



---

# Effecten van bemesting op habitatkwaliteit grasland voor weidevogels

Tim Visser, Mart Ros, Laura Timmermans



**WAGENINGEN**  
UNIVERSITY & RESEARCH

---



---

# Effecten van bemesting op habitatkwaliteit grasland voor weidevogels

Tim Visser, Mart Ros, Laura Timmermans

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Environmental Research in opdracht van en gefinancierd door provincie Noord-Holland.

Wageningen Environmental Research  
Wageningen, mei 2021

---

Gereviewd door:  
dr. Ralph Buij, onderzoeker WENR

Akkoord voor publicatie:  
drs. Marion Kluivers-Poodt, teamleider van dierecologie

Rapport 3074  
ISSN 1566-7197

---

Visser, T., M. Ros, L. Timmermans, 2021. *Effecten van bemesting op habitatkwaliteit grasland voor weidevogels*. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 3074. 46 blz.; 2 fig.; 1 tab.; 98 ref.

In dit onderzoek staan de effecten van bemesting op de habitatkwaliteit van graslanden voor weidevogels centraal. Gebruik van mest is zowel van invloed op de samenstelling en zwaarte van de vegetatie als op het bodemleven. De voor weidevogels gunstigste vorm van bemesting is ruige mest. De positieve effecten kunnen als volgt worden gekarakteriseerd: 1) bevordering van vliegen (diptera), die gebruikmaken van de aanwezigheid van ruige mest en een belangrijke voedselbron vormen voor weidevogelkuikens, 2) ontwikkeling van een soortenrijke graslandvegetatie met gunstige structuur voor weidevogelkuikens (niet te zwaar en ruimtelijk gevarieerd), veroorzaakt door het geleidelijk vrijkomen van nutriënten en 3) bevordering van het bodemleven, met name het aantal wormen in de toplaag van de bodem dat beschikbaar is als voedselbron voor weidevogels. Al met al bevestigen de resultaten van dit literatuuronderzoek de legitimiteit van bestaande beheeradviezen met betrekking tot de instandhouding en ontwikkeling van kruidenrijke graslanden in weidevogelgebieden, waarin gebruik van een beperkte hoeveelheid ruige mest centraal staat.

Trefwoorden: weidevogels, habitatkwaliteit, grasland, bemesting, ruige mest, drijfmest, gier

Dit rapport is gratis te downloaden van <https://doi.org/10.18174/547811> of op [www.wur.nl/environmental-research](http://www.wur.nl/environmental-research) (ga naar 'Wageningen Environmental Research' in de grijze balk onderaan). Wageningen Environmental Research verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

© 2021 Wageningen Environmental Research (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Wageningen Research), Postbus 47, 6700 AA Wageningen, T 0317 48 07 00, [www.wur.nl/environmental-research](http://www.wur.nl/environmental-research). Wageningen Environmental Research is onderdeel van Wageningen University & Research.

- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking van deze uitgave is toegestaan mits met duidelijke bronvermelding.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor commerciële doeleinden en/of geldelijk gewin.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor die gedeelten van deze uitgave waarvan duidelijk is dat de auteursrechten liggen bij derden en/of zijn voorbehouden.

Wageningen Environmental Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.



Wageningen Environmental Research werkt sinds 2003 met een ISO 9001 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem. In 2006 heeft Wageningen Environmental Research een milieuzorgsysteem geïmplementeerd, gecertificeerd volgens de norm ISO 14001. Wageningen Environmental Research geeft via ISO 26000 invulling aan haar maatschappelijke verantwoordelijkheid.

Wageningen Environmental Research Rapport 3074 | ISSN 1566-7197

Foto omslag: Tim Visser

---

# Inhoud

	<b>Verantwoording</b>	<b>5</b>
	<b>Samenvatting</b>	<b>7</b>
<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>Introductie: Habitatieisen weidevogels</b>	<b>15</b>
	2.1 Introductie weidevogels	15
	2.2 Habitatieisen weidevogels	16
	2.3 Dalende trend & oorzaken	17
<b>3</b>	<b>Effecten bemesting op habitatkwaliteit weidevogels</b>	<b>20</b>
	3.1 Invloed op habitatgeschiktheid weidevogelkuikens	20
	3.1.1 Impact bemesting op aanwezigheid insecten	20
	3.1.2 Impact bemesting op bereikbaarheid insecten	22
	3.1.3 Synthese	27
	3.2 Invloed op habitatgeschiktheid adulte weidevogels	29
	3.2.1 Impact bemesting op aanwezigheid wormen en emelten	29
	3.2.2 Impact bemesting op bereikbaarheid wormen en emelten	30
	3.2.3 Synthese	33
<b>4</b>	<b>Conclusie</b>	<b>35</b>
<b>5</b>	<b>Beheeradvies</b>	<b>37</b>
	<b>Literatuur</b>	<b>40</b>

---

---

# Verantwoording

Rapport: 3074

Projectnummer: 5200046574

Wageningen Environmental Research (WENR) hecht grote waarde aan de kwaliteit van zijn eindproducten. Een review van de rapporten op wetenschappelijke kwaliteit door een referent maakt standaard onderdeel uit van ons kwaliteitsbeleid.

Akkoord Referent die het rapport heeft beoordeeld,

functie: onderzoeker

naam: dr. Ralph Buij

datum: 12-05-2021

Akkoord teamleider voor de inhoud,

naam: drs. Marion Kluivers-Poodt

datum: 24-05-2021





---

# Samenvatting

## Aanleiding

In de provincie Noord-Holland is in verschillende gebieden discussie ontstaan over de toepassingsmogelijkheden van verschillende typen mest (drijfmest, ruige mest, gier, humest) in weidevogelreservaten. De discussie tussen betrokken partijen leidde tot uiteenlopende en soms tegenstrijdige opvattingen. Provincie Noord-Holland heeft aan Wageningen Environmental Research gevraagd om literatuuronderzoek te doen naar de effecten van bemesting op de habitatkwaliteit van grasland voor weidevogels.

## Onderzoeksopzet

Dit betreft een literatuuronderzoek. De effecten van bemesting (type mest, hoeveelheid, timing) op de habitatkwaliteit voor weidevogels zijn apart beschreven voor adulte (volwassen) weidevogels en weidevogelkuikens. Dit vanwege de verschillen in dieet en levenswijze, waardoor bemesting via verschillende sporen van invloed is op de habitatkwaliteit.

## Resultaten

### *Habitatgeschiktheid weidevogelkuikens*

#### *Bemestingsintensiteit*

Een hoge bemestingsintensiteit is nadelig voor de geschiktheid van grasland als foerageerhabitat voor weidevogelkuikens. Dit omdat een hoge bemestingsintensiteit leidt tot:

1. Een afname van het aantal grote insecten (o.a. vanwege het grotere aantal maai-/weidebeurten), die in energetische zin de efficiëntste voedselbron vormen voor weidevogelkuikens.
2. Een structuurarme en dichte vegetatie. In dergelijke vegetaties zijn insecten minder goed bereikbaar voor weidevogelkuikens. Daarnaast kost het waden door een gesloten vegetatie de nodige moeite, waardoor veel energie verloren gaat.
3. Een afname van de diversiteit van insecten. Voor de veldleeuwerik en andere soorten is vastgesteld dat niet alleen de hoeveelheid prooidieren, maar ook de diversiteit van belang is. In welke mate dit ook voor andere weidevogels speelt, is nog onduidelijk.

#### *Mestvorm*

Gebruik van ruige mest bevordert de aanwezigheid van diptera (orde van insecten waartoe vliegen en muggen behoren), die een belangrijke voedselbron vormen voor verschillende soorten weidevogelkuikens. Daarnaast is ruige mest de geschiktste mestvorm voor instandhouding en ontwikkeling van kruiden- en structuurrijke graslanden, de optimale habitat voor weidevogelkuikens.

Gebruik van drijfmest, gier en kunstmest leent zich in mindere mate voor instandhouding van voor weidevogels aantrekkelijke graslanden, omdat de nutriënten in deze mestvormen aanzienlijk sneller beschikbaar komen voor plantengroei dan bij ruige mest. Concurrentiekrachtige planten (zoals Engels raaigras) of kruiden (als vogelmuur, ridderzuring) kunnen goed gebruikmaken van een tijdelijke overvloed aan nutriënten. Daardoor leidt gebruik van deze mestvormen (ook buiten het broedseizoen) op termijn tot een meer soortenarme, structuurarme, dichte vegetatie, waarvan bekend is dat die nadelig is voor foeragerende weidevogelkuikens.

#### *Timing*

Voor weidevogelkuikens is het van belang om de periode waarin de vegetatie een geschikte structuur heeft (open en structuurrijk) zo lang mogelijk te rekken, tot diep in het broedseizoen. Ruige stalmest, waarvan de nutriënten geleidelijk beschikbaar komen voor plantengroei, voorziet in een niet te snelle groei in het voorjaar. Daarom kan deze voor de start van het broedseizoen worden toegepast. Bovendien bevordert het gebruik van ruige mest diptera (tweevleugelige insecten) en wormen, zodat tijdens het broedseizoen de voedselbeschikbaarheid voor de weidevogels wordt bevordert.

---

Gebruik van drijfmest en gier voor de start van het broedseizoen is daarentegen (zeer) nadelig voor de habitatkwaliteit. De nutriënten in deze mestvormen zijn snel beschikbaar voor plantengroei, waardoor de gewasgroei sterk wordt bevorderd en eerder in het broedseizoen een ongeschikte, dichte vegetatiestructuur wordt bereikt. Dit effect kan met de opwarming van het klimaat nog groter worden.

### Habitatgeschiktheid adulte weidevogels

#### *Bemestingsintensiteit*

In algemene zin geldt dat er een positief verband is tussen de dichtheid aan wormen en de bemestingsintensiteit. Het aantal wormen staat echter niet gelijk aan de voedselbeschikbaarheid voor weidevogels. De beschikbaarheid van wormen wordt bepaald door het aantal wormen én de bereikbaarheid daarvan.

#### *Mestvorm*

Wat betreft het aantal wormen blijkt dat gebruik van ruige mest leidt tot de grootste aantallen wormen.

Wat betreft de bereikbaarheid van wormen blijkt het gebruik van ruige mest gunstig uit te pakken. Ruige mest heeft namelijk een sterk positieve invloed op het aantal detritivore wormen (ook wel rode wormen). Deze wormen voeden zich met grof organisch materiaal. Bij aanwezigheid van ruige mest verschijnen ze daardoor vaak aan het maaiveld, waardoor ze binnen het bereik van de weidevogels komen en daardoor beschikbaar zijn als voedselbron.

#### *Timing*

Ook de timing is van invloed op de beschikbaarheid van wormen als voedselbron voor weidevogels. Hongerige wormen verschijnen vaker aan het maaiooppervlak. Door bemesting met ruige mest vlak voor de start van het broedseizoen (begin maart) uit te voeren, kan de beschikbaarheid van wormen als voedselbron voor weidevogels gedurende het broedseizoen worden vergroot.

### **Conclusie**

De adviesvraag van de provincie Noord-Holland heeft betrekking op de relatie tussen verschillende mestvormen (ruige mest, drijfmest, gier en humest) en de habitatkwaliteit voor weidevogels. In hoeverre hangt de kwaliteit van het weidevogelhabitat hiermee samen?

Het weidevogelhabitat wordt door tal van factoren beïnvloed. De laatste decennia werken in algemene zin vele factoren negatief uit op de omvang en vitaliteit van de weidevogelpopulaties. Openheid van het landschap, bodemvochtigheid, de samenstelling en zwaarte van de graslandvegetatie en de omvang van predatie zijn de belangrijkste componenten. Beschikbaarheid van voedsel, zowel bovengronds als ondergronds, speelt daarin ook een belangrijke rol.

Gebruik van mest heeft zowel invloed op de samenstelling en zwaarte van de vegetatie als op het voorkomen van insecten en bodemleven. De voor weidevogels gunstigste vorm van bemesting is die van ruige mest. De positieve effecten kunnen als volgt worden gekarakteriseerd:

- Bevordering van vliegen (diptera) die gebruikmaken van de aanwezigheid van ruige mest. Zij zijn een belangrijke voedselbron voor weidevogelkuikens.
- Ontwikkeling van een soortenrijke graslandvegetatie met gunstige structuur voor weidevogelkuikens (niet te zwaar en ruimtelijk gevarieerd), veroorzaakt door het geleidelijk vrijkomen van nutriënten.
- Bevordering van het bodemleven, met name het aantal wormen in de toplaag van de bodem dat beschikbaar is als voedselbron voor weidevogels.

De resultaten van dit onderzoek bevestigen de bestaande bemestingsadviezen met betrekking tot de instandhouding en ontwikkeling van weidevogelgraslanden, waarin gebruik van een beperkte hoeveelheid ruige mest centraal staat (zie 'beheeradvies').

Ten aanzien van de andere mestvormen die in het literatuuronderzoek zijn meegenomen, geldt dat drijfmest de voorkeur verdient boven gier. Hoofdzakelijk omdat drijfmest een hoger gehalte aan organische stof bevat en de nutriënten in deze mestvorm trager beschikbaar komen dan bij gier.

---

Uitspraken over humest kunnen in dit verband niet worden gedaan, aangezien wetenschappelijk onderzoek naar deze mestvorm schaars is.

### **Beheeradvies**

Onderstaande alinea's vormen een doorvertaling van de resultaten van dit onderzoek naar concrete adviezen voor het beheer van weidevogelgraslanden.

#### Bemestingsintensiteit/hoeveelheid mest

Voor instandhouding<sup>1</sup> van optimale kruidenrijke weidevogelgraslanden dient een beperkte mestgift te worden toegepast. Schippers et al. (2015) adviseren 25-50 kg N per ha per jaar voor instandhouding van kruidenrijke weidevogelgraslanden (fase 3-graslanden volgens deze systematiek). Van 't Veer (2020) komt tot 25 tot 75 kg N per ha per jaar voor optimale weidevogelgraslanden. Crawley et al. (2005) tonen aan dat de kruidenrijkdom snel afneemt na 75 kg N ha per jaar, wat aansluit op bovengenoemde beheeradviezen. Op basis van bovenstaande kan worden geadviseerd om voor de instandhouding van optimale weidevogelgraslanden een mestgift tussen de 25 en 75 kg N per ha per jaar te hanteren. Dit komt grofweg overeen met het gemiddelde bemestingsniveau van kruidenrijke graslanden in de jaren vijftig van de vorige eeuw (Koopmans, 1960).

Op gebiedsniveau hoeft inpassing van iets minder kruidenrijke percelen (fase 1 in de methodiek van Schippers et al. (2015): graslanden met algemeen voorkomende kruiden, zoals veldzuring en kruipende boterbloem) niet nadelig te zijn. Afwisseling van bemestingsniveau zorgt voor ruimtelijke variatie in de ontwikkelingsstadia van graslanden, voor zover die nog niet tot stand zijn gekomen door verschillen in drooglegging. Deze afwisseling in ontwikkelingsstadia (hoogte en dichtheid van de vegetatie) vergroot de kans dat een weidevogelgezin op een willekeurig moment gedurende het broedseizoen een stuk grasland kan vinden dat voldoet aan de eisen op dat specifieke moment, afhankelijk van de soort en de leeftijd van de kuikens.

Voor dergelijke graslanden past een stikstofgift van 75 tot 125 kg N per ha per jaar. De balans tussen beide typen grasland (optimaal en suboptimaal grasland) kan worden vormgegeven in een gebiedsmozaïek. Voor hoe deze mozaïeken eruit moeten zien, zijn in de afgelopen jaren vuistregels ontwikkeld (Teunissen et al., 2012; Melman et al., 2012). Deze komen erop neer dat voor een goed weidevogelgebied ten minste 100-200 ha optimaal grasland aanwezig is, met daaromheen een schil van 400-800 suboptimale habitat.

#### *Waarom?*

- Hogere mestgiftten bevorderen de groei van concurrentiekrachtige grassen (zoals raaigras) en leiden daardoor tot een afname van de kruiden- en structuurrijkdom. Deze graslanden zijn ongeschikt als foerageergebied voor weidevogelkuikens vanwege een ongeschikte structuur van de vegetatie (te gesloten en structuurarm).
- Hogere mestgiftten gaan gepaard met een hogere gebruiksintensiteit (maaïen en beweiden) jaarrond. Dit maakt het voor grote insecten, die over het algemeen een langere levenscyclus hebben, moeilijker om hun levenscyclus te voltooien. Het zijn juist de grote insecten die een belangrijke voedselbron vormen voor weidevogelkuikens.
- Nalaten van bemesting kan op termijn leiden tot doorslaande verschraling. Alhoewel de meerwaarde vanuit botanisch oogpunt en voor enkele specifieke soortgroepen hierdoor kan toenemen, past dit niet bij weidevogels, die in de hoogste dichtheden voorkomen in semi-voedselrijke graslanden (doch zeer extensieve graslanden t.o.v. huidige reguliere percelen). Bovendien kan een gematigde mestgift bijdragen aan een gezonde wormenpopulatie en verzuring voorkomen (alhoewel dit laatste nog beter kan met bekalking).

---

<sup>1</sup> Let op: dit advies heeft betrekking op *instandhouding* van kruidenrijk grasland. Voor *ontwikkeling* van kruidenrijk grasland is het veelal wenselijk om een aantal jaren niet te bemesten, totdat het benodigde productieniveau is bereikt.

---

### Mestvorm

Idealiter wordt bovengenoemde hoeveelheid stikstof (25-75 kg per ha per jaar) toegediend in de vorm van ruige mest (ongeveer 8-12 ton ruige mest per ha per jaar). Deze mestvorm heeft sterk de voorkeur boven drijfmest en gier. Indien gebruik van drijfmest of gier onvermijdelijk is, kunnen de negatieve effecten (t.o.v. ruige mest) zo veel mogelijk worden beperkt door:

- Ruimtelijk te zoneren: gebruik drijfmest of gier op percelen die toch al een lagere weidevogelpotentie hebben (bijvoorbeeld vanwege een grote drooglegging en/of in nabijheid van opgaande elementen, zoals bebouwing, bomen, hoogspanningsmasten en dergelijke).
- Timing: dien drijfmest alleen toe na het broedseizoen. Hiermee wordt voorkomen dat het gewas tijdens het broedseizoen te snel dichtgroeit. Let op: gebruik van drijfmest buiten het broedseizoen leidt alsnog tot een minder kruiden- en structuurrijke vegetatie, omdat de groei van concurrentiekrachtige soorten wordt bevoordeeld.

Naast de mestvormen die in het kader van dit onderzoek zijn onderzocht, bestaan er tal van alternatieven die veelal matig zijn onderzocht (bijvoorbeeld humest en de laatste jaren in de belangstelling staande bokashi). Men kan de geschiktheid van deze mestvormen voor beheer van weidevogelgraslanden grofweg inschatten door na te gaan in welke mate de betreffende mestvorm de drie belangrijkste positieve eigenschappen van ruige mest benadert:

- Gehalte aan organisch materiaal als voedingsbron voor wormen: hoe hoger, hoe beter.
- Afgiftesnelheid/vrijkomen van nutriënten (laag gehalte anorganische stikstof, hoog gehalte organische stikstof): hoe trager, hoe beter.
- Zuurbindende waarde (bij ruige mest vanwege hoog gehalte calcium en laag gehalte minerale stikstof): hoe hoger, hoe beter.

### Waarom?

- Gebruik van ruige mest bevordert de aanwezigheid van vliegen (diptera) die een belangrijke voedselbron zijn voor weidevogelkuikens.
- Gebruik van ruige mest bevordert de aanwezigheid van rode wormen (organisch materiaal is voedselbron voor deze wormen + ruige mest gaat verzuring tegen, wat gunstig is voor het aantal wormen en het bodemleven in algemene zin). Rode regenwormen verschijnen vanwege hun voedselstrategie vaak aan het bodemoppervlak en zijn daardoor bereikbaar als voedselbron voor foeragerende weidevogels.
- De nutriënten in ruige mest komen traag beschikbaar voor plantengroei. Dat past bij de instandhouding van kruidenrijke graslanden. Bij drijfmest en gier komen de nutriënten aanzienlijk sneller beschikbaar voor plantengroei. Concurrentiekrachtige soorten kunnen hier gebruik van maken, waardoor de kruiden- en structuurrijkdom op termijn afnemen.

### Timing

De optimale timing van bemesting is afhankelijk van het type mest.

Ruige mest kan het best vlak voor de start van het broedseizoen worden toegediend (grofweg begin maart). Toediening van drijfmest en gier wordt bij voorkeur uitgesteld tot na het broedseizoen (grofweg juni, bekijk dit op perceel-/gebiedsniveau).

### Waarom?

- Bemesting met ruige mest voor de start van het broedseizoen bevordert het voorkomen van diptera als voedingsbron voor weidevogelkuikens tijdens het broedseizoen. Liefst zo kort mogelijk voor het broedseizoen (grofweg begin maart). Ten eerste blijven rode wormen door uitstel van bemesting zo lang mogelijk hongerig, waardoor ze genoodzaakt zijn om aan het bodemoppervlak te verschijnen waar zij beschikbaar zijn als voedselbron voor volwassen weidevogels. Ten tweede wordt op deze manier het moment waarop de nutriënten beschikbaar komen voor plantengroei zo lang mogelijk uitgesteld.
- Bemesting met drijfmest of gier voor de start van het broedseizoen is niet wenselijk, omdat de nutriënten in deze mestvormen snel beschikbaar zijn voor plantengroei, waardoor het grasland al vroeg in het broedseizoen een ongeschikte dichte structuur bereikt.

---

### **Toedieningsmethode**

Ruige mest kan het best – zoals gebruikelijk – bovengronds worden uitgereden. Bij gebruik van drijfmest heeft het de voorkeur om dit toe te dienen met sleepvoetbemesting (drijfmest wordt in smalle strookjes tussen het gras 'gelegd') in plaats van zodenbemesting (injectie van mest in sleuven van 5 tot 10 cm diep).

#### *Waarom?*

Wat betreft drijfmesttoepassing wordt in verschillende onderzoeken de hypothese gesteld dat het snijden van de zode en andere vormen van landbewerking waarbij de bodemstructuur wordt aangetast, kan leiden tot sterke verdroging van de toplaag, o.a. door het beperken van de capillaire werking. Dit zou de indringingsweerstand van de bodem sterk doen toenemen, waardoor weidevogels moeite ondervinden om hun snavel in de bodem te prikken.

De auteurs is slechts één onderzoek bekend waar de proefopzet dusdanig is dat het effect van mesttype en toedieningswijze goed kan worden onderscheiden. Uit dit onderzoek bleek het snijden van de graszode een negatief effect (minus 25-30%) te hebben op het aantal wormen in de toplaag van de bodem. Dit werd vastgesteld voor 1 en 5 weken na het snijden van de zode. Hoelang dit negatieve effect aanhield, is niet onderzocht. Vanuit het voorzorgprincipe kan worden geadviseerd om het snijden van de zode zo veel mogelijk te beperken.



---

# 1 Inleiding

## Aanleiding

In de provincie Noord-Holland is in verschillende gebieden discussie ontstaan over de toepassingsmogelijkheden van verschillende typen mest (drijfmest, ruige mest, gier, humest) in weidevogelreservaten. De discussie tussen betrokken partijen leidde tot uiteenlopende en soms tegenstrijdige opvattingen. Provincie Noord-Holland heeft aan Wageningen Environmental Research gevraagd om literatuuronderzoek te doen naar de effecten van bemesting op de habitatkwaliteit van grasland voor weidevogels.

### Mestvormen:

- Ruige mest: Een steekbare/vaste mest waaraan een variabele hoeveelheid strooisel (meestal stro, soms ook maaisel van hooilanden/riet) is toegevoegd. Het strooisel kan in de stal worden toegevoegd (vroeger grupstal, tegenwoordig vooral potstal of strohok), maar ook daarbuiten, alhoewel dit minder gangbaar is.
- Drijfmest: Mengsel van vast ontlasting (feces) en urine (gier).
- Gier: Mestvorm van dierlijke oorsprong die hoofdzakelijk bestaat uit urine.
- Humest: Dierlijke mest (meestal vooral feces) vermengd met compost of andere gecomposteerde producten zoals houtsnippers.

## Doelstelling

Doel van dit project is om door literatuuronderzoek inzicht te geven in wetenschappelijke kennis met betrekking tot de relatie tussen bovengenoemde vormen van bemesting en de habitatkwaliteit van graslanden voor weidevogels. Het resultaat kan daarmee voeding geven aan de lopende discussie.

## Onderzoeksvragen

### Hoofdvraag

De vraag die centraal staat in dit onderzoek is:

“Wat zijn de effecten van dierlijke mest (hoeveelheid en type mest (drijfmest, ruige mest, gier en humest)) op de habitatkwaliteit van grasland voor weidevogels?”

### Deelvragen

Het literatuuronderzoek begint met een inleidend hoofdstuk. Op verzoek van de opdrachtgever wordt daar kort ingegaan op de volgende vragen:

- Wat zijn weidevogels?
- Welke eisen stellen weidevogels aan hun habitat?
- Wat zijn de oorzaken voor de dalende trend van weidevogels? (Met speciale aandacht voor de rol van de intensivering van de landbouw, ganzen en predatie.)

De antwoorden op deze vragen voorzien de lezer van achtergrondinformatie. Deze informatie kan het interpreteren van de resultaten met betrekking tot de rol van bemesting vereenvoudigen.

De effecten van bemesting (type mest, hoeveelheid, timing) op de habitatkwaliteit voor weidevogels worden apart beschreven voor adulte (volwassen) weidevogels en weidevogelkuikens. Dit vanwege de verschillen in dieet en levenswijze, waardoor bemesting via verschillende sporen van invloed is op de habitatkwaliteit (zie hoofdstuk 2). De bijbehorende deelvragen zijn als volgt:

---

### Habitatkwaliteit weidevogelkuikens:

1. Wat is het effect van verschillende typen mest, de hoeveelheid en timing daarvan op het voorkomen van insecten (aantal, gemiddelde grootte, diversiteit)?
2. Wat is het effect van verschillende typen mest, de hoeveelheid en timing daarvan op de vegetatiestructuur?
3. (Synthese): Wat betekent dit voor de habitatkwaliteit van het grasland voor weidevogelkuikens?

### Habitatkwaliteit adulte weidevogels:

1. Wat is het effect van verschillende typen mest, de hoeveelheid en timing daarvan op het bodemleven (focus op voor volwassen weidevogels relevante voedseldieren (wormen en emelten)?
2. Wat is het effect van verschillende typen mest en de wijze van toedienen op de bodemeigenschappen?
3. (Synthese): Wat betekent dit voor de habitatkwaliteit van het grasland voor volwassen weidevogels?

## **Afbakening**

Ten aanzien van de afbakening zijn de volgende punten op te merken:

### 1. *Ecologische effecten & agro-economische effecten*

Voor de definitieve besluitvorming rondom het gebruik van verschillende bemestingsvormen zijn zowel de ecologische effecten als de agro-economische effecten/inpassing in de bedrijfsvoering van belang.

In overleg met de opdrachtgever is besloten om het onderzoek in twee delen op te splitsen: een ecologisch deel (wat is de relatie tussen bemesting en de habitatkwaliteit voor weidevogels) en een agro-economisch/bedrijfskundig deel (inpassing van mestvorm in bedrijfsvoering, benodigde investeringen, kosten voor afvoeren etc.). Voorliggende rapportage beperkt zich tot het eerste deel: het effect van bemesting op de habitatkwaliteit voor weidevogels.

### 2. *Wetenschappelijk onderzoek en ervaringen uit de praktijk*

Voorliggend literatuuroverzicht beperkt zich tot inzichten vanuit wetenschappelijk onderzoek. Dit omdat praktijkervaringen (in gebied X waar bemesting Y wordt toegepast gaat het goed/slecht) doorgaans geen inzicht geven in causale verbanden.

Dit betekent niet dat 'de praktijk' niet naar voren komt. Een groot deel van het wetenschappelijk onderzoek is uitgevoerd in gebieden waar op verschillende wijzen wordt geboerd/bemest en vormt daarmee een weerspiegeling van wat er in de praktijk zoal gebeurt. Een degelijke onderzoekszopzet, waarbij rekening wordt gehouden met andere factoren die van invloed zijn op de uitkomst van het onderzoek (bijvoorbeeld waterpeil, grondsoort etc.), maakt het mogelijk om te achterhalen of bemesting daadwerkelijk de beslissende factor vormt voor het gevonden resultaat (causaal verband). Dit geldt veelal niet voor praktijkvoorbeelden die anekdotisch van aard zijn ("In gebied X wordt drijfmest/ruige mest toegepast en gaat het slecht/goed met weidevogels" → Welke rol bemesting hierin speelt, is uit dit voorbeeld niet op te maken: vormt bemesting daadwerkelijk de bepalende factor of voeren andere factoren de boventoon? En hoe zou het met de weidevogels gaan als een andere bemestingsvorm werd toegepast? Nog beter? Nog slechter?

### 3. *Focus op kwaliteit als foerageerhabitat*

In dit literatuuroverzicht staat de impact van bemesting op de kwaliteit van het grasland als foerageerhabitat voor weidevogelkuikens en adulte weidevogels centraal. De impact van bemesting op de geschiktheid van het grasland als broedhabitat blijft daarbij buiten beschouwing, mede omdat een groot deel van de negatieve impact (bijvoorbeeld beschadiging van nesten tijdens toediening van bemesting) relatief eenvoudig kan worden beperkt.



## 2 Introductie: Habitatieisen weidevogels

### LEESWIJZER

Dit hoofdstuk beschrijft de belangrijkste habitatieisen van weidevogels en de oorzaken voor de sterke afname van deze soortgroep. Daarmee voorziet dit hoofdstuk de lezer van achtergrondinformatie die de interpretatie van hoofdstuk 3 (effect van bemesting op habitatkwaliteit weidevogels) vereenvoudigt.

### 2.1 Introductie weidevogels

#### **Wat zijn weidevogels?**

Weidevogels zijn vogelsoorten die (een deel van het jaar) leven in een open landschap waarin het grondgebruik wordt gedomineerd door grasteelt voor veevoerwinning en beweiding. Beintema et al. (1995) onderscheiden een groot aantal (meer dan twintig) soorten weidevogels waaronder eenden, steltlopers en zangvogels. Tot de bekendste weidevogels behoort een viertal steltlopers die nog in relatief hoge dichtheden voorkomen in agrarisch grasland: de kievit (*Vanellus vanellus*), grutto (*Limosa limosa*), scholekster (*Haematopus ostralegus*) en tureluur (*Tringa totanus*). Een groot deel van de in het kader van dit onderzoek verzamelde informatie heeft betrekking op deze vier soorten.

Overigens worden ook inzichten die relevant zijn voor weidevogels die inmiddels zeer schaars zijn, meegenomen. Een voorbeeld hiervan is de veldleeuwerik, die als broedvogel vrijwel geheel uit gangbaar agrarisch grasland is verdwenen, evenals (zeer) zeldzame broedvogels zoals de watersnip (*Gallinago gallinago*) en kemphaan (*Calidris pugnax*).

#### **Overeenkomsten tussen verschillende soorten weidevogels**

Weidevogels (kievit, grutto, scholekster en tureluur) hebben een aantal belangrijke overeenkomsten:

- **Grondbroeders:** Weidevogels zijn grondbroeders. Dit maakt weidevogels kwetsbaar voor verstoring door landbouwwerkzaamheden. Een uitgestelde maaidatum en een lage maai-frequentie vergroten de kans op het uitkomen van de eieren. Het uitkomen van de eieren is de eerste stap richting een goed reproductiesucces.
- **Semi-koloniaal:** Weidevogels zijn semi-koloniale vogels, waarbij zowel met soortgenoten als met andere weidevogels in hoge dichtheden wordt gebroed. Het broeden in hoge dichtheden brengt de nodige voordelen met zich mee, waaronder de gezamenlijke afweer van predatoren (Schroeder et al., 2010; Berg et al., 1992; Takahashi & Ohkawara, 2007; Elliot et al., 1985). Het semi-koloniale broedgedrag en bijkomende voordelen voor het reproductiesucces kunnen in de hand worden gewerkt door grote, aaneengesloten gebieden met geschikte habitat te realiseren.
- **Verschil in dieet tussen volwassen vogels (adulten) en kuikens:** Voor de meeste soorten weidevogels geldt dat er een groot verschil is tussen het dieet van de adulten en de kuikens. Zo geldt voor de grutto dat adulte vogels voornamelijk wormen, emelten en muggenlarven eten, terwijl het dieet van kuikens vooral bestaat uit (liefst grote) vliegende insecten (Schekkerman & Beintema, 2007). De aanwezigheid van voldoende insecten is om deze reden van groot belang voor weidevogelkuikens. Ook de kuikens van de tureluur en kievit eten voornamelijk insecten, terwijl de adulten voornamelijk wormen, emelten en ander bodemleven eten.

Voor alle weidevogelkuikens geldt echter dat naarmate de ouderdom toeneemt, wormen (en ander bodemleven) een steeds groter onderdeel van het dieet gaan uitmaken, nog voordat het kuiken volledig is opgegroeid (ook wel 'vliegvlug') (Beintema et al., 1991; Van der Velde et al., 2020). Daarmee zijn ook de aanwezigheid en bereikbaarheid van voldoende wormen van belang voor (oudere) weidevogelkuikens.

Een uitzondering op bovengenoemde regel wordt gevormd door de scholekster. Het dieet van de kuikens bestaat al voor het overgrote deel uit wormen en er is dus nauwelijks sprake van een verschil in dieet tussen de kuikens en adulten.

- 
- Nestvlinders: Kuikens van de grutto, tureluur en kievit zijn nestvlinders. Dit betekent dat deze soorten binnen één of enkele dagen het nest verlaten om zelfstandig op zoek te gaan naar voedsel, onder begeleiding/bescherming van de oudervogels. De grote mate van zelfstandigheid maakt dat de structuur van de vegetatie geschikt moet zijn (in termen van hoogte en dichtheid) voor een weidevogelkuiken, zodat deze zelfstandig voldoende insecten kan vergaren. Een uitzondering op bovenstaande wordt wederom gevormd door de kuikens van de scholekster: dit zijn semi-nestvlinders. De kuikens verlaten weliswaar na een aantal dagen het nest, maar worden vervolgens gevoerd door de ouders (met wormen), in tegenstelling dus tot kuikens van de grutto, tureluur en kievit, die zelf hun voedsel moeten verzamelen.

### **Weidevogels: onderlinge verschillen**

De grutto, tureluur, kievit en scholekster verschillen onderling op subtiele wijze op het gebied van hun levenswijze en dieet en nemen daarmee ieder hun eigen niche in. De belangrijkste verschillen tussen deze soorten zijn als volgt:

- Wijze van foerageren (kuikens): De kuikens van verschillende soorten weidevogels foerageren ieder op hun eigen manier. De kuikens van de grutto eten voornamelijk vliegende insecten, zoals vliegen, muggen en vliesvleugeligen die zij uit de vegetatie plukken (Schekkerman, 1997). Kuikens van de tureluur hebben een dieet vergelijkbaar met dat van de kuikens van de grutto, aangevuld met een groot aantal prooidieren die gebonden zijn aan slootkanten. De kuikens van de kievit eten voornamelijk voedsel dat zij van de bodem plukken, zoals kevers en spinnen (Beintema et al., 1991). Voor de kievitkuikens is de aanwezigheid van 'open stukjes' met voldoende zicht op de bodem dan ook van groot belang.
- Zichtjagers en tastjagers: Zoals eerder genoemd, eten volwassen weidevogels vooral wormen en emelten. De grutto, tureluur en scholekster foerageren op de tast: zij prikken hun snavel op verschillende plekken in de bodem, totdat zij een prooi bemachtigen. De kievit is een zichtjager en is gericht op het detecteren van beweging (Atkinson et al., 2004; Buckingham et al., 2006).

## **2.2 Habitatieisen weidevogels**

Op hoofdlijnen is een optimaal weidevogellandschap te karakteriseren als een open landschap met – naar tegenwoordige maatstaven – extensief gebruikt grasland en een hoge bodemvochtigheid.

### **Landschappelijke openheid**

De landschappelijke openheid is van belang, omdat opgaande structuren zoals bebouwing, bomenrijen en masten door weidevogels (terecht) worden geassocieerd met de aanwezigheid van predatoren. Besloten gebieden worden dan ook in lagere dichtheden bezet door weidevogels (Schekkerman, 2008; Van der Vliet et al., 2008).

### **Extensief graslandgebruik**

Extensief graslandgebruik (in vergelijking met de huidige standaard) is van belang vanwege meerdere aspecten. De belangrijkste zijn:

- Rust en veiligheid tijdens broed- en kuikenperiode: Weidevogels broeden op de grond, verscholen in het gras. De kuikens foerageren na uitkomst van de eieren in het grasland, waar zij voedsel en beschutting vinden. Een late eerste maaidatum en een lage maaifrequentie gedurende het groeiseizoen verminderen het risico op uitmaaien van nesten en/of kuikens (Kentie et al., 2011).
- Geschikte vegetatiestructuur: Bovenstaande (rust en veiligheid tijdens broed- en kuikenperiode) kan ook op intensief gebruikte percelen worden gerealiseerd, simpelweg door een uitgestelde maaidatum toe te passen (zoals in het kader van het ANLb wordt gedaan middels het beheerpakket 'uitgesteld maai-beheer'). Echter, een ongemaaid grasland vormt niet per definitie geschikte opgroei-habitat voor een weidevogelkuiken. Daarvoor moet het grasland ook een geschikte vegetatiestructuur hebben. Extensief gebruik van het grasland (lage mestgift, hoge waterstand) leidt in de regel tot deze geschikte vegetatiestructuur. Ten eerste is de gewasdichtheid lager (er staat minder gras/de stengeldichtheid is lager), waardoor de kuikens beter in staat zijn om zich door het grasland voort te bewegen. Daardoor gaat minder energie verloren. Ten tweede herbergen extensief beheerde percelen meestal een grotere structuurvariatie: een afwisseling van lage en hoge vegetatie en open

---

en gesloten vegetatie. Percelen met een grote structuurvariatie bieden zowel schuilmogelijkheden indien er predatoren aanwezig zijn, als meer open delen waar de kuikens kunnen foerageren.

Samenvattend kan worden gesteld dat extensieve graslanden geschikte opgroei-habitat vormen voor weidevogelkuikens omdat de insecten niet alleen aanwezig zijn, ze zijn ook goed bereikbaar voor weidevogelkuikens vanwege de goede doorwaadbaarheid en grote structuurvariatie (o.a. Kleijn et al., 2007; Kruk et al., 1997; Schekkerman & Beintema, 2008).

### **Hoge bodemvochtigheid**

Een hoge bodemvochtigheid is om meerdere redenen van belang:

- De bodemvochtigheid is van grote invloed op de grasgroei en daarmee voor de intensiteit/extensiviteit van het graslandgebruik. Een hoge grondwaterstand remt de gewasgroei en stimuleert daarmee het ontstaan van een grasland met een gunstige vegetatiestructuur, zoals beschreven in bovenstaande alinea.
- Voor (jong)volwassen weidevogels spelen twee aspecten een rol: 1) de bodemvochtigheid is medebepalend voor de indringingsweerstand van de bodem en daarmee bepalend voor de mate waarin de snavel van foeragerende weidevogels de bodem kan indringen en 2) bij een hoge bodemvochtigheid verplaatst het bodemleven zich dichters naar het maaiooppervlak, waardoor het binnen het bereik van de snavel komt (Tolkamp et al., 2006).

## 2.3 Dalende trend & oorzaken

### **Wat zijn de belangrijkste oorzaken voor de sterke afname van weidevogels?**

#### *Dalende trend*

De grutto en scholekster kampen al lange tijd met sterk dalende aantallen. Voor de Kievit en Tureluur geldt dat de trend tot de eeuwwisseling relatief stabiel was. Sinds de eeuwwisseling nemen ook deze soorten in rap tempo af (Kleyheeg et al., 2020).

Van Turnhout et al. (2020) hebben onderscheid gemaakt in de trend in gangbaar landbouwgebied, landbouwgebied met agrarisch natuurbeheer en weidevogelreservaten. De Multi Species Indicator (MSI) die wordt berekend voor zes soorten weidevogels, staat voor gangbare landbouw op -2,8% per jaar, voor gebieden met agrarisch natuurbeheer op -1,5% en vertoont een stabiele trend in reservaten. Uiteraard verschillen de soorten onderling in de mate waarin sprake is van een afname. Vooral de grutto (-6.66% per jaar) en Kievit (-4.78%) vertonen sterk negatieve trends in gangbare landbouw (Van Turnhout et al., 2020).

Wanneer naar de trend op lange termijn wordt gekeken, wordt de forse afname nog duidelijker. Zo geldt voor de grutto dat de Nederlandse broedpopulatie in 2015 nog maar een vierde bedroeg van de populatiegrootte in de jaren zeventig van de vorige eeuw; van ongeveer 120.000 naar 33.000 broedpaar (Beintema, 2015).

#### *Mechanismen achter afname populatie*

Een groot aantal onderzoeken wijst in de richting van een zeer laag reproductiesucces – het aantal kuikens dat succesvol opgroeit – als het belangrijkste mechanisme achter de dalende trend van weidevogels (o.a. Schekkerman & Muskens, 2008; Roodbergen et al., 2008; Kentie et al., 2018). Teunissen et al. (2007) stelden vast dat het reproductiesucces van de grutto gemiddeld 0.1 kuikens per broedpaar per jaar bedroeg, terwijl een reproductiesucces van 0.7 kuikens nodig is voor een stabiele populatiegrootte (Teunissen et al., 2007). Achter het lage reproductiesucces schuilen verschillende oorzaken, waaronder een gebrek aan geschikte habitat en predatie. Onderzoek van Loonstra et al. (2018) liet zien dat de conditie van gruttokuikens ver onder de maat was. Bovendien werd in dit onderzoek vastgesteld dat de sterfte hoger is onder vrouwelijke kuikens, vermoedelijk omdat deze een hogere energiebehoefte hebben. Dit leidt tot een mannenoverschot in de populatie. Ook Schekkerman (2005) stelde vast dat kuikens van de grutto in de periode 2003-2005 aanmerkelijk langzamer groeiden/in slechtere conditie verkeerden dan in de jaren tachtig van de vorige eeuw.

---

Tot voor kort werd het lage reproductiesucces als de voornaamste oorzaak voor de afname van vooral de grutto gezien. De overleving van volwassen grutto's was sinds de jaren tachtig van de vorige eeuw stabiel (Roodbergen et al., 2008). Recent onderzoek van Van der Veld et al. (2020) geeft echter aan dat ook de overleving van volwassen grutto's recentelijk is afgenomen van 87% per jaar in 2008 naar 82% per jaar in 2018. Een groot deel van deze sterfte vindt plaats tijdens het broedseizoen (Siebold et al., 2019). De oorzaken hiervoor (predatie, conditie etc.) zijn nog onduidelijk.

### Oorzaken voor dalende trend

#### 1) Afname kwaliteit en kwantiteit habitat

De teloorgang van weidevogels wordt voornamelijk veroorzaakt door een afname van de kwaliteit en kwantiteit van de broedhabitat. Gebieden die voldoen aan alle habitateisen (open landschap, hoge bodemvochtigheid, extensief landgebruik), zoals op hoofdlijnen beschreven in paragraaf 2.2, zijn zeldzaam geworden. Uit recent onderzoek is gebleken dat slechts 1200 van de 30.000 broedparen grutto in gebieden broeden die op het vlak van alle habitateisen optimaal zijn (Melman & Sierdsema, 2017). Een groot aantal processen ligt ten grondslag aan de afname van de kwantiteit en kwaliteit van de broedhabitat, waaronder de uitbreiding van de infrastructurele en stedelijke omgeving en de 'verrommeling' van het landschap (Kleijn et al., 2008; Teunissen, 2007).

De voornaamste reden voor de afname van de kwaliteit van de broedhabitat vormt de intensivering van de landbouw (Newton, 2004; Teunissen & Soldaat, 2006; Vickery et al., 2001). Met de intensivering van de landbouw wordt een proces bedoeld dat zich in de afgelopen decennia heeft afgespeeld, dat nog steeds doorgaat en gekenmerkt wordt door een combinatie van (Kentie et al., 2015):

1. Het verlagen van de grondwaterstand;
2. Het verhogen van de mestgift;
3. (Her)inzaaien met snelgroeiende grassoorten als Engels raaigras (*Lolium perenne*) en gebruik van herbiciden waardoor de kruidenrijkdom afneemt;
4. Het egaliseren van weilanden waardoor sterke homogenisering van de vegetatie optreedt;
5. Het chemisch bestrijden van voor gras schadelijke insecten zoals emelten, wat allemaal bedoeld is om;
6. Vroeger, efficiënter en frequenter maaien en/of intensiever beweiden.

De intensivering van de landbouw is op meerdere fronten van invloed op weidevogels. De meest voor de hand liggende gevolgen zijn de directe en indirecte gevolgen van een vroege maaidatum en een hoge maaifrequentie. De verhoogde frequentie van maaien en de vroege maaidatum leiden tot een toename van het aantal nesten, eieren en kuikens dat wordt 'uitgemaaid' en dus vroegtijdig sneuvelt (Teunissen, 2007). Bovendien lopen de kuikens tijdens en vlak na het maaien (wat veelal op grote schaal gebeurt) een extra grote kans om gepredeerd te worden door een gebrek aan schuilgelegenheid in de omgeving.

Daarnaast resulteren een vroege maaidatum en hoge maaifrequentie tijdens het seizoen in een afname van ongemaaid grasland, de basis van geschikte habitat. Onderzoek van Van der Velde et al. (2020) maakt inzichtelijk dat ruim 70% van het grasland al is gemaaid voordat de helft van alle gevonden gruttonesten is uitgekomen.

Bovenstaande aspecten hebben betrekking op de gevolgen van het maaien. Nog los van dit aspect leidt de intensieve landbouw tot een type grasland dat ongeschikt is als opgroeihabitat voor weidevogelkuikens.

Door de toegenomen mestgift, grotere drooglegging en klimaatverandering groeien graslanden steeds eerder dicht (o.a. Teunissen et al., 2008). Zoals eerder beschreven, kunnen kuikens niet uit de voeten in dergelijke gesloten en structuurarme graslanden. De kuikens ondervinden moeite om al lopend door de vegetatie voldoende insecten te vinden (o.a. Kleijn et al., 2007; Kruk et al., 1997; Schekkerman & Beintema, 2008).

Bovenstaande maakt duidelijk waarom intensief gebruikt agrarisch grasland ongeschikte habitat vormt voor weidevogels. Daarmee is het niet verwonderlijk dat de balans (in termen van areaal) tussen extensief en intensief gebruikte graslanden een belangrijke rol speelt. Daar waar sprake is van een

---

relatief klein gebied met geschikte graslanden in een omgeving die wordt gedomineerd door intensief gebruikte graslanden:

- Wordt predatie in de hand gespeeld: de geschikte gebieden vormen een voedselbron voor predatoren (door de aanwezigheid van weidevogelkuikens) ten opzichte van de omgeving. Bovendien kunnen kleine weidevogelpopulaties zich moeilijk verdedigen tegen predatoren (Van der Wal en Teunissen, 2018).
- Worden positieve resultaten in termen van reproductiesucces in het 'geschikte' gebied tenietgedaan door (sterk) negatieve resultaten in de omgeving, hetgeen ertoe kan leiden dat de populatie op nationale schaal alsnog een sterk negatieve trend vertoont (Kentie et al., 2011). In andere woorden: de populaties in geschikte gebieden moeten 'opboksen' tegen een (zeer) groot oppervlak met ongeschikt leefgebied.

## 2) Predatie

Onderzoek heeft uitgewezen dat predatie de laatste decennia is toegenomen (Teunissen et al., 2005; Schekkerman et al., 2009; Teunissen et al., 2020). Predatie wordt in verscheidende onderzoeken als een belangrijke oorzaak genoemd voor de afname van weidevogelpopulaties (Schekkerman 2008; Bellebaum & Bock, 2009; Schekkerman et al., 2009; Roodbergen et al., 2010; Roodbergen et al., 2012). Het is echter van groot belang om predatie niet als een op zichzelf staand proces te beschouwen. Predatie onder weidevogels is complexe materie en tal van factoren spelen een rol:

- Predatie en landschappelijke openheid: zoals eerder genoemd, is de habitatkwaliteit sterk afgenomen. Hiertoe behoort onder andere een afname van de landschappelijke openheid en de 'verrommeling' van het landschap. Beide bieden nest- en schuilgelegenheid voor predatoren en spelen daarmee predatie in de hand (Van der Vliet et al., 2008).
- Effect van matige habitatkwaliteit: zoals in bovenstaande alinea's genoemd, is de habitatkwaliteit sterk afgenomen, hoofdzakelijk als gevolg van de intensivering van de landbouw. De afname van de habitatkwaliteit is van invloed op de mate van de predatie (niet uitputtend):
  - Kuikens die in slechte conditie verkeren door voedselgebrek moeten langer en vaker foerageren en nemen grotere risico's om voldoende voedsel te zoeken. Daarmee lopen ze vaker het risico om gepredeerd te worden (Schekkerman et al., 2009).
  - Het op grote schaal maaien (vaak en vroeg) leidt tot een gebrek aan beschutting. Weidevogelgezinnen zijn om deze reden genoodzaakt om op zoek te gaan naar percelen die voldoende beschutting geven, waarvoor soms grote aantallen gemaaide graslanden moeten worden doorkruist, met een (ver)grote mate van zichtbaarheid voor predatoren.
  - Gebieden met een geschikte habitatkwaliteit in een omgeving waar de habitatkwaliteit in het algemeen laag is, oefenen een extra grote aantrekkingskracht uit op predatoren (Van der Wal en Teunissen, 2018).
  - De toegenomen drooglegging vergroot de geschiktheid van het land voor zoogdieren. Predatoren zoals hermelijn en wezel vestigen zich waarschijnlijk in hogere dichtheden in gebieden met een grote drooglegging (Van der Wal en Teunissen, 2018).

## 3) Ganzen?

De afgelopen decennia is het aantal broedende ganzen sterk toegenomen (Van der Jeugd et al., 2006). Onder natuurbeschermers is ongerustheid ontstaan dat ganzen een negatief effect hebben op het voorkomen van weidevogels. Daarbij gaat het in theorie om directe verstoring (conflicten tussen ganzen en weidevogels) en indirecte verstoring, waarbij hoge aantallen ganzen zorgen voor een extreem korte vegetatie, waardoor schuilgelegenheid verloren gaat voor weidevogels.

De tot dusver uitgevoerde onderzoeken hebben een dergelijk negatief effect niet kunnen vaststellen. Kleijn et al. (2011) konden geen significante relatie vaststellen tussen het voorkomen van ganzen en de populatietrend of -dichtheid van broedende kieviten en grutto's. Er was ook geen associatie in het ruimtelijk voorkomen van beide. Het beperkte aantal significante relaties dat werd vastgesteld, was zelfs positief. Kleijn en Bos (2010) vonden geen ecologisch relevant effect van overzomerende brandganzen op het broedgedrag van grutto en kievit. Ook Tamis & Heemskerk (2020) vonden geen negatief effect. Roodbergen et al. (2013) onderzochten wederom de relatie tussen het voorkomen van ganzen (grauwe gans, brandgans, kolkans en grote Canadese gans) en de vestiging, dichtheid, trends, ruimtelijke spreiding en nestsucces van weidevogels. Zij vonden geen verband tussen bovengenoemde aspecten.

---

# 3 Effecten bemesting op habitatkwaliteit weidevogels

## LEESWIJZER

In dit hoofdstuk worden de effecten van bemesting (type mest, hoeveelheid, timing) op de habitatkwaliteit van graslanden voor weidevogels beschreven. Daarbij worden de effecten afzonderlijk beschreven voor weidevogelkuikens (paragraaf 3.1) en adulte (volwassen) weidevogels (paragraaf 3.2). Dit omdat beide verschillen in hun levenswijze, waardoor bemesting via verschillende sporen van invloed is op de habitatkwaliteit (zie hoofdstuk 2).

## 3.1 Invloed op habitatgeschiktheid weidevogelkuikens

### Inleiding

In tegenstelling tot juveniele en adulte weidevogels, die voornamelijk wormen en emelten eten, bestaat het dieet van weidevogelkuikens hoofdzakelijk uit insecten (Scheckerman & Beintema, 2007). Zoals beschreven in hoofdstuk 2, moeten kuikens van de grutto, Kievit en tureluur deze insecten zelf vangen, al wadend door de vegetatie. De habitatgeschiktheid van graslanden voor weidevogelkuikens wordt op *hoofdlijnen* bepaald door:<sup>2</sup>

1. De *aanwezigheid* van insecten (aantal/biomassa, de gemiddelde grootte van de insecten en mogelijk ook de diversiteit).
2. De *bereikbaarheid* van insecten: de structuur van de vegetatie bepaalt de mate waarin kuikens in staat zijn om de aanwezige insecten te vangen en hoeveel energie dat kost. Weidevogelkuikens zijn gebaat bij een grote structuurvariatie en relatief lage gewasdichtheid. Een lage gewasdichtheid stelt de kuikens beter in staat om zich door het grasland voort te bewegen, waardoor minder energie verloren gaat. Graslanden met een grote structuurvariatie (afwisseling van hoog & laag en gesloten & open) bieden zowel schuilmogelijkheden in het geval er predatoren aanwezig zijn als meer open delen waar de kuikens kunnen foerageren (o.a. Kleijn et al., 2007; Kruk et al., 1997; Scheckerman & Beintema, 2008).
3. *Beschikbaarheid* insecten: de combinatie van punt 1 en 2 – de aanwezigheid en bereikbaarheid van insecten bepalen samen de beschikbaarheid van insecten als voedselbron voor weidevogelkuikens.

De impact van bemesting op de aanwezigheid van insecten komt aan bod in paragraaf 3.1.1. De impact op de vegetatiestructuur en daarmee de bereikbaarheid van insecten wordt besproken in paragraaf 3.1.2 en de beschikbaarheid van insecten (synthese van 3.1.1. en 3.1.2) wordt behandeld in paragraaf 3.1.3.

### 3.1.1 Impact bemesting op aanwezigheid insecten

#### *Bemestingsintensiteit – aantal insecten*

In het kader van dit literatuuronderzoek is een groot aantal publicaties gecheckt op de relatie tussen de bemestingsintensiteit en het aantal insecten. Haddad et al. (2000) volgden de insectenstand op 54 percelen gedurende een periode van 14 jaar. De percelen werden voorzien van verschillende hoeveelheden mest. Het totaal aantal insecten en de totale biomassa aan insecten bleek toe te nemen met een toename van bemesting. Daarbij namen vooral het aantal detrivore en herbivore insecten toe. Ook andere onderzoeken wijzen uit dat een toename van bemesting positieve effecten kan hebben, bijvoorbeeld op het voorkomen van wantsen (McNeill, 1973) en blad-etende insecten (phytofagen) in algemene zin (Andrzejewska, 1976).

---

<sup>2</sup> Naast de algemeen geldende habitateisen zoals beschreven in hoofdstuk 2, waaronder de openheid van het landschap en een hoge bodemvochtigheid.

---

Gossner et al. (2014) vonden juist het tegenovergestelde, waarbij een toename van de bemestingsintensiteit leidde tot een afname van het totaal aantal insecten. Ook Atkinson (2004) vond een negatief effect van de bemesting- en beheerintensiteit op het aantal insecten, waarbij vooral het aantal vegetatiegebonden insecten sterk afnam. Ook Atwood et al. (2008) stelden vast dat een hogere mestgift gepaard gaat met minder insecten, mede door een afname van de kruidenrijkdom.

Daarnaast is er een groot aantal onderzoeken waarbinnen geen significant effect van de bemestingsintensiteit op het aantal insecten kon worden vastgesteld (o.a. Schekkerman, 1997; Siemann, 1998; Koricheva et al., 2000; Perner et al., 2005).

Uit bovenstaande kan worden opgemaakt dat er geen eenduidig beeld bestaat over de invloed van de bemestingsintensiteit op het aantal insecten.

#### *Bemestingsintensiteit – diversiteit insecten*

In het onderzoek van Haddad et al. (2000) werd weliswaar vastgesteld dat het aantal insecten toenam met een toename van bemesting, maar de diversiteit van het aantal insecten nam juist af.

Ook Simons et al. (2014) stelden vast dat de diversiteit van insecten sterk afnam met een toenemende bemestingsintensiteit. Hierbij werd vooral gewezen op de effecten van bemesting op de kruidenrijkdom van de vegetatie. Een hoge mestgift bevoordeelt de groei van concurrentiekrachtige grassen (zoals Engels raaigras) ten nadele van de kruidenrijkdom. Dit resulteert in een gereduceerd bloemaanbod en dus in een afname van insecten die hiervan afhankelijk zijn.

Ook Woodcock et al. (2009) stellen vast dat de diversiteit van insecten afneemt langs een gradiënt van bemestingsintensiteit. Zij benoemen – naast de afname van de kruidenrijkdom – ook de afname van de structuurrijkdom als een achterliggende oorzaak voor de afname van de diversiteit aan insecten. Een gereduceerde structuurrijkdom leidt tot een minder divers aanbod aan microhabitats, waardoor een kleinere selectie aan soorten de bestaande niches inneemt. Naast bovengenoemde onderzoeken zijn er nog tal van andere onderzoeken die het negatieve effect van een hoge mestgift op de diversiteit van insecten benadrukken (Simons et al., 2015).

Bovenstaande roept de vraag op wat de gevolgen zijn van een gereduceerde diversiteit van insecten (en dus prooidieren) voor het opgroeisucces van weidevogelkuikens. Voor de veldleeuwerik is inmiddels bekend dat niet alleen de aanwezigheid van voldoende voedsel (biomassa) van belang is, maar dat ook de diversiteit van het dieet van invloed kan zijn op het opgroeisucces. Donald et al. (2001) stelden vast dat een divers dieet een positief effect heeft op de conditie van jonge veldleeuweriken. Hegemann et al. (2013) constateerden dat een gebrek aan diversiteit in het dieet het functioneren van het immuunsysteem beïnvloedt en leidt tot een lagere overleving van de nestjongen. In welke mate dit speelt voor andere weidevogels dan de veldleeuwerik is niet bekend.

#### *Bemestingsintensiteit – aanwezigheid grote en kleine insecten*

Zoals toegelicht in hoofdstuk 2 is de aanwezigheid van grote insecten van groot belang voor het opgroeisucces van weidevogelkuikens. Grote prooidieren vormen in energetische zin immers een efficiëntere voedselbron dan kleine prooidieren, omdat:

- Voor het vergaren van een klein prooidier nagenoeg dezelfde inspanning benodigd is als voor het vergaren van een klein prooidier;
- Voor kleinere prooidieren de verhouding tussen voedzame massa en moeilijk verteerbare lichaamsdelen meestal minder gunstig is (Beintema et al., 1991; Schekkerman, 2007).

Verhulst et al. (2008) komen tot de conclusie dat oudere kuikens van de grutto vooral gebaat zijn bij insecten groter dan 4 mm. Onderzoek van Roodbergen et al. (2011) toont aan dat de groeisnelheid van kuikens van de grutto toeneemt bij een toename van het aantal grote insecten, en niet bij een toename van het aantal insecten in algemene zin.

Verskillende onderzoeken hebben gekeken naar de effecten van bemesting op het voorkomen van kleine en grote insecten. Siepel et al. (1990) stelden vast dat bij een bemestingsniveau van 50 kg N per ha per jaar het gemiddelde insect 1 gram weegt (dit komt overeen met de voor grutto belangrijke

---

grootteklasse van > 4mm). Bij een zeer hoog bemestingsniveau (400 kg N/ha) per jaar is het gemiddelde gewicht per insect gedaald tot een derde (0,33 gram). Er komen in dit geval nog wel grote insecten voor, maar deze zijn vele malen schaarser. Het drijvende mechanismen achter dit resultaat is een verschil in de lengte van de levenscyclus tussen kleine en grote insecten. Kleine insecten hebben over het algemeen een kortere levenscyclus dan grote insecten en kunnen zich daardoor beter handhaven in hoogdynamische milieus. Een hoge mestgift resulteert in meer dynamiek/verstoring, bijvoorbeeld in de vorm van maaien. Dit maakt het voor grote insecten met een langere levenscyclus moeilijk/onmogelijk om binnen het grasland hun levenscyclus te voltooien. Schekkerman (1997) komt tot de conclusie dat het aantal grote insecten vooral bij een niveau van 100 kg N/ha en meer, zeer snel afneemt.

Ook Cole et al. (2008), Britschgi et al. (2006) en Blake et al. (1994) vonden een vergelijkbaar resultaat. Zahn et al. (2010) kwamen tot de conclusie dat vooral de insecten met een grootte tussen de 5 en 15 mm minder voorkomen op intensief bemeste percelen.

Simons (2016) deed een breed onderzoek, waarbij voor ruim 1000 soorten insecten is gekeken naar de impact van gebruikersintensiteit op de samenstelling van de insectengemeenschap in relatie tot bemesting, maaifrequentie en begrazing. De onderzoekers concluderen dat de gemiddelde grootte van insecten afneemt met een toenemende gebruikintensiteit, waarin bemesting een sleutelrol inneemt. Toenemende intensiteit selecteert op kleinere, meer mobiele soorten met een kortere levenscyclus.

#### *Type mest – aantal insecten*

Onderzoek naar het effect van het type mest op het aantal insecten is schaars. Wel is bekend dat ruige mest in het land snel wordt gekoloniseerd door vliegen die zich hiermee voeden (Curry, 1997). Deze vliegen vormen op hun beurt belangrijk voedsel voor weidevogels. Ook in ander onderzoek werd vastgesteld dat verschillende soorten diptera (vliegen) – die belangrijke prooidieren vormen voor vooral de gruttokuikens – in hoge dichtheden voorkomen in gebieden waar ruige mest wordt toegepast (D'Arcy-Burt & Blackshaw, 1991; McCracken, Foster & Kelly, 1995).

### 3.1.2 Impact bemesting op bereikbaarheid insecten

#### *Bemestingsintensiteit – bereikbaarheid insecten*

Zoals eerder vastgesteld, is naast de aanwezigheid van voldoende (grote) insecten de vegetatiestructuur van groot belang. Deze bepaalt immers de mate waarin kuikens in staat zijn om insecten te vangen en hoeveel energie daarvoor benodigd is. Weidevogelkuikens zijn daarbij gebaat bij een vegetatie die beschutting biedt, maar tegelijkertijd goed doorwaadbaar is. In dergelijke vegetaties gaat zo min mogelijk energie verloren aan het waden door de vegetatie en zijn de aanwezige insecten goed zichtbaar en daardoor vangbaar.

Door Kleijn et al. (2007) en Kleijn et al. (2008 & 2009) is onderzoek gedaan naar de relatie tussen de bemesting en de kwaliteit van het grasland als foerageerhabitat voor weidevogels. Het onderzoek is op geïntegreerde wijze uitgevoerd, waarbij zowel aandacht is besteed aan de aanwezigheid van insecten als aan de bereikbaarheid daarvan.

Kleijn et al. (2007) deden in 2006 onderzoek in Gerkesklooster (Friesland) en de Ronde Hoep (Noord-Holland). In ieder gebied zijn acht percelen onderzocht, waarvan twee hoogproductieve percelen met uitgestelde maaidatum, twee hoogproductieve percelen die bij aanvang van de studie net gemaaid waren, twee ongemaaide kruidenrijke graslanden die jaarlijks licht werden bemest (drijfmest) en twee ongemaaide kruidenrijke graslanden die nauwelijks waren bemest (ruige mest). Insecten werden bemonsterd met behulp van piramidevallen. Daarnaast werden ook de dichtheid van de vegetatie en de grondwaterstand gemeten. In 2007 is door Kleijn et al. (2008) volgens dezelfde methodiek onderzoek uitgevoerd op dertien reservaatpercelen in het Wormer- en Jisperveld (Noord-Holland).

Bemesting bleek als individuele factor geen eenduidig effect te hebben op het aantal insecten, in lijn met wat is beschreven in paragraaf 3.1.1. Er bleek wel sprake te zijn van een interactie, waarbij bemestingsintensiteit een negatieve invloed had op de insectenrijkdom op percelen met een lage grondwaterstand. Op percelen met een hoge grondwaterstand bleek dit niet het geval te zijn.



---

Ook met betrekking tot het effect van bemesting op vegetatiestructuur bleek sprake te zijn van een interactie. Hoogtegroei van de vegetatie was uitsluitend bij lage grondwaterstanden positief gerelateerd aan de bemestingsintensiteit.

Laatstgenoemde interactie is niet verwonderlijk: de groei van vegetatie die met zijn wortels in het water staat, wordt beperkt door een gebrek aan zuurstof (Jackson, 1985) en niet door de beschikbaarheid van nutriënten.

Kleijn et al. (2009) merken op dat het aantal insecten niet alleszeggend is voor de voedselbeschikbaarheid voor weidevogelkuikens. Het gaat immers om het aantal insecten dat 'beschikbaar' is voor de weidevogelkuikens. Daartoe is een andere maat gehanteerd: de dichtheid voedsel (insecten) per volume vegetatie. Uit dit onderzoek bleek dat vegetaties met een grotere hoeveelheid gras (dichter en/of hoger) gemiddeld genomen meer insecten bevatten dan graslanden met een minder gesloten structuur. Echter, omdat het volume van de vegetatie (per m<sup>2</sup>) sterker toenam dan het aantal erin voorkomende insecten, nam de concentratie insecten af met een toename van het volume van de vegetatie. Dit maakt dat insecten in schralere vegetaties in grotere mate beschikbaar zijn dan in gesloten vegetaties, ook al komen er in absolute zin minder insecten voor (Kleijn et al., 2009b).

De onderzoekers concluderen daarmee dat een hogere bemestingsintensiteit gepaard gaat met een meer gesloten vegetatie en daarmee met meer insecten per m<sup>2</sup>. De vegetatiestructuur daarentegen wordt door zowel bemesting als een laag waterpeil hoger en dichter. Dergelijke vegetaties zijn slecht toegankelijk voor weidevogelkuikens en bevatten bovendien lagere concentraties (per volume vegetatie) insecten.

Schekkerman (1997) stelde vast dat graslanden met een hoge mestgift, gesloten vegetaties en lage aantallen prooidieren leiden tot kuikens met een slechte conditie en groeiachterstanden. Dit geldt zeker in jaren dat de tijd die beschikbaar is voor foerageren, beperkt is (door slecht weer of zeer vroege maaitijd). Kentie et al. (2013) stelden vast dat de overleving van weidevogelkuikens in kruidenrijke graslanden (met een gunstige vegetatiestructuur) vele malen hoger is dan kuikens die opgroeien in monotone, intensief gebruikte percelen.

Atkinson et al. (2004) vonden dat bemesting in de regel gepaard gaat met een toename van de gewashoogte en met een lichte toename in de abundantie van insecten, maar een negatief effect heeft op het aantal foeragerende weidevogels, indicierend dat niet zozeer de aanwezigheid van insecten, maar de beschikbaarheid daarvan een sturende factor is. Dit is lijn met het onderzoek van Kleijn et al. (2007) en Schekkerman (1997). Dit fenomeen is ook voor andere typische graslandsoorten vastgesteld (Vickery et al., 2001; Schaub et al., 2010).

#### *Bemestingsintensiteit – impact vegetatie*

Over de impact van de hoeveelheid mest op de vegetatiestructuur tonen verschillende onderzoeken een redelijk eenduidig beeld. Grote hoeveelheden mest leiden tot een afname van de structuurrijkdom en een afname van de kruidenrijkdom (Crawley et al., 2005; Vickery et al., 2001). Dit omdat

1. Een hoge mestgift de groei van concurrentiekrachtige grassen (zoals Engels raaigras) bevoordeelt ten nadele van de kruidenrijkdom en
2. Kruiden over het algemeen minder goed bestand zijn tegen het bijbehorende intensieve landgebruik (frequent maaien/sterke begrazing).

#### *Bemestingstype – impact vegetatie*

Als gevolg van de intensivering van het graslandgebruik (hoge mestgift, grote drooglegging) en klimaatverandering komt de gewasgroei tegenwoordig enkele weken sneller op gang dan vroeger. De datum waarop grutto's zijn begonnen met broeden, is niet in gelijke mate mee verschoven. De vergevorderde gewasgroei maakt dat een groot deel van de graslanden ongeschikte habitat vormt (of net gemaaid, of ongemaaid maar een zeer gesloten, structuurarme vegetatie) in de fase dat weidevogels met kuikens rondlopen.

---

Gebruik van mestvormen waarbij nutriënten snel beschikbaar komen voor plantengroei (drijfmest, kunstmest, gier) vóór het broedseizoen leidt ertoe dat de gewasgroei zeer snel op gang komt en dus sneller een vegetatiestructuur wordt bereikt die ongeschikt is als foerageerhabitat voor weidevogelkuikens (zie box 1).

Bovenstaande roept de vraag op of drijfmest wel kan worden toegepast na het broedseizoen. Er lopen dan immers geen weidevogelkuikens meer rond die gebaat zijn bij een trage gewasgroei. Daartoe dient te worden nagegaan welke impact drijfmest uitoefent op de vegetatiestructuur op de lange termijn. In andere woorden: welke impact heeft gebruik van bemesting vlak na het broedseizoen (bijvoorbeeld juli/augustus) op de vegetatiestructuur bij aanvang van het volgende broedseizoen?

Uit Tekstbox 1 kan worden opgemaakt dat mestvormen onderling verschillen in de snelheid waarmee stikstof beschikbaar komt voor plantengroei. De stikstof in kunstmest, gier en drijfmest komt aanzienlijk sneller beschikbaar voor plantengroei dan de stikstof in ruige mest. Vanuit bestaande kennis over de groei-eigenschappen van verschillende plantensoorten is bekend dat planten verschillen in de mate waarin zij van een tijdelijke overvloed aan nutriënten kunnen profiteren, samenhangend met de maximale groeisnelheid en reproductiestrategie (McCracken et al., 2004). Vooral soorten met een hoge maximale groeisnelheid en/of snelle kieming kunnen van een plotselinge overvloed aan nutriënten gebruikmaken. Hiertoe behoren concurrentiekrachtige grassen, zoals Engels raaigras, maar ook een aantal kruiden die algemeen bekend staan als 'verstoringsoorten', waaronder ridderzuring, vogelmuur en herderstasje. Andere kruiden zijn in algemene zin minder concurrentiekrachtig. Dit geldt met name voor langzamer groeiende en/of laagblijvende soorten (o.a. rozetplanten).

### **Samenvattend**

Na toediening van drijfmest/kunstmest ontstaat een situatie waarin concurrentiekrachtige soorten worden bevoordeeld. Minder concurrentiekrachtige soorten kunnen hierdoor worden weggeconcentreerd (McCracken et al., 2004). Gebruik van drijfmest, gier en vooral kunstmest stuurt daarmee richting een minder soortenrijke en structuurrijke vegetatie, wat ongunstig is voor de habitatkwaliteit voor weidevogelkuikens. Ook buiten het broedseizoen heeft gebruik van drijfmest een negatieve impact op de instandhouding van kruiden- en structuurrijke graslanden die optimale habitat vormen voor weidevogelkuikens.

Bovenstaande is binnen verschillende langlopende onderzoeken aangetoond. Eleaesser et al. (2008) onderzochten het effect van verschillende mestvormen op de samenstelling van de vegetatie. Gebruik van drijfmest leidde tot meer eenvormige vegetaties met een dominantie van grassen, terwijl gebruik van ruige mest juist leidde tot een toename van het aantal kruiden en een grotere structuurrijkdom. Liu et al. (2020) en Cunderlik et al. (2012) vonden gelijksoortige resultaten.

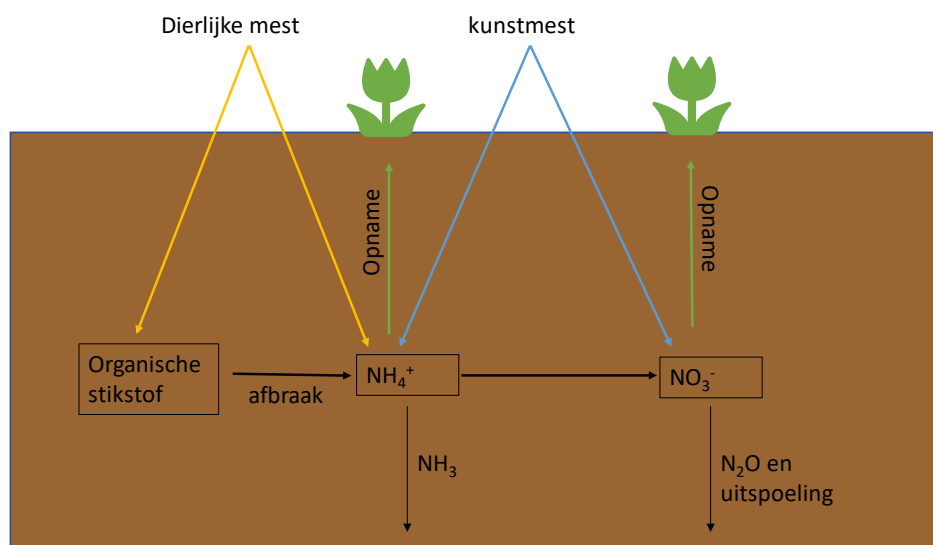
### Tekstbox 1: Mestvormen en gewasgroei

Om gras en andere gewassen van voldoende voedingsstoffen te voorzien, wordt er voor en tijdens het groeiseizoen bemest met dierlijke mest en/of kunstmest. Er zijn verschillende soorten mest met elk hun eigen nutriëntensamenstelling. Voor dierlijke mestsoorten is de samenstelling sterk afhankelijk van het voer dat de dieren krijgen, de productiewijze, het watergebruik en de mate van menging (Handboek Bodems en Bemesting, z.d.). Daarnaast kan het verwerken van dierlijke mest de samenstelling en nutriëntenbeschikbaarheid aanzienlijk beïnvloeden. De typische samenstellingen van de voornaamste mestsoorten die op grasland/in weidevogelgebieden worden gebruikt, zijn samengevat in Tabel 1. Hierbij dient in acht te worden genomen dat deze tabel kan worden gebruikt voor een vergelijking van de mestvormen op *hoofdlijnen*.

De verschillende mestvormen bevatten essentiële voedingsstoffen voor plantengroei, zoals fosfaat ( $P_2O_5$ ) en kalium ( $K_2O$ ). Fosfaat en kalium zijn normaliter ruimschoots beschikbaar of kunnen eenvoudig worden toegediend. De groei wordt op de meeste graslanden daarom gelimiteerd door de beschikbaarheid van stikstof (N) (LeBauer & Treseder, 2008; Vitousek & Howarth, 1991).

Wanneer verschillende mesttypen met elkaar worden vergeleken, is het daarom belangrijk om te kijken naar de mate en snelheid waarmee stikstof (N) beschikbaar komt voor gewasgroei. Een maat voor de snelheid waarmee stikstof beschikbaar is voor plantengroei is de N-werkingscoëfficiënt (Van Dijk et al., 2004). De werkingscoëfficiënt geeft aan hoe de snelheid waarmee stikstof beschikbaar komt voor plantengroei zich verhoudt tot toediening van stikstof middels kunstmest. De N-werkingscoëfficiënt voor kunstmest is dan ook 100%. Voor alle andere dierlijke mestvormen is de werkingscoëfficiënt een percentage tussen 0 en 100. Hoe hoger dit percentage, hoe sneller de stikstof beschikbaar is voor plantengroei (Tabel 1 hieronder is gebaseerd op een periode van een jaar). Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen de werkingscoëfficiënt voor:

- Anorganische N in de vorm van ammonium ( $NH_4$ ) en nitraat ( $NO_3$ ) (W N anorg in Tabel 1): Nitraat ( $NO_3$ ) is zeer mobiel een eenvoudig opneembaar voor plantengroei. Dit geldt in mindere mate voor ammonium ( $NH_4$ ), alhoewel ammonium onder koude omstandigheden wel sneller kan worden opgenomen.
- Organische N (W N org in Tabel 1): Organische stikstof is niet direct beschikbaar voor plantengroei en wordt in verschillende stappen wordt omgezet voordat het beschikbaar is voor plantengroei (zie Figuur 1). De verschillende meststoffen verschillen in de snelheid waarmee dit omzettingproces plaatsvindt en dus ook de snelheid waarmee N beschikbaar is voor plantengroei.



**Figuur 1** Vereenvoudigd beeld van de stikstofvormen en gerelateerde processen in de bodem na bemesting met dierlijke mest of kunstmest.

**Tabel 1** Typische samenstelling en toedieningsmethoden voor verschillende mestsoorten. De exacte samenstelling van dierlijke mest hangt sterk samen met productiefactoren zoals het rantsoen, ras en de mestopslagfaciliteit.

$W N_{anorg}$ ,  $W N_{org}$ , en  $W N_{tot}$  staan voor de werkingscoëfficiënten van minerale (anorganische), organische en totale stikstof in de verschillende mestsoorten. De totale werkingscoëfficiënt kan per mestsoort (en mestmonster) worden opgemaakt uit  $W N_{min}$  en  $W N_{org}$  en de hoeveelheid minerale en organische stikstof in de mest.

Mestsoort	Toediening	Samenstelling (kg/ton)					Werkingscoëfficiënt			Referentie
		OS	N anorg	N org	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	W N anorg	W N org	W N tot	
Rundveedrijfmest	Zodenbemesting (zand/klei)	71	1.9	2.1	1.5	5.4	81	20	49	Handboek Bodem en Bemesting, z.d.; Van Middelkoop et al., 2017
	Sleepvoet (veen)	71	1.9	2.1	1.5	5.4	69	20	43	Handboek Bodem en Bemesting, z.d.; Van Middelkoop et al., 2017
Dikke fractie van rundveedrijfmest	Oppervlakkig	188	0.2	7.6	4.4	4.8	-	-	60	Nutrinorm, z.d.; Verloop et al., 2012
Dunne fractie van rundveedrijfmest	Zodenbemesting (zand/klei)	32	0.66	2.5	0.8	6.1	81	20	32	Nutrinorm, z.d.; Verloop et al., 2012
	Sleepvoet (veen)	32	0.66	2.5	0.8	6.1	69	20	31	Nutrinorm, z.d.; Verloop et al., 2012
Ruige mest	Oppervlakkig	155	1.1	6.6	4.3	8.8	-	-	17	Handboek Bodem en Bemesting, z.d.; Van Middelkoop et al., 2017
Rundveegier	Zodenbemesting (zand/klei)	10	3.8	0.2	0.2	8.0	71	24	78	Nutrinorm, z.d.; Van Middelkoop et al., 2017
	Sleepvoet (veen)	10	3.8	0.2	0.2	8.0	64	24	62	Nutrinorm, z.d.; Van Middelkoop et al., 2017
N kunstmest KAS			27%				100	n.v.t.	100	Remmelink et al., 2020
N kunstmest MAS			22%				100	n.v.t.	100	Remmelink et al., 2020
P kunstmest tripelsuperfosfaat					38-44%		100	n.v.t.	n.v.t.	Remmelink et al., 2020
P kunstmest monosuprpfosfaat					16-19%		100	n.v.t.	n.v.t.	Remmelink et al., 2020
K Kalizout						60%	100	n.v.t.	n.v.t.	Remmelink et al., 2020
K Kornkali						40%	100	n.v.t.	n.v.t.	Remmelink et al., 2020

Op basis van Tabel 1 kunnen de verschillende mestvormen worden gesorteerd van een snelle beschikbaarheid van N (hoge werkingscoëfficiënt ( $W N_{tot}$ )) naar een langzame beschikbaarheid van N (lage werkingscoëfficiënt ( $W N_{tot}$ )). De volgorde is grofweg als volg: kunstmest, gier, dikke fractie drijfmest, drijfmest, dunne fractie drijfmest, ruige mest. Ruige mest heeft een aanzienlijk lagere werkingscoëfficiënt dan alle andere mestvormen.

Bij bovenstaande moet echter rekening worden gehouden met het feit dat het hierbij gaat om het beschikbaar komen van stikstof in het *eerste jaar*. Voor mestvormen met een hoog gehalte aan organische stikstof geldt dat in de jaren na toediening nog de nodige meststoffen beschikbaar zullen komen. Dit geldt dus met name voor ruige mest (Van Geel et al., 2019). Bij meerjarige toediening van een mestproduct met een grote organische component kan er dus een aanzienlijk deel van de totale N in de mest later dan het eerste jaar mineraliseren, zowel binnen als buiten het groeiseizoen. Van Geel et al. (2019) schatten dit deel voor rundveedrijfmest op 21% en voor vaste rundveemest met stro op 34%. Deze 'nalevering' van N kan in principe zelfs langer dan tien jaar duren. Ruige mest kan dus (bij jaarlijkse toediening) in totaliteit een gelijke hoeveelheid voedingsstoffen leveren, maar het beschikbaar komen daarvan verloopt geleidelijker dan bij drijfmest, kunstmest en gier.

### 3.1.3 Synthese

#### LEESWIJZER

Dit hoofdstuk vormt een synthese van paragraaf 3.2.1 en 3.2.2. De resultaten worden in samenhangende thema's gepresenteerd, waarna een duiding volgt van wat een en ander betekent voor de habitatgeschiktheid voor adulte weidevogels (aangeduid met '→').

#### **Wat is het effect van verschillende typen mest, de hoeveelheid en timing daarvan op het voorkomen van insecten (aantal, gemiddelde grootte, diversiteit)? En wat betekent dit voor de habitatgeschiktheid van het grasland als foerageerhabitat voor weidevogelkuikens?**

##### *Bemestingsintensiteit – aantal insecten*

De wetenschappelijke literatuur geeft geen eenduidig beeld over de relatie tussen de bemestingsintensiteit en het totale *aantal* insecten dat in een grasland voorkomt. Een deel van de studies vindt positieve effecten, een ander deel negatieve effecten en het overgrote deel vindt geen significant effect.

##### *Bemestingsintensiteit – diversiteit insecten*

Een hoge bemestingsintensiteit gaat gepaard met een afname van de diversiteit van insecten. Hier worden in verschillende onderzoeken een combinatie van de volgende drie mechanismen voor aangehaald. Een hoge bemestingsintensiteit:

1. Leidt tot een reductie van de kruidenrijkdom en daarmee tot een reductie van bloembezoekende insecten;
2. Leidt tot een eenvormige vegetatie waarin enkele concurrentiekrachtige grassen en kruiden gaan domineren. Daarmee neemt het aantal verschillende ecologische niches dat kan worden ingevuld af, met een afname van de diversiteit van insecten tot gevolg;
3. Gaat in de regel gepaard met een hogere gebruiksintensiteit en daarmee met meer verstoring (maaïen, beweiden). Een deel van de insecten kan zich in dergelijke hoogdynamische milieus niet meer handhaven, omdat er onvoldoende tijd is om de levenscyclus te voltooien.

→ Tot voor kort werd ervan uitgegaan dat voornamelijk de hoeveelheid voedsel van belang is voor weidevogelkuikens. Onderzoek bij de veldleeuwerik (en andere soorten) heeft aangetoond dat ook de diversiteit van het dieet van invloed is op de conditie en overleving van de nestjongen. In welke mate dit speelt voor andere weidevogels is nog onduidelijk en dient nader te worden onderzocht. Vanuit het voorzorgprincipe lijkt het verstandig om in te zetten op het behoud van de diversiteit van insecten en dus een lage bemestingsintensiteit toe te passen.

##### *Bemestingsintensiteit – gemiddelde grootte insecten*

Een hoge bemestingsintensiteit leidt tot een afname van de gemiddelde lichaamsgrootte/het gewicht van de aanwezige insecten. Het drijvende mechanisme hierachter is dat een hoge bemestingsintensiteit gepaard gaat met een toenemende maaifrequentie bij hoge mestgift in relatie met het verschil in de lengte van de levenscyclus tussen kleine en grote insecten. Kleine insecten hebben over het algemeen een kortere levenscyclus dan grote insecten en kunnen zich daardoor beter handhaven in hoogdynamische milieus (hoge maaifrequentie). Een hoge mestgift resulteert in meer dynamiek/verstoring, bijvoorbeeld in de vorm van maaïen. Dit maakt het voor grote insecten met een langere levenscyclus moeilijk om hun levenscyclus te voltooien.

→ Een afname van de gemiddelde grootte van de aanwezige insecten is nadelig voor opgroeiende weidevogelkuikens. Grote prooidieren vormen in energetische zin immers een efficiëntere voedselbron dan kleine prooien, omdat:

1. Voor het vergaren van een dagrantsoen in de vorm van kleine insecten een veel grotere foerageerinspanning nodig is dan bij grote insecten (de inspanning per prooidier is nagenoeg dezelfde);
2. Voor kleinere prooidieren de verhouding tussen voedzame massa en moeilijk verteerbare lichaamsdelen meestal minder gunstig is.

---

### *Type mest – voorkomen van insecten*

Over de relatie tussen het type mest en het voorkomen van insecten is relatief weinig bekend. Wel is bekend dat ruige mest in het land snel wordt gekoloniseerd door verschillende soorten diptera (vliegen).

→ Diptera vormen een belangrijke voedselbron voor weidevogelkuikens (met name voor de grutto). Gebruik van ruige mest heeft een positief effect op het voorkomen van diptera en daarmee een positief effect op het voedselaanbod voor weidevogels.

### **Wat is het effect van verschillende typen mest, de hoeveelheid en timing daarvan op de vegetatiestructuur? En wat betekent dit voor de habitatgeschiktheid van het grasland als foerageerhabitat voor weidevogelkuikens?**

#### *Bemestingsintensiteit – vegetatiestructuur*

In algemene zin geldt dat een hoge mestgift leidt tot een grasland dat zich vroeg in het voorjaar sluit en daardoor slecht doorwaadbaar is. Bovendien leidt een hoge mestgift tot een structuurarme vegetatie, waarin enkele concurrentiekrachtige soorten grassen en kruiden gaan domineren.

→ Een vegetatie met een gesloten vegetatiestructuur is zeer nadelig voor weidevogelkuikens. De aanwezige insecten zijn minder goed zichtbaar en er gaat veel energie verloren aan het waden door de gesloten vegetatie. Een afname van de structuurrijkdom (afwisseling hoog en laag en open en gesloten) is tevens nadelig. Percelen met een grote structuurrijkdom bieden vegetatie met geschikte hoogtes en begroeiingsdichtheden aan weidevogelkuikens van verschillende soorten en leeftijden.

#### *Timing bemesting – vegetatiestructuur*

De timing van bemesting bepaalt de snelheid waarmee het grasland zich tijdens het broedseizoen ontwikkelt. Een vroege mestgift leidt logischerwijs tot een grasland dat zich eerder in het voorjaar sluit en daardoor ongeschikt wordt voor foeragerende weidevogelkuikens. Een late mestgift stelt dit moment juist uit, waardoor het grasland zo lang mogelijk in een geschikte staat verkeert.

→ Bovenstaande maakt duidelijk waarom het wenselijk is om in weidevogelgebieden niet of slechts beperkt te mesten vóór de start van het broedseizoen. Zo wordt voorkomen dat het grasland tijdens het broedseizoen snel dichtgroeit en daarmee ongeschikt wordt als foerageerhabitat voor weidevogelkuikens.

#### *Type mest – vegetatiestructuur*

Mestvormen verschillen onderling in de snelheid waarmee nutriënten beschikbaar komen voor gewasgroei. Bij kunstmest komen de nutriënten het snelst beschikbaar, gevolgd door gier, dikke fractie van drijfmest, dunne fractie van drijfmest en als laatste ruige mest. Bij ruige mest komen de nutriënten aanzienlijk trager vrij dan bij de andere genoemde mestvormen. Daarbij dient te worden opgemerkt dat het gaat om het vrijkomen van nutriënten in het eerste jaar na toediening. Voor mestvormen met een hoog gehalte aan organische stikstof (N) – zoals ruige mest – geldt dat een aanzienlijk deel van de nutriënten in de daaropvolgende jaren *geleidelijk* beschikbaar komt voor gewasgroei.

Vanuit bestaande kennis over de groei-eigenschappen van verschillende plantensoorten is bekend dat planten onderling verschillen in de mate waarin zij van een tijdelijke overvloed aan nutriënten kunnen profiteren, samenhangend met de maximale groeisnelheid en reproductiestrategie. Vooral soorten met een hoge maximale groeisnelheid en/of snelle kieming kunnen van een plotselinge overvloed aan nutriënten gebruikmaken. Hiertoe behoren concurrentiekrachtige grassen zoals Engels raaigras, maar ook een aantal kruiden die algemeen bekendstaan als 'verstoringsoorten', waaronder ridderzuring, vogelmuur en herderstasje. Andere kruiden zijn in algemene zin minder concurrentiekrachtig. Dit geldt met name voor langzamer groeiende en/of laagblijvende soorten (o.a. rozetplanten). Het is dan ook niet verwonderlijk dat in enkele langlopende onderzoeken is aangetoond dat gebruik van mestvormen als kunstmest, gier en drijfmest leidt tot een afname van de soortenrijkdom (toename grassen ten koste van kruiden). Voor ruige mest is vastgesteld dat dit zeer geschikt is voor de instandhouding en ontwikkeling van kruiden- en structuurrijke graslanden, de optimale habitat voor weidevogelkuikens.

---

→ Het snelle beschikbaar komen van nutriënten voor plantengroei maakt duidelijk waarom gebruik van drijfmest/kunstmest voor de start van het broedseizoen zeer nadelig is: de vegetatie zal dan zeer snel een ongunstige gesloten structuur ontwikkelen.

Gebruik van drijfmest na het broedseizoen is weliswaar minder schadelijk dan gebruik vóór het broedseizoen, maar zal op termijn toch een stempel drukken op de samenstelling van de vegetatie. Concurrentiekrachtige soorten worden bevoordeeld, met een afname van de soortenrijkdom en structuurrijkdom van de vegetatie tot gevolg. Zoals eerder gezegd, is het voor de geschiktheid van het grasland voor weidevogelkuikens juist van belang om de structuurrijkdom in stand te houden.

## 3.2 Invloed op habitatgeschiktheid adulte weidevogels

### Inleiding

De meeste volwassen weidevogels zijn sterk afhankelijk van regenwormen als stapelvoedsel, vooral tijdens het broedseizoen (Zwarts, 1993; Wiggers et al., 2015; Beintema et al., 1995). Daarnaast worden ook muggenlarven gegeten, die in ondiep water (plasdras) talrijk aanwezig kunnen zijn. Ten slotte vormen emelten (larven van langpootmuggen) – indien aanwezig – vanaf mei/juni een belangrijke voedselbron (Altenburg & Wymenga, 2001). De dichtheden ten opzichte van wormen zijn weliswaar een factor tien tot veertig kleiner (Kleijn et al., 2009), maar het foerageersucces is normaliter een stuk hoger (Teunissen & Wymenga, 2011).

De kwaliteit van een grasland als foerageerhabitat voor adulte weidevogels wordt op hoofdlijnen bepaald door:<sup>3</sup>

1. De *aanwezigheid* van wormen en emelten (aantal/biomassa, gemiddeld gewicht per worm, voedsaamheid)
2. De *bereikbaarheid* van wormen en emelten: de bereikbaarheid wordt grofweg bepaald door:
  - De positionering van prooidieren: voor tastjagers als de grutto, tureluur en scholekster geldt dat zij wormen kunnen verzamelen die zich tot ± 10 cm onder het maaiveld bevinden. Wormen die dieper in de bodem zitten, zijn dus niet beschikbaar als voedsel. Voor zichtjagers als de kievit dienen wormen zich vrijwel direct aan het maaiooppervlak te bevinden.
  - De toestand van de bodem: de bodem dient inprikbaar te zijn. Als dit niet het geval is, kunnen tastjagers geen voedsel vergaren. De inprikbaarheid van de bodem wordt beïnvloed door het bodemtype en het vochtgehalte.
3. *Beschikbaarheid* van wormen en emelten: de combinatie van punt 1 en 2 – de aanwezigheid en bereikbaarheid van wormen en emelten bepalen samen de beschikbaarheid van wormen en emelten als voedselbron voor adulte weidevogels.

De impact van bemesting op de aanwezigheid van wormen en emelten komt aan bod in paragraaf 3.2.1. De impact op de bereikbaarheid van wormen en emelten wordt behandeld in paragraaf 3.2.2. De beschikbaarheid van wormen en emelten (synthese van 3.2.1. en 3.2.2) wordt besproken in paragraaf 3.1.3.

### 3.2.1 Impact bemesting op aanwezigheid wormen en emelten

#### *Bemestingsintensiteit – aantal wormen*

Verschillende onderzoeken tonen aan dat er in algemene zin een positieve relatie bestaat tussen de bemestingsintensiteit en het aantal regenwormen (Standen, 1984). In Nederland vinden we dan ook hoogste dichtheden aan regenwormen van Europa (Rutgers et al., 2016).

#### *Bemestingstype – aantal wormen*

Er is relatief veel onderzoek gedaan naar het effect van het type mest op de aantallen regenwormen. Deru et al. (2016) deden van 2013 tot 2015 onderzoek naar het effect van verschillende meststoffen op regenwormen in een veenweideperceel. In hun onderzoek had toediening van de dikke fractie van gescheiden drijfmest een positief effect op strooiselbewonende regenwormen (epigene soorten).

---

<sup>3</sup> Naast de algemeen geldende habitateisen zoals beschreven in hoofdstuk 2.

---

Andere mestbehandelingen, waaronder drijfmest, compost en ruige mest, hadden daarentegen geen significant effect.

Oosterveld et al. (2006) vergeleken drie vormen van bemesting (runderdrijfmest met sleepvoetmachine, runderdrijfmest middels zodebemesting en ruige mest). Voor beide behandelingen met drijfmest werd in het eerste jaar een tijdelijk negatief effect vastgesteld waarbij de hoeveelheid regenwormen in de toplaag van de bodem per m<sup>2</sup> met respectievelijk 54% (zodebemesting) en 60% afnam (sleepvoetbemesting). Na vier weken waren de verschillen tussen de percelen verdwenen. De hoogste aantallen wormen werden (na drie jaar) gevonden op de locaties waar ruige mest werd toegepast. Als echter werd gekeken naar wormen in termen van gram per m<sup>2</sup> werd geen verschil vastgesteld. Bij drijfmest zaten dus minder, maar zwaardere wormen.

Uit het overgrote deel van het onderzoek komt echter het beeld dat de hoogste aantallen en biomassa regenwormen voorkomen bij gebruik van ruige mest (o.a. Timmerman et al., 2006; Edwards en Lofty, 1982; Hansen en Engelstad, 1999; Curry, 2004; Timmerman et al., 2006; Sipel et al., 1990). De mechanismen achter deze resultaten worden in de meeste gevallen toegeschreven aan een groter voedselaanbod voor wormen en positieve effecten op de kwaliteit van de bodem in algemene zin. Daarnaast blijkt uit verschillende onderzoeken dat ruige mest een positief effect heeft op het aantal wormen (en ander bodemleven), omdat gebruik van ruige mest verzuring van de bodem tegengaat (Van Eekeren et al., 2009). Ruige mest heeft namelijk een hogere zuurbindende waarde dan andere mestvormen, omdat ruige mest een hoger gehalte aan calcium en een lager gehalte aan minerale stikstof heeft. Het verschil in zuurbindende waarde is ten opzichte van drijfmest echter relatief klein. Bovendien dient te worden opgemerkt dat bekalking een effectievere manier is om verzuring te voorkomen.

#### *Bemesting – aantal emelten*

Literatuur met betrekking tot de relatie tussen bemesting en het voorkomen van emelten is schaars. Schekkerman (1997) vond geen enkel effect van beheer op het aantal emelten. Ook Linzell & Madge (1986) vonden geen effect. Waarschijnlijk wordt het voorkomen van emelten voor een belangrijk deel beperkt door gerichte bestrijding.

### 3.2.2 Impact bemesting op bereikbaarheid wormen en emelten

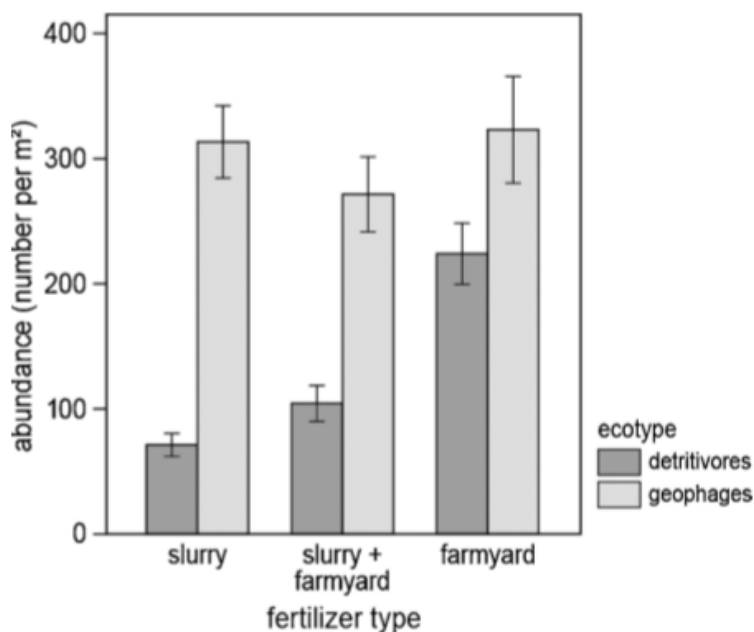
#### *Bemestingstype – samenstelling wormen*

De onderzoeken zoals genoemd in paragraaf 3.2.1 hebben een belangrijke beperking: er is geen onderscheid gemaakt tussen verschillende soorten wormen. Dit terwijl niet alle typen wormen in gelijke mate relevant zijn voor het dieet van weidevogels. Verschillen in relevantie komen – voor zover bekend – niet voort uit een selectieve voorkeur van weidevogels voor bepaalde type wormen, maar komen voort uit verschillen in de bereikbaarheid van verschillende soorten regenwormen als gevolg van verschillende voedselstrategieën van wormen.

In Nederland komen ± 23 soorten regenwormen voor, waarvan ongeveer 6 algemeen in agrarische graslanden te vinden zijn. Op basis van hun voedsleecologie kunnen regenwormen worden ingedeeld in twee ecotypen (Curry & Schmidt, 2007):

- De detrivoren (ook wel 'rode wormen' vanwege donkere pigmentatie): deze wormen staan aan het begin van de nutriëntencyclus en leven van grof (meestal dood) organisch materiaal. De meest voorkomende soort is *Lumbricus rubellus*, ook wel rode worm genoemd.
- Geofagen (ook wel 'grijze wormen'): leven van bodemdeeltjes en fijn organisch materiaal. De meest voorkomende soort is *Aporrectodea caliginosa*, ook wel grauwe of grijze worm.





**Figuur 2** *Figuur uit Onrust & Piersma (2019). Het figuur toont het aantal regenwormen per m<sup>2</sup> (onderscheid tussen detritivoren (rode) en geofagen (grijze)). Op de x-as staan de verschillende mestvormen: 1) drijfmest, 2) drijfmest & ruige mest en 3) ruige mest.*

Het zijn nadrukkelijk de rode wormen die voedsel verzamelen aan het bodemoppervlak. Daardoor zijn deze wormen goed bereikbaar voor weidevogels. Dit maakt rode wormen extra relevant als voedselbron voor alle soorten weidevogels. Daarnaast blijken rode wormen een hogere voedingswaarde te hebben (Onrust, 2019) dan grijze wormen. Er hoeven dus minder rode wormen dan grijze wormen te worden gevangen om aan de dagelijkse energiebehoefte te voldoen.

Om meer inzicht te krijgen in de relatie tussen bemesting en het voorkomen van verschillende soorten wormen, hebben Onrust en Piersma een aantal bemestingsproeven gedaan. Daartoe zijn 45 percelen in Friesland op veenbodems met een dun kleidek bezocht. De percelen werden bemest met ruige mest, drijfmest of een combinatie van beide. De hoogste dichtheden detritivoren (regenwormen) kwamen voor op de percelen met ruige mest (zie Figuur 2). Het type mest had geen significant effect op het voorkomen grijze regenwormen (Onrust & Piersma, 2019).

Daarnaast is binnen dezelfde studie een lab-experiment uitgevoerd. Daarbij werd vastgesteld dat jonge rode wormen het hardst groeien op een dieet van ruige mest, terwijl het voor jonge grijze wormen niet uitmaakt welk type mest werd toegediend (Onrust & Piersma, 2019).

In een vervolgstudie van Onrust en Piersma (2019b) is in meer detail gekeken naar de beschikbaarheid van wormen als voedselbron voor weidevogels die 's nachts foerageren, zoals de Kievit. In dit onderzoek is 's nachts met een karretje over het grasland gereden om het aantal wormen te tellen dat aan het bodemoppervlak verschijnt. De onderzoekers stelden vast dat, hoewel detritivoren (wormen) maar circa 25% van de totale wormenpopulatie omvatten, ze 83% van de wormen vormden die 's nachts naar het oppervlak kwamen en daardoor beschikbaar waren voor weidevogels zoals de Kievit.

Naast het feit dat rode wormen op zichzelf een belangrijke voedselbron vormen voor weidevogels geldt ook dat rode wormen een sterk positieve invloed hebben op de algehele bodemkwaliteit. Rode wormen trekken grof organisch materiaal de bodem in. Hiermee faciliteren zij andere bodemorganismen en uiteindelijk de opbouw van organische stof, met positieve gevolgen voor het vochthoudend vermogen van de bodem, de bodemstructuur en bodemvruchtbaarheid (Gelder, 1986). Daarnaast levert dit proces een belangrijke bijdrage aan de vastlegging van koolstof in de bodem (Lal, 2004).

---

### *Timing bemesting – beschikbaarheid*

Onrust & Piersma (2017) onderzocht het effect van de timing van bemesting op de beschikbaarheid van wormen. Dit is onderzocht door twee uniforme percelen op te splitsen in twee delen, waarbij één helft 'vroeg' werd bemest (1 februari) en één helft laat (14 maart). Elke twee weken werden 's nachts de regenwormen geteld die aan het oppervlak kwamen.

Op de percelen waar laat werd bemest, waren de aantallen wormen die 's nachts naar het oppervlak kwamen 2,5 keer zo hoog als op percelen waar nog niet was bemest. Dit effect verdween nadat alle percelen waren bemest. Daarmee concludeert Onrust & Piersma (2017) dat de oppervlakteactiviteit van rode wormen sterk wordt gestuurd door honger (vandaar de titel van het rapport: *The hungry worm feeds the bird*). De beschikbaarheid van regenwormen voor adulte weidevogels kan dus worden vergroot door bemesting in het voorjaar zo lang mogelijk uit te stellen om zo de regenwormen hongerig te houden, waardoor ze vaker aan het maaioppervak moeten verschijnen (Onrust & Piersma, 2017). Bovendien is het uitstellen van bemesting gunstig voor de habitatgeschiktheid van het grasland voor weidevogelkuikens (zie paragraaf 3.1).

#### Tekstbox 2: Toedieningswijze bemesting

De toedieningswijze van kunstmest of dierlijke mest wordt bepaald door de (kunst)mestsamenstelling en de geldende wet- en regelgeving. Zo moet drijfmest bijvoorbeeld verplicht emissiearm worden toegediend om ammoniakverliezen te verminderen, terwijl ruige mest en kunstmestkorrels wel oppervlakkig toegediend mogen worden op grasland. Er zijn verschillende manieren om mest toe te dienen, waarbij op grasland zodenbemesting en sleepvoetbemesting van drijfmest en oppervlakkige toediening van ruige stalmest de meest gebruikte methoden zijn. Bij zodenbemesting wordt de drijfmest in gleufjes van ongeveer 5 cm diep toegediend, met een sleepvoet wordt de drijfmest in strookjes tussen het gras gelegd. Bij sleepvoetbemesting moet drijfmest sinds 1 januari 2019 verdund worden aangebracht (2 delen mest op 1 deel water). Oppervlakkig verspreiden van drijfmest is verboden, behalve als een bedrijf een ontheffing van het ministerie van LNV heeft. Kunstmestkorrels worden oppervlakkig toegediend en vloeibare kunstmest wordt veelal geïnjecteerd.

### *Effect mest op bodemstructuur*

Tastjagers zoals de grutto, tureluur en scholekster prikken met hun lange snavel in de bodem op zoek naar wormen, emelten en ander bodemleven. Het is dan ook essentieel dat het fysiek mogelijk is om de snavel door de toplaag van de bodem te krijgen. De mate waarin dit mogelijk is, wordt bepaald door de indringingsweerstand van de bodem (de 'kracht' die nodig is om de bodem in te prikken). De indringingsweerstand neemt af (gunstig voor weidevogels) met een toename van de bodemvochtigheid. In onderzoek van Teunissen et al. (2011) is vastgesteld dat het kantelpunt om en nabij de 30% bodemvocht ligt. Onder dit percentage loopt de indringingsweerstand dusdanig op dat het voor weidevogels lastig wordt om te foerageren. De indringingsweerstand kan op korte termijn verbeteren door neerslag en op lange termijn worden verbeterend door het opzetten van het waterpeil (Schekkerman, 1997).

In verschillende onderzoeken wordt de hypothese gesteld dat snijden van de zode en andere vormen van landbewerking waarbij de bodemstructuur wordt aangetast, kan leiden tot sterke verdroging van de toplaag, o.a. door het beperken van de capillaire werking. Dit zou de indringingsweerstand van de bodem sterk doen toenemen en daarmee de beschikbaarheid van wormen als voedsel voor weidevogels verkleinen.

Onderzoeken waarin deze hypothese centraal staat, zijn zeer schaars. Kruk et al. (1994) vergeleken de dichtheid aan regenwormen op vijftien percelen waar drijfmest bovengronds werd toegediend en vijftien percelen waarin drijfmest werd geïnjecteerd. Er werd geen eenduidig effect vastgesteld op aantallen en biomassa. Er werd in deze studie echter geen onderscheid gemaakt tussen verschillende soorten wormen. Daarnaast is onduidelijk of zich gedurende de onderzoeksperiode droge omstandigheden hebben voorgedaan.

De Goede et al. (2003) hebben een veldexperiment uitgevoerd waarin binnen hetzelfde perceel verschillende toedieningswijzen en mestvormen zijn toegepast. Er werd een significant effect

---

vastgesteld waarbij in percelen waar drijfmest werd geïnjecteerd, 25% minder wormen te vinden waren (106 per m<sup>2</sup>) dan in percelen waar drijfmest bovengronds werd toegediend (142 per m<sup>2</sup>). Dit effect werd vastgesteld in de zomer. In de herfst werd echter juist een positief effect van snijden van de zode op het aantal regenwormen vastgesteld.

Van Vliet en De Goede (2006) hebben in het voorjaar van 2002 en de zomer van 2003 op Drogeham veldonderzoek gedaan naar het effect van bemestingsmethoden. Het unieke aan de proefopzet die in dit onderzoek is gehanteerd, is dat er naast behandelingen waar daadwerkelijk drijfmest werd toegediend, ook behandelingen waren waar injectie-snijden werd toegepast zonder de drijfmest daadwerkelijk toe te dienen. Zo kon worden herleid of de effecten het gevolg waren van het type mest of door het snijden van de zode.

De aantallen wormen werden 1 week voor en 4-5 weken na bemesting/snijden van de zoden bepaald.

In 2002 was het aantal wormen een week na het snijden van de zoden (zonder daadwerkelijk drijfmest toe te dienen) afgenomen met 30%. Vijf weken daarna was dit effect nog steeds waarneembaar. In 2003 werd een vergelijkbaar effect vastgesteld. Er kon echter geen significant effect worden vastgesteld op het gebied van de bodemvochtigheid.

### 3.2.3 Synthese

#### LEESWIJZER

Dit hoofdstuk vormt een synthese van paragraaf 3.2.1 en 3.2.2. De resultaten worden in samenhangende thema's gepresenteerd, waarna een duiding volgt van wat een en ander betekent voor de habitatgeschiktheid voor adulte weidevogels (aangeduid met '→').

#### **Wat is het effect van verschillende typen mest, de hoeveelheid en timing daarvan op het bodemleven (focus op voor volwassen weidevogels relevante voedseldieren (wormen en emelten)?**

##### *Bemestingsintensiteit en type mest – aantal emelten/wormen*

Literatuur met betrekking tot de relatie tussen het voorkomen van emelten en bemesting is schaars. Het beperkte aantal onderzoeken kon geen enkele significante relatie vaststellen tussen het voorkomen van emelten en bemesting.

Naar de relatie tussen het voorkomen van regenwormen en bemesting is wel veel onderzoek gedaan. In algemene zin is er een positief verband tussen de bemestingsintensiteit en het aantal regenwormen. In het overgrote deel van het onderzoek komt naar voren dat gebruik van ruige mest leidt tot de hoogste aantallen en biomassa aan regenwormen.

→ Gebruik van ruige mest heeft een positief effect op het voorkomen van regenwormen, die een belangrijke voedselbron voor volwassen weidevogels (en 'oudere' weidevogelkuikens) vormen.

##### *Type mest – samenstelling en beschikbaarheid wormen*

In Nederland komen ± 23 soorten regenwormen voor. Op basis van hun voedsel生态学 kunnen regenwormen worden ingedeeld in twee ecotypen (Curry & Schmidt, 2007):

- De detritoren (ook wel 'rode wormen' vanwege donkere pigmentatie): deze wormen staan aan het begin van de nutriëntencyclus en leven van grof (meestal dood) organisch materiaal. De meest voorkomende soort is *Lumbricus rubellus*, ook wel rode worm genoemd.
- Geofagen (ook wel 'grijze wormen'): leven van bodemdeeltjes en fijn organisch materiaal. De meest voorkomende soort is *Aporrectodea caliginosa*, ook wel grauwe of grijze worm.

---

Gebruik van ruige mest leidt tot een toename van het aantal detrivoren (rode) regenwormen.

→ Gebruik van ruige mest leidt tot een toename van het aantal rode regenwormen, die zich vanwege hun voedselstrategie regelmatig aan het bodemoppervlak bevinden, waardoor ze bereikbaar zijn als voedsel voor weidevogels.

#### *Timing bemesting – bereikbaarheid wormen*

De timing van bemesting is van invloed op het aantal wormen dat zich aan het bodemoppervlak bevindt. Het zijn vooral de hongerige wormen die vaak aan het oppervlak verschijnen, op zoek naar voedsel.

→ Door bemesting in het voorjaar zo lang mogelijk uit te stellen (bijvoorbeeld tot begin maart) of past te bemesten na het broedseizoen, kan de activiteit van wormen in de toplaag van de bodem gedurende het broedseizoen worden vergroot. Daardoor zijn meer wormen beschikbaar als voedselbron voor volwassen weidevogels.

#### **Wat is het effect van verschillende typen mest en de wijze van toedienen op de bodemeigenschappen?**

In verschillende onderzoeken wordt de hypothese gesteld dat het snijden van de zode en andere vormen van landbewerking waarbij de bodemstructuur wordt aangetast, kan leiden tot sterke verdroging van de toplaag, o.a. door het beperken van de capillaire werking. Dit zou de indringingsweerstand van de bodem sterk doen toenemen waardoor weidevogels moeite ondervinden om hun snavel te prikken.

Onderzoek waarin deze hypothese centraal staat, zijn relatief schaars. Bovendien wordt het overgrote deel van het onderzoek gekenmerkt door een matige proefopzet, waarin mesttype en toedieningswijze niet van elkaar gescheiden kan worden. Deze onderzoeken tonen wisselende effecten (bijvoorbeeld een positief effect in het ene jaar en nadelige effecten in het andere jaar) of geen effect.

De auteurs is slechts één onderzoek bekend waar de proefopzet dusdanig is dat het effect van mesttype en toedieningswijze goed kan worden onderscheiden. Uit dit onderzoek bleek het snijden van de graszode een negatief effect (minus 25-30%) te hebben op het aantal wormen in de toplaag van de bodem. Dit werd vastgesteld voor 1 en 5 weken na het snijden van de zode. Hoelang dit negatieve effect aanhield, is onduidelijk.

→ Vervolgonderzoek is nodig om een eenduidig beeld te krijgen. Vanuit het voorzorgprincipe kan worden geadviseerd om het snijden van de zode zo veel mogelijk te beperken.

---

## 4 Conclusie

### **Habitatgeschiktheid weidevogelkuikens**

#### *Bemestingsintensiteit*

Een hoge bemestingsintensiteit is nadelig voor de geschiktheid van grasland als foerageerhabitat voor weidevogelkuikens. Dit omdat een hoge bemestingsintensiteit leidt tot:

1. Een afname van het aantal grote insecten (o.a. vanwege het grotere aantal maai/weidebeurten), die in energetische zin de efficiëntste voedselbron vormen voor weidevogelkuikens.
2. Een structuurarme en dichte vegetatie. In dergelijke vegetaties zijn insecten minder goed bereikbaar voor weidevogelkuikens. Daarnaast kost het waden door een gesloten vegetatie de nodige moeite, waardoor veel energie verloren gaat.
3. Een afname van de diversiteit van insecten. Voor de veldleeuwerik en andere soorten is vastgesteld dat niet alleen de hoeveelheid prooidieren, maar ook de diversiteit van belang is. In welke mate dit ook voor andere weidevogels speelt, is nog onduidelijk.

#### *Mestvorm*

Gebruik van ruige mest bevordert de aanwezigheid van diptera (orde van insecten waartoe vliegen en muggen behoren), die een belangrijke voedselbron vormen voor verschillende soorten weidevogelkuikens. Daarnaast is ruige mest de geschiktste mestvorm voor de instandhouding en ontwikkeling van kruiden- en structuurrijke graslanden, de optimale habitat voor weidevogelkuikens.

Gebruik van drijfmest, gier en kunstmest leent zich in mindere mate voor instandhouding van voor weidevogels aantrekkelijke graslanden, omdat de nutriënten in deze mestvormen aanzienlijk sneller beschikbaar komen voor plantengroei dan bij ruige mest. Concurrentiekrachtige planten (zoals Engels raaigras, of kruiden als vogelmuur, ridderzuring) kunnen goed gebruikmaken van een tijdelijke overvloed aan nutriënten. Daardoor leidt gebruik van deze mestvormen (ook buiten het broedseizoen) op termijn tot een meer soortenarme, structuurarme, dichte vegetatie, waarvan bekend is dat die nadelig is voor foeragerende weidevogelkuikens.

#### *Timing*

Voor weidevogelkuikens is het van belang om de periode waarin de vegetatie een geschikte structuur heeft (open en structuurrijk) zo lang mogelijk te rekken, tot diep in het broedseizoen. Ruige stalmest, waarvan de nutriënten geleidelijk beschikbaar komen voor plantengroei, voorziet in een niet te snelle groei in het voorjaar. Daarom kan deze voor de start van het broedseizoen worden toegepast. Bovendien bevordert het gebruik van ruige mest diptera (tweevleugelige insecten) en wormen, zodat tijdens het broedseizoen de voedselbeschikbaarheid voor de weidevogels wordt bevorderd.

Gebruik van drijfmest en gier vóór de start van het broedseizoen is daarentegen (zeer) nadelig voor de habitatkwaliteit. De nutriënten in deze mestvormen zijn snel beschikbaar voor plantengroei, waardoor de gewasgroei sterk wordt bevorderd en eerder in het broedseizoen een ongeschikte, dichte vegetatiestructuur wordt bereikt. Dit effect wordt met de opwarming van het klimaat alleen maar groter.

### **Habitatgeschiktheid adulte weidevogels**

#### *Bemestingsintensiteit*

In algemene zin geldt dat er een positief verband is tussen de dichtheid aan wormen en de bemestingsintensiteit. Het aantal wormen staat echter niet gelijk aan de voedselbeschikbaarheid voor weidevogels. De beschikbaarheid van wormen wordt bepaald door het aantal wormen en de bereikbaarheid daarvan.

---

### *Mestvorm*

Wat betreft het aantal wormen blijkt dat gebruik van ruige mest leidt tot de grootste aantallen wormen.

Wat betreft de beschikbaarheid van wormen blijkt ook het gebruik van ruige mest gunstig uit te pakken. Ruige mest heeft namelijk een sterk positieve invloed op het aantal detrivore wormen (ook wel rode wormen). Deze wormen voeden zich met grof organisch materiaal. Bij aanwezigheid van ruige mest verschijnen ze daardoor vaak aan het maaiveld, waardoor ze binnen het bereik van de weidevogels komen en daardoor beschikbaar zijn als voedselbron.

### *Timing*

Ook de timing is van invloed op de beschikbaarheid van wormen als voedselbron voor weidevogels. Hongerige wormen verschijnen vaker aan het maaiooppervlak. Door bemesting met ruige mest vlak voor de start van het broedseizoen (begin maart) uit te voeren, kan de beschikbaarheid van wormen als voedselbron voor weidevogels gedurende het broedseizoen worden vergroot.

### **Eindoordeel**

De adviesvraag van de provincie Noord-Holland heeft betrekking op de relatie tussen verschillende mestvormen (ruige mest, drijfmest, gier en humest) en de habitatkwaliteit voor weidevogels. In hoeverre hangt de kwaliteit van het weidevogelhabitat hiermee samen?

Het weidevogelhabitat wordt door tal van factoren beïnvloed. De laatste decennia werken in algemene zin vele factoren negatief uit op de omvang en vitaliteit van de weidevogelpopulaties. Openheid van het landschap, bodemvochtigheid, de samenstelling en zwaarte van de graslandvegetatie en de omvang van predatie zijn de belangrijkste componenten. Beschikbaarheid van voedsel, zowel bovengronds als ondergronds, speelt daarin ook een belangrijke rol.

Gebruik van mest heeft zowel invloed op de samenstelling en zwaarte van de vegetatie als op het voorkomen van insecten en bodemleven. De voor weidevogels gunstigste vorm van bemesting is die van ruige mest. De positieve effecten kunnen als volgt worden gekarakteriseerd:

- Bevordering van vliegen (diptera) die gebruikmaken van aanwezigheid ruige mest. Zij zijn belangrijk als voedsel voor weidevogelkuikens.
- Ontwikkeling van een soortenrijke graslandvegetatie met gunstige structuur voor weidevogelkuikens (niet te zwaar en ruimtelijk gevarieerd), veroorzaakt door het geleidelijk vrijkomen van nutriënten.
- Bevordering van het bodemleven, met name het aantal wormen in de toplaag van de bodem dat beschikbaar is als voedselbron voor weidevogels.

De resultaten van dit onderzoek bevestigen de legitimiteit van bestaande bemestingsadviezen met betrekking tot de instandhouding en ontwikkeling van kruidenrijke graslanden, waarin gebruik van een beperkte hoeveelheid ruige mest centraal staat (zie hoofdstuk 5: Beheeradvies).

Ten aanzien van de andere mestvormen die zijn onderzocht, geldt dat drijfmest de voorkeur verdient boven gier. Hoofdzakelijk omdat drijfmest een hoger gehalte aan organische stof bevat en de nutriënten in deze mestvorm trager beschikbaar komen dan bij gier. Uitspraken over humest kunnen in dit verband niet worden gedaan, aangezien wetenschappelijk onderzoek naar deze mestvorm schaars is.

---

## 5 Beheeradvies

### **Bemestingsintensiteit/hoeveelheid mest**

Voor instandhouding<sup>4</sup> van optimale kruidenrijke weidevogelgraslanden dient een beperkte mestgift te worden toegepast. Schippers et al. (2015) adviseren 25-50 kg N per ha per jaar voor instandhouding van kruidenrijke weidevogelgraslanden (fase 3-graslanden volgens deze systematiek). Van 't Veer (2020) komt tot 25 tot 75 kg N per ha per jaar voor optimale weidevogelgraslanden. Crawley et al. (2005) tonen aan dat de kruidenrijkdom snel afneemt na 75 kg N ha per jaar, wat aansluit op bovengenoemde beheeradviezen. Op basis van bovenstaande kan worden geadviseerd om voor de instandhouding van optimale weidevogelgraslanden een mestgift tussen de 25 en 75 kg N per ha per jaar te hanteren. Dit komt grofweg overeen met het gemiddelde bemestingsniveau van kruidenrijke graslanden in de jaren vijftig van de vorige eeuw (Koopmans, 1960).

Op gebiedsniveau hoeft inpassing van iets minder kruidenrijke percelen (fase 1 in de methodiek van Schippers et al. (2015): graslanden met algemeen voorkomende kruiden, zoals veldzuring en kruipende boterbloem) niet nadelig te zijn. Afwisseling van bemestingsniveau zorgt voor ruimtelijke variatie in de ontwikkelingsstadia van graslanden, voor zover die nog niet tot stand zijn gekomen door verschillen in drooglegging. Deze afwisseling in ontwikkelingsstadia (hoogte en dichtheid van de vegetatie) vergroot de kans dat een weidevogelgezin op een willekeurig moment gedurende het broedseizoen een stuk grasland kan vinden dat voldoet aan de eisen op dat specifieke moment, afhankelijk van de soort en de leeftijd van de kuikens.

Voor dergelijke graslanden past een stikstofgift van 75 tot 125 kg N per ha per jaar. De balans tussen beide typen grasland (optimaal en suboptimaal grasland) kan worden vormgegeven in een gebiedsmozaïek. Voor hoe deze mozaïeken eruit moeten zien, zijn in de afgelopen jaren vuistregels ontwikkeld (Teunissen et al., 2012; Melman et al., 2012). Deze komen erop neer dat voor een goed weidevogelgebied ten minste 100-200 ha optimaal grasland aanwezig is, met daaromheen een schil van 400-800 suboptimale habitat.

### *Waarom?*

- Hogere mestgiftten bevoordelen de groei van concurrentiekrachtige grassen (zoals raaigras) en leiden daardoor tot een afname van de kruiden- en structuurrijkdom. Deze graslanden zijn ongeschikt als foerageergebied voor weidevogelkuikens vanwege een ongeschikte structuur van de vegetatie (te gesloten en structuurarm).
- Hogere mestgiftten gaan gepaard met een hogere gebruiksintensiteit (maaïen en beweiden) jaarrond. Dit maakt het voor grote insecten, die over het algemeen een langere levenscyclus hebben, moeilijker om hun levenscyclus te voltooien. Het zijn juist de grote insecten die een belangrijke voedselbron vormen voor weidevogelkuikens.
- Nalaten van bemesting kan op termijn leiden tot doorslaande verschraling. Alhoewel de meerwaarde vanuit botanisch oogpunt en voor enkele specifieke soortgroepen hierdoor kan toenemen, past dit niet bij weidevogels, die in de hoogste dichtheden voorkomen in semi-voedselrijke graslanden (doch zeer extensieve graslanden t.o.v. huidige reguliere percelen). Bovendien kan een gematigde mestgift bijdragen aan een gezonde wormenpopulatie en verzuring voorkomen (alhoewel dit laatste nog beter kan met bekalking).

---

<sup>4</sup> Let op: dit advies heeft betrekking op *instandhouding* van kruidenrijk grasland. Voor *ontwikkeling* van kruidenrijk grasland is het veelal wenselijk om een aantal jaren niet te bemesten, totdat het benodigde productieniveau is bereikt.

---

## Mestvorm

Idealiter wordt bovengenoemde hoeveelheid stikstof (25-75 kg per ha per jaar) toegediend in de vorm van ruige mest (ongeveer 8-12 ton ruige mest per ha per jaar). Deze mestvorm heeft sterk de voorkeur boven drijfmest en gier. Indien gebruik van drijfmest of gier onvermijdelijk is, kunnen de negatieve effecten (t.o.v. ruige mest) zo veel mogelijk worden beperkt door:

- Ruimtelijk te zoneren: gebruik drijfmest of gier op percelen die toch al een lagere weidevogelpotentie hebben (bijvoorbeeld vanwege een grote drooglegging en/of in nabijheid van opgaande elementen, zoals bebouwing, bomen, hoogspanningsmasten en dergelijke).
- Timing: dien drijfmest alleen toe na het broedseizoen. Hiermee wordt voorkomen dat het gewas tijdens het broedseizoen te snel dichtgroeit. Let op: gebruik van drijfmest buiten het broedseizoen leidt alsnog tot een minder kruiden- en structuurrijke vegetatie, omdat de groei van concurrentiekrachtige soorten wordt bevoordeeld.

Naast de mestvormen die in het kader van dit onderzoek zijn onderzocht, bestaan er tal van alternatieven die veelal matig zijn onderzocht (bijvoorbeeld humest en de laatste jaren in de belangstelling staande bokashi). Men kan de geschiktheid van deze mestvormen voor beheer van weidevogelgraslanden grofweg inschatten door na te gaan in welke mate de betreffende mestvorm de drie belangrijkste positieve eigenschappen van ruige mest benadert:

- Gehalte aan organisch materiaal als voedingsbron voor wormen: hoe hoger, hoe beter.
- Afgiftesnelheid/vrijkomen van nutriënten (laag gehalte anorganische stikstof, hoog gehalte organische stikstof): hoe trager, hoe beter.
- Zuurbindende waarde (bij ruige mest vanwege hoog gehalte calcium en laag gehalte minerale stikstof): hoe hoger, hoe beter.

### Waarom?

- Gebruik van ruige mest bevordert de aanwezigheid van vliegen (diptera) die een belangrijke voedselbron zijn voor weidevogelkuikens.
- Gebruik van ruige mest bevordert de aanwezigheid van rode wormen (organisch materiaal is voedselbron voor deze wormen + ruige mest gaat verzuring tegen, wat gunstig is voor het aantal wormen en het bodemleven in algemene zin). Rode regenwormen verschijnen vanwege hun voedselstrategie vaak aan het bodemoppervlak en zijn daardoor bereikbaar als voedselbron voor foeragerende weidevogels.
- De nutriënten in ruige mest komen traag beschikbaar voor plantengroei. Dat past bij de instandhouding van kruidenrijke graslanden. Bij drijfmest en gier komen de nutriënten aanzienlijk sneller beschikbaar voor plantengroei. Concurrentiekrachtige soorten kunnen hier gebruik van maken, waardoor de kruiden- en structuurrijkdom op termijn afnemen.

## Timing

De optimale timing van bemesting is afhankelijk van het type mest.

Ruige mest kan het best vlak voor de start van het broedseizoen worden toegediend (grofweg begin maart). Toediening van drijfmest en gier wordt bij voorkeur uitgesteld tot na het broedseizoen (grofweg juni, bekijk dit op perceel-/gebiedsniveau).

### Waarom?

- Bemesting met ruige mest voor de start van het broedseizoen bevordert het voorkomen van diptera als voedingsbron voor weidevogelkuikens tijdens het broedseizoen. Liefst zo kort mogelijk voor het broedseizoen (grofweg begin maart). Ten eerste blijven rode wormen door uitstel van bemesting zo lang mogelijk hongerig, waardoor ze genoodzaakt zijn om aan het bodemoppervlak te verschijnen waar zij beschikbaar zijn als voedselbron voor volwassen weidevogels. Ten tweede wordt op deze manier het moment waarop de nutriënten beschikbaar komen voor plantengroei zo lang mogelijk uitgesteld.
- Bemesting met drijfmest of gier voor de start van het broedseizoen is niet wenselijk, omdat de nutriënten in deze mestvormen snel beschikbaar zijn voor plantengroei, waardoor het grasland al vroeg in het broedseizoen een ongeschikte dichte structuur bereikt.



---

### **Toedieningsmethode**

Ruige mest kan het best – zoals gebruikelijk – bovengronds worden uitgereden. Bij gebruik van drijfmest heeft het de voorkeur om dit toe te dienen met sleepvoetbemesting (drijfmest wordt in smalle strookjes tussen het gras 'gelegd') in plaats van zodenbemesting (injectie van mest in sleuven van 5 tot 10 cm diep).

#### *Waarom?*

Wat betreft drijfmesttoepassing wordt in verschillende onderzoeken de hypothese gesteld dat het snijden van de zode en andere vormen van landbewerking waarbij de bodemstructuur wordt aangetast, kan leiden tot sterke verdroging van de toplaag, o.a. door het beperken van de capillaire werking. Dit zou de indringingsweerstand van de bodem sterk doen toenemen, waardoor weidevogels moeite ondervinden om hun snavel in de bodem te prikken.

De auteurs is slechts één onderzoek bekend waar de proefopzet dusdanig is dat het effect van mesttype en toedieningswijze goed kan worden onderscheiden. Uit dit onderzoek bleek het snijden van de graszode een negatief effect (minus 25-30%) te hebben op het aantal wormen in de toplaag van de bodem. Dit werd vastgesteld voor 1 en 5 weken na het snijden van de zode. Hoelang dit negatieve effect aanhield, is niet onderzocht. Vanuit het voorzorgprincipe kan worden geadviseerd om het snijden van de zode zo veel mogelijk te beperken.

---

# Literatuur

- Andrén, O., & Lagerlöf, J. (1983). Soil fauna (microarthropods, enchytraeids, nematodes) in Swedish agricultural cropping systems. *Acta Agriculturae Scandinavica*, 33(1), 33-52.
- Andrzejewska, L. (1980). Herbivorous fauna and its role in the economy of grassland ecosystems. I. Herbivores in natural and managed meadows.
- Atkinson, P. W., Buckingham, D., & Morris, A. J. (2004). What factors determine where invertebrate-feeding birds forage in dry agricultural grasslands? *Ibis*, 146, 99-107.
- Atkinson, P. W., Fuller, R. J., Vickery, J. A., Conway, G. J., Tallowin, J. R. B., Smith, R. E. N., ... & Brown, V. K. (2005). Influence of agricultural management, sward structure and food resources on grassland field use by birds in lowland England. *Journal of Applied Ecology*, 932-942.
- Attwood, S.J., M. Maron, A.P.N. House, C. Zammit. (2008). Do arthropod assemblages display globally consistent responses to intensified agricultural land use and management? *Global Ecology and Biogeography*, 17 (2008), pp. 585-599
- Bastian, A., Bastian, H. V., & Sternberg, H. E. (1994). Ist das Nahrungsangebot für die Brutrevierwahl von Braunkehlchen *Saxicola rubetra* entscheidend. *Vogelwelt*, 115, 103-114.
- Beintema, A. J., Thissen, J. B., Tensen, D., & Visser, G. H. (1991). Feeding ecology of charadriiform chicks in agricultural grassland. *Breeding ecology of meadow birds (Charadriiformes); Implications for conservation and management*, 85.
- De Boer, H. C., Van Eekeren, N. J. M., & Hanegraaf, M. C. (2007). Ontwikkeling van opbrengst en bodemkwaliteit van grasland op een zandgrond bij bemesting met organische mest of kunstmest (No. 69). Animal Sciences Group.
- Blake, S., Foster, G. N., Eyre, M. D., & Luff, M. L. (1994). Effects of habitat type and grassland management practices on the body size distribution of carabid beetles. *Pedobiologia*, 38(6), 502-512.
- Britschgi, A., Spaar, R., & Arlettaz, R. (2006). Impact of grassland farming intensification on the breeding ecology of an indicator insectivorous passerine, the Whinchat *Saxicola rubetra*: Lessons for overall Alpine meadowland management. *Biological Conservation*, 130(2), 193-205.
- Curry, J. P. (1979, January). The arthropod fauna associated with cattle manure applied as slurry to grassland. In *Proceedings of the Royal Irish Academy. Section B: Biological, Geological, and Chemical Science* (pp. 15-27). Royal Irish Academy.
- Cole, L., Buckland, S.M., Bardgett, R.D., 2008. Influence of disturbance and nitrogen addition on plant and soil animal diversity in grassland. *Soil Biol. Biochem.* 40, 505-514.
- Crawley, M. J., Johnston, A. E., Silvertown, J., Dodd, M., Mazancourt, C. D., Heard, M. S., ... & Edwards, G. R. (2005). Determinants of species richness in the Park Grass Experiment. *The American Naturalist*, 165(2), 179-192.
- Čunderlík, J., & Kizeková, M. (2012). The application of mineral and organic fertilisers and its impact on the quality and production of herbage at semi-natural grassland. In *Ecosystems and their functions. Proceedings of the International Scientific Conference, Banská Bystrica, Slovakia, 16th-18th October 2012* (pp. 108-109). Plant Production Research Center.
- Curry, J.P. & O. Schmidt, 2007. The feeding ecology of earthworms - A review. *Pedobiologia* 50: 463-477.
- D'Arcy-Burt, S., & Blackshaw, R. P. (1991). Bibionids (Diptera: Bibionidae) in agricultural land: a review of damage, benefits, natural enemies and control. *Annals of applied Biology*, 118(3), 695-708.
- De Goede, R.G.M., L. Brussaard, en A.D.L. Akkermans. 2003. On-farm impact of cattle slurry manure management on biological soil quality. *NJAS - Wageningen J. Life Sci.* 51(1-2): 103-133. doi: 10.1016/S1573-5214(03)80029-5.
- DONALD, P. F., MUIRHEAD, L. B., BUCKINGHAM, D. L., EVANS, A. D., KIRBY, W. B., & GRUAR, D. J. (2001). Body condition, growth rates and diet of Skylark *Alauda arvensis* nestlings on lowland farmland. *Ibis*, 143(3), 658-669.
- Edwards, C. A., & Lofty, J. R. (1975). Invertebrate fauna of the Park Grass plots. I. Soil fauna. Rep Rothamsted Exp Stn.

- Elsaesser, M., Kunz, H. G., & Briemle, G. (2008). Strategy of organic fertilizer use on permanent grassland—results of a 22-year-old experiment on meadow and mowing-pasture. *Grassland Science in Europe*, 13, 580-582.
- Fenner, M., & Palmer, L. (1998). Grassland management to promote diversity: creation of a patchy sward by mowing and fertiliser regimes. *Field Studies*, 9(2), 313-324.
- Fischer M., Habel J.C., Linsenmair K.E., Nauss T., Penone C., Prati D., Schall P., Schulze E., Vogt J., Wöllauer S. & Weisser W.W. 2019. Arthropod decline in grasslands and forests is associated with landscape-level drivers. *Nature* 574: 671–674.
- Gossner, M. M., Weisser, W. W., & Meyer, S. T. (2014). Invertebrate herbivory decreases along a gradient of increasing land-use intensity in German grasslands. *Basic and Applied Ecology*, 15(4), 347-352.
- Haddad, N. M., Haarstad, J., & Tilman, D. (2000). The effects of long-term nitrogen loading on grassland insect communities. *Oecologia*, 124(1), 73-84.
- Handboek Bodem en Bemesting. (z.d.) Samenstelling organische meststoffen. Verkregen via Samenstelling organische meststoffen (handboekbodemenbemesting.nl) op 25-01-2021
- Hallmann C.A, Sorg M, Jongejans E, Siepel H, Hofland N, Schwan H, Stenmans W, Müller A, Sumser H, Hörren T, Goulson D, De Kroon, H. 2017. More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *Plos One* 12(10): e0185809.
- Hegemann, A., Matson, K. D., Flunks, H., & Tieleman, B. I. (2013). Offspring pay sooner, parents pay later: experimental manipulation of body mass reveals trade-offs between immune function, reproduction and survival. *Frontiers in Zoology*, 10(1), 1-12.
- Hut, H., & Helmig, F. (2003). Valt hier nog wat te vreten?: onderzoek naar de relaties tussen voedsel, zuurgraad en broedende weidevogels.
- Jackson, M.B., 1985. Ethylene and responses of plants to soil waterlogging and submergence. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology* 36: 145-174.
- Kentie, R., Hooijmeijer, J. C., Trimbos, K. B., Groen, N. M., & Piersma, T. (2013). Intensified agricultural use of grasslands reduces growth and survival of precocial shorebird chicks. *Journal of Applied Ecology*, 50(1), 243-251.
- Kentie R., Both C., Hooijmeijer J.C.E.W. & Piersma T. 2015. Management of modern agricultural landscapes increases nest predation rates in Black-tailed Godwits (*Limosa limosa*). *Ibis* 157: 614-625.
- Kentie, R., Coulson, T., Hooijmeijer J.C.E.W., Howison, R.A., Loonstra, A.H.J., Verhoeven, M.A., Both, C. & Piersma, T. 2018. Warming springs and habitat alteration interact to impact timing of breeding and population dynamics in a migratory bird. *Global Change Biology*, 5292-5303.
- Kleijn D. & Bos D. 2008. Evaluatie Opgangbeleid 2005 - 2008 overwinterende ganzen en smienten. Deelrapport 11. Effect van Brandganzen op broedende weidevogels. Alterra-rapport 1772. Alterra, Wageningen.
- Kleijn, D., W. Dimmers, R. van Kats, D. Melman & H. Schekkerman, 2007. De voedselsituatie voor gruttkuikens bij agrarisch mozaïekbeheer. Alterra-rapport 1487. Alterra, Wageningen
- Kleijn, D., L. Lamers, R. van Kats, J. Roelofs & R. van 't Veer, 2008. Ecologische randvoorwaarden voor weidevogelsoorten in het broedseizoen – resultaten van een pilotstudie in het Wormer- en Jisperveld. Alterra-rapport 1613. Alterra, Wageningen.
- Kleijn, D., Dimmers, W., van Kats, R., & Melman, D. (2009b). Het belang van hoog waterpeil en bemesting voor de Grutto: II. de kuikenfase. *De Levende Natuur*, 110(4), 180-183.
- Kleijn, D., Van Der Hout, J. J., Jansman, H. A. H., Van Kats, R. J. M., Knecht, E., Lammertsma, D. R., & Melman, T. C. P. (2011). Hebben grauwe ganzen een negatief effect op weidevogels? (No. 2233). Alterra, Wageningen-UR.
- Kleyheeg E., Vogelzang T., van der Zee I. & van Beek M. 2020. Boerenlandvogelbalans 2020. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen / LandschappenNL, De Bilt.
- Koopmans, J. (1960). *Het produktieniveauonderzoek: De bemesting van grasland in de praktijk* (No. 66.05). Staatsdrukkerij.
- Kruk, M. 1994. Meadow bird conservation on modern commercial dairy farms in the Western peat district of the Netherlands: Possibilities and limitations. PhD thesis, Rijksuniversiteit Leiden.
- Lal, R., 2004. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. *Science* 304: 1623-1627.
- Lamers, L., A. Smolders, J. van Diggelen, E. Lucassen, D. Kleijn & J. Roelofs, 2008. Pitrus, l' enfant terrible van het natte natuurbeheer? *Tussen Duin en Dijk* 7: 30-36.

- 
- LeBauer, D. S., & Treseder, K. K. (2008). Nitrogen limitation of net primary productivity in terrestrial ecosystems is globally distributed. *Ecology*, 89(2), 371-379.
- Linzell, B.S. & Madge, D.S. (1986) Effects of pesticides and fertilizer on invertebrate populations of grass and wheat plots in Kent in relation to productivity and yield. *Grass and Forage Science*, 41, 159- 174.
- Liu, W., Zhu, Y. G., Christie, P., & Laidlaw, A. S. (2020). Production, Botanical Composition and Nutrient Status of an Originally *Lolium perenne*-Dominant Sward Receiving Long-Term Manure Applications.
- Loonstra A.H.J., Verhoeven M.A. & Piersma T. 2018. Sex-specific growth in chicks of the sexual dimorphic Black-tailed Godwit. *Ibis* 160: 89-100.
- Loonstra, J., Verhoeven, M., Senner, N., Hooijmeijer, J., Piersma, T., & Kentie, R. 2019. Natal habitat and sex-specific survival rates result in a male-biased adult sex ratio. *Behavioral Ecology*, arz021
- McCracken, D. I., Foster, G. N., & Kelly, A. (1995). Factors affecting the size of leatherjacket (Diptera: Tipulidae) populations in pastures in the west of Scotland. *Applied Soil Ecology*, 2(3), 203-213.
- McCracken, D. I., & Tallowin, J. R. (2004). Swards and structure: the interactions between farming practices and bird food resources in lowland grasslands. *Ibis*, 146, 108-114.
- McNeill, S. (1973). The dynamics of a population of *Leptopterna dolabrata* (Heteroptera: Miridae) in relation to its food resources. *The Journal of Animal Ecology*, 495-507.
- Melman, D., & Sierdsema, H. (2017). *Weidevogelscenario's: Mogelijkheden voor aanpak van verbetering van de weidevogelstand in Nederland* (No. 2769). Wageningen Environmental Research.
- Newton I. 2004. The recent declines of farmland bird populations in Britain: an appraisal of causal factors and conservation actions. *Ibis* 146: 579-600
- Nutrinorm. (z.d.) Organische meststoffen: De samenstelling van organische meststoffen. Verkregen via: NutriNorm - De samenstelling van organische meststoffen op 25-01-2021
- Olechowicz, E. (1976). The effect of mineral fertilization on insect community of the herbage in a meadow. *Polish Ecological Studies*, 2, 129-136.
- Onrust, J. (2017). Boeren, wormen & vogels. *Earth, worms & birds*, 131.
- Onrust J. & T. Piersma, 2017. The hungry worm feeds the bird. *Ardea* 105: 153-16
- Onrust, J. & T. Piersma, 2019. How dairy farmers manage the interactions between organic fertilizers and earthworm ecotypes and their predators. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 273: 80-85.
- Onrust, J., E. Wymenga, T. Piersma & H. Olf, 2019. Earthworm activity and availability for meadow birds is restricted in intensively managed grasslands. *Journal of Applied Ecology*, <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13356>.
- Oosterveld, E. B. (2006). Betekenis van waterpeil en bemesting voor weidevogels. *De levende natuur*, 107(3), 134-137.
- Pulleman, M., A. Jongmans, J. Marinissen & J. Bouma, 2003. Effects of organic versus conventional arable farming on soil structure and organic matter dynamics in a marine loam in the Netherlands. *Soil Use and Management* 19:157-165
- Remmelink, G., Van Middelkoop, J., W, O., & Wemmenhove, H. (2020). Handboek Melkveehouderij 2020/2021. Wageningen Livestock Research. <https://www.wur.nl/nl/download/Handboek-Melkveehouderij-2018-H2.htm>
- Roodbergen M., Klok C. & Schekkerman H. 2008. The ongoing decline of the breeding population of Black-tailed Godwits *Limosa l. limosa* in The Netherlands is not explained by changes in adult survival. *Ardea* 96: 207-218.
- Roodbergen, M., W. Teunissen, H. Schekkerman, F. Majoor & M. Vriezokolk. 2011. Vegetatiestructuur en de groei van Gruttokuikens
- Rutgers, M. & 27 medeauteurs, 2016. Mapping earthworm communities in Europe. *Applied Soil Ecology* 97: 98-111.
- Schroeder, J., Piersma, T., Groen, N. M., Hooijmeijer, J. C., Kentie, R., Lourenço, P. M., ... & Both, C. (2012). Reproductive timing and investment in relation to spring warming and advancing agricultural schedules. *Journal of Ornithology*, 153(2), 327-336.
- Schekkerman, H. (1997). *Graslandbeheer en groeimogelijkheden voor weidevogelkuikens* (No. 292). DLO-Instituut voor Bos-en Natuuronderzoek.
- Schekkerman H. & Müskens G. 2000. Produceren Grutto's *Limosa* in agrarisch grasland voldoende jongen voor een duurzame populatie? *Limosa* 73: 121-134.

- 
- Schekkerman, H., & Beintema, A. J. (2007). Abundance of invertebrates and foraging success of Black-tailed Godwit *Limosa* chicks in relation to agricultural grassland management. *Ardea*, 95(1), 39-54.
- Schils, R. L. M. (2003). Gras geniet lang van drijfmest. *Praktijkkompas. Rundvee*, 17(3), 6-7.
- Schippers, W., Bax, I., & Gardeniers, M. (2015). *Ontwikkelen van kruidenrijk grasland*.
- Schröder, J. J., Bechini, L., Bittman, S., Brito, M., Delin, S., Lalor, S., Morvan, T., Chambers, B., Sakrabani, R., & Sørensen, P. (2013). Residual N effects from livestock manure inputs to soil. In: Proceedings 15th International Ramiran Conference, Versailles, Frankrijk, 3-5 juni 2013.
- Schröder, J. J. & Van Dijk, W. (2019). Stikstofwerking van organische meststoffen en hun relatie met gebruiksnormen. Wageningen Research, Rapport WPR-916, 44 pp.
- Seibold, S., Gossner, M.M., Simons, N.K. Blüthgen N., Müller J., Ambarlı D., Ammer C., Bauhus J., Siepel, H., van de Bund, C.F., 1988. The influence of management practices on the microarthropod community of grassland. *Pedobiologia* 31, 339-354.
- Simons, N. K., Gossner, M. M., Lewinsohn, T. M., Boch, S., Lange, M., Müller, J., ... & Weisser, W. W. (2014). Resource-mediated indirect effects of grassland management on arthropod diversity. *PLoS One*, 9(9), e107033.
- Simons, N. K., Gossner, M. M., Lewinsohn, T. M., Lange, M., Türke, M., & Weisser, W. W. (2015). Effects of land-use intensity on arthropod species abundance distributions in grasslands. *Journal of Animal Ecology*, 84(1), 143-154.
- Simons, N. K., Weisser, W. W., & Gossner, M. M. (2016). Multi-taxa approach shows consistent shifts in arthropod functional traits along grassland land-use intensity gradient. *Ecology*, 97(3), 754-764.
- Simons, N. K., Lewinsohn, T., Blüthgen, N., Buscot, F., Boch, S., Daniel, R., ... & Weisser, W. W. (2017). Contrasting effects of grassland management modes on species-abundance distributions of multiple groups. *Agriculture, ecosystems & environment*, 237, 143-153.
- Standen, V. (1984). Production and diversity of enchytraeids, earthworms and plants in fertilized hay meadow plots. *Journal of Applied Ecology*, 293-312.
- Standen, V., 1984. Production and diversity of Enchytraeids, earthworms and plants in fertilized hay meadow plots. *Journal of Applied Ecology* 21: 293-312
- Tamis, W. L., & Heemskerk, P. (2020). A longitudinal study of the effects of trees, geese and avian predators on breeding wader meadow birds: the case of the Demmerik polder, the Netherlands. *European Journal of Wildlife Research*, 66(5), 1-12.
- Teunissen W. & Soldaat L. 2006. Recente aantalontwikkeling van weidevogels in Nederland. *De Levende Natuur* 107: 70-74
- Teunissen, W., Wymenga, E., Hooijmeijer, J., Bruinzeel, L., van der Kamp, J., & Piersma, T. (2011). *Factoren die van invloed zijn op de ontwikkeling van weidevogelpopulaties: belangrijke factoren tijdens de trek, de invloed van waterpeil op voedselbeschikbaarheid en graslandcultuur op kuikenoverleving* (No. 2187). Alterra.
- Van der Jeugd, H.P., B. Voslamber, C. van Turnhout, H. Sierdsema, N. Feige, J. Nienhuis en K. Koffijberg, 2006 Overzomerende ganzen in Nederland: grenzen aan de groei? Sovon-onderzoeksrapport 2006/02. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.
- van der Velde, E., Kentie, R., Piersma, T., Rakhimberdiev, E., & Hooijmeijer, J. (2020). De Grutto Monitor 2012-2019: De vinger aan de pols van de grutto-populatie met een actueel overzicht van de demografische parameters op basis van langjarig veldonderzoek in Súdwest Fryslân.
- van der Vliet R.E., Schuller E. & Wassen M.J. 2008. Avian predators in a meadow landscape: consequences of their occurrence for breeding open-area birds. *Journal of Avian Biology* 39: 523-529.
- Van Dijk, W., Conijn, J. G., Huijsmans, J. F. M., Van Middelkoop, J. C., & Zwart, K. B. (2004). Onderbouwing N-werkingscoëfficiënt organische mest. Studie ten behoeve van onderbouwing gebruiksnormen (No. 337). Praktijkonderzoek Plant & Omgeving BV.
- van Eekeren, N., de Boer, H., Bloem, J., Schouten, T., Rutgers, M., de Goede, R., & Brussaard, L. (2009). Soil biological quality of grassland fertilized with adjusted cattle manure slurries in comparison with organic and inorganic fertilizers. *Biology and Fertility of Soils*, 45(6), 595-608.
- Van Geel, W., De Haan, J., Hanegraaf, M., & Postma, R. (2019) Doorontwikkeling classificatieschema organische-stofrijke meststoffen. Deskstudie in het kader van de PPS Beter Bodembeheer / Effecten van organische stof. Wageningen Research | Open Teelten, Lelystad. Rapport WPR-project 3750384500, 58 pp.

- 
- Van Middelkoop, J. C., Philipsen, A. P., Velthof, G. L., De Haan, J. J., & Schroder, J. J. (2017). Bemestingsadvies Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen. Wageningen UR Livestock Research, Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen.
- van Turnhout C., Foppen R., Zoetebier D. & Kleyheeg E. 2020. Recente trends van weidevogels bij verschillende vormen van beheer. Vakblad Natuur Bos Landschap, 17(164): 18-19
- van der Wal J. & Teunissen W. 2018. Boerenlandvogels en predatie: een update van de huidige kennis. Sovon-rapport 2018/31. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.
- Verloop, K., Geerts, R. H. E. M., Oenema, J., Hilhorst, G. J., De Haan, M. H. A., & Evers, A. G. (2012). Gebruik van de dunne en dikke fractie van rundveemest getest op Koeien & Kansenmelkveebedrijven: scheidingsresultaten 2010 en 2011 en 2012 (No. 69). Wageningen UR Livestock Research
- Vickery J.A., Tallowin J.R., Feber R.E., Asteraki E.J., Atkinson P.W., Fuller R.J. & Brown V.K. 2001. The management of lowland neutral grasslands in Britain: effects of agricultural practices on birds and their food resources. *Journal of Applied Ecology* 38: 647-664.
- Vitousek, P. M., & Howarth, R. W. (1991). Nitrogen limitation on land and in the sea: how can it occur?. *Biogeochemistry*, 13(2), 87-115.
- Wardle, D.A., 1995. Impacts of disturbance on detritus food webs in agro-ecosystems of contrasting tillage and weed management practices. *Advances in Ecological Research* 26: 105-185
- Woodcock, B. A., Potts, S. G., Tscheulin, T., Pilgrim, E., Ramsey, A. J., Harrison-Cripps, J., ... & Tallowin, J. R. (2009). Responses of invertebrate trophic level, feeding guild and body size to the management of improved grassland field margins. *Journal of Applied Ecology*, 46(4), 920-929.
- Zahn, A., Englmaier, I., & Drobny, M. (2010). FOOD AVAILABILITY FOR INSECTIVORES IN GRASSLANDS- ARTHROPOD ABUNDANCE IN PASTURES, MEADOWS AND FALLOW LAND. *Applied Ecology and Environmental Research*, 8(2), 87-1



---

Wageningen Environmental Research  
Postbus 47  
6700 AA Wageningen  
T 0317 48 07 00  
[www.wur.nl/environmental-research](http://www.wur.nl/environmental-research)

Wageningen Environmental Research  
Rapport 3074  
ISSN 1566-7197

---

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.500 medewerkers (5.500 fte) en 12.500 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.







To explore  
the potential  
of nature to  
improve the  
quality of life



---

Wageningen Environmental Research  
Postbus 47  
6700 AB Wageningen  
T 317 48 07 00  
[www.wur.nl/environmental-research](http://www.wur.nl/environmental-research)

Rapport 3074  
ISSN 1566-7197

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.500 medewerkers (5.000 fte) en 12.500 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

