

Beschermingsplan Gentiaanblauwtje in Gelderland – Fase 2

habitatkwaliteit, uitvoering en afweging herintroductie



Beschermingsplan Gentiaanblauwtje in Gelderland - Fase 2: habitatkwaliteit, uitvoering en afweging herintroductie

Tekst

Michiel Wallis de Vries (De Vlinderstichting)
Jaap Bouwman (Bosgroep Midden-Nederland)
Juil Limpens (Wageningen UR)
Sheila Luijten (Science4Nature)
Gerard Oostermeijer (Science4Nature)
Irma Wynhoff (De Vlinderstichting)

Met medewerking van

Jens Bokelaar en Robin Satter

Rapportnummer

VS2021.013

Projectnummer

P-2020.055

Productie

De Vlinderstichting
Mennonietenweg 10
Postbus 506
6700 AM Wageningen
T 0317 46 73 46
E info@vlinderstichting.nl
www.vlinderstichting.nl

Opdrachtgever

Provincie Gelderland

Deze publicatie kan worden geciteerd als

Wallis de Vries, M.F., Bouwman, J.H., Limpens, J.L., Luijten, S.H., Oostermeijer, J.G.B. & Wynhoff, I. (2021) *Beschermingsplan Gentiaanblauwtje in Gelderland - Fase 2: habitatkwaliteit, uitvoering en afweging herintroductie*. Rapport VS2021.013, De Vlinderstichting, Bosgroep Midden-Nederland, Wageningen UR & Science4Nature, Wageningen.

Trefwoorden

Soortenbescherming, dagvlinders, *Phengaris alcon*, natuurbeheer, herstelmaatregelen

Augustus 2021



Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt d.m.v. druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van De Vlinderstichting, noch mag het zonder een dergelijke toestemming gebruikt worden voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

Inhoud

Inhoud	3
Samenvatting	4
1 Inleiding.....	6
1.1 Aanleiding	6
1.2 Doelstelling	6
1.3 Dankwoord.....	7
2 Advies, uitvoering en nieuwe kansen.....	8
2.1 Advies.....	8
2.2 Uitvoering.....	11
2.3 Nieuwe kansen	14
3 Evaluatie Drukbegrazing.....	19
3.1 Gebied	19
3.2 Uitvoering drukbegrazing.....	19
3.3 Actuele situatie	20
3.4 Conclusie.....	21
4 Waardplantkwaliteit en bodemchemie.....	22
4.1 Aanpak	22
4.2 Bodemchemie	23
4.3 Kwaliteit klokjesgentianen	24
4.4 Aanwezigheid gentiaanblauwtjes	25
4.5 Conclusie	25
5 Beslisboom Herintroductie	26
6 Conclusie	30
7 Literatuur.....	31

Samenvatting

Het gentiaanblauwtje is een landelijk bedreigde dagvlindersoort en een kwaliteitsindicator van het Natura 2000-habitattypen Natte Heide (H4010A), maar potentieel ook van Blauwgrasland (H6410). Gelderland herbergt een belangrijk deel van de resterende populaties en heeft het gentiaanblauwtje dan ook als prioritair opgenomen in het provinciale soortenbeleid.

In Fase 1 van dit beschermingsplan zijn voor de actuele leefgebieden en hun omgeving in Gelderland de kwaliteiten beoordeeld en vertaald in aanbevelingen voor uitvoering van maatregelen voor herstel.

Fase 2 heeft nu inhoud gegeven aan de uitvoering en de beoordeling van nieuwe kansen voor potentieel leefgebied, maar ook aan verdiepend onderzoek om de bepalende factoren voor de habitatkwaliteit voor het gentiaanblauwtje beter te begrijpen. Met oog op het beoordelen van kansen op terugkeer van het gentiaanblauwtje is ook een beslisboom opgesteld om de kansen in specifieke gebieden te beoordelen.

In de omgeving van de populatie op de Kruishaarse Heide zijn aanbevelingen gedaan voor met name kansrijke plekken op de Appelse Heide door een combinatie van hydrologische maatregelen en kleinschalige beheermaatregelen.

Het zuidelijk deel van de Leemputten / Verbrande Bos blijkt al geleidelijk gekoloniseerd te worden door het gentiaanblauwtje. Aanvullende maatregelen zijn wenselijk om de waterhuishouding verder te stabiliseren.

In diverse terreinen is invulling gegeven aan uitvoering van in Fase 1 aanbevolen maatregelen. Ondertussen is wel gebleken dat de recente droogte heeft geleid tot een verdere achteruitgang van reeds kwetsbare populaties. De populaties van de Oldebroekse Heide, Kootwijkerbovenbos en het Kroondomein lijken verdwenen. Op de Kruishaarse Heide zijn de aantallen in 2021 tot een minimum gedaald. Alleen de grotere populaties op de Hoge Veluwe en in de Leemputten / Verbrande Bos en Speulderveld zijn nog stabiel tot toenemend.

Nieuwe kansen doen zich vooral voor in het Binnenveld in de Gelderse Vallei. De ontwikkelingen zijn daar positief. In twee andere gebieden, het Wisselse Veen-Tongerense Heide en Needse Achterveld, moeten de kansen gering worden geacht.

Verdiepend onderzoek is uitgevoerd naar de effectiviteit van drukkbegrazing als mogelijke herstelmaatregel in vergraste heide. Dit heeft op de Hulshorsterheide positieve resultaten opgeleverd. Toch lijkt voorbereidend maaien of chopperen dan wel branden de effectiviteit ervan wel te kunnen vergroten.

Voorts is onderzoek uitgevoerd naar de relatie tussen de kwaliteit van de waardplanten en de bodemchemie. Hier zijn duidelijke verschillen gevonden in standplaatscondities tussen verschillende populaties klokjesgentianen. Deze worden bepaald door zuurgraad en mineralen enerzijds en organische stof in combinatie met stikstof anderzijds. Ook de grootte en knopproductie van de klokjesgentianen verschilde significant tussen populaties. Deze kon echter slechts in beperkte mate worden verklaard op basis van bodemchemie (hogere planten bij betere buffering van de bodem, maar niet meer knoppen). Voor een deel lijken de populatieverschillen ook met de geschiedenis van beheer door plaggen – minder organische stof en jongere planten – samen te hangen. Het opkweken van het uit de planten verzamelde zaad zal kunnen leren in hoeverre de populatieverschillen ook genetisch van aard zijn.

Een parallel lopend onderzoek richt zich voorts op het ophelderen van populatiegenetische knelpunten voor het gentiaanblauwtje en lokale aanpassingen aan waardmieren die van invloed kunnen zijn op de kansen voor herintroductie.

Ten slotte is een beslisboom opgesteld om de kansen voor herintroductie te beoordelen. In terreinen waar het gentiaanblauwtje eerder verdween, maar waar herstelbeheer voor natte heide is uitgevoerd.

Ondertussen is door de afgelopen jaren van droogte de stand van het gentiaanblauwtje verder verslechterd. Dit maakt het versterken van de resterende populaties des te belangrijker.

1 Inleiding

Het gentiaanblauwtje is een landelijk bedreigde dagvlindersoort en een kwaliteitsindicator van het Natura 2000-habitattypen Vochtige heiden (H4010A), maar potentieel ook van Blauwgraslanden (H6410). Gelderland herbergt een belangrijk deel van de resterende populaties en heeft het gentiaanblauwtje dan ook als prioritair opgenomen in het provinciale soortenbeleid. Ondanks lokale successen vertoont de soort nog steeds een sterk dalende trend als gevolg van onder meer stikstofdepositie en verdroging. In 2019 is een beschermingsplan voor het gentiaanblauwtje van start gegaan. Deze rapportage omvat de invulling van Fase 2 over 2021: begeleiding van de uitvoering en kennisontwikkeling ten dienste van de uitvoering.

1.1 Aanleiding

Het gentiaanblauwtje (*Phengaris alcon*) is een zeldzame standvlinder met de status bedreigd op de Rode Lijst. Het verspreidingsgebied is na 1990 sterk gekrompen. Ook de aantallen vertonen in Gelderland, net als elders in Nederland, een sterke daling: landelijk bedraagt de afname 93% sinds 1997 en in Gelderland 80%. Met het oog op een duurzaam behoud en herstel van het gentiaanblauwtje in Gelderland is in 2019 een beschermingsplan gestart.

Gezien de complexiteit van knelpunten voor het voortbestaan van het gentiaanblauwtje zijn effectieve maatregelen voor herstel niet op te stellen zonder actuele kennis van de toestand en potenties op lokale schaal en de schaal van het landschap. De genetische diversiteit van de vlinder vormt hierin zeer waarschijnlijk een belangrijk, en tot dusver nog sterk onderbelicht gebleven, knelpunt. Dit aspect is, samen met nader onderzoek aan de geurprofielen van waardmieren in een aparte offerte van Stichting Science4Nature in samenwerking met De Vlinderstichting opgepakt.

In Fase 1 van het beschermingsplan (Wallis de Vries *et al.*, 2019a) zijn de actuele leefgebieden en hun directe omgeving onderzocht en zijn aanbevelingen voor uitvoering opgesteld. Deze uitvoering zal deels in lopende uitvoeringstrajecten worden opgenomen en zal deels via het soortenbeleid worden ondersteund. In de aanbevelingen werd een aantal punten genoemd voor verder uitwerking. Daarbij gaat het met name om de kennisontwikkeling over de rol van bodemchemie voor de habitatkwaliteit en de potenties van de uitbreiding van blauwgrasland als toekomstig leefgebied voor het gentiaanblauwtje. Ook werd onder terreinbeheerders de behoefte geconstateerd aan een beslisboom met stappenplan voor eventuele herintroductie.

1.2 Doelstelling

Doel van Fase 2 van het beschermingsplan voor het gentiaanblauwtje in Gelderland is om:

- In actuele leefgebieden en hun directe omgeving:
 - terreinbeheerders bij te staan met advies over de uitvoering van de aanbevolen maatregelen
 - concrete gebiedsanalyses en adviezen voor uitvoering op te stellen voor vijf potentiële leefgebieden van het gentiaanblauwtje in Gelderland
- ten behoeve van de uitvoering een evaluatie uit te voeren van de effectiviteit van uitgevoerde drukkbegrazing voor herstel van leefgebied op de Hulshorster Heide
- met het oog op de realisatie van toekomstig leefgebied en herstel van verdwenen leefgebied:

- een analyse uit te voeren van de relatie tussen de bodemchemie en de kwaliteit van de klokjesgentiaan als waardplant voor het gentiaanblauwtje
- een vergelijking te maken tussen de verschillen in plantkwaliteit van klokjesgentianen tussen populaties van heideterreinen en blauwgrasland
- een beslisboom en stappenplan voor herintroductie op te stellen.

Deze rapportage informeert over deze uitwerking in Fase 2 van het beschermingsplan gedurende 2021.

1.3 Dankwoord

Onze dank gaat uit naar de medewerking van de terreinbeheerders bij de uitvoering van het onderzoek en uiteraard de uitvoering van de herstelmaatregelen. De volgende beheerders waren bij het project betrokken:

- Rijksvastgoedbedrijf / Defensie: Niels Gilissen en Brand Timmer
- Staatsbosbeheer: Florian Bijmold, Rick de Rooter en Adriënne Lemaire
- Natuurmonumenten: Remko van Rosmalen en Mirte Kruit
- Gelders Landschap en Kastelen: André de Bonte en Patrick Smits
- Gemeente Ermelo: Henk-Jan Zwart en Klaas Braamskamp
- Het Nationale Park De Hoge Veluwe: Leontien Krul
- Kroondomein Het Loo: Jaap Bouwman
- Landgoed Hell en Gerven: Age Fennema
- Bosgroep Midden-Nederland: Marjolein van Os
- Gemeente Veenendaal: Peter Verbeek

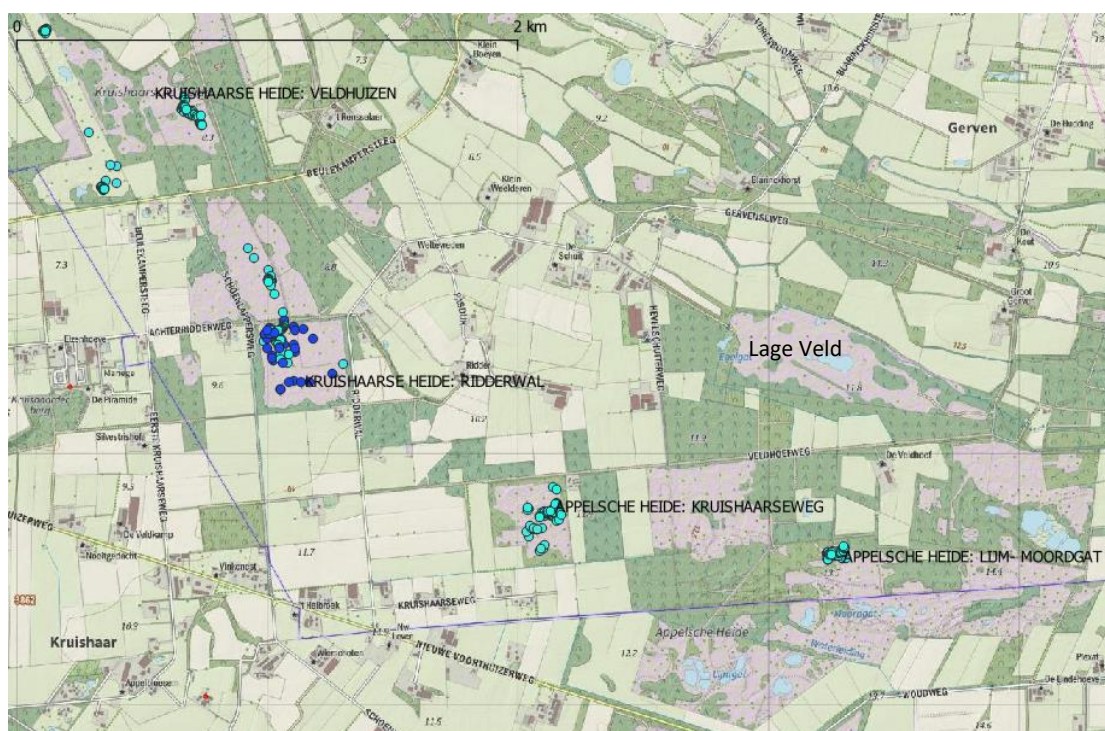
2 Advies, uitvoering en nieuwe kansen

In verschillende terreinen zijn adviezen voor uitvoering opgesteld in de omgeving van bestaande populaties en zijn er maatregelen uitgevoerd op basis van eerder advies. Bovendien worden in dit hoofdstuk de kansen beoordeeld voor drie potentiële leefgebieden na natuurontwikkeling.

2.1 Advies

Appelse en Kruishaarse Heide

Op de Appelse en Kruishaarse Heide zijn drie locaties in de omgeving van de actuele populatie van de Ridderwal onderzocht (Figuur 2.1).



Figuur 2.1: In 2020 is de kwaliteit van potentieel leefgebied onderzocht op de locaties Kruishaarse Heide Veldhuizen, Appelse Heide Kruishaarseweg en Appelsche Heide Moordgat. Donkerblauwe stippen geven waarnemingen van het gentiaanblauwtje weer en lichtblauwe stippen waarnemingen van klokjesgentiaan in de periode 2010-2020.

De noordelijke locatie Kruishaarse Heide Veldhuizen bleek slecht een heel klein deel natte heide van enkele aren te bevatten. Dit gebied moet daarom bij nader inzien als erg kansarm worden beschouwd. Er werden geen gentianen meer gevonden en de dichtheden waardmieren voor het gentiaanblauwtje waren minimaal (Tabel 2.1).

Tabel 2.1: Presentie van waardmieren van het gentiaanblauwtje en van de wegmier op de drie locaties op de Appelse en Kruishaarse Heide in vergelijking met de locatie Ridderwal en het gemiddelde van actuele leefgebieden van het gentiaanblauwtje. Groen gekleurde cellen geven gunstige condities aan in vergelijking met actuele populaties.

Gebied	Aantal buisjes	%Bos- steekmier	%Moeras- steekmier	%Gewone steekmier	%Waard- mieren	%Weg- mier
Kruishaarsche Heide Veldhuizen	30	0	13	0	13	80
Kruishaarsche Heide Ridderwal	34	6	18	0	24	24
Appelsche Heide Kruishaarseweg	28	7	7	0	14	50
Appelsche Heide Moordgat	30	20	40	0	50	0
Referentie Populaties	575	10	37	6	48	6

Figuur 2.2: Verspreiding van klokjesgentiaan op de locatie Appelse Heide Kruishaarse weg. De blauwe lijn geeft de zuidgrens van het schapenraster aan.



Langs de Kruishaarseweg is het gentiaanblauwtje in 2007 voor het laatst gezien. Het terrein is behoorlijk reliëfrijk, wat ten aanzien van de vochtgradiënten gunstig is. Het noordelijk deel van het terrein wordt redelijk intensief begraasd met schapen (Figuur 2.2). Er is in het verleden grootschalig geplagd. Het contrast in structuur tussen de geplagde delen en vergraste vegetatie is daardoor groot, vooral in het zuidelijke, onbegraasde deel, dat een groter deel natte heide omvat.

De klokjesgentianen komen verspreid in de natte laagten voor rond en deels op de plagvlakten. De dichtheid is laag (maximaal 3 bloeiende planten per 5x5 m) en de helft ervan is klein (met hooguit 2 knoppen per stengel). Er werd bij het bezoek op 6 augustus geen vraat aan de gentianen geconstateerd (maar later in augustus wordt dit risico wel groter, leert de ervaring).

De dichtheid aan waardmieren is laag, hoewel het voorkomen van bossteekmier, als waarschijnlijk de meest optimale waardmier, een gunstige indicatie is. Het is aan te bevelen om het zuidelijke deel in sommige jaren ook te begrazen, vooral buiten de bloeitijd van de gentianen, vóór 10 juni en na 15 september. Ook kan worden overwogen om de begrazing door enkele Shetland pony's uit te laten voeren.

Rond het Moordgat groeien amper gentianen en is de vegetatie zwaar vergrast. Wel is de situatie erg gunstig voor de waardmieren (Tabel 2.1). Hoewel dit niet is onderzocht, is dit mogelijk ook het geval op het Lage Veld, gezien het talrijke voorkomen van veenbies en andere indicatoren van natte heide. Ook daar komt de klokjesgentiaan echter nauwelijks nog voor.

Het is daarom aan te raden om met oog op de toekomst voor het gentiaanblauwtje te werken aan herstel van de populatie gentianen. Door op plekken met veenbies enkele stroken te chopperen en hier gentianenzaad (bijv. van de Kruishaarse Heide Ridderwal) uit te zaaien kan hier invulling aan worden gegeven. Aanvullende bekalking in lichte dosering (200 g dologran /m²) na het chopperen bevordert de vestiging van de gentianen.

Helaas is het aantal gentiaanblauwtjes bij de Ridderwal na 2019 verder gedaald. In 2021 werden slechts enkele tientallen eitjes geteld, zodat gevreesd moet worden voor het voortbestaan van de populatie.

Leemputten en Verbrande Bos

Voor de Leemputten en het Verbrande Bos is een landschapsecologische systeemanalyse (LESA) uitgevoerd met het oog op herstelmaatregelen (Termaat *et al.*, 2020). In aanvulling daarop is een verkenning uitgevoerd van potentieel leefgebied voor het gentiaanblauwtje in het zuidelijk deel van het gebied (Figuur

2.3). In het noordelijk deel daarvan, een laagte met veel beenbreek, is ook onderzoek naar de waardmieren uitgevoerd.

Figuur 2.3: Actueel voorkomen van gentiaanblauwtje (donkerblauwe stippen) en klokjesgentiaan (lichtblauw) in het zuidelijk deel van de Leemputten en het Verbrande Bos. De waardmieren zijn onderzocht in het noordelijke deel tussen de oost-west lopende greppels.

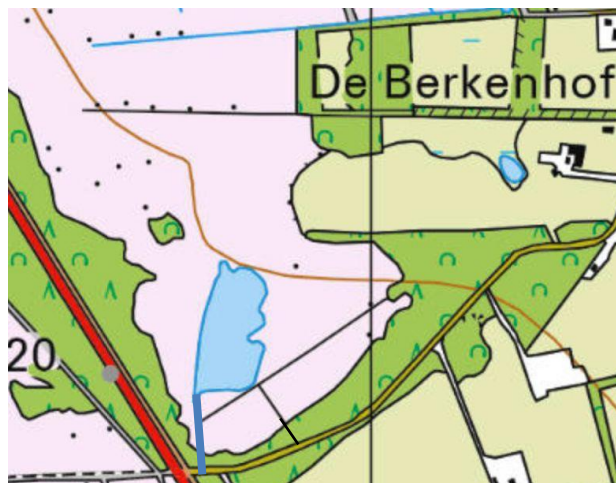


De op mieren onderzochte locatie in het noordelijk deel (Leemputten-Zuid in Tabel 2.2) is een natte laagte met veel beenbreek. Tijdens het veldwerk was deze zwaar vertrapt door het wild. Klokjesgentianen groeien er amper, mogelijk mede door de invloed van het wild. Desondanks was een van de weinige planten wel belegd met 8 eitjes. De dichtheid aan waardmieren was hoog, ook al betrof dit maar weinig bossteekmieren en veel gewone steekmieren, die ook beter met verstoring kunnen omgaan. Voor wegmieren zal het gebied te nat zijn.

Tabel 2.2: Presentie van waardmieren van het gentiaanblauwtje en van de wegmier op de drie locaties op de Leemputten-Zuid in vergelijking met het gemiddelde van actuele leefgebieden van het gentiaanblauwtje, waaronder Leemputten en Verbrande Bos. Groen gekleurde cellen geven gunstige condities aan in vergelijking met actuele populaties.

Gebied	Aantal buisjes	%Bos- steekmier	%Moeras- steekmier	%Gewone steekmier	%Waard- mieren	%Weg- mier
Leemputten	30	10	63	7	77	0
Leemputten-Zuid	28	3	33	40	70	0
Verbrande Bos	30	3	43	3	63	13
Referentie Populaties	575	10	37	6	48	6

Boven verwachting was de vondst van eitjes van het gentiaanblauwtje op verschillende plekken (Figuur 2.3). De natte heide op de oude plagvlakte is nog jong, maar ontwikkelt zich goed, met veenbies en blauwe zegge, maar nog geen gentianen. Rond het ven (dat in de zomer van 2020 droog viel) kwamen klokjesgentianen alleen nog sporadisch voor, hoewel er eerder tijdens de vliegtijd meer werden gezien, ook met eiafzet, wat suggereert dat er veel vraat door de herten plaatsvindt. Dit wordt bevestigd door de metingen in par. 4.3. Naast de vraat lijkt verdroging daar een tweede knelpunt.



Verondiepen van de twee diepe greppels in het noordelijke deel zou een belangrijke bijdrage aan een stabielere waterhuishouding kunnen leveren. Wel moet worden gewaakt voor een schokeffect, waardoor het waterpeil te snel stijgt; daarom lijkt ineens dichten van de greppels niet raadzaam. In het zuiden liggen echter ook twee greppels (Figuur 2.4) die zonder meer gedicht kunnen worden om verdroging tegen te gaan. Bovendien loopt er ten zuidwesten van het ven nog een waarschijnlijk gegraven laagte tussen het ven en de greppel (donkerblauwe lijn in figuur 2.4). Deze kan ook worden gedempt.

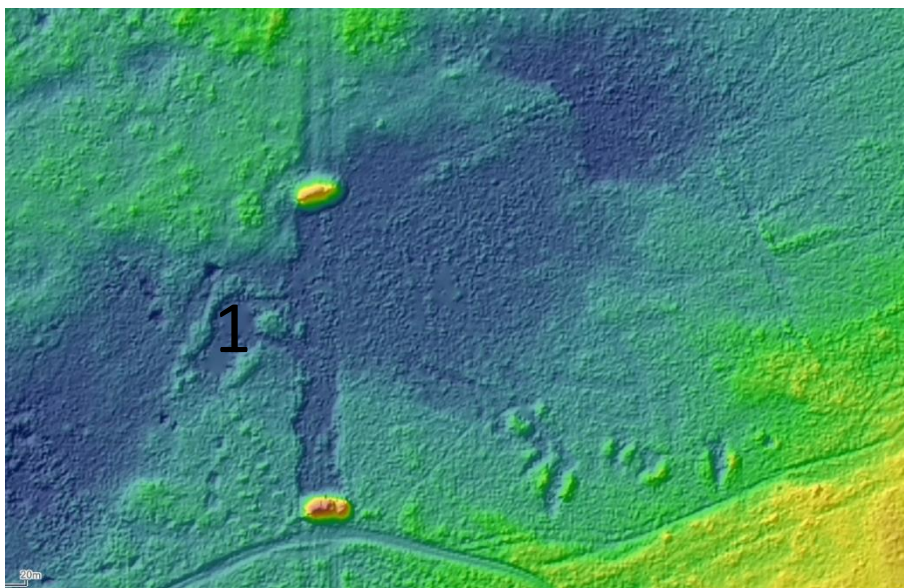
Figuur 2.4: Ligging van greppels in het zuidelijk gebied van Leemputten en Verbrande Bos.

Door uitvoering van deze maatregelen kan het leefgebied voor het gentiaanblauwtje belangrijk worden uitgebreid. Echter, het verlagen van de hertenstand zou ook moeten worden overwogen!

2.2 Uitvoering

Kootwijkerbovenbos

De populatie bij Kootwijk heeft ernstig te lijden van de droogte. In 2020 werden slechts ca. 200 eitjes geteld. In 2021 zijn er geen eitjes meer gevonden. Op 12 oktober hebben Florian Bijmold, Rick Ruijs en Jaap Bouwman de locatie van het gentiaanblauwtje in het Kootwijkerbovenbos bezocht om mogelijke maatregelen door te nemen. De terreincondities ter plaatse worden bepaald door een verkitten B-horizont op ca. 40-50 cm diepte in combinatie met een ijzeroerbank.



Het betreft een zeer lokaal functionerend schijnspiegelsysteem. Hierdoor is het maatregelenpakket beperkt.

Figuur 2.5: Op locatie 1 zijn in het Kootwijkerbovenbos twee drainerende, diepe gaten verondiept.

Onder invloed van de droogte is de situatie ter plaatste voor het gentiaanblauwtje niet meer optimaal. Volgens de beheerder lijkt de vergrassing van jaar tot jaar toe te nemen ondanks alle inspanningen. De hoeveelheid gevonden eitjes (152) was in 2020 erg laag en concentreerde zich in de het westelijke deel van het gebied. In 2021 zijn er geen meer gevonden, zodat gevreesd moet worden dat de populatie is verdwenen (in theorie kunnen de rupsen onder moeilijke omstandigheden een jaar extra over hun ontwikkeling doen, dus in 2022 moet er uitsluitel komen).

In een lokaal functionerend systeem kan gestuurd worden op bos langs de randen, lokale ontwatering en beheer. Het beheer ter plekke is al geheel afgestemd op het voorkomen van gentiaanblauwtje

(kleinschalig plaggen en strooksgewijs maaien). In 2020 zijn in de sterk vergraste delen stroken kleinschalig gemaaid met een eenasser en is het maaisel uitgeharkt.

Er liggen geen greppels die ontwateren, maar wel een aantal diepe gaten die lokaal ontwaterend werken. In het veld is afgesproken om de twee diepe westelijke gaten (met 1 aangeduid in Figuur 2.5) te verondiepen. Binnen het vlieggebied van het gentiaanblauwtje liggen nog een aantal kleinere putten. Deze worden niet verondiept. Deels omdat die belangrijke voortplantingslocaties zijn voor heikikker en deels omdat deze alleen te bereiken zijn door dwars door de heide te rijden wat te veel schade veroorzaakt.

Rond de te dichten putten en aan de zuidkant van het terrein zijn aanvullend berken gerooid die op dezelfde slecht doorlatende laag staan als de heide en dus verdrogend werken.

In januari 2021 was het terrein weer nat als vanouds (zie foto), maar in de vliegtijd was het niet uitzonderlijk nat.



Oldebroekse Heide

Op de Oldebroekse Heide zijn de in 2019 geadviseerde maatregelen uitgevoerd. Ter verbetering van de hydrologie zijn de dennen op de aangrenzende zandrug verwijderd om de infiltratie te bevorderen.

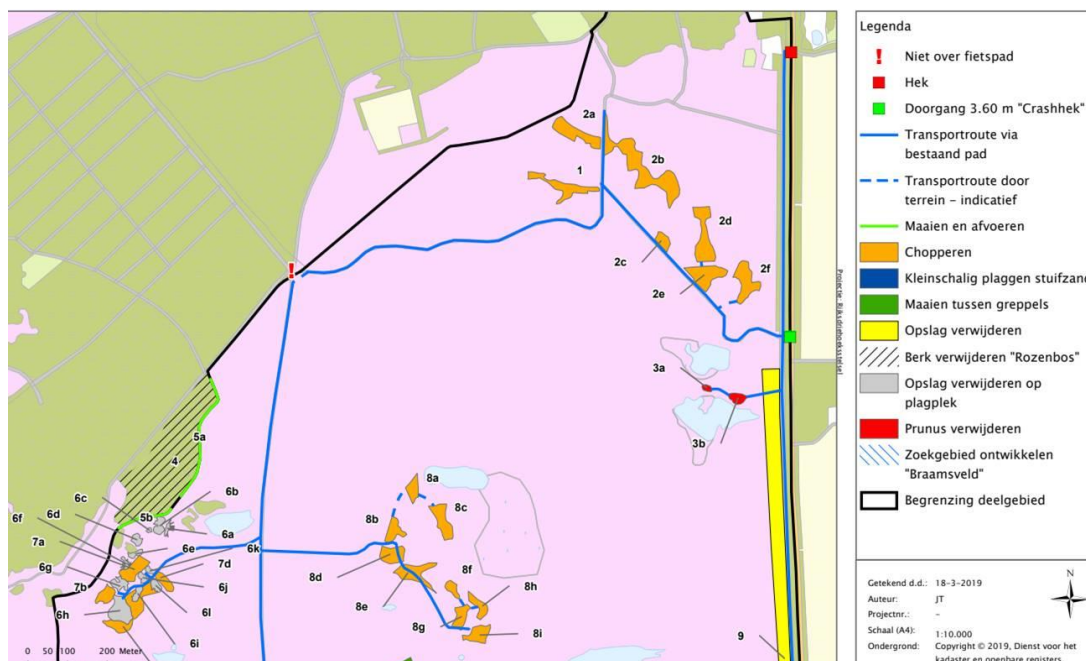
Voorts is de gegraven kuil langs de zandweg gedicht met leemhoudend zand om drainage te verminderen.

Helaas zijn er in 2019 en in 2020 geen eitjes van gentiaanblauwtje meer geteld. De populatie heeft de droogte van de afgelopen drie jaren dus niet overleefd.

N.P. Hoge Veluwe

Op de Hoge Veluwe is op diverse plekken met pijpenstrootje vergraste vegetatie gechoppert of gemaaid en is opslag van Amerikaanse vogelkers verwijderd (Figuur 2.6).

De uitvoering van kleinschalige maatregelen voor verbetering van het bestaande leefgebied kan vanwege de kwetsbaarheid beter zo min mogelijk machinaal worden uitgevoerd. Een handmatige aanpak door de eigen vrijwilligers verdient de voorkeur maar moet nog weer worden opgestart. Enerzijds kunnen nieuwe locaties worden aangepakt, anderzijds kunnen rond de Wolfskuilen rond de alweer



Figuur 2.6: Uitvoering van maatregelen voor heideherstel in 2019-2020 op het Deelse Veld in N.P. De Hoge Veluwe.

dichtgroeïende plagstroken weer handmatig nieuwe, met de vorige vergelijkbare plagstroken worden gestoken.

De populatie heeft de droge jaren boven verwachting goed doorstaan. In 2020 werden meer eitjes geteld dan in 2019.

Uddeler Buurtveld

Op het Uddeler Buurtveld is de inzijgrug bekalkt/steenmeel en zijn gentianen uitgezaaid op de nabij gelegen laagte. Een drainerende greppel zal in de winter 2021-2022 worden verondiept.

Helaas zijn er in 2020 en 2021 geen eitjes meer gevonden. Op de nabijgelegen vindplaats van De Bieze werden niet meer dan 12 eitjes gevonden. De aanhoudende droogte heeft de populatie dus op de rand van verdwijnen gebracht (de sterke daling is pas na 2017 begonnen).

Voor de lange termijn is het wel goed nieuws dat in aansluiting op de zich voorspoedig ontwikkelende natte heide op het Lage Veld (ten westen van het Uddeler Buurtveld) het naastgelegen voormalige landbouwperceel is verworven en zal worden ingericht tot natuurgebied. Hiermee zal de oppervlakte potentieel leefgebied voor het gentiaanblauwtje toenemen.

Leemputten en Speulderveld

Zowel in de Leemputten als op het Speulderveld zijn er diverse vergraste plekken zonder gentianen diepgemaaid met een bosmaaier, waarna maaisel van plekken met gentianen is uitgestrooid.

Landgoederen Gerven en Hell

In opdracht van de Provincie is door Bosgroep Midden-Nederland in overleg met de rentmeester een plan opgesteld voor het verbeteren van de natuurkwaliteit (Eysink *et al.*, 2021) door met name maatregelen voor hydrologisch herstel en beheermaatregelen voor heideherstel uit te voeren. Deze zullen behalve de huidige populatie bij de Ridderwal ook de natte heide op de Appelse Heide ten goede kunnen komen.

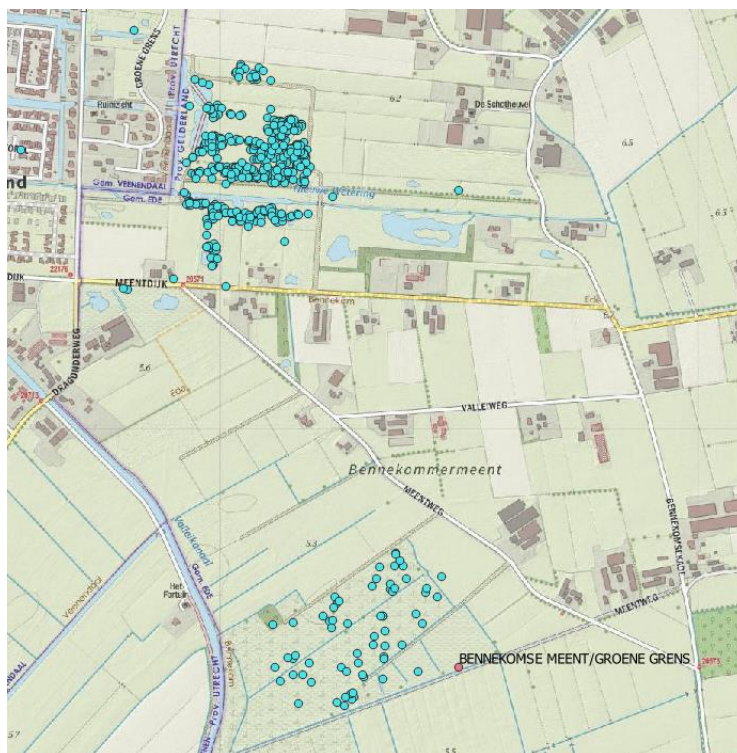
2.3 Nieuwe kansen

Binnenveld

In het Binnenveld wordt op een schaal van vele honderden hectares gewerkt aan natuurontwikkeling. Daarin wordt ook ruimte geboden aan nat schraalland. Dit zou nieuw leefgebied voor het gentiaanblauwtje kunnen opleveren. De vlinder werd in de Bennekomse Meent in 1943 voor het laatst gezien en heeft tot 1993 stand gehouden op enkele schraallanden bij Veenendaal.

In 2020 zijn de locaties van Bennekomse Meent en de Groene Grens onderzocht

(Figuur 2.7). De Bennekomse Meent is een restant van het oorspronkelijke blauwgrasland. De Groene Grens bevindt zich ten noorden daarvan en bestaat uit een keten van natuurontwikkelingsgebieden die als een corridor doorloopt tot benoorden de A12. Op verschillende locaties zijn klokjesgentianen uitgezaaid vanuit verschillende populaties uit de Gelderse Vallei. Het onderzochte deel is in 2012-2013 ingericht en met maaisel bestrooid vanuit de Bennekomse Meent en het Meeuwenkampje (Verbeek, 2020).



Figuur 2.7: Voorkomen van klokjesgentianen in het Binnenveld in de Bennekomse Meent (zuidelijk deel) en het naburige deel van de Groene Grens aan de oostkant van Veenendaal.

Tabel 2.3: Presentie van waardmieren van het gentiaanblauwtje en van de wegmier op de twee locaties in het Binnenveld in vergelijking met het gemiddelde van actuele leefgebieden van het gentiaanblauwtje. Groen gekleurde cellen geven gunstige condities aan in vergelijking met actuele populaties.

Gebied	Aantal buisjes	%Bos-steekmier	%Moeras-steekmier	%Gewone steekmier	%Waardmieren	%Wegmieren
Groene Grens	30	0	50	0	50	47
Bennekomse Meent	30	3	57	0	60	0
Referentie Populaties	575	10	37	6	48	6

In de Bennekomse Meent is de dichtheid aan klokjesgentianen vrij laag (9 bloeiend gentianen per 5x5 m ten opzichte van gemiddeld 16 in actuele leefgebieden en 23

in het Allemanskampje). De plantkwaliteit is wel vergelijkbaar met die van plekken waar het gentiaanblauwtje voorkomt, maar het aandeel planten met hooguit twee knoppen per bloeistengel is met 35% ten opzichten van 22% in bestaande leefgebieden vrij hoog, wat wel suboptimale condities aangeeft. De oorzaken daarvan zijn niet helder, maar zouden te maken kunnen hebben met een dichter wordende vegetatie.

Op de Groene Grens komen de klokjesgentianen in hoge dichtheid voor. De planten zijn nog jong, met 77% van de bloeiende planten met hooguit 1-2 knoppen per stengel, maar ze zijn wel vitaal. De populatie telde in 2014 slechts 62 bloeiende planten maar in 2019 was dat opgelopen tot 4262 exemplaren (Verbeek, 2020).

Waardmieren (Tabel 2.3) zijn in de Bennekomse Meent vooral goed vertegenwoordigd door de moerassteekmier; de bossteekmier komt er weinig voor. Op de Groene Grens hebben moerassteekmieren zich boven verwachting snel gevestigd en is de dichtheid al vergelijkbaar met de Bennekomse Meent. Bossteekmier is er niet aangetroffen, wat wel een knelpunt kan zijn. Het hoge aandeel wegmier weerspiegelt wel de nog jonge ontwikkeling van het terrein.

Al met al ontwikkelt het potentiële leefgebied voor het gentiaanblauwtje zich op de Groene Grens voorspoedig, al is de bossteekmier er nog niet aangetroffen. Rond de Bennekomse Meent zijn hydrologische maatregelen getroffen die wellicht ook de gentianenpopulatie ten goede komen. Dit zal door monitoring gevolgd moeten worden. Op termijn lijken er dus goede kansen te liggen voor een terugkeer van het gentiaanblauwtje, wanneer de natuurontwikkeling op landschapsschaal verder doorzet.

Wisselse Veen en Tongerense Heide

Het gentiaanblauwtje is in 1997 voor het laatst op de Tongerense Heide gezien. Het voorkomen van klokjesgentianen is hoofdzakelijk beperkt tot de omgeving van een natte laagte met een schijngrondwaterspiegel, omgeven door droge heide (Figuur 2.8). De dichtheid aan planten is lokaal vrij hoog (23 bloeiende gentianen per 5x5 m), maar dit waren vooral kleine planten (70% van de bloeiende planten met hooguit 1-2 knoppen per stengel). Verjonging was schaars.



Figuur 2.8: Voorkomen van klokjesgentianen op de Tongerense Heide en het Wisselse Veen.

In een aangrenzende laagte werden slechts enkele planten aangetroffen, maar liggen wel potenties voor uitbreiding. De potentieel geschikte gradiënt is echter smal door een vaak steile overgang tussen de natte venachtige laagte en de droge zandruggen aan de westkant. Niettemin liggen er zeker potenties voor uitbreiding van de groeiplaats van de klokjesgentianen. Kleinschalig chopperen, bij voorkeur

gevolgd door lichte bekalking en opbrengen van lokaal gewonnen zaad van klokjesgentiaan wordt daarom aanbevolen. Vanuit de waardmieren gezien is de situatie gunstig met zowel een hoge presentie van bos- als moerassteekmier (Tabel 2.4).

Tabel 2.4: Presentie van waardmieren van het gentiaanblauwtje en van de wegmier op de locaties Wisselse Veen en Tongerense Heide in vergelijking met het gemiddelde van actuele leefgebieden van het gentiaanblauwtje. Groen gekleurde cellen geven gunstige condities aan.

Gebied	Aantal buisjes	%Bos-steekmier	%Moeras-steekmier	%Gewone steekmier	%Waardmieren	%Wegmieren
Wisselse Veen	30	0	20	0	20	0
Tongerense Heide	30	23	33	0	43	13
Referentie Populaties	575	10	37	6	48	6

Op het Wisselse Veen, waar vanaf 1995 natuurontwikkeling heeft plaatsgevonden, ontwikkelt zich op een overstoven veenpakket een schrale vegetatie over een gradiënt van vochtige heide via nat schraalland naar laagten met riet. De nattere delen van het schraalland zijn wat voedselrijker, met onder meer moerasrolklaver. Op termijn zouden deze zich kunnen ontwikkelen tot een vegetatie met veenmossen van gewoon veenmos en wrattig veenmos met tormentil en blauwe knoop, zoals noordelijker in het gebied bij het Landje van Jonker zichtbaar is. De kansen voor klokjesgentiaan zijn daar op termijn gering en liggen dan ook vooral op de overgangen van heide naar schraalland, ruwweg in de eerste 100 m vanaf de bosrand. De gentianen komen nu nog maar heel sporadisch voor. Maar er is op termijn wel potentie voor een uitbreiding tot enige hectaren. Het zou de moeite waard zijn om klokjesgentiaan hier actief uit te zaaien, bijvoorbeeld vanuit het nabij gelegen Pollense Veen, dat qua vegetatie in veel opzichten overeenkomt. Op basis van een systeemanalyse (Jansen *et al.*, 2019) is een inrichtingsplan (Bulten *et al.*, 2020) opgesteld voor verdere versterking van de natuurwaarden. Moerassteekmier heeft zich wel al op het Wisselse Veen gevestigd, maar nog in vrij lage dichtheden, en bossteekmier is (nog) niet aangetroffen. Voor wegmier is het grootste deel van het terrein waarschijnlijk te nat.

Al met al moeten de kansen voor het gentiaanblauwtje hier meer op de lange termijn worden gezien. Op landschapsschaal is er een continue overgang tussen heide en beekdal. De mogelijkheid om hier leefgebied op de heide te koppelen aan leefgebied op nat schraalland zijn in principe aanwezig, maar er zal altijd een afstand van 600 m droge heide te overbruggen blijven, wat voor gentiaanblauwtjes niet optimaal is maar wel mogelijk bij een voldoende grote (bron)populatie. Om de kansen te optimaliseren is het in elk geval nodig om op de korte termijn van de komende 5 à 10 jaar te werken aan uitbreiding van de populatie klokjesgentianen op zowel de Tongerense Heide als op het Wisselse Veen.

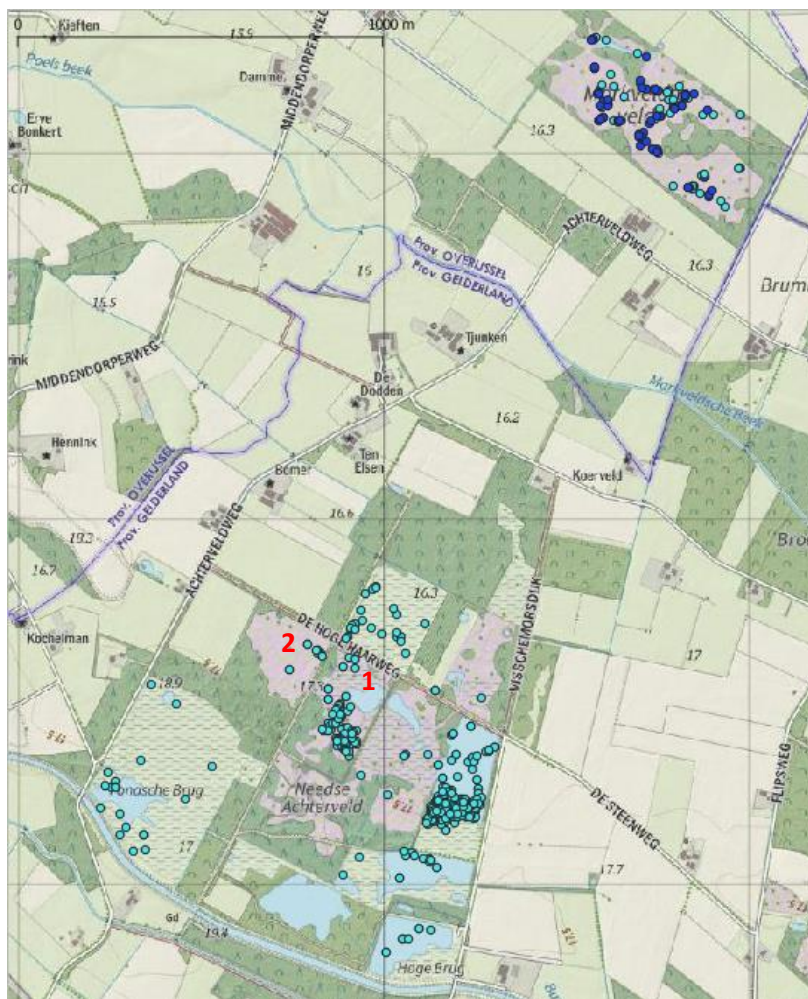
Needse Achterveld

Het Needse Achterveld ligt op de flanken het beekdal van de Buurserbeek. Het gentiaanblauwtje werd er in 1999 voor het laatst waargenomen. Een combinatie van hoge begrazingsintensiteit en te natte condities zijn mogelijke oorzaken van het verdwijnen (Van Avezaath *et al.*, 2019). Ten noorden van het Needse Achterveld bevindt zich op het Markvelderveld nog een mogelijke bronpopulatie, maar deze is erg klein – en het is zelfs de vraag of deze de recente droogte heeft doorstaan.

Sinds het verdwijnen van het gentiaanblauwtje uit het Needse Achterveld zijn er diverse percelen landbouwgrond voor natuur ingericht en aan het gebied toegevoegd. Klokjesgentianen vestigen zich hier wel, maar de dichtheden zijn er laag, de planten zijn nog erg klein en de waardmieren zijn vermoedelijk nog nauwelijks aanwezig.

Het onderzoek heeft zich daarom gericht op twee oude groeiplaatsen op de natte heide waar het gentiaanblauwtje vroeger ook voorkwam (Figuur 2.8). Vooral op plek 1 was er een goede dichtheid aan goed ontwikkelde gentianen en trad ook verjonging op. Plek 2 was droger en hier kwamen de gentianen meer voor in smalle slenken en waren deze minder goed ontwikkeld. Ten zuiden van plek 1 groeien de gentianen verspreid tussen gagelstruwelen op nattere standplaatsen.

Figuur 2.8: Recent voorkomen van klokjesgentianen (lichtblauwe stippen) op het Needse Achterveld. Op het Markvelderveld komt het gentiaanblauwtje (waarnemingen 2010-2019 met donkerblauwe stippen) nog met een kleine populatie voor. De op waardmieren onderzochte locaties zijn rood aangeduid.



Tabel 2.5: Presentie van waardmieren van het gentiaanblauwtje en van de wegmier op de twee locaties op het Needse Achterveld in vergelijking met het gemiddelde van actuele leefgebieden van het gentiaanblauwtje. Groen gekleurde cellen geven gunstige condities aan.

Gebied	Aantal buisjes	%Bos- steekmier	%Moeras- steekmier	%Gewone steekmier	%Waard- mieren	%Weg- mier
Needse Achterveld 1	17	0	12	0	12	6
Needse Achterveld 2	10	0	0	0	0	27
Referentie Populaties	575	10	37	6	48	6

Waardmieren van het gentiaanblauwtje kwamen op plek 1 in lage dichtheid voor. Alleen moerassteekmier werd aangetroffen. Wel wees het geringe voorkomen van wegmier op relatief stabiele condities. Op plek 2 werden echter helemaal geen waardmieren aangetroffen.

Over het geheel is de situatie op het Needse Achterveld dus ongunstig. Op de oude vindplaats zijn de condities voor de waardmieren blijkbaar ongunstig en op de voormalige nieuw ingerichte landbouwpercelen is de ontwikkeling nog te jong om van potentieel leefgebied te spreken; ook is de begrazingsintensiteit daar hoog.. Waarom op de oude vindplaatsen zo weinig waardmieren voorkomen is

onduidelijk; mogelijk is de kans op inundatie op plek 1 toch te groot en is de waterhuishouding op plek 2 te variabel. Ook in 1998 werden er op het Needse Achterveld relatief weinig (c.q. geen) waardmieren gevonden (Wallis de Vries *et al.*, 2000).

Verder hydrologisch herstel lijkt dus nodig en ook is het raadzaam om het begrazingsbeheer nader te evalueren.

Samenvattend

Nieuwe kansen zijn beoordeeld in drie gebieden: Binnenveld, Tongerense Heide-Wisselse Veen en Needse Achterveld. In het Binnenveld is de ontwikkeling het meest kansrijk, te meer omdat hier verder systeemherstel is ingezet. De ontwikkelingen in de Groene Grens zijn boven verwachting positief. Maar herstel op landschapsschaal is nog niet bereikt.

In beide andere terreinen zijn de condities minder gunstig. In het Needse Achterveld is de situatie ronduit ongunstig. Het Wisselse Veen biedt in combinatie met de Tongerense Heide op termijn veel betere kansen vanwege de gunstige abiotische condities. Echter lijken de perspectieven voor goed ontwikkelde natte heide en nat schraalland hier vrij beperkt, vanwege de scherpe overgangen naar droge heide enerzijds en van nat schraalland naar nat (veen)moeras anderzijds. Nader systeemgericht onderzoek zou hier wenselijk zijn om deze kansen beter in beeld te brengen.

3 Evaluatie Drukbegrazing

Op de Hulshorsterheide is vier jaar druckbegrazing met schapen uitgevoerd op vergraste natte heide met klokjesgentianen. Omdat de populatie klokjesgentianen zich nadien goed heeft ontwikkeld is onderzocht of dit een goede herstelmaatregel voor leefgebied van het gentiaanblauwtje zou kunnen zijn.

3.1 Gebied

Op de Hulshorsterheide liggen twee laagten met natte heide (Figuur 3.1), zeer waarschijnlijk met een schijngrondwaterspiegel op een ondoorlatende laag. Op beide plekken groeien klokjesgentianen. Op de westelijke locatie staat onder meer ook beenbreek en liggende vleugeltjesbloem. Het gentiaanblauwtje heeft hier een populatie gehad en is in 2001 voor het laats gezien, maar er zijn weinig historische waarnemingen van bekend.



Figuur 3.1: Ligging van de twee laagten met natte heide op de Hulshorsterheide, met waarnemingen van klokjesgentianen (blauwe stippen).

3.2 Uitvoering druckbegrazing

Omdat de natte heide vergrast raakte, is herstelbeheer uitgevoerd. Van 2013-2016 is druckbegrazing met schapen uitgevoerd. Deze vond plaats via een basis begrazing met een schaapskudde van 11 kuddedagen per jaar over een oppervlakte van 3,9 ha, wat bij een kuddegrootte van 350 schapen neerkomt op 987 graasdagen per ha. Om lokaal de dominantie van pijpenstrootje te doorbreken werd eenderde gedeelte van die gebieden ook begraasd wanneer de klokjesgentiaan en beenbreek in bloei stonde.

Aanvullend werd begraasd in flexrasters vóór de bloei van de klokjesgentianen, in juni. Beide groeiplaatsen werden daartoe in drieën gedeeld in een niet begraasd deel, een extensief begraasd deel en een intensief begraasd deel (bijvoorbeeld 200 schapen 4 uur lang op ca. 0,4 ha; overeenkomend met naar schatting 1250 graasdagen per ha). De toedeling van de begrazingsdruk aan deze delen wisselde tussen de jaren. De schapen werden steeds enkele uren per dag ingerasterd,

waarbij de herder Paul Albers nauw betrokken was om maatwerk te kunnen leveren. Begin september, na de meeste bloei, vond een lichte nabeweiding plaats. Vanaf 2017 is de begrazing extensiever voortgezet met een gescheperde kudde, ook steeds buiten de bloeitijd. In de droge jaren daarna is de intensiteit verder teruggebracht. Het gebied wordt ook bezocht door wilde zwijnen (zichtbaar aan de wroetsporen) en edelherten. Onduidelijk is in welke mate er ook is geplagd. Op beide plekken lijkt dit vrij kleinschalig te zijn gebeurd.

3.3 Actuele situatie

In augustus 2020 werden beide groeiplaatsen met klokjesgentianen onderzocht. De dichtheid aan klokjesgentianen was redelijk vergelijkbaar met gebieden waar gentiaanblauwtjes tegenwoordig voorkomen (Tabel 3.1). Wel was het aandeel planten met hooguit twee knoppen per stengel relatief hoog. Dit duidt waarschijnlijk op een groot aandeel jonge planten, wat bevestigd werd door de tellingen van de beheerder die toenemende aantallen lieten zien sinds het herstelbeheer. Ook tijdens het onderzoek werden op beide plekken veel juveniele planten aangetroffen. Dit verklaart het vrij grote aandeel planten met weinig knoppen. Tegelijkertijd was het organische stofgehalte in de bodem met circa 5% (Figuur 4.1) aan de lage kant, wat het gevolg kan zijn van plagactiviteit (de organische laag was nergens meer dan 4 cm en vaak minder). Dit kan hebben geleid tot een mindere groei en dus hebben bijgedragen aan een groter percentage planten met 1-2 knoppen.

Aan planten met minstens drie knoppen per stengel, die voor het gentiaanblauwtje beter geschikt zijn, werden verdere metingen gedaan (voor methode zie par. 4.1). Deze lieten zien dat het aantal bloeistengels en knoppen per plant, evenals de planthoogte redelijk vergelijkbaar zijn met gentianen in leefgebieden van het gentiaanblauwtje (Tabel 3.1). Op de westelijke groeiplaats waren de planten wat kleiner dan op de oostelijke.

Tabel 3.1: Dichtheid en plantkwaliteit van klokjesgentianen op de twee vindplaatsen van de Hulshorsterheide in vergelijking met het gemiddelde van actuele leefgebieden van het gentiaanblauwtje.

Gebied	N bloeiende planten per 5x5 m	% met 1-2 knoppen per stengel	N bloei-stengels per plant	Planthoogte (cm)	N knoppen per plant	N knoppen per stengel
Hulshorsterheide West	18	40	3,3±0,7	24,0±1,6	10,9±3,7	2,9±0,3
Hulshorsterheide Oost	11	47	4,4±1,3	31,7±2,0	17,9±5,5	4,3±0,6
Referentie Populaties	16	22	3,7±0,3	28,2±0,7	12,6±0,8	3,8±0,1

Op beide plekken is ook de presentie van waardmieren onderzocht met behulp van buisvalletjes gevuld met vruchtenwijn (die na 48 uur werden opgehaald). Op beide locaties waren bos- en moerassteekmieren bovengemiddeld vertegenwoordigd ten opzichte van actuele vindplaatsen van het gentiaanblauwtje (Tabel 3.2). Dat gold echter ook wegmieren, wat een indicatie is van een relatief dynamisch milieu.

Tabel 3.2: Presentie van waardmieren van het gentiaanblauwtje en van de wegmier op de twee vindplaatsen van de Hulshorsterheide in vergelijking met het gemiddelde van actuele leefgebieden van het gentiaanblauwtje. Groen gekleurde cellen geven gunstige condities aan.

Gebied	Aantal buisjes	%Bos-steekmieren	%Moeras-steekmieren	%Gewone steekmieren	%Waardmieren	%Wegmieren
Hulshorsterheide Oost	31	13	52	0	52	32
Hulshorsterheide West	30	27	43	0	63	23
Referentie Populaties	575	10	37	6	48	6

3.4 Conclusie

Drukbegrazing op vergraste natte heide levert minder snel resultaat dan op droge. Op de Kampina en de Strabrechtse Heide werd na 4 jaar druibegrazing met 1000-1500 graasdagen per hectare per jaar de vergrassing met pijpenstrootje niet doorbroken (Wallis de Vries *et al.*, 2019b). Op de Hulshorsterheide zijn de resultaten wel positiever. Het vermoeden bestaat dat voorbereidend kleinschalig plaggen hier wel aan bijgedragen heeft. Maar verder zal de combinatie van gescheperde begrazing met druibegrazing in flexnetten een belangrijke factor zijn geweest, naast het gefaseerde begrazen, waardoor er altijd delen met klokjesgentianen en beenbreek tot bloei en zaadzetting konden komen.

De populatie klokjesgentianen telt een vrij groot aandeel kleine planten, maar de potentiële waardplanten, met stengels met minimaal drie knoppen, hadden vergelijkbare kenmerken als die in actuele leefgebieden van gentiaanblauwtjes.

De waardmieren bos- en moerassteekmier kwamen in hoge dichtheden voor en lijken dus niet te hebben geleden onder de druibegrazing. De hoge dichtheid aan wegmieren geeft wel weer dat er sprake is geweest van een verstoring, waar deze soort snel van profiteert.

Al met al laat dit voorbeeld zien dat druibegrazing, mits zorgvuldig uitgevoerd, een nuttig instrument bij het herstelbeheer kan zijn. Niettemin lijkt voorbereidend maaien of chopperen (Wallis de Vries *et al.*, 2019) dan wel branden (Vogels *et al.*, 2017) de effectiviteit ervan wel te kunnen vergroten.

4 Waardplantkwaliteit en bodemchemie

Teneinde te kunnen beoordelen in hoeverre de kwaliteit van klokjesgentianen als waardplant wordt bepaald door de standplaats, zijn twee aspecten onderzocht.

Ten eerste is de relatie tussen bodemkwaliteit en standplaats onderzocht. De grootte en knopproductie van de klokjesgentianen verschilde significant tussen populaties, maar werd maar in beperkte mate verklaard door de bodemchemie (hogere planten bij betere buffering van de bodem, maar niet meer knoppen). Voor een deel lijken de populatieverschillen ook met de geschiedenis van beheer door plaggen samen te hangen.

Ten tweede is van deze populaties zaad verzameld om planten onder dezelfde condities op te kweken. Dit zal, wanneer de planten vanaf hun tweede jaar gaan bloeien, kunnen leren in hoeverre de populatieverschillen in groei en bloei ook genetisch van aard zijn.

4.1 Aanpak

Plantkwaliteit en bodemchemie

Op 11 locaties in Gelderland en 5 in Drenthe zijn in augustus 2021 steeds tien klokjesgentianen opgemeten (planthoogte, aantal bloeistengels, aantal knoppen) en zijn kenmerken van de bodem onderzocht.

De volgende bemonsteringslocaties zijn onderzocht:

- blauwgrasland
 - Allemanskampje
 - Bennekomse Meent
 - De Bruuk
- natte heide op zure bodem:
 - Deelensche Veld (Hoge Veluwe)
 - Waschkolk
 - Hulshorsterheide (2 locaties)
 - Doldersummerveld (Drenthe) (4 locaties)
- natte heide op (mogelijk) enigszins gebufferde bodem:
 - Leemputten Staverden
 - Kruishaarsche Heide–Ridderwal (buffering niet goed bekend, maar groeiplaats in Gelderse Vallei suggereert wel een betere buffering)
 - Kootwijkerbovenbos (deze locatie valt op doordat de gentiaanblauwtjes hier vroeg vliegen en de gentianen ook vroeger lijken te bloeien, wat mogelijk met de bodem samenhangt)
 - Kootwijkerveen (de venige bodem biedt mogelijk enige buffering)
 - Wapserveld (Drenthe) (grondwater wordt hier door keileemlaag opgestuwd)

Voor de bodembemonstering is met een guts een monster genomen van de bovenste 10 cm rond elke onderzochte gentiaan. Bij elke steek werd ook de dikte van de donkere organische bodemlaag gemeten tot een maximum van 10 cm. De gentianen stonden op onderlinge afstanden van minimaal vier meter. Alleen planten met minimaal een bloeistengel met drie knoppen werden meegenomen, om te voorkomen dat het beeld bepaald zou worden door kleine en mogelijk jonge planten.

Bij elke vijfde plant werd een vegetatieopname van 5x5 m gemaakt, waarin ook het aantal bloeiende gentianen werd geteld. Ook werd het aandeel bloeiende planten met maximaal 2 knoppen per bloeistengel bepaald op een steekproef van 30 planten.

De tien steken in de bodem werden voor elke locatie samengevoegd tot één mengmonster. Elk van de 16 monsters werd geanalyseerd op pH-water en pH-KCl, percentages droge en organische stof en gehalten (mg/kg d.s.) van fosfaat, nitraat, ammonium, calcium, magnesium en kalium. Een principale componentenanalyse (PCA) werd uitgevoerd om de belangrijkste verklarende assen voor de bodemchemie aan te wijzen.

Verschillen heide en blauwgrasland

Bovenstaande locaties zijn ook benut voor de vergelijking van de ontwikkeling en bloei van populaties van verschillende milieus. Er bestaat een langlopende discussie over de snellere groei en vroegere bloei van klokjesgentianen op blauwgrasland in vergelijking met natte heide. Het is echter onbekend of dit een effect is van de standplaats of van genetische verschillen. Kennis hierover is nodig om de plantkwaliteit van verschillende donor-populaties van klokjesgentianen te kunnen beoordelen op hun geschiktheid als waardplant voor het gentiaanblauwtje. Dit zal worden onderzocht door op de tien Gelderse terreinen in september zaad te verzamelen, tegelijkertijd met de bodembemonstering.

Het zaad is droog bij kamertemperatuur bewaard. Half maart 2021 is per plant 0,005 g (ca. 120 zaden) ervan afgewogen en op petrischaaltjes in een warme kas op de WUR te kiemen gelegd; van drie planten was onvoldoende levensvatbaar zaad beschikbaar. De kiemplanten werden vervolgens overgebracht op met zand vermengde potgrond (verhouding 1:2) en bewaterd met regenwater. Later in het voorjaar werden de planten overgebracht in een buitenkas om te worden opgekweekt tot bloeiende planten waarvan de bloei-fenologie kan worden vergeleken. Standplaatsverschillen worden op deze manier uitgesloten, zodat genetische verschillen kunnen worden aangetoond. De ontwikkeling tot bloeiende planten zal tot 2022 (mogelijk 2023) vergen: de uitvoering van het vergelijkende onderzoek zal pas dan kunnen plaatsvinden.

4.2 Bodemchemie

Twee belangrijke assen verklaarden het grootste deel (78,6%) van de variatie (Tabel 4.1). De eerste as omvat 49% van de variatie en is bepaald door sterke positieve correlaties met pH en de mineralen Ca, Mg en K. De tweede as is vooral bepaald door het aandeel organische stof, samen met stikstof, zowel in de vorm van nitraat als ammonium (beide vormen waren onderling positief gecorreleerd, $r_s=+0,59$). Het organische stofgehalte was sterk gecorreleerd met de dikte van de organische bodemlaag ($r_s=+0,89$).

Fosfaat is hierbij buiten beschouwing gelaten, omdat er slechts in drie monsters meetbare gehalten waren: Bennekomse Meent, Kootwijkerbovenbos en Hulshorsterheide 1.

Wanneer de locaties langs de twee belangrijke bodemchemische assen worden uitgezet (Figuur 4.1a), dan komen de vier locaties op de beter gebufferde bodem van blauwgrasland (Allemanskampje, Bennekomse Meent en de Bruuk) of heischraal grasland (Leemputten) rechts in de grafiek te liggen. Aan de linkerkant liggen de zuurdere locaties van de heidegebieden. De venige locatie van de Bennekomse Meent springt eruit met zowel een hoog gehalte organische stof als hoge concentraties nitraat en ammonium, mogelijk als gevolg van hoge N-depositie en mineralisatie.

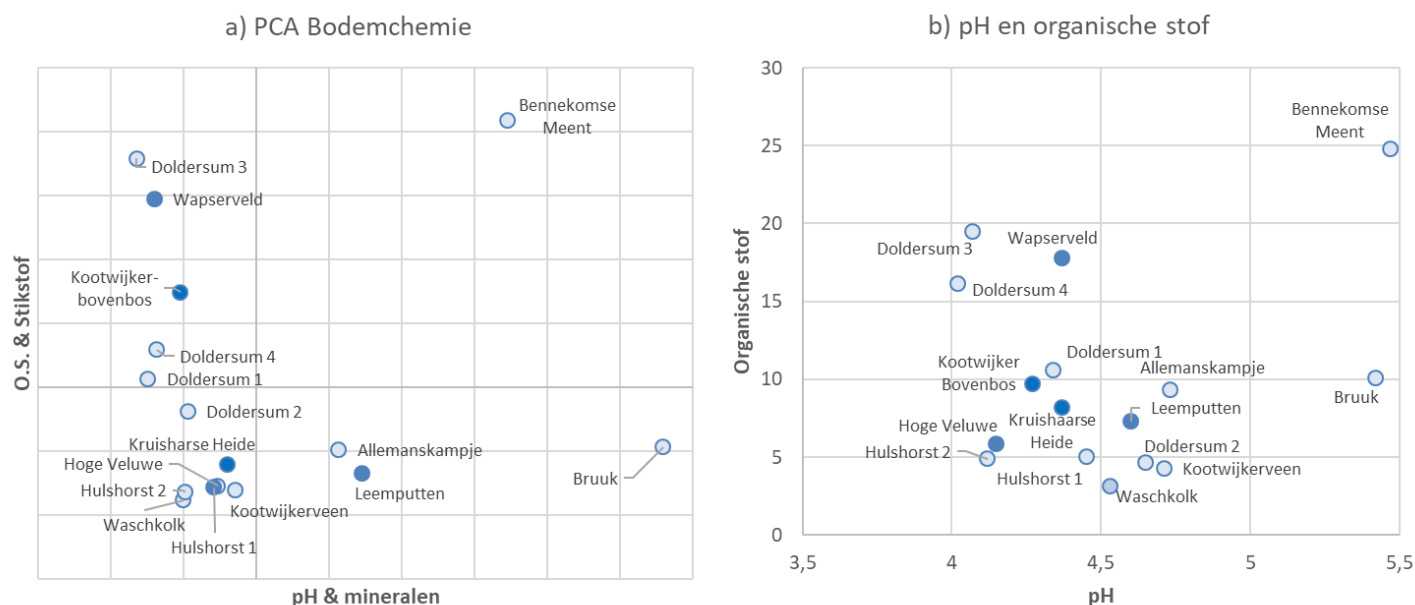
Figuur 4.1b, gebaseerd op alleen pH en organische stof laat een vergelijkbaar patroon zien, maar doordat de heidelocaties Kootwijkerveen, Doldersum 2 en Waschkolk ondanks lage gehalten aan mineralen wel een pH-water van $>4,5$ lieten

Tabel 4.1: Verklaarde variatie door twee principale componenten met de variabelen die daarmee gecorreleerd zijn; de sterkste correlaties zijn in groen aangegeven.

	PC1	PC2
% variatie	48,8	29,8
%organische stof	0,19	0,92
pH-water	0,89	0,10
pH-KCL	0,83	-0,02
NO3	0,01	0,90
NH4	-0,17	0,84
Ca	0,89	-0,03
Mg	0,96	-0,05
K	0,79	0,02

zien, is het contrast tussen de slechter en beter gebufferde locaties minder duidelijk, dan wanneer ook de mineralengehalten worden meegewogen. Naarmate de bodem zuurder werd was de strooisellaag op de bodem significant dikker ($r_s = -0,75$).

Van de Gelderse heidelocaties had die van het Kootwijkerbovenbos het hoogste percentage organische stof. Opvallend was dat de mineralengehalten op de Kruishaarse Heide in de Gelderse Vallei (Ca 19,3 en Mg 3,4 ppm) en in mindere mate van de Hoge Veluwe (Ca 28,3 en Mg 2,7 ppm) intermediair waren vergeleken met de vier beter gebufferde locaties (Ca 29,0 – 158,6 en Mg 8,2 – 125,4 ppm) en de slechter gebufferde heidelocaties (Ca 2,8 – 14,2 en Mg 0,8 – 2,1 ppm).

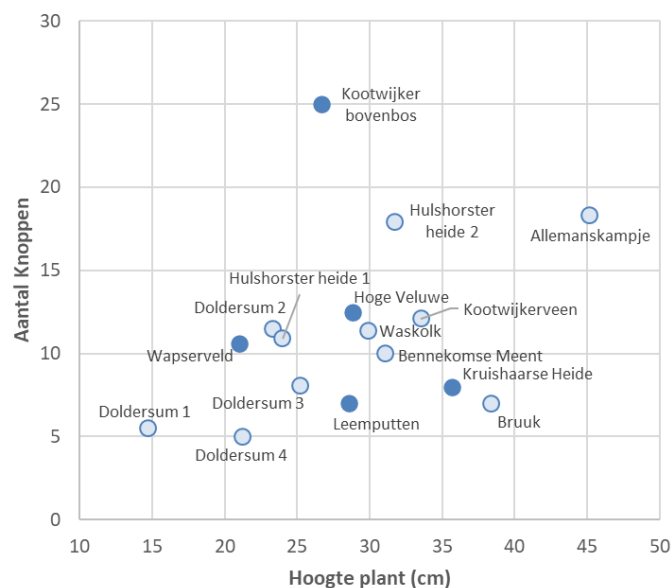


Figuur 4.1: Spreiding van actuele en voormalige vindplaatsen van het gentiaanblauwtje (respectievelijk donker- en lichtblauw) in relatie tot a) de twee belangrijkste componenten van bodemchemische variabelen en b) pH-water en organische stof.

4.3 Kwaliteit klokjesgentianen

Er was een grote variatie tussen gebieden in zowel planthoogte ($p < 0,0001$) als in aantal knoppen ($p < 0,0001$) en ook in aantal bloeistengels per plant ($p = 0,0027$). Het aantal bloeistengels was duidelijk groter wanneer er sprake was van vraat door edelhart vroeg in de bloei (hoogste waarden op Hoge Veluwe, Kootwijkerbovenbos en Kootwijkerveen). Op de Leemputten werd pas later in augustus veel vraat waargenomen: 70% van de gemerkte planten was afgevreten.

Het Kootwijkerbovenbos spande de kroon met het grootste aantal knoppen per plant en het Allemanskampje met de grootste planten. De Drentse locaties hadden de kleinste planten met de minste knoppen. De planten van de Bruuk, Bennekomse Meent en Kruishaarse Heide waren wel redelijk hoog, maar droegen naar verhouding weinig knoppen.



Figuur 4.2: Spreiding van actuele en voormalige vindplaatsen van het gentiaanblauwtje (respectievelijk donker- en lichtblauw) in relatie tot hoogte en aantal knoppen van de waardplant.

Er waren slechts enkele significante relaties tussen de plantkwaliteit van de gentianen en de bodemchemie. De hoogte van de plant was significant positief gecorreleerd met de buffering-as van de bodemchemie ($r_s=+0,74$) en in mindere mate ook met pH-water ($r_s=+0,49$). Het aantal bloeistengels en het aantal knoppen per plant neigde naar kleinere waarden bij een hoog percentage organische stof ($r_s=-0,50$ en $r_s=-0,47$) dan wel dikkere organische bodem ($r_s=-0,61$ en $r_s=-0,62$), zoals op de Bennekomse Meent.

De dichtheid aan gentianenplanten was ook binnen de locaties zeer variabel en leek alleen hoger op plekken waar de organische bodem, mede door plaggen, dunner was ($r_s=-0,51$). Op deze plekken werden ook meestal kiemplanten gevonden. Ook het aantal planten met hooguit 1-2 knoppen per stengel was hoger op locaties met plagplekken, met een aandeel van boven de 50% op de Waschkolk en twee van de locaties op Doldersum (waarvan er één, Doldersum 1, in de zomer van 2018 ook volledig was afgebrand). Dit kan deels een kwestie zijn van een jongere leeftijd van de planten, maar omdat de plagplekken vaak al ouder waren (6-18 jaar), waarschijnlijk in belangrijke mate ook een verminderde groei door het lage gehalte aan organische stof (Wallis de Vries & Limpens, 2020).

4.4 Aanwezigheid gentiaanblauwtjes

Op vijf van de 16 locaties is het gentiaanblauwtje nog aanwezig. Er waren geen duidelijke verschillen in bodemchemie of plantkwaliteit tussen wel en niet bezette plekken. Het voortbestaan van de populaties lijkt dus eerder te worden bepaald door de ruimtelijke samenhang op landschapsschaal (die lange tijd juist het slechtste was op de sterk versnipperde blauwgraslanden!) en lokaal door de talrijkheid van de waardmieren en stabiele condities qua bodemvocht.

4.5 Conclusie

Er zijn duidelijke verschillen gevonden in standplaatscondities voor verschillende populaties klokjesgentianen. Deze worden bepaald door zuurgraad en mineralen enerzijds en organische stof in combinatie met stikstof anderzijds.

Ook de grootte en knopproductie van de klokjesgentianen verschilde significant tussen populaties. Deze kon echter slechts in beperkte mate worden verklaard op basis van bodemchemie (hogere planten bij betere buffering van de bodem, maar niet meer knoppen). Voor een deel hangen de populatieverschillen ook samen met de geschiedenis van beheer door plaggen (minder organische stof en jongere planten). Het opkweken van de planten uit het verzamelde zaad zal kunnen leren in hoeverre de populatieverschillen ook genetisch van aard zijn. Kennis hierover is van belang bij de keuze van bronmateriaal voor versterking van bestaande of vestiging van nieuwe groeiplaatsen.

5 Beslisboom Herintroductie

In terreinen waar herstelbeheer voor natte heide is uitgevoerd en waar de klokjesgentianen zijn toegenomen, vragen terreinbeheerders zich af of en wanneer het terrein geschikt is voor herintroductie van het gentiaanblauwtje. Het goed beantwoorden van deze vraag verlangt veel informatie. Hieronder is daarvoor een beslisboom opgesteld.

1. Introductie buiten het historische areaal is alleen te overwegen wanneer de mogelijkheden binnen het historische areaal zijn uitgeput. Ligt het doelgebied binnen het historische bekende areaal van het gentiaanblauwtje? [N.B. Omdat de verspreiding van het gentiaanblauwtje vóór 1980 onvolledig bekend is, is het raadzaam om dit op een schaal van 10x10 km te beschouwen]
 - a. Ja: ga door naar 2
 - b. Nee: dan is herintroductie niet van toepassing
2. Voordat herintroductie overwogen kan worden is het belangrijk dat de oorzaken die in eerste instantie tot verdwijnen van de soort hebben geleid duurzaam zijn weggenomen. Zijn de oorzaken van uitsterven (versnippering: kleinere populaties met hoge kans op genetische erosie en inteelt, verdroging, vermesting & verzuring) bekend?
 - a. Ja: ga door naar 3
 - b. Nee: deze konden niet worden achterhaald; onderzoek daarnaar is dan alsnog nodig
 - c. Nee: dit is niet uitgezocht; onderzoek daarnaar is dan alsnog nodig
3. Kan worden aangetoond dat de onder (2) bedoelde oorzaken van uitsterven nu duurzaam zijn weggenomen?
 - a. Ja: ga door naar 4
 - a. Nee: dan moeten eerst de knelpunten worden onderzocht en aan herstel worden gewerkt
4. Is de waterhuishouding op orde? Die moet voldoen aan de volgende drie criteria⁵:
 - i. Stabiele invloed van grondwater of voldoende groot systeem met schijngrondwaterspiegel(s)
 - ii. Risico op gevolgen van inundatie beperkt door goede spreiding van waardplanten en -mierennesten over de hoogtegradiënt
 - iii. Geen drainage door diepe greppels of ontwatering vanuit de omgeving; indicatieve waarde op basis van de klokjesgentiaan geeft de volgende randvoorwaarden ⁶:
GVG 12 cm boven maaiveld tot 14 cm eronder, GHG 23 cm boven maaiveld tot 31 cm eronder en GLG 29-91 cm onder maaiveld
 - a. Ja, aan al deze criteria wordt voldaan: ga door naar 5
 - b. Nee: dan moet eerst gewerkt worden aan vermindering van drainage en/of betere spreiding van het leefgebied over de hoogtegradiënt
5. Is er (weer) potentieel voldoende leefgebied voor een duurzaam levensvatbare populatie van het gentiaanblauwtje?
Voor het beoordelen hiervan is een blik op landschapsschaal nodig. Om ruimte te bieden aan een levensvatbare populatie van tenminste 1000 vlinderpaartjes¹

dienen de oppervlakte en de ruimtelijke samenhang te voldoen aan de volgende vier criteria²:

- i. Het gaat om een natuurgebied met meer dan 40 ha heide en/of schraal grasland
 - ii. De onderlinge afstanden tussen geschikte terreindelen (d.w.z. met voldoende hoge dichtheden van klokjesgentiaan en waardmieren) zijn minder dan 500 m
 - iii. De oppervlakte van elk van deze deelgebieden is minimaal 0,2 ha³
 - iv. de totale oppervlakte geschikt leefgebied binnen het gebied is minimaal ca. 12 ha⁴
- a. Ja, aan alle criteria is voldaan: ga door naar 6
 - b. Nee: oppervlakte en ruimtelijke samenhang dienen eerst versterkt te worden

6. Is de habitatkwaliteit voldoende?

Waardplanten:

- i. dichtheid klokjesgentiaan is 10 of meer bloeiende planten per 100 vierkante meter²
- ii. vitale populatie van minimaal 500 planten
- iii. in heidegebied treedt verjonging op kleinschalige open plekken op (in schraal grasland is verjonging nauwelijks een knelpunt)
- iv. de populatie bevat tenminste 150 grotere planten in de nabijheid van waardmierennesten die bloeistengels hebben met overwegend 3 of meer bloemen of bloemknoppen

Waardmieren:

- v. m.n. bos- en gewone steekmier in voldoende dichtheid aanwezig, en dan vooral in de buurt van klokjesgentianen (ca. 1/3 of meer van buisjes bezet volgens bemonstering van 2019-2020)
- b. Ja, aan al deze criteria is voldaan: ga door naar 7
 - c. Nee: dan is eerst verbetering van de habitatkwaliteit nodig door vegetatiebeheer en/of herstel van de waterhuishouding

7. Is het beheer adequaat en over langere termijn geborgd? Goed terreinbeheer volgt de volgende richtlijnen, die zijn opgenomen in een duurzaam beheerplan voor het doelgebied⁷:

- i. Handmatig of machinaal (met kraantje) plaggen: zeer kleinschalig en ondiep (minder dan 5 cm, met behoud van de organische laag). Spaar bij deze werkzaamheden zoveel mogelijk de bestaande gentianen en – indien bekend – mierennesten uit
- ii. Chopperen of diep maaien of handmatig ondiep plaggen is een goede optie in vergraste terreinen. Dit dient altijd kleinschalig gedaan te worden, in stroken van hooguit enkele (2-3) meters breed die lopen van de hogere naar de lagere terreindelen. Ook hier rekening houden met aanwezige gentianen en mierennesten
- iii. Lichte bekalking na plaggen of chopperen is meestal aan te raden (200 g dologran/m²)
- iv. Uitzaaïen van klokjesgentiaan vergroot de kans dat de waardplanten de nieuwe plagstukken op tijd bereiken en dus kunnen koloniseren. Wanneer de populatie groter is dan 200 bloeiende planten kan worden gezaaid met lokaal verzameld zaad van een mengsel van tenminste

25 planten. Wanneer de populatie kleiner is kan in overleg genetische versterking nodig zijn.

- v. Maaien dient alleen laat in het seizoen (vanaf half september) plaats te vinden. Bij het maaien dient rekening gehouden te worden met behoud van variatie in de vegetatiestructuur, omdat de mieren van die variatie gebruik maken voor hun nesten. Spaar daarom bij toerbeurt ruigere delen met een polstructuur (pollen mos, pijpenstro of heide) waarin oudere Klokjesgentianen staan uit.
 - vi. Begrazing dient alleen zeer extensief, met lage dichtheden grazers, plaats te vinden (ca. 10 GVE per 100 ha op jaarrond basis ^{2,8}). In kleine terreinen of grotere terreinen met relatief kleine oppervlakten geschikt leefgebied kunnen de voor het gentiaanblauwtje geschikte delen het best tijdelijk (mei-september) worden uitgerasterd, zeker in droge jaren
 - a. Ja, een goed terreinbeheer is duurzaam gewaarborgd: ga door naar 8
 - b. Nee: zorg er eerst voor dat de essentiële aanpassingen van het beheer duurzaam zijn gewaarborgd voor het doelgebied
8. Ligt de dichtstbijzijnde bronpopulatie verder dan 5 km van het terrein verwijderd?
- a. Ja: dan vormt isolatie mogelijk een belemmering voor spontane kolonisatie ⁹; ga door naar 9
 - b. Nee
 - i. is de afstand kleiner dan 5 km, maar beduidend groter dan de reguliere vliegafstand van 200 m, dan kan bijplaatsing worden overwogen; ga door naar 9
 - ii. is de afstand kleiner dan ca. 500 m: afwachten van spontane herkolonisatie is een betere optie dan herintroductie
9. Is er een geschikte bronpopulatie van het gentiaanblauwtje aanwezig?
Populaties moeten om daarvoor in aanmerking te komen voldoen aan de volgende vijf criteria:
- i. De bronpopulatie moet bij voorkeur in hetzelfde habitattype (vochtige heide, nat schraalgrasland) voorkomen en uit dezelfde regio afkomstig zijn [N.B. hoe belangrijk dit is, is onbekend; het is dus een voorzorgprincipe]
 - ii. De grootte van de bronpopulatie moet in een slecht jaar tenminste 5000 eitjes zijn om voldoende veerkrachtig te blijven ¹⁰
 - iii. De populatie vertoont voldoende genetische variatie (dit is onderwerp van lopend onderzoek) of in elk geval geen tekenen van verminderde reproductie
 - iv. De soortengemeenschap van de *Myrmica*-steekmieren is in het brongebied vergelijkbaar met het doelgebied (daarbij is vooral de primaire waardmier bossteekmier van belang)
 - v. overeenkomst in geurprofielen tussen de rupsen en de mieren tussen doelgebied en brongebied zou een aanvullend criterium kunnen zijn; dit is onderwerp van lopend onderzoek
- a. Zo ja: ga door naar 10

b. Zo nee: herintroductie is geen goede optie

10. Is een herintroductie ook praktisch haalbaar? D.w.z. wordt voldaan aan de volgende vijf voorwaarden?

- i. Er is een begeleidingsteam samengesteld met voldoende deskundigheid over uitvoering van herintroductie en monitoring van de vlinder, waardplant, mieren en hun leefgebied om de herintroductie over de eerste jaren te begeleiden en waar nodig bij te sturen
 - ii. Alle vereiste ontheffingen van de Wet Natuurbescherming zijn verleend.
 - iii. Er is overeenstemming tussen betrokken partijen in bron- en doelgebied
 - iv. Er zijn voldoende middelen voor vooronderzoek, voorbereiding en uitvoering van de herintroductie en monitoring van populatie-ontwikkeling
 - v. De uitvoering verloopt op basis een meerjarig plan van aanpak en communicatieplan in overeenstemming met de IUCN-richtlijnen voor herintroductie
- a. Zo ja: herintroductie is een goede mogelijkheid!
- b. Zo nee: stel een team van deskundigen aan die advies uitbrengen hoe er voldaan kan worden aan bovengenoemde praktische voorwaarden.

¹ naar Traill *et al.* (2007); Frankham *et al.* (2014)

² Wallis de Vries (2004)

³ zie ook Nowicki *et al.* (2018)

⁴ Wallis de Vries (2006)

⁵ Wallis de Vries *et al.* (2021)

⁶ Wamelink *et al.* (2012)

⁷ Wallis de Vries (2008), Wallis de Vries *et al.* (2019b)

⁸ Wallis de Vries *et al.* (2012)

⁹ Wallis de Vries (2004), Maes *et al.* (2004), Vandenbroeck *et al.* (2017)

¹⁰ naar Nowicki *et al.* (2009)

6 Conclusie

In Fase 2 van het beschermingsplan voor het gentiaanblauwtje in Gelderland is ingezet op uitvoering van maatregelen voor verbetering van het leefgebied en op aanvullend onderzoek aan de habitatkwaliteit en de populatiegenetica. Intussen is gebleken dat de droogte van de jaren 2018-2020 heeft geleid tot een versnelde afname van kwetsbare populaties. Dit vraagt om extra inspanning om de resterende populaties voor Gelderland te behouden en gezond genoeg kunnen blijven om in de toekomst te kunnen benutten als bronpopulatie voor eventuele herintroducties.

Uitvoering van maatregelen voor verbetering en uitbreiding van leefgebied voor het gentiaanblauwtje heeft in diverse terreinen plaats gevonden (Hoofdstuk 2). Doordat dit kleinschalig maatwerk vergt bij zowel hydrologisch herstel als bij vegetatiebeheer, is dit een langjarig proces. De inzet van handmatig (ondiep) plagwerk in combinatie met uitzaaien van klokjesgentianen door vrijwilligers is daarbij van groot belang.

Bij herstelbeheer kan drubbegrazing op sterk vergraste plekken waar het gentiaanblauwtje niet (meer) voorkomt een nuttig instrument zijn voor herstel van leefgebied, met name wanneer drubbegrazing wordt gecombineerd met voorbereidende maatregelen zoals kleinschalig plaggen, maaien, chopperen of branden.

Hier staat tegenover dat overbegrazing door vee of wild in het zomerseizoen een potentieel gevaar voor het gentiaanblauwtje vormt: de dieren eten bij voorkeur de knoppen inclusief eieren en rupsen van het gentiaanblauwtje. Vooral bij de populatie van de Leemputten / Verbrande Bos is verlaging van de stand van edelherten dringend gewenst: in 2020 werd hier bijvoorbeeld 70% van de gentianen aangevreten.

De acute droogte van de afgelopen jaren heeft geleid tot het verdwijnen van de reeds kwetsbare populaties van het gentiaanblauwtje van de Oldebroekse Heide, het Kootwijkerbovenbos en waarschijnlijk ook het Kroondomein. Op de Kruishaarse Heide zijn de aantallen tot een minimum gedaald, terwijl de populatie al kwetsbaar was. In het Binnenveld kan natuurontwikkeling op termijn mogelijk zorgen voor een groot areaal nieuw leefgebied, maar dit zal nog enige tientallen jaren vergen. Dit betekent dat het voortbestaan van het gentiaanblauwtje in Gelderland vooral afhangt van de populaties op de Hoge Veluwe en de Leemputten / Verbrande Bos (met de satellietpopulatie op het Speulderveld). Ook deze grotere populaties zijn naar schatting echter beperkt tot een omvang van enige honderden vlinders. Daarmee zijn ze nog steeds kwetsbaar en ook nauwelijks voldoende groot om als bronpopulaties voor eventuele herintroducties te kunnen fungeren. Versterking van deze populaties is daarom hard nodig. Dit vergt de komende jaren extra inzet.

7 Literatuur

- Bulten, G.A. Keskamp, F. Eysink, T. Termaat, J. Thielemans, & P. Westerhof (2020) *Wisselse Veen, inrichtingsplan 1e fase*. Bosgroep Midden-Nederland, Ede.
- Eysink, F., G. Bulten, J. Thielemans, L. Verkerk, M. van Os & P. Westerhof (2021) *Verbeteren natuurkwaliteit Gerven en Hell*. Bosgroep Midden Nederland, Ede.
- Frankham, R., J.A. C.J.A. Bradshaw & B.W. Brook, 2014. Genetics in conservation management: Revised recommendations for the 50/500 rules, Red List criteria and population viability analyses. *Biological Conservation* **170**, 56-63.
- Jansen, A.J.M., H. Smeenge, A.A.M. Keskamp, M. Van der Linden, T. Termaat, M. van Os & G.H. Bulten (2019) *Wisselse Veen: systeemanalyse en inrichtingsplan*. Bosgroep Midden-Nederland, Ede.
- Maes, D., W. Vanreusel, W. Talloen & H. Van Dyck, 2004. Functional conservation units for the endangered Alcon Blue butterfly *Maculinea alcon* in Belgium (Lepidoptera: Lycaenidae). *Biological Conservation* **120**, 229–241 .
- Nowicki, P., Bonelli, S., Barbero F. & Balletto, E., 2009. Relative importance of density-dependent regulation and environmental stochasticity for butterfly population dynamics. *Oecologia* **161**, 227-239.
- Nowicki, P., Deoniziak, K., Dziekanska, I., Kostro-Ambroziak, A., Plazio, E., Rutkowski, R. & Sielezniew, M. (2018) What keeps 'living dead' alive: demography of a small and isolated population of *Maculinea* (= *Phengaris*) *alcon*. *Journal of Insect Conservation* **23**, 201-210.
- Termaat, T., Smeenge, H. & Keskamp, A. (2020) *Leemputten bij Staverden, Verbrande Bos e.o. – bureaustudie*. Bosgroep Midden Nederland, Ede.
- Traill, L.W., C.J.A. Bradshaw, & B.W. Brook, 2007. Minimum viable population size: a meta-analysis of 30 years of published estimates. *Biological Conservation* **139**, 159–166.
- Van Avezaath, E., Barts, N., van Halen, P., Rijfers, S. & van Swaay, B. (2019) *Groen licht voor het Gentiaanblauwtje? Een landschapsecologisch onderzoek naar de kansen van een herintroductie in het Needse Achterveld*. Rapport Studentenonderzoek Van Hall Larenstein, Velp.
- Vanden Broeck, A., Maes, D., Kelager, A., Wynhoff, I., Wallis de Vries, M.F., Nash, D.R., Oostermeijer, J.G.B., Van Dyck, H., & Mergeay, J. (2017) Gene flow and effective population sizes of the butterfly *Maculinea alcon* in a highly fragmented, anthropogenic landscape. *Biological Conservation* **209**, 89–97.
- Verbeek, P.J.M. (2020) Monitoring Natuurontwikkeling Groene Grens Zuid en Noord: Flora, fauna en beheer. Natuurbalans–Limes Divergens, Nijmegen.
- Vogels, J.J., R. Loeb, E. Brouwer, R. Felix & M. Scherpenisse (2017) Optimaliseren van herstelmaatregelen voor habitattypen van droge heide; De stikstofverwijderingspotentie van de gecombineerde maatregel branden en drubbegrazen. Stichting Bargerveen, Nijmegen.
- Wallis de Vries, M.F. (2004) A quantitative conservation approach for the endangered butterfly *Maculinea alcon*. *Conservation Biology* **18**, 489-499.
- Wallis de Vries, M.F., 2006. *Vlindergegevens voor de aanpassing van LARCH*. Rapport VS2006.009, De Vlinderstichting, Wageningen.
- Wallis de Vries, M.F. (2008) *Evaluatie beschermingsplan gentiaanblauwtje 2003-2007: van soort naar leefgebied*. Rapport VS2008.32, De Vlinderstichting, Wageningen.
- Wallis de Vries, M.F. & J. Limpens, 2020. *Effecten van klimaatextremen op de habitatkwaliteit voor het gentiaanblauwtje*. Rapport VS2020.018, De Vlinderstichting & WUR - Plantenecologie en Natuurbeheer, Wageningen.
- Wallis de Vries, M.F., Ketelaar, R., Rossenaar, A.J.G.A., van Zuijlen, M.P., Wynhoff, I. & Harte, M. (2000) *Toestand en perspectief voor het heidegentiaanblauwtje in Nederland*. Rapport VS2000.01, De Vlinderstichting, Wageningen.

- Wallis de Vries, M.F., Noordijk, J., Sierdsema, H., Zollinger, R., Smit, J.T. & Nijssen, M. (2013) *Begrazing in Brabantse heidegebieden: effecten op de fauna*. Rapport VS2012.07, De Vlinderstichting, Wageningen; EIS-Nederland, Leiden; Sovon Vogelonderzoek, Stichting RAVON, Stichting Bargerveen, Nijmegen.
- Wallis de Vries, M.F., Bokelaar, J., Bouwman, J.H., Oostermeijer, J.G.B. & Wynhoff, I. (2019a). *Beschermingsplan Gentiaanblauwtje Gelderland: advies voor actuele leefgebieden*. Rapport VS2019.031, De Vlinderstichting, Wageningen.
- Wallis de Vries, M.F., Bobbink, R., Brouwer, E., Loeb, R. & Vogels, J. (2019) Alternatieven voor plaggen van natte heide: Effecten op middellange termijn. *De Levende Natuur* **120(5)**, 172-178.
- Wallis de Vries, M.F., Bokelaar, J., Smit, J.T., Versluijs, R. & Jansen, A.J.M. (2021) *Knelpunten voor terugkeer van bedreigde insecten in het natte zandlandschap: zijn de grote gebieden hersteld?* Rapportnummer 2021/OBN246-NZ, Kennisnetwerk OBN, Driebergen.
- Wamelink, G.W.W., Adrichem, M.H.C. van, Dobben, H.F. van, Frissel, J.Y., Held, M. den, Joosten, V., Malinowska, A.H., Slim, P.A. & Wegman, R.J.M. (2012) Vegetation relevés and soil measurements in the Netherlands; a database. *Biodiversity and Ecology* **4**, 125-132.