyenopyrafen		Kwalitatief aangetoond	Kwalitatief aangetoond	
Difenyl	2,8	Kwalitatief aangetoond	14,9	
Linuron				0,069
p,p'-DDE			1,0	
Tebuconazool		1,9		
Totaal $\mu\text{g/kg DS}$ (in laatste kolom $\mu\text{g/liter}$)	5,8	>3,9	15,9	0,069
Insecticiden $\mu\text{g/kg DS}$ (in laatste kolom $\mu\text{g/liter}$)	0	>1	1,0	0,069
Fungiciden $\mu\text{g/kg DS}$	2,0	>1,9	14,9	0
Herbiciden $\mu\text{g/kg DS}$	0	0	0	0
Repellent $\mu\text{g/kg DS}$	3,0	2,0	0	0
Totaal aantal stoffen	2	4	3	1
Droge stof (DS) %	82%	66,7%	37,4	
Aantal kevers en larven per kg verse mest			2112	
Aantal kevers en larven per kg oude mest			49	

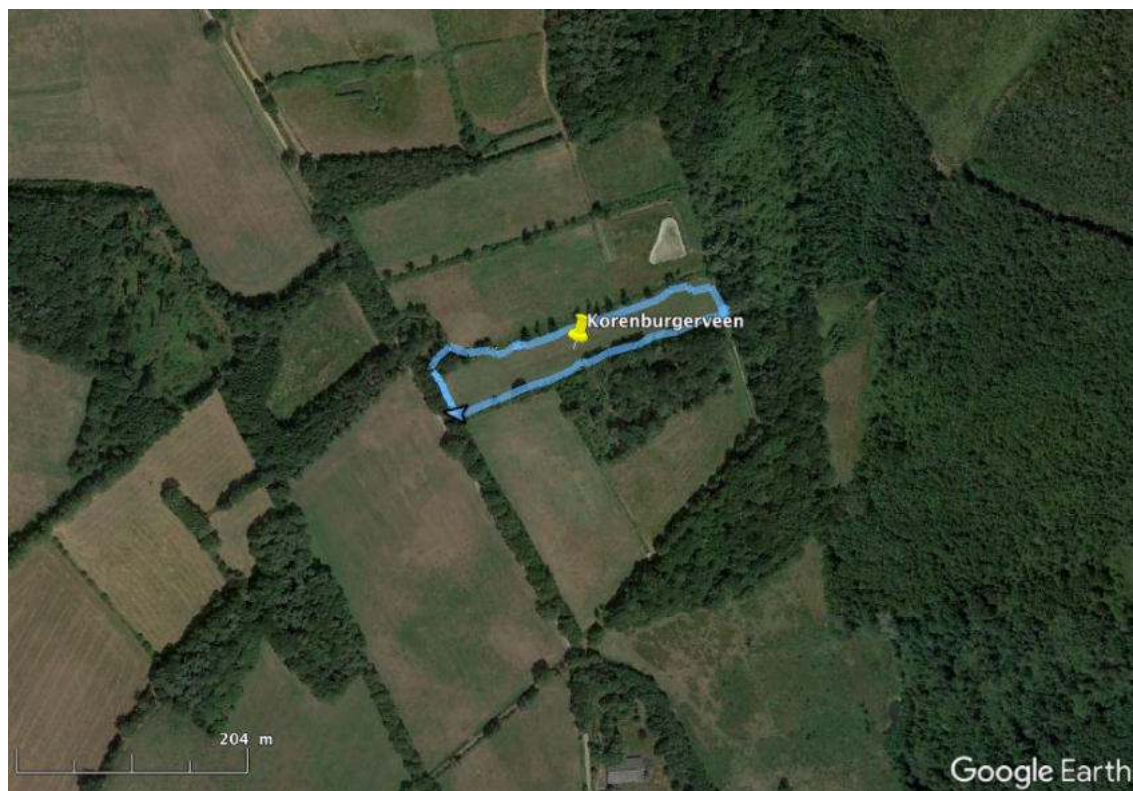
Totaal beoordeling van Aaltense Goor, Lage Wolboomdijk

In vergelijking met de meeste andere in deze studie onderzochte begraasde natuurgebieden is de bodem en vegetatie van dit gebied tamelijk schoon. Het gevonden gehalte van de repellent antrachinon in bodem en vegetatie was laag. Het fungicide difenyl werd in de bodem en mest in vrij lage gehalten gevonden; in de vegetatie was het gehalte van difenyl niet te meten. Deze twee ubiquitaire stoffen zijn niet als gewasbeschermingsmiddel of biocide toegelaten en komen waarschijnlijk uit het verkeer of de industrie. In de mest werden twee verboden stoffen met insecticide werking gevonden: sporen van een omzettingsproduct

van het zeer persistente DDT en van cyenopyrafen. Cyenopyrafen werd tevens in de vegetatie gevonden maar was door storende stoffen niet kwantificeerbaar. De stof heeft een werking als insecticide, is werkzaam tegen mijten en slakken. De stof is in de EU en in Nederland niet als gewasbeschermingsmiddel of biocide toegelaten. De bron van deze stof is niet bekend. Het is mogelijk dat de stof uit Oost-Azie is komen overwaaien, want alleen daar is de stof toegelaten.

Gezien in de vegetatie het fungicide tebuconazool werd gevonden en het herbicide linuron in water is het zeer aannemelijk dat het gebied onder lichte invloed van bestrijdingsmiddelen afkomstig uit de landbouw staat. Het kan ook zijn dat deze stoffen werden aangevoerd met het gebruikte krachtvoer. Het aantal getelde kevers in de verse mest is extreem hoog: 2112 kevers en 4,5 larven; in de oude mest werden 44 kevers en 5 larven geteld. Evenals in Aaltens Goor, Goorstegendijk, is ook in deze locatie de bezetting van de oude mest met larven te laag voor een normale voortplanting. Het zeer hoge aantal kevers in de verse mest hangt waarschijnlijk samen met de invasie van kevers waarvan begin oktober 2019 in de media melding werd gemaakt (<https://nos.nl/artikel/2304479-kevertjes-veroveren-de-achterhoek.html>). Door de aanwezigheid van de eerder genoemd stoffen is de geschiktheid van dit natuurgebied voor een gezonde entomofauna twijfelachtig.

11) Korenburgerveen



Bijlage 7, Figuur 11. De locatie Korenburgerveen

Het extensief beheerd weiland in Korenburger veen wordt begraaasd door koeien van lokale veehouders. De vegetatie bestaat uit voornamelijk gras met veel verschillende kruiden zoals ridderzuring, boerenwormkruid, rode en witte klaver, boterbloem, paardenbloem, brede en smalle weegbree, wilde Bertram, koninginnenkruid, muur, brandnetels. Langs het perceel staan elzen en eiken.

Datum monsternamen: 08.10.2019

Gebiedscode: KV-8/10

Coördinaten middelpunt van monsterlocatie: N51.978988° , E006.6428.36°

Voor de chemische analyse, de kever- en larventelling is een oppervlakte van 0,92 hectare bemonsterd. Voor de chemische analyse zijn monsters genomen van:

- bodem: humeus zand
- vegetatie: gras en kruiden (zie boven)
- verse mest
- water uit drinkbak van koeien, dat met ondiep grondwater wordt voorzien

Voor de kever- en larventelling is een monster van verse en van oude mest genomen. (Mest was of heel vers of heel oud).

Resultaten

Bodem

In de bodem werden in totaal 3 verschillende stoffen, het fungicide difenyl, het herbicide glyfosaat en de repellent antrachinon met een totaal gehalte van 6,27 microgram per kg droge stof ($\mu\text{g/kg DS}$). Het totale gehalte is 14 % van het gemiddelde gehalte van de andere in deze studie onderzochte bodems.

Vegetatie

In de vegetatie werden 7 verschillende stoffen gevonden; door storende stoffen konden de gehalten van het fungicide difenyl en het insecticide Cyenopyrafen niet bepaald worden. De metaboliet fthalimide van het fungicide folpet vertoonde met 5,9 microgram per kg droge stof het hoogste gehalte. In de vegetatie werden 3 stoffen met fungicide werking, 2 stoffen met herbicide werking gevonden.

Mest

In de mest werden alleen de 2 insecticiden cis- en trans permethrin met een totaal gehalte van 8,9 microgram /kg mest gevonden.

Water

Alle geteste stoffen waren onder de "limit of quantification" van 0,05 $\mu\text{g/liter}$

Korenburgrveen KV-8/10/19	Bodem	Vegetatie	Mest
Stof	$\mu\text{g/kg DS}$	$\mu\text{g/kg DS}$	$\mu\text{g/kg DS}$
Antrachinon	3,0	2,0	
Chloorprofam		1,0	
Cyenopyrafen		kwantitatief aangetoond	
Difenyl	2,8	kwantitatief aangetoond	
Fthalimide		5,9	
Fenylfenol-2		2,6	
Glyfosaat	0,47		
Permethrin-cis			7,0
Permethrin-trans			8,9
Prosulfocarb		1,7	
Totaal $\mu\text{g/kg DS}$	6,27	>13,11	15,89
Insecticiden $\mu\text{g/kg DS}$	0,470	>1	15,89
Fungiciden $\mu\text{g/kg DS}$	2,78	>8,45	0
Herbiciden $\mu\text{g/kg DS}$	0,47	2,67	0
Repellent $\mu\text{g/kg DS}$	3,0	2,0	0
Totaal aantal stoffen	3	7	2
Droge stof (DS) %	82,8	29,3	37,4
Aantal kevers en larven per kg verse mest			1490
Aantal kevers en larven per kg oude mest			11,7

Totaal beoordeling van Korenburgrveen

In vergelijking met de meeste andere in deze studie onderzochte natuurgebieden is de bodem en vegetatie van dit gebied tamelijk schoon. Het gevonden gehalte van de repellent antrachinon in bodem en vegetatie was laag. Het fungicide difenyl in de bodem had eveneens een laag gehalte. Difenyl en antrachinon worden ubiquitair gevonden en meestal in hogere gehalten. Beide stoffen waren in het verleden voor het gebruik in

de landbouw toegelaten. De bron van de stoffen is onbekend, maar is waarschijnlijk het verkeer en/of de industrie. Door de aanwezigheid van de herbiciden prosulfocarb, chloorprofam en de metaboliet AMPA, de fungiciden fenylfenol-2 en fthalimide kunnen we concluderen dat het bemonsterde gebied onder lichte invloed van de landbouw staat. De bron van het gevonden insecticide cyenopyrafen is niet te traceren. In de EU en in Nederland heeft deze stof geen toelating,

Het aantal getelde dieren in de verse mest is zeer hoog: 1490 kevers en 0 larven; in de oude mest werden 11,7 kevers en 0 larven geteld. Het is opmerkelijk dat ondanks het hoge aantal getelde kevers, zowel in de verse als in oude mest geen larven werden gevonden.

Het hoge aantal kevers in de verse mest hangt waarschijnlijk samen met de invasie van kevers waarvan begin oktober 2019 in de media melding werd gemaakt (<https://nos.nl/artikel/2304479-kevertjes-veroveren-de-achterhoek.html>).

In de mest werden de insecticiden cis- en trans permethrin gevonden. Gezien de sterke werking van deze stoffen op insecten, zijn de gehalten hoog te noemen. Mogelijk wordt door permethrin de voortplanting verstoord en komen de eitjes van de kevers niet tot ontwikkeling. De geschiktheid van zowel mest als vegetatie voor een gezonde entomofauna is dus zeer twijfelachtig. Er is meer onderzoek nodig naar de invloed van het in de veeteelt veel gebruikte permethrin op de voortplanting van de verschillende soorten aangetroffen kevers.

12) Passewaay bij Tiel



Bijlage 7, Figuur 12. De locatie Passewaay bij Tiel

Op het 300 hectare grote terrein Passewaay bij Tiel grazen circa 30 pinken van een veehouder. Het is een open terrein en voor het publiek, paarden en honden toegankelijk. De begroeiing is vrij ruig. De meest voorkomende vegetatie is gras, witte klaver, smalle weegbree, duizendblad, bramen, gulden roede, brandnetels, populieren, wilgen, meidoorn. De bodem bestaat uit klei.

Datum monsternamen: 10.10.2019

Gebiedscode: PW-10/10

Coördinaten middelpunt van monsterlocatie: N51.875583°, E005.424111°

Voor de chemische analyse, de kever- en larventelling is een oppervlakte van 0,6 hectare bemonsterd. Voor de chemische analyse zijn monsters genomen van:

- bodem: klei
- vegetatie: 50% gras en 50% witte klaver, smalle weegbree, bramen, duizendblad
- verse mest
- water van een nevengeul van de Waal

Voor de kever- en larventelling is een monster van verse en van oude mest genomen.

Resultaten

Bodem

In de bodem werden 7 verschillende stoffen met een totaal gehalte van 156,2 microgram/kg droge stof ($\mu\text{g/kg ds}$) gevonden. Dit gehalte is ruim drie maal hoger dan het gemiddelde gehalte van in deze studie onderzochte bodems. De hoogste gehalten werden bij de repellent antrachinon en het fungicide difenyl van resp. 71 $\mu\text{g/kg ds}$ en 58,3 $\mu\text{g/kg ds}$ gevonden; gezamenlijk 83% van het totale gewicht. Opvallend zijn de gevonden hoge gehalten (in totaal 25,4 $\mu\text{g/kg ds}$) van organische chloorverbindingen hexachloorbenzeen, DDT en metabolieten, verder werden 2 herbiciden aangetroffen.

Vegetatie

In de vegetatie werden 6 verschillende stoffen met een totaal gehalte van 200,3 microgram/kg droge stof ($\mu\text{g/kg ds}$) gevonden. Dit gehalte is bijna vier maal hoger dan het gemiddelde gehalte van in deze studie onderzochte vegetatie. Het hoogste gehalte (184,6 $\mu\text{g/kg ds}$) had difenyl. Verder werden in de vegetatie vrij lage gehalten van de fungiciden fludioxonil en fenylfenol-2, het herbicide chloorprofam gevonden. Van de fungicide triflumizole werd een omzettingsproduct met een gehalte van 6,4 $\mu\text{g/kg ds}$ gevonden.

Mest

In totaal werden in de mest 4 stoffen gevonden met een gehalte van 47,6 $\mu\text{g/kg ds}$. Ook in de mest werd een relatief hoog gehalte aan difenyl gevonden (42,6 $\mu\text{g/kg ds}$). De andere drie stoffen werden ook in lage concentraties in de vegetatie aangetroffen. Het totale gehalte is twee maal hoger dan het gemiddelde gehalte van in deze studie onderzochte mest.

Water

Alle geteste stoffen waren onder de "limit of quantification" van 0,05 $\mu\text{g/liter}$.

Passewaay, PW10/10/19	Bodem	Vegetatie	Mest
Stof	$\mu\text{g/kg DS}$	$\mu\text{g/kg DS}$	$\mu\text{g/kg DS}$
AMPA	0,49		
Antrachinon	71,0	3	3
Chloorprofam	1,0	2	1
Difenyl	58,3	184,6	42,6
Fenylfenol-2		2,6	1
Fludioxonil		1,7	
Hexachloorbenzeen	17,4		
p,p'-DDD + o,p'-DDT	3,0		
p,p'-DDE	5,0		
Triflumizole-FM-6-1 1		6,4	
Totaal $\mu\text{g/kg DS}$	156,2	200,3	47,6
Insecticiden $\mu\text{g/kg DS}$	8,0	0	0
Fungiciden $\mu\text{g/kg DS}$	75,7	195,3	43,55
Herbiciden $\mu\text{g/kg DS}$	1,5	2,0	1,0
Repellent $\mu\text{g/kg DS}$	71,0	3,0	3,0
Totaal aantal stoffen	7	6	4
Droge stof (DS) %	76,9	28,1	29,9
Aantal kevers en larven per kg verse mest			15,0
Aantal kevers en larven per kg oude mest			15,7

Totaal beoordeling van Passewaaij

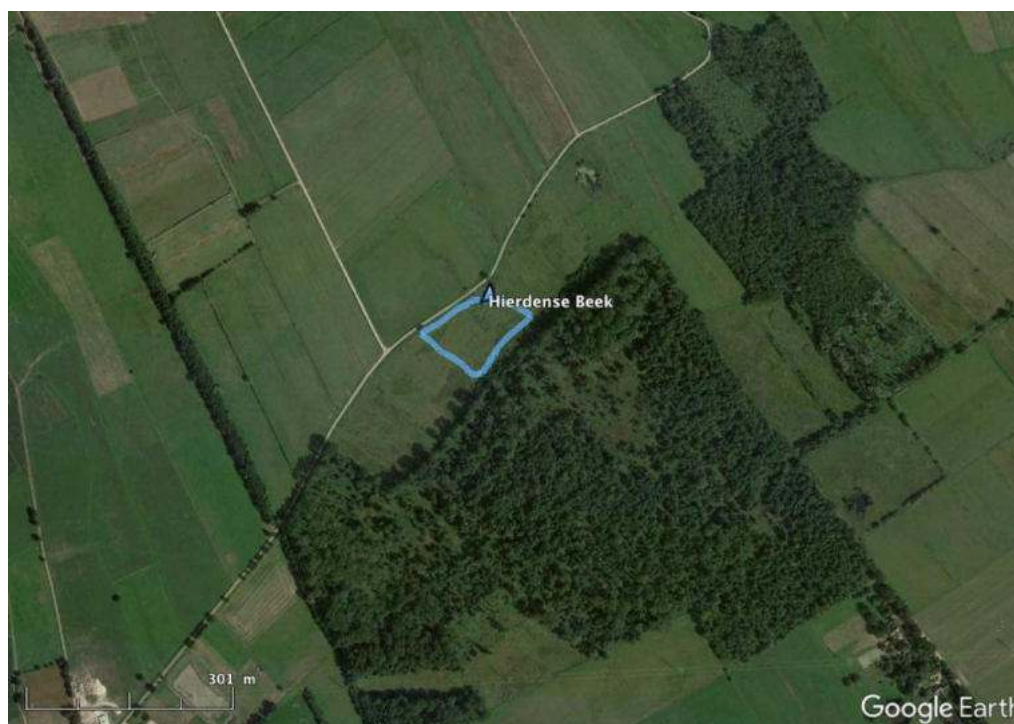
In dit gebied zijn de hoge gehalten van difenyl in zowel bodem, vegetatie als mest en het hoge gehalte van antrachinon in mest opvallend. Beide stoffen zijn in de landbouw niet toegelaten en komen met een grote waarschijnlijkheid uit het verkeer en/of industrie. Antrachinon ontstaat bij onvolledige verbrandingsprocessen (diesel motoren, bosbranden) en wordt in de papier en textiel industrie toegepast. Tot 2009 werd fenyfenol-2 als conserveringsmiddel (fungicide/biocide) vooral bij citrusvruchten toegepast. Het middel is in de EU niet meer toegelaten. Behalve met deze twee alomtegenwoordige stoffen, is de bodem vrij sterk met organische chloorverbindingen vervuild. In Nederland is het gebruik van het insecticide DDT en het fungicide, biocide, houtconserveringsmiddel hexachloorbenzeen al sinds de jaren 70 verboden. Doordat deze stoffen zeer persistent zijn, kunnen ze nog vele tientallen jaren in de bodem blijven. Deze stoffen stammen uit historisch gebruik of zijn na overstromingen met vervuild rivierwater in de bodem achtergebleven.

Ook in andere natuurgebieden langs de grote rivieren vinden we organische chloorverbindingen samen met relatief hoge gehalten aan difenyl en antrachinon.

Door de aanwezigheid van het herbicide chloorprofam en de fungiciden fludioxonil en de metaboliet van triflumizool, kunnen we concluderen dat het bemonsterde gebied onder invloed van de landbouw staat. Deze stoffen zijn voor gebruik in de landbouw toegelaten.

In de verse mest werden 15 kevers/kg en geen larven geteld; in de oude mest 2,6 kevers/kg en 13,1 larven/kg. Deze aantallen kevers en larven zijn voor een natuurgebied te laag. Recent zijn in het vee van het gebied rond Slot Loevestein PCB's en dioxinen aangetroffen (zie elders in dit rapport). Het is niet onwaarschijnlijk dat deze gevaarlijke stoffen ook in dit gebied circuleren. Al met al lijken de omstandigheden in dit gebied voor een gezonde entomofauna zeer onzeker.

13) Hierdense Beek



Bijlage 7, Figuur 13. De locatie Hierdense Beek

Dit 1 hectare groot weiland werd begraaasd door van pinken van een biologische boer. Het vee krijgt geen krachtvoer. Het terrein is drassig en voornamelijk begroeid met gras, biezten, brandnetels, boterbloemen, perzikkruid, dovenetel, witte klaver, watermunt, duizendblad, akker- en Mariadistel.

De bodem is kleverig, mogelijk door klei die in het verleden op het veen is afgezet. Het terrein ligt circa 500 meter van de Zuiderzee.

Datum monstername: 10.10.2019

Gebiedscode: HB-10/10

Coördinaten middelpunt van monsterlocatie: N52.369806°, E005.693222°

Voor de chemische analyse, de kever- en larventelling is een oppervlakte van 0,996 hectare bemonsterd.

Voor de chemische analyse zijn monsters genomen van:

- bodem: humus met klei
- vegetatie: 90% gras, 10% biezen boterbloem etc.
- verse mest
- water uit een met perzikkruid begroeide poel in het weiland

Voor de kever- en larventelling is een monster van verse en van oude mest genomen.

Resultaten

Bodem

In de bodem werden in totaal 2 verschillende stoffen, het fungicide difenyl, en de repellent antrachinon met een totaal gehalte van 11,3 microgram per kg droge stof ($\mu\text{g/kg ds}$). Dit gehalte is 24% van het gemiddeld gehalte gevonden in de bodems van alle gebieden in deze studie.

Vegetatie

In de vegetatie werden 3 verschillende stoffen gevonden: het herbicide chloorprofam en de fungiciden difenyl en fenylfenol-2. Door storende stoffen kon het gehalte van difenyl niet bepaald worden.

Mest

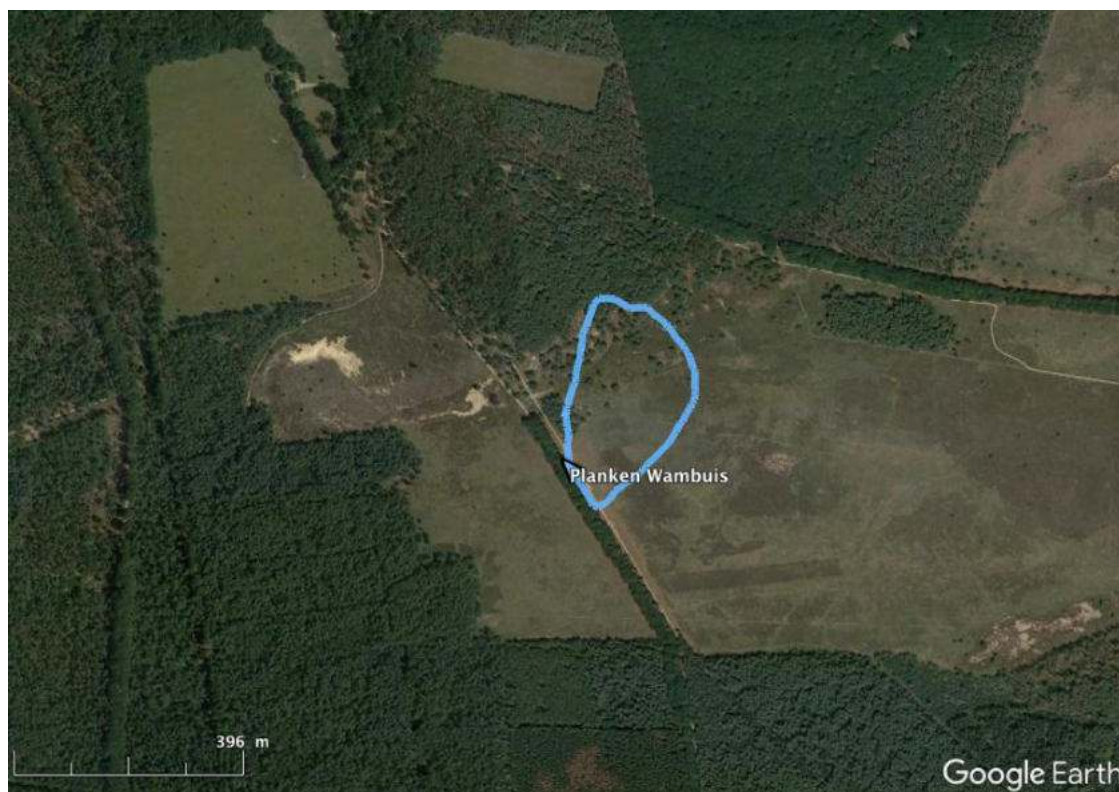
In de mest werden 3 stoffen gevonden met een totaal gehalte van 19,6 $\mu\text{g/kg ds}$. Dit gehalte komt overeen met het gemiddelde van alle andere in deze studie onderzochte gebieden. Het hoogste gehalte had difenylamine. De stof is in de landbouw niet meer toegelaten, en heeft een werking als insecticide, fungicide en groeiregulator.

Hierdense Beek, HB-10/10/19	Bodem	Vegetatie	Mest
Stof	$\mu\text{g/kg DS}$	$\mu\text{g/kg DS}$	$\mu\text{g/kg DS}$
Antrachinon	3		1
Chloorprofam		1,0	
Difenyl	8,3	kwantitatief aangetoond	
Difenylamine			17,0
Fenylfenol-2		2,6	
FTHALIMIDE (afbr. Folpet)			1,6
Totaal $\mu\text{g/kg DS}$	11,3	>3,56	19,6
Insecticiden $\mu\text{g/kg DS}$	0	0	17,0
Fungiciden $\mu\text{g/kg DS}$	8,3	>2,6	1,64
Herbiciden $\mu\text{g/kg DS}$	0	1,0	0
Repellent $\mu\text{g/kg DS}$	3,0	0	1,0
Totaal aantal stoffen	2	3	3
Droge stof (DS) %	57%	32,2	24,4
Aantal kevers en larven per kg verse mest			73,2
Aantal kevers en larven per kg oude mest			10,0

Totale beoordeling Hierdense Beek

In vergelijking met vele ander onderzochte natuurgebieden is de bodem, vegetatie en mest van dit weiland relatief schoon. De bron van de in mest gevonden difenylamine is onbekend. De stof heeft mogelijk een negatieve invloed op de insectenfauna. In de verse mest werd een redelijk aantal kevers gevonden (73,2 /kg); in de oude mest werden geen kevers en slechts 10,0 larven /kg geteld. Het gebied is schoner dan de meeste andere terreinen in dit onderzoek.

14) Planken Wambuis, Veluwe (gemeente Ede)



Bijlage 7, Figuur 14. De locatie Planken Wambuis, Veluwe (gemeente Ede)

De vegetatie van het bemonsterde gebied bestaat uit struikheide en pijpenstrootje. Verder staat we nog vossenbes, dopheide en grove den. Het gebied heeft een hele lage veebezetting. Derhalve moest goed naar mestvlaaien worden gezocht. Het bemonsterde gebied was niet voor publiek, honden of paarden toegankelijk.

Datum monsternamen: 11.10.2019

Gebiedscode: PWH-11/10

Coördinaten middelpunt van monsterlocatie: N52.0040583°, E005.582444°

Voor de chemische analyse, de kever- en larventelling is een oppervlakte van 6 hectare bemonsterd. Voor de chemische analyse zijn monsters genomen van:

- bodem: zand en grind met dunne humuslaag
- bemonsterde vegetatie: 95% gras, 5% struikheide en bladeren
- verse mest

Voor de kever- en larventelling is een monster van verse en van oude mest genomen.

Vee en wild kunnen water uit een poel drinken aan de westkant van het terrein.

Resultaten

Bodem

In de bodem werden 3 verschillende stoffen met een totaal gehalte van 10,0 microgram per kg droge stof ($\mu\text{g/kg ds}$). Dit gehalte is 22% van het gemiddeld gehalte gevonden in de bodems van alle gebieden in deze studie. Het hoogste gehalte had fthalimide, een metaboliet van het fungicide folpet.

Vegetatie

In de vegetatie werden 9 verschillende stoffen gevonden. Door de aanwezigheid van storende stoffen kon het gehalte van het fungicide difenyl niet bepaald worden. Behalve de alomtegenwoordige stoffen (o.a. antrachinon, difenyl, difenylamine) die niet meer voor gebruik in de landbouw zijn toegelaten, werden 4 stoffen gevonden die met een grote waarschijnlijkheid uit recent gebruik stammen: de herbiciden chloorproflam,

pendimethalin, prosulfocarb en het fungicide boscalid en een metaboliet van het fungicide folpet, fthalimide genaamd.

Mest

In de mest werden 3 stoffen met een totaalgehalte van 5,6 gevonden $\mu\text{g/kg ds}$ gevonden. Dit gehalte is 28% van het gemiddeld gehalte gevonden in de mest van alle gebieden in deze studie.

Planken Wambuis- PWH-11/10/19	Bodem	Vegetatie	Mest
Stof	$\mu\text{g/kg DS}$	$\mu\text{g/kg DS}$	$\mu\text{g/kg DS}$
Antrachinon	2,0	2,0	2,0
Boscalid		1,4	
Chloorprofam		2,0	
Difenyl		kwantitatief aangetoond	
Difenylamine	2,4	12,2	2,0
Fenylfenol-2		5,1	
Fthalimide (metaboliet van folpet)	5,6	5,9	1,6
Pendimethalin		4,3	
Prosulfocarb		1,4	
Totaal $\mu\text{g/kg DS}$	10,0	>34,4	5,6
Insecticiden $\mu\text{g/kg DS}$	2,44	12,2	2,0
Fungiciden $\mu\text{g/kg DS}$	5,56	>12,4	1,64
Herbiciden $\mu\text{g/kg DS}$	0	7,77	0
Repellent $\mu\text{g/kg DS}$	2,0	2,0	2,0
Totaal aantal stoffen	3	9	3
Droge stof (DS) %	82%	31,9	
Aantal kevers en larven per kg verse mest			11,1
Aantal kevers en larven per kg oude mest			6,1

Totale beoordeling Planken Wambuis

Ondanks dat het totale gehalte van de gevonden stoffen onder het gebied niet uitzonderlijk hoog is, worden in de vegetatie veel verschillende stoffen aangetroffen. Antrachinon, difenylamine en fthalimide wordt in alle drie matrices aangetroffen. Antrachinon ontstaat bij onvolledige verbrandingsprocessen (verbrandingsmotoren, bosbranden) en wordt in de papier en textiel industrie toegepast. Tot 2009 werd fenylfenol-2 als conserveringsmiddel (fungicide/biocide) vooral bij citrusvruchten toegepast. Het middel is in de EU niet meer toegelaten. Difenylamine heeft eveneens geen toelating voor gebruik in de landbouw. Het middel heeft insecticide en fungicide werking en is een groeiregulator. De bron van de stof is niet bekend. De bron van vier van de 9 gevonden stoffen in de vegetatie gevonden stoffen is met een zeer grote waarschijnlijkheid de landbouw.

De aantallen getelde kevers en larven was in zowel de verse als in de oude mest laag. In de verse mest waren 11,1 kevers/kg en in de oude mest 0,4 kevers en 5,7 larven/kg mest aanwezig. Deze aantallen kevers en larven zijn voor een natuurgebied te laag. Mogelijk wordt door pendimethalin of de cocktail van stoffen de bezetting van kevers en de voortplanting verstoord en komen de eitjes van de kevers niet tot ontwikkeling. Het is positief dat in de monsters uit dit gebied geen permethrin of etofenprox zijn aangetroffen. De gehalten van de stoffen in zowel mest, bodem als vegetatie zijn ook iets lager dan in andere gebieden.

15) Nieuw Reemst, Veluwe



Bijlage 7, Figuur 15. De locatie Nieuw Reemst, Veluwe

De bodem van dit gebied bestaat uit arm zand. Daarom werd tot 1991 op het terrein van Nieuw Reemst (oude enclave) nog veel drijfmest uitgereden. De vegetatie bestaat uit gras, kruiden zoals schapenzuring, witte klaver, St. Janskruid, jacobskruiskruid, grote brandnetel en paardenbloem. In het gebied zijn veel parasolzwammen en graafsporen van wilde zwijnen.

Datum monstername: 11.10.2019

Gebiedscode: NR-11/10

Coördinaten middelpunt van monsterlocatie: N52.043056°, E005.773278°

Voor de chemische analyse, de kever- en larventelling is een oppervlakte van 8 hectare bemonsterd. Voor de chemische analyse zijn monsters genomen van:

- bodem: zand met humus
- vegetatie: 90% gras, 10% kruiden (St. Jans- en jacobskruiskruid)
- verse mest: op het terrein is weinig mest; in het monster is waarschijnlijk ook wat mest van paarden en herten meegekomen
- water: er is een monster uit een regenwaterplas genomen

Voor de kever- en larventelling is een monster van verse en van oude mest genomen.

Resultaten

Bodem

In de bodem werden 3 verschillende stoffen met een totaal gehalte van 9,8 microgram per kg droge stof ($\mu\text{g/kg}$ ds). Dit gehalte is 21% van het gemiddeld gehalte gevonden in de bodems van alle gebieden in deze studie. Het hoogste gehalte had het fungicide difenyl, gevolgd door het zeer persistente fungicide hexachloorbenzeen met 2,17 $\mu\text{g/kg}$ ds.

Vegetatie

In de vegetatie werden 6 verschillende stoffen. Door de aanwezigheid van storende stoffen kon het gehalte van het fungicide difenyl niet bepaald worden. Behalve de alomtegenwoordige stoffen (o.a. antrachinon, difenyl, difenylamine) die niet voor gebruik in de landbouw zijn toegelaten, werd in de vegetatie cyenopyrafen

aangetroffen. Het middel heeft een insecticide en acaricide werking en heeft in de EU en Nederland geen toelating. Door storende stoffen kon cyenopyrafen niet gekwantificeerd worden.

Mest

In de mest werden de stoffen difenyl en de metaboliet van het fungicide folpet gevonden, en sporen van het herbicide prosulfocarb. Het totaal gehalte was 23,1 µg/kg ds; dit komt ongeveer overeen met het gemiddeld gehalte gevonden in de mest van alle gebieden in deze studie.

Water

Alle geteste stoffen in water waren onder de "limit of quantification (LOQ)" van 0,05 µg/liter.

Nieuw Reemst- NR-11/10/19	Bodem	Vegetatie	Mest
Stof	µg/kg DS	µg/kg DS	µg/kg DS
Antrachinon	2,0	2,0	
Cyenopyrafen		kwalitatief aangetoond	
Difenyl	5,6	kwalitatief aangetoond	19,1
Difenylamine		2,4	
Fthalimide (afbr. Folpet)		3,9	3,3
Hexachloorbenzeen	2,17		
Prosulfocarb		1,7	0,8
Totaal µg/kg DS	9,8	>10,0	23,2
Insecticiden µg/kg DS	0	2,44	0
Fungiciden µg/kg DS	7,73	>3,92	22,43
Herbiciden µg/kg DS	0	1,67	0,82
Repellent µg/kg DS	2,0	2,0	0
Totaal aantal stoffen	3	6	2
Droge stof (DS) %	89%	31,9%	30,4%
Aantal kevers en larven per kg verse mest			294
Aantal kevers en larven per kg oude mest			10,9

Totale beoordeling van Nieuw Reemst

Uit de landbouw dringen twee stoffen (fthalimide en prosulfocarb) in relatief lage gehalten het gebied binnen en worden zowel in de vegetatie als in de mest gevonden. De stoffen antrachinon, difenyl en difenylamine zijn in vrijwel alle onderzochte gebieden aanwezig. Deze stoffen zijn voor het gebruik in de landbouw of als conserveringsmiddel niet toegestaan, maar kunnen uit het verkeer en/of uit de industrie komen. Antrachinon was ooit als vogelafweermiddel (repellent) toegelaten, ontstaat bij verbrandingsprocessen (verbrandingsmotoren of bosbranden) en wordt in de papier en textiel industrie toegepast.

Sinds 1973 is hexachloorbenzeen in de EU en Nederland verboden en stamt waarschijnlijk uit historisch gebruik. De stof is zeer persistent kan nog vele tientallen (tot honderden) jaren in de bodem blijven. Mogelijk is de stof aangevoerd met zuiveringsslib, dat in het verleden soms werd gebruikt voor bemestingsdoeleinden. In de verse mest werd een goede bezetting van kevers gevonden: 294/kg mest; er werden echter geen larven gevonden. In de oude mest werden 10,9 kevers gevonden, maar ook geen larven. Het is niet duidelijk waarom in de oude mest geen larven aanwezig waren. Mogelijk hebben de gevonden hexachloorbenzeen en/of de andere stoffen invloed op de voortplanting van de kevers. Het in de vegetatie gevonden cyenopyrafen kan ook negatieve invloed uitoefenen op de entomofauna, maar van deze stof zijn zeer weinig toxicologische gegevens bekend. De stof is alleen toegelaten in Oost Azië. Er is meer onderzoek nodig naar de invloed van deze onbekende stof op de voortplanting van de verschillende soorten aangetroffen kevers.

16) Hattum



Bijlage 7, Figuur 16. De locatie Hattum

Het terrein, de Kalverkamp, van 30 hectare wordt beweide door brandrode vleesrunderen. De percelen zijn tegen vossen beschermd door een elektrisch vossenraster en zijn voor het publiek, honden en paarden niet toegankelijk.

De bodem bestaat uit humusrijk zand en is begroeid met grassen, duizendblad, smalle weegbree, boerenwormkruid, geel walstro, paardenbloemen, rivierdistels. Het gebied wordt niet door de IJssel overstroomd. Het zijn van oorsprong rivierduinen.

Datum monstername: 8.10.2019

Gebiedscode: HH-8/10

Coördinaten middelpunt van monsterlocatie: N52°45'06.1, E006°08'77.04

Voor de chemische analyse, de kever- en larventelling is een oppervlakte van 1,26 hectare bemonsterd. Voor de chemische analyse zijn monsters genomen van:

- bodem: humusrijk zand
- vegetatie: 90% gras, 10% kruiden (weegbree, duizendblad, boerenwormkruid)
- verse mest
- water: slootwater dat als drinkwater voor het vee wordt gebruikt

Voor de kever- en larventelling is een monster van verse en van oude mest genomen.

Resultaten

Bodem

In de bodem werden alleen de fungicide difenyl en de repellent antrachinon met een totaal gehalte van 3,6 microgram per kg droge stof ($\mu\text{g/kg ds}$) gevonden. Dit gehalte is slechts 8% van het gemiddeld gehalte gevonden in de bodems van alle gebieden in deze studie.

Vegetatie

In de vegetatie werden 7 verschillende stoffen meteen totaal gehalte van meer dan 115,2 $\mu\text{g/kg ds}$ gevonden. Ondanks dat het gehalte van de insecticide cyenopyrafen niet bepaald kon worden, werd in dit vegetatiemonster minstens 2 maal meer dan het gemiddelde gehalte van de andere in deze studie gemeten

monsters gevonden. Difenyl had een relatief hoog gehalte van 73,3 µg/kg ds. Vergeleken met de andere in deze studie onderzochte vegetatie monsters, waren in dit terrein de gehalten van de herbiciden pendimethalin en prosulfocarb het hoogst, resp. 9,3 µg/kg ds en 9,1 µg/kg ds; de stof difenylamine met een insecticide/fungicide werking was het één na hoogst.

Mest

In de mest werden 4 verschillende stoffen met een totaal gehalte van 19,9 µg/kg ds gevonden. Dit komt overeen met het gemiddelde gehalte van in deze studie onderzochte mestmonsters. In de mest werden drie stoffen gevonden die in vele natuurgebieden alomtegenwoordig zijn (antrachinon, difenyl en difenylamine).

Water

Alle geteste stoffen in water waren onder de "limit of quantification" van 0,05 µg/liter.

Hattum- HH-08/10/19	Bodem	Vegetatie	Mest
Stof	µg/kg DS	µg/kg DS	µg/kg DS
Antrachinon	1,5	11,9	2,0
Chloorprofam		3,0	
Cyenopyrafen		kwantitatief aangetoond	
Difenyl	2,1	73,3	14,8
Difenylamine		8,5	1,0
Pendimethalin		9,3	
Prosulfocarb		9,1	2,1
Totaal µg/kg DS	3,6	>115,2	19,9
Insecticiden µg/kg DS	0	>8,47	1,0
Fungiciden µg/kg DS	2,1	73,33	14,81
Herbiciden µg/kg DS	0	21,44	2,07
Repellent µg/kg DS	1,5	11,94	2,0
Totaal aantal stoffen	2	7	4
Droge stof (DS) %	84%	36,7	22%
Aantal kevers en larven per kg verse mest			64
Aantal kevers en larven per kg oude mest			10

Totale beoordeling van Hattum

In dit gebied is een duidelijke toevoer van bestrijdingsmiddelen uit de landbouw. De in vegetatie aangetroffen herbiciden chloorprofam, pendimethalin en prosulfocarb waren tijdens de monsternamen als gewasbeschermingsmiddel toegelaten. Prosulfocarb wordt na inname zichtbaar (deels) in de mest uitgescheiden. Cyenopyrafen is voor gebruik in de landbouw niet toegelaten; de bron is niet te traceren. Het middel heeft een insecticide, acaricide en miticide werking en is alleen in Oost-Azië toegelaten. De stoffen difenyl en difenylamine zijn bijna alomtegenwoordig. Deze stoffen zijn voor het gebruik in de landbouw of als conserveringsmiddel niet toegestaan, maar kunnen uit het verkeer en/of uit de industrie komen. Antrachinon was ooit als vogelafweermiddel (repellent) toegelaten; de stof ontstaat bij verbrandingsprocessen (diesel motoren of branden) en wordt in de papier en textiel industrie toegepast. Antrachinon en difenyl werden in alle drie matrices gevonden.

In een kg verse mest werden 64 kevers en 0 larven geteld; in de oude mest 10 larven en 0 kevers. Deze bezetting is vergeleken met een gemiddeld veehouderijbedrijf beter, maar voor een natuurgebied matig. De gevonden gehalten doen vermoeden dat de omstandigheden voor de ontwikkeling van een gezonde entomofauna niet gunstig zijn. De aanwezigheid van cyenopyrafen in de vegetatie is ook een bron van zorg. Het is een zeer sterk insecticide, dat wordt gebruikt in Oost-Azië. De aanbevolen dosering voor de landbouw is heel laag, namelijk omstreeks 100 gram per ha. Dat wil zeggen dat het een zeer sterk insecticide is. Toxicologische gegevens (acuut of chronisch) zijn niet beschikbaar.

Bijlage 8. Kevertellingen in verse en oude mest van alle begraasde natuurgebieden*

[illegible]

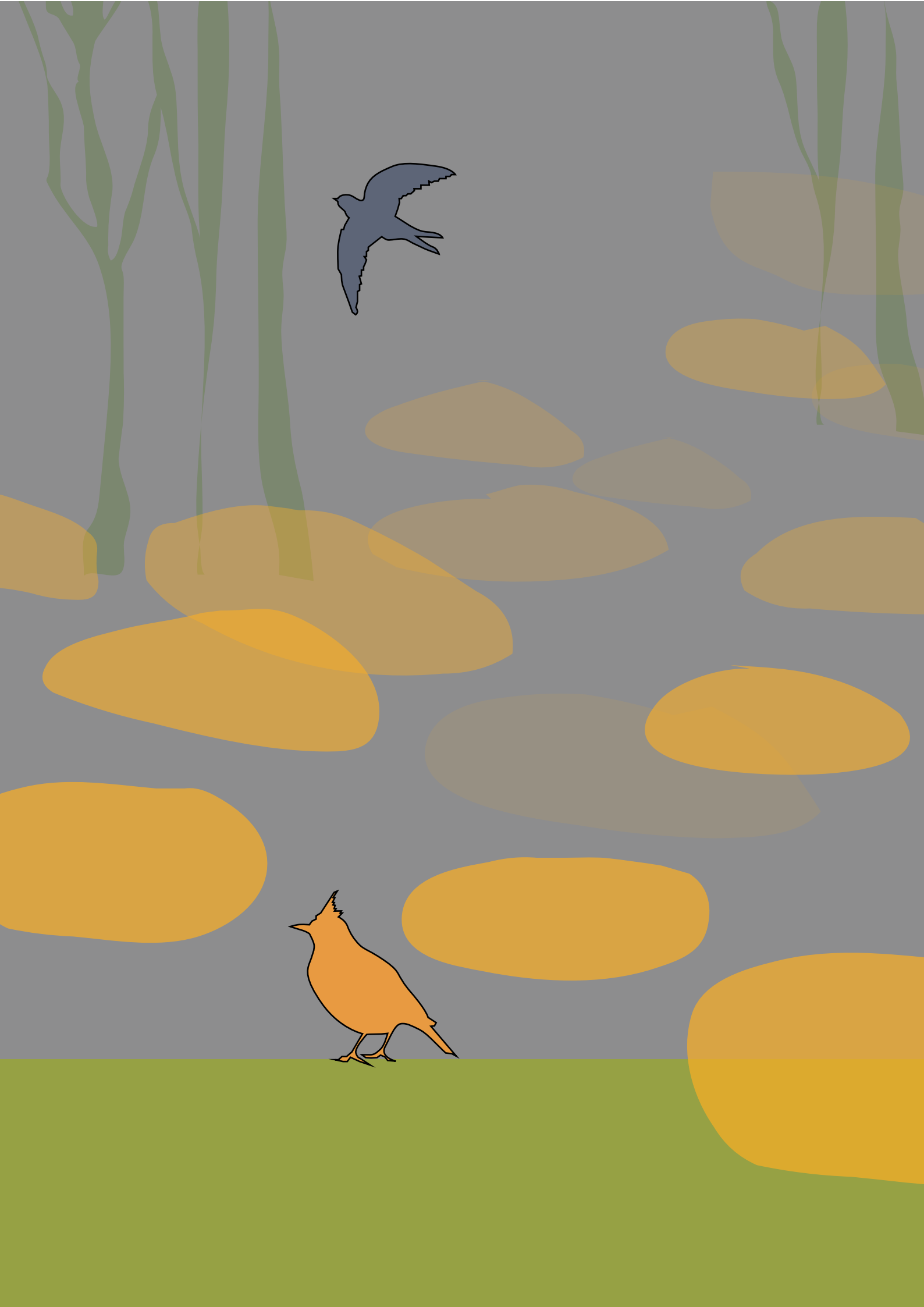
*In geel zijn de gevonden larven gemarkeerd

**in rood staan aantallen kevers die zijn geschat op basis van twee steekproeven van 100 kevers en het totale aantal van 1430 dieren.

Bijlage 9. Kevertellingen in rundermest op agrarische bedrijven met beweiding in Gelderland in 2018

Code veehouderij bedrijf*	<i>Aleochara tristis</i>	<i>Aphodius contaminatus</i>	<i>Aphodius fimetarius</i>	<i>Aphodius fossor</i>	<i>Aphodius haemorrhoidalis</i>	<i>Aphodius rufipes</i>	<i>Aphodius sticticus</i>	<i>Cryptopleurum crenatum</i>	<i>Geotrupes spiniger</i>	<i>Hister unicolor</i>	<i>Histeridae larf</i>	<i>Onthophagus coenobita</i>	<i>Oxyomus sylvestris</i>	<i>Oxytelus laqueatus</i>	<i>Philonthus varians</i>	<i>Sphaeridium</i>	<i>Sphaeridium bipustulatum</i>	<i>Sphaeridium lunatum</i>	<i>Sphaeridium marginatum</i>	<i>Sphaeridium scarabaeoides</i>	aantal getelde Coleoptera	aantal Coleoptera per kg mest	aantal soorten Coleoptera
8																					0	0	0
20	1				3													2	1		7	13,68	4
5																					0	0	0
11																					0	0	0
12																					0	0	0
4								1					1			16					18	56,88	3
16	2				1										1		1	2		1	8	16,94	6
3																1					1	2,29	1
1		1																			1	2,36	1
22												1									1	3,33	1
18																					0	0	0
6	1			1	2					1							3				8	19,74	5
9					1														2		3	3,24	2
24					1														1		2	7,5	2
15			1	1																	2	4,1	2
19																					0	0	0
21																					0	0	0
25																					0	0	0
	4	1	1	2	8	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	17	4	4	2	3	51	130,06	
																					aantal soorten	15	
																					gemiddeld aantal	7,2	
																					gem. aantal soorten	1,5	

*I.v.m. de privacy zijn geen bedrijfsnamen of locaties vermeld



Voor specifieke vragen over dit rapport kunt u contact opnemen met:



Jelmer Buijs

jelmerbuijs@gmail.com
Buijs Agro-Services
Bennekom



Margriet Mantingh

margriet.mantingh@gmail.com
Mantingh Environment and Pesticides
Assen

