

Witte rapunzel en Knikkend nagelkruid in het Ulvenhoutse Voorbos

Beheeradvies op basis van onderzoek naar de
populatievitaliteit en habitatkwaliteit

Uitgevoerd in opdracht van: **Staatsbosbeheer Brabant-West en
Gemeente Breda**

Edwin Dijkhuis & Ruud Beringen (FLORON)
Gijs van Dijk (Onderzoekcentrum B-WARE)

1 december 2016

© 2016 FLORON, Nijmegen.

FLORON is een merknaam van Stichting RAVON. Dit project is uitgevoerd door Stichting RAVON.

Rapportnummer: FL2016.016/02-FL2016.029/02

Tekst: Edwin Dijkhuis, Ruud Beringen (FLORON) en Gijs van Dijk (Onderzoekcentrum B-WARE)

Wijze van citeren: Dijkhuis, Beringen en Van Dijk, 2016. Witte rapunzel en Knikkend nagelkruid in het Ulvenhoutse Voorbos. Beheeradvies op basis van onderzoek naar de populatievitaliteit en habitatkwaliteit. Stichting RAVON, Nijmegen. Rapport FL2016.016/02-FL2016.029/02.

Bij gebruik en publicatie van de gegevens dient in alle gevallen duidelijke bronvermelding plaats te vinden.

Inhoud

1	Inleiding	1
2	Soortinformatie	2
2.1	Witte rapunzel	2
2.2	Knikkend nagelkruid	3
3	Uitgevoerde werkzaamheden	5
3.1.	Actualisatie groeiplaatsen	5
3.2.	Onderzoek populatievitaliteit en habitatkwaliteit	5
3.3.	Onderzoek zaadzetting	6
3.4.	Onderzoek bodemkwaliteit	8
4	Resultaten standplaatsonderzoek	10
4.1	Populatievitaliteit en habitatkwaliteit Witte rapunzel	10
4.2	Populatievitaliteit en habitatkwaliteit Knikkend nagelkruid	18
4.3	Bodemkwaliteit	21
4.4	Veranderingen in de vegetatiesamenstelling	25
5	Samenvatting standplaatsonderzoek	27
5.1	Algemeen	27
5.2	Witte rapunzel	27
5.3	Knikkend nagelkruid	29
6	Beheeradvies	30
6.1	Beheeradvies Witte rapunzel	30
6.2	Beheeradvies Knikkend nagelkruid	33
6.3	Monitoring	33
7	Geraadpleegde literatuur	35
	Bijlage 1. Historische verspreiding van Witte Rapunzel in het Ulvenhoutse Voorbos en op landgoed Wolfslaar (uit Cools 2010).	
	Bijlage 2. Actuele verspreiding van Witte rapunzel in het Ulvenhoutse Voorbos en op landgoed Wolfslaar.	
	Bijlage 3. Resultaten zaadzetting.	
	Bijlage 4. Groeiplaatsbeschrijvingen van Witte rapunzel in het Ulvenhoutse Voorbos en op landgoed Wolfslaar.	
	Bijlage 5. Verspreiding van Knikkend nagelkruid in het Ulvenhoutse Voorbos in 2016	
	Bijlage 6. Ligging monsterpunten onderzoek bodemkwaliteit	
	Bijlage 7. Vegetatiebeschrijving monsterpunten	
	Bijlage 8. Materiaal en methode bodemanalyses	
	Bijlage 9. Resultaten bodemchemie	

1 Inleiding

In opdracht van Staatsbosbeheer en de Gemeente Breda (separate opdrachten) heeft FLORON onderzoek gedaan naar de achteruitgang van zowel de Witte rapunzel als Knikkend nagelkruid in het Ulvenhoutse Voorbos, met aangrenzend landgoed Wolfslaar. Naast onderzoek is tevens advies gegeven over de te nemen herstelmaatregelen ten behoeve van deze soorten. Het onderzoek voor Staatsbosbeheer is gefinancierd door de Provincie vanuit de subsidieregeling voor de PAS.

Aanleiding voor dit onderzoek is de geleidelijke achteruitgang van deze soorten en de voorgenomen vernattingsmaatregelen in het Ulvenhoutse Voorbos (Natura 2000) in het kader van de PAS.

Het Ulvenhoutse Voorbos is een belangrijk bolwerk voor deze soorten in Noord-Brabant (en Nederland). Voor beide soorten geldt dat er op dit moment geen of onvoldoende informatie beschikbaar is over de zaadzetting op de nog aanwezige groeiplaatsen en over de habitatkwaliteit ter plekke. Deze informatie is van belang om vast te stellen in hoeverre de huidige groeiplaatsen nog geschikt zijn (of door herstelbeheer geschikt te maken zijn) voor herstel. En dan in relatie tot de voorgenomen vernattingsmaatregelen die in het Ulvenhoutse Voorbos op stapel staan. Ook is het wenselijk om vast te stellen hoeveel geschikt habitat er binnen het historische verspreidingsgebied nog beschikbaar is/komt voor uitbreiding van zowel de Witte rapunzel als Knikkend nagelkruid.

Leeswijzer

In dit rapport wordt in H3 (opzet) en H4 (resultaten) verslag gedaan van het standplaatsonderzoek naar de zaadzetting en de habitat- en bodemkwaliteit ter plekke van de groeiplaatsen van Witte rapunzel en Knikkend nagelkruid. Op basis van dit standplaatsonderzoek, samengevat in H5, is een beheeradvies (H6) opgesteld. Achtergrondinformatie over de ecologie van beide soorten is opgenomen in H2. De bijlagen zijn separaat bijgevoegd.

2 Soortinformatie

2.1 Witte rapunzel

Witte rapunzel (*Phyteuma spicatum subps. spicatum*) is een langlevende plant die overwintert met een raapvormig verdikte wortel. De maximale levensduur is onbekend maar kan ten minste een tiental jaren bedragen. De jaarcyclus is kenmerkend voor voorjaarsbloeiers: afhankelijk van de temperatuur ontwikkelen de bladrozetten zich vanaf januari voordat de bomen in blad staan. Door de vroege ontwikkeling van de rozetbladen ontlopen ze bovendien concurrentie met later startende snelle groeiers in de kruidlaag. De bloei begint eind mei en duurt tot eind juni. Nadat de zaden eind juli verspreid zijn sterven de planten bovengronds af, een bescherming tegen uitdrogen in de zomer. Omdat de zaden geen speciale aanpassingen voor dispersie over grote afstanden hebben komen de zaden merendeels dicht bij de ouderplant terecht. De plant vormt geen zaadbank. Voor succesvolle kieming en vestiging van zaailingen zijn kale, onbegroeide plekjes in de nabijheid van de ouderplant nodig.



Witte rapunzel in het Ulvenhoutse Voorbos (foto Peter Meininger)

Witte rapunzel is in hoge mate zelf-incompatibel. Dit betekent dat zelfbevruchting genetisch verhinderd is en dat alleen kruisbestuiving tussen planten die genetisch verschillend zijn leidt tot nakomelingen. Dit zelf-incompatibiliteitssysteem maakt Witte rapunzel voor de uitwisseling van compatibel stuifmeel afhankelijk van bestuivers. De belangrijkste bestuivers zijn hommels met een korte tot middellange tong. In de literatuur worden o.a. Akkerhommel,

Steenhommel en Weidehommel als bezoekers op Witte rapunzel vermeld. (Knuth 1898). Voor een goede zaadzetting zijn zowel voldoende bestuivers (én op het juiste moment, vroeg in het jaar) als voldoende genetisch verschillende planten nodig.

De Witte rapunzel kent in Noord-Brabant twee kerngebieden: het Ulvenhoutse Voorbos met aangrenzend landgoed Wolfslaar en de zuidelijker gelegen landgoederen Valkenberg en Hondsdonk. Hier groeit ze op basische tot zwak zure, vochthoudende, niet permanent natte, bodems. In het Ulvenhoutse Voorbos groeit de soort vooral in de directe nabijheid van de beekjes die het gebied doorsnijden.

Op relatief, droge en hoog gelegen plekken groeit de soort in vormen van het Eiken-Haagbeukenbos, die kunnen worden aangeduid als Kamperfoelierijk Eiken-Haagbeukenbos (*Stellario-Carpinetum periclymenetosum*) of wel de subassociatie (*Stellario-Carpinetum oxalidetosum*). Begeleidende soorten zijn hier o.a. Lijsterbes, Hulst, Bosanemoon, Klimop, Grote muur, Ruwe smele en Wilde kamperfoelie.

Op vochtige, relatief laag gelegen plekken groeit de soort in een bostype die het best omschreven kan worden als Vogelkers-Essenbos (*Pruno-Fraxinetum*). Begeleidende soorten zijn hier o.a. Gewone vogelkers, Slanke sleutelbloem, Gele dovenetel, Gulden boterbloem, Moerasstrepzaad en Knikkend nagelkruid.

De Witte rapunzel is een bosplant. De soort heeft echter wel een zekere lichtbehoefte en groeit vaak op relatief lichte plekken, met veel indirect licht, aan bosranden, langs bospaden en beken.

Witte rapunzel is vrij gevoelig voor betreding en verdraagt geen beweiding in het groeiseizoen (Floraweb.de). Te vroeg maaien, voordat de planten bovengronds zijn afgestorven, is eveneens nadelig voor de plant.

2.2 Knikkend nagelkruid

In Nederland is Knikkend nagelkruid (*Geum rivale*) altijd zeldzaam geweest. In Noord-Brabant is ze van oudsher bekend uit slechts twee gebieden: het Ulvenhoutse Voorbos en het Wijboschbroek. Het is onbekend wat de oorzaken zijn voor het zeldzaam blijven van de soort. In tegenstelling tot de zelfbestuiver Geel nagelkruid (*Geum urbanum*) is Knikkend nagelkruid in hoge mate een kruisbestuiver.

Uit buitenlands onderzoek blijkt dat met de hand zelfbestoven bloemen een gering percentage van de bloemen (10%-19%) toch volledige zaadzetting vertoonden (Ruhsam e.a. 2010). Zonder tussenkomst van bestuivers bleek de zaadproductie gering; slechts 3% van de bloemen vertoonden volledige zaadzetting. Knikkend nagelkruid is langlevend en kan zich vegetatief, over kleine afstanden, door middel van korte wortelstokken uitbreiden. De plant vormt geen zaadbank. De gehaakte stijlrest op de vruchtjes, blijft gemakkelijk hangen aan de vacht van dieren. De vruchten/zaden kunnen in de vacht over aanzienlijke afstanden, variërend van

enkele tientallen meters tot een kilometer verspreid worden alvorens ze op de bodem terecht komen (Kiviniemi 1996).



Knikkend nagelkruid in het Wijboschbroek (foto Chris van de Hoven, SBB)

Knikkend nagelkruid komt in Nederland voor in lichte loofbossen of beschaduwde slootkanten waar de bodem zowel lemig als enigszins venig is, in bron- of kwelgebieden of op de overgang van hoger gelegen zandgronden naar laagveen- of kleigebieden (Weeda e.a. 1987). De soort groeit op plaatsen waar de grondwaterstand, ook in de zomer, altijd nabij het maaiveld is en nooit ver wegzakt. In het buitenland staat Knikkend nagelkruid vaak in het volle licht in vochtige tot natte milieus. Zij groeit hier geregeld in extensief benutte, vochtige tot natte graslanden. Knikkend nagelkruid is gevoelig voor betreding en verdraagt intensieve beweiding en (frequent) maaien slecht (Floraweb.de).

Knikkend nagelkruid kan hybridiseren met Geel nagelkruid. Geel nagelkruid komt zeer algemeen voor in Nederland en neemt sterk toe. Geel nagelkruid groeit op meer beschaduwde en drogere plaatsen dan Knikkend nagelkruid. Knikkend nagelkruid bloeit eerder dan Geel nagelkruid, maar er een zekere mate van overlap in de bloeitijden. Zowel Geel nagelkruid als Knikkend nagelkruid kunnen bij handmatige bestuiving zowel pollendonor als moederplant zijn. Bij beide soorten rijpen eerst de stempels en pas later het stuifmeel (protogynie). Door het verschil in bloeitijd blijkt Geel nagelkruid meestal de moederplant en Knikkend nagelkruid de pollendonor te zijn. Als de stempels van Knikkend nagelkruid ontvankelijk zijn is er nog geen stuifmeel van Geel nagelkruid. (Ruhsam et al. 2011).

Veranderingen in grondwaterstand (verdroging) en een toenemende mate van beschaduwing zijn in het voordeel van Geel nagelkruid en in het nadeel van Knikkend nagelkruid. Bij verdroging kan Geel nagelkruid doordringen op plaatsen waar eerst alleen Knikkend nagelkruid voorkwam. De kans op het ontstaan van hybriden neemt daarom bij verdroging toe.

3 Uitgevoerde werkzaamheden

3.1. Actualisatie groeiplaatsen

Gestart is met een actualisatie van de groeiplaatsen van Witte rapunzel en Knikkend nagelkruid. Als basis voor het actualiseren van de groeiplaatsen van Witte rapunzel zijn we uitgegaan van de in het monitoringsrapport van Cools (2010) opgenomen verspreidingskaarten, waarop zowel de verspreiding in 2010 als de historische verspreiding is weergegeven (zie bijlage 1). De nummering van de groeiplaatsen in dit rapport is conform de door Cools gebruikte codering. Om de nog bestaande groeiplaatsen snel te lokaliseren is gebruik gemaakt van lokale kennis. Op 19 mei 2016 is daartoe een gezamenlijk veldbezoek gebracht. Daarbij waren de volgende personen aanwezig: Hans Backx (SBB), Jeroen Stoutjesdijk, Raymond van Breemen, Merlijn Hoftijzer (gemeente Breda), Jacques Rovers, Erik van Dijk (FLORON/KNNV Breda) en Ruud Beringen (FLORON). Door laatstgenoemde zijn bij de latere bezoeken ten behoeve van de handmatige bestuivingen in de periode 29 mei tot en met 4 juni, aansluitend op de bestuivingen nog herbezoeken gebracht aan oude groeiplaatsen en kansrijke locaties.

Per deelgebied is het aantal groeiplaatsen bepaald. Deze zijn als stippen op de kaarten in Bijlage 2 weergegeven. Een vindplaats kan zowel één afzonderlijke plant, als een cluster van dicht bij elkaar groeiende afzonderlijke planten zijn. Per groeiplaats is het aantal bloeiwijzen (aren) geteld op het hoogtepunt van de bloei in de periode 31 mei tot en met 2 juni. Het totale aantal planten, zowel bloeiende, als niet-bloeiende, als jonge planten, is alleen op de kleinere groeiplaatsen te bepalen. Op plekken waar veel planten dicht bij elkaar staan is dit namelijk veel lastiger te bepalen (welke bloeistengels horen bij 1 plant?). Vanuit de wortel van 1 plant kunnen meerdere rozetten groeien, die wel 5 cm uit elkaar kunnen staan (Wheeler et al. 2002). Om de groeiplaatsen zo min mogelijk te verstoren is daarom gekozen voor het tellen van het aantal bloeiwijzen. Deze telwijze is ook bij voorgaande monitoringsronden gebruikt.

De resultaten van de actualisatie zijn gebruikt als basis voor de uitvoering van het onderzoek naar de populatievitaliteit en habitatkwaliteit (zie paragraaf 3.2), het onderzoek naar de zaadzetting (zie paragraaf 3.3) en het onderzoek naar de bodemkwaliteit (zie paragraaf 3.4).

3.2. Onderzoek populatievitaliteit en habitatkwaliteit

Voor het bepalen van de populatievitaliteit op de huidige groeiplaatsen van zowel Witte rapunzel als Knikkend nagelkruid is gekeken naar aspecten als het aantal bloeiende planten, de populatieopbouw (aandeel bloeiende planten, vegetatieve planten en aanwezigheid van kiemplanten), de aanwezigheid van bestuivers en de mate van isolatie (afstand tussen groeiplaatsen en eventuele barrières voor bestuivers).

Voor het bepalen van de habitatkwaliteit op de nog bestaande groeiplaatsen is gekeken naar de mate van verruiging, beschaduwing, aanwezigheid van geschikte kiemplaatsen (dikte

strooisellaag, bodemverstoring etc.) en gevoeligheid voor vernatting. Tevens is gekeken naar kansrijke locaties voor uitbreiding van zowel Witte rapunzel als Knikkend nagelkruid:

- Bij het selecteren van kansrijke locaties voor Witte rapunzel is in het veld gelet op de aanwezigheid van één of meer gidsoorten (soorten als bv Bosanemoon, Echte valeriaan, Slanke sleutelbloem, Gewone salomonszegel, Moerasstrepzaad, Gulden boterbloem, Pinksterbloem, Gele dovenetel en Grote muur die vaak samen met Witte rapunzel voorkomen), de mate van beschaduwing/verruiging en de aanwezigheid van open plekken om te kiemen.
- Bij het selecteren van kansrijke locaties voor Knikkend nagelkruid is gelet op de aanwezigheid van één of meer gidsoorten Slanke sleutelbloem, Moerasstrepzaad, Gulden boterbloem, Pinksterbloem, Gele dovenetel, Gewone dotterbloem, hoogteligging boven NAP en waterpeil.

3.3. Onderzoek zaadzetting

Omdat er geen of onvoldoende informatie beschikbaar was over de zaadzetting op de nog aanwezige groeiplaatsen van Witte rapunzel en Knikkend nagelkruid is hier onderzoek naar uitgevoerd.

Witte rapunzel

Voor het onderzoek naar de zaadzetting is een deel van de planten handmatig bestoven en de rest op natuurlijke wijze (bestuiving door hommels). Door de zaadzetting in de handmatig bestoven planten te vergelijken met de zaadzetting in planten die onder natuurlijke condities zijn bestoven kunnen uitspraken worden gedaan over de vitaliteit van de populatie en of er problemen zijn met de voortplanting.

Tabel 1. Het bestuivingsschema voor handmatige bestuivingen. N-bloeiwijzen is het aantal bloeiwijzen per groeiplaats. (4)-0 Betekend 4 bloeiwijzen aan het begin van de bloeitijd en 0 bloeiwijzen aan het eind van de bloeitijd.

Groeiplaats	N_ bloeiwijzen	Handmatige bestuiving	Natuurlijke bestuiving
2.1	0		
2.3	(4) - 0	alles	bloeiwijzen later verdwenen
3.2	8		alles
3.3	150	Vader (bron stuifmeel)	alles
4.1	(3) - 2	alles	
5.1	(5) - 4		alles
5.2	1		alles
6.1	1		alles
6.2	84	deel	rest

Op basis van de uitkomsten van de actualisatie is een kruisingsschema voor de handmatige bestuiving gemaakt (Tabel 1), dat besproken is met de opdrachtgevers. Begin juni werden er

nog twee groeiplaatsen met 1 plant ontdekt (5.2 en 6.1). Deze planten zijn niet handmatig bestoven.

De grootste groeiplek in het Ulvenhoutse Voorbos (3.3) is gebruikt als leverancier van stuifmeel om de geselecteerde populaties te bestuiven. Binnen deze populatie is gedurende langere tijd stuifmeel te halen (bovendien afkomstig van veel verschillende vaders). Een langere "levering" is gewenst gezien de geconstateerde verschillen in bloeitijd, waardoor de bestuiving over een langere periode moet worden uitgesmeerd. Planten op de meest donkere en vochtige groeiplaatsen kwamen gemiddeld later in bloei dan planten op lichte en droge groeiplaatsen. Het stuifmeel op groeiplaats 3.3 is verzameld aan beide kanten van het pad aan de zuidkant van de groeiplaats, waar de grootste concentratie planten aanwezig is. Om de groeiplaats zo min mogelijk te verstoren is er vanaf het pad stuifmeel verzameld. Voor de bepaling van de natuurlijke zaadzetting in deze populatie zijn bloeiwijzen verzameld van planten die verder van het pad af groeiden en waaruit geen stuifmeel was verzameld.

Op de grote groeiplaats op het landgoed Wolfslaar (6.2) is een deel van de planten handmatig bestoven en het andere deel gebruikt voor het vaststellen van de natuurlijke zaadzetting. Om ook hier de groeiplaats zo min mogelijk te verstoren zijn planten aan de rand van de groeiplaats uitgezocht om handmatig te bestuiven. Van de 5 handmatig bestoven bloeiwijzen kon er uiteindelijk geen één worden geoogst, omdat de bloeiwijzen allemaal geknakt en verdwenen waren. Eén afgeknakte bloeiwijze is nog opgebonden, maar was uiteindelijk op 26 juni ook verdwenen.

Omdat de overige populaties vaak maar uit enkele bloeistengels bestonden (populatie 2.1. bestond zelfs maar uit één vegetatieve plant) is gekozen voor *of* handmatige *of* natuurlijke zaadzetting. Ook in verband met het risico op het verloren gaan van bloeistengels of anderszins verstoren van de groeiplaats. Omdat de bloeiwijzen in aanleg op groeiplaats 2.3 niet tot bloei zijn gekomen, kon van de overige populaties, uiteindelijk alleen groeiplaats 4.1 handmatig bestoven worden. De groeiplaatsen langs de Broekloop (4.1 en 5.1) waren op 31 mei door de hoge waterstanden deels geïundeerd. De laagst groeiende planten hebben hierdoor enige schade ondervonden. Na de inundatie zijn enkele bloeiwijzen verlept en de enige overgebleven bloeiwijze van de laagst groeiende plant op 4.1 heeft door aanslag op de bloeiwijze erg slecht gebloeid. De dagen waarop handmatig bestoven is zijn in tabel 2 weergegeven.

De uitgebloeide bloeiwijzen met de zaden, van zowel wel als niet handmatig bestoven planten, zijn verzameld in de periode 26 juni tot 4 juli. Op dat moment waren de zaden voldoende afgerijpt, maar de poriën in de zaaddozen waren nog niet open. Van elke separaat verzamelde bloeiaar is, na verdere droging, zowel het aantal zaaddozen als het aantal zaden bepaald. Van een aantal bloeiwijzen zijn alle zaden geteld. Het aantal zaden is bij de overige bloeiwijzen berekend door weging van de zaden na opzuiveren (verwijderen bloemresten). Daarbij is gebruik gemaakt van een gemiddeld gewicht van één zaad (0,165 mg).

De zaden zijn per groeiplaats separaat bewaard, om later in het jaar gebruikt te kunnen worden om uit te zaaien.

Tabel 2 Overzicht handmatige bestuivingen.

Datum	Bestoven plant	Opmerkingen
27-5-2016	6.2 plant 1	4.1 en 2.3 nog niet in bloei
29-5-2016	6.2 plant 1	4.1 en 2.3 nog niet in bloei
31-5-2016	6.2 plant 2, 4 bloeiwijzen	6.2 plant 1 bloeiwijze verdwenen
	4.1 bovenste plant	2.3 nog niet in bloei
		4.1 onderste plant onder water
2-6-2016	6.2 plant 2, 4 bloeiwijzen	4.1. bovenste plant geknakt
		2.3 bloeiwijzen verdwenen
4-6-2016	6.2 plant 2, 4 bloeiwijzen	
	4.1 bovenste plant	4.1 bovenste plant, bloeiwijze oogt vitaal, toch maar bestoven
6-6-2016	6.2 plant 2, 4 bloeiwijzen	1 bloeiwijze 6.2 plant 2 geknakt, geknakte bloeiwijze opgebonden
	4.1 bovenste plant	
8-6-2016	6.2 plant 2, 4 bloeiwijzen	4.1 bovenste plant uitgebloeid
	4.1 onderste plant	4.1. onderste plant bloeit slecht, nog onder aanslag van overstroming, 1 bloeiwijze verlept en afgestorven.
10-6-2016	4.1 onderste plant	6.2 plant 2 uitgebloeid, 1 bloeiwijze verdwenen, nog 3 bestoven over
		bij 4.1 onderste plant slechts 3 stempels kunnen bestuiven
26-6-2016	-	6.2 plant 2, 2 bloeiwijzen verdwenen, nog 1 bestoven bloeiwijze over
28-6-2016	-	6.2 plant 2, 1 bloeiwijze verdwenen, geen bestoven bloeiwijzen meer over

Knikkend nagelkruid

Voor het onderzoek naar de zaadsetting van Knikkend nagelkruid zijn op 26 juli zaden verzameld op alle groeiplaatsen. Op dat moment waren de zaden voldoende afgerijpt en mogelijk zelfs ten dele al afgevallen. Van elke plant is, na verdere droging, zowel het gemiddeld aantal zaden per bloeiwijze als het gemiddelde gewicht van de zaden bepaald.

De zaadsetting is vergeleken met die in een tweetal populaties in het Wijboschbroek. Hiertoe zijn op 28 juli 3 bloeiwijzen per groeiplaats verzameld.

De zaden zijn per groeiplaats separaat bewaard, om later in het jaar gebruikt te kunnen worden om uit te zaaien.

3.4. Onderzoek bodemkwaliteit

Het onderzoek naar de bodemkwaliteit is uitgevoerd om te bepalen:

- of de standplaatsen van Witte rapunzel gevoelig zijn voor verzuuring (door een hoge nutriëntenbeschikbaarheid) na het verbeteren van de lichtinval door kap/snoeien van struiken en;
- of verdroging heeft geleid tot uitloging van de toplaag (verminderde basenverzadiging) waardoor wellicht gedacht kan worden over een herstelmaatregel als beleming/bekalking.

Op basis van het standplaatsonderzoek is een opzet gemaakt voor het bodemonderzoek (zie onderstaande tabel). De keuze van deze locaties is in het veld afgestemd met de opdrachtgevers.

Tabel 3 Opzet bodemonderzoek

Groeiplaats		Toelichting keuze
3.3	Laagste deel Acaciadreef waar in 2010 de meeste planten stonden	Bepalen effect vernatting/verhoogde lichtinval op bodemkwaliteit
3.3	Locatie langs Acaciadreef waar nu de meest vitale planten staan	Bepalen referentiebeeld (meest vitale groeiplaats)
3.3	Hoger op langs Acaciadreef, waar nu geen planten staan	Bepalen of bodemkwaliteit geschikt is als uitwijkplaats bij verdere vernatting
2.3 bos	Grote groeiplaats met alleen vegetatieve planten	Bepalen bodemkwaliteit en gevoeligheid voor verruiging bij verbeteren lichtinval door snoeien van struiken
2.3 dreef	Verdwenen groeiplaats langs dreef	Bepalen oorzaak achteruitgang. Is er sprake van een verminderde basenverzadiging dan wel verhoogde nutriëntenbeschikbaarheid.
6.2	Grote groeiplaats landgoed Wolfslaar	Bepalen bodemkwaliteit en gevoeligheid voor verruiging bij verdere verbeteren lichtinval door snoeien van struiken.

In totaal zijn zes locaties bemonsterd. De bemonstering is uitgevoerd met behulp van een steegvuts op 9 augustus 2016, waarbij op elke locatie een tiental stekken zijn genomen. De bemonstering is uitgevoerd door FLORON, waarbij bodemonsters zijn genomen op twee diepten (0-20 en 20-40 cm-mv). De bodemonsters zijn na homogenisatie geanalyseerd op chemische samenstelling (trofiegraad (nutriëntenrijkdom), zuurgraad/buffering) en het organische stofgehalte. Door deze dieptes apart te analyseren kan er bepaald worden of er sprake is van oppervlakkige verzuring of eutrofiering. Ook is een beschrijving van de vegetatie ter plekke gemaakt.

De bodemanalyses zijn uitgevoerd door Onderzoekcentrum B-WARE (zie bijlage 8 voor werkwijze).

4 Resultaten standplaatsonderzoek

4.1 Populatievitaliteit en habitatkwaliteit Witte rapunzel

Resultaat actualisatie

De resultaten van de actualisatie zijn weergegeven in tabel 4. Ter vergelijking zijn hierin ook de resultaten van de monitoringsronde uit 2010 weergegeven. Voor de nummering van de groeiplaatsen is aangesloten op de codering van de gebieden in Cools (2010). Op basis van de actualisatie zijn nieuwe verspreidingskaartjes gemaakt (zie bijlage 2).

Tabel 4 Aantal groeiplaatsen/concentraties van planten (N_grpl) en het aantal getelde bloeiwijzen (N_blw) per groeiplaats in 2010 (Cools 2010) en in 2016 (dit onderzoek). Tevens weergegeven de aantallen bloeiwijzen met rijpe zaden op 28 juni 2016 (N_vr) per groeiplaats en het percentage bloeiwijzen (% over) dat nog resteerde van het aantal bloeiwijzen bij aanvang van de bloei.

Groeiplaats	N_grpl 2010	N_grpl 2016	N_blw 2010	N_blw 2016	N_vr 2016	over (%)
2.1	1	1	1	0	0	
2.2	1	0	12	0	0	
2.3	5	1	163	(4) ¹⁾	0	
3.2	6	4	12	8	8	
3.3	9	15	126	150	118	79%
3.4	1	0	1	0	0	
4.1	1	1	1	3	2	
5.1	0	1	0	5	4	
5.2	0	1	0	1	1	
6.1	3	1	18	1	0	
6.2	4	3	350-400	84	24	28%
Totaal	31	28	684-734	252		

1) De in aanleg aanwezige bloeiwijzen op groeiplaats 2.3 zijn niet tot bloei gekomen

Vergeleken met 2010 is er een lichte achteruitgang in aantal groeiplaatsen van 31 naar 28. De achteruitgang in aantallen getelde bloeiwijzen is echter aanzienlijk. Cools telde in 2010 ca. 700 bloeiwijzen; in 2016 zijn er maximaal ca. 250 bloeiwijzen waargenomen. De sterke achteruitgang in het totaal aantal getelde bloeiwijzen wordt in hoofdzaak veroorzaakt door de achtergang op twee groeiplaatsen: groeiplaats 2.3 (deelgebied 2 oostoever beek ten zuiden van het pad) en groeiplaats 6.2. op landgoed Wolfslaar.

Op groeiplaats 3.3. langs de Acaciadreef werden in 2016 iets meer bloeiwijzen geteld dan in 2010. In deelgebied 5 (omgeving Broekloop), waar in 2010 geen planten werden waargenomen, werden in 2016 wel enkele planten aangetroffen.

Van den Munckhof (2009 en 2010) vond bij zijn tellingen dat er later in het seizoen minder planten geteld werden, doordat de planten door de hoger opgegroeide omringende planten aan het zicht onttrokken werden en doordat er in de loop van het seizoen stengels omknakten. Dit wordt bevestigd door de tellingen in 2016. De bloeiwijzen op de groeiplaats in deelgebied 2.3 waren voordat ze in bloei konden komen al verdwenen. Ter plekke van deelgebied 6.2 (Wolfslaar) waren er van de 84 aanvankelijk getelde bloeiwijzen uiteindelijk in het vruchtstadium op 28 juni nog slechts 24 (28%) over! Op groeiplaats 3.3 langs de Acaciadreef was op 28 juni nog 79% van de bloeiwijzen over.



Topzware Rapunzel plant op groeiplaats 4.1. Links op 19 mei en rechts op 10 juni na omknakken. Onder een plant (groeiplaats 6.2) waarvan na omknakken de bloeiwijze afgevallen/verdwenen is.

De oorzaak van het verdwijnen van bloeiwijzen is niet duidelijk. De indruk bestaat dat op schaduwrijke plekken de bloeistengels te lang worden, waardoor ze topzwaar worden en vervolgens door de wind of door aanraking omknakken en afbreken (zie foto). De bloeiwijzen belanden dan op de grond. Er zijn echter weinig afgevallen bloeiwijzen op de grond waargenomen, maar mogelijk worden deze door slakken verorberd. Een andere mogelijkheid is dat de bloeiwijzen door reeën worden afgevreten of dat wandelaars bloemstengels plukken. Het is wenselijk om dit, bijvoorbeeld middels een cameraval, in 2017 te verifiëren.

Populatievitaliteit

In het Ulvenhoutse Voorbos stonden in de jaren 80 in totaal nog ca. 850 Witte rapunzelplanten en in 2003 nog 250 (Stoutjesdijk in van den Munckhof 2009 en 2010). In 2016 wordt het aantal planten in het Ulvenhoutsche Voorbos en op Wolfslaar samen geschat op ca. 120. Zowel het aantal groeiplaatsen als het aantal planten per groeiplaats neemt gestaag af.

Om een beeld te krijgen van de demografische samenstelling van de groeiplaatsen - dat wil zeggen de verhouding tussen het aantal bloeiende, vegetatieve en kiemplanten - is geprobeerd zowel het aantal bloeiende als niet bloeiende planten (vegetatief en kiemplanten) te tellen. Dit bleek bij de grote groeiplaatsen nagenoeg ondoenlijk. Het grondig afzoeken van een grotere groeiplaats op aanwezigheid van vegetatieve en kiemplanten kan alleen door er doorheen te lopen en brengt verstoring (vertrapping) met zich mee. Dit hebben we om die reden zoveel mogelijk vermeden.

Ook bleek dat het aantal getelde planten in de loop van de bloeitijd sterk kan afnemen. Op 19 mei werden er op groeiplaats 2.3 enkele 10-tallen rozetten en 4 bloeistengels in knop waargenomen. Later in het seizoen werden er geen bloeistengels meer waargenomen en werden er ook steeds minder vegetatieve rozetten geteld.

De verhouding tussen bloeiende en niet-bloeiende planten wordt overigens waarschijnlijk mede bepaald door de lichtomstandigheden. Op de meest beschaduwde groeiplaats (2.3) zijn uiteindelijk geen bloeiwijzen tot ontwikkeling gekomen. Op de lichtste groeiplaats (3.3) stonden, met uitzondering van de strook vlak langs het pad, in verhouding weinig vegetatieve planten.

Ondanks deze beperkingen blijkt dat de meeste groeiplaatsen vooral bestaan uit volwassen bloeiende planten en niet bloeiende rozetten. Alleen ter plekke van groeiplaats 3.3 (Acaciadreef) waren nog relatief veel jonge planten en kiemplanten aanwezig, met name in de lage open vegetatie direct langs het pad. Ook bij groeiplaats 5.1. zijn nog een aantal (5) kiemplanten waargenomen.

De indruk bestaat dat de demografische samenstelling op dit moment scheef is en dat er nog maar weinig verjonging optreedt. Het aantal groeiplaatsen neemt af en er komen geen nieuwe groeiplaatsen meer bij.

Voor het uitblijven van verjonging kunnen meerdere redenen zijn:

1. Slechte bestuiving vanwege onvoldoende bloembezoek door hommels (of andere bestuivers) of een te grote afstand tussen de groeiplaatsen;

2. Slechte zaadzetting. Witte rapunzel is een kruisbestuiver en voor een goede zaadzetting is de aanwezigheid van meerdere genetisch van elkaar verschillende planten binnen een populatie noodzakelijk;
3. Slechte habitatkwaliteit. De omstandigheden voor kieming, vestiging en/of overleving zijn niet optimaal.

Ad 1, Bestuiving

Rapunzels zijn voor een goede zaadzetting afhankelijk van kruisbestuiving. Als de populaties te klein (als vuistregel geldt een minimale omvang van circa 200 planten) en geïsoleerd zijn neemt de kans op succesvolle bestuiving en zaadzetting af (Kolb 2005). Aanwezigheid van hommels is essentieel voor stuifmeeloverdracht tussen de bloeiende planten. Daarom is tijdens het actualiseren van de groeiplaatsen en tijdens het verzamelen van stuifmeel en uitvoering van de handmatige bestuivingen (vroeg in de ochtend) gelet om de aanwezigheid van bezoekende insecten. Er heeft echter geen systematisch onderzoek naar het insecten bezoek op de verschillende groeiplaatsen plaatsgevonden. Het geeft dus slechts een globaal beeld van het insectenbezoek.

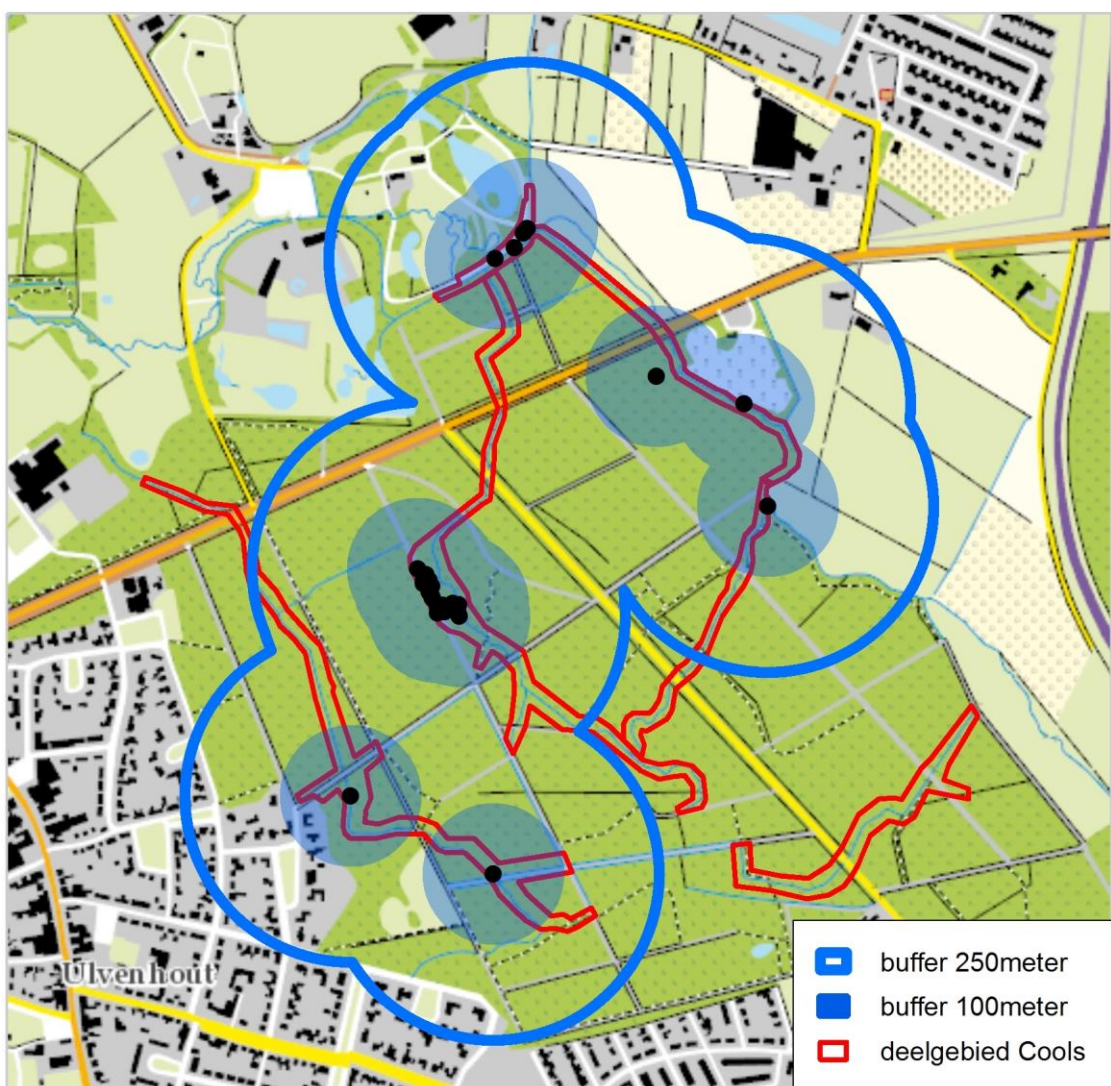
Hommels zijn alleen waargenomen op de groeiplaatsen 3.3, 5.1 en 6.2. Alle bezoekende hommels die met zekerheid op naam gebracht konden worden waren Weidehommels (*Bombus pratorum* L.), waarvan bekend is dat ze op rapunzels vliegen (Knuth 1898). Op de overige groeiplaatsen is tijdens het veldwerk geen activiteit van hommels waargenomen. Veruit de meeste activiteit van hommels op Witte rapunzels werd waargenomen in het zuidelijk deel van groeiplaats 3.3. Ook buiten de bloeitijd van de Witte rapunzels zijn er op deze groeiplaats veel bloeiende planten van andere soorten aanwezig, zoals Kale jonker, Valeriaan, Dauwbraam, Brunel en Witte klaver, wat gunstig is voor de instandhouding van een hommelpopulatie.

Naast hommels zijn er ook mieren in de bloeiwijzen waargenomen (groeiplaats 3.3). Op de grotere groeiplaatsen 3.3 en 6.2 werden daarnaast geregeld meerdere adulten van de kniptor *Agriotes pallidulus* (determinatie E. Colijn, Naturalis-EIS) aangetroffen op de bloeiwijzen. De adulten leven van pollen en nectar. Of deze kevertjes schadelijk zijn is niet bekend. De bijdrage van de mieren en kniptorren aan de (kruis)bestuiving is naar verwachting zeer gering.



Weidehommel en mieren op Witte rapunzel langs Acaciadreef.

Om te bepalen of er tussen de planten op de verschillende groeiplaatsen nog uitwisseling van stuifmeel plaats kan vinden is op het verspreidingskaartje in figuur 1 de vliegafstand van hommels weergegeven. De vliegafstand die hommels tussen twee bezochte aren afleggen is mede afhankelijk van dichtheid bloeiaren per m². In de meeste gevallen wordt een van de aren van directe buurplanten bezocht. Incidenteel zullen ze echter grotere afstanden afleggen. De actieradius van een hommels op 1 dag is ongeveer 100 meter. Over meerdere dagen bedraagt de vliegafstand van hommels maximaal ongeveer 250 meter (Kwak et al. 1998). Bij onderzoek is ook vastgesteld dat individuele Rapunzel planten die op meer dan 90-100 meter afstand van grotere groeiplaatsen groeien geen zaden produceren (Wheeler & Hutchings 2002, Kolb 2005).



Figuur 1 Huidige groeiplaatsen Witte rapunzel en bestuivingsactieradius van hommels.

Uitgaande van een vliegafstand van 100 meter bestaat de totale Rapunzelpopulatie in Ulvenhout/Wolfslaar uit 5 geïsoleerde deelpopulaties. De drie kleine groeiplaatsen langs de Broekloop zijn grensgevallen en liggen net iets meer dan 100 meter uit elkaar. Uitgaande van de meerdaagse vliegafstand van maximaal 250 meter zouden de verschillende groeiplaatsen

nog wel één populatie vormen. Dit zou echter alleen zo zijn als er voldoende corridors, in de vorm van open, zonnige, bloemrijke stroken, aanwezig zijn waarlangs Hommels zich kunnen verplaatsen. In werkelijkheid zijn met name de populaties langs de Broekloop niet door dergelijke corridors met de overige groeiplaatsen in het Ulvenhoutse Voorbos verbonden. De kans dat er dus nog stuifmeeluitwisseling, en daarmee af en toe uitwisseling van genetische variatie, plaatsvindt tussen deze vijf geïsoleerde deelpopulaties is klein.

Als vuistregel geldt dat voor een levensvatbare populatie de populatieomvang uit ten minste 200 bloeiende planten moet bestaan (Oostermeijer, 1998). In 2016 zijn in totaal in het Ulvenhoutse Voorbos en Wolfslaar ca. 250 bloeiwijzen waargenomen, verdeeld over vijf deelpopulaties. Aangezien de meeste planten meerdere bloeiwijzen hebben ligt het aantal planten binnen de deelpopulaties inmiddels (ver) onder deze kritische grens.

Ad 2. Zaadzetting

Voor de bepaling van de zaadzetting zijn op alle groeiplaatsen met vruchtzetting complete bloeiwijzen met zaden verzameld. In totaal zijn 18 planten/bloeiwijzen bemonsterd. De vroeg bloeiende planten zijn op 26-6-2016 bemonsterd, de laat bloeiende planten op 4-7-2016. De planten met intermediaire bloeitijden zijn op 28-6-2016 bemonsterd. De resultaten van het onderzoek naar de zaadzetting zijn weergegeven in tabel 5 en Bijlage 3.

*Tabel 5 De zaadzetting bij 18 bemonsterde planten. N=: aantal bemonsterde bloeiwijzen, **Pop.omvang:** omvang van de groeiplaats, **Best.:** bestuiving spontaan of handmatig, **Bloeitijd:** vroeg (1), intermediair (2) of laat (3) bloeiend, **N_doosvr.:** aantal goed ontwikkelde doosvruchten per bloeiwijze, **N_zaden:** aantal zaden per bloeiwijze, **Zaadgew./aar:** totaal gewicht zaden per bloeiwijze, **N_Zaden/doosvr.:** berekend aantal zaden per doosvrucht.*

Groeiplaats	N	Pop. omvang	Best.	Bloei-tijd	N_doosvr.	N_zaden	N_Zaden /doosvr.
3.2	2	(groot)	spont	2	40,5	475	11,5
3.3	5	groot	spont	1	63,4	1771	27,4
4.1	2	klein	hand	3	7,5	40	5,3
5.1	3	klein	spont	3	16,0	324	18,2
5.2	1	klein	spont	3	15,0	202	13,5
6.2	5	groot	spont	2	34,8	786	22,6

Het aantal zaden per doosvrucht ligt tussen de 5,1 en 37,1, met een gemiddelde van 18,9. Dit komt goed overeen met waarden die gevonden zijn bij planten uit het zuiden van Engeland, waar het gemiddelde aantal zaden per doosvrucht 17,5 bedraagt (3,8-37,2) (Wheeler & Hutchings 2002). Ook het zaadgewicht (0,165 mg) komt goed overeen met die uit de literatuur. Bij planten uit het zuiden van Engeland lag het zaadgewicht tussen 0,138 en 0,150 mg (Wheeler & Hutchings 2002). Voor Duitsland wordt een gewicht van 0,2 mg opgegeven (Floraweb.de).

Er zijn verschillen tussen de verschillende groeiplaatsen. Bij de spontaan bestoven groeiplaatsen is er een duidelijke relatie met de omvang. De planten uit de grotere populaties 3.2, 3.3. en 6.2. vormen meer goed ontwikkelde doosvruchten per bloeiwijze en meer zaden per doosvrucht dan de planten op de kleinere groeiplaatsen. De gemiddeld vroeger bloeiende planten op groeiplaats 3.3 scoren op al deze punten weer hoger dan de gemiddeld later

bloeiende planten op de meer beschaduwde groeiplaatsen 3.2 en 6.2. Ook Wheeler & Hutchings (2002) vermelden dat bij planten die tijdens het midden van de bloeiperiode bloeien het aantal zaden per doosvrucht het hoogst is.

De doosvruchten bij de vroegbloeiende planten op groeiplaats 3.3 waren bovendien tot bovenin goed ontwikkeld. Bij relatief laatbloeiende planten op groeiplaats 4.1 en 5 waren de doosvruchten bovenin de bloeiwijze daarentegen slecht ontwikkeld en bevatten geen zaden. In de bloeiwijze komen de afzonderlijke bloemen van beneden naar boven in bloei. De bloemen van Witte rapunzel zijn proteandrisch d.w.z. eerst rijpen de meeldraden en pas later worden de stempels ontvankelijk voor stuifmeel. Aan het eind van de bloeiperiode ontstaat er dus voor de laatst bloeiende planten een stuifmeel tekort, wat tot uiting komt in de slecht ontwikkelde bovenste zaaddozen van de laat bloeiende planten.

Wat verder opviel is dat de gemiddelde lengte van de bloeiwijzen bij de bemonsterde planten op groeiplaats 3.3 meer dan 1 cm langer is dan die op de overige groeiplaatsen. Omdat de lengte van de bloeiwijze positief gecorreleerd is met de leeftijd van de plant (Wheeler & Hutchings 2002) hangt dit mogelijk samen met de leeftijd van de planten.

Hoewel op de kleine groeiplaats 5.1. het aantal goed ontwikkelde doosvruchten per bloeiwijze en het aantal zaden per bloeiwijze relatief laag liggen, duidt de aanwezigheid van kiemplanten er op dat deze kleine populatie zich nog wel kan voortplanten. Dit hangt waarschijnlijk samen met de goede kiemingsomstandigheden ter plekke. Op deze groeiplaats op het talud van de Broekloop is onbegroeide, open grond aanwezig, hetgeen goede kiemingsomstandigheden zijn voor Witte rapunzel verschaft (Kolb & Barsch 2010).

Doordat er uiteindelijk maar erg weinig handmatig bestoven bloeiwijzen rijpe zaden hebben gevormd, hebben we het effect van handmatige bestuiving niet kunnen bepalen. Omdat van de 2 overgebleven handmatig bestoven bloeiwijzen op groeiplaats 4.1 er één geknakt (maar wel in leven gebleven) was en de ander als gevolg van inundatie eind mei bedekt was met een sliblaag is het resultaat niet representatief. De ontwikkeling van deze bloeiwijzen is door deze gebeurtenissen namelijk waarschijnlijk negatief beïnvloed.

Ad 3. Habitatkwaliteit (en knelpunten)

Voor het bepalen van de habitatkwaliteit op de nog bestaande groeiplaatsen is gekeken naar de mate van verruiging, beschaduwning, aanwezigheid van geschikte kiemplaatsen (dikte strooisellaag, bodemverstoring etc.) en gevoeligheid voor vernatting. In bijlage 4 is per groeiplaats een beschrijving van de habitatkwaliteit weergegeven.

De gesignaleerde factoren (knelpunten) die nadelig zijn voor de levenscyclus van Witte rapunzel zijn hieronder samengevat:

- Verruiging/ te hoge voedselrijkdom

Op veel groeiplaatsen (en voormalige groeiplaatsen) is sprake van verruiging, door o.a. Bramen, Zevenblad, Grote brandnetel en Moeraszegge. De verruiging wordt veroorzaakt doordat de groeiplaatsen te voedselrijk zijn geworden (zie ook paragraaf 4.3). Langs de Acaciadreef is de verruiging met hoog opgaande grassen en zeggen waarschijnlijk mede het

gevolg van de toegenomen lichtinval na het grotendeels afsterven van de Essen door het opzetten van het waterpeil.

- Te sterke beschaduwing

Op veel groeiplaatsen is het te donker. Voor een succesvolle ontwikkeling van kiemplanten is licht nodig. Op donkere groeiplaatsen komen planten bovendien niet of minder uitbundig en later tot bloei en is er relatief weinig activiteit van bestuivers.

- Te dikke strooisellagen/weinig open grond

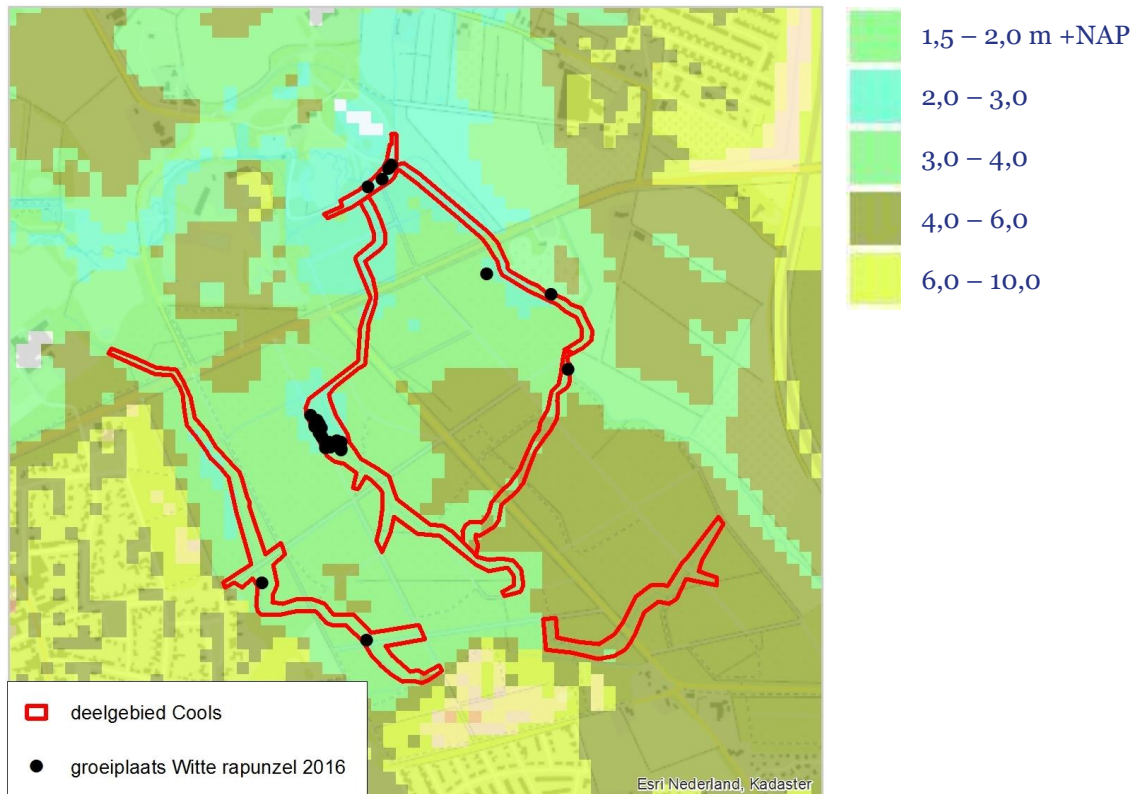
Kiemplanten vestigen zich vooral op kale grond en in mindere mate tussen het mos of op bodems met een dunne strooisellaag. Op plekken met een dikke strooisellaag kunnen zich geen kiemplanten ontwikkelen. Op sommige huidige groeiplaatsen zoals 4.1 en in deelgebieden waar de soort vroeger voorkwam, zoals het zuidelijk deel van deelgebied 5, deelgebied 2.2 en deelgebied 1, is er plaatselijk een te dikke strooisellaag met slecht verterend blad van Zomereik, Amerikaanse eik en/of Beuk. Geschikte, strooiselvrije kiemplekken zijn hier alleen te vinden op molshopen, hellende oppervlakken als beekoevers en greppelranden of vlak langs de paden. In de deelgebieden waar nu nog de meeste planten staan (2.3, 3.3, 3.2 en 6) staan overwegend bomen met goed verterend strooisel en is de strooisellaag veel dunner of afwezig.

De indruk bestaat dat de Witte rapunzel zowel vroeger als tegenwoordig zowel op plekken met een vrij hoge grondwaterstand kan groeien als op plekken waar in de zomer het grondwater vrij diep kan weg zakken. Alleen plekken met in het groeiseizoen hoge grondwaterstanden tot in de wortelzone worden gemeden. De planten ontwikkelen zich vroeg in het seizoen. Tijdens de maanden met de hoogste vochttekorten in de bovengrond (juli en augustus) hebben de planten hun jaarcyclus al grotendeels voltooid. De adulte planten zijn dan bovengronds grotendeels afgestorven. Op deze manier overbruggen ze een droge periode.

Opvallend is dat langs de Acaciadreef de rijkste groeiplaats ligt op het relatief hoger (en droger!) gelegen deel aan de zuidkant, daar waar de Essenrij overgaat in een Eikenrij. In het lager gelegen deel is door de combinatie van veel licht en een goede vochtvoorziening de concurrentie van hoog opgaande grassen, ruigtekruiden en zeggen momenteel (te) groot.

Hoge grondwaterstanden en incidentele overstromingen kunnen, al dan niet indirect, van invloed zijn op de standplaats. Hoge grondwaterstanden in de wintermaanden en incidentele overstromingen buiten het groeiseizoen zorgen voor de aanvoer van basen, waardoor de bodem niet of minder snel verzuurt. Inundatie van de groeiplaats tijdens het groeiseizoen dient echter vermeden te worden. In een met water verzadigde bodem sterven de planten binnen enkele weken af (Wheeler & Hutchings 2002).

In figuur 2 zijn de actuele groeiplaatsen weergegeven op de hoogtkaart. Hieruit blijkt dat het merendeel van de huidige groeiplaatsen in de laagste gelegen delen van het gebied liggen. De achteruitgang is het sterkst op de hogere delen.



Figuur 2. Ligging actuele groeiplaatsen in relatie tot hoogteligging.

4.2 Populatievitaliteit en habitatkwaliteit Knikkend nagelkruid

Resultaat actualisatie

In totaal zijn er in het Ulvenhoutse Voorbos in 2016 nog 5 groeiplaatsen aangetroffen (zie bijlage 5). Eén groeiplaats in de oostelijke berm van de Acaciadreef (2 bloeistengels), drie in de westelijke berm (3, 5 en 5 bloeistengels) en een grotere groeiplaats (15 bloeistengels) in het bos ten oosten van de Acaciadreef.

In het meetnet van de provincie Noord-Brabant is de kleine groeiplaats in de oostelijke berm na 2013 niet meer waargenomen. In de westelijke berm is de soort in de jaren 2013 en 2015 volgens het meetnet min of meer stabiel gebleven (Tansley-schatting Occasional).

Alle groeiplaatsen liggen dicht bij elkaar op hooguit enkele tientallen meters afstand van elkaar. Knikkend nagelkruid breidt zich vegetatief uit. Het is goed mogelijk dat alle planten op een groeiplaats tot één en hetzelfde individu behoren. In dat geval zouden er nog maximaal 5 genetisch verschillende planten kunnen groeien.

Hoewel het aantal groeiplaatsen nagenoeg stabiel lijkt te zijn, zijn de aantallen bloeistengels van Knikkend nagelkruid vergeleken met de aantallen in 2009, met name in de noordoostelijke berm, sterk achteruitgegaan. In 2009 vond van den Munckhof (2010 a) in totaal nog 173 bloeistengels in de bermen van de Acaciadreef; in 2016 waren er nog slechts 15 over. De afnemende bloei is een indicatie dat de vitaliteit van de planten is afgenomen. Alleen de groeiplaats in het bos oogde in 2016 vitaal en bloeide rijk. Er zijn geen oppervlakte schattingen of bedekkingen bekend van de groeiplaatsen. Of de oppervlakte van de groeiplaatsen toe- of afneemt is niet bekend.

Tabel 6. De aantallen bloeiwijzen langs de Acaciadreef in 2009 en 2016.

Groeiplaats	2009	2016
zuidwest berm	48	13
noordoost berm	125	2

Populatievitaliteit

Knikkend nagelkruid is voor een goede zaadzetting afhankelijk van kruisbestuiving. Als de populaties te klein worden neemt de kans op succesvolle bestuiving en zaadzetting af. Informatie over bloembezoek op het Knikkend nagelkruid is er in 2016 niet systematisch verzameld. Ten tijde van de veldbezoeken voor de Witte rapunzel waren de planten al grotendeels uitgebloeid. De planten groeien binnen afstanden van 100 meter van elkaar, zodat uitwisseling van stuifmeel door hommels, mede door de zonnige ligging van de groeiplaatsen, geen probleem hoeft te zijn. Tijdens het veldwerk voor de Witte rapunzel is er langs de Acaciadreef veel activiteit van weidehommels waargenomen.

De resultaten van het onderzoek naar de zaadzetting zijn weergegeven in tabel 7. In totaal zijn er in het Ulvenhoutse Voorbos 17 uitgebloeide bloemen met vruchten verzameld. In het Wijboschbroek zijn op twee ver uit elkaar gelegen groeiplaatsen 2x3 vruchthoofdjes verzameld.

Tabel 7: Resultaten onderzoek zaadzetting Knikkend nagelkruid.

Locatie	N_ bloemen verzameld	Gemiddeld zaadgewicht (mg)	Gemiddeld aantal zaden per bloem
Wijbosch1	3	1,21	86
Wijbosch2	3	1,24	53
Ulvenhout west noord	2	1,10	46
Ulvenhout west midden	1	0,70	13
Ulvenhout west zuid	3	0,82	78
Ulvenhout oost noord	2	0,60	18
Ulvenhout bos	7	1,17	69
Ulvenhout oost zuid	2	0,89	39

De gevonden waarden voor vruchtgewicht zijn vergeleken met die in de literatuur. Ruhsam et al.(2010) vonden een gemiddeld gewichten van 0.98-1.19 mg bij kruisbestoven bloemen. Voor Duitsland wordt een gemiddeld vruchtgewicht van 1,4 mg (1,3-1,7 mg) opgegeven (Floraweb.de).

Het berekende gemiddelde vruchtgewicht op de groeiplaatsen langs de dreef in het Ulvenhoutse Voorbos (0,6-0,9 mg) is vrij laag ten opzichte van de in de literatuur opgegeven

waarden. De lage gemiddelden zijn in overeenstemming met de waarneming dat veel vruchtjes in de verzamelde bloeiwijzen plat en waarschijnlijk loos zijn. De hoogste vruchtgewichten werden gevonden op de groeiplaatsen in het Wijboschbroek (1,21-1,24 mg). Ook de planten op de grotere groeiplaats in het bos ten oosten van de Acaciadreef hebben een gemiddeld hoger vrucht gewicht (1,17 mg) en een relatief hoog aantal vruchten per bloem ten opzichte van de groeiplaatsen direct langs het pad.

De geconstateerde slechte vruchtzetting bij de planten langs het pad, waarvoor er ogenschijnlijk geen belemmeringen voor de bestuivers zijn, kunnen er op duiden dat er in hoge mate genetisch identieke exemplaren aanwezig zijn. Nader genetisch onderzoek zou hierin opheldering kunnen geven. De slechte huidige bloei en zaadzetting kan echter ook samenhangen met veranderingen in de habitatkwaliteit.

Langs de Acaciadreef groeit ook Geel nagelkruid. Er bestaat daarmee een risico op de vorming van kruisingen tussen beide soorten.

Habitatkwaliteit (en knelpunten)

De planten in de bermen van de Acaciadreef staan in de verdrukking en dreigen te worden overgroeid door de omringende vegetatie (verruiging). Waarschijnlijk hebben de planten ook te lijden van het maaibeheer, waarbij de bermen van de dreef worden gemaaid. De aanwezige grassen en zeggen (o.a. Gladde witbol, Rietgras, Riet en Moeraszegge) zijn hier veel beter tegen bestand. Sommige groeiplaatsen konden na de bloei begin juni nog maar met moeite terug gevonden worden. Tijdens het veldwerk zijn de groeiplaatsen daarom vrijgesteld door de grassen en de in de bloeistengels klimmende Haagwinde te verwijderen.



Groeiplaats van Knikkend nagelkruid in de (gemaaide) westelijke berm van de Acaciadreef. De wortelbladen zijn bijna niet meer te zien en worden overgroeid door Zachte witbol, Dauwbraam, Grote brandnetel en Haagwinde.



Vitale groeiplaats van Knikkend nagelkruid in het bos ten oosten van de Acaciadreef.

4.3 Bodemkwaliteit

Het onderzoek naar de bodemkwaliteit is uitgevoerd om te bepalen of de standplaatsen van Witte rapunzel (en indirect ook Knikkend nagelkruid) gevoelig zijn voor verruiging (door een hoge nutriëntenbeschikbaarheid) en of verdroging heeft geleid tot uitloging van de toplaag (verminderde basenverzadiging). Hiertoe zijn op zes locaties grondmonsters genomen. De locatie van de monsterpunten is weergegeven in bijlage 6. Bijlage 7 bevat een beschrijving van de vegetatie op deze monsterpunten en bijlage 9 de resultaten van de bodemanalyses.

Vanwege het feit dat planten wortelen in een bepaald bodemvolume en niet in een bepaalde bodemmassa zijn de analyseparameters voor beschikbaarheid van elementen voor planten uitgedrukt per liter verse bodem. Opgemerkt wordt dat het onderzoek is uitgevoerd op een zeer beperkte set grondmonsters, het geeft derhalve niet meer dan een eerste indruk van de bodemkwaliteit ter plekke van voormalige en nog bestaande groeiplaatsen.

Algemene bodemcondities

De bemonsterde locaties betreffen lemige zandbodems. Er zijn geen grote verschillen in chemische samenstelling tussen de twee bemonsterde diepten (0-20 cm en 20-40 cm). Uit

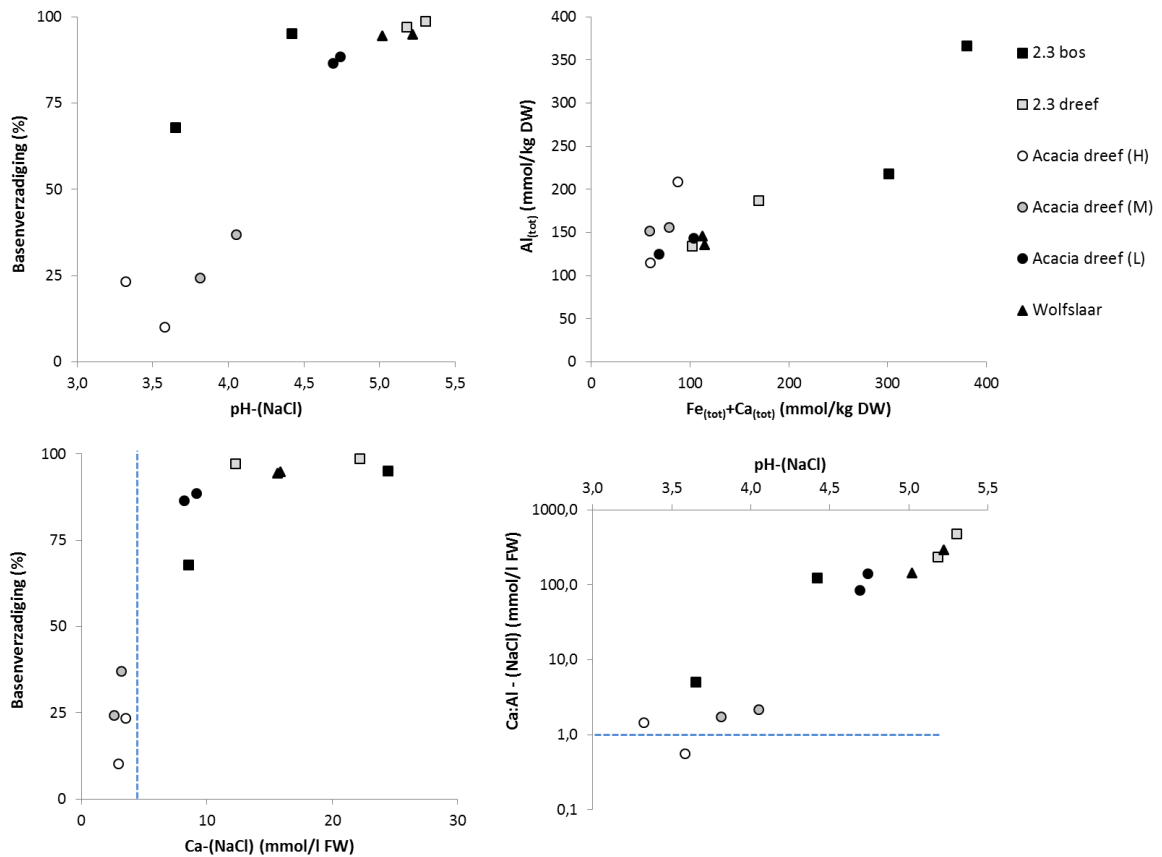
veldobservaties tijdens het nemen van de grondmonsters bleek dat de bodems langs de bemonsterde dreven een sterk geroerde indruk maakten (wat te verwachten was).

Zuurgraad en buffercapaciteit

De buffercapaciteit van de bodem geeft de mate aan waarin een bodem in staat is te compenseren voor veranderingen in zuurconcentraties. De buffering van de bodem daalt over het algemeen sterk bij totaal-calciumconcentraties lager dan 20 mmol/l verse bodem. Bodems met een totaal calciumconcentratie kleiner dan 10-15 mmol/l en/of een concentratie uitwisselbaar calcium kleiner dan 4 mmol/l zijn over het algemeen slecht gebufferd.

Uit de bodem analyses blijkt dat de buffercapaciteit een goede correlatie vertoont met de uitwisselbaar calciumconcentratie en de bodem pH (zie figuur 3). De voormalige (2.3 dreef) en nog bestaande locaties (2.3 bos en Wolfslaar) betreffen goed gebufferde bodems (basenverzadiging > 70%) met een bodem pH (NaCl) boven de 4.

Langs de Acaciadreef is een gradiënt aanwezig in de zuurgraad en de basenverzadiging van de bodem. Het laagst gelegen bemonsteringspunt (Acaciadreef laag) is goed gebufferd (basenverzadiging ca. 90%). De basenverzadiging en pH-waarde van de bodem nemen af naarmate het bemonsteringspunt hoger is gelegen. Het "hoogste" bemonsteringspunt (Acaciadreef hoog) is slecht gebufferd (basenverzadiging 10-20%) en heeft een bodem pH (NaCl) van 3,3-3,6. Dit is ook het enige monsterpunt waar schrale soorten als Pilzegge, Hengel en Gewoon struisgras groeien. Het monster dat is genomen op de grootste groeiplaats (3.3) van Witte rapunzels (Acaciadreef midden) zit hier wat buffercapaciteit (basenverzadiging 24-37) en bodem pH (3,8-4,1) tussenin. In overeenstemming hiermee is de lage uitwisselbare calciumconcentratie (< 4 mmol/l, de blauwe stippenlijn in figuur 3) ter plekke van de locaties Acaciadreef midden en Acaciadreef hoog. De bodems zitten op deze twee locaties dicht tegen of zelfs over de aluminium : calcium ratio grens van 1 (blauwe stippenlijn in figuur 3) aan. Het geeft aan dat de basische kationen (Ca^{2+} , Mg^{2+}), die zorgen voor de buffering van de bodem, grotendeels zijn vervangen door zuurionen of aluminium (H^+ en Al^{3+}). Hoge aluminiumconcentraties zijn echter toxisch voor veel planten. Onder een aluminium : calcium ratio van 1 ontstaat er een grote kans op de aanwezigheid van aluminiumtoxiciteit (o.a., Cronan & Grigal 1994).



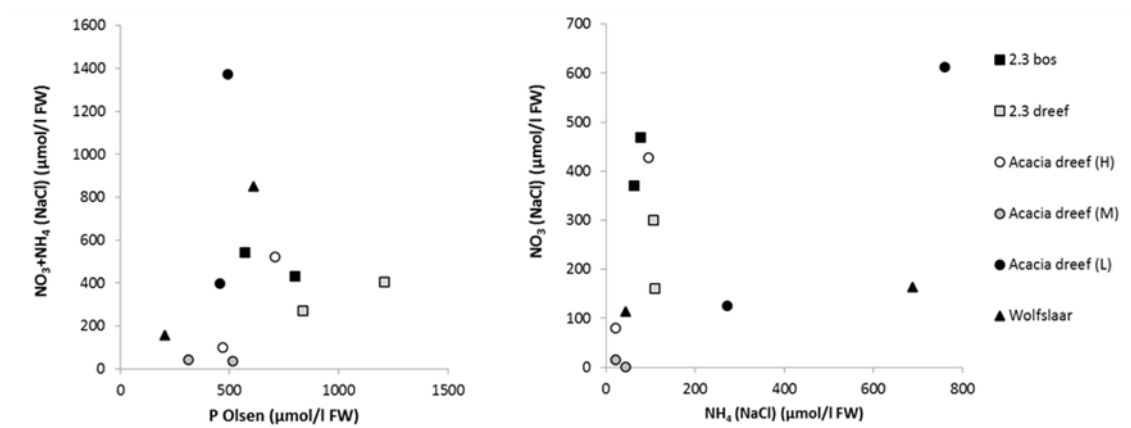
Figuur 3. Resultaten onderzoek buffercapaciteit en zuurgraad.

Linksboven: bodem pH uitgezet tegen de basenverzadiging; Rechtsboven: som van de totale ijzer- en totale calciumconcentratie uitgezet tegen de totale aluminiumconcentratie; Linksonder: beschikbare calciumconcentratie uitgezet tegen de basenverzadiging; Rechtsonder: bodem pH uitgezet tegen de ratio van calcium : aluminium.

Nutriëntenrijkdom

Over het algemeen hebben de onderzochte bodems een relatief hoge nutriëntenbeschikbaarheid. De locatie (Acaciadreef midden) met de grootste populatie Witte rapunzels onderscheidt zich van de andere onderzochte locaties (figuur 4) door een lagere fosforbeschikbaarheid en lagere stikstofbeschikbaarheid.

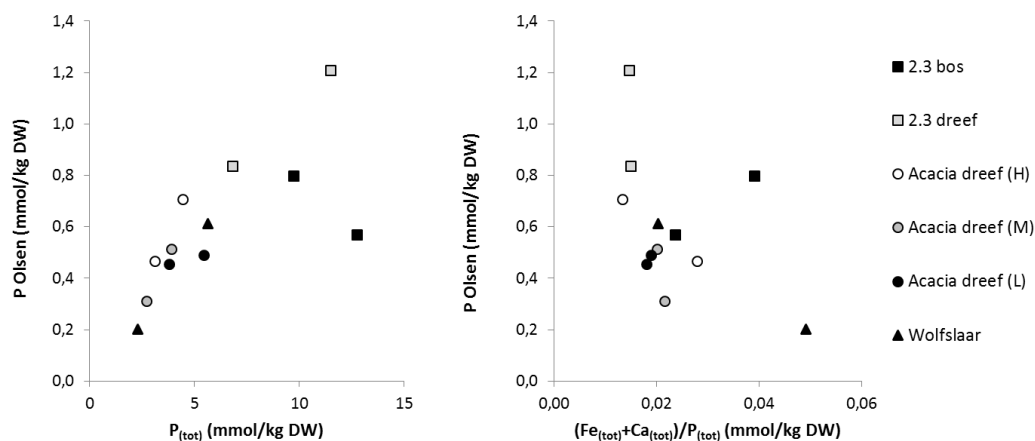
Uit onderzoek aan de bodemcondities van populaties van de Zwartblauwe rapunzel (Dijkhuis et al, 2014) is reeds gebleken dat deze ondersoort goed gedijt onder niet te nutriëntarme condities, een lichte aanrijking van nutriënten hoeft dus geen probleem te zijn. Waarschijnlijk geldt dit ook voor de ondersoort Witte rapunzel. De bodems moeten dus niet te voedselarm zijn maar ook niet zo rijk aan nutriënten zijn dat ruigte soorten de overhand nemen.



Figuur 4 Resultaat onderzoek nutriëntenrijkdom.

Links: beschikbare fosforconcentratie (Olsen-P) uitgezet tegen de totaal beschikbare stikstofconcentratie (som van ammonium en nitraat); Rechts: beschikbare ammoniumconcentratie uitgezet tegen de beschikbare nitraatconcentratie.

Een van de belangrijkste indicatoren voor (kans op) verzuuring is de beschikbaarheid van fosfaat in de bodem. De beschikbaarheid van fosfor (Olsen-P) varieert op de onderzochte locaties van 0,2 tot 1,2 mmol/l (zie figuur 5, linker plaatje) en is gecorreleerd aan de totale fosforconcentratie (P-totaal) van de bodem.



Figuur 5 Correlatie tussen de totaal fosforconcentratie en de Olsen-P concentratie (links) van de bodems en de correlatie tussen de (totaal ijzer- + totaal calciumconcentratie) / totaal fosforconcentratie met de Olsen-P concentratie (rechts) van de bodems.

De variërende beschikbaarheid van fosfor kan duiden op variaties in bodemchemische omstandigheden en/of historisch grondgebruik. De beschikbare fosforconcentratie wordt namelijk niet alleen bepaald door de totaal-P concentratie van de bodem. Het fosfor kan aan ijzer gebonden zijn in de bodem, maar ook aan calcium of aluminium. Fosfor wordt in bodems zeer effectief geïmmobiliseerd door adsorptie aan ijzer(hydr)oxiden en door de vorming van ijzerfosfaat zouten zoals $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$ (onder zuurstofloze condities) en FePO_4 (onder zuurstofrijke condities). Voor de P-immobiliserende werking van calcium is de vorming van relatief slecht oplosbare calciumfosfaat complexen verantwoordelijk. Dit calcium gebonden-P is meestal slecht oplosbaar en komt slechts zeer langzaam vrij door verweringsprocessen. Ook klei en leem zijn sterke P-bindende. De calcium-, aluminium en ijzerconcentraties in de bodem kunnen de beschikbaarheid van fosfaat dus beïnvloeden. In het rechter plaatje van figuur 5 is

de beschikbare fosfor concentratie (Olsen-P) uitgezet tegen de ratio tussen de totaal ijzer+calcium concentratie en de totale fosfor concentratie (Fe(tot)+Ca(tot)/P(tot)). Hieruit blijkt dat in bodemlagen met hogere ijzer- en calciumconcentraties de fosforbeschikbaarheid lager is.

Ook de beschikbare stikstofconcentratie (nitraat en ammonium) varieert sterk. Hoge beschikbare ammoniumconcentratie (> 500 µmol/l) kunnen leiden tot toxiciteit bij planten (dergelijke concentraties zijn binnen het huidige onderzoek aangetroffen bij Wolfslaar en ter plekke van het lage deel van de Acaciadreef). Hoge beschikbare nitraatconcentraties in de bodem zijn minder toxisch voor planten maar kunnen wel leiden tot verruiging met bijvoorbeeld Braam en Brandnetel. De locatie met de grootste populatie Witte rapunzels kenmerkt zich door de laagste nitraat- (< 15 µmol/l) en ammoniumbeschikbaarheid (< 43 µmol/l) in de bodem. Bij de ondersoort Zwartblauwe rapunzel ligt de grens voor beschikbaar stikstof ongeveer op 300 µmol NO₃+NH₄/l. Als dit ook voor de ondersoort Witte rapunzel geldt dan liggen veel monsterpunten in het Ulvenhoutse Voorbos al (ver) boven deze grenswaarde.

4.4 Veranderingen in de vegetatiesamenstelling

Binnen het Ulvenhoutse Voorbos ligt een meetnetroute (route no. 50204) met 37 secties (trajecten) van het flora-meetnet van de Provincie Noord Brabant. Deze trajecten liggen verspreid door het Ulvenhoutse Voorbos en zijn, met uitzondering van het jaar 2009, vanaf 1995 om het jaar bezocht. De abundantie van de aangetroffen soorten is vastgelegd met een Tansley-schatting. Het aantal secties waarbinnen enkele bossoorten en kwelindicatoren in de periode 1995-2015 zijn aangetroffen is weergegeven in tabel 8. Het meetnet geeft een beeld van het veranderingen in de vegetatiesamenstelling.

Tabel 8. Het aantal secties van het provinciaal meetnet waarbinnen enkele bossoorten en kwelindicatoren binnen het Ulvenhoutse Voorbos zijn aangetroffen in de periode 1995-2015.

	1995	1997	1999	2001	2003	2005	2007	2011	2013	2015
Boskortsteel	5	3	3	4	4	4	3	4	4	3
Dotterbloem	12	12	11	10	9	8	4	6	6	4
Moerasstreepzaad	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
Knikkend nagelkruid	2	2	2	2	1	2	3	4	3	1
Geel nagelkruid	0	1	1	3	3	6	4	9	6	6
Waterviolier	6	3	2	3	3	0	0	3	4	3
Gele dovenetel	2	1	1	1	1	1	2	2	1	0
Eenbes	6	4	3	3	2	2	2	2	2	0
Witte rapunzel	11	6	10	9	5	4	5	3	6	5
Slanke sleutelbloem	3	2	1	2	1	2	2	1	2	1
Gulden boterbloem	1	3	2	1	2	2	1	1	2	0

Binnen de looproute worden de meeste bossoorten in steeds minder secties aangetroffen. Witte Rapunzel werd in 1995 nog in 11 secties waargenomen; in 2015 nog maar in 5. Na 2001 is de soort niet meer in deelgebied 1 en na 2005 niet meer in deelgebied 4 waargenomen. Alle secties waarin Knikkend nagelkruid is aangetroffen liggen in deelgebied 3.3 (Acaciadreef en aangrenzend moerasbos). Na een aanvankelijke toename in presentie, met 2011 als topjaar (4 secties), is de soort daarna in steeds minder secties waargenomen. Mogelijk is de aanvankelijke toename het gevolg van de vernattingsmaatregelen. De recente afname zou het gevolg kunnen zijn van de toegenomen concurrentie van hoog opgaande grassen, die profiteren van de verbeterde lichtomstandigheden door het afsterven van de bomen.

Enkele in het Ulvenhoutse Voorbos minder algemene bossoorten als Eenbes (*Paris quadrifolia*), Gele dovenetel (*Lamiastrum galeobdolon*) en Gulden boterbloem (*Ranunculus auricomus*) zijn in 2015 niet meer binnen de meetnetroute aangetroffen. Eén van de weinige bossoorten die in presentie is toegenomen is Geel nagelkruid. Deze soort werd voor het eerst in 1997 waargenomen (1 sectie).

Verder valt op dat kwelindicatoren als Dotterbloem en Waterviolier binnen de periode 1995-2007 in presentie afnemen. Dit wijst op een verminderde kwelinvloed. Beide soorten lijken na 2007 weer enigszins in presentie toe te nemen.

5 Samenvatting standplaatsonderzoek

5.1 Algemeen

Zowel de Witte rapunzel als Knikkend nagelkruid gaan in het Ulvenhoutse Voorbos en in het aangrenzende landgoed Wolfslaar al decennia achteruit, zowel in aantal groeiplaatsen als in aantal planten per groeiplaats. Het feit dat er alleen vindplaatsen verdwijnen en geen bijkomen deed vermoeden dat er mogelijk problemen zijn met de zaadzetting en/of vestiging van nieuwe populaties, al dan niet in combinatie met veranderingen van de habitatkwaliteit.

Omdat er onvoldoende informatie beschikbaar was over de zaadzetting op de nog aanwezige groeiplaatsen en over de habitatkwaliteit ter plekke is daar aanvullend onderzoek naar gedaan. In onderstaande paragrafen zijn de belangrijkste bevindingen en conclusies ten aanzien van de mogelijke oorzaken van de achteruitgang van de Witte rapunzel (paragraaf 5.2) en Knikkend nagelkruid (paragraaf 5.3) samengevat.

5.2 Witte rapunzel

In het Ulvenhoutse Voorbos stonden in de jaren 80 in totaal nog ca. 850 Witte rapunzelplanten en in 2003 nog 250. In 2016 wordt het aantal planten in het Ulvenhoutse Voorbos en op Wolfslaar samen geschat op ca. 120. Zowel het aantal groeiplaatsen als het aantal planten per groeiplaats neemt al decennia gestaag af. Alleen op de groeiplaats langs de Acaciadreef blijft het aantal planten stabiel.

De meeste van de 28 resterende groeiplaatsen bestaat vooral uit volwassen bloeiende planten en niet bloeiende rozetten. Op de meest beschaduwde groeiplaatsen komen de planten niet meer in bloei. Er treedt binnen de laatste populaties Witte rapunzel nog maar weinig verjonging op, alleen ter plekke van de grote groeiplaats langs de Acaciadreef zijn nog relatief veel jonge planten en kiemplanten gevonden.

Rapunzels zijn voor een goede zaadzetting afhankelijk van kruisbestuiving. Aanwezigheid van hommels is essentieel voor stuifmeeloverdracht tussen de bloeiende planten. Hoewel er geen systematisch onderzoek heeft plaatsgevonden is bloembezoek door Weidehommels alleen waargenomen op de groeiplaatsen 3.3 (Acaciadreef), 5.1 en 6.2 (Wolfslaar). In de omgeving van deze beide groeiplaatsen zijn buiten de bloeitijd van Witte rapunzel ook andere nectarbronnen aanwezig. Op de meeste overige groeiplaatsen zijn uitgezonderd Braam en Klimop weinig andere nectarbronnen aanwezig. Veruit de meeste hommelaactiviteit werd waargenomen langs de Acaciadreef, waar ook buiten de bloeitijd van Witte rapunzel, veel nectarplanten aanwezig zijn.

De oorspronkelijke metapopulatie is versnipperd geraakt en bestaat momenteel uit vijf deelpopulaties die niet meer met elkaar in verbinding staan, dat wil zeggen op meer dan 100 meter van elkaar gelegen zijn: de actieradius van een hommel op 1 dag. De kans dat er nog

stuifmeeluitwisseling, en daarmee af en toe noodzakelijke uitwisseling van genetische variatie, plaatsvindt tussen deze vijf geïsoleerde deelpopulaties is daarmee zeer klein.

Als de populaties te klein en geïsoleerd raken gaat de levensvatbaarheid achteruit. Het aantal planten binnen elke van de vijf deelpopulaties ligt inmiddels (ver) onder de 200 bloeiende planten per groeiplaats die als ondergrens voor een levensvatbare (deel)populatie wordt aangehouden.

Uit het onderzoek naar de zaadzetting blijkt dat er een duidelijke relatie is met de omvang van de populatie. De wat grotere populaties 3.2, 3.3. en 6.2. vormen meer goed ontwikkelde doosvruchten per bloeiwijze en meer zaden per doosvrucht dan de kleinere groeiplaatsen. Door slakken- en/of reeënvraat of door plukken (nader te verifiëren) gaat echter een aanzienlijk deel van de bloeistengels (31% op de groeiplaats Acaciadreef en 72% op de groeiplaats Wolfslaar) verloren voordat de zaden hebben kunnen afrijpen. Op beschaduwde plekken zijn de bloeiwijzen bovendien gevoelig voor omknakken.

Uit voorgaande blijkt dat de populatievitaliteit slecht is. Alleen de groeiplaats langs de Acaciadreef oogt nog vitaal, er is veel hommelse activiteit, de zaadproductie is goed en er staan kiemplanten en jonge vegetatieve planten. Het uitblijven van verjonging op de andere groeiplaatsen hangt samen met een verslechtering van de habitatkwaliteit. De omstandigheden voor kieming, vestiging en/of overleving zijn op veel groeiplaatsen nu niet optimaal. Op veel groeiplaatsen (en voormalige groeiplaatsen) is sprake van verruiging. Ook is het op veel groeiplaatsen momenteel te donker, waardoor planten slecht of niet tot bloei komen, of is er sprake van een dikke strooisellaag, waardoor vestiging van kiemplanten wordt bemoeilijkt.

Uit het beperkte bodemonderzoek lijkt met name de hoge nutriëntenrijkdom verantwoordelijk te zijn voor de achteruitgang van Witte rapunzel in het Ulvenhoutse Voorbos. De bemonsterde locaties (bodemmonster 2.3 (bos/dreef), Acaciadreef (L) en Wolfslaar) kenmerken zich door relatief hoge concentraties aan beschikbaar fosfor en stikstof. Het gevolg van deze nutriëntenrijkdom is zichtbaar op de lichtere plekken langs de dreven (voormalige groeiplaatsen van Witte rapunzel). Hier is sprake van verruiging met nitrofiële soorten als Grote brandnetel, Zevenblad en Braam, waardoor de vegetatie te hoog wordt en Witte rapunzel wordt weggeconcentreerd. De vitaal ogende populatie langs de Acaciadreef (bodemmonster Acaciadreef (M)) kenmerkt zich juist door lage concentraties aan beschikbaar fosfor en stikstof.

Er zijn geen aanwijzingen dat uitloging van de toplaag (door verdroging) heeft geleid tot een verminderde basenverzadiging op de groeiplaatsen van Witte rapunzel en daarmee heeft bijdragen aan de achteruitgang van Witte rapunzel. De buffercapaciteit in de nabijheid van de beken is namelijk nog goed (> 70%), ook op de plekken waar de soort inmiddels is verdwenen. Wel blijkt uit het provinciale meetnet dat de invloed van kwel, en daarmee aanvoer van baserijk grondwater, de afgelopen 20 jaar is afgenomen in het Ulvenhoutse Voorbos. Hoger op, buiten de invloedssfeer van het grondwater, is sprake van slecht gebufferde standplaatscondities die naar verwachting ongunstig zijn of door verzuring ongeschikt kunnen worden voor de Witte rapunzel. De thans grootste populatie langs de Acaciadreef kenmerkt zich opvallend genoeg door een relatief lage basenverzadiging (10-20%) en lage bodem pH

(3,3-3,6), maar hier zijn zowel de nitraatconcentratie als de ammoniumbeschikbaarheid het laagst.

5.3 Knikkend nagelkruid

In totaal zijn er in het Ulvenhoutse Voorbos in 2016 vijf groeiplaatsen aangetroffen, waarvan vier in de bermen langs de Acaciadreef en één in het bos ten oosten van de Acaciadreef. Omdat Knikkend nagelkruid zich vegetatief uitbreidt is het goed mogelijk dat alle planten op een groeiplaats tot één en hetzelfde individu behoren. In dat geval zouden er nog maximaal 5 genetisch verschillende planten kunnen groeien.

De aantallen bloeistengels van Knikkend nagelkruid zijn vergeleken met de aantallen in 2009 zeer sterk achteruitgegaan. In 2009 bedroeg het aantal bloeistengels nog 173 bloeistengels; in 2016 waren er nog slechts 15 over!

Knikkend nagelkruid is voor een goede zaadzetting afhankelijk van kruisbestuiving. Aanwezigheid van hommels is essentieel voor stuifmeeloverdracht tussen de bloeiende planten. Informatie over bloembezoek op het Knikkend nagelkruid is niet systematisch verzameld. Tijdens het veldwerk voor de Witte rapunzel is langs de Acaciadreef echter veel activiteit van weidehommels gezien. De vijf groeiplaatsen liggen bovendien binnen een afstand van 100 meter van elkaar, zodat uitwisseling van stuifmeel door hommels, mede door de zonnige ligging van de groeiplaatsen, waarschijnlijk geen probleem is.

Hoewel er ogenschijnlijk geen belemmeringen voor de bestuivers zijn, blijkt dat de vruchtzetting bij de planten langs het pad slechter is dan op de groeiplaats in het bos. Bovendien is het gemiddelde vruchtgewicht lager dan de in de literatuur opgegeven waarden en de waarden zoals die op de (als referentie meegenomen) groeiplaatsen in het Wijboschbroek zijn vastgesteld. De vruchten op de groeiplaatsen langs het pad zijn, gezien het lage gewicht, waarschijnlijk loos.

De slechte vruchtzetting kan erop duiden dat de planten langs de Acaciadreef in hoge mate genetisch identiek zijn. De slechte huidige bloei en zaadzetting kan echter ook samenhangen met veranderingen in de habitatkwaliteit. De planten in de bermen van de Acaciadreef staan in de verdrukking en dreigen te worden overgroeid door de omringende vegetatie (verruiging). Sommige groeiplaatsen konden na de bloei begin juni nog maar met moeite terug gevonden worden.

Deze verruiging hangt waarschijnlijk samen met een combinatie van een hoge nutriënten rijkdom (vooral ammonium (monster Acaciadreef (L))) en een sterke ontwikkeling van hoog opgaande grassen en zeggen als gevolg van de toegenomen lichtinval na het grotendeels afsterven van de Essen. Dit afsterven van de boom- en struiklaag is het gevolg van het opzetten van het waterpeil. De vitaliteit van Knikkend nagelkruid is waarschijnlijk afgenomen door het maaien. De hoogopgaande grassen en zeggen zijn veel beter bestand tegen afmaaien dan het Knikkend nagelkruid. Ook het zachte najaars- en winterweer van de afgelopen jaren, waarbij de grassen na een maaibeurt nog lang doorgroeien, speelt mogelijk een rol.

6 Beheeradvies

Op basis van de uitkomsten van het standplaats- en bodemonderzoek en informatie verkregen tijdens overleg in het veld is een beheeradvies opgesteld. In dit hoofdstuk zijn de belangrijkste maatregelen op hoofdlijnen weergegeven. In bijlage 4 zijn de maatregelen per groeiplaats nader uitgewerkt.

6.1 Beheeradvies Witte rapunzel

Het beeld van de Witte rapunzel is dat van een langzaam wegwijnende metapopulatie die tot nu toe heeft kunnen overleven omdat volwassen planten zeer oud kunnen worden. Hoe oud de planten kunnen worden is niet precies bekend, maar bedraagt waarschijnlijk enkele tientallen jaren. De metapopulatie is door het wegvallen van planten en groeiplaatsen uit elkaar gevallen. Wat resteert zijn 28, voor een groot deel zeer kleine groeiplaatsen. Deze, deels dicht bij elkaar gelegen groeiplaatsen, kunnen in volgorde van belangrijkheid in vijf geïsoleerde deelpopulaties worden opgedeeld:

- 1** bermen Acaciadreef en beekoevers ten oosten Acaciadreef, deelgebied 2 (ca. 150 bloeiwijzen)
- 2** landgoed Wolfslaar, deelgebied 6 (ca. 84 bloeiwijzen)
- 3** omgeving Broekloop, deelgebied 5 (8 planten, 9 bloeiwijzen)
- 4** deelgebied 2, groeiplaats 2.3 oostoever beek (enkele 10 tallen, 0 bloeiwijzen)
- 5** deelgebied 2, groeiplaats 2.1 (1 exemplaar, niet bloeiend)

De (herstel)maatregelen die op korte termijn genomen moeten worden zijn gericht op het behoud van deze vijf deelpopulaties, door het aantal planten te laten toe te nemen zodat, als het even kan, in elk deelgebied weer een levensvatbare populatie ontstaat van minimaal 200 bloeiende planten. Deelpopulaties 1 tot en met 4 bieden de beste vooruitzichten op herstel en/of vergroting van de populaties. Om dit te bewerkstelligen dienen de mogelijkheden voor kieming en vestiging te worden vergroot en de omstandigheden voor bestaande planten te worden verbeterd. Dit kan door:

- verbetering van de lichtinval door afzetten of opsnoeien van de struiklaag/boomlaag of verwijderen van schaduw gevende houtsoorten (Beuk, naaldhout). Het verwijderen van de boomlaag kan tot gevolg hebben dat de struiklaag alleen maar dichter wordt. Daarom is het beter de struiklaag te dunnen, zodanig dat de lichtinval (vooral vanaf de zijkant) wordt verbeterd. Het afzetten/dunnen van de struiklaag dient periodiek te worden herhaald en met beleid te worden uitgevoerd. Op basis van het beperkte bodemonderzoek blijkt dat de meeste groeiplaatsen een hoge fosfaat- en/of stikstofbeschikbaarheid hebben. De groeiplaatsen zijn dus gevoelig voor verzuuring als door kap- en/of snoeiwerkzaamheden licht geen belemmerende factor meer is. Op deze nutriëntrijke locaties moet met voorzichtigheid omgegaan worden met snoei- en kapwerkzaamheden ofwel deze maatregelen uit te voeren in combinatie met aanvullende maatregelen zoals verwijdering van de strooisellaag of maaien en afvoeren.
- kiemplekken te creëren door plaatselijk de strooisellaag te verwijderen of anderszins strooiselvrije plekken te creëren (omtrekken van bomen, “kluit en gat”).

- maaien en afvoeren als de planten bovengronds zijn afgestorven (augustus-september) op plaatsen waar de vegetatie te ruig is geworden. In het geval van sterke nagroei van grassen in een zacht najaar, kan het nodig zijn de groeiplaatsen voor de winter nog een keer te maaien.
- aanplant van houtige gewassen met een goede strooiselvertering (Es, Iep en Linde) en verwijderen van soorten met een slechte strooiselvertering (Amerikaanse eik en Beuk) en verminderen van het aandeel Zomereik in de boomlaag.

Verder is het zaak om verdere verdroging en hieruit voortkomende verzuring en uitloging van de bodem tegen te gaan. De vernattingsmaatregelen moeten dan wel leiden tot aanvoer van baserijk grondwater naar het maaiveld (en niet tot het vasthouden van zuur regenwater). Bovendien dienen de vernattingsmaatregelen geleidelijk/gefaseerd uitgevoerd te worden, om te snelle peilstijgingen te voorkomen. Dit omdat Witte rapunzel niet van “natte voeten” in het groeiseizoen houdt en zich bovendien niet makkelijk verplaatst. De soort komt nu voornamelijk nog in de lagere delen van het Ulvenhoutse Voorbos (zie figuur 2) voor en zal hierdoor bij te rigoureuze vernatting schade kunnen ondervinden.

Indien er geen geschikte locaties met voldoende hoge basenverzadiging aanwezig zijn waar de Witte rapunzel uitgezet zou kunnen worden kan er nagedacht worden om op enkele verzuurde locaties leem aan te brengen. Bij eventuele verharding van paden kan gebruikt worden gemaakt van leem of kalkrijk materiaal (bijv. in de vorm van schelpen).

Mogelijkheden voor uitbreiding

De nog beschikbare hoeveelheid geschikt habitat binnen het historische verspreidingsgebied is gering. Het is daarom waarschijnlijk niet meer mogelijk om, door het stichten van nieuwe populaties tussen de deellocaties, weer een netwerk van met elkaar in verbinding staande deelpopulaties te creëren. Wel is wellicht uitbreiding mogelijk op plekken waar de soort tot voor kort nog aanwezig was en die in de directe omgeving van bestaande groeiplaatsen liggen.

Veruit de meeste zaden vallen binnen een meter van de ouderplant (Wheeler & Hutchings 2002). Handmatige uitzaai van zaden op nieuwe plekken zal daarom noodzakelijk zijn omdat spontane kolonisatie van nieuw plekken niet gauw zal plaatsvinden. Omdat bij langlevende planten, zoals Witte rapunzel, meestal slechts een paar % van de zaden kiemt, zijn grote hoeveelheden zaden nodig. Daarbij is het van belang dat de zaden afkomstig zijn van zoveel mogelijk genetisch verschillende individuen. Dit omdat hommels niet meer voor uitwisseling van genetisch materiaal (in de vorm van stuifmeel) tussen de deelpopulaties kunnen zorgen.

Om de genetische diversiteit zo veel mogelijk te behouden zijn er verschillende mogelijkheden:

- Het opzetten van een ex-situ kweekprogramma, waarin al het genetische materiaal dat nog aanwezig is optimaal wordt gemengd en waarin veel zaden voor uitzaai worden verkregen.
- Het verzamelen van zaden van zoveel mogelijk planten en om deze vervolgens, na menging, op een andere groeiplaats bij te zaaien.

In beide gevallen zou het goed zijn om behalve zaden uit het Ulvenhoutse Voorbos ook zaden uit de landgoederen Valkenburg en Hondsdonk te gebruiken.

De nieuwe groeiplaatsen zullen in de meeste gevallen geschikt moeten worden gemaakt door 1) verbetering van de lichtinval door afzetten van de struiklaag en/of 2) verwijdering van de strooisellaag en/of 3) maaien en afvoeren van de vegetatie.

Nieuwe groeiplaatsen zijn mogelijk te realiseren op de volgende locaties:

Deelgebied 2

- zuidwestelijk deel deelgebied 2.3. Na dunning/afzetten van de struiklaag kunnen hier op de oever van de beek nieuwe groeiplaatsen worden gerealiseerd in de omgeving van de bestaande groeiplaats die recent sterk in aantal is afgenomen. In de omgeving komen nog gidssoorten voor als Gulden boterbloem, Slanke sleutelbloem en Bosanemoon.
- zuidelijke berm pad in deelgebied 2.3. Tot voor kort was hier nog een groeiplaats aanwezig. Uit het bodemonderzoek blijkt dat deze strook wat basenverzadiging en pH betreft geschikt is. De fosfaatgehalten zijn echter vrij hoog. Mogelijk wordt dit veroorzaakt door de ontlasting van de hier uitgelaten honden. De berm zou in maaibeheer kunnen worden genomen om de huidige verruiging tegen te gaan.

Deelgebied 3

- Uitbreiding van de huidige groeiplaats in zuidelijke richting is waarschijnlijk niet goed mogelijk vanwege de lage basenverzadiging en de lage pH (3,3-3,6).

Deelgebied 5

- omgeving Broekloop en ElzenVogelkersbos in noordoosthoek. Op het talud langs de Broekloop zijn recent weer planten verschenen. Ook is hier spontane verjonging waargenomen. Kale grond is hier aanwezig. Na verwijderen jonge opslag (o.a. Amerikaanse Eik) liggen hier mogelijkheden. In het bos in de noordoosthoek komen gidssoorten voor als Bosanemoon, Moerasstreepzaad en Slanke sleutelbloem. Er is in 2016 ook één bloeiende Witte rapunzel waargenomen.

Deelgebied 6

- Zuidelijke berm pad (deelgebied 6.1) De smalle strook langs het pad en de beek herbergde vroeger meerdere groeiplaatsen. In 2016 is er nog 1 plant waargenomen. Na in maaibeheer nemen (maaien en afvoeren) en terugdringen eutrofiering vanaf pad zijn hier mogelijk weer nieuwe groeiplaatsen te creëren.
- Zuidrand grasland voor Landhuis. Hier bevindt zich een strook met een vrij open, beschaduwd grasland met o.a. Reukgras, Pinksterbloem en Veldrus. Mogelijk is hier een groeiplaats in hooiland te creëren.
- Een strook langs de noordoever van de heringerichte beek tussen 114.509-396.960 en 114.534-396.960. Deze oever is al min of meer geschikt voor uitzaai op open gemaakte plekken. De aanwezigheid van Bosbies duidt erop dat er bovendien toestroom is van (basenrijk) grondwater.
- Grasland op het punt waar de Broekloop en de Bavelse Ley samenkomen in de noordoosthoek van park Wolfslaar. Dit grasland grenst aan de huidige groeiplaats op het landgoed Wolfslaar. Dit grasland ligt binnen het Natuurnetwerk Brabant en is momenteel eigendom van Bureau Beheer Landbouwgronden. Het grasland staat als Nieuwe Natuur

N10.02 (Vochtig hooiland) op de kaart van het Natuurbeheerplan (<http://kaartbank.brabant.nl/viewer/app/natuurbeheerplan>).

6.2 Beheeradvies Knikkend nagelkruid

De planten in de bermen van de Acaciadreef staan momenteel sterk in de verdrukking en worden overgroeid door hoogopgaande grassen en zeggen. Dit is waarschijnlijk het gevolg van de toegenomen lichtinval na het grotendeels afsterven van de Essen (door het opzetten van het waterpeil) en de hoge nutriënten rijkdom (vooral ammonium) ter plekke. Om de nutriëntenrijkdom terug te brengen is beheer van maaien en afvoeren gewenst. Knikkend nagelkruid is echter slecht bestand tegen afmaaien. Bij maaiwerkzaamheden dienen de groeiplaatsen van Knikkend nagelkruid daarom niet mee gemaaid te worden, maar in plaats daarvan een paar keer in het groeiseizoen te worden vrijgesteld (handmatig verwijderen vegetatie in nabijheid planten). De groeiplaatsen dienen tijdens maaiwerkzaamheden gemarkeerd te worden, zodat ze tijdens het maaien gespaard kunnen worden.

De groeiplaats in het bos ter hoogte van de Acaciadreef maakt nog wel een vitale indruk. Het beheer op deze groeiplaats kan bestaan uit het periodiek verwijderen van de struiklaag als de groeiplaats te donker dreigt te worden (nu niet het geval).

Nieuwe groeiplaatsen zijn mogelijk te creëren in het Elzen-Vogelkersbos in de noordoosthoek van het Ulvenhoutse Voorbos. Qua hoogteligging komt deze locatie overeen met die van de groeiplaatsen langs de Acaciadreef (relatief lage ligging). Door de talrijke kleine kwelstroompjes die hier vanuit het bos naar de Broekloop stromen heeft dit bos enigszins een bronbos karakter. Gidssoorten die hier voorkomen zijn Moerasstrepzaad, Slanke sleutelbloem, Gewone dotterbloem, IJle zegge, Witte rapunzel en Moeraszegge. Het bos is nu vrij donker, de Essen in de boomlaag lijken nog vitaal. Om de lichtomstandigheden voor Knikkend nagelkruid te verbeteren zou de struiklaag (vnl. Hazelaar) periodiek moeten worden afgezet.

Nieuwe groeiplaatsen voor Knikkend nagelkruid kunnen gecreëerd worden door uitzaaien of door scheuren en uitplanten van planten in het najaar. Deze laatste optie heeft de voorkeur, waarbij ervoor gezorgd moet worden dat stekken van de verschillende groeiplaatsen bij elkaar worden geplaatst, zodat de kans op kruisbestuiving (en dus zaadzetting) wordt vergroot.

6.3 Monitoring

De voorgestelde beheer- en herstelmaatregelen dienen te leiden tot een toename van de omvang (en daarmee afname van de kwetsbaarheid) van de resterende groeiplaatsen van Witte rapunzel en Knikkend nagelkruid. Of dit ook daadwerkelijk gebeurd dient te worden gemonitord. Voorgesteld wordt alle bestaande groeiplaatsen twee keer per jaar te bezoeken. De eerste keer tijdens het hoogtepunt van de bloei eind mei begin juni kunnen de bloeiwijzen geteld worden (indien mogelijk zonder de vegetatie te vertrappen). Bij een tweede bezoek na 3 tot 4 weken (half juli) kunnen de zaaddozen geteld worden. Kiemplanten op inzaaiplekken

kunnen het best in het voorjaar (mei) geteld worden. De tijdsbesteding voor deze monitoring bedraagt circa 1-1,5 dag veldwerk en een halve dag uitwerken/rapportage. Te overwegen valt de monitoring uit te laten voeren door lokaal betrokken vrijwilligers die bekend zijn met de groeiplaatsen van deze soorten. Aanbevolen wordt de monitoring te combineren met het uitvoeren van kleinschalige beheermaatregelen, bestaande uit het handmatig verwijderen van jonge opslag van bomen en struiken.

Na vijf jaar vindt er een evaluatie van de uitgevoerde beheermaatregelen plaats en wordt beoordeeld of het aangepaste beheer en de uitgevoerde aanvullende maatregelen om de levensvatbaarheid te vergroten heeft geleid tot behoud en herstel van de populaties.

Indien de ingezette maatregelen niet voldoende blijken om de achteruitgang te stoppen dan dient beoordeeld te worden waardoor dit wordt veroorzaakt en dient het beheer hierop te worden aangepast (indien mogelijk).

7 Geraadpleegde literatuur

- Cools, J., 2008. Beschermingsplan voor de Witte en Zwartblauwe rapunzel in de provincie Noord-Brabant. Ecologisch Adviesbureau Cools.
- Cools, J., 2010. Monitoring en uitvoeringsplan witte rapunzel Ulvenhoutse Voorbos , Landgoed Wolfslaar en Chaamsche Bos. Ecologisch Adviesbureau Cools.
- Cornan, C.S. & Grigal, D.F. (1994) Use of Calcium/Aluminum Ratios as Indicators of Stress in Forest Ecosystems, *Journal of Environmental Quality*, 24, 2, 209-226
- Dijkhuis, J.E., R. Beringen, S. Luijten, G. Van Dijk en E. Brouwer, 2014. Herstelplan Zwartblauwe rapunzel in Noord-Brabant, voortgangsrapportage 2014. Stichting RAVON, Nijmegen. Rapport FL2014-010.
- Kiviniemi, K., 1996. A study of adhesive seed dispersal of three species under natural conditions. *Plant Biology* 45(1):73-83.
- Kolb A., 2005. Reduced reproductive success and offspring survival in fragmented populations of the forest herb *Phyteuma spicatum*. *Journal of Ecology* 93: 1226-1237.
- Kolb, A. & Barsch, K., 2010. Environmental factors and seed abundance influence seedling emergence of a perennial forest herb. *Acta Oecologica* 36: 507-513.
- Knuth, P., 1898. *Handbuch der Blütenbiologie*. Band II, Teil 2, pagina 21.
- Kwak, M.M., Velterop, O. & van Andel, J., 1998. Pollen and gene flow in fragmented habitats. *Applied Vegetation Science* 1: 37-54.
- Munckhof, P. van den, 2010a. Tellingen bloeiende planten Knikkend nagelkruid en Witte rapunzel in de Kramelaar (Ulvenhoutse Voorbos) in 2009.
- Munckhof, P. van den, 2010b. Verdwijnt de Witte rapunzel uit het Ulvenhoutse Voorbos? Een zoektocht naar antwoorden in archieven en in het bos.
- Oostermeijer, G., S. Luijten, M. Kwak, E. Boerrigter en H. den Nijs., 1998. Zeldzame planten in het nauw: problemen van kleine populaties. *De Levende Natuur* 99 (4): 134-141.
- Ruhsam M, Hollingsworth P.M., Squirrell J. & Ennos R.A., (2010) Significant differences in outcrossing rate, self-incompatibility, and inbreeding depression between two widely hybridizing species of *Geum*. *Biological Journal of the Linnean Society* 101(4): 977-990.
- Ruhsam M, Hollingsworth P.M. & Ennos R.A., 2011. Early evolution in a hybrid swarm between outcrossing and selfing lineages in *Geum*. *Heredity* 107(3): 246-255.
- Wheeler B.R. & Hutchings M.J., 2002. *Phyteuma spicatum* L. *Journal of Ecology* 90: 581-591.