

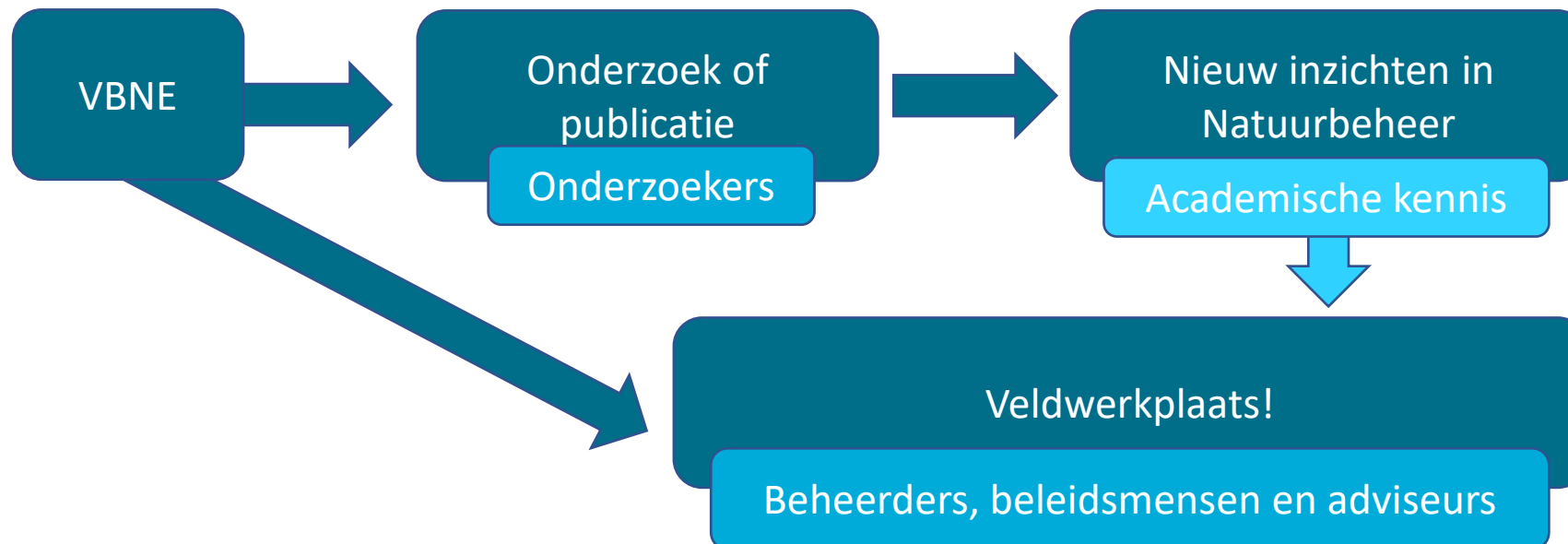
---

*Welkom op deze Veldwerkplaats*  
**Heideherstel met  
steenmeelgift**

# Programma

Wat	Wie
<b>Presentatie onderzoek</b>	<i>Maaïke Weijters B-Ware</i>
<b>Presentatie onderzoek</b>	<i>Joost Vogels, Stichting Bargerveen</i>
<b>Proeven in de praktijk</b>	<i>Geoffrey de Rooij</i>
<b>Lunchpauze 12.30-13.15</b>	
<b>Fietstocht op de Strabrechtse heide</b>	

# Wat is een Veldwerkplaats?

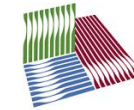


# Wie zijn de leden?

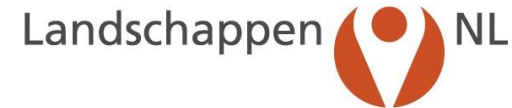
Vereniging met 6 leden:



Rijksvastgoedbedrijf  
Ministerie van Binnenlandse Zaken en  
Koninkrijksrelaties



Federatie  
Particulier  
Grondbezit  
*Land in vertrouwde hand*



# Natuur kennis OBN netwerk met 8 deskundigenteams



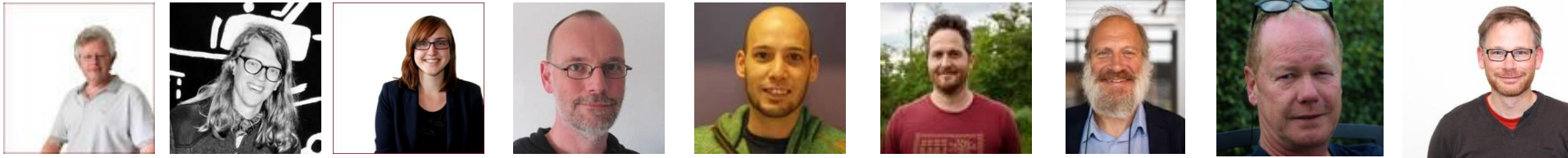
# Voorstelronde



# Veldwerkplaats heideherstel met steenmeelgift



# Projectteam



En heel veel analisten, laboranten en veldmedewerkers en niet te vergeten de terreinbeheerders!

Feedback van het Deskundigenteam droog zandlandschap van O+BN

Vandaag Joost Vogels van Stichting Bargerveen, Maaike Weijters en Emiel Brouwer van Onderzoekcentrum B-WARE en gastheer Geoffrey de Rooij van SBB





# Inhoud

- Aanleiding en opzet proeven (zie ook eerste rapportage uit 2018)
- Resultaten na 8 jaar
  - Bodemchemie
  - Vegetatie
  - Schimmels en bacteriën
  - Fauna
- Conclusies steenmeel als herstelmaatregel in droge heide
- Discussie over toepassing in de praktijk
  - Voorbeeld Tongerense heide
  - Voorbeeld Staatsbosbeheer Strabrecht
- Lunch
- Veldbezoek

ontwikkeling+beheer natuurkwaliteit

**o+bn**  
Kennisnetwerk OBN

Herstel van heide door middel van  
slow release mineralengift

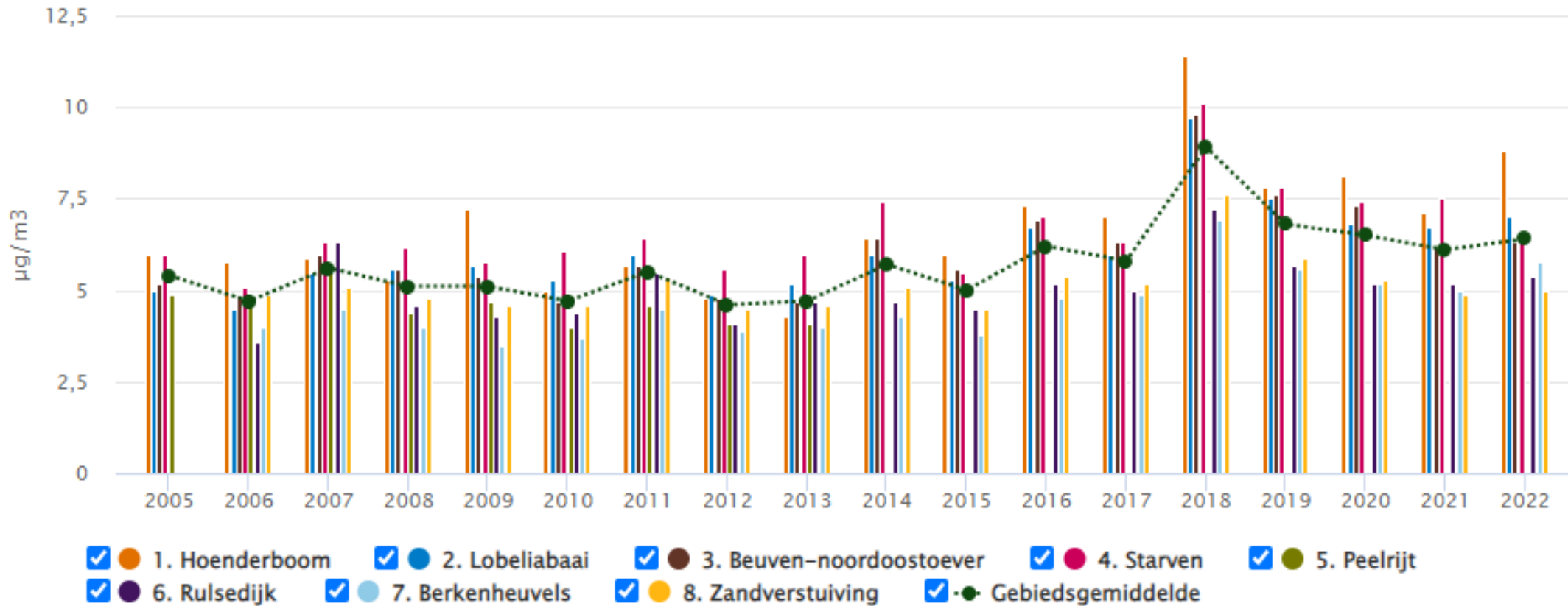
*Resultaten van 3 jaar steenmeelonderzoek*



# Aanleiding en opzet proeven

- Heidelandschap gaat nog steeds achteruit, ondanks grote beheerinspanningen
  - Doorgaande bodemverzuring als gevolg van de N-depositie, en de erfenis van de zure regen uit het verleden
  - Vermesting als gevolg van N-depositie
- Verlies van biodiversiteit (planten en dieren)
- Mineralen lossen versneld op en basische kationen (Ca, K, Mg) spoelen uit -> systeem verarmt en raakt steeds verder uit balans
- Met kalk risico op verzuuring en nog verder uit balans trekken systeem (stoichiometrie) -> is er een alternatief?
- Herstelmaatregelen in het verleden vooral gericht op afvoeren van N, maar daarmee ook P en andere elementen -> nog verder uit balans

## Jaargemiddelde ammoniakconcentraties Strabrechtse Heide



man.rivm.nl

# Herstelmaatregelen nodig

- Stikstofdepositie (met name ammoniak) daalt niet!
- Maatregel 1: N-depositie moet omlaag
- Maatregelen nodig om N af te voeren -> geen onderdeel van deze veldwerkplaats
- Maatregelen nodig om de bodemverzuring te verminderen (en misschien omzetting van N te stimuleren)
  - **Kalk**
  - **Silicaat steenmeel**
  - ...

# Steenmeel en kalk

## Kalkproducten

- Ca (en soms ook Mg) carbonaat
- Lost heel snel op, binnen een jaar duidelijk meetbaar
- Stijging van de bodem pH
- Opladen adsorptiecomplex (hogere basenverzadiging)
- Verlagen beschikbare Al-concentratie
- Toename beschikbaar Ca (en Mg)
- Kan in hele voedselarme systemen zorgen voor P-vastlegging (ongewenst!)
- Risico op verzuuring door versnelde afbraak
- Alleen Ca en soms Mg, geen K, P, en andere elementen

## Silicaatsteenmeel

- Mineralen die Ca, K en Mg leveren door verwerking
- Lost veel langzamer op dan kalk
- Geen/nauwelijks pH-toename -> minder risico op verzuuring
- Opladen adsorptiecomplex (hogere basenverzadiging)
- Verlagen beschikbare Al-concentraties
- Lijken (een beetje) op de Nederlandse zandgronden wat samenstelling betreft
- Breder palet aan elementen (beter voor de balans), incl. P, afhankelijk van product
- Nog experimenteel!

# Samenstelling dolomiet en steenmeel

	Soilfeed	Biolit	dolomiet
Ca	+	+++	+++++++
K	+++++++	+	-
Mg	+	+++++++	++++
Al	+++++++	+++++	+
Fe	+++++++	+++++++	+
P	++	++++	-
ANC (keq/ha)	1	3,5	7



# Testen dan maar!

- In 2014 begonnen met proeven op Strabrecht en in NPHV
- Ongeplagde, intacte oude heide, niet vergrast
- In het verleden geplagde en ook vrij recent door natuurbrand beïnvloedde vochtige heide (niet grondwater gevoed)
- Eenmalig opgebracht met de hand, niet ingewerkt
- Steeds vijf herhalingen en een onbehandelde controle
- Bijna jaarlijks gevolgd
- In 2016 uitgebreid met proefvlakken van 1 hectare groot, steeds gepaarde controle met Soilfeed behandeling
- 10 ton soilfeed/ha; 10 ton Biolit/ha, (15 ton lavagruis/ha) en 4 ton Dolokal/ha

# Proefvlakken Bosje van staf (15 bij 15 m)







- Proefvlakken  
Wolfskuilen/Deelenseveld (5 bij  
5m)

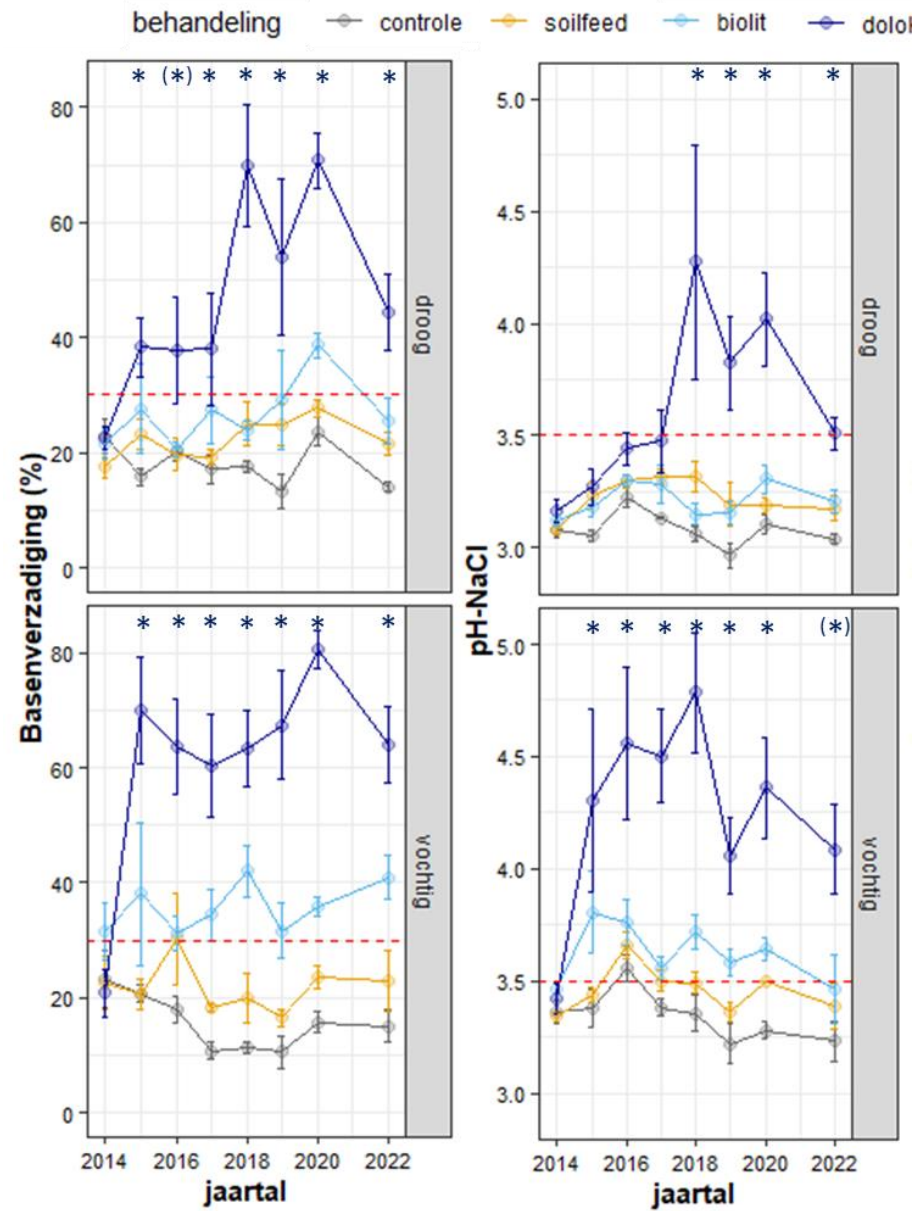
wasven

### Strabrecht

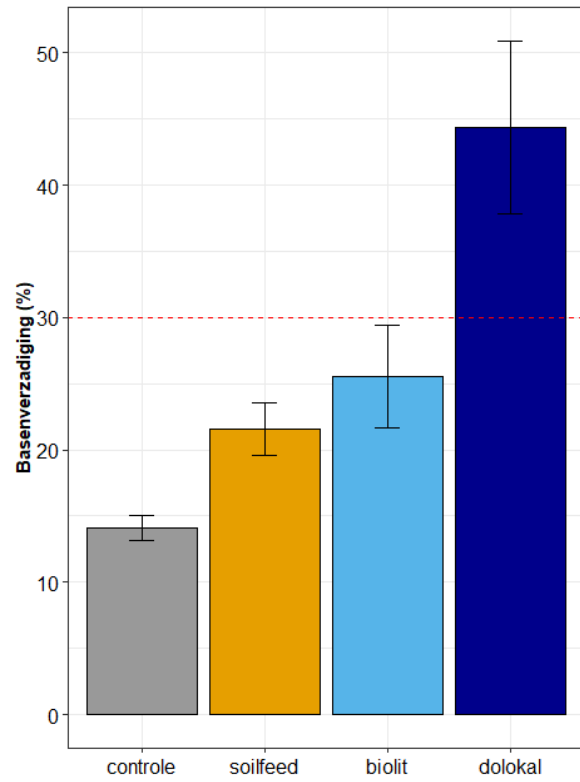
- 10 bij 10 m
- 2 blokken buiten begrazingseenheid
- 3 blokken binnen (in 2014) door runderen begraasde deel

# Nulmeting

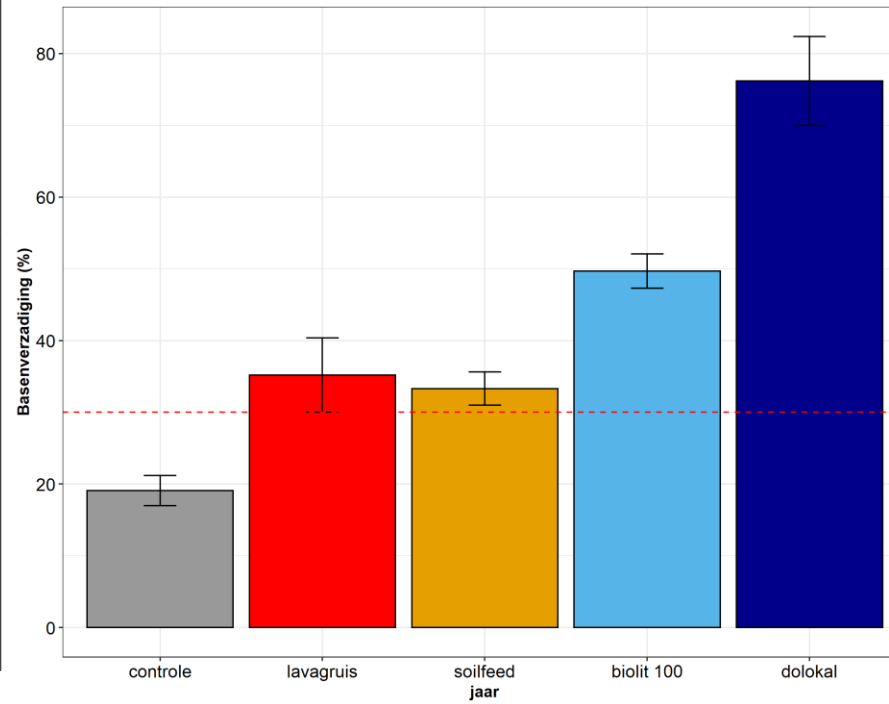
		NP De Hoge Veluwe				Strabrecht	
		Droge heide		Natte heide		Droge heide	
		<i>gemiddelde</i>	<i>st fout</i>	<i>gemiddelde</i>	<i>st fout</i>	<i>gemiddelde</i>	<i>st fout</i>
<b>Organische stof</b>	%	12,4	0,5	6,5	0,3	7,7	0,3
<b>CEC</b>	µeq/kg bodem	42805	1550	25989	959	34335	1661
<b>pH-H2O</b>		4,25	0,03	4,6	0,02	3,82	0,04
<b>pH-NaCl</b>		3,11	0,02	3,4	0,02	3,08	0,02
<b>Al</b>	µmol/kg bodem	2435	106	982	57	1422	85
<b>Ca</b>	µmol/kg bodem	2001	179	1913	412	1555	121
<b>K</b>	µmol/kg bodem	504	46	546	51	215	31
<b>Mg</b>	µmol/kg bodem	1052	95	1114	178	459	38
<b>Basische kationen</b>	µeq/kg bodem	6061	468	6032	1076	4241	323
<b>Basenverzadiging</b>	%	21,3	1,2	24,6	2,4	16,6*	1,1
<b>PO4</b>	µmol/kg bodem	16,9	4,1	1	0,3	0,9	0,1



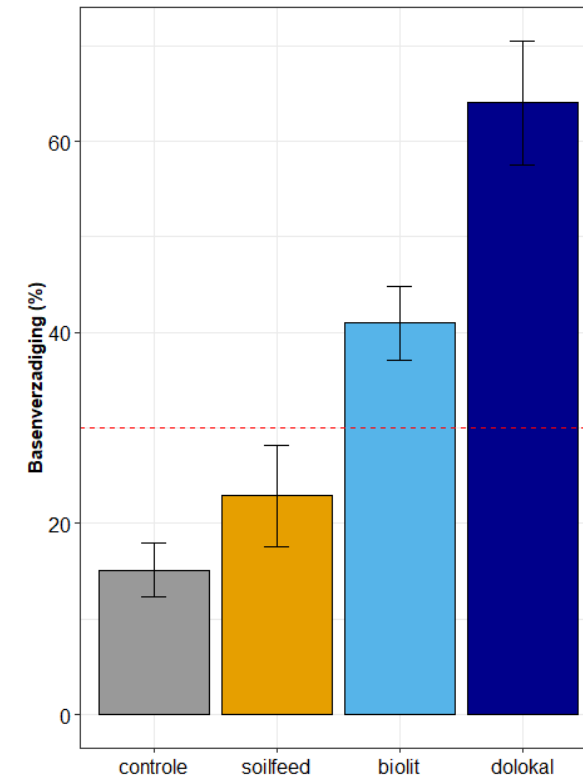
### Droge heide NPHV



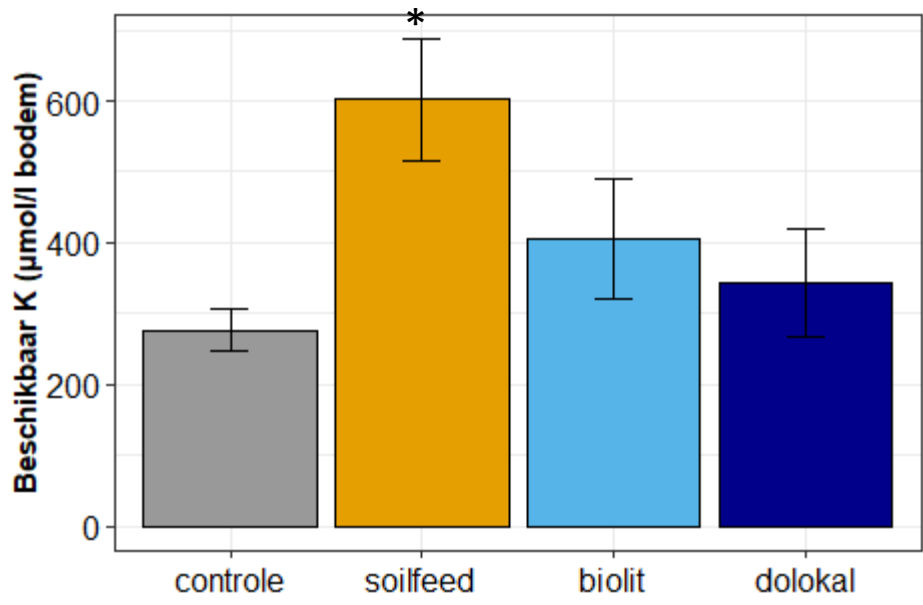
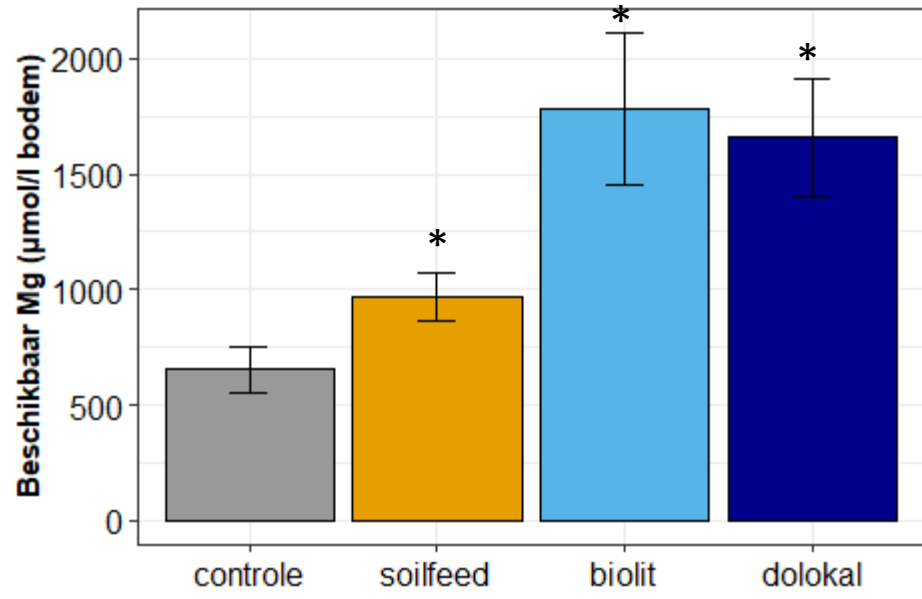
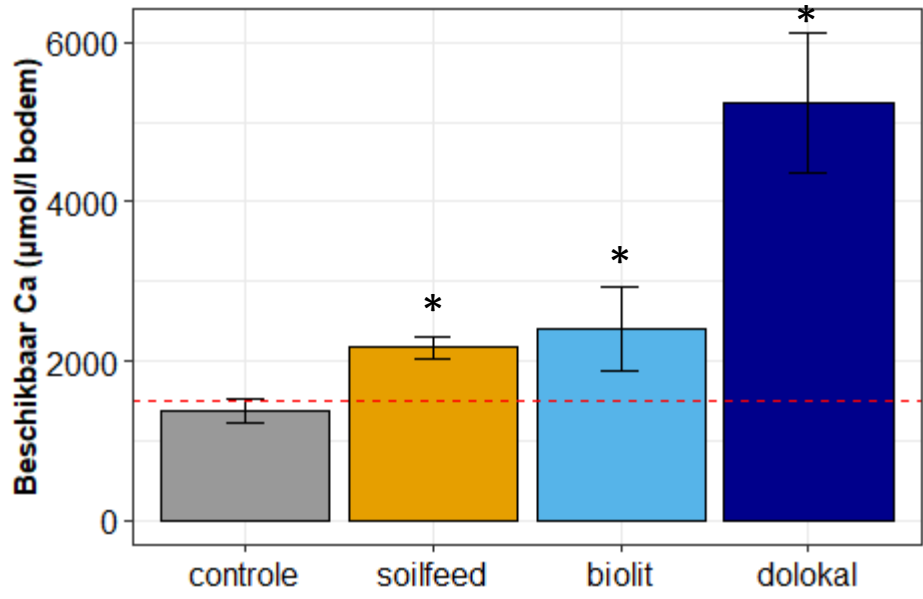
### Droge heide Strabrecht



### Vochtige heide



Ook daling in Al-beschikbaarheid en betere Al/Ca-ratio  
 Heel bescheiden pH-toename



2017



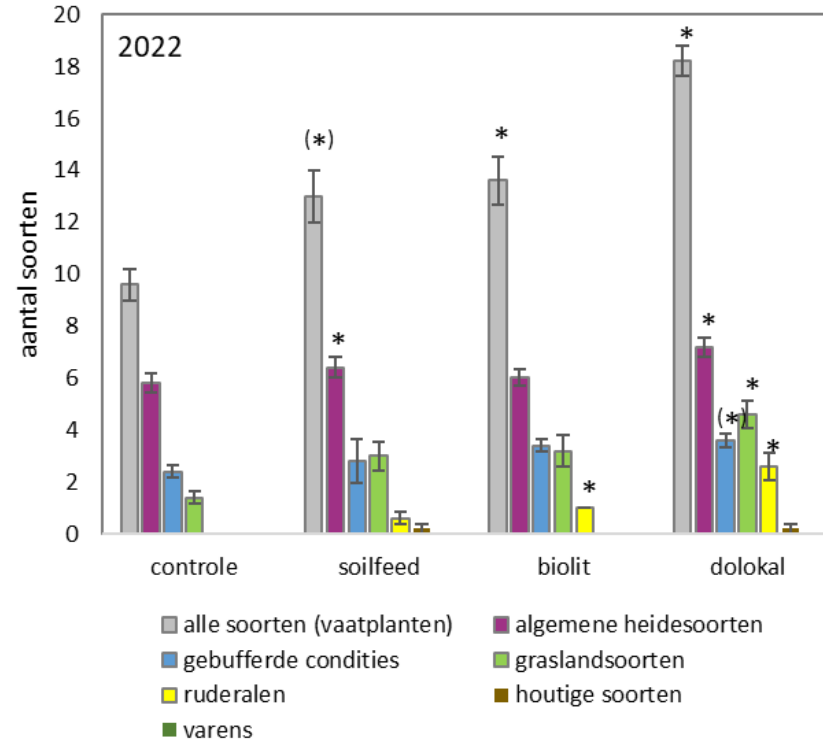
2019



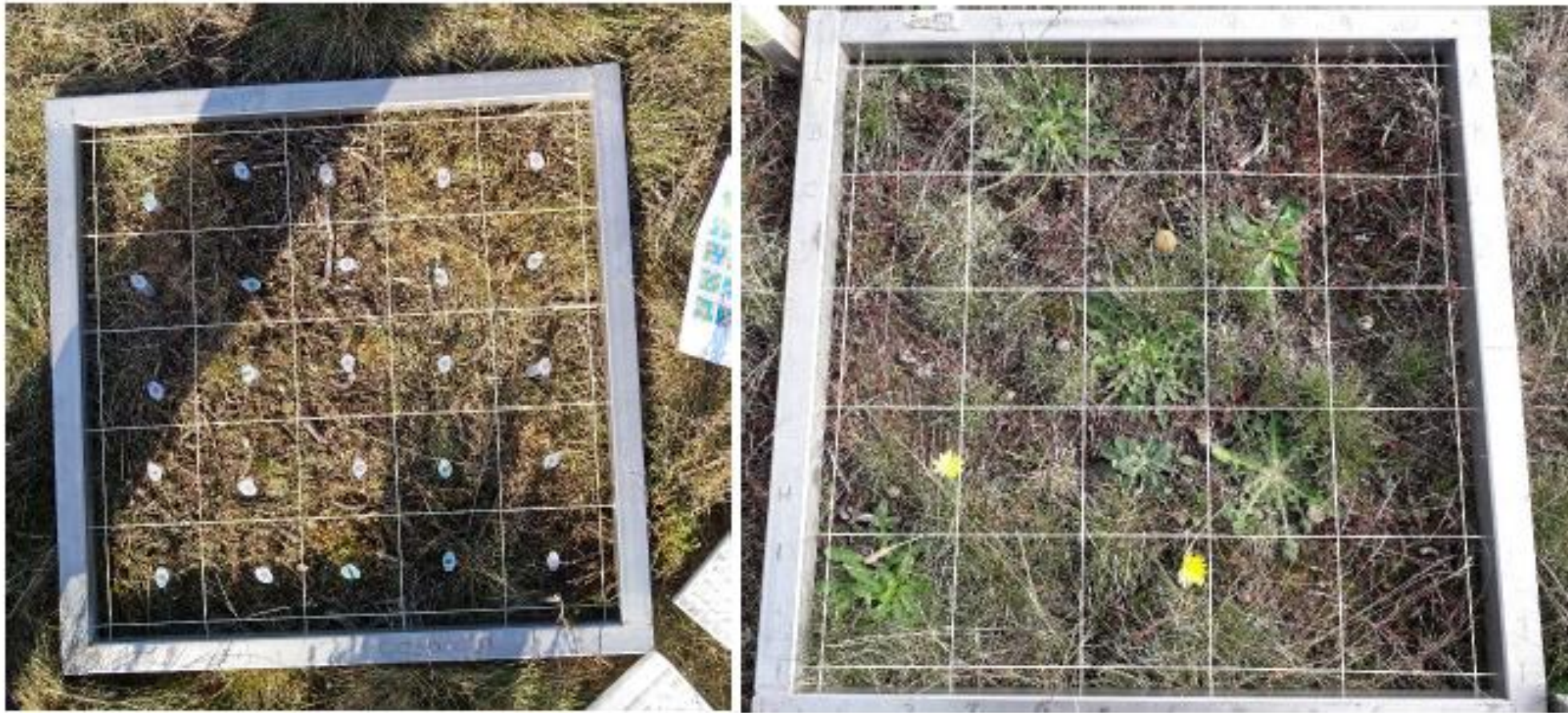
2022



# vegetatie

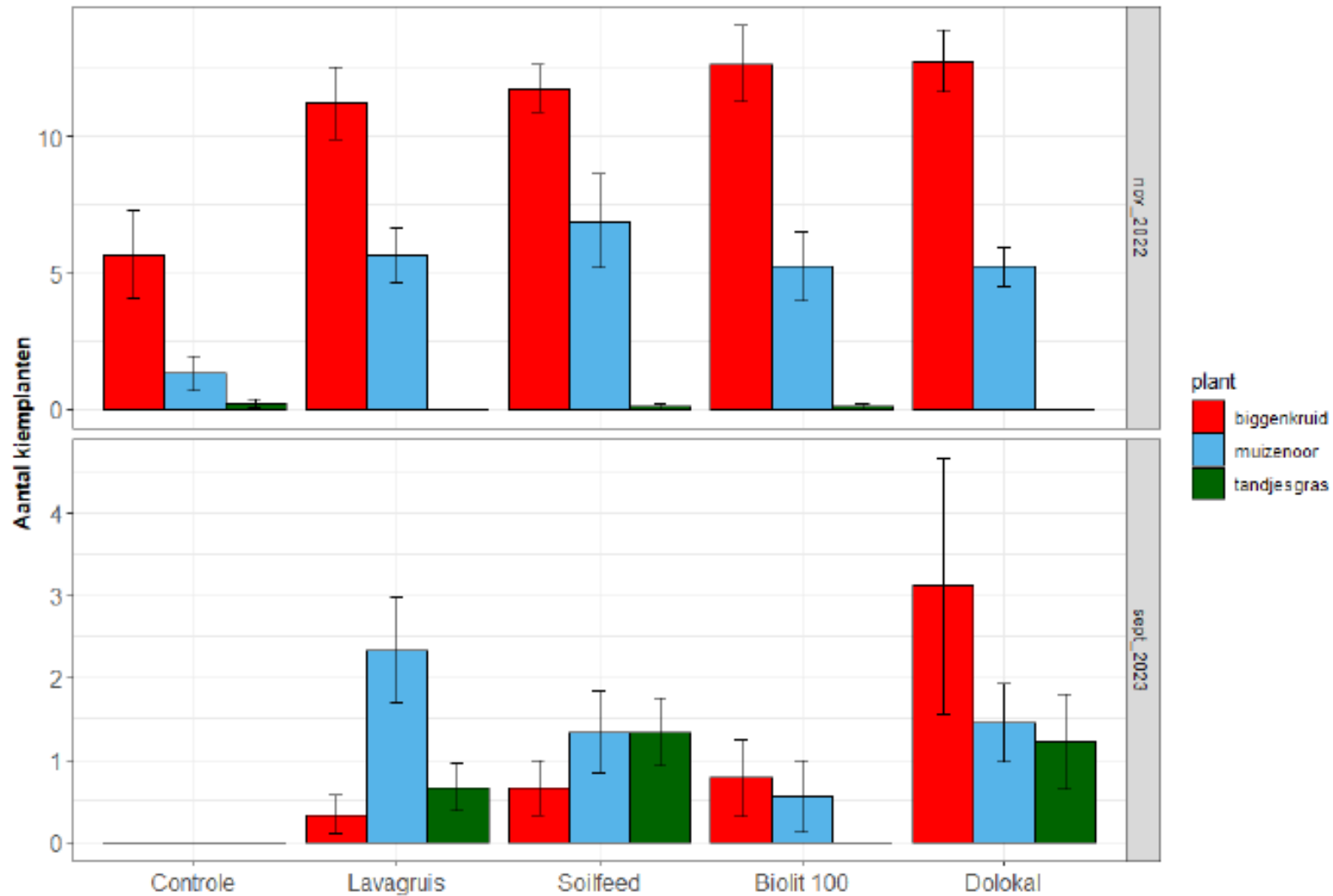


- Groot effect droogte 2018-2019, “klap” struikhei en vegetatie veel graziger geworden;
- Meer soorten na bufferherstel;
- Geen enorme verrijking in de dolokal-behandelingen!
- Vergrassing vooral Fijn schapengras en gewoon struisgras
- Ook meer kieming en vestiging muizenootje, biggenkruid en tandjesgras in proef strabrecht



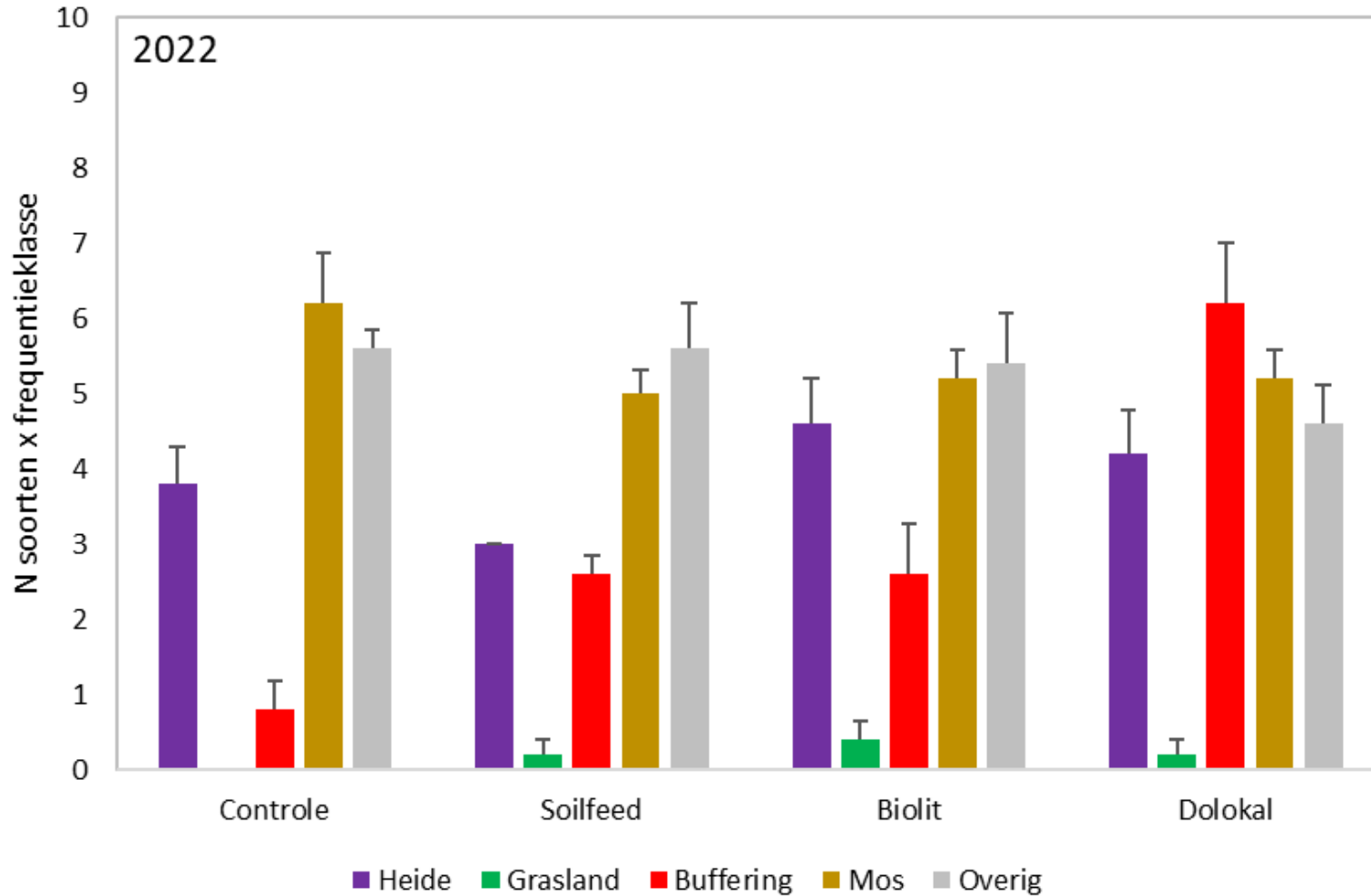
**Figuur 5.1** Links: overzicht van een raster met 25 vakjes en epjes met drie zaadjes van de betreffende soort per vakje bij inzet van de proef. Rechts: Overzicht van een raster in oktober 2023 met biggenkruid en centraal in het midden een muizenoor.





**Figuur 5.2** Aantallen kiemplanten per behandeling (gemiddelde  $\pm$ se) geteld in november 2022 en september 2023.

# Bacteriën en Schimmels



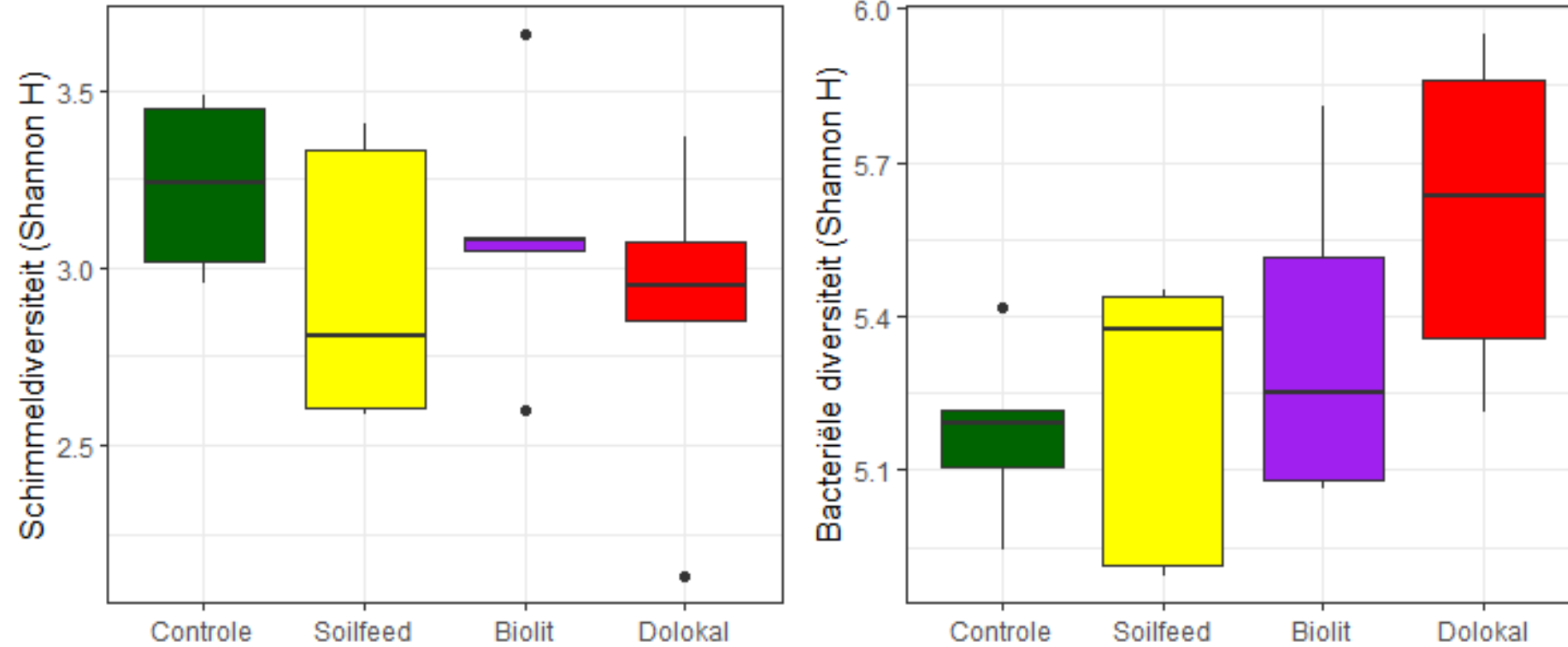
Paddenstoelen droge heide Veluwe

Meer soorten kenmerkend voor buffering en grasland na bufferherstelmaatregelen.

Minder soorten kenmerkend voor zure heide na bufferherstelmaatregelen

Indicatie iets verhoogde afbraak-activiteit met Soilfeed, en in grotere mate bij Biolit en Dolokal

■ Controle ■ Soilfeed ■ Biolit ■ Dolokal



*Zowel in diversiteit als abundantie kleine verschillen schimmels, vooral toename bacteriën zowel in div als abundantie en daardoor ook afname bacterie-schimmel ratio in de droge heide. In de vochtige heide zijn de effecten van bufferherstel groter, maar de verschillen tussen de behandelingen kleiner. Droge heide Veluwe*

# Conclusies bodem, bodemleven en vegetatie

- Alle geteste maatregelen zorgen voor een betere bodembuffering dan de controle, op Strabrecht tot binnen de range gemeten in kruidenrijkere droge heide. Op de Veluwe is dat (nog) niet het geval in de droge proefvlakken;
- Duurt 3 tot 5 jaar voordat effecten echt meetbaar zijn;
- Geen/nauwelijks effect op de N-huishouding in de heide (maar in bossen zien we wel hele duidelijke effecten, verder meten?);
- Meer plantensoorten na bufferherstel (alle behandelingen), maar niet per se bijzondere/kenmerkende soorten (dispersielimitatie?);
- Kleine afname N/P-ratio in vegetatie met Biolit en Dolokal;
- Verhoudingen van elementen wordt met dolokal wel sterk beïnvloed bij deze doseringen -> Risico op respons van fauna

# Conclusies bodem, bodemleven en vegetatie

- Niet minder schimmels, maar meer bacteriën en veranderende schimmel/bacterie verhouding. Dat hoeft niet slecht te zijn!
- Paddenstoelen indiceren dat de buffering beter wordt, dat de afbraak van strooisel wordt gestimuleerd waardoor er meer N beschikbaar komt.
- Geen ernstige verzuuring met dolokal in deze hoge doseringen (mogelijk komt dat nog). Aandeel grassen neemt toe bij de buffermaatregelen (vooral Fijn schapengras en Gewoon struisgras), maar ook als gevolg van de droogte -> vervolg beheer
- Uit alle meetresultaten komt zelfde patroon in reactiviteit:
  - Soilfeed (1 keq NAC/ha)-Biolit (3,5 keq NAC/ha)-Dolomiet (7 keq NAC/ha 1)
  - Veluwe natte heide (CEC=26 meq/kg bodem)-Strabrecht (CEC=34 meq/kg bodem)-Veluwe droge heide (CEC=43 meq/kg bodem)

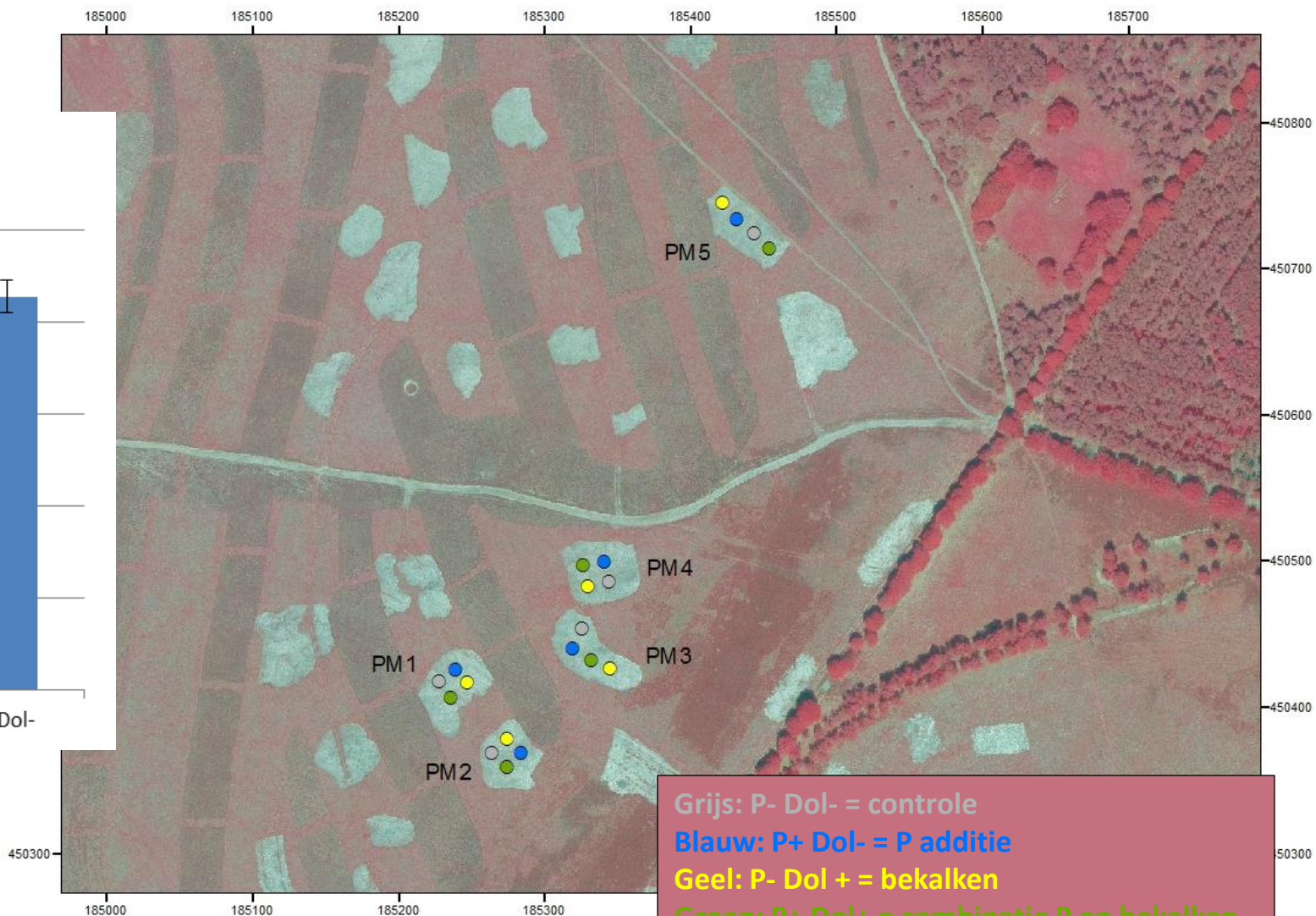
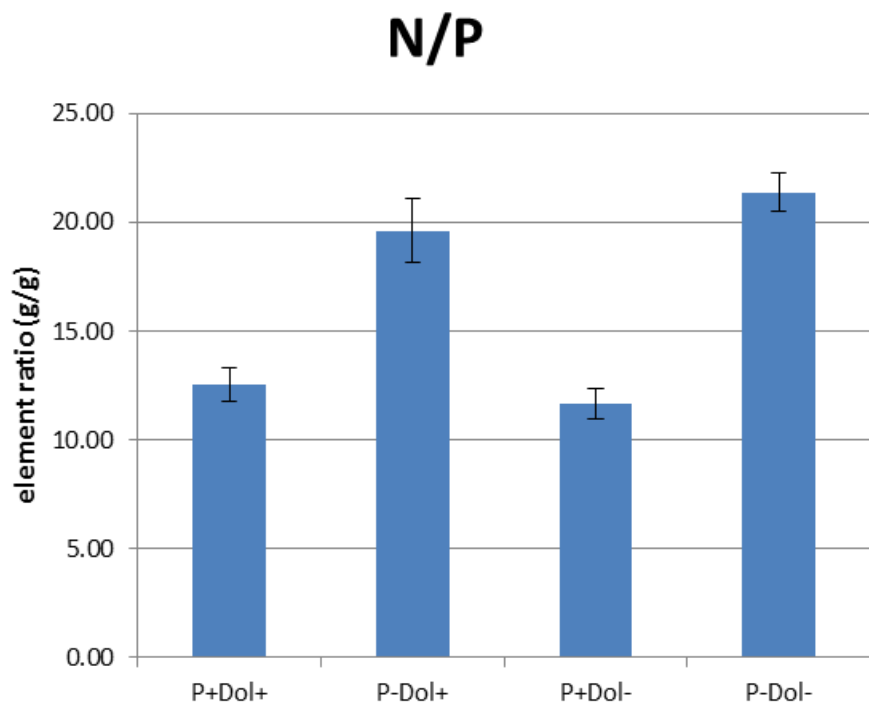
# Fauna



# Wat achtergrond

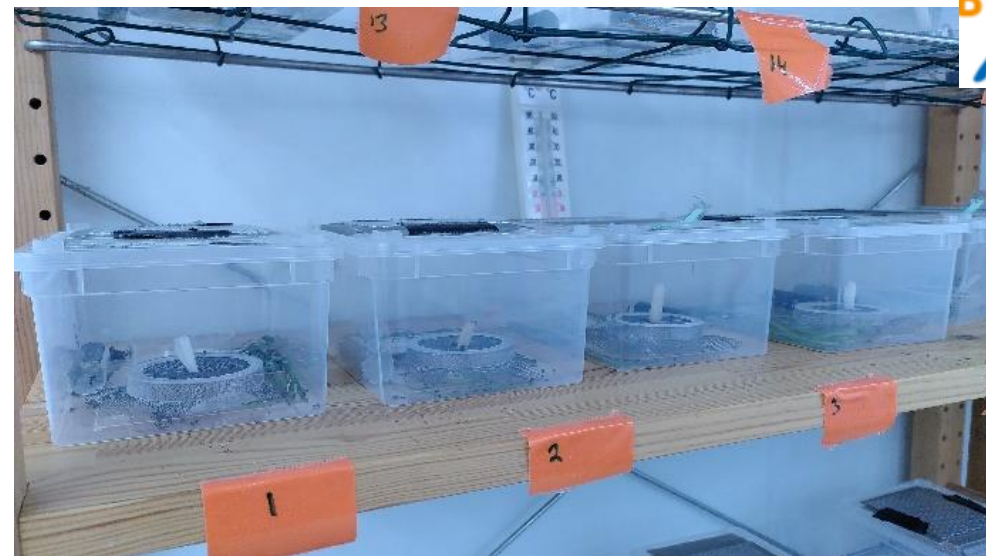
- Overmaat N → toenemende P limitatie bij heidefauna
- N verwijderen: intensief begrazen, plaggen, chopperen → versterkt P tekort (je verwijdert méér P dan N)
- N depositie (en vroeger ook S): → verzuring van de bodem
- **Als we nu P limitatie en verzuring opheffen? Gaat fauna dan profiteren?**
  - P toevoegen na plaggen
  - Kalk toevoegen (Dolokal) om buffering te herstellen

# Veld experiment Veluwe na plaggen

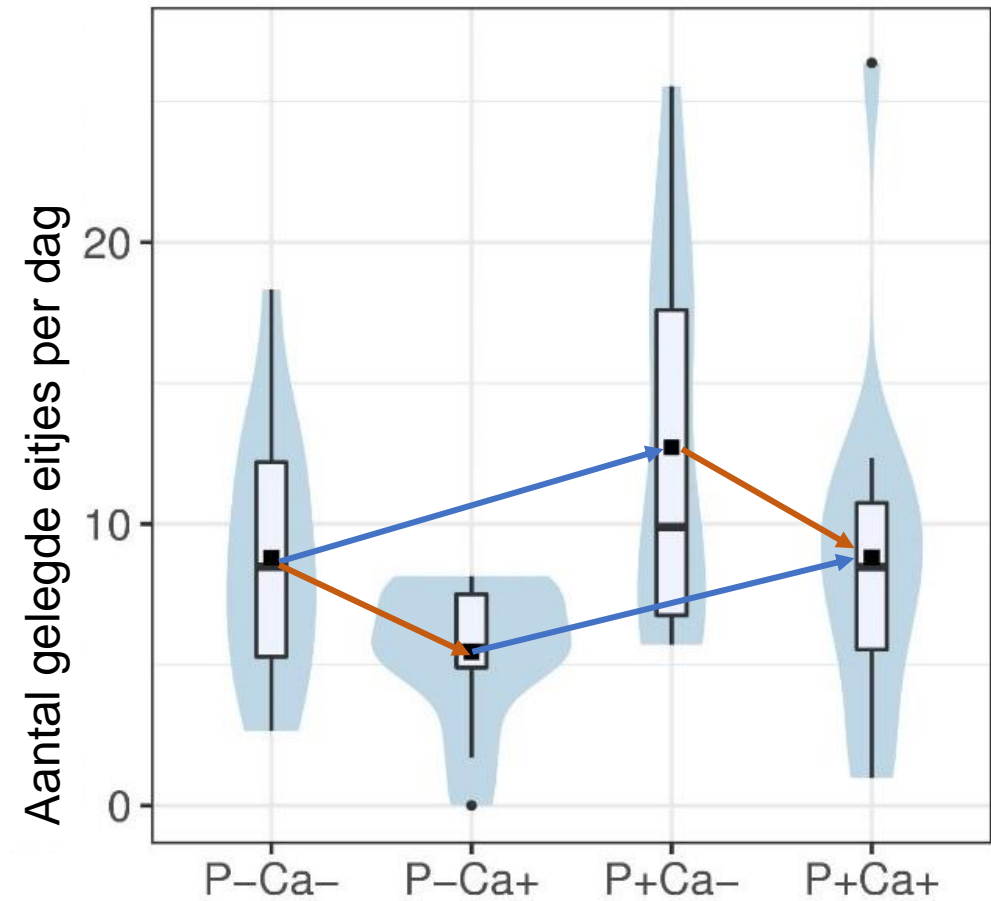




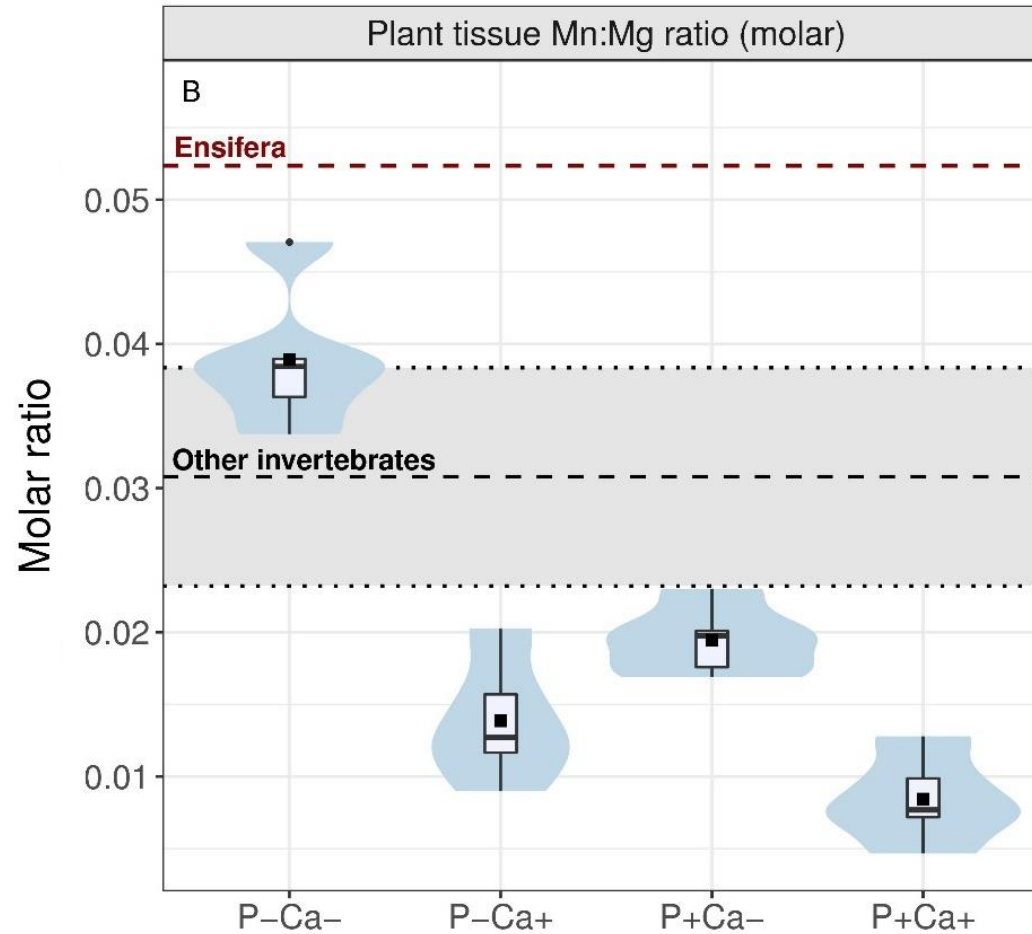




# Voedselexperiment: dagelijkse reproductie

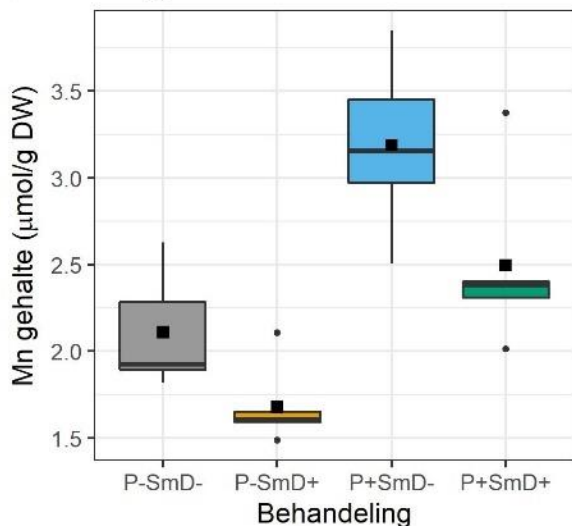


# Mogelijke oorzaak: Mg:Mn onbalans

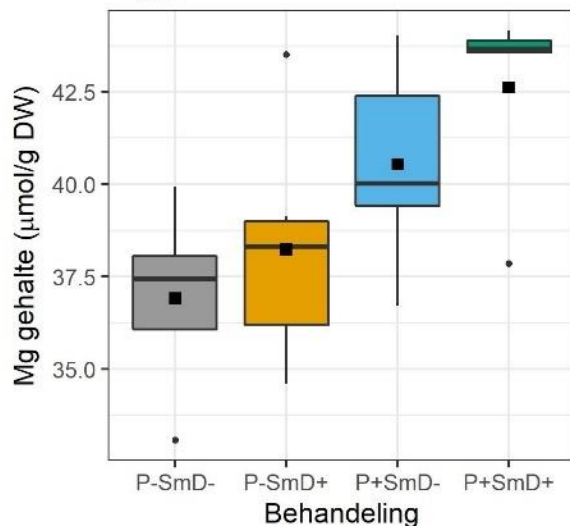


# Krekel Mn, Mg en Mn:Mg ratio

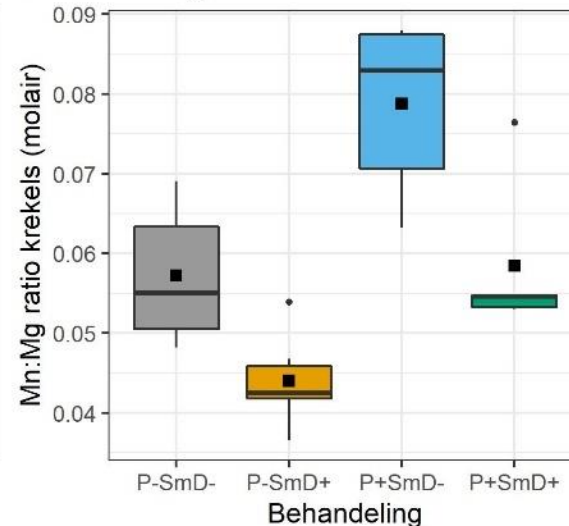
**A** Mn gehalte krekels



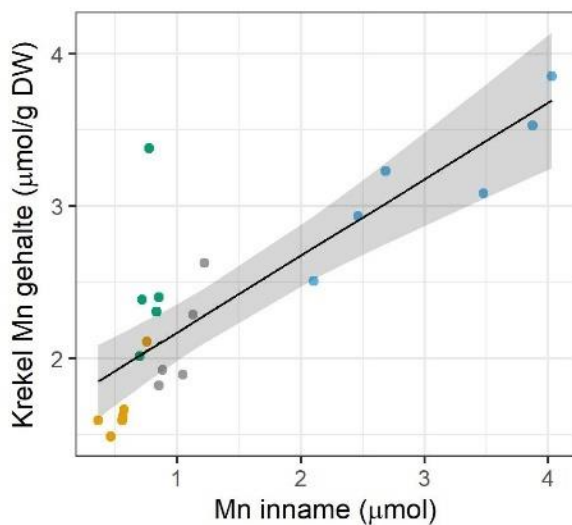
**B** Mg gehalte krekels



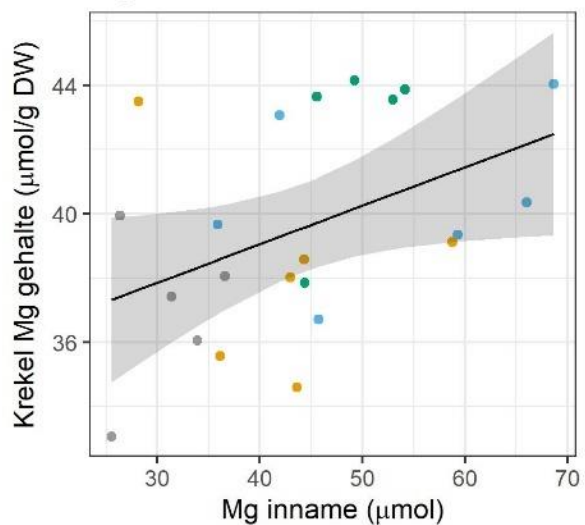
**C** Mn:Mg ratio krekels



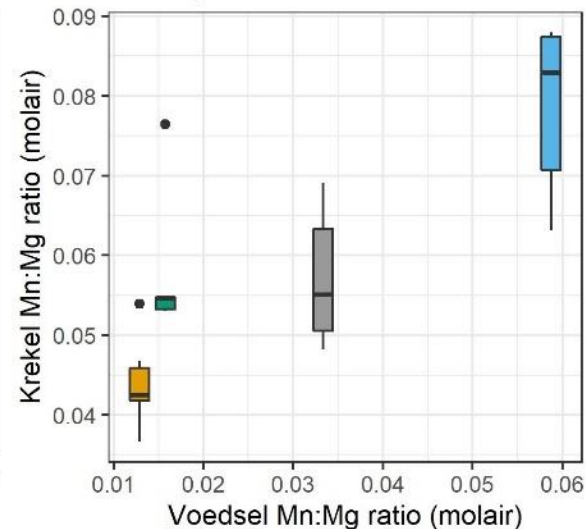
**D** Mn inname vs krekels



**E** Mg inname vs krekels

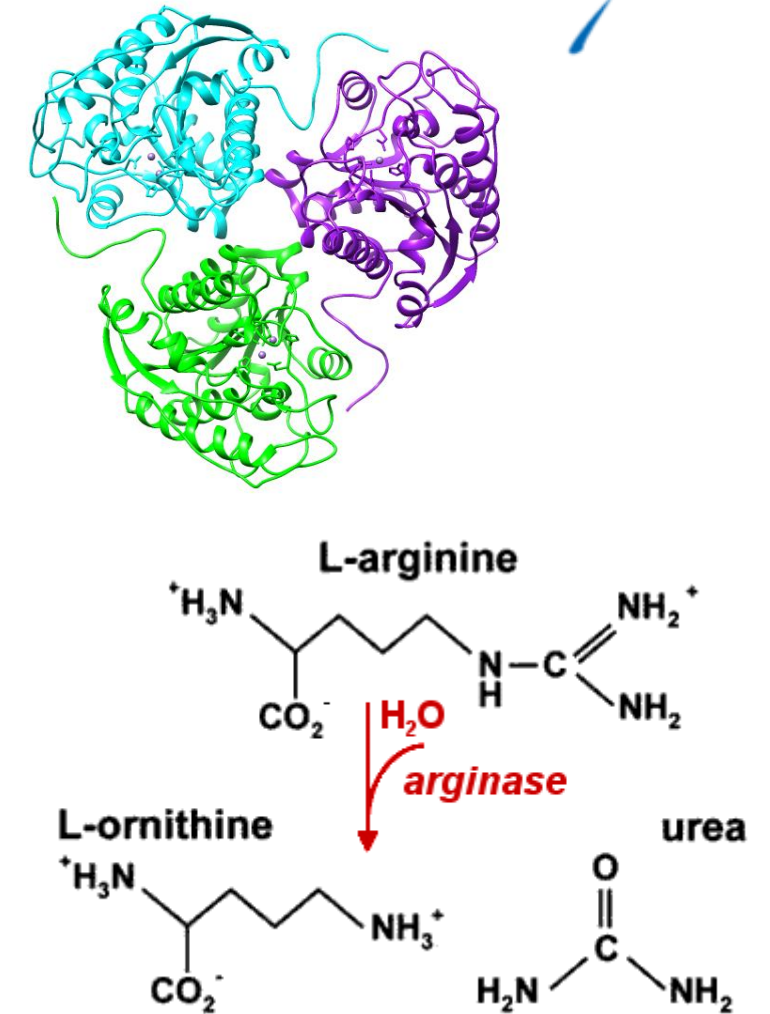
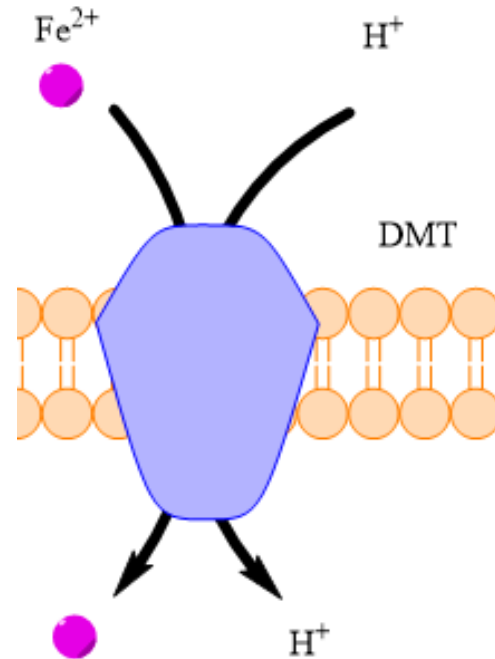


**F** Mn:Mg ratio voedsel vs krekels



# Mogelijk mechanisme

- Opname metaal ionen gaan vaak via hetzelfde transporter eiwit en concurreren met elkaar
- Toename Mg en afname Mn → sterk verminderde Mn opname
- Mn is activerend element voor arginase; een belangrijk enzym in de aminozuurcyclus.



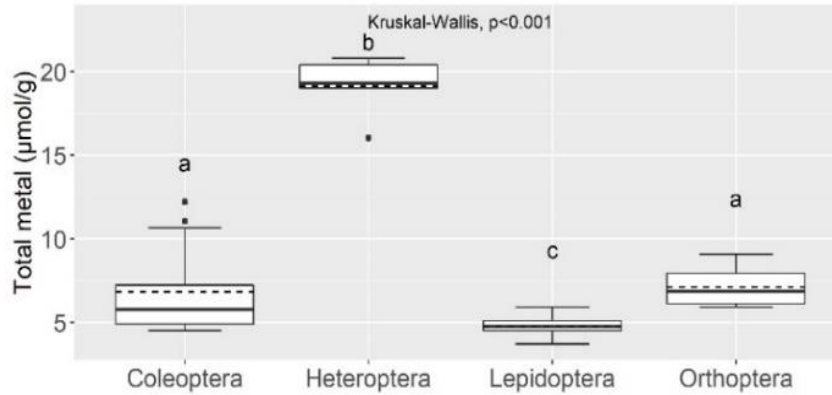
## Conclusies

1. Nutriënt balansen zijn belangrijk!
2. In de bodem leidt bekalking mogelijk tot versterkte P-limitatie;
3. In bossen leidt bekalking tot versterkte afbraak en verruiging
4. Niet alleen N en P, ook sporenelement balansen doen er toe
5. Bekalking kan sporenelement balansen in de plant verstoren
  - Voor Veldkrekels die dit als voedsel krijgen leidt dit tot Mn gebrek

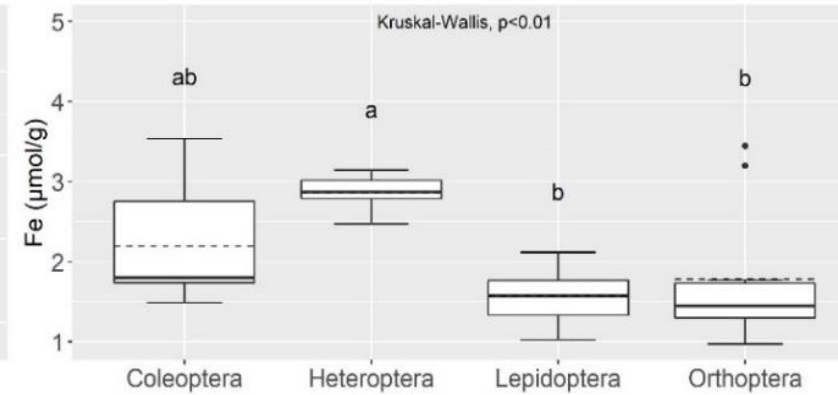
➤ **Is steenmeel dan een betere optie?**

# Dieren verschillen sterk in samenstelling!

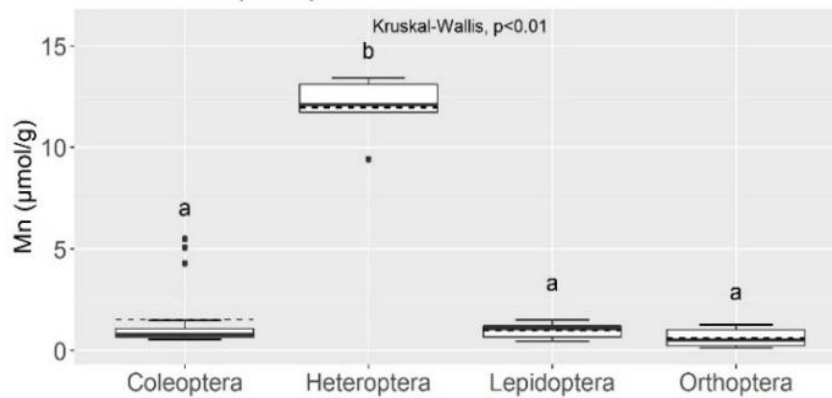
A Total metal content per species



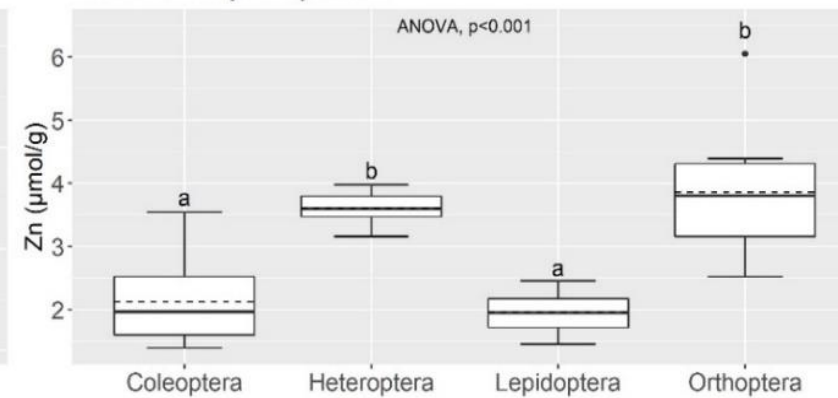
B Fe content per species



C Mn content per species

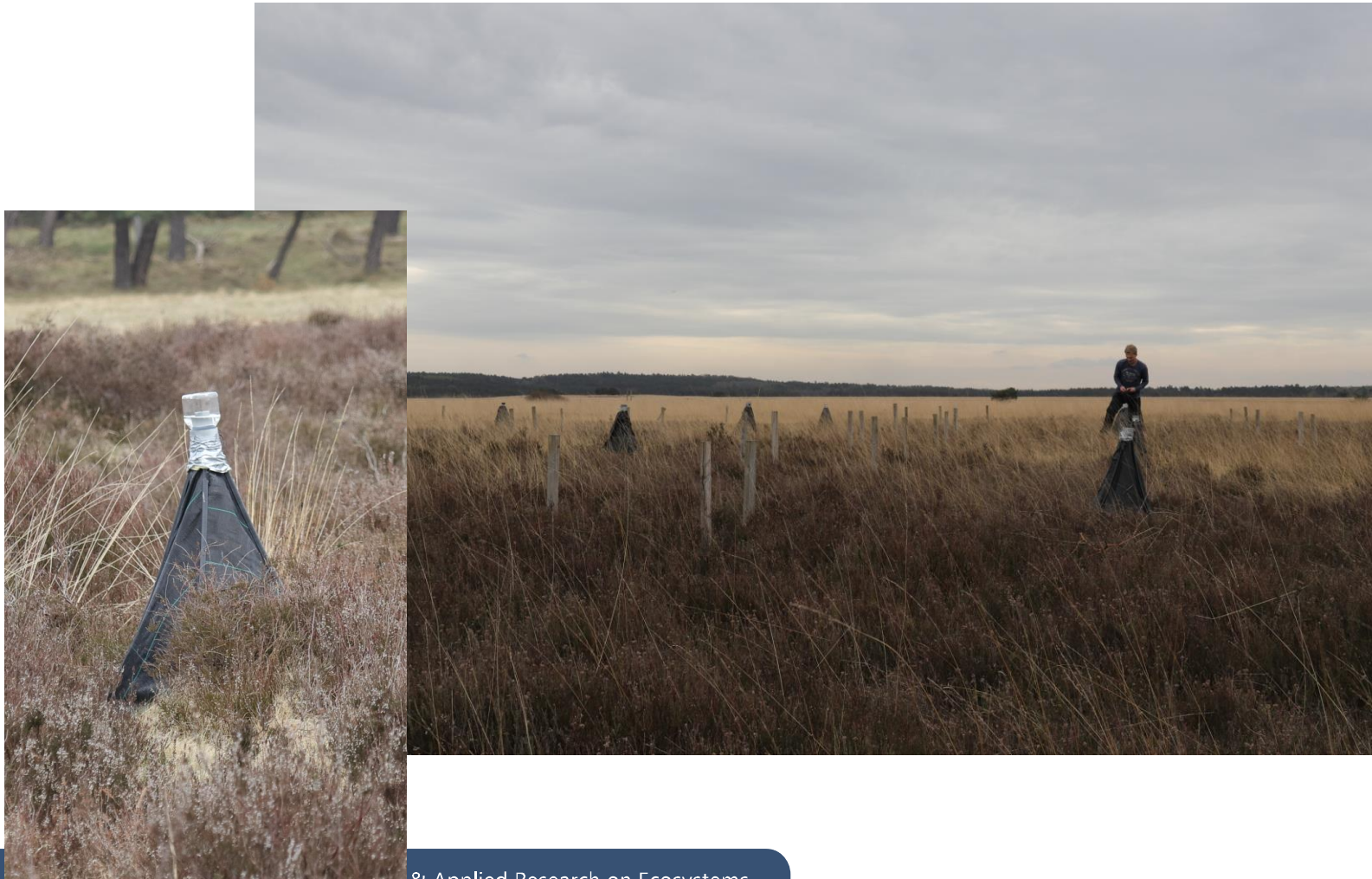


D Zn content per species





# Effecten OBN proeven op fauna: tweevleugeligen

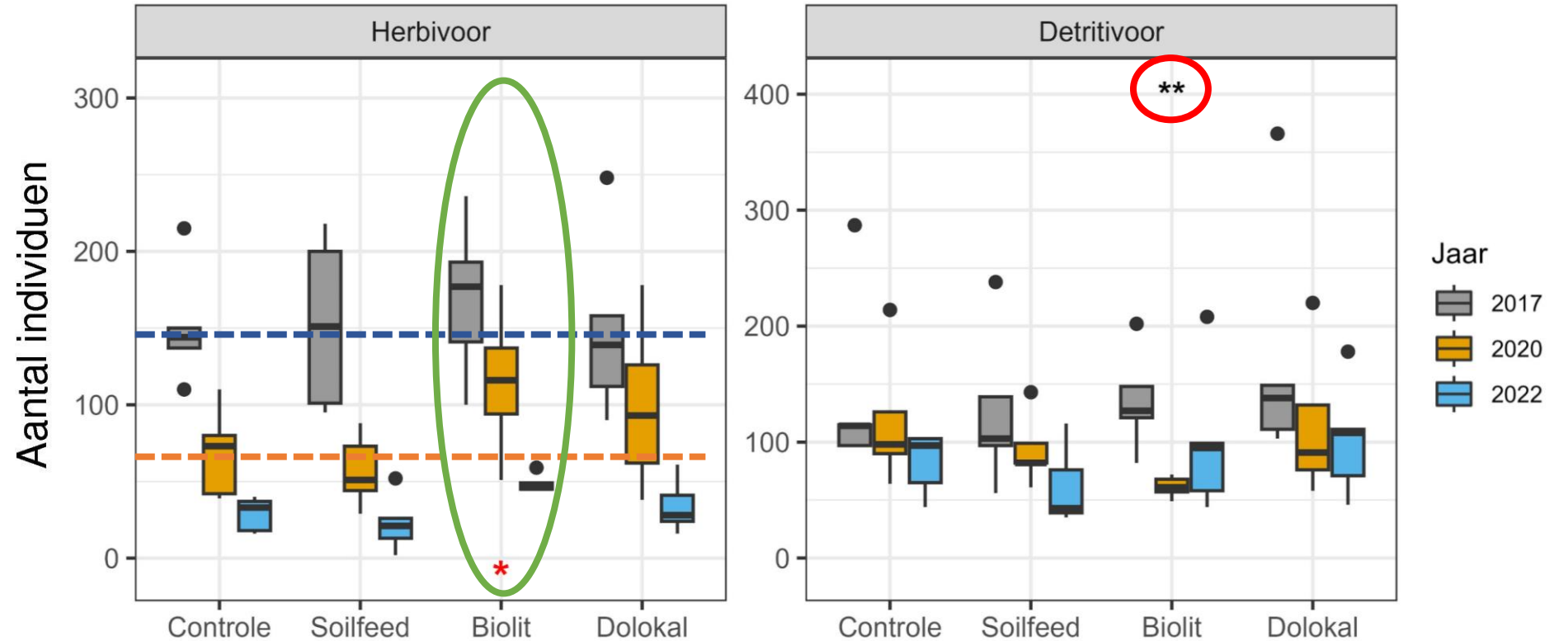


- Per plot 1 emergentieval
- Alle vliegen en muggen sorteren en op familienivo determineren
- Families ordenen op basis van trofisch niveau
- Geeft informatie over effecten op alle trofische niveaus

# Droge heide



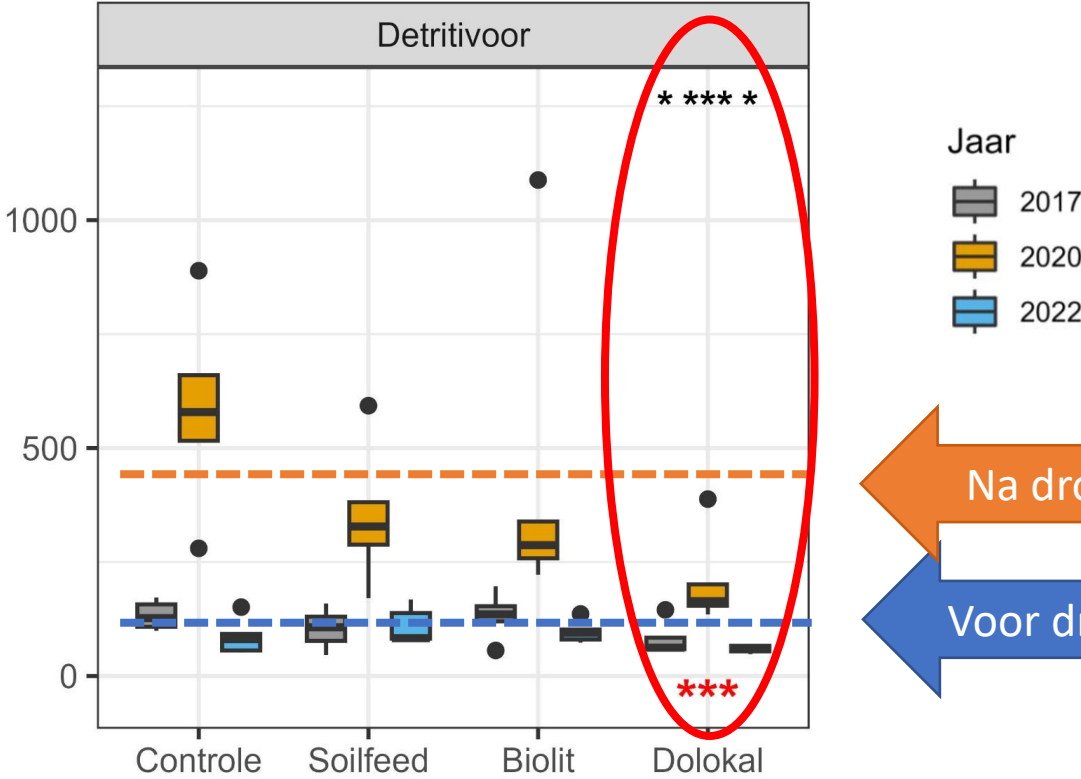
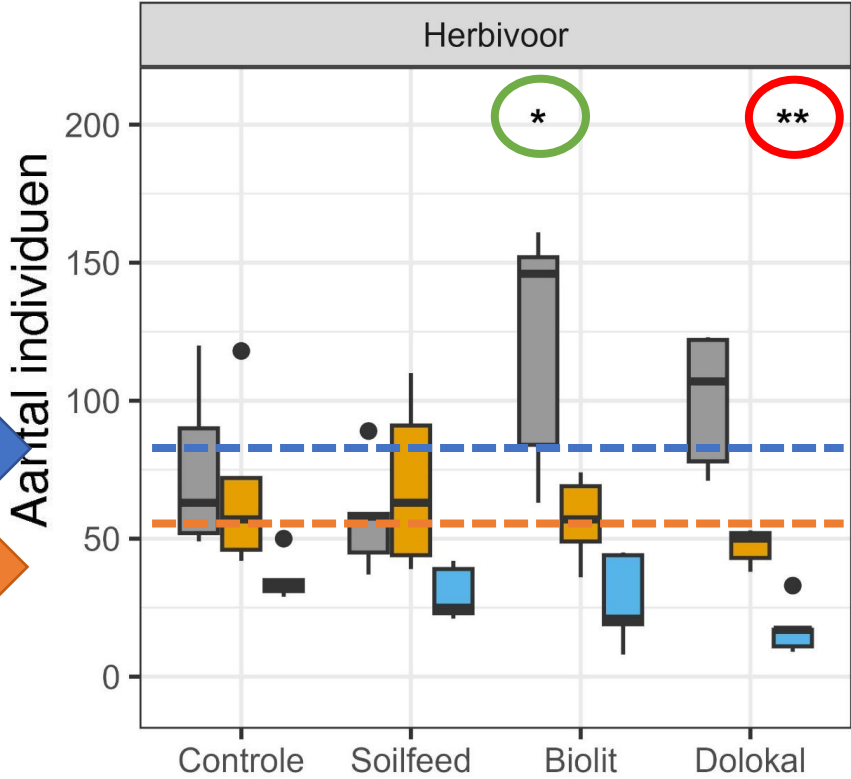
Droge Heide



# Vochtige heide

Vochtige Heide

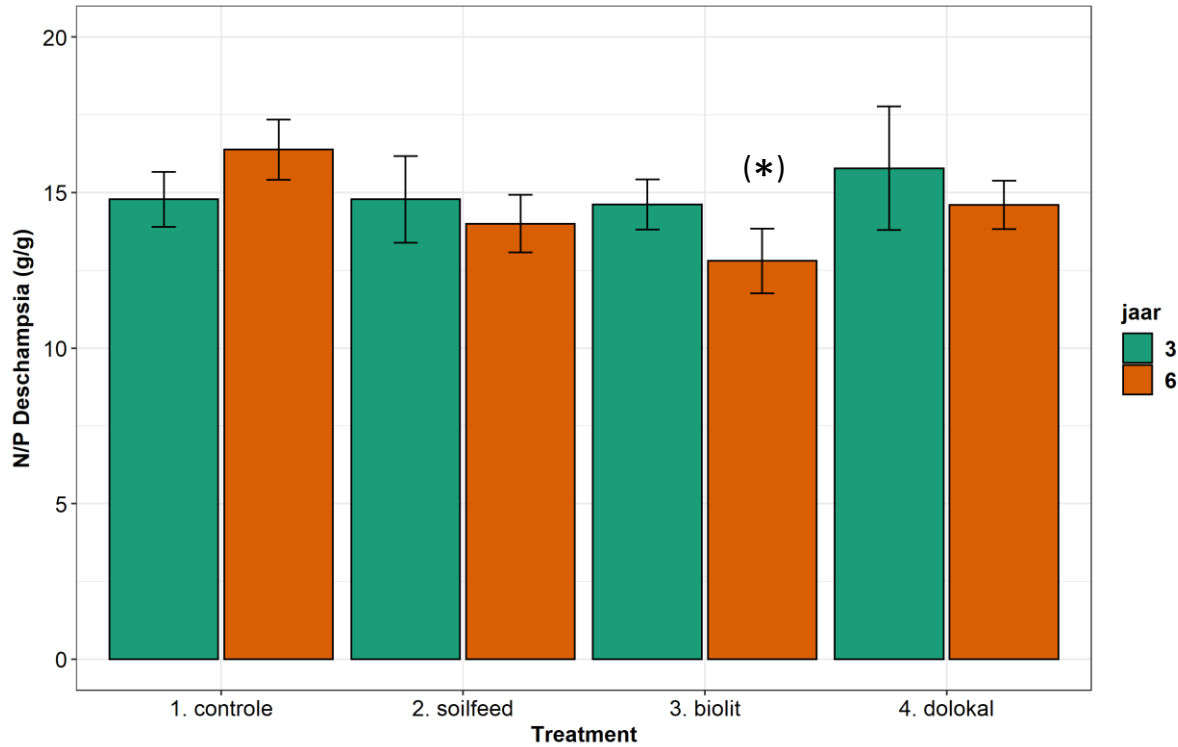
Voor droogte  
Na droogte



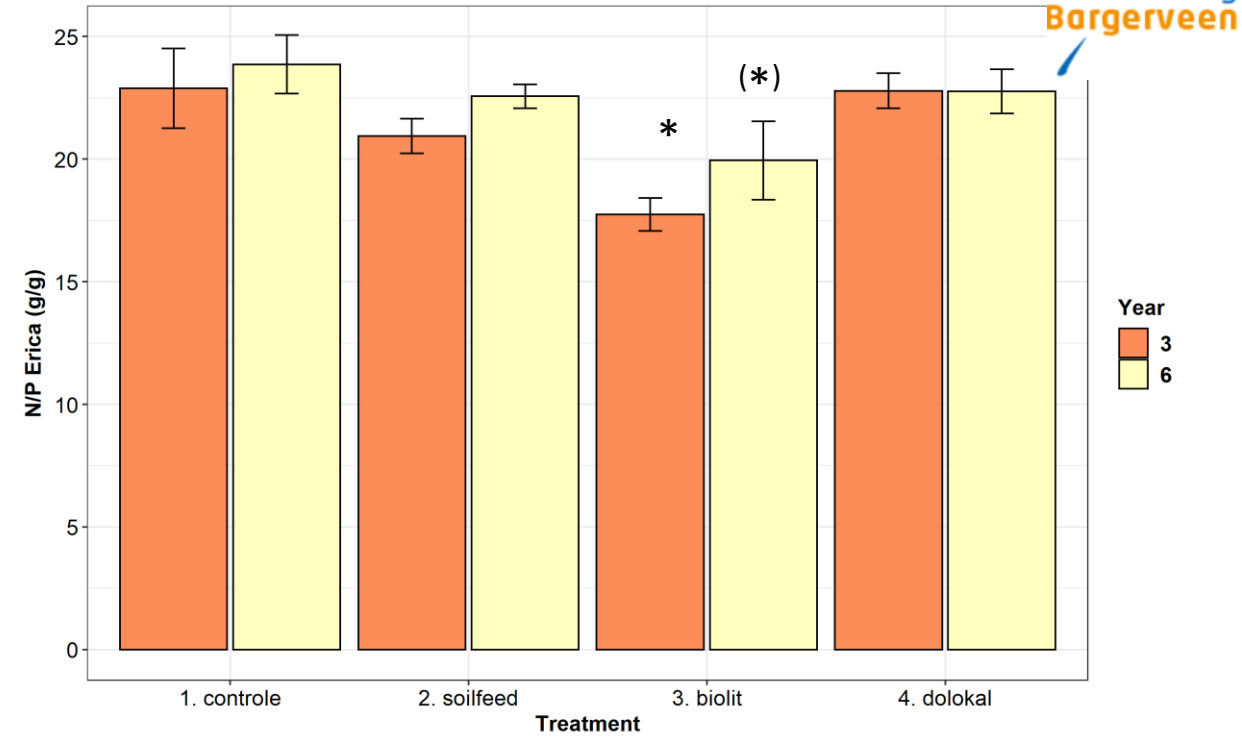
Na droogte  
Voor droogte

# N:P ratio planten

## Droge heide

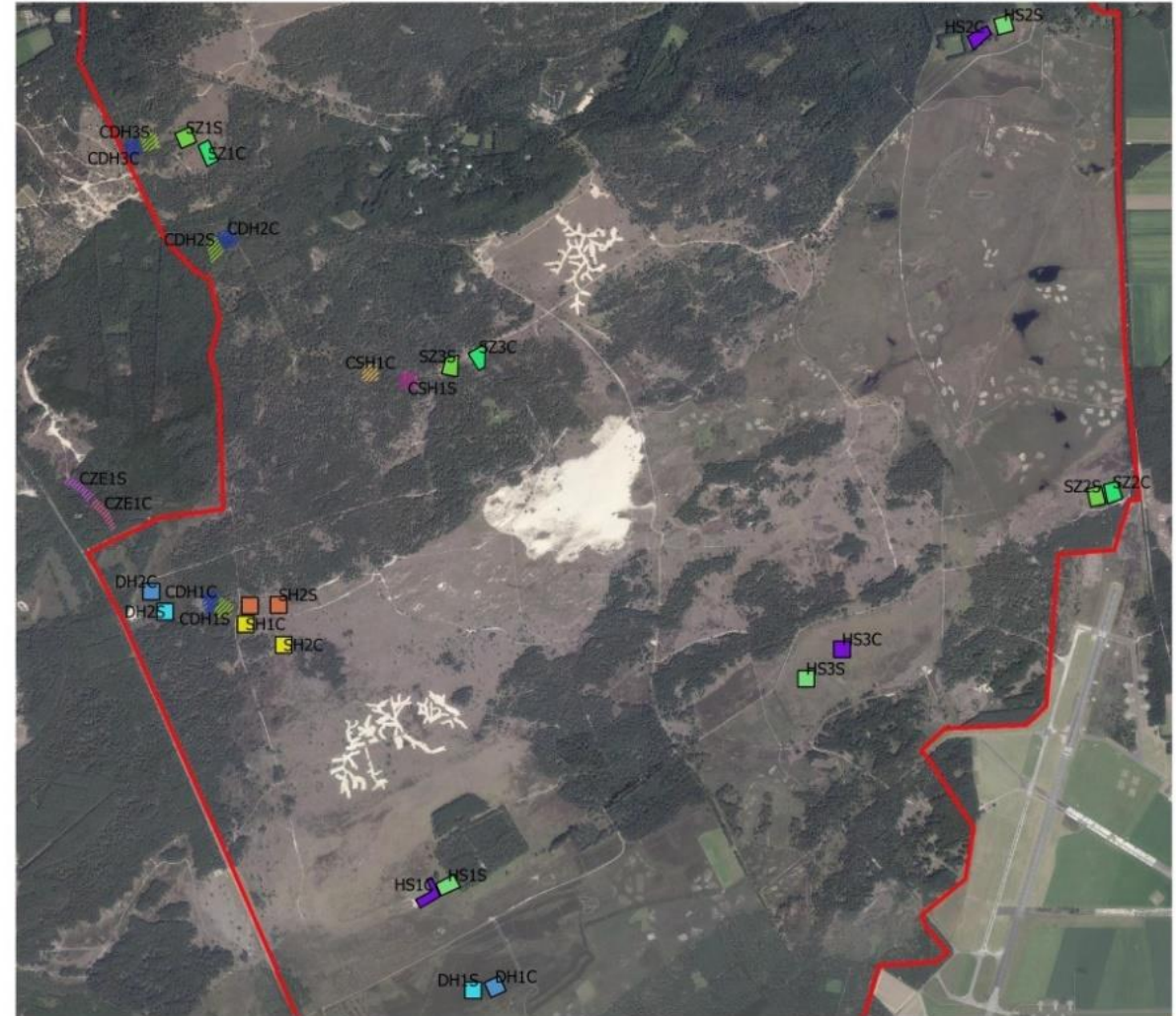


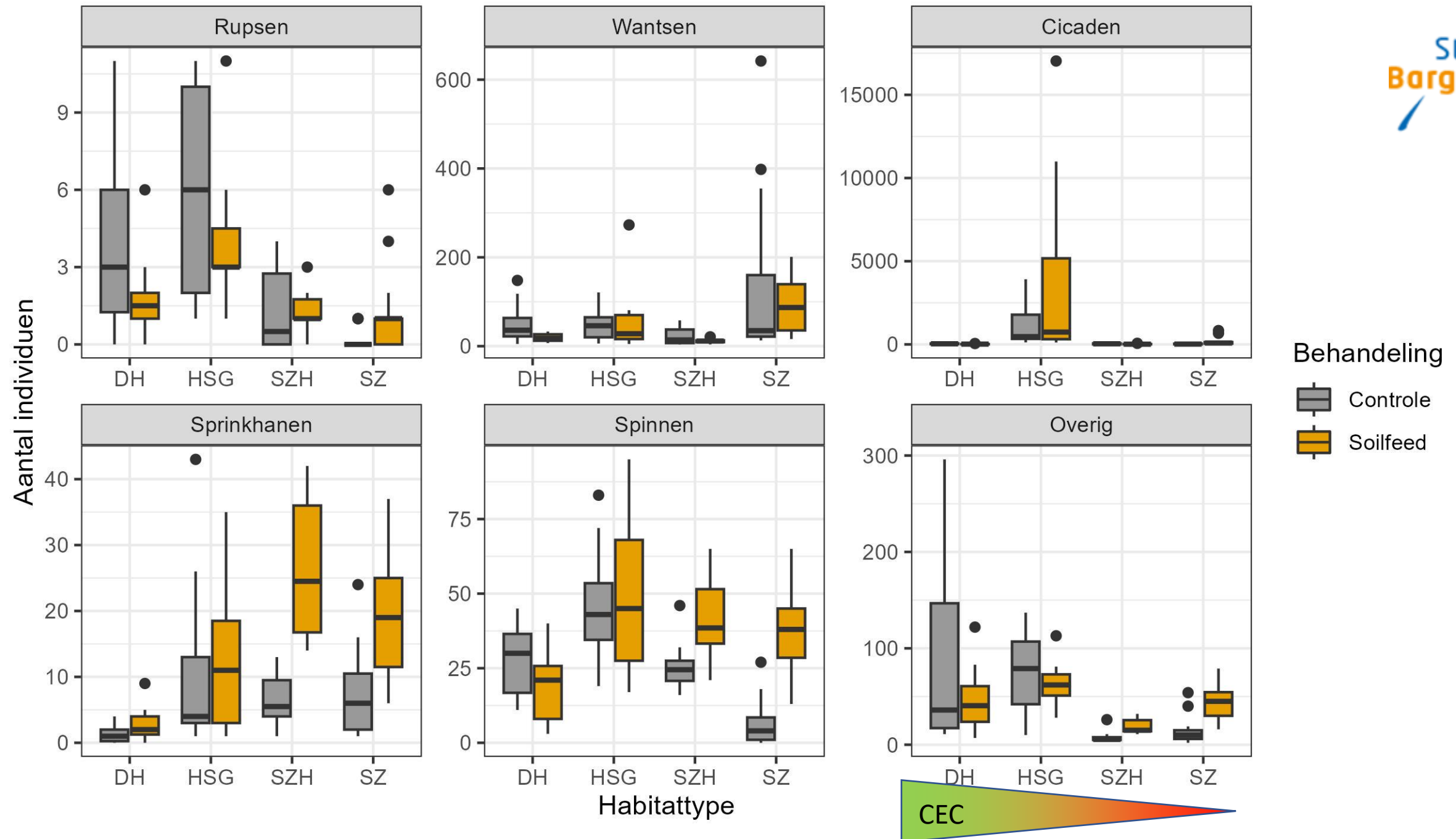
## Vochtige heide



# Hoge Veluwe: Soilfeed op hectare schaal

- Controle vs. Soilfeed (10 ton/Ha)  
Op droge heide, heischraal grasland,  
stuifzandheide en stuifzand
- Effecten bepaald door sleepnet  
bemonstering





# Stuifzand vegetatie



Soilfeed

Controle



# Deel II Naar de praktijk

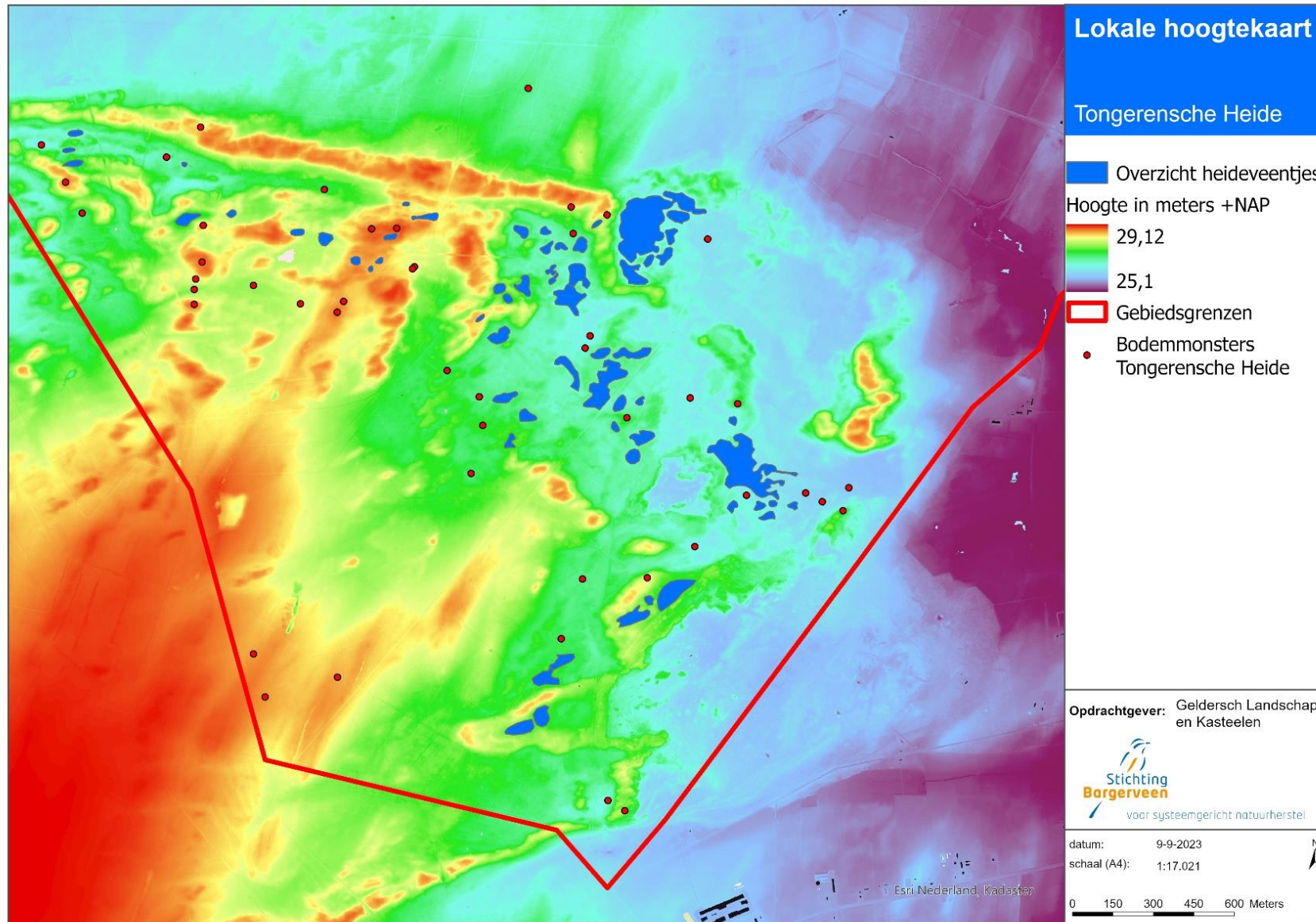
- Casus Tongerse heide
- Aandachtspunten/stappenplan
  - Doel
  - Schaal
  - Soort
  - Faseren
  - Monitoren
- Discussie
- Casus SBB -> Gaan we ook zien!



# De toepassing

- **Doel is om herstel te realiseren met minimaal risico op ongewenste bijwerkingen**
- Effecten van steenmeel (en kalk) zijn afhankelijk van:
  - Type steenmeel
  - Type bodem en/of ecotype
  - Type organisme
- Toepasbaarheid en wenselijkheid zijn afhankelijk van:
  - Hersteldeel
  - Onaanvaardbare en aanvaardbare risico's
  - Mate van urgentie
- Hoe kom je tot een besluit voor toediening?
- Hoe faseer je de uitvoering?

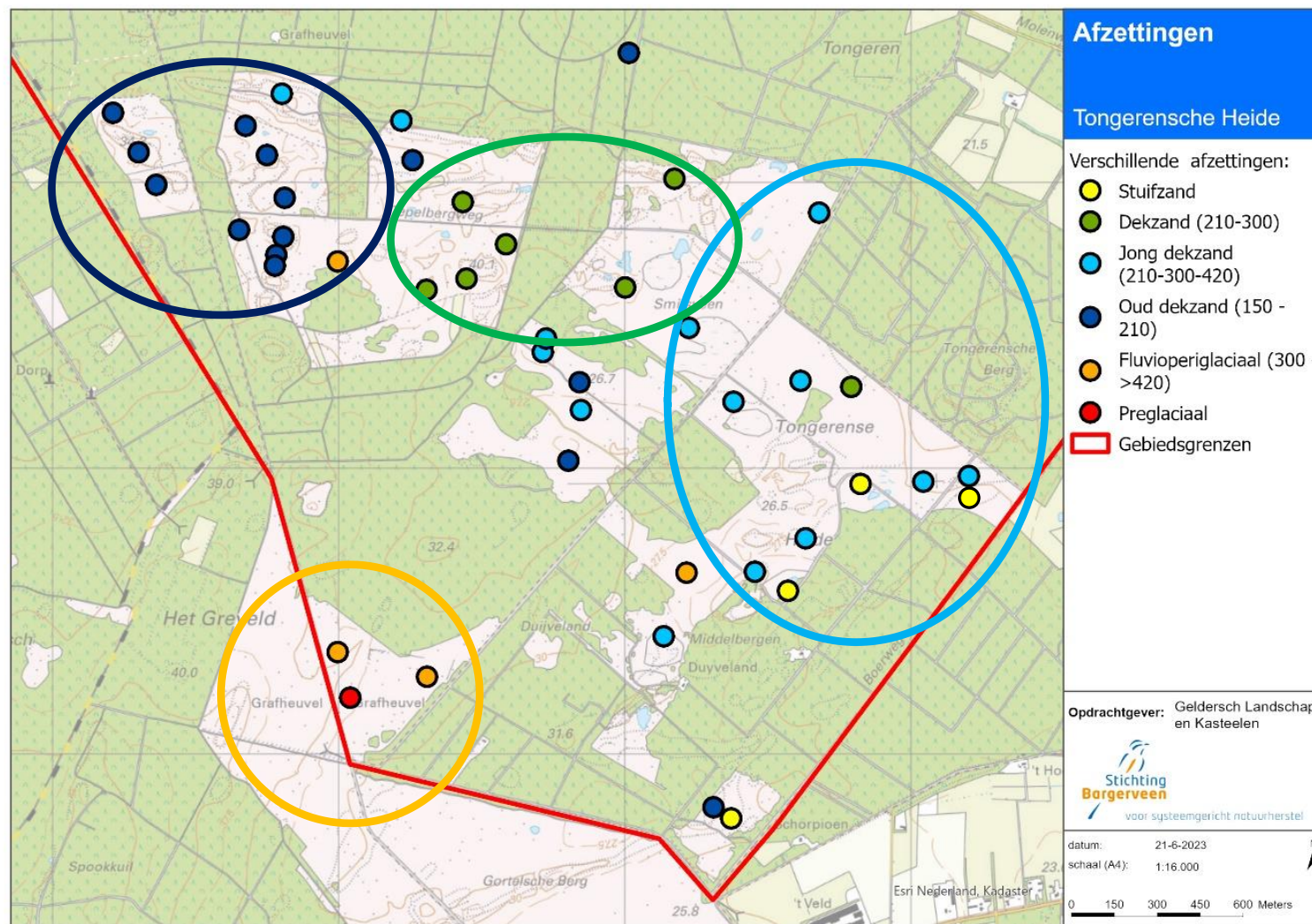
# LESA Tongerense Heide



## Gebiedsschets

- Gelegen op de stuwwal van de Veluwe
- Afwisseling droge en vochtige heide met heideveentjes
- Gestuwde afzettingen en dekzanden
- Dekzanden uit verschillende perioden met elk verschillende korrelgrootte en leemfracties

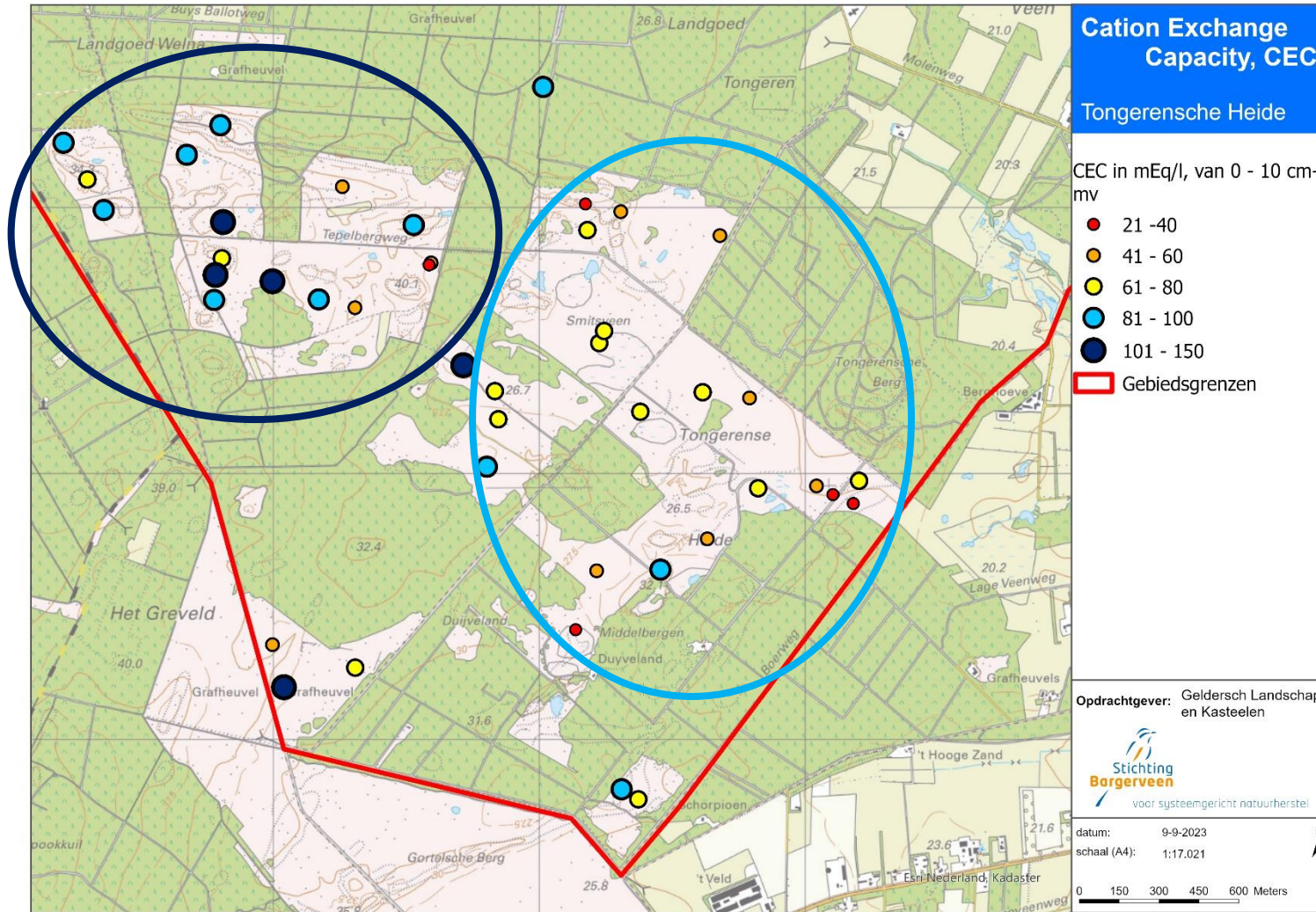
# Systemfunctioneren droge heide



## Gradiënt in leemfractie bodems

- Stuifzand
- Jong dekzand
- Oud dekzand
- Fluvio- periglaciaal

# Systemfunctioneren droge heide



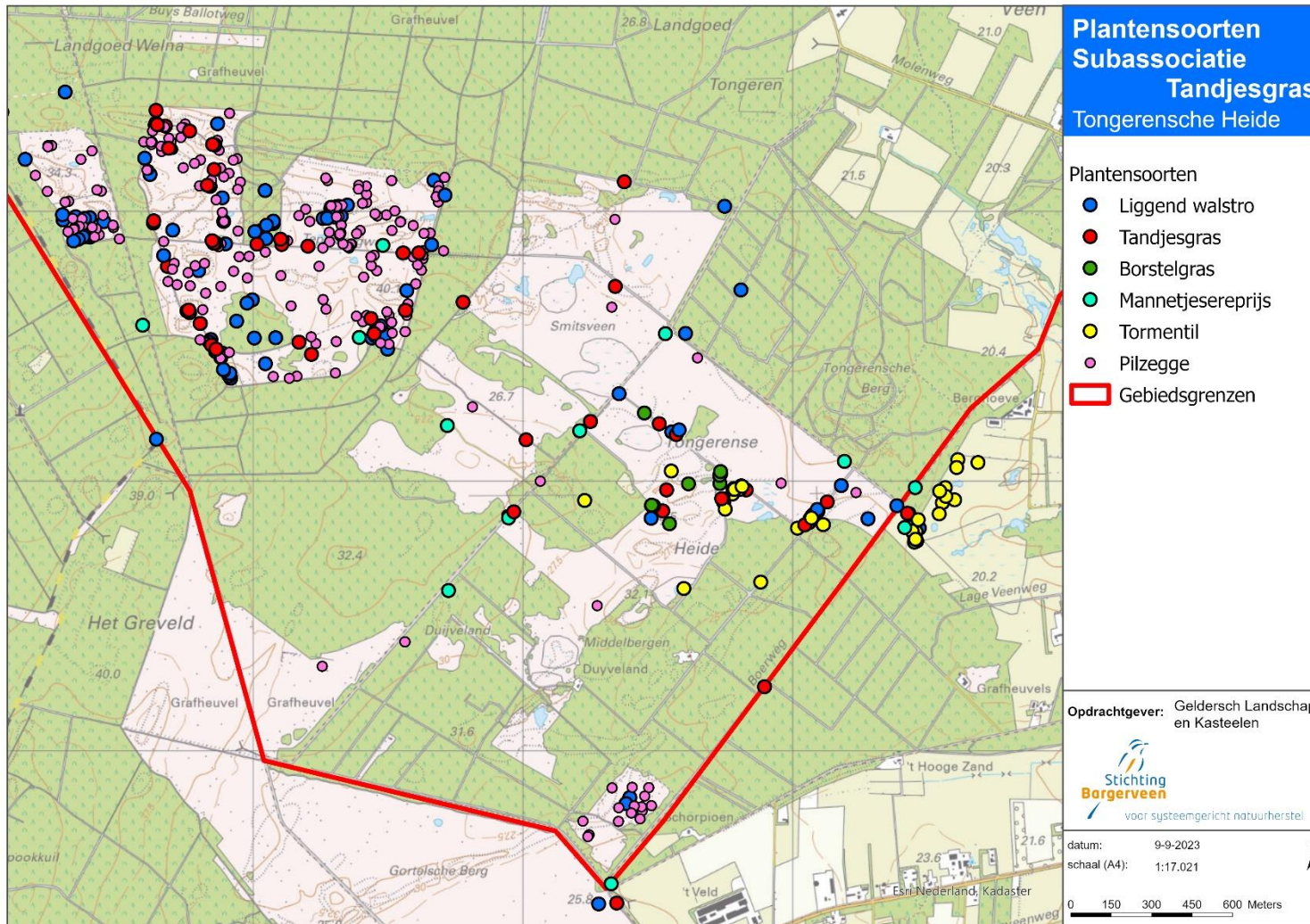
**Hoge CEC in westen:**

➤ Oud dekzand

**Lagere CEC in oosten:**

➤ Jong Dekzand

# Systemfunctioneren droge heide

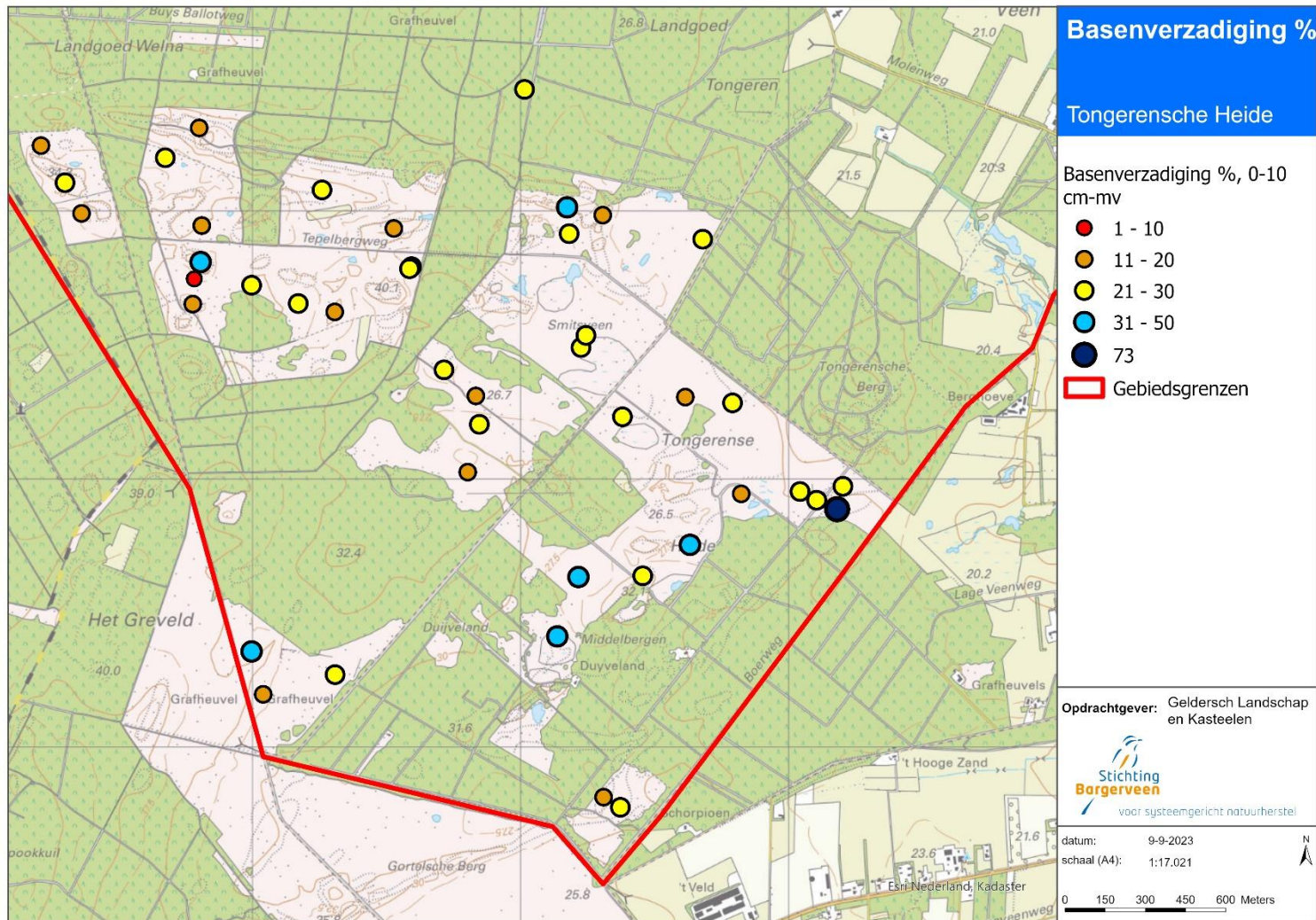


**‘Rijke heide’:**

Soorten van subassociatie van Tandjesgras van de Associatie van Struikhei en Stekelbrem

Huidig: vooral langs zandpaden

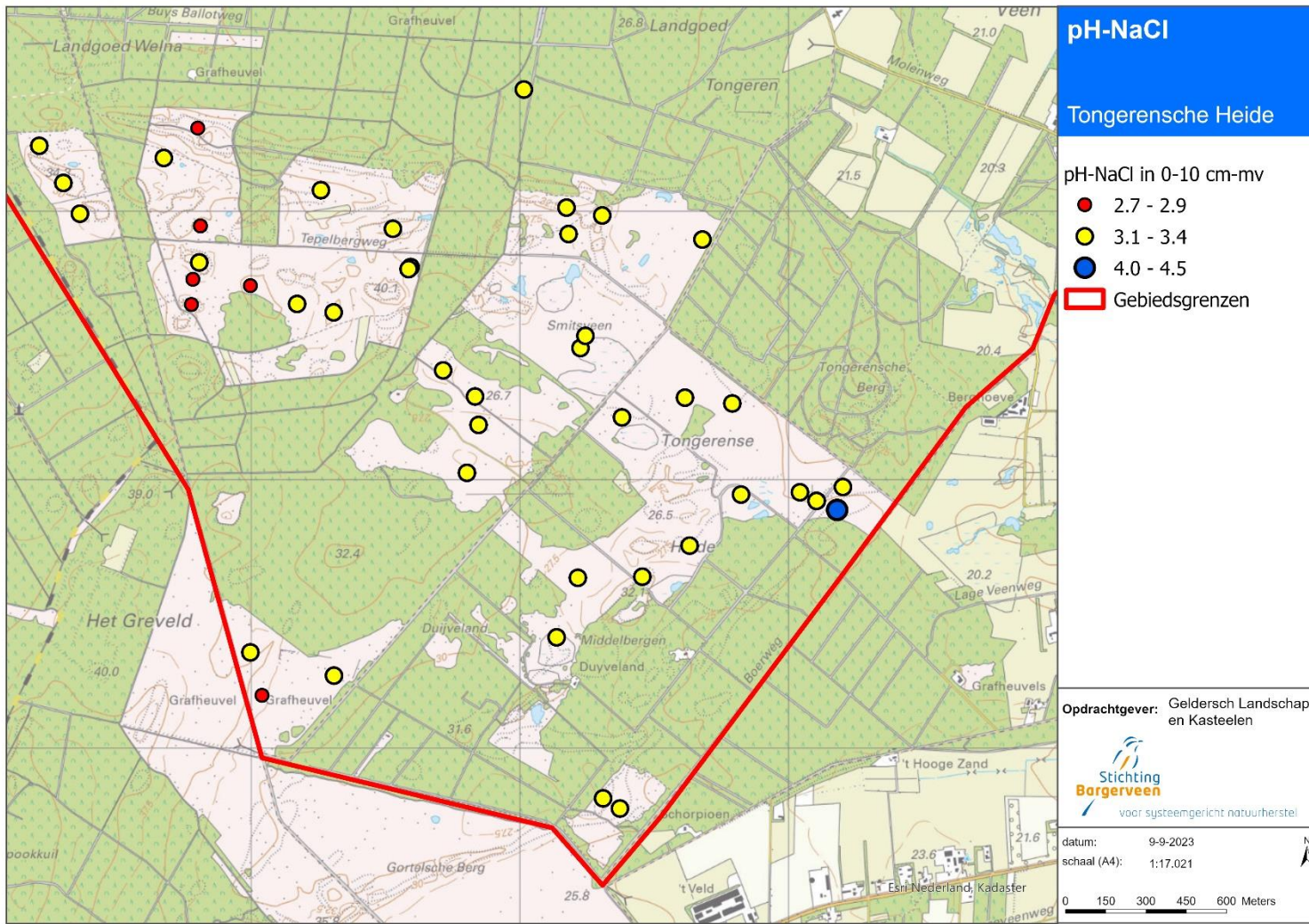
# Bufferstatus droge heide 2023



## Effect zure depositie:

- Actuele basenverzadiging overal nagenoeg gelijk
- Ruimtelijke variatie standplaatscondities geheel verloren gegaan

# Bufferstatus droge heide 2023



## Effect zure depositie:

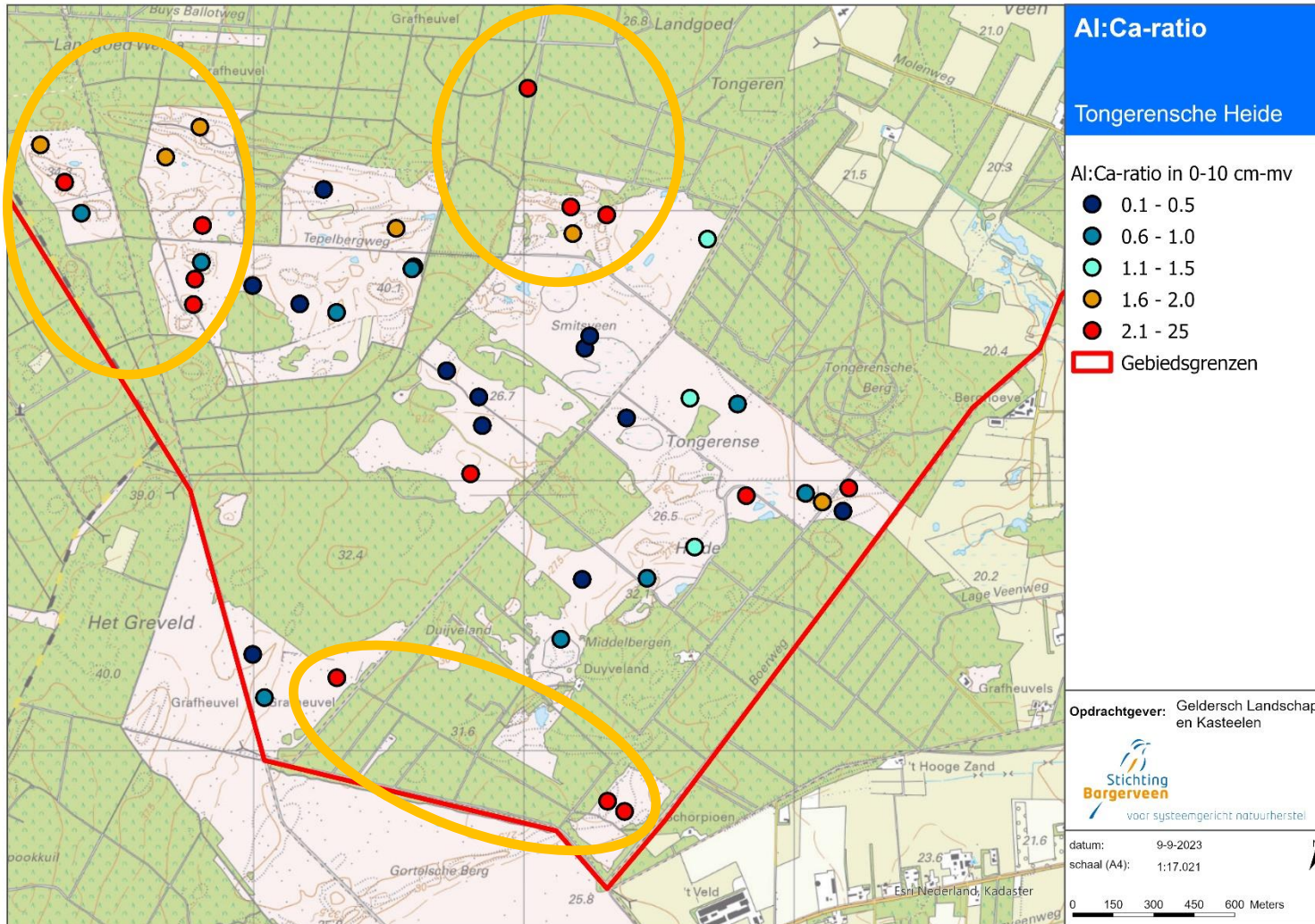
pH < 3.5

Meest zure bodems in leemrijke dekzanden

Aluminium buffertraject

Stuifzand hoogste pH

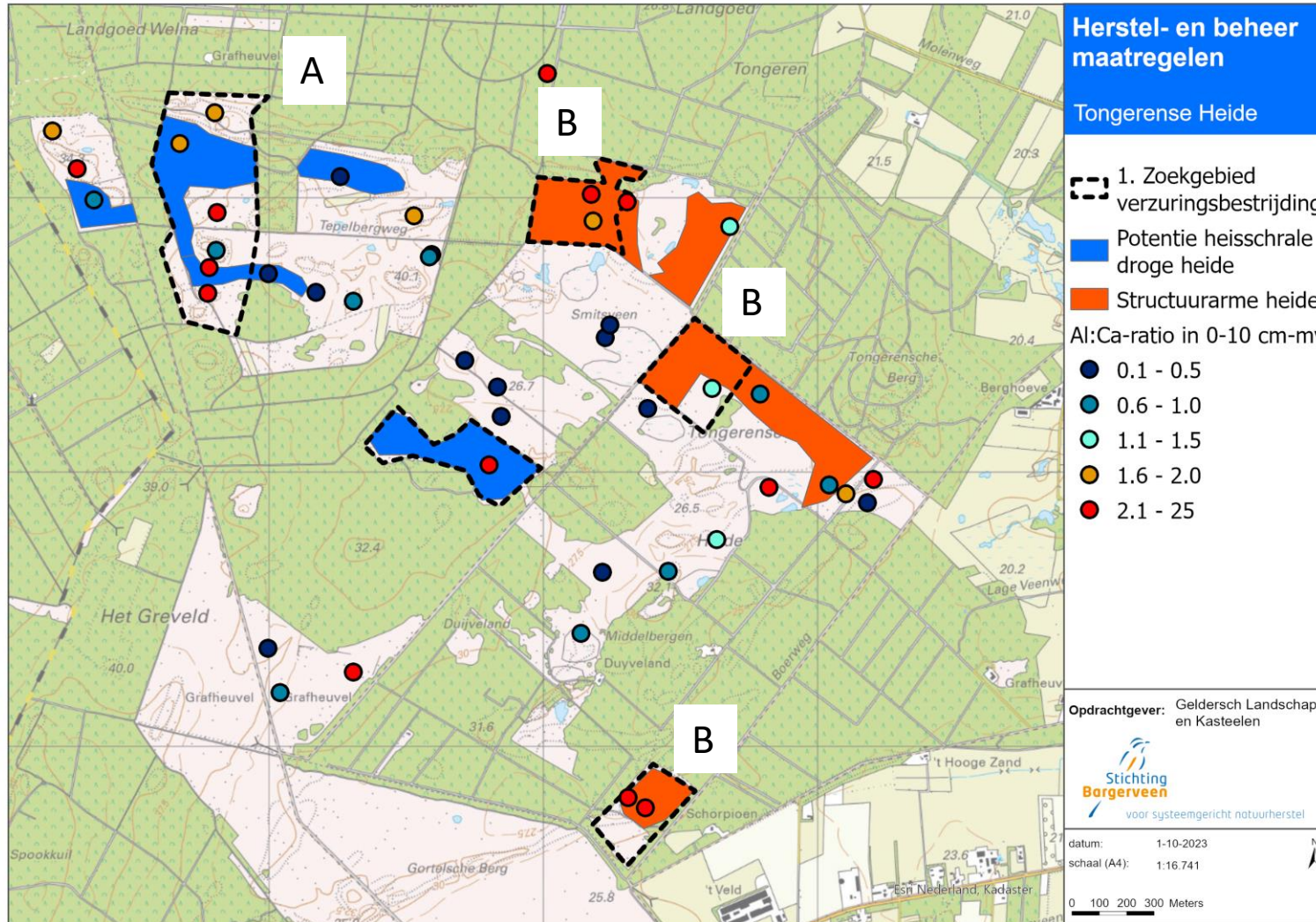
# Bufferstatus droge heide 2023



- Al:Ca-ratio  $>1.5$   
Leemrijke dekzanden
- Al:Ca-ratio  $<1.5$   
Leemarme dekzanden



# Herstelmaatregelen droge heide



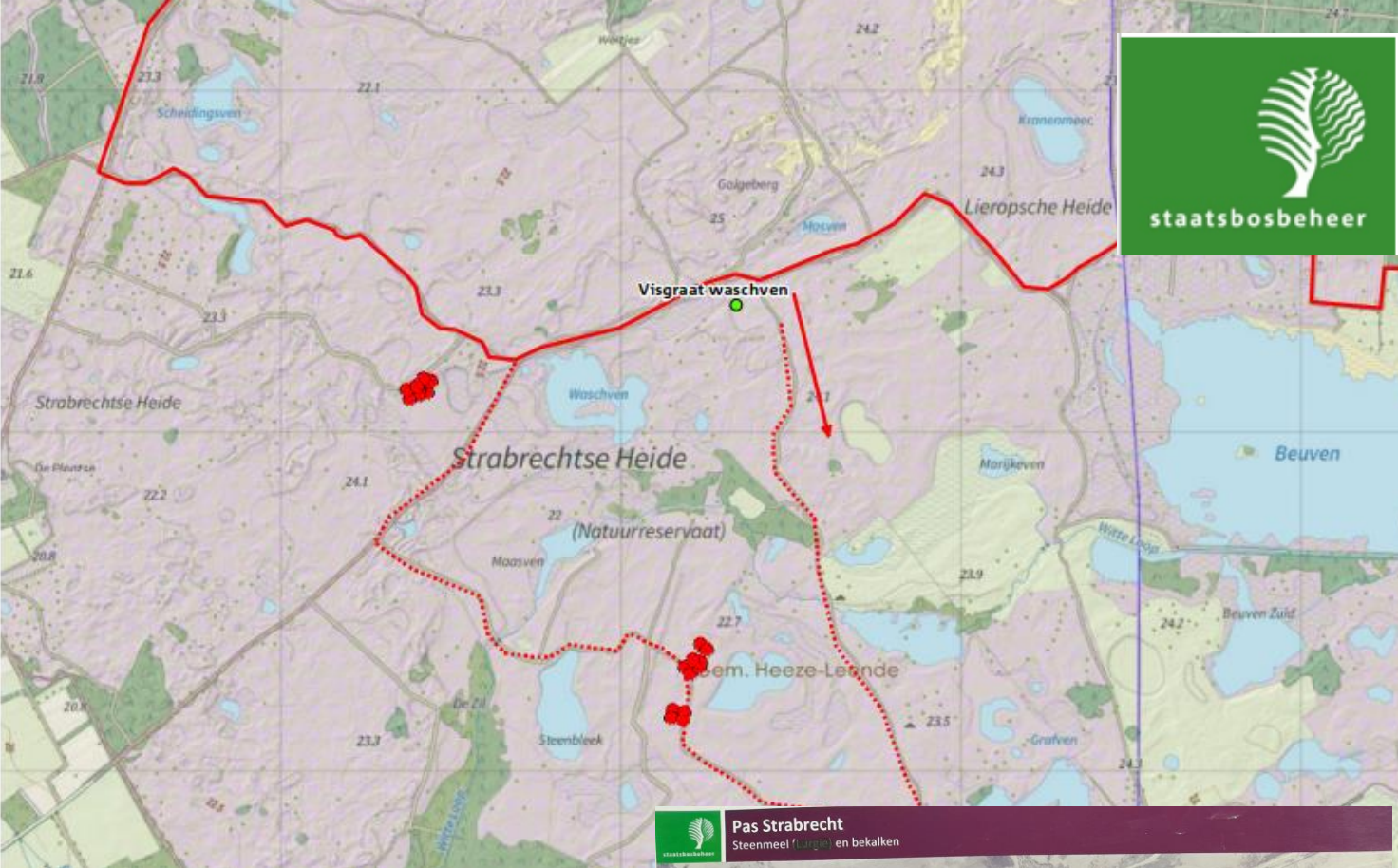
## Steenmeel aanbevelingen:

- Reactiever steenmeel in zoekgebied A: Biolit + Soilfeed (10 t/ha)
- Laag reactief steenmeel in zoekgebieden B: Soilfeed (10 t/ha)
- Begin klein (1-5 ha) en monitor ontwikkelingen in eerste 4 jaar
  - Bodemchemie
  - Vegetatie
  - Fauna: Sprinkhanen, dagvlinders
- Bij gunstige ontwikkelingen: schaal op naar grotere oppervlakken (10-50 ha)
- Bij optreden vergrassing:
  - Inzet gescheperde schaapskudde als mitigerend beheer

# Ervaringen met steenmeel - Staatsbosbeheer

- Ervaringen uit het recente verleden
  - Standaard toepassing steenmeel i.c.m. Dolokal, 10:0,5
  - Hybride toepassing (om en om)
- Aanpak komende jaren
  - Heideherstel → soms wel, soms geen steenmeel
  - Ook... heidebeheer zonder steenmeel
  - Fietspaden in grauwacke





**Pas Strabrecht**  
Steenmeel (luisje) en bekalken



# Bedankt voor uw aandacht



Toernooiveld 1  
Mercator III gebouw  
6525 ED Nijmegen

IBAN NL23 RABO 0167 8984 93  
BTW: NL 811402496B01  
KvK: 09131250

024 212 2200  
info@b-ware.eu  
www.b-ware.eu

**Biogeochemical Water management  
& Applied Research on Ecosystems**