

ECOLOGISCH INRICHTINGSADVIES

Ter bevordering van bijen en andere bestuivers

Toegepast op 'bee-o-topen' in Moerenburg en de Piushaven (Tilburg)

Bakkers, S. & Bloemberg, M.S.

's-Hertogenbosch, 26 juni 2015



HAS Kennistransfer en Bedrijfsopleidingen
Onderwijsboulevard 221
Postbus 90108
5200 MA 's-Hertogenbosch
Telefoon: (088) 890 36 37

Documenttitel: Ecologisch inrichtingsadvies. Ter bevordering van bijen en andere bestuivers.
Toegepast op 'bee-o-topen' in Moerenburg en de Piushaven (Tilburg).

Projectcode: 7464TIL4

Status: DEFINITIEF

Opdrachtgever: Waterschap De Dommel
Contactpersoon: Ineke Barten

Projectpartner(s): Gemeente Tilburg
Contactpersoon: Nico Korporaal
Gert Brunink

Projectteam: René Quinten (Projectleider; HAS Hogeschool)
Karin van Dueren den Hollander (Projectspecialist; HAS Hogeschool)
Sanne Bakkers (Student-adviseur; HAS Hogeschool)
Mark Bloemberg (Student-adviseur; HAS Hogeschool)

Eindrapportage afstudeerproject, opleiding Toegepaste Biologie
'Bee-o-topen Moerenburg-Piushaven'

Plaats: 's-Hertogenbosch
Datum: 26 juni 2015

HAS Hogeschool



Waterschap De Dommel



Gemeente Tilburg



Voorwoord

Voor u ligt één van de eindrapportages van onze afstudeeropdracht voor de opleiding Toegepaste Biologie aan de HAS Hogeschool in 's-Hertogenbosch. Het is het resultaat van ca. 30 weken hard werken, literatuur doorspitten, heerlijk monitoren onder een warme zon, interessante en vaak geanimeerde gesprekken met betrokkenen, maar bovenal een ontzettend fijne samenwerking met diverse partijen. Om deze reden willen wij graag iedereen bedanken die zich op welke manier dan ook heeft ingezet voor onze afstudeeropdracht. Wij danken in het bijzonder Nico Korporaal, Ineke Barten, Eric van Oijen, Will van Sprang, Jan van de Wiel, Rob Vereijken, Bas Dielen, Frank van Beers, John Klijn en Gert Brunink voor hun (directe) betrokkenheid bij onze activiteiten, en natuurlijk alle anderen waarmee we in de beginfase mooie gesprekken hebben mogen voeren. 'Last but not least': ons afstudeertraject was niet hetzelfde geweest zonder onze begeleidende docenten, Karin van Dueren den Hollander en René Quinten. De ondersteuning en feedback die wij volop hebben mogen ontvangen van jullie is van onschatbare waarde geweest voor ons. Het heeft ons als persoon, maar ook de kwaliteit van onze eindrapportages veel goeds gedaan!

Met veel plezier hebben wij onze afstudeeropdracht afgerond en we hopen dat ons werk in de nabije toekomst een positieve boost zal geven voor de bijen en andere bestuivers in Moerenburg (Tilburg) en wellicht nog op vele andere plekken. Wij blijven het project 'bee-o-topen' een warm hart toedragen:

“Moge er in de toekomst nog vele bee-o-topen volgen!”

Met vriendelijke groet,
Sanne Bakkers & Mark Bloemberg,

's-Hertogenbosch, 26 juni 2015

Samenvatting

Het Waterschap de Dommel en de Gemeente Tilburg (en inmiddels vele andere betrokken partijen) werken samen om middels ecologisch beheer en eenmalige herinrichtingsmaatregelen bee-o-topen te ontwikkelen in het projectgebied: landschapspark Moerenburg en de Piushaven. Een bee-o-toop is 'een leefgebied met een zo hoog mogelijke diversiteit aan inheemse dracht- en waardplanten en een goed voedselaanbod voor bijen en andere (bestuivende) insecten'. Daarnaast wordt gewerkt aan een nieuwe invulling voor de voormalige RWZI Moerenburg, welke sinds 2005 uit gebruik is genomen als rioolwaterzuivering. Dit samenwerkingsverband is uniek te noemen omdat waterschap de Dommel en de gemeente Tilburg nog niet eerder op deze wijze samen hebben gewerkt.

In het kader van het project 'Bee-o-topen Moerenburg-Piushaven' is een ecologisch inrichtingsadvies opgesteld voor de voormalige RWZI Moerenburg, de helofytenfilters, velden langs de Gouwe, de Leij, de Korvelse waterloop en de randen van de Piushaven. Deze locaties zijn gekozen om hun lage voedselwaarde en, omdat deze gebieden al eigendom zijn van de Gemeente Tilburg of waterschap de Dommel, makkelijker om te vormen zijn. Het ecologisch inrichtingsadvies is gericht op het bevorderen van de diversiteit van bijen in het bijzonder, maar ook vlinders, zweefvliegen en andere (bestuivende) insecten. Aan de hand van een literatuurstudie en interviews is bepaald welke eisen bijen stellen aan hun omgeving. Hieruit blijkt dat de aanwezigheid van nestplekken en bloemen met een hoge drachtwaarde essentieel zijn voor een goed ontwikkeld 'bee-o-toop'. Aan de hand van monitoring in tien deelgebieden binnen het projectgebied en een inventarisatie op het terrein van de voormalige RWZI Moerenburg is gekeken naar wat er in mei en juni 2015 aan waard- en drachtplanten en bestuivende insecten aanwezig was. Het is gebleken dat de deelgebieden *Voorste Stroom* en *Nieuwe Leij* een redelijk diversiteit en een goed voedselaanbod voor bestuivers herbergen. Dat terwijl de helofytenfilters (eerste en tweede fase), het voormalige waterzuiveringsterrein en velden rondom de ijzeren reconstructie van Huize Moerenburg gekenmerkt worden door een zeer lage voedselwaarde en zeer lage diversiteit. Er werden (vrijwel) geen bestuivende insecten aangetroffen. Op basis van deze informatie is voor enkele locaties beschreven wat de knelpunten zijn voor bestuivende insecten en hoe het gebied geschikter kan worden gemaakt voor bestuivende insecten. Tevens is een kort advies uitgebracht met betrekking tot het konijnenoverschot en het uitblijven van rietontwikkeling langs de oevers van het helofytenfilter tweede fase.

De focus van het voorliggende rapport is het inrichtingsadvies voor de voormalige RWZI Moerenburg. Er zijn o.a. voorstellen gedaan voor ontwikkeling van bloemrijke graslanden (inzaaien en beheer), het toevoegen van struiken met drachtwaarde en het plaatsen van bijenhotels en stobbenwallen. Daarnaast zijn adviezen opgesteld voor de droge delen langs de Korvelse Waterloop, een veld naast het Grollegat, een veld nabij de Voorste Stroom, het Piushavengebied, de wandelpaden en velden rondom de ijzeren reconstructie van Huize Moerenburg en de 'vochtige weide' ten zuiden van de Meierijbaan. Deze aanbevelingen komen voornamelijk neer op het verhogen van de voedselwaarde van het gebied voor bestuivers, en het zorgen voor voldoende voedsel gedurende het hele jaar.

Inhoudsopgave

H1	Introductie	1
1.1	Bee-o-topen Moerenburg & Piushaven	1
1.2	Bestaande visies & inpassing ecologisch inrichtingsadvies.....	1
H2	Algemeen inrichtingsadvies bestuivers	5
2.1	Voedselaanbod.....	5
2.2	Insectenhôtels & stobbenwallen.....	7
H3	Gebiedsbeschrijving	11
3.1	Korte beschrijving projectgebied	11
3.2	Geohydrologische beschrijving	12
3.3	Landschappelijke uitstraling.....	14
3.4	Achtergrond voormalig RWZI Moerenburg.....	15
H4	Huidige diversiteit RWZI Moerenburg	17
H5	Ecologisch inrichtingsadvies RWZI Moerenburg	19
5.1	Probleemstelling.....	19
5.2	Inrichtingsadvies.....	19
5.3	Beperken konijnenoverschot	22
5.4	Eindbeeld ecologische aanpassingen RWZI Moerenburg	23
H6	Ontwikkeling rietmoeraszone helofytenfilter 2^e fase	25
6.1	Probleemstelling.....	25
6.2	Wat is een helofytenfilter?.....	25
6.3	Vereisten rietontwikkeling	25
6.4	Inrichtingsadviezen helofytenfilter 2 ^e fase.....	25
6.5	Eindbeeld moeraszone helofytenfilter 2 ^e fase	28
H7	Overige inrichtingsadviezen Moerenburg	29
7.1	De Korvelse Waterloop	29
7.2	“Pitrusveld” naast Grollegat.....	31
7.3	Veld nabij Voorste Stroom	33

7.4	Piushavengebied	34
7.5	Huize Moerenburg.....	35
7.6	Vochtige weide ten zuiden van Meerijbaan.....	35
Literatuur	36
Bijlage I	40
Bijlage II	42

H1 Introductie

1.1 Bee-o-topen Moerenburg & Piushaven

Binnen het project 'Bee-o-topen Moerenburg-Piushaven staan bijen, vlinders en andere bestuivende insecten centraal. Met name bijen en vlinders hebben als gevolg van o.a. verstedelijking en intensivering van de landbouw een sterke achteruitgang laten zien. Zo is 58% van de Nederlandse bijensoorten verdwenen, bedreigd of wordt gekenmerkt door een negatieve trend. Voor de dagvlinders is dit zelfs 68% (Kalkman *et al.* 2010). Het ontwikkelen van bee-o-topen in Moerenburg en het Piushavengebied in Tilburg is een initiatief van het Waterschap de Dommel (opdrachtgever), de Gemeente Tilburg (projectpartner en medefinancier) en Stichting Food4Bees. In samenwerking met diverse andere partijen willen zij de bijen, vlinders en andere bestuivende insecten een handje helpen. Het begrip 'bee-o-toop' verwijst binnen dit project naar 'een leefgebied met een zo hoog mogelijke diversiteit aan inheemse dracht- en waardplanten en een goed voedselaanbod voor bijen en andere (bestuivende) insecten'.

Belangrijke speerpunten hierbij zijn:

- Het bevorderen van de biodiversiteit, met name van bijen, vlinders en andere bestuivende insecten, door o.a. het aanbod van nectar- en pollenrijke drachtplanten en waardplanten te vergroten. Belangrijk hierbij is dat het geheel aan drachtplanten in ieder geval vanaf het vroege voorjaar (februari) tot in het late najaar (november) voedsel oplevert voor bestuivende insecten. Dit kan gerealiseerd worden door enerzijds nieuwe bee-o-topen aan te leggen (inzaaien, herinrichting) en anderzijds door ecologische aanpassingen door te voeren in het berm- en oeverbeheer. Monitoring neemt op de langere termijn een belangrijke plek in als graadmeter: leveren de maatregelen daadwerkelijk het gewenste resultaat op?;
- Het streven naar een betere samenwerking en afstemming tussen de partijen verantwoordelijk voor het beheer in Moerenburg en de Piushaven;
- Het verbinden van de stedelijke kern Tilburg en het landschapspark Moerenburg met de Piushaven als link tussen de twee gebieden, en het creëren van meer betrokkenheid, bewustzijn en participatie van burgers middels recreatie, educatie en natuurbeleving.

1.2 Bestaande visies & inpassing ecologisch inrichtingsadvies

1.2.1 Uniek samenwerkingsverband

Het Waterschap De Dommel en de Gemeente Tilburg werken samen om middels ecologisch beheer en eenmalige herinrichtingsmaatregelen bee-o-topen te ontwikkelen in Moerenburg en de Piushaven. Daarnaast wordt gewerkt aan een nieuwe invulling voor de voormalige RWZI Moerenburg, welke sinds 2005 uit gebruik is genomen als rioolzuivering. Dit samenwerkingsverband is uniek te noemen. Inmiddels zijn er vele andere groepen aangesloten bij het project, waaronder Stichting Food4Bees en Werkgroep Behoud Moerenburg.



1.2.2 Visie landschapspark Moerenburg & Piushaven

Voor de Piushaven, landschapspark Moerenburg en de RWZI Moerenburg zijn reeds brede visies opgesteld vanuit de Gemeente Tilburg en Waterschap De Dommel. Belangrijke aandachtspunten en trends, zoals beschreven in de ruimtelijke structuurvisie van Gemeente Tilburg (2013) zijn o.a. het toenemende belang van groen in de leefomgeving, de verandering in het buitengebied van agrarisch productielandschap naar multifunctioneel verblijfslandschap, en het verbinden van de stad met de omliggende omgeving (o.a. grote natuurgebieden) via groenstructuren, zoals landschapsparken, stadsbossen, parken en groenstroken. Ook het versterken van de ecologie en biodiversiteit van het buitengebied maakt deel uit van deze structuurvisie. Deze aandachtspunten komen terug in het project 'Bee-o-topen Moerenburg-Piushaven. Zo is er gekeken naar mogelijkheden om de thema's biodiversiteit en bestuivende insecten (bijen in het bijzonder) te verweven met de bestaande herinrichtingsplannen voor de voormalige RWZI Moerenburg. Communicatie naar burgers over nieuwe ontwikkelingen op dit gebied heeft binnen dit project een belangrijke rol gekregen.

Het landschapspark en RWZI Moerenburg zullen geleidelijk worden omgevormd tot een meer natuurlijk buitengebied en op die manier een verbindingzone vormen met andere omliggende grote natuurgebieden, zoals de Kampina en de Oisterwijkse Vennen als uitloper van het Groene Woud, en het Nationaal Park De Loonse en Drunense Duinen (Gemeente Tilburg, 2013). Deze twee grote natuurgebieden zijn aangewezen als Natura 2000-gebied en genieten bescherming ter behoud en herstel van biodiversiteit (AgriHolland B.V., 2015). Samengevat bestaan de doelstellingen voor het landschapspark Moerenburg en de RWZI Moerenburg uit het bereiken van een multifunctioneel karakter, en het toevoegen van kleine landschapselementen ter versterking van de ecologie en verhoging van de aantrekkelijkheid van het landschap voor bewoners en recreanten. De Piushaven speelt hier een belangrijke rol in als verbinding tussen de binnenstad en het buitengebied van Moerenburg en de Koningshoeven. Om deze verbinding te versterken wordt o.a. gedacht aan de aanleg van 'sportlanes' en ecologisch beheer voor flora en fauna (Gemeente Tilburg, 2013).

1.2.3 Visie voormalig RWZI Moerenburg

De zuiveringsinstallatie van RWZI Moerenburg was de eerste biologische waterzuivering van Nederland en is vanwege de cultuurhistorische waarde aangewezen als Industrieel Rijksmonument (Pel, 2014; Gemeente Tilburg, 2015). In 2011-2012 is het bestaande helofytenfilter (eerste fase) uitgebreid met een tweede fase en is het waterpaviljoen aangelegd. Echter is de opkomst van riet langs de oevers van deze waterplas tot op heden teleurstellend geweest. De ecologische waarden op de het RWZI-terrein zijn in de huidige staat beperkt (MTD Landschapsarchitecten & Land&Co, 2010) en er is sprake van een konijnenoverschot.

Het terrein van de voormalige RWZI Moerenburg krijgt een nieuwe functie met een maatschappelijke, culturele en educatieve bestemming. Dit biedt tevens kansen voor versterking van de ecologie en verhoging van biodiversiteit. Een raamwerk voor de nieuwe bestemmingen is uitgewerkt in het rapport *Objet Trouvé* van MTD landschapsarchitecten & Land&CO (2010). In het kader van de herbestemming zijn reeds een ijzeren reconstructie van Huize Moerenburg, een tuin, boomgaard en wandelpaden



gerealiseerd. Momenteel wordt georiënteerd op nieuwe gebruikers voor de bestaande panden op het terrein (Gemeente Tilburg, 2015). Actueel binnen het project ‘Bee-o-topen Moerenburg-Piushaven’ zijn de plannen om het terrein van de voormalige RWZI Moerenburg open te stellen voor publiek, en het opzetten van een educatie/-kenniscentrum in het wisselstroomgebouw op het terrein voor de Food4Bees kring Tilburg. Hier zal o.a. informatie gegeven gaan worden aan burgers en bedrijven over hoe zij zelf bijen een handje kunnen helpen. Met name de waarde van vaste planten voor bijen en andere bestuivende insecten zal in Moerenburg centraal staan en de relatie tussen bijen en schoon water.

1.2.4 Ecologisch inrichtingsadvies

In het kader van het project en afstudeeropdracht ‘Bee-o-topen Moerenburg-Piushaven’ is een ecologisch inrichtingsadvies opgesteld voor de voormalige RWZI Moerenburg en enkele ander interessante locaties binnen het projectgebied. Het ecologisch inrichtingsadvies is gericht op het bevorderen van de diversiteit van bijen in het bijzonder, maar ook vlinders, zweefvliegen en andere bestuivende insecten. Het voorliggende rapport is opgesteld op basis van een literatuurstudie (o.a. bestaande visies van de Gemeente Tilburg en Waterschap De Dommel), interviews, verscheidene veldbezoeken en een eendaagse inventarisatie van flora en fauna op het RWZI-terrein in Moerenburg. Tijdens de veldbezoeken in april en mei 2015 is een globaal beeld geschetst van de omgeving en mogelijke ecologische verbeteringen ten gunste van bestuivende insecten. De nadruk lag hierbij op de aanwezigheid van drachtplanten voor bijen (en andere bestuivers). De flora- en fauna inventarisatie op het RWZI-terrein is uitgevoerd op 10 juni met ondersteuning van Jan van de Wiel (KNNV lid). De resultaten hiervan zijn gebruikt voor het bepalen van de huidige ecologische waarden op het terrein. Er is tevens gekeken naar de huidige ecologische waarden in de rest van landschapspark Moerenburg en het Piushavengebied (Bakkers & Bloemberg, 2015), en er is onderzocht hoe en met welke drachtplanten enkele geselecteerde locaties zouden kunnen worden verrijkt ten gunste van bestuivende insecten. Tevens is een kort advies uitgebracht met betrekking tot het konijnenoverschot en het uitblijven van rietontwikkeling langs de oevers van het helofytenfilter tweede fase.

Wanneer wordt besloten een aanpassing te doen in of op het RWZI terrein (of in andere delen van landschapspark Moerenburg of het Piushavengebied) is het belangrijk om dit door te geven aan de verantwoordelijke beherende partijen. Het is verstandig om de veranderingen zo snel mogelijk op te nemen in de beheerkaarten, mondeling door te communiceren naar de uitvoerenden, en pas daarna de veranderingen daadwerkelijk door te voeren. Dit voorkomt incidenten waarbij nieuw geplaatst groen direct weer verwijderd wordt door beheerders als gevolg van miscommunicatie.

1.2.5 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 zal algemeen advies gegeven worden hoe leefgebieden voor bestuivende insecten gevormd kunnen worden. In hoofdstuk 3 wordt vervolgens het projectgebied beschreven waarbij de abiotiek, de achtergrond van het gebied en de landschappelijke uitstraling worden beschreven. In hoofdstuk 4 zal de aanwezige diversiteit aan bijzondere flora en fauna en de drachtwaarde van het voormalige RWZI terrein besproken worden. In hoofdstuk 5 worden vervolgens de inrichtingsadviezen gegeven voor het RWZI



terrein. In hoofdstuk 6 wordt het inrichtingsadvies aangegeven voor de helofytenfilters en in hoofdstuk 7 adviezen voor overige locaties in Moerenburg met potentie.



H2 Algemeen inrichtingsadvies bestuivers

Om een voorstel te doen voor aanpassingen in het gebied gericht op meer en een grotere diversiteit aan bestuivende insecten is het belangrijk een goed beeld te hebben van wat zij nodig hebben. In dit hoofdstuk wordt daarom besproken wat bijen en andere bestuivers nodig hebben om te leven in een gebied.

2.1 Voedselaanbod

2.1.1 Drachtwaarde

Sommige bestuivers hebben het gehele jaar voedsel nodig, om te groeien, te vliegen of te overwinteren (Imkervereniging Deventer, 2015). Solitaire bijen vliegen vaak niet al te ver van hun nest voor voedsel. Wanneer in bepaalde maanden van het jaar geen eten meer te vinden is in de buurt van hun nest zullen deze bijen sterven. Ook andere bestuivers hebben voldoende voedsel nodig om te overleven en kunnen niet langere tijd zonder eten. Om deze reden is het van belang ervoor te zorgen dat in een gebied het gehele jaar door planten met hoge drachtwaarden bloeien. Planten verschillen in de hoeveelheid voedsel die zij bieden voor bestuivers en bestaat uit twee verschillende vormen: nectar en/of pollen. Nectar is de suikerrijke vloeistof die gebruikt wordt door vele insecten om zichzelf van energie te voorzien. De nectar wordt omgezet in energie om te vliegen of er wordt honing van gemaakt (Imkerpedia, 2014a). Pollen (of stuifmeel) zijn de zaadcellen (voortplantingscellen) van planten. Voor bijen zijn pollen uiterst belangrijk, omdat deze de eiwitten bevatten die de larven nodig hebben voor de groei (Imkerpedia, 2014b). De waarde van deze stoffen voor bestuivende insecten is voor een groot aantal drachtplanten bepaald en wordt beschreven als de nectar- en pollenwaarde. Het onderzoek is uitgevoerd door Arie Koster en beschreven in zijn rapport 'Planten Vademecum'. Met de nectar- en pollenwaarde wordt aangegeven hoe veel een plant wordt bevlogen door bijen voor nectar of pollen. Hierin zijn ook de kwantiteit, kwaliteit, herkenbaarheid en toegankelijkheid van de nectar of pollen per plant meegenomen. Tevens stelde Arie Koster een schaal op om gemakkelijk een indicatie te geven van de pollen (P) en nectarwaarden (N), van een lage naar hoge waarde (tabel 2.1)(Imkerpedia, 2011). Wanneer een plant een hoge drachtwaarde heeft, is deze dus geliefd door bijen. Dit betekent echter niet altijd dat hij ook geliefd is bij andere diergroepen. Zo kunnen vlinders het nectar van bepaalde bloemen moeilijk bereiken. Over het algemeen is het echter zo dat wanneer het voedselaanbod voor bijen wordt verhoogd, ook het voedselaanbod voor bestuivers hoger wordt (drachtplanten.nl, n.d.)



Tabel 2.1 Schaal opgesteld door Arie Koster voor pollen- en nectarwaarden van planten voor (honing)bijen, van laag (0) naar hoog (5) met omschrijving klassen (Imkerpedia, 2011).

N/P Waarde	Betekenis
0	De planten worden door honingbijen bezocht voor nectar en/of stuifmeel, maar er zijn te weinig waarnemingen voor een indicatie; betekenis voor bijen is soms twijfelachtig. Sommige van deze plantensoorten worden bij commerciële productie goed bevlogen.
1	Honingbijen meestal in kleine aantallen waargenomen bij de plantensoort, meestal bij kleine aantallen of individuele planten; bij grotere aantallen van deze plant en/of dicht bij de bijenkast vermoedelijk goed voor substantieel bijenbezoek. Sommige van deze soorten worden bij commerciële productie goed bevlogen.
2	Honingbijen zijn vaak afwezig, maar de plantensoorten wordt incidenteel druk bevlogen; wordt in de omgeving van de bijenkast waarschijnlijk regelmatig en intensiever bevlogen (er zijn inmiddels goede indicaties dat deze groep in de buurt van een bijenstal onder classificatie 3 of classificatie 5 vallen).
3	Honingbijen regelmatig in grote of kleine aantallen aanwezig.
4	Intensief bezoek van honingbijen is minstens eenmaal waargenomen; daarnaast ook in de classificatie 1-3 waargenomen (de meeste soorten van deze groep vallen in de omgeving van de bijenkast vermoedelijk onder de classificatie 5).
5	Goed tot zeer goed en meestal constant bevlogen (een hoge trouwheidsgraad), vaak zwermachtig (met duidelijk gegons van veel honingbijen), vooral als de bijenvolken dicht in de buurt voorkomen.

2.1.2 Bomen, struiken, bollen & knollen

Voedselaanbod voor bijen is zeer belangrijk in het voorjaar. Na de winter moeten bijen, en ook andere bestuivers, weer aansterken. Nectar is nodig voor energie om te vliegen, maar sociale bijen gebruiken dit ook om hun nesten op te warmen door vleugelbewegingen te maken. Zo bevorderen ze de ontwikkeling van de larven. Ook pollen zijn zeer belangrijk om de jongen te voeden. Alleen bij voldoende voedsel legt de koningin (moer) voldoende eitjes. In het vroege voorjaar en het late najaar zijn voornamelijk bomen in de natuur, parken en tuinen en bollen en/of knollen in parken en tuinen verantwoordelijk voor het grootste voedselaanbod. In het vroege voorjaar (vanaf februari) staan vooral wilgensoorten (*Salix* sp.) erom bekend een zeer grote hoeveelheid voedsel te bieden. Zij zijn een van de eerst bloeiende bomen en de mannelijke bomen hebben een nectar en pollenwaarde van 5. Ook zijn er struiken die bijdragen aan de voedselbeschikbaarheid in het voorjaar. Hazelaars (*Corylus avellana*) zijn de eerst bloeiende struiken (januari). Ondanks de lage nectar en pollenwaarde zijn zij toch belangrijk, omdat er rond deze tijd nog geen andere bloeiende planten zijn. Sleedoorn (*Prunus spinosa*) biedt vanaf februari-maart veel voedsel en groeit goed op wat voedselrijkere gronden. In parken en tuinen worden bollen als krokussen (*Crocus* sp.) in zeer grote aantallen bevlogen (bitsandbees.nl, n.d.). Zij bieden een uiterst grote hoeveelheid voedsel. Bovendien zien grotere groepen krokussen er mooi uit en trekken direct de aandacht van bezoekers van bijvoorbeeld (landschaps)parken.

Vanaf mei tot september wordt veel voedsel geleverd door kruidachtige planten. Er zijn echter rond deze tijd ook nog bomen en struiken, welke een grote hoeveelheid voedsel bieden. Deze bieden een uitkomst op locaties waar bloeiende kruiden schaars zijn of waar regelmatig gemaaid moet worden. Op deze wijze kunnen beheerders hun werk uitvoeren zonder dat hierdoor te veel voedsel voor de bijen verdwijnt. Voorbeelden van bomen of struiken welke bloeien in de zomer zijn brem (*Cytisus scoparius*), paardenkastanje (*Aesculus* sp.), linde (*Tilia* sp.), vuilboom (*Rhamnus*) en hondstroos (*Rosa canina*)(bitsandbees.nl, n.d.).



In het najaar zijn de meeste kruiden uitgebloeid en zijn voornamelijk bomen en struiken weer verantwoordelijk voor het voedselaanbod (bitsandbees.nl, n.d.). Dit is vooral belangrijk omdat bijen zich dan voor moeten voorbereiden op de winter. Hoe meer voedsel zij kunnen verzamelen voordat de winter inzet, des te groter de kans is dat ze goed de winter doorkomen. Bovendien hebben ze dan in het voorjaar nog voedsel over. Dit maakt het makkelijker voor ze om te groeien. Een groot deel van de bijensterfte in het vroege voorjaar is te wijten aan een tekort aan voedsel in het voorgaande najaar (bitsandbees.nl, n.d.). Bomen als de bijenboom (*Tetradium danielli*) geven zeer veel voedsel in het najaar. De klimplant klimop (*Hedera helix*) en enkele bollen zoals najaarskrokussen (*Crocus sp.*) zijn ook zeer geschikt. Een lijst van geschikte bomen, struiken en bollen voor bestuivers is te vinden in bijlage I, tabel I.1.

2.1.3 Kruiden

Kruiden bieden het meeste voedsel voor bestuivers in het late voorjaar tot het einde van de zomer. Kruiden kunnen een-, twee-, meerjarig of een vaste plant zijn. Een-, twee- of meerjarige planten moeten zich constant via zaad voortplanten, omdat ze na een of enkele jaren afsterven. Hun verspreide zaad moet het vervolgens overnemen. Vast planten daarentegen blijven voor vele jaren staan en overleven de winter of boven de grond of doordat ze weer opkomen vanuit de wortels. Vaste planten zijn makkelijker voor het beheer, omdat de kans groot is dat ze na het maaien weer terugkomen. Eenjarige planten verdwijnen vaak over tijd, doordat de planten worden weggemaaid voordat ze zaad hebben kunnen zetten en vervolgens niet meer vanuit de wortels opkomen. Op iets vochtige en voedselrijke gronden is gewone smeerwortel (*Symphytum officinale*) een uitstekende plant voor bestuivers. Ook klavers zoals de witte klaver (*Trifolium repens*) is een uitstekende plant. Op zanderige droge grond is muurpeper (*Sedum acre*) uitstekend. Een lijst aan geschikte kruiden is tevens te vinden in bijlage I, tabel I.1.

2.2 Insectenhôtels & stobbenwallen

2.2.1 Nestgelegenheid voor bijen

Nestgelegenheid is essentieel voor het overleven van bijen in een gebied. Voor wilde bijen (Apidae) is het van belang dat het voedsel (nectar en stuifmeel van planten) op vliegafstand van het nest te vinden is. De vliegafstand varieert per soort of groep soorten. Hommels en honingbijen zijn in staat grote afstanden af te leggen (als het moet tot een paar kilometer), terwijl veel kleine bijen niet verder vliegen dan enkele tientallen meters vanaf het nest (Bijehelpdesk.nl, 2015). Sommige soorten wilde, solitaire bijen (Apidae; 18% van alle soorten) gebruiken holten in houtige structuren, zoals rot hout, holle takken of holle stengels (bijv. riet) als nestlocatie. Om deze reden worden vaak bijenhôtels geplaatst in de vorm van houten blokken waar gaten in zijn geboord. Het overgrote deel van de wilde bijen (70% van alle soorten) maakt echter gebruik van een kale, droge, zanderige grond als nestlocatie en maken dus geen gebruik van deze bijenkasten. Zo'n 12% van de soorten kan zowel bovengronds als ondergronds nestelen (Van Breugel, 2014). Het aanbieden van een combinatie van bovengrondse en ondergrondse nestgelegenheden is daarom de beste optie.

2.2.2 Eisen voor bijenhôtels

Om een geschikte nestgelegenheid te vormen voor bijen moeten bijenhôtels aan enkele voorwaarden voldoen, zoals beschreven in Van Breugel (2014):



- Nestlocaties moeten op een zonnige plek worden geplaatst, georiënteerd op het zuiden. Dit bevordert de ontwikkeling van de larven;
- Regenwater moet goed worden afgevoerd. Nesten in zandgronden dienen drooggehouden te worden om ze te beschermen tegen instorten, bijvoorbeeld met behulp van dakpannen. Gangen van nesten in hout kunnen het beste schuin omhoog worden geboord, zodat de nesten niet vollopen met water;
- De gangen die in houtblokken worden geboord, moeten vrij zijn van splinters. Gangen met splinters worden niet gebruikt door bijen, aangezien de splinters de vleugels kapotscheuren;
- Hoe breder de boorgaten zijn in diameter, des te dieper de gang moet worden geboord. Bij een diameter van 1,5 mm is een boordiepte van minstens 2 cm aanbevolen, oplopend tot een diepte van 6 cm bij een diameter van 8 mm. Gangen van 2,5 tot 8 mm zijn het meest in trek. Gangen breder dan 8 mm worden gewoonlijk niet gebruikt. Zorg ervoor dat één kant van de gang dicht blijft (niet volledig doorboren);
- Gebruik geen tropisch hout of hout met scheuren. Scheuren verhogen de kans op infectie door parasieten;
- Bijen maken zelf de gangen schoon voor nieuw gebruik. Het schoonmaken van de gangen is dus niet nodig;
- Bijen hebben water nodig. Er moet dus water beschikbaar zijn in de omgeving.

2.2.3 Voorbeelden van bijenhotels

Leem kan als belangrijk bouwmedium dienen voor bijenhotels. Sommige bovengronds nestelende bijensoorten gebruiken leem als metselmateriaal. Daarnaast heeft een groot deel van de in grond nestelende bijen een schuine of steile wand nodig voor hun nest. ‘Bijenhotels’ met leemwanden, aangelegd in combinatie met bijvoorbeeld dakpannen en houten blokken met nestgangen, bieden daarom nestgelegenheid aan een grotere variatie aan bijen dan bijenhotels bestaande uit alleen hout. Bloempotten worden ook veel gebruikt, maar worden vaak volgestopt met hooi of ander losmateriaal. De bloempotten kunnen beter gevuld worden met leem, zodat ze meer bezocht worden door bijen en niet kapot worden gemaakt door voedselzoekende vogels. Ook muren gemaakt van stapelstenen en houtblokken gemetseld met leem bieden een uitstekende nestlocatie (figuur 2.1, 2.2 en 2.3). Een dergelijk insectenhotel functioneert natuurlijk ook als sierlijke muur. Bovendien creëert de wand een droog habitat waar bijzondere plantensoorten, zoals sedums, op kunnen groeien. Nog een andere vorm van een insectenhotel die zeer geschikt is en makkelijker te bouwen is, is een opeenstapeling van pallets (figuur 2.4). De open zijanten worden gevuld met stukken leem, holle stengels (bijvoorbeeld bamboe) en houtblokken met boorgaten. Dit type bijenhotel is zeer gemakkelijk en goedkoop te bouwen, waardoor het een interessant project kan zijn voor workshops met bezoekers. Dit type bijenhotel kan zeer effectief zijn als het beschermd wordt tegen regen en als de juiste materialen zijn toegepast (leem, holle stengels, houten blokken met boorgaten, maar weinig steen en potten met hooi).





Figuur 2.1 & 2.2 Leemwanden met dakpannen (links, Natuurpunt Educatie, n.d; Rechts, Van Breugel, 2014).



Figuur 2.3 Een stapelmuur met boomstammen gemetseld met leem (WildeWeelde, n.d.). Figuur 2.4 Een bijenhotel gemaakt uit pallets (InspirationGreen.com, n.d.).

Er zijn ook bijenhôtels voor solitaire bijen die het voor bezoekers mogelijk maakt om de larven te zien ontwikkelen in het nest. Dit kan door het hout een de zijkant door te boren en deze geulen te bedekken met een glasplaat of doorzichtig plexiglas (figuur 2.4). Dergelijke insectenhôtels zijn slechts geschikt voor een kleine groep solitaire bijen, maar bieden een zeer grote belevingswaarde voor bezoekers. Vooral voor kinderen kunnen dergelijke nesten een educatieve waarde bevatten.



Figuur 2.4 Een bijenhotel met inkijk voor educatieve waarde (Van Breugel, 2014).

2.2.4 Stobbenwallen

Een andere waardevolle en tevens educatieve optie is het plaatsen van elementen als stobbenwallen (eventueel in combinatie met snoeimateriaal)(figuur 2.5). Deze ogen wellicht minder aantrekkelijk voor bezoekers, maar bieden ook goede nestmogelijkheden voor solitaire bijen, sommige zoogdieren en vogelsoorten. Stobbenwallen zijn uitgerekte stapels van stobben en stronken van bomen en struiken. Om de oude wortels zit vaak grond vast. Deze grond droogt goed uit, doordat de hoop wel 2 m hoog kan worden en altijd richting de zon dient te worden gelegd. Een stobbenwal biedt op die manier nestmogelijkheden voor in grond nestelende bijensoorten. De kieren en gaten in stobbenwallen leveren juist weer nestmogelijkheden voor bovengronds nestelende soorten (Reemer, 2014). Bovendien zijn stobbenwallen groot, zwaar en stevig en ogen 'slordig', waardoor ze minder gevoelig zijn voor vandalisme dan 'nette' bijenhôtels. Stobbenwallen kunnen tevens worden toegepast als afscherming van gebieden en begeleiding: muizen en egels, bijvoorbeeld, bevinden zich niet graag in open gebieden. Stobbenwallen geven hen op die manier de mogelijkheid zich langs of door een open gebied te verplaatsen (Regionale bronnenbank, n.d.).

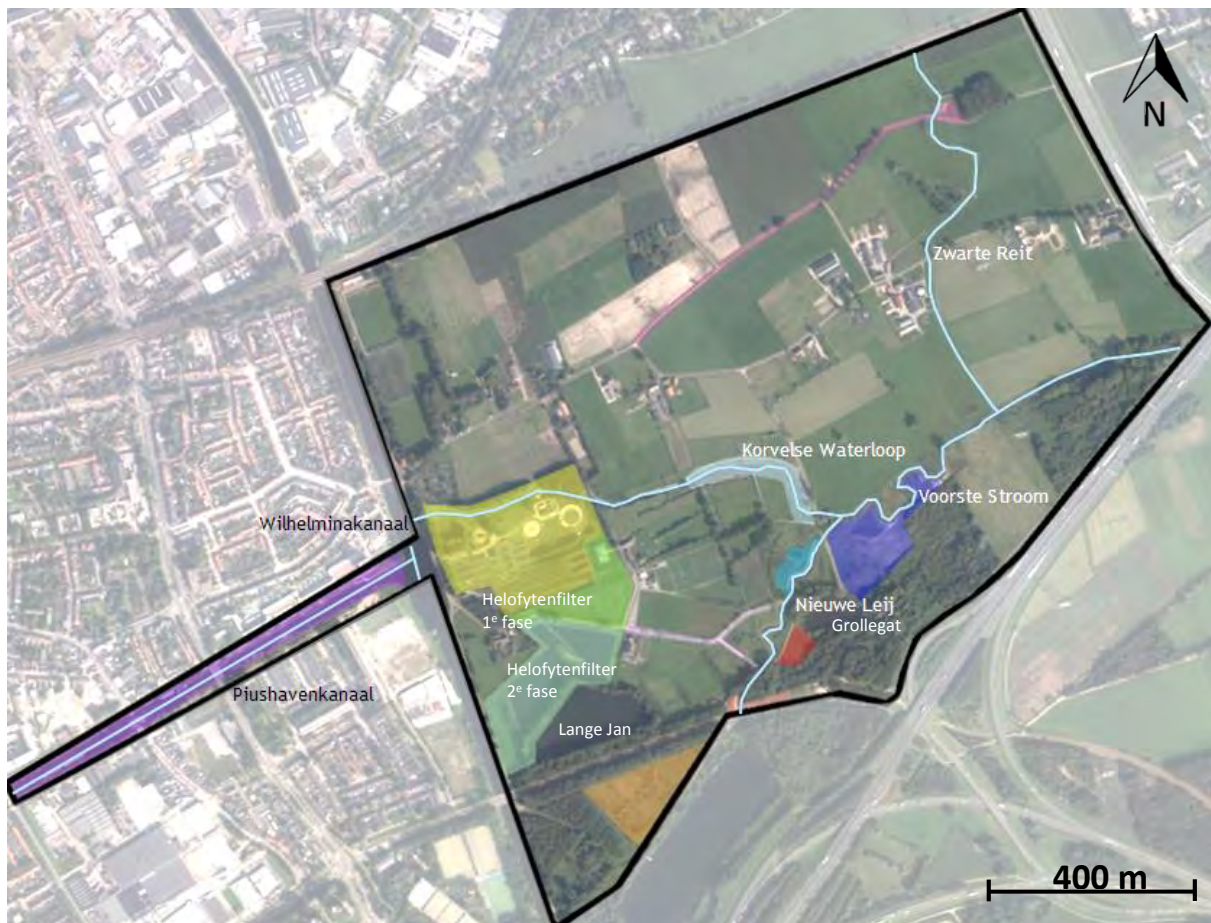


Figuur 2.5 Een stobbenwal onder een viaduct (Plaatsengids.nl, n.d.).

H3 Gebiedsbeschrijving

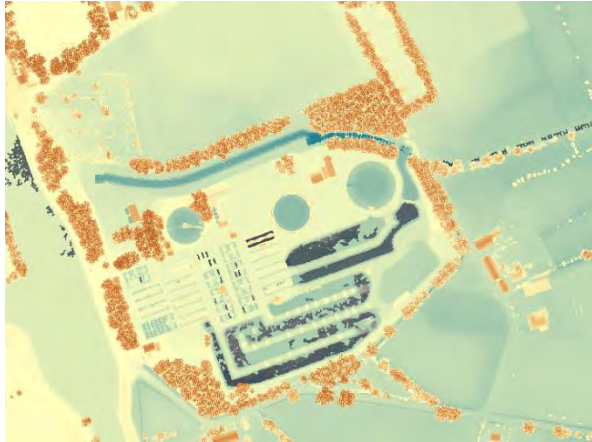
3.1 Korte beschrijving projectgebied

Het projectgebied omvat twee deelgebieden in Tilburg, Noord-Brabant: het landschapspark Moerenburg en het Piushavengebied (figuur 3.1). Het projectgebied is gelegen aan de (zuid)oostkant van het stedelijk gebied van Tilburg. De Piushaven verbindt het landschapspark Moerenburg (een buitengebied van Tilburg) met de stedelijke kern van Tilburg en heeft daarmee het potentieel een 'groenblauwe' arm te worden, die de stad in rijkt.



Figuur 3.1 Kaart van landschapspark Moerenburg en het Piushavengebied. Weergegeven zijn de ligging van het projectgebied en de waterlopen Voorste Stroom, Korvelse Waterloop, Nieuwe Leij en Zwarte Reit, het Piushavenkanaal en het Wilhelminakanaal.

Het terrein van het voormalig RWZI Moerenburg is enkele meters hoger gelegen ten opzichte van de directe omgeving (figuur 3.2). Uit veldobservaties blijkt dat de bodem uit droge, matig voedselrijke grond bestaat. Op het terrein zijn momenteel weinig struiken en bomen aanwezig, waardoor er veel zonlicht op het terrein valt.

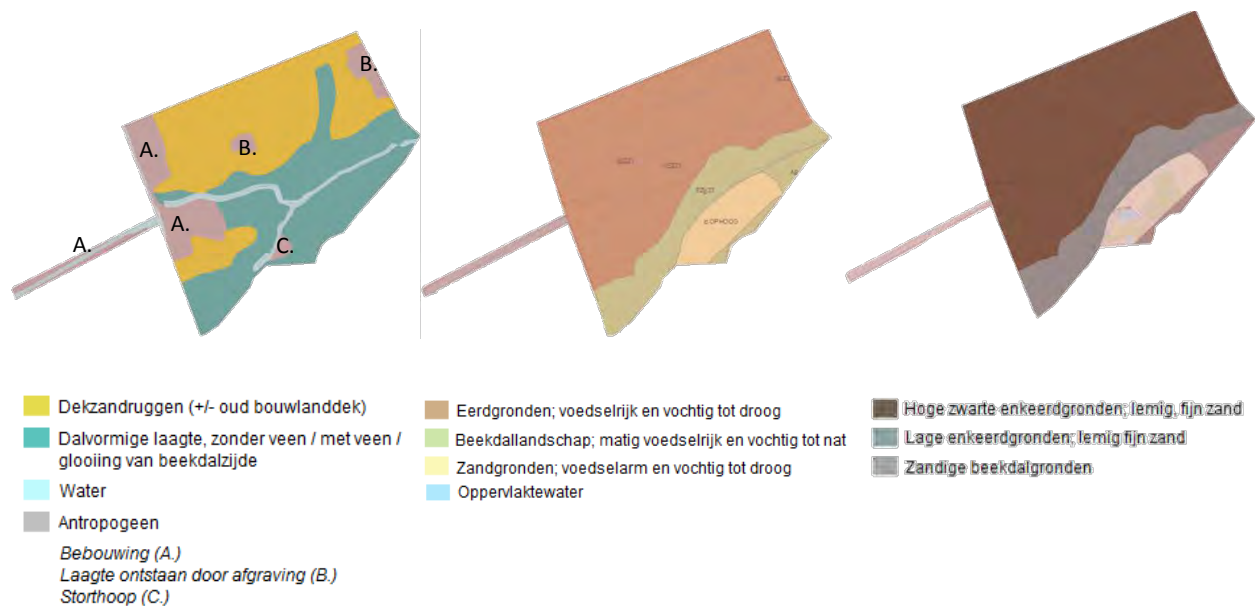


Figuur 3.2 AHN Hoogtekaart van terrein voormalig RWZI Moerenburg en nabije omgeving. De lichtgekleurde en bruine delen duiden op een hogere ligging van het RWZI-terrein t.o.v. de donkerder gekleurde, lager gelegen gebieden in de nabije omgeving (Actueel Hoogtebestand Nederland, 2015).

3.2 Geohydrologische beschrijving

3.2.1 Geo(morfo)logie, bodem & waterhuishouding

De bovenste laag van de bodem (ca. 0-10 cm onder het maaiveld) bestaat uit een matig doorlatende deklaag met fijn tot matig grof zand en hier en daar dikke, slecht doorlatende klei- of leemlagen van enkele centimeters dik. Het Piushavengebied is sterk bebouwd (bedrijven en woongebied) in tegenstelling tot Moerenburg. Het noordelijk deel van Moerenburg wordt gekenmerkt door een dekzandrug behorende tot de formatie van Twente (figuur 3.3). Hier worden de hoge enkeerdgronden aangetroffen (voedselrijk, vochtig tot droog en lemig, fijn zand). Ten zuiden hiervan liggen de beekdalen van de Voorste Stroom en de Nieuwe Leij met ten noorden van de beken de lage enkeerdgronden (matig voedselrijk, vochtig tot nat en lemig, fijn zand) en ten zuiden van de beken de zandige beekdalgronden (voedselarm, vochtig tot droog zand). De enkeerdgronden zijn in de loop der tijd ontstaan door ophoping van potstalmest en heideplaggen. Op enkele locaties komen stortplaatsen voor, waaronder een ophoging naast het Grollegat. Hier zijn vroeger de resten van de oude V&D uit Tilburg gestort (Maas, 2009; Ruimtelijkeplannen.nl, 2009; BTL Advies, 2010; Provincie Noord-Brabant, 2015).



Figuur 3.3 Uitsnede projectgebied Moerenburg-Piushaven van de geomorfologische kaart (links), de bodemkaart (midden) en de bodemtypen (rechts)(Provincie Noord-Brabant, 2015).

3.2.2 Oppervlaktewateren

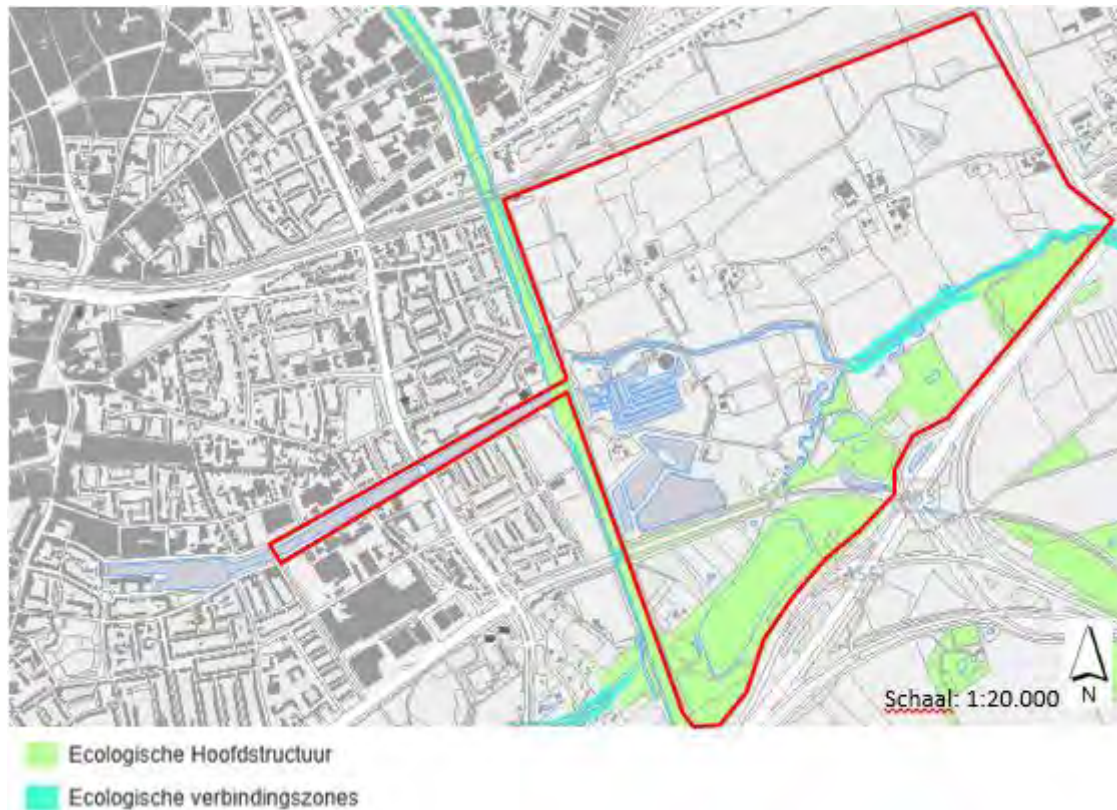
De meest belangrijke waterlopen binnen het projectgebied (figuur 3.1) zijn de Korvelse Waterloop en de Nieuwe Leij die later samenkomen als de Voorste Stroom. Op de Voorste Stroom mondt tevens de Zwarte Reit uit. Voor de ontwikkeling van natuur (o.a. vissen, libellen en hun leefgebied) is het van belang dat de waterlopen het gehele jaar door watervoerend blijven. De waterlopen hebben twee functies: het vasthouden van water (waterberging) en het afvoeren van voldoende water tijdens piekmomenten. De Voorste Stroom wordt gekenmerkt door een natuurlijk, breed, meanderend profiel, in tegenstelling tot de Zwarte Reit en de Korvelse Waterloop. De Korvelse Waterloop onderscheidt zich door de betonnen bodem en de verticale, ijzeren damwanden van 1,5 – 2 m hoog (een echte oeverzone ontbreekt). Deze inrichting draagt bij aan een goede afvoer van water dat bij piekmomenten tijdens extreme weersituaties vanaf het RWZI Moerenburg wordt overgestort op de Korvelse Waterloop. Dit water is niet altijd van goede kwaliteit. In de toekomst zal door afkoppeling in de stad Tilburg minder (gemengd) afvalwater worden aangeboden. Het afgekoppelde hemelwater wordt dan naar een nog aan te leggen waterpark geleid. De Zwarte Reit is smal en rechtlijnig en hoeft geen piekafvoeren te verwerken (BTL Advies, 2012; Boute & Van den Boomen, 2014).

Op de droge delen langs de waterlopen worden droge en natte bloemrijke graslanden ontwikkeld. De poelen (figuur 3.1), met name gelegen in de vochtige graslanden, dienen als stapstenen voor amfibieën. Deze poelen staan niet in contact met de waterlopen en kunnen daardoor incidenteel droogvallen in zeer lange, warme perioden. Ze worden gevoed door grond- en regenwater. Daarnaast liggen er tevens enkele grotere plassen in het gebied (figuur 3.1), waaronder de 'Lange Jan' (ontstaan door zandwinning) en het 'Grollegat' (of 'de Buunder', waarschijnlijk een voormalige molenvijver)(BTL Advies, 2012).

Het watersysteem in het projectgebied is op te delen in drie zones – infiltratie-, kwel- en intermediaire gebieden – waardoor zowel brede natte zones als drogere zones aanwezig zijn. De kwelwatergebieden hebben een hoge grondwaterstand en zijn met name te vinden in het lager gelegen beekdal van de Voorste Stroom, zoals in de beken, de zijwaterlopen en de beekdalgronden. De infiltratiegebieden in het noorden van Moerenburg, gelegen op de hogere dekzandruggen, vormen het voedingsgebied voor deze kwel. De grondwaterstand in dit deel van Moerenburg is gewoonlijk laag en kan aanzienlijk fluctueren. Tussen de kwel- en infiltratiegebieden bevindt zich een overgangs- of intermediair gebied, waar neerslag in droge perioden infiltreert en in natte perioden wordt afgevoerd. In deze gebieden kan lokaal kwel voorkomen (Ruimtelijkeplannen.nl, 2010).

3.3 Landschappelijke uitstraling

Het landschapspark Moerenburg is circa 200 ha groot en heeft grotendeels een agrarisch karakter. Voor natuur en landschap is een belangrijke functie weggelegd. Zo behoort het zuidelijke deel tot de Ecologische Hoofdstructuur (tegenwoordig Natuurnetwerk Nederland) en is de Voorste Stroom binnen de grenzen van het projectgebied ingericht als ecologische verbindingszone (Gemeente Tilburg, 2015)(figuur 3.3). Daarnaast vormt Moerenburg het meest westelijk gelegen onderdeel van het Groene Woud en ligt het op enkele kilometers afstand van het Natura 2000-gebied ‘Kampina en Oisterwijkse Vennen’. Het landschapspark Moerenburg is een veelzijdig gebied met een open landschap. Kenmerkend zijn de combinatie van weilanden, plassen, bomen en waterlopen (o.a. de Korvelse Waterloop, de Voorste Stroom en de Nieuwe Leij) enerzijds, en de aanwezigheid van boerderijen, volkstuintjes en sportvereniging anderzijds. Daarnaast zijn er enkele waardevolle elementen uit de Tilburgse geschiedenis te bezichtigen: het voormalige RWZI Moerenburg (voorheen ook bekend als ‘Hoevense Kanaaldijk’ en ‘AWRI Tilburg-Oost’) en een ijzeren reconstructie van Huize Moerenburg. Hoeve Huize Moerenburg kwam in de veertiende eeuw voor het eerst voor in de archieven en werd gesloopt in omstreeks 1750. De precieze locatie en de restanten van het huis Moerenburg werden pas in 2005 bij toeval blootgelegd tijdens de aanleg van een helofytenfilter (MTD landschapsarchitecten, n.d.; Van Doremalen *et al.* 2006; MTD landschapsarchitecten & Land&Co, 2010).



Figuur 3.3 Kaart van landschapspark Moerenburg en het Piushavengebied. Weergegeven zijn de ecologische verbindingzones (o.a. langs de Voorste Stroom) en de ecologische hoofdstructuur (EHS, tegenwoordig Natuurnetwerk Nederland)(Provincie Noord-Brabant, 2015).

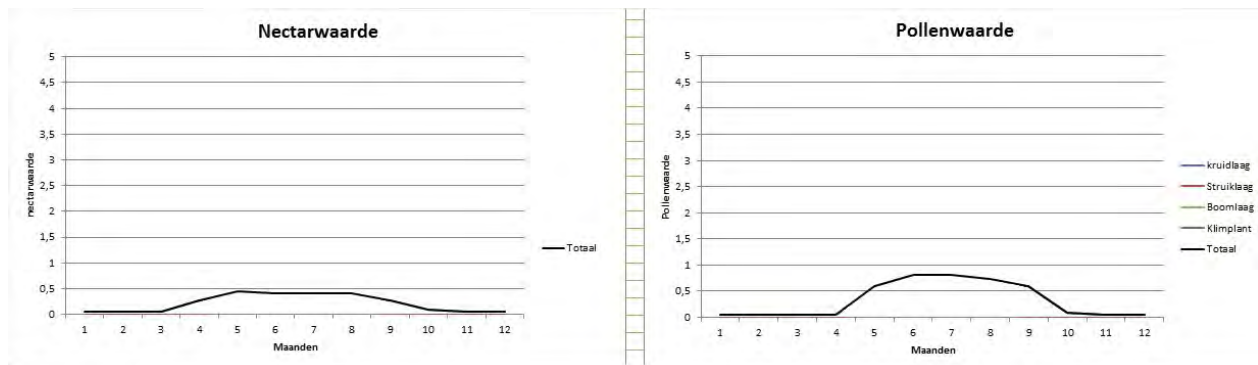
3.4 Achtergrond voormalig RWZI Moerenburg

De RWZI Moerenburg was één van de eerste biologische zuiveringen in Nederland. Op het voormalige rioolwaterzuiveringsterrein in Moerenburg zijn de restanten van de eerste Rijksproefinstallatie bewaard gebleven. Deze zijn als Rijksmonument voor industrieel erfgoed beschermd. Uitsluitend de zandvang behorende tot het rioolgemaal, het gebouw voor chemische slibverwerking, de dienstwoning en de daaraan grenzende monumentale poort zijn gesloopt. De Rijksproefinstallatie voor biologische waterzuivering (septic tank installatie) werd in 1904 opgericht. Het gebruik van deze installatie werd in 1912 stopgezet. In het teken van een proef voor ontvetting van afvalwaterslib werd in 1925 besloten de proefinstallatie uit te breiden met de bouw van een bezinkinstallatie, een pompinstallatie, en enkele gebouwen en leidingen. Ook deze proef werd stopgezet, in 1929. Pas in 1937 werd de installatie opnieuw door de Gemeente Tilburg in gebruik genomen. Deze keer als zuivering voor het grootste deel van het Tilburgse rioolafvalwater. Sinds de intrede van de Wet Verontreiniging Oppervlaktewater in 1970 begon ook het waterschap de Dommel zich bezig te houden met het zuiveren van afvalwater. In 1995 werd de rioolzuivering ook daadwerkelijk overgedragen aan het Waterschap De Dommel. In 2005 werd het zuiveringsproces in Moerenburg definitief opgeheven en overgenomen door de RWZI in Tilburg-Noord. In 2005 werd tevens een waterbuffer aangelegd in de vorm van een helofytenfilter (MTD landschapsarchitecten, n.d.; Van Doremalen *et al.* 2006; MTD landschapsarchitecten & Land&Co, 2010). Het regenwater uit Tilburg en omgeving, vermengd met afvalwater, wordt bij droog weer direct

doorgepompt naar RWZI Tilburg noord. Wanneer bij zwaar weer de aanvoer te groot is, worden twee buffertanks op RWZI Moerenburg gevuld. Dit gebeurt ongeveer 50 keer per jaar. Is het aanbod nog te hoog dan wordt het doorgevoerd naar helofytenfilter eerste fase, dit gebeurt circa 25 keer per jaar. Is het nog te veel dan kan het doorstromen naar helofytenfilter tweede fase, dit gebeurt circa 10 keer per jaar. In de meest extreme situaties waarbij dit systeem de druk niet meer aankan, wordt een overstort geopend en laat men het stortwater direct de Korvelse Waterloop instromen. Het afvalwater komt zo direct in de Voorste stroom terecht. Dit gebeurt echter maar eens in de 20 jaar (Boute & Van den Boomen, 2014). Recent werd echter opgemerkt dat de frequentie hiervan vele malen hoger ligt en dat het zelfs enkele malen per jaar plaatsvindt (John Klijn & Frank van Beers, pers. comm., 22 juni 2015).

H4 Huidige diversiteit RWZI Moerenburg

De biodiversiteit op het terrein van de voormalige RWZI Moerenburg is bijzonder laag. Dit komt waarschijnlijk doordat de meeste delen van het terrein zeer intensief worden gemaaid. Dit zorgt ervoor dat veel planten niet de mogelijkheid krijgen om te bloeien of te groeien. Het terrein biedt dan ook weinig voedsel, weinig nestgelegenheid of schuilmogelijkheden voor bestuivende insecten. De nectar- en pollenwaarde die het gebied oplevert voor bestuivers is het gehele jaar door laag (figuur 4.1). De nectar- en pollenwaarden komen niet boven de 1. Dit betekent dat er het gehele jaar vrijwel geen voedsel te vinden is voor bijen (en andere bestuivende insecten). Bestuivers zijn dan ook vrijwel niet aangetroffen op het terrein, met uitzondering van de bramen in het struweel aan de noordkant van het terrein, waar de hommels en honingbijen in grotere aantallen op vlogen.



Figuur 4.1 De nectar- en pollenwaarden van het terrein van de voormalige RWZI Moerenburg in de huidige staat, bepaald volgens de methode beschreven in Groen et al. (2014).

Het terrein van het voormalige RWZI Moerenburg bevat op heden enkele kleine plekken waar interessante planten of dieren in het gebied voorkomen. Het is belangrijk hier rekening mee te houden bij de herinrichtingsmaatregelen om geen schade te veroorzaken aan deze plant- en diersoorten. Op 10 juni 2015 is een inventarisatie uitgevoerd gericht op 'bijzondere' plant- en diersoorten en de algehele biodiversiteit aan planten op het afgesloten deel van het RWZI terrein. Hieruit kwamen alleen de flora en fauna naar voren beschreven op bladzijde 17.



Roofvogel nestplaats **Vijfvingerkruid**

Figuur 4.2 De plekken met bijzondere flora & fauna.

In het bosplantsoen in de noordoostelijke hoek van het RWZI terrein nest een roofvogel (figuur 4.2). Vogels en hun nestplaatsen zijn beschermd volgens de Flora & Fauna wet en mogen niet worden beschadigd (Vogelbescherming Nederland, 2014a). Het is dus beter deze locatie te ontwijken. Het bos veroorzaakt veel schaduw wat het voor bestuivers minder interessant maakt. Het aanpassen van dit gebied zou betekenen dat veel bomen verwijderd zouden moeten worden. De kosten hiervoor zijn redelijk hoog en andere locaties zijn makkelijker om te vormen. In het oosten van het gebied groeit vijfvingerkruid (*Potentilla reptans*). Dit kruid is een zeer algemene soort, maar komt verder niet op andere locaties in Moerenburg voor. Om deze reden wordt geadviseerd deze locatie niet aan te passen. Verder bevat het gebied geen bijzondere plant- of diersoorten.

H5 Ecologisch inrichtingsadvies RWZI Moerenburg

5.1 Probleemstelling

Zoals beschreven in hoofdstuk 3 ligt het terrein van de voormalige RWZI Moerenburg wat hoger ten opzichte van de directe omgeving. De bodem is redelijk zanderig en voedselarm. Het terrein bevat weinig struiken voor luwte en bevat vrijwel geen bloeiende planten en heeft als gevolg daarvan een lage drachtwaarde gedurende het gehele jaar. Ook bevinden zich veel konijnen in het gebied welke graafschade veroorzaken op het terrein. Dit hoofdstuk bespreekt hoe het terrein van de voormalige RWZI omgevormd kan worden tot een meer bestuiver-vriendelijke omgeving die tevens interessant is voor toekomstige bezoekers.

5.2 Inrichtingsadvies

5.2.1 Voedselaanbod voor bijen en bestuivers

Om het terrein aantrekkelijker te maken voor zowel bijen (en andere bestuivende insecten) als bezoekers wordt aangeraden om op de droge delen van het terrein de groei van plantensoorten van droge bloemrijke graslanden te bevorderen (figuur 5.1). Enerzijds door het inzaaien van inheemse, gebiedseigen soorten en anderzijds door aanpassingen in het (maai)beheer. De ingezaaide soorten moeten goed tegen droge omstandigheden kunnen, graag op zandgrond leven en een hoge voedselwaarde (nectar- en pollenwaarden hoger dan 3) hebben voor bijen en andere bestuivers. Een lijst met enkele kenmerkende soorten van droge bloemrijke graslanden en andere soorten die het mogelijk goed doen op de droge terreindelen is opgenomen in bijlage I, tabel I.1. Om het voedselaanbod voor bestuivers op de langere termijn blijvend te verhogen, is het bovendien verstandig om meerjarige (vaste) soorten te gebruiken in plaats van eenjarige soorten. Om eenjarige soorten jaar na jaar terug te laten komen, is het vaak noodzakelijk om ieder jaar opnieuw in te zaaien (m.n. op voedselrijke bodems in verband met concurrentie), terwijl meerjarige soorten de winter overleven en het volgende jaar opnieuw tot bloei komen. Voor het inzaaien is het wel verstandig eerst de bodem om te werken met een frees. Dit vermindert de concurrentie met reeds aanwezige vegetatie, zoals grassen, en maakt de bodem losser.



Legenda			
	Aalbes		Vuilboom
	Brem		Wilde liguster
	Gaspeldoorn		Zwarte bes
	Gele kornoelje		Hedera
	Hazelaar		Insectenhotel
	Hondсроosje		Bijenmuur
	Kruisbes		Stobbewal
	Sleedoorn		Bollen/knollen
			Droog bloemrijk grasland

Figuur 5.1 Het eindbeeld van het herinrichtingsadvies.

Bijen hebben echter ook voedsel nodig in het vroege voorjaar en het najaar. Hiervoor worden bollen en struiken gebruikt. Omdat het helofytenfilter eerste fase vrij moet blijven voor onderhoud kunnen hier geen bomen of struiken geplant worden. Om deze reden zou het toepassen van bollen een optie kunnen zijn. Het terrein heeft een parkachtig karakter en krokussen passen goed bij dit beeld. Ze kunnen het best geplant worden op de doodlopende uiteinden van het helofytenfilter, zodat wandelaars ze wel kunnen zien maar er niet overheen lopen. De (najaars)krokussen of andere bollen zouden geconcentreerd in clusters geplant kunnen worden en zorgt voor voedsel voor bestuivers in februari-april en in september-oktober. Langs de noordzijde van de omheining van het terrein staan al enkele bomen, hieraan zouden hazelaar en sleedoorn toegevoegd kunnen worden. Sleedoorn biedt dankzij zijn stekels ook bescherming aan vogels en de hazelaarnoten bieden voedsel. Deze soorten hebben wat meer water nodig en kunnen dus niet zo goed groeien op de andere, drogere delen van het terrein, maar zouden zich hier redelijk moeten kunnen ontwikkelen. De struiken leveren voedsel op van januari tot mei. Langs de omheining van

terrein RWZI Moerenburg zou hедера geplant kunnen worden. Hедера bloeit van september tot december en is daarmee een van de laatst bloeiende planten in het jaar. Met zijn hoge voedselwaarde is het een belangrijke najaarsbloeiër voor bestuivende insecten. De klimop vormt over tijd een muur vol kieren en gaten. Een volle wand is een zeer effectieve windbarrière en kan zo beschutting bieden aan insecten, maar het vormt ook een plek om te overwinteren omdat de plant zijn blad niet laat vallen in de winter. Aan de noordzijde zouden tevens struiken zoals aalbes (*Ribes rubrum*), kruisbes (*Ribes uva-crispa*) en zwarte bes (*Ribes nigrum*) geplant kunnen worden. Ze hebben een hoge voedselwaarde voor bestuivers, maar bieden ook eetbare bessen aan andere dieren zoals vogels of muizen. Op de drogere delen van het terrein zouden ook nog struiken als brem of gaspeldoorn (*Ulex europaeus*) geplant kunnen worden. Deze leveren een zeer hoge voedselwaarde voor bestuivers en groeien goed in een droge omgeving. Ook leveren ze schuilplekken voor insecten, vogels en kleine zoogdieren. Schuilplekken zijn belangrijk voor insecten om zich te beschermen tegen regen of wind.

5.2.2 Nestlocaties voor bijen

Nestlocaties voor bijen kunnen geleverd worden door het aanleggen van bijenmuren of insectenhôtels. Een zeer geschikte locatie voor een bijenmuur is langs en deels onder de middelste buffertank (figuur 5.1). Aan de tank hoeft hiervoor niets aangepast te worden. Een muur bestaande uit stapelstenen zoals beschreven in paragraaf 2.2.3 kan hier mooi staan. De wand van de buffertank gaat ongeveer 1 m omhoog en vervolgens ongeveer 30 cm horizontaal opzij en vormt zo een dak voor de aan te leggen muur. Op heden graven konijnen enorme gaten rond deze tank. Door hier de muur te plaatsen kunnen de konijnen er niet meer graven en wordt een deel van het 'konijnenprobleem' (zie paragraaf 5.3) opgelost.



Figuur 5.2 De wanden van de buffertank met konijnenholen.

In het noordelijke deel van het terrein, langs de Korvelse Waterloop, zou een stobbenwal geplaatst kunnen worden (figuur 5.1). Dit levert meer natuurlijke nestlocaties op voor bijen. Op deze locatie ligt de stobbenwal gericht op het zuiden en is hij goed zichtbaar vanaf de overkant voor toekomstige bezoekers van het terrein. Het beste kan de wand tussen de bomen geplaatst worden zonder bomen om te zagen. Indien het niet anders kan zouden enkele bomen verwijderd kunnen worden. Een tweede (eventueel

kleinere) stobbenwal zou nog op een later te bepalen locatie geplaatst kunnen worden, bijvoorbeeld op een plek dicht bij bezoekers om educatie redenen. Voor nog meer educatie zouden ook insectenhôtels bestaande uit pallets of deels opengewerkte hôtels (zoals beschreven in paragraaf 2.2.3) op het terrein geplaatst kunnen worden.

5.3 Beperken konijnenoverschot

5.3.1 Probleemomschrijving & huidige situatie

Het Waterschap De Dommel kampt momenteel met een konijnenoverschot op de voormalige RWZI Moerenburg, met name in de vorm van graafschade. Deze schade is voornamelijk zichtbaar langs de betonnen elementen en paden op het terrein. De konijnen graven diepe kuilen langs de paden en langs diepe betonnen bakken. Dit brengt momenteel het risico met zich mee dat ‘bezoekers’ van het terrein in de kuilen stappen, zich verwonden, in de waterbakken/-bassins vallen, of dat (onderhouds)machines zich vastrijden of beschadigd raken.

Het konijn is opgenomen als beschermde soort in tabel 1 (algemene soorten) van de Flora- en Faunawet (STOWA, n.d.), maar is tevens aangemerkt als landelijke schadesoort. Dit betekent dat het op basis van een ontheffing is toegestaan om bepaalde handelingen te verrichten om schade te voorkomen of te beperken (Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, 2002). Op het terrein van de voormalige RWZI Moerenburg hanteert het Waterschap De Dommel sinds circa één jaar de maatregel ‘fretteren’. De resultaten hiervan verschillen gewoonlijk. Precieze trends in aantallen zijn niet voorhanden. Het is in ieder geval onwaarschijnlijk dat het fretteren leidt tot het volledig wegvangen van alle konijnen, aangezien zij zich zeer snel vermeerderen. Het huidige plan is om op dezelfde voet verder te gaan, omdat de konijnen tot op heden alleen graafschade hebben veroorzaakt (pers. mededeling, Dick Vorstenbosch, 29 mei 2015).

5.3.2 Aanpassing voedselaanbod & kwaliteit leefgebied van konijnen

Het konijn (*Oryctolagus cuniculus*) komt als algemene soort verspreid over heel Nederland voor. Op sommige locaties, zoals op het RWZI-terrein Moerenburg, is hun aanwezigheid ongewenst en worden zij bestreden. Naast graafschade kunnen konijnen een grote rol spelen in de vegetatieontwikkeling op het RWZI-terrein. Begrazing door konijnen kan zorgen voor korte grazige delen en open zand en gaat verruiging en uitbreiding van struweel tegen. De open zandige stukken die zij creëren kunnen uitstekende nestgelegenheden bieden voor vele zandbijen. Dit bevordert de opkomst van minder concurrentiekrachtige soorten (Van wijk *et al.* 2006). Mogelijk verhogen de ontwikkeling van bloemrijke graslanden en zoomvegetaties en de aanplant van bomen en heesters het voedselaanbod en kwaliteit van het leefgebied op het RWZI-terrein. Het leefgebied van het konijn bestaat namelijk bij voorkeur uit halfopen landschappen met zandige bodems en het dieet bestaat uit o.a. scheuten en wortels van grassen en kruiden, en loten van jonge struiken en bomen (Zoogdiervereniging, 2015a).

Om het konijnenoverschot in de hand te houden, kan worden geprobeerd het fretteren aan te vullen met het aantrekken van natuurlijke vijanden. In Moerenburg zijn reeds natuurlijke vijanden van het konijn aanwezig, namelijk de vos (*Vulpes vulpes*), de bunzing (*Mustela putorius*) en de buizerd (*Buteo*

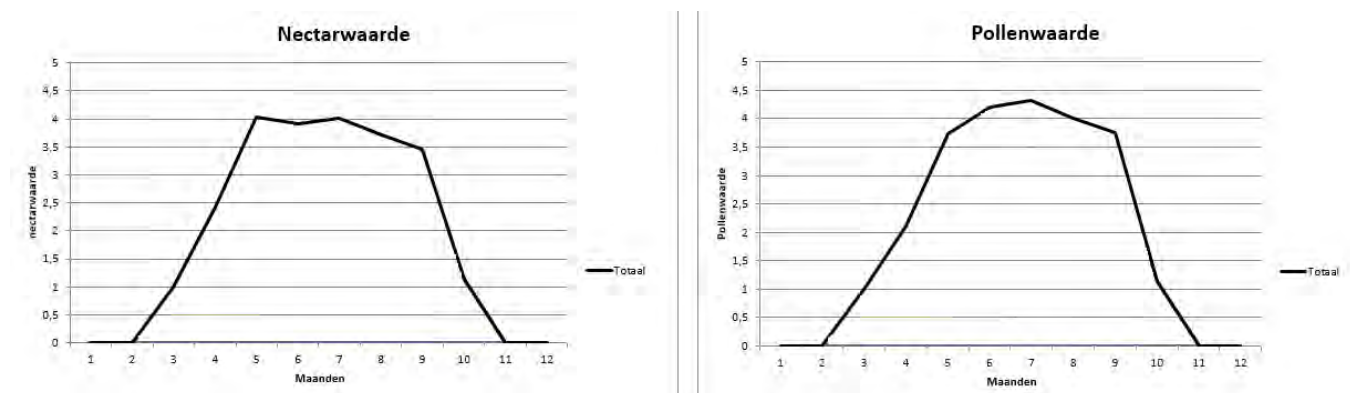
buteo)(waarneming.nl, 2015). Om meer ruimte te geven aan deze natuurlijke vijanden kan gedacht worden aan:

- Het behouden en/of toevoegen van holle bomen, overhoekjes, takkenhopen, rietbossen, dicht struikgewas en andere kleinschalige landschapselementen en beschutte bovengrondse plekjes ten behoeve van schuilplaatsen voor de bunzing en de vos. Regelmatige aanwezigheid van wandelaars met honden kunnen echter vossen in de buurt van wandelpaden verjagen (Zoogdiervereniging, 2015b; Zoogdiervereniging, 2015c);
- Het behoud en/of toevoegen van uitkijkpalen en/of hoge bomen voor jagende roofvogels (Vogelbescherming Nederland, 2014b).

Daarnaast kan bij de keuze van zaaimengsels en nieuwe aanplantingen gelet worden op vraatgevoeligheid door konijnen. Zo zouden konijnen bijvoorbeeld juist niet aangetrokken worden tot harige, stekelige en sterk geurende planten (Hop, 2008). Sommige planten worden niet door konijnen aangetast vanwege hun giftige werking. Een lijst met plantensoorten die hoogstwaarschijnlijk niet of weinig door konijnen worden begraast, is te vinden op tuinieren.nl (2013) en dierenbescherming Rijnmond (2014). Veel plantensoorten, waaronder kruiden met een hoge voedselwaarde voor bijen en andere bestuivende insecten, zijn echter ook aantrekkelijk voor konijnen. Vraatgevoelige bomen en struiken kunnen eventueel (tijdelijk) worden beschermd door deze af te rasteren met een konijnen kerend raster. Het raster dient minstens 1-1,5 m boven het maaiveld uit te komen, minstens 20-30 cm te worden ingegraven, en de randen aan de boven- en onderzijde dienen naar buiten te worden gebogen. Een konijnen kerend raster zou mogelijk ook kunnen worden toegepast rondom kwetsbare objecten of installaties op het terrein (Oord & Van Bommel, 2008).

5.4 Eindbeeld ecologische aanpassingen RWZI Moerenburg

Het huidige, zeer beperkte aanbod bloeiende planten (en dus lage voedselaanbod voor bestuivende insecten) op het RWZI-terrein Moerenburg zal verhoogd worden door het aanplanten van bloeiende struiken, bomen en bollen en het inzaaien van meer kruiden met hoge drachtwaarden. De aanpassingen leiden tot een hoger aanbod van nectar en pollen voor bijen en andere bestuivers gedurende het hele jaar (figuur 5.3). Tevens zijn op het terrein geschikte nestlocaties aangelegd voor solitaire bijen. Deze bijenhôtels en stobbenwallen zijn volgens de eisen gebouwd en zijn goed zichtbaar en bereikbaar voor (toekomstige) bezoekers van het terrein. Op deze manier dragen de bijenhôtels en stobbenwallen bij aan de belevingswaarde en educatieve waarde van het terrein.



Figuur 5.3 De nectar en pollenwaarden wanneer het advies wordt opgevolgd en de beplanting goed aanslaat. De grafieken zijn gegenereerd op basis van de methode beschreven in Groen et al. (2014).

De paden langs het helofytenfilter van de eerste fase zijn momenteel erg 'kaal': geen struiken of bomen en de aanwezigheid van dracht- en waardplanten is zeer beperkt. Op de paden is te weinig ruimte voor ontwikkeling van bloemrijk grasland, en het aanplanten van bomen en struiken is ongewenst in verband met onderhoudswerkzaamheden. Bollen en knollen (bijlage I, tabel I.1) zouden hier een oplossing kunnen bieden, zodat ook dit (redelijk grote) oppervlak bijdraagt aan verhoging van het voedselaanbod. Het hier en daar aanplanten van grote aantallen bollen ('patches') langs het helofytenfilter eerste fase zal de voedselwaarde ter plekke enorm verhogen in het voorjaar en najaar. Bovendien kunnen de bloemen veel toevoegen aan de beleving van het gebied voor wandelaars die gebruik maken van de paden. De soorten bollen opgenomen in bijlage I, tabel I.1 zijn geen inheemse soorten, maar worden al op grote schaal aangeplant in wegbermen en parken. Ze staan bekend om de grote hoeveelheden bijen en vlinders die zij aantrekken en worden zeer gewaardeerd door bezoekers van parken.

H6 Ontwikkeling rietmoeraszone helofytenfilter 2^e fase

6.1 Probleemstelling

Tijdens gesprekken met medewerkers van Waterschap De Dommel (Ineke Barten en Frank van Beers) werd opgemerkt dat de opkomst van riet langs de oevers van het helofytenfilter tweede fase tot op heden tegenvalt. Het riet is uitsluitend tot ontwikkeling gekomen langs de oevers van het waterpaviljoen. Langs de overige randen van het helofytenfilter tweede fase is rietontwikkeling uitgebleven. Op verzoek van Waterschap De Dommel is onderzocht wat de mogelijke oorzaken en de oplossingen zijn voor dit probleem. Daarnaast is aandacht besteed aan het verhogen van het voedselaanbod voor bijen en andere bestuivende insecten. Dit middels het toepassen van eenmalige maatregelen in en rondom het helofytenfilter tweede fase. Momenteel is het voedselaanbod voor bestuivende insecten langs de randen van het helofytenfilter zeer beperkt door een te intensief maaibeheer. Op het waterpaviljoen zijn meer drachtplanten te vinden dan langs de randen, maar de voedselwaarde mag daar zeker nog verhoogd worden.

6.2 Wat is een helofytenfilter?

Een helofytenfilter is een systeem waarmee water wordt gefilterd middels bezinking, filtratie, bacteriële processen en opname van stoffen door waterplanten. De meest toegepaste waterplanten in het helofytenfilter zijn helofyten (moerasplanten die onder water wortelen, maar stengels en blad boven water vormen), zoals riet (*Phragmites australis*), lisdodde (*Typha* sp.) en mattenbies (*Scirpus lacustris*). Ook liesgras (*Glyceria maxima*) blijkt toepasbaar (Rijkswaterstaat, 1995; Rombout *et al.* 2007). Naast hun filterende werking creëren deze helofyten een habitat voor vissen, macrofauna, insecten en vogels (Van Vossen & Verhagen, 2009; Loeb & Lamers, 2015).

6.3 Vereisten rietontwikkeling

Riet behoort tot de grassenfamilie en groeit voornamelijk in ondiep water op een bodem bestaande uit zeer fijne korrels, zoals klei en slib. De plant groeit daarentegen minder goed op grovere, zanderige bodems (Butijn, 1982). De optimale waterdiepte voor groei is 25 cm en het aantal stengels per m² neemt snel af bij een grotere diepte. Zo neemt het aantal stengels per m² bij een diepte van 50 cm met de helft af en vindt er totaal geen groei meer plaats in delen van een waterlichaam dieper dan 75 cm (Bakker, 2010). Waterkwaliteit is van minder belang. Riet groeit zowel in zoet als brak water en is bestand tegen vervuiling en zowel voedselarme als voedselrijke omstandigheden (Spoelstra & Truijen, 2010).

6.4 Inrichtingsadviezen helofytenfilter 2^e fase

Om het bevorderen van de rietontwikkeling te koppelen aan de ontwikkeling van bee-o-topen wordt aangeraden om naast de ontwikkeling van rietmoeraszones tevens bloemrijke moeraszones te ontwikkelen en de groei van drijfplanten met drachtwaarde voor bestuivers te bevorderen (figuur 6.1). Door de rietmoeraszones en de bloemrijke moeraszones gescheiden te houden, is het beheer ervan makkelijker aan te passen op de specifieke vegetatie die er groeit. Dit betekent dat het beheer aangepast

kan worden op enerzijds zoveel mogelijk bloei in de bloemrijke moeraszones en anderzijds een zo goed mogelijke groei van riet (en ander helofyten) in de rietmoeraszones (ten gunste van de filterfunctie). Geschikte helofyten en oeverbeplanting zijn opgenomen in bijlage II, tabel II.1. Bij de ontwikkeling van meer oever- en watervegetatie is het van belang dat pompen, pijpen en de in- en uitritten voor machines en maaiboten niet geblokkeerd raken. Blokkades kunnen namelijk de doorstroming van het water verstoren of het uitvoeren van beheer- en onderhoudswerkzaamheden bemoeilijken. Tot slot is met de bewoners van Kommerstraat 4 (direct ten noordoosten van het helofytenfilter) afgesproken dat zij vrij uitzicht behouden over het waterlichaam. Dit betekent dat aan de oostzijde uitsluitend laag groeiende beplanting kan worden toegepast (geen helofyten).

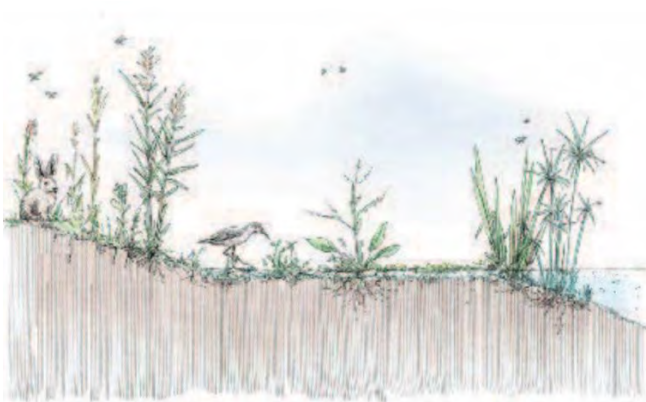


Figuur 6.1 Het eindbeeld van het helofytenfilter tweede fase met de verschillende maatregelen.

6.4.1 Verhoging voedselaanbod voor bestuivers

Naast het filteren van water kan een helofytenfilter ook bijdragen aan natuurbeleving en verhoging van het voedselaanbod voor bestuivende insecten. Dit kan bereikt worden door op de onderste delen van de droge taluds bijvoorbeeld hazelaar (*Corylus avellana*) en sleedoorn (*Prunus spinosa*) aan te planten. Daarnaast wordt aanbevolen om langs enkele delen van het helofytenfilter tweede fase bloemrijke moeraszones te creëren, bijvoorbeeld in de vorm van drasbermen (figuur 6.2). Een drasberm is een strook met moerasvegetatie op 'moerashoogte' (tussen +10 en -20 cm ten opzichte van het wateroppervlak) langs de rand van een waterlichaam (Van Vossen & Verhagen, 2009). Voor de ontwikkeling van een bloemrijke moeraszone zijn ondiepe stroken van 1 tot 3 m breed aan te bevelen, welke min of meer op gelijke hoogte liggen met de waterlijn. Deze kunnen worden aangelegd in de overhoeken en de oevers van de het helofytenfilter tweede fase (figuur 6.1). Om de bodem op te hogen tot de gewenste strookbreedte en waterdiepte, kan bijvoorbeeld kleiige of zwarte grond gestort worden wanneer er te weinig voeding aanwezig is. Wanneer het water al voedselrijk is kan zandgrond worden aangestort.

In de diepere delen van het helofytenfilter tweede fase (na de moeraszone)(figuur 6.1) kan de groei van drijfplanten worden bevorderd. Vooral soorten die bijdragen aan natuurbeleving en verhoging van de drachtwaarde in het gebied, zoals watergentiaan (*Nymphoides peltata*), zijn interessant. Bovendien bieden drijfplanten vaak een rustplaats voor insecten boven een groot wateroppervlak. Dit maakt het makkelijker voor insecten om zich te verplaatsen over het waterlichaam.



Figuur 6.2 Een doorsnede van een drasberm (Van Vossen & Verhagen, 2009).

6.4.2 Ontwikkeling rietmoeraszone

Tijdens veldbezoeken aan het helofytenfilter tweede fase is waargenomen dat de randen van het helofytenfilter voornamelijk zanderig zijn. Bovendien is het oevertalud, met uitzondering van het overgrote deel langs het waterpaviljoen, zeer steil en neemt de waterdiepte snel toe tot meer dan 25 cm. Zoals in paragraaf 6.3 is beschreven, nemen de kansen voor rietontwikkeling af naarmate de diepte toeneemt. Momenteel is de zone met een voor rietontwikkeling geschikte waterdiepte waarschijnlijk te klein, waardoor het riet langs de meeste randen van het helofytenfilter niet aanslaat.

Voor de ontwikkeling van riet langs de randen van het helofytenfilter tweede fase wordt daarom aanbevolen het oppervlak van de ondiepe moeraszone (25 cm diepte is optimaal) te vergroten. De stroken kunnen net als voor de bloemrijke moeraszones 1 tot 3 m breed worden gemaakt. Ze kunnen worden aangelegd in de overhoeken en de oevers van het helofytenfilter tweede fase (figuur 6.1) door grond aan te storten. Langs de noord(oost)zijde van het waterpaviljoen is het riet wel tot ontwikkeling gekomen en hoeven geen verdere maatregelen te worden genomen.

6.4.3 Aanpassing waterpaviljoen

Het waterpaviljoen bestaat uit een sedumplateau met een betonnen wand en afdak. De muur bevat een afdruk van rietstelen en -pluimen en teksten met verwijzingen naar de geschiedenis van de waterzuivering in Tilburg en de oorsprong van het water dat in het filter gebufferd en gefilterd wordt (EuroLandArt, n.d.). Het kunstwerk blijkt een bekende hangplek voor jeugd te zijn en er vindt vaak vandalisme plaats aan het bouwwerk. Mocht het kunstwerk in de toekomst worden verplaatst dan is het mogelijk om op het waterpaviljoen één of enkele bomen te planten met een hoge drachtwaarde voor bestuivers, bijvoorbeeld een linde (*Tilia* sp.).

6.5 Eindbeeld moeraszone helofytenfilter 2^e fase

Het eindbeeld voor het helofytenfilter tweede fase (figuur 6.1) is een waterlichaam met natuurvriendelijke oevers die een bijdrage leveren aan:

- De filterende werking van het systeem;
- De verhoging van het voedselaanbod voor bestuivende insecten in het gebied;
- Het vormen van een habitat voor watervogels, macrofauna en andere fauna;
- Het verhogen van de belevingswaarde voor bezoekers.

Het doel is een goed ontwikkelde rietmoeraszones en bloemrijke moeraszones geflankeerd door drijfplanten (planten met drijvende bladeren en vrij hangende wortels) met drachtwaarde te vormen in de wat diepere delen van het helofytenfilter. De taluds zijn verrijkt met hazelaar en sleedoorn en eventueel linde. Door de bloemrijke moeraszones zo te plaatsen als afgebeeld in figuur 6.1 ontstaat een voor bestuivers voedselrijke verbinding van bloeiende planten tussen het gebied ten zuiden van het helofytenfilter tweede fase en het gebied ten noorden van helofytenfilter tweede fase.

H7 Overige inrichtingsadviezen Moerenburg



7.1 De Korvelse Waterloop

7.1.1 Omschrijving locatie & probleemstelling

De Korvelse waterloop (figuur 7.1) is een beek ingedamd door ijzeren wanden van ca. 2 m hoog. Hij wordt gebruikt als water overstort, wanneer de druk op het waterzuiveringssysteem te groot wordt. Dit zou eens in de zoveel jaar voorkomen (maar zoals eerder werd vermeld, waarschijnlijk enkele keren per jaar). Het water in de Korvelse Waterloop stroomt dus het grootste deel van het jaar niet tot zeer langzaam. Op de droge delen langs de Korvelse Waterloop, tussen de Koebrugseweg en de Moerenburgseweg, blijkt de grond puin te bevatten en enkamatten. De bodem is zanderig, voedselarm en droog, doordat het terrein veel hoger ligt ten opzichte van de waterloop. De beplanting is laag met veel open plekken. Veel vlindersoorten, maar ook bijen, zoeken graag dit soort open plekken op om zich op te warmen (Kerckhove, 2011; Stip, 2014). De locatie heeft echter een lage voedselwaarde voor bijen en andere bestuivers, waardoor de diversiteit aan bestuivers er niet erg hoog is. Bovendien heeft de wind er redelijk vrij spel door de openheid van het gebied en er zijn geen tot weinig schuilmogelijkheden voor bestuivende insecten. Momenteel zorgen witte klaver en gewone margriet (*Leucanthemum vulgare*) voor een redelijke voedselwaarde vanaf juni, maar is de voedselwaarde in het voorjaar zeer laag.



Legenda

 Gaspeldoorn  Brem

Figuur 7.1 Herinrichtingadvies Korvelse Waterloop.

7.1.2 Inrichtingsadvies ten gunste van bestuivers

Er wordt aangeraden op verschillende plekken struiken met een hoge pollen en/of nectarwaarde aan te planten die bloeien in het voorjaar. Deze verhogen het voedselaanbod en geven beschutting tegen de wind. Op de hoge, droge delen langs de Korvelse waterloop is een brem aangetroffen, welke er gezond uitziet. Deze soort lijkt hier dus goed te kunnen groeien. Geschikte soorten om langs de Korvelse waterloop toe te passen zijn daarom bijvoorbeeld brem (nectar- en pollenwaarde van 5, bloeiperiode m.n. mei-juni), maar ook gaspeldoorn (nectar- en pollenwaarde van 3, bloeiperiode januari-juni). Beide soorten groeien op drogere, voedselarmere grond. Tijdens de bloei hebben de struiken een esthetische waarde, dankzij de gele bloemen. Door de struiken in rijen te plaatsen tegen de binnenzijde van de omheining ontstaat een barrière tegen de wind (figuur 7.1). Door de struiken in korte rijen te plaatsen, afgewisseld met stukken tussenruimte, wordt het uitzicht op de Korvelse waterloop niet volledig geblokkeerd. Door de struiken tegen de omheining aan te plaatsen, worden onderhoudswerkzaamheden langs de Korvelse waterloop niet verhinderd.

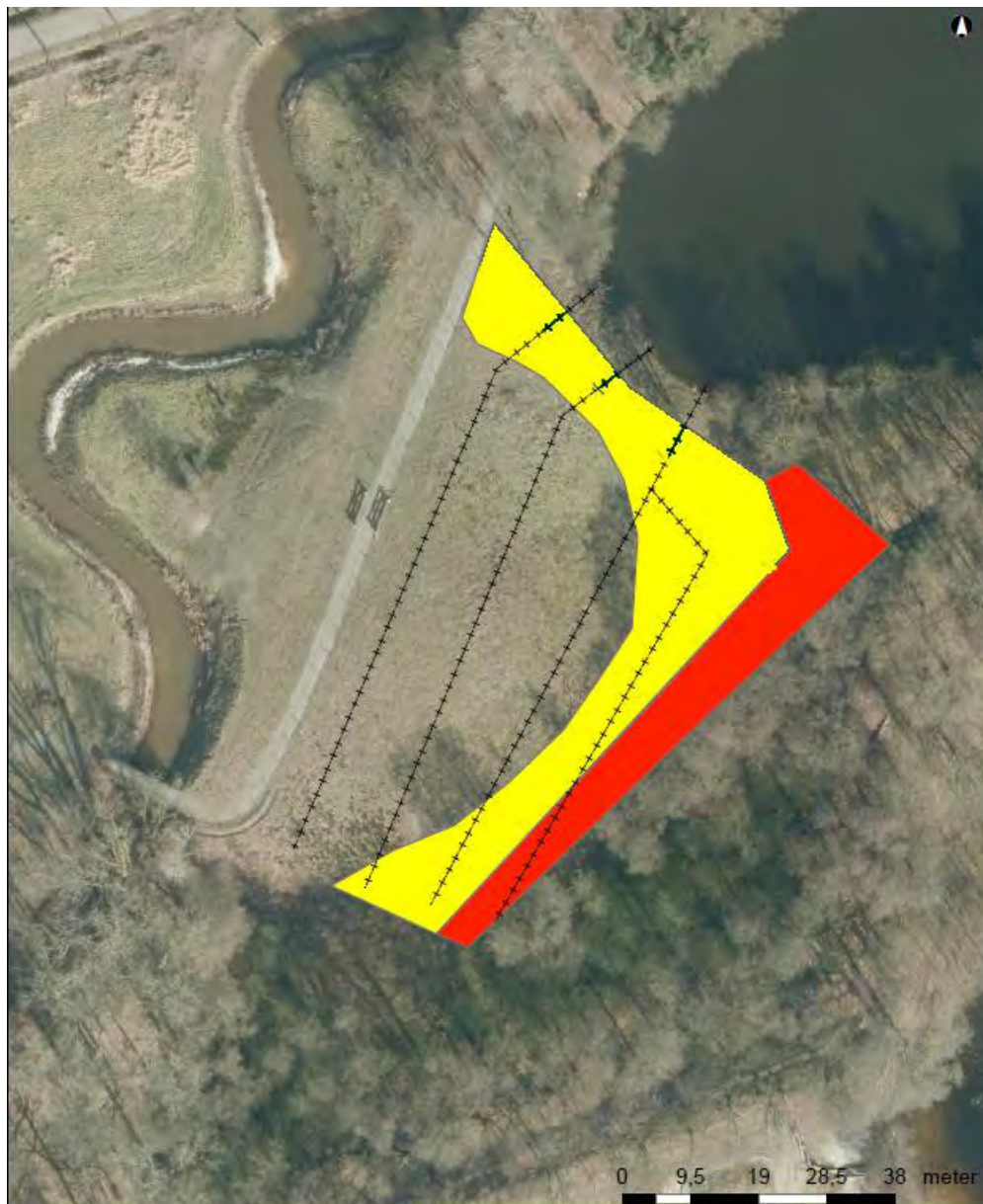
7.2 “Pitrusveld” naast Grollegat

7.2.1 Omschrijving locatie & probleemstelling

Naast het Grollegat (figuur 7.2), ten noorden van de Meierijbaan en ten zuiden van de Kommerstraat, ligt een zanderige heuvel. Op deze heuvel ligt een open veld omringd door bomen. In het verleden is op deze locatie bedrijfsafval gestort en de restanten van een afgebrande V&D uit Tilburg (BTL advies, 2010). Vervolgens is dit afgedekt met een zeil en zand met als gevolg dat regenwater niet naar diepere delen van de bodem kan inzigen (door het zeil) en de bodem langer nat blijft. In de zomer kan de bodem juist erg droog worden. Deze schommelingen maakt het moeilijk voor planten die van vocht houden om hier te groeien door de snelle opdroging van de bodem, maar ook planten die van droogte houden kunnen hier moeilijk groeien doordat het regenwater niet meteen weg kan. Een soort die zich wel goed ontwikkelt in een gebied met een grote wisseling in de waterstand en fosfaat in de bodem is pitrus (*Juncus effusus*), welke dan ook op dit veld domineert. Vandaar dat het voorkomen van een sterke waterschommeling nummer 2 is in de tien gouden regels om pitrus tegen te gaan (Oosterveld & Minnema, 2011).

7.2.2 Inrichtingsadvies ten gunste van bestuivers

De schommeling van de waterstand op deze locatie kan wellicht worden tegengegaan door enkele geulen te trekken over het veld die aflopen naar het Grollegat (figuur 7.2). Regenwater wordt zo sneller afgevoerd en planten die van drogere grond houden, kunnen zich dan makkelijker vestigen. De locatie wordt zo ook geschikter als nestlocatie voor insecten die droog, open zand nodig hebben om hun eieren te leggen, zoals sommige solitaire bijen en sprinkhaansoorten (De rond, 2013; Kerkhof, 2005). Ook wordt het geschikter voor vlindersoorten die graag opwarmen op open terreinen, zoals beschreven in 7.1.1. De kans is groot dat wanneer het water wordt afgevoerd naar het Grollegat, ook nutriënten, zoals fosfaat, in het Grollegat terechtkomen. Dit kan eutrofiëring veroorzaken. Er zal op deze locatie goed gekeken moeten worden of er geen bijzondere plant- en/of diersoorten leven in het Grollegat, voordat deze maatregelen wordt toegepast.



Legenda

++++ Geul 20-30 cm diep

■ Boswilg

■ Brem, Wilde liguster, Gaspeldoorn, Gele kornoelje, Hondсроos, Vuilboom

Figuur 7.2 Herinrichtingsadvies veld naast Grollegat.

Wanneer de schommelingen in waterstand zijn opgelost kan de drachtwaarde van het gebied verhoogd worden door struiken te planten met een goede nectar- en pollenwaarde. Het is aan te raden een gradiënt te creëren van de boomlaag naar de struiklaag (zoomvegetatie) naar de ruigte- en kruidlaag, net als bij een natuurlijk ontstaande bosrand. Bij een natuurlijke bosrand gaat het open veld over in een zoom met hogere ruigtekruiden, vervolgens naar een mantel met struiken, en pas als laatste het bos. Zo'n bosrand komt veel dieren ten goede. Het biedt beschutting tegen predatoren, wind en regen. Ook bevatten deze overgaande gradiënten vaak meer voedsel dan enkel (lage) kruidige vegetaties of enkel bos. Zo laat

onderzoek zien dat hier meer voedsel voorkomt, vlinders hier langer leven en zich beter voort kunnen planten en dat er een grotere variatie aan vlindersoorten voorkomt (Non, 2013). Het advies is om boswilgen of wellicht veldesdoorns te planten langs de zuidelijke bosrand. Deze boom bloeit vroeg (maart, april) en groeit goed op drogere, zanderige grond. Ook heeft deze soort een hoge nectar- en pollenwaarde van 5. Dichter naar het midden van het veld toe kan vervolgens een zoom geplant worden van struiken. Deze moeten goed kunnen groeien op een drogere zandgrond en een hoog voedselaanbod hebben. Hiervoor kan een combinatie gebruikt worden van de struiken die groeien op droge grond aangegeven in bijlage I, tabel I.1. Soorten zoals brem en gaspeldoorn groeien goed in open, zonnige plaatsen en zullen dus vooral tegen de noordzijde van het veld goed groeien. Vuilboom groeit juist goed in halfschaduw onder bomen en zal het waarschijnlijk juist tegen de zuidzijde goed doen waar hij kan profiteren van de schaduw van de bomen. De bomen in dit gebied zijn optioneel. Doordat er een grote hoeveelheid vuilstort ligt onder dit terrein kan het zijn dat bomen te diep wortelen. Er kan voor gekozen worden de zoom de verlengen en de struiken tegen de al bestaande bomen aan te zetten. Deze wortelen minder diep. Aangezien de bomen aan de noordkant staan, is de kans echter groot dat de struiken het grootste deel van de dag in de schaduw staan en daardoor minder bijen trekken.

7.3 Veld nabij Voorste Stroom

7.3.1 Omschrijving locatie & probleemstelling

Ten oosten van de Koebrugseweg en ten zuiden van de Voorste stroom ligt een veld omheind met prikkeldraad. Dit veld is erg droog met een zandgrond. Net als in het veld naast het Grollengat is de waterstand onregelmatig, waardoor pitrus domineert. Wanneer het water zou stabiliseren zouden er veel kansen zijn voor graafbijen en wespen om hier te nestelen en voor andere insecten om op te warmen. Op heden is het terrein nog niet helemaal geschikt voor en is de drachtwaarde laag.

7.3.2 Inrichtingsadvies ten gunste van bestuivers

Net als voor het veld naast het Grollegat wordt ook hier geadviseerd om meer afwateringsmogelijkheden te creëren, bijvoorbeeld met behulp van geulen (figuur 7.3). De open zandgrond van het veld kan goed gebruikt worden door insecten (opwarmen en nestgelegenheid voor in de bodem nestelende bestuivers). Om het veld nog geschikter te maken voor bijen (en andere fauna) zou een stobbenwal geplaatst kunnen worden langs gedeelten van het prikkeldraadhek aan de noordzijde. Ook zouden hier één of twee insectenhôtels geplaatst kunnen worden. Dit is interessant voor de mensen die wandelen over het zandpad ten noorden van het veld en de insectenhôtels verhogen zo de belevingswaarde. Verder zou de drachtwaarde van dit gebied verhoogd kunnen worden door struiken te planten met een hoge nectar- en pollenwaarde. Hiervoor zijn de volgende soorten gekozen (voor meer informatie zie bijlage I, tabel I.1): brem, wilde liguster (*Ligustrum vulgare*), gaspeldoorn en hondsroos. Een mix van deze struiken zou een hoge voedselwaarde bieden gedurende een groot deel van het jaar (maart – juli). De struiken kunnen in groepen verspreid over het veld worden geplaatst. Op deze wijze ontstaan achter de struiken beschutte plekjes tegen de wind en kunnen dieren zich makkelijk verschuilen in het veld.



Legenda

- Mengsel aan struiken op droge grond
- Insectenhotel
- Stobbewal
- Pitrusveld geul

Figuur 7.3 Het veld onder de voorste stroom.

7.4 Piushavengebied

7.4.1 Omschrijving locatie & probleemstelling

De oostzijde van de Piushaven (richting 'De Werf') is recent al deels ingezaaid met een bloemrijk mengsel met een hoge drachtwaarde. Dit mengsel bevat verschillende klaversoorten (*Trifolium* sp.), klaprozen (*Papaver* sp.) en gewone margrietten. Ook staat er enige braam (*Rubus* sp.). Dit zorgt voor een redelijke voedselwaarde vanaf juni. In het voorjaar bloeit er enige herik (*Sinapis arvensis*) en koolzaad (*Brassica napus*), dit lokt veel bijen maar door het lage aantal planten geeft dit maar een beperkte voedselwaarde. Bovendien zijn dit pioniersoorten, welke het jaar daarop niet altijd terugkomen. In het westen van de Piushaven (tot aan 'Den Ophef') is de voedselwaarde lager. Hier is geen mengsel ingezaaid. Er staat meer braam wat de voedselwaarde wat verhoogt in de zomer, maar de voedselwaarde in het voorjaar is ondanks enkele koolzaad laag.

7.4.2 Inrichtingsadvies ten gunste van bestuivers

In de wegbermen zouden eventueel voorjaarsbloeiende krokussen geplant kunnen worden. Deze worden vaak gewaardeerd door bezoekers en bieden een zeer hoge voedselwaarde. Deze krokussen worden niet hoog en leveren dus geen gevaar voor het verkeer. Door ze geconcentreerd in "patches" neer te zetten zijn ze makkelijk te vinden voor bestuivers en makkelijk te ontwijken voor maaimachines. Indien een 'strakke' uitstraling geen vereiste is, zouden hier tevens delen van de wegberm ingezaaid kunnen worden met hetzelfde zaadmengsel toegepast in de wegbermen langs De Werf (oostkant van de Piushaven).

7.5 Huize Moerenburg

7.5.1 Omschrijving locatie & probleemstelling

Huize Moerenburg is een strak ingericht gebied wat oogt als een park. Het bevat jonge rijen vleugelnotenbomen (*Pterocarya fraxinifolia*) en looppaden naar het helofytenfilter eerste fase. In het zuiden lopen enkele schapen, welke voor begrazing zorgen van het omheinde veld ten zuiden van de ijzeren reconstructie van Huize Moerenburg. Het terrein wordt verder intensief beheerd op eenzelfde wijze als het helofytenfilter tweede fase en het terrein van het voormalige RWZI Moerenburg. Hierdoor zijn er vrijwel geen bloeiende planten en komen er amper bestuivers voor. Ondanks dat er brede paden aanwezig zijn in het zuiden is het beoogde beeld op heden een strak, kort gemaaid veld, waardoor er weinig ruimte is voor natuur.

7.5.2 Inrichtingsadvies ten gunste van bestuivers

Om het strakke uiterlijk te behouden zouden hier patches van krokussen en najaarskrokussen geplant kunnen worden. Deze zouden de drachtwaarde enorm verhogen in het voorjaar en het najaar. De huidige notenbomen lijken niet goed aan te slaan. Wellicht zouden deze vervangen kunnen worden door bomen met een hoge drachtwaarde als Veldesdoorn (*Acer campestre*). Deze groeien bovendien goed op zanderige, drogere gronden.

7.6 Vochtige weide ten zuiden van Meierijbaan

7.6.1 Omschrijving locatie & probleemstelling

Het veld onder de Meierijbaan is voedselrijk en wordt gedomineerd door pitrus en grote brandnetel (*Urtica dioica*). Het is hier dus nodig om tweemaal per jaar te maaien, eenmaal in juni en nogmaals in september. Dit zorgt echter voor een verlaging van de drachtwaarde in juni. De aantallen vlinders, bijen en andere bestuivers gevonden in juni waren dan ook lager dan in het voorjaar.

7.6.2 Inrichtingsadvies ten gunste van bestuivers

Het voedselaanbod in juni kan worden verhoogd door enkele bomen te planten met een hoge drachtwaarde, welke bloeien rond juni. Terwijl de velden gemaaid worden, kunnen de bestuivers schuilen en voedsel vinden in de boomkruinen. Zomer en winterlinde (*Tilia platyphyllos*; *T. cordata*) zouden een goede keuze kunnen zijn om in deze rol te voorzien.

Literatuur

- Actueel Hoogtebestand Nederland (2015).** Actueel Hoogtebestand Nederland (web app viewer). [internetsite], geraadpleegd op 21 juni 2015, <<http://ahn.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=c3c98b8a4ff84ff4938fafa7cc106e88>>.
- AgriHolland B.V. (2015).** Dossier Natura 2000. [internetsite], geraadpleegd op 7 juni 2015 <<http://www.groeneruimte.nl/dossiers/natura2000>>.
- Bakker, L. (2010).** Effect van zomerbegrazing door grauwe ganzen op de uitbreiding van waterriet. *De Levende Natuur*, 111 (1), pp. 57-59.
- Bakkers, S. & Bloemberg, M.S. (2015).** Monitoringsplan. Protocollen voor monitoring van dracht- en waardplanten, bestuivers en libellen, & resultaten 2015. Toegepast op 'bee-o-topen' in Moerenburg en de Piushaven (Tilburg). Intern rapport. 's-Hertogenbosch: HAS Hogeschool, HAS Kennistransfer & Bedrijfsopleidingen.
- Bijenhulpdesk.nl (2015).** Bijenbeheer. Beheer van wilde bijen in kruidachtige vegetaties. [internetsite], geraadpleegd op 8 juni 2015 <<http://www.bijenhulpdesk.nl/fvb/Bijenbeheer/033Bijenbeheer.htm>>.
- Bitsandbees.nl (n.d.).** De wondere wereld der bijen. Lessen over bijen en bijenteelt, voor beginnende imkers of aankomende bijenhouders. [internetsite], geraadpleegd op 21 juni 2015, <<http://www.bitsandbees.nl/les1.htm>>.
- Boute, M.G. & Boomen, R. van den (2014).** Rioolgemaal en helofytenfilters Moerenburg. Beheer en onderhoudsrichtlijn. In opdracht van Waterschap De Dommel. Boute Ecologie & Water Advies, WiBo.
- Breugel, P. van (2014).** Gasten van bijenhotels. Leiden: EIS Kenniscentrum Insecten en andere ongewervelden & Naturalis Biodiversity Center.
- BTL Advies (2010).** Projectplan Voorste Stroom. Deelgebied Moerenburg. Definitief ontwerp inrichtingsplan. In opdracht van Waterschap De Dommel.
- BTL Advies (2012).** Beheer en onderhoudsrichtlijn Moerenburg. Waterschap De Dommel. In opdracht van Gemeente Tilburg & Waterschap De Dommel.
- Butijn, G.D. (1982).** Botanische en ecologische eigenschappen van riet (*Phragmites communis* trin.) in relatie tot de toepassing van de plant in de waterzuivering: een literatuur overzicht. Lelystad: Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders.
- Dierenbescherming Rijnmond (2014).** Voorkom konijnenoverlast met de juiste beplanting. [internetsite], geraadpleegd op 22 juni 2015, <<http://www.dierenbescherming-rijnmond.nl/nieuws/518/Voorkom-konijnenoverlast-met-de-juiste-beplanting.html>>.
- Doremalen, H. van, Peeters, R. & Putten, R. van (eds)(2006).** Moerenburg ontdekt! *Tilburg*, 24 (2).
- Drachtplanten.nl (n.d.).** Bijen en vlinders passen bij elkaar: bijenbeheer is vlinderbeheer. [internetsite], geraadpleegd op 21 juni 2015, <<http://www.drachtplanten.nl/Vlinders/IndexFr.htm>>.
- EuroLandArt (n.d.).** Land Art Waterpaviljoen. [internetsite], geraadpleegd op 23 juni 2015, <<http://www.landco.nl/landarthemagarage-rural-e-moerenburg/>>.
- Gemeente Tilburg (2013).** Ruimtelijke structuurvisie. Tilburg 2040. Concept. Tilburg: Gemeente Tilburg.
- Gemeente Tilburg (2015).** Moerenburg. [internetsite], geraadpleegd op 7 juni 2015, <<http://www.moerenburg.info/>>.

- Groen, M., Manders, F. & Tuithof, J. (2014).** Handleiding voor drachtplanten inventarisatie. 's-Hertogenbosch: HAS Hogeschool, in opdracht van Stichting Food4Bees. (Document los bijgevoegd)
- Hop, M.E.C.M. (2008).** Vaste planten in Nederlands openbaar groen. Extensief beheer in de praktijk. Wageningen: Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.
- Imkerpedia (2011).** Bevlieging door honingbijen. [internetsite], geraadpleegd op 21 juni 2015 <http://www.imkerpedia.nl/wiki/index.php/Bevlieging_door_honingbijen>.
- Imkerpedia (2014a).** Nectar. [internetsite], geraadpleegd op 21 juni 2015, <<http://www.imkerpedia.nl/wiki/index.php/Nectar>>.
- Imkerpedia (2014b).** Stuifmeel. [internetsite], geraadpleegd op 21 juni 2015, <<http://www.imkerpedia.nl/wiki/index.php/Pollen>>.
- Imkervereniging Deventer (2015).** Bijen – algemeen. Over het gedrag van bijen, wespen en hommels. [internetsite], geraadpleegd op 21 juni 2015, <<http://www.imkersdeventer.nl/bijen-algemeen/>>.
- InspirationGreen.com (n.d.).** Insect hotels. [internetsite], geraadpleegd op 8 juni 2015, <<http://www.inspirationgreen.com/insect-habitats.html>>.
- Kalkman, V.J., Duuren, L. van, Gmelig Meyling, A.W. & Odé, B. (2010).** Veranderingen in de Nederlandse biodiversiteit. In: Noordijk, J., Kleukers, R.M.J.C., Nieukerken, E.J. van & Loon, A.J. van (eds), *De Nederlandse biodiversiteit* (pp. 339-354). Leiden: Nederlands Centrum voor Biodiversiteit Naturalis / European Invertebrate Survey – Nederland.
- Kerckhove, O. van de (2011).** Voortplantingsgedrag bij de vossen. *Vlinders*, 1 (), pp. 20-22.
- Kerkhof, W. (2005).** Sprinkhanen in het Nationaal Park Zuid-Kennemerland. Een inventarisatie in de periode 2003-2005. Velsersbroek: PWN.
- Loeb, R. & Lamers, L. (natuurkennis.nl)(2015).** Helofytenmoerassen. [internetsite], geraadpleegd op 23 juni 2015, <<http://www.natuurkennis.nl/index.php%3Fhoofdgroep%3D2%26niveau%3D3%26subgroep%3D104%26subsubgroep%3D1010%26subsubsubgroep%3D300>>.
- Maas, P.H.J. (2009).** Historisch onderzoek (aspect bodem) Moerenburg te Tilburg, rapportage. In opdracht van Gemeente Tilburg. Projectnummer 08021043. UDM Midden B.V.
- Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij (2002).** Jacht en beheer en schadebestrijding. Over de Flora- en faunawet in Nederland. Den Haag: Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij.
- MTD landschapsarchitecten (n.d.).** RWZI Moerenburg. Tilburg. Herinrichtingsplan voor het rioolwaterzuiveringsterrein Moerenburg. In samenwerking met: Land&CO. [pdf], <<http://www.mtdls.nl/clientdata/downloads/jaarboek-2007-2008-moerenburg.pdf>>.
- MTD landschapsarchitecten & Land&Co (2010).** Objet Trouvé. Herinrichtingsplan RWZI-terrein Moerenburg. [pdf], <http://www.moerenburg.info/files/Objet_Trouve.pdf>
- Natuurpunt educatie (n.d.).** Workshop Bijenhotel. [pdf], <http://ecohuis.antwerpen.be/docs/Stad/Bedrijven/Stadsontwikkeling/SW_Ecohuis/ecoscholen/Presentatie_bijenhotels_08042012.pdf>.
- Non, W. (2013).** Het succes van bosrandbeheer. *Vlinders*, 1, pp. 21-23.
- Oord, J.G. & Bommel, F. van (2008).** Handreiking voor het beheer van konijnen in de Gemeente Emmen. Schadebestrijding en konijnenbeheer op industriegebieden, sportvelden en begraafplaatsen. In opdracht van Gemeente Emmen. Oord Faunatechniek, Van Bommel FAUNAWERK.

Oosterveld, E.B. & Minnema, N.M. (2011). Tien gouden regels tegen pitrus in weidevogelreservaten. A&W-rapport 1635. Feanwâlden: Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek.

Pel, M. (2014). Vorstelijk landschap. Landschapspark Moerenburg-Koningshoeven, vorstelijke achtertuin van Tilburg. Tilburg: Gemeente Tilburg.

Plaatsengids.nl (n.d.). Oostdijk. [internetsite], geraadpleegd op 21 juni 2015, <<http://www.plaatsengids.nl/natuur-en-recreatie/naarden/oostdijk>>.

Provincie Noord-Brabant (2015). Bodematlas. [internetsite], geraadpleegd op 11 juni 2015, <http://bodematlas.brabant.nl/SilverlightViewerProvNB/Viewer.html?ViewerConfig=http://bodematlas.brabant.nl/Geocortex/Essentials/Essentials_Bodematlas36/REST/sites/Bodematlas/viewers/Bodematlas/virtualdirectory/Config/Viewer.xml>.

Reemer, M. (2014). Bijen, zweefvliegen en beheer van bermen langs Rijksweg N11. Leiden: EIS Kenniscentrum Insecten.

Regionale bronnenbank (n.d.). Stobbenwal. [internetsite], geraadpleegd op 21 juni 2015, <<http://mediabank.omgevingseducatie.nl/bron/index.php?resourceID=722&subtheme=1&city&search>>.

Rijkswaterstaat (1995). De ontwikkeling van verschillende soorten moerasplanten in een helofytenfilter bij Lelystad. [pdf], <<http://publicaties.minienm.nl/download-bijlage/11799/de-ontwikkeling-van-verschillende-soorten-moerasplanten-in-een-helofytenfilter.pdf>>.

Rombout, J., Boogaard, F.C., Kluck, J. & Wentink, R. (2007). Verkenning van de kennis van ontwerp, aanleg en beheer van zuiverende regenwatersystemen. Zuiverende voorzieningen regenwater. STOWA, Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer.

Rond, J. de (2013). Wilde bijen in Lelystad. Drie decennia waarnemingen van bijen en hommels op het nieuwe land.

Ruimtelijkeplannen.nl (2009). Piushavengebied 2009. Bestemmingsplan. 9.1 Bestaand watersysteem. [internetsite], geraadpleegd op 15 juni 2015, <http://www.ruimtelijkeplannen.nl/documents/NL.IMRO.0855.BSP2008032-e001/t_NL.IMRO.0855.BSP2008032-e001_9.1.html>.

Ruimtelijkeplannen.nl (2010). Buitengebied De Voorste Stroom. Bestemmingsplan. 3.6 Water. [internetsite], geraadpleegd op 12 juni 2015, <http://www.ruimtelijkeplannen.nl/documents/NL.IMRO.0855.BSP2008029-e001/t_NL.IMRO.0855.BSP2008029-e001_3.6.html>.

Spoelstra, J. & Truijten, G. (2010). Handboek groene waterzuivering. Velp/Leeuwarden: Van Hall-Larenstein.

Stip, A (2014). Succesvol telweekend argusvlinder. *Vlinders*, 3, pp. 4-6.

STOWA (n.d.). Soortprotocol flora- en faunawet. Tabel 1. Konijn. [pdf], <<http://soortprotocollenflora-enfaunawet.stowa.nl/documents/soortprotocollenflora-enfaunawet/konijn.pdf>>.

Tuinieren.nl (2013). Anti-knaagplanten. [internetsite], geraadpleegd op 22 juni 2015, <<http://www.tuinieren.nl/a/planten-bomen/anti-knaagplanten>>.

Vogelbescherming Nederland (2014a). Flora- en faunawet. [internetsite], geraadpleegd op 21 juni 2015, <http://www.vogelbescherming.nl/vogels_beschermen/wet_en_regelgeving/flora_en_faunawet>.

Vogelbescherming Nederland (201b). Buizerd. [internetsite], geraadpleegd op 8 juni 2015, <http://www.vogelbescherming.nl/vogels_kijken/vogelgids/zoekresultaat/detailpagina/q/vogel/28>.

Vossen, J. van & Verhagen, D. (2009). Handreiking natuurvriendelijke oevers. Utrecht: STOWA, Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer.

Waarneming.nl (2015). Waarnemingen. Tilburg – Moerenburg, Noord-Brabant. [internetsite], geraadpleegd op 8 juni 2015, <<http://waarneming.nl/gebied/view/14707>>.

Wijk, M.N. van, Sanders, M.E., Jong, J.J. de & Veen, M.P. van (2006). Natuurbeheer in de duinen. Achtergronden bij de Natuurbalans 2005. Rapport 408763012/2006. Bilthoven: Milieu- en Natuurplanbureau.

Wilde Weelde (n.d.). Kleine beestjes tuin. [internetsite], geraadpleegd op 8 juni, <<http://www.wildeweelde.org/kleine-beestjes-tuin>>.

Zoogdiervereniging (2015a). Het konijn (*Oryctolagus cuniculus*). [internetsite], geraadpleegd op 8 juni 2015, <<http://www.zoogdiervereniging.nl/het-konijn-oryctolagus-cuniculus>>.

Zoogdiervereniging (2015b). Bunzing (*Mustela putorius*). [internetsite], geraadpleegd op 8 juni 2015, <<http://waarneming.nl/gebied/view/14707>>.

Zoogdiervereniging (2015c). Vos (*Vulpes vulpes*). [internetsite], geraadpleegd op 8 juni 2015, <<http://www.zoogdiervereniging.nl/de-vos-vulpes-vulpes>>.

Bijlage I

Tabel I.1 Lijst van geschikte kruiden, struiken en bomen voor bestuivende insecten.

Droge grond			
Kruiden	N P	Bloeimaanden	Type
Bleke klaproos (<i>Papaver dubium</i>)	N0 P5	mei – augustus	1 jarig
Citroengele honingklaver (<i>Melilotus officinalis</i>)	N5 P5	juli – oktober	2 jarig
Gewone margriet (<i>Leucanthemum vulgare</i>)	N3 P3	mei – september	Vast
Gewone rolklaver (<i>Lotus corniculatus var. corniculatus</i>)	N3 P3	mei – september	Vast
Grasklokje (<i>Campanula rotundifolia</i>)	N3 P3	juni – september	Vast
Knoopkruid (<i>Centaurea jacea</i>)	N3 P3	juni – september	Vast
Knopherik (<i>Raphanus raphanistrum</i>)	N5 P5	juni – september	1 jarig
Korenbloem (<i>Centaurea cyanus</i>)	N5 P5	juni – augustus	1 jarig
Middelste teunisbloem (<i>Oenothera biennis</i>)	N3 P3	Juni - september	2 - jarig
Muurpeper (<i>Sedum acre</i>)	N3 P3	juni – juli	Vast
Sint-Janskruid (<i>Hypericum perforatum</i>)	N0 P4	juni – september	Vast
Vogelwikke (<i>Vicia cracca</i>)	N3 P3	juni – september	Vast
Wilde reseda (<i>Reseda lutea</i>)	N5 P5	juni – september	Vast
Witte klaver (<i>Trifolium repens</i>)	N5 P5	mei – oktober	Vast
Zandblauwtje (<i>Jasione montana</i>)	N3 P3	juni – augustus	1 jarig

Struiken

Brem (<i>Cytisus scoparius</i>)	N5 P5	mei - juni
Gaspeldoorn (<i>Ulex europaeus</i>)	N3 P3	januari - juni
Gele kornoelje (<i>Cornus mas</i>)	N4 P4	februari - maart
Hondsroos (<i>Rosa canina</i>)	N0 P5	juni - juli
Vuilboom (<i>Rhamnus frangula</i>)	N5 P5	mei - september
Wilde liguster (<i>Ligustrum vulgare</i>)	N4 P4	juni - juli

Bomen

Boswilg: (<i>Salix caprea</i>)	N5 P5	maart – april
Veldesdoorn (<i>Acer campestre</i>)	N5 P5	april – mei
Bijenboom (<i>Tetradium daniellii</i>) (Niet inheems!)	N5 P5	augustus - september

Vochtige grond

Kruiden	N P	Bloeimaanden	Type
Beemdkroon (<i>Knautia arvensis</i>)	N3 P3	Juni – september	Vast
Bermooievaarsbek (<i>Geranium pyrenaicum</i>)	N3 P3	April – september	Vast
Bitterzoet (<i>Solanum dulcamara</i>)	N5 P5	Juni – september	Vast

Echte koekoeksbloem (<i>Lychnis flos-cuculi</i>)	N3 P3	Mei – oktober	Tweejarig
Gewone brunel (<i>Prunella vulgaris</i>)	N3 P3	Mei – september	Vast
Gewone smeerwortel (<i>Symphytum officinale</i>)	N5 P5	Mei – augustus	Vast
Grote tijm (<i>Thymus pulegioides</i>)	N3 P3	Juni – augustus	Vast
Herderstasje (<i>Capsella bursa-pastoris</i>)	N3 P3	Januari – december	Eenjarig
Herik (<i>Sinapis arvensis</i>)	N5 P5	Mei - september	Eenjarig
Hopklaver (<i>Medicago lupulina</i>)	N3 P3	April – oktober	Vast
Kleine pimpernel (<i>Sanguisorba minor</i>)	N3 P3	Mei – september	Vast
Moerasrolklaver (<i>Lotus pedunculatus</i>)	N3 P3	Juni – augustus	Vast
Pinksterbloem (<i>Cardamine pratensis</i>)	N3 P3	April - juni	Vast
Rapunzelklokje (<i>Campanula rapunculus</i>)	N3 P3	Mei – oktober	Meerjarig
Tripmadam (<i>Sedum reflexum</i>)	N3 P3	Juni – augustus	Vast
Veldlathyrus (<i>Lathyrus pratensis</i>)	N3 P3	Juni – september	Vast
Witte klaver (<i>Trifolium repens</i>)	N5 P5	Mei – oktober	Vast
Zacht vetkruid (<i>Sedum sexangulare</i>)	N3 P3	Juni – augustus	Vast

Struiken

Aalbes (<i>Ribes rubrum</i>)	N5 P5	April - mei
Grauwe wilg (<i>Salix cinerea</i>)	N5 P5	Maart - april
Hazelaar (<i>Corylus avellana</i>)	N0 P1	Januari - april
Klimop (<i>Hedera helix</i>)	N5 P5	September - december
Kruisbes (<i>Ribes uva-crispa</i>)	N5 P5	April - mei
Sleedoorn (<i>Prunus spinosa</i>)	N3 P3	Maart - mei
Zwarte bes (<i>Ribes nigrum</i>)	N5 P5	April - mei

Bomen

Bijenboom (<i>Tetradium daniellii</i>) (Niet inheems!)	N5 P5	Augustus - september
Gewone esdoorn (<i>Acer pseudoplatanus</i>)	N5 P5	April - juni
Paardenkastanje (<i>Aesculus hippocastanum</i>)	N5 P5	Mei - juni
Schietwilg (<i>Salix alba</i>)	N5 P5	April – mei
Zomer/winterlinde (<i>Tilia platyphyllos</i> ; <i>T. cordata</i>)	N5 P5	Juni - juli

Parken en wegbermen

Bollen en knollen	N P	Bloeimaanden
Gewoon sneeuwkllokje (<i>Galanthus nivalis</i>)	N3 P3	Februari - maart
Krokus (<i>Crocus sieveri</i>)	N5 P5	Februari - maart
Krokus (<i>Crocus biflorus</i>)	N5 P5	Maart - april
Najaarskrokus (<i>Crocus kolschyanus</i>)	N5 P5	September - oktober

Bijlage II

Tabel II.1 Lijst van geschikte water minnende beplanting, waaronder helofyten, bloeiende oevervegetatie met drachtwaarde en bloeiende drijvende vegetatie met drachtwaarde.

Helofyten			
Grote lisdodde (<i>Typha latifolia</i>)			
Kleine lisdodde (<i>Typha angustifolia</i>)			
Liesgras (<i>Glyceria maxima</i>)			
Mattenbies (<i>Schoenoplectus lacustris</i>)			
Riet (<i>Phragmites australis</i>)			

Bloeiende oevervegetatie			
Soort	N P	Bloeimaanden	Type
Echte valerian (<i>Valeriana officinalis</i>)	N3 P3	juni - juli	Vast
Gele lis (<i>Iris pseudacorus</i>)	N1 P1	mei - juli	Vast
Gewone dotterbloem (<i>Caltha palustris ssp. palustris</i>)	N3 P3	april - mei	Vast
Grote kattenstaart (<i>Lythrum salicaria</i>)	N5 P5	juni - september	Vast
Koninginnenkruid (<i>Eupatorium purpureum</i>)	N3 P3	juli - september	Vast
Leverkruid (<i>Eupatorium cannabinum</i>)	N3 P3	juli - september	Vast
Pijlkruid (<i>Sagittaria sagittifolia</i>)	N3 P3	juli - september	Vast
Watermunt (<i>Mentha aquatica</i>)	N3 P3	juli - september	Vast

Bloeiende drijvende vegetatie		
Soort	N P	Bloeimaanden
Gele plomp (<i>Nuphar lutea</i>)	N0 P1	mei - augustus
Watergentiaan (<i>Nymphoides peltata</i>)	N1 P1	juli - september
Witte waterlelie (<i>Nymphaea alba</i>)	N3 P3	mei - september