



VOEDSELNATUUR

Onderzoek naar de
potentie van
voedselbossen bij
natuurontwikkeling en
in de verbetering van
de waterhuishouding

Jong, Roel de &
Velthuis, Derike

Hogeschool Van Hall
Larenstein, Velp

VoedselNatuur

Onderzoek naar de potentie van voedselbossen bij natuurontwikkeling en in de verbetering van de waterhuishouding

Jong, Roel de

&

Velthuis, Derike

Hogeschool Van Hall Larenstein

Land- en Watermanagement

Velp

In opdracht van:

Waterschap Limburg

Roermond

26-6-2019

Voorwoord

Voor u ligt het rapport VoedselNatuur, dat opgesteld is door twee derdejaarsstudenten Land- en Watermanagement aan de Hogeschool Van Hall Larenstein. Het onderzoek is uitgevoerd in opdracht van het waterschap Limburg. Het waterschap wil namelijk inzichtelijk hebben hoe voedselbossen bij kunnen dragen aan een robuust en klimaatbestendig watersysteem. Daarnaast is in dit onderzoek meegenomen waar dit voedselbos gerealiseerd kan worden en wat de mogelijkheden zijn tot het ontwikkelen van nieuwe natuur. Om het beeld compleet te maken is onderzoek gedaan naar de mogelijkheid om voedselbossen in te zetten voor de ontwikkeling van natuur. Tijdens het proces zijn wij begeleid door Sara Eenman en Hans van den Dool. Beiden hartelijk dank voor de informatie en feedback op tussentijdse producten. Daarnaast gaat onze dank uit naar Marco Redelijkheid en de Familie Knops voor de rondleiding in het studiegebied.

Roel de Jong & Derike Velthuis

26-6-2019, Velp

Samenvatting

Dit rapport vormt een onderzoek naar de mogelijkheden van voedselbos, natuurontwikkeling en de mogelijke combinatie van beide in het Geleenbeekdal. Het is namelijk niet bekend waar in het Geleenbeekdal natuur kan worden ontwikkeld en welke invloed voedselbossen hebben op de waterhuishouding. Het waterschap Limburg wil graag antwoorden op deze vragen en daarom is de hoofdvraag in dit onderzoek:

“Wat is de potentie van een voedselbos in de ontwikkeling van natuur en in de waterhuishouding rond het Geleenbeekdal?”

Voor het antwoord op deze vraag te krijgen is er allereerst een gebiedsinventarisatie uitgevoerd op het gebied van bodem, water en maatregelen die getroffen zijn. Hieruit blijkt dat in de lössbodem veel kalk en ijzer aanwezig is. De Geleenbeek, die het gebied doorkruist, wordt vooral gevoed door effluent uit de rioolwaterzuivering. Om de kwaliteit van de beek te verhogen, heeft waterschap diverse beekhersteltrajecten uitgevoerd en vispassages aangelegd.

Aan de hand van de waterwijzers landbouw en natuur, kan worden gesteld dat de gewassoorten snijmais, zomergerst en bieten en het natuurtype kruiden- en faunarijkgrasland minder functioneren ten opzichte van de rest van het gebied. De gewassen wintertarwe, zaai-uien en laanbomen en het natuurtype bos functioneren beter ten opzichte van de rest van het gebied.

Uit de literatuurstudie naar de waterhuishouding blijkt dat het voedselbos een bufferende werking heeft door de aanwezigheid van organisch stof. Daarnaast verhogen de wortels de infiltratiesnelheid. Dit heeft tot gevolg dat een versnelde oppervlakkige afvoer wordt beperkt.

Uit de resultaten van de waterwijzer landbouw blijkt dat het ontwikkelen van natuur kansrijk is in de lage gedeeltes in het beekdal. Daarnaast wijzen veldmetingen uit dat er potentie is om kalkmoerassen te realiseren. Op basis van het natuurnetwerk Limburg kan de natuur het beste worden gerealiseerd in brons- en zilvergroene natuurzones. Bij de ontwikkeling van natte natuur dient rekening te worden gehouden met interne eutrofiëring en het hoge gehalte fosfor in de toplaag. Dit kan worden verholpen door de toplaag af te graven.

Voor de aanleg van voedselbossen zijn de hogere gedeeltes van het beekdal geschikt. Deze bossen kunnen worden gerealiseerd in de bronsgroene landschapszones, waardoor het kan functioneren als stapstenen tussen de goudgroene natuurzones.

Bij de aanleg van een voedselbos en de ontwikkeling van natuur dient rekening gehouden te worden met de volgende wetten: wet algemene bepalingen omgevingsrecht, wet natuurbescherming, wet ammoniak veehouderij, de waterwet, ontgrondingenwet, het kadaster en de wet bodembescherming.

De conclusie van dit onderzoek is dat het voedselbos veel potentie heeft. In de ontwikkeling van natuur als stapsteen in de bronsgroene landschapszones. Daarnaast in de waterhuishouding als waterbuffer voor stedelijk gebied en remmer van versnelde afvoer via het oppervlak.

Aanbevolen wordt om het volgende nader te onderzoeken: waterhuishouding van een voedselbos, fosfaatgehalte in de bodem, het model van de waterwijzers en het moduleren van een voedselbos in de waterwijzers.

Inhoud

1	Inleiding.....	2
1.1	Aanleiding	2
1.2	Doel	2
1.3	Hoofd- en deelvragen	2
1.4	Afbakening	3
1.5	Methode	3
2	Gebiedsbeschrijving	5
2.1	Reliëf	5
2.2	Bodem	5
2.3	Hydrologie.....	6
2.3.1	Oppervlaktewater	6
2.3.2	Grondwater	6
2.4	Gebiedsontwikkeling en uitgevoerde maatregelen op basis van de KRW	7
3	Waterwijzer.....	10
3.1	Landbouw.....	10
3.1.1	Droogte- en natschade.....	11
3.1.2	Potentiele opbrengst	12
3.2	Natuur	14
3.2.1	Doelrealisatie	14
3.2.2	Oorzaak doelrealisatiewaarde	15
3.2.3	Maximaal haalbare doelrealisatie.....	16
3.3	Conclusie	16
4	Mogelijkheden van een voedselbos	17
4.1	Op basis van literatuurstudie	17
4.2	Op basis van een simulatie	18
5	Natuurrealisatie	22
5.1	Mogelijkheden op basis van beleid.....	22
5.2	Locatiekeuze	24
5.3	Uitwerking ontwikkeling natuur	25
5.4	Aandachtspunten bij natuurontwikkeling	27

6	Juridisch onderzoek	31
6.1	Wet algemene bepalingen omgevingsrecht (Wabo)	31
6.2	Wet natuurbescherming (Wnb) - provincie Limburg.....	31
6.2.1	Natura 2000	32
6.3	Wet ammoniak en veehouderij	32
6.4	Waterwet	32
6.5	Kaderrichtlijn Water (KRW).....	32
6.6	Ontgrondingenwet.....	32
6.7	Wet bodembescherming	33
6.8	Kabels en leidingen	33
6.9	Subsidieregelingen (agrarisch) natuurbeheer	33
6.9.1	Agrarisch natuur- en landschapsbeheer (ANLb)	33
6.9.2	Subsidie Kwaliteitsimpuls natuur en landschap (SKNL)	33
7	Conclusie en aanbevelingen	34
7.1	Conclusie	34
7.2	Discussie & Aanbevelingen	35
	Bronnen.....	36

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Goede waterhuishouding in reliëfrijke gebieden betekent rekening houden met zowel een tekort in drogere tijden, als wateroverlast in de lager gelegen gebieden na hevige regenval.

Dit geldt ook voor de Geleenbeek, gelegen aan de noordkant van het Mergelland in Zuid-Limburg. In deze beek zijn de afgelopen jaren een aantal herinrichtingsmaatregelen genomen om de chemische en ecologische kwaliteit van de beek te verbeteren. Echter is het niet bekend of met de maatregelen de gestelde doelen gehaald worden. Daarnaast bestaat de vraag bij Waterschap Limburg hoe voedselbossen mogelijk in positieve zin kunnen bijdragen aan een robuust watersysteem.

Omdat het principe van een voedselbos, waarbij een combinatie tussen natuur en productie wordt gevormd, nog weinig toegepast is, zal moeten worden onderzocht hoe het watersysteem van een voedselbos functioneert.

In dit onderzoek zal worden bekeken wat de effecten zijn van de uitgevoerde maatregelen. Daarnaast zal onderzocht worden hoe de aanleg van voedselbossen en de ontwikkeling van natuur kunnen bijdragen aan een robuust watersysteem en waar deze in te zetten zijn in het stroomgebied van de Geleenbeek. Hierbij wordt ook gekeken naar de juridische kant van het ontwikkelen van natuur of een voedselbos.

1.2 Doel

Het doel van dit onderzoek is om een advies uit te brengen waarin verschillende aspecten naar voren komen. Dit betreft de invloed van een voedselbos op de waterhuishouding, het ontwikkelen van nieuwe natuur en een advies over de mogelijkheid om een voedselbos in te zetten als natuurgebied.

1.3 Hoofd- en deelvragen

Voor het uitvoeren van het onderzoek is de volgende hoofdvraag opgesteld:

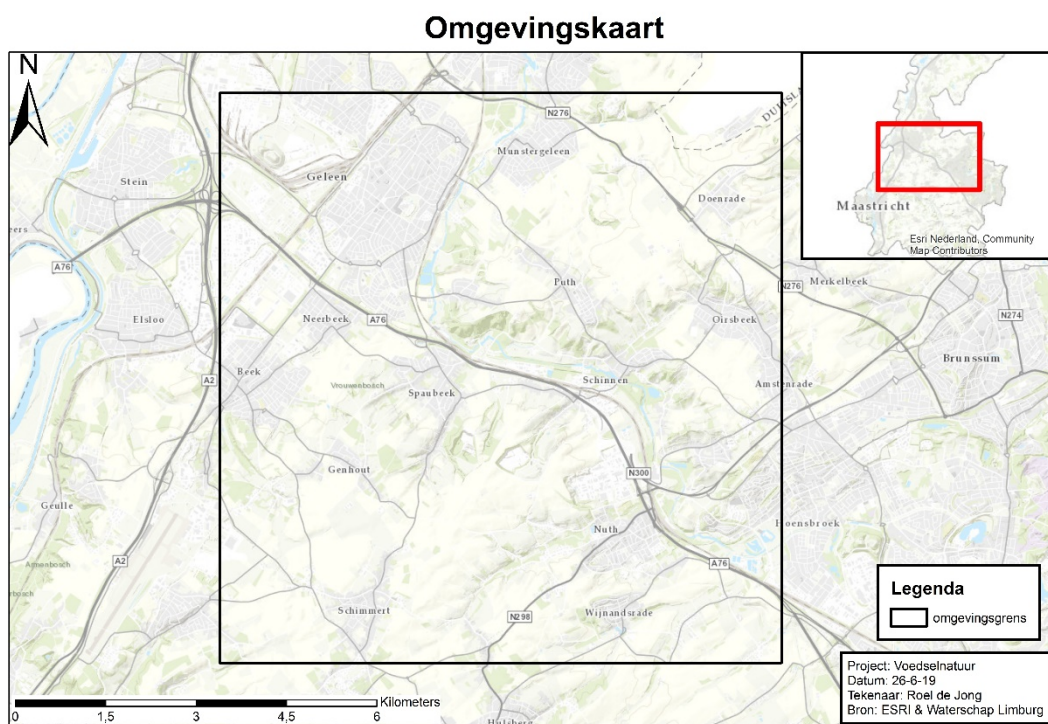
Wat is de potentie van een voedselbos in de ontwikkeling van natuur en in de waterhuishouding rond het Geleenbeekdal?

Hierbij zijn de volgende deelvragen geformuleerd, die beantwoord zullen worden door het uitvoeren van verschillende deelonderzoeken:

1. In hoeverre passen de functies landbouw en natuur bij de huidige hydrologische situatie van het Geleenbeekdal?
2. Hoe verhoudt het voedselbos zich tot het waterregime van de Geleenbeek?
3. Waar liggen de kansen voor de ontwikkeling van natuur en aanleg van voedselbossen?
4. Welke wet- en regelgeving is van toepassing bij de aanleg van natuur en van een voedselbos in het onderzoeksgebied?

1.4 Afbakening

In het onderzoek is slechts een gedeelte van het Geleenbeekdal onderzocht, gelegen in het zuiden van de provincie Limburg. Dit is weergegeven in Figuur 1. Daarnaast is in het onderzoek naar de waterhuishoudkundige werking van een voedselbos alleen via een literatuurstudie onderzoek gedaan.



Figuur 1 Ligging studiegebied

1.5 Methode

Om het antwoord op de hoofdvraag te kunnen formuleren zijn een aantal stappen doorlopen en methodes toegepast. Deze worden hieronder kort beschreven. De methode is niet chronologisch beschreven, maar is vormgegeven aan de hand van de deelvragen.

Allereerst is een gebiedsinventarisatie gemaakt met op basis van de volgende vlakken: bodem, hydrologie en gebiedsontwikkeling. Hierbij is respectievelijk gebruik gemaakt van de bodemkaart, een veldexcursie, de waterwijzer natuur en de factsheet van de Geleenbeek van het Waterschap Limburg. Deze stap is nodig om een beeld te vormen van de omgeving en eventueel later aan te dragen voor de conclusies die verderop in het onderzoek worden getrokken.

Voor het beantwoorden van de eerste deelvraag: *“In hoeverre passen de functies landbouw en natuur bij de huidige hydrologische situatie van het Geleenbeekdal?”* Is gekeken naar de waterwijzers natuur en landbouw. Hiermee zijn kaarten gemaakt waar vervolgens conclusies uit zijn getrokken. Hierbij is ingegaan op welke gebieden wel of niet functioneren en wat de oorzaak van het niet functioneren is. Dit om mogelijke percelen voor de ontwikkeling van voedselbos en natuur aan te kunnen wijzen.

Een tweede stap in het onderzoek is het onderzoeken van het gedrag van een voedselbos met betrekking tot het waterregime. Dit is gevangen in de volgende deelvraag: “Hoe verhoudt het voedselbos zich tot het waterregime van de Geleenbeek?” De studie naar het antwoord is voornamelijk een literatuurstudie gebaseerd op verschillende bronnen. Daarnaast is een voedselbos gesitueerd in de waterwijzer landbouw om te zien welk effect dit heeft op omliggende percelen.

De volgende stap in het proces is het bepalen van een locatie voor de realisatie van een voedselbos. Dit is gedaan op basis van resultaten uit de waterwijzer landbouw, het natuurnetwerk Limburg en wateroverlast in de stedelijke kernen. Daarnaast is hetzelfde gedaan met de locatie bepalen van het ontwikkeling van natuur. Dit om de volgende deelvraag: “Waar liggen de kansen voor de ontwikkeling van natuur en aanleg van voedselbossen?” te beantwoorden. In dit onderzoek is gekozen voor een casestudie om daaruit conclusies te trekken voor het gehele gebied. Daarnaast zijn voor de ontwikkeling van natte natuur aandachtspunten beschreven. Dit is gebeurd aan de hand van literatuurstudie.

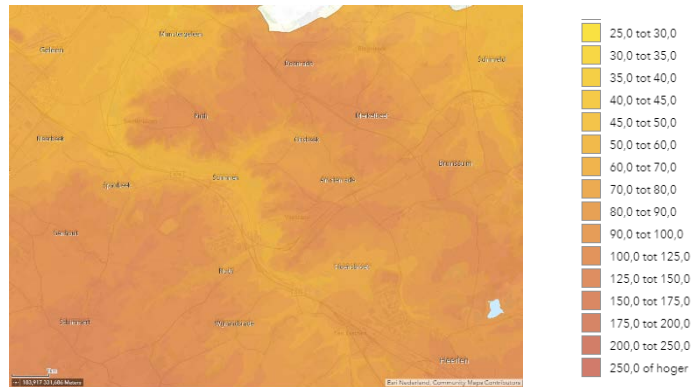
Ten slotte is onderzoek gedaan naar de juridische aspecten omtrent het ontwikkelen van natuur en van een voedselbos. Hierbij is gekeken op rijksniveau, provinciaal en gemeentelijk niveau. Dit met doel om de mogelijke processen die voorafgaand aan de realisatie moet plaatsvinden in beeld te brengen. Het overzicht geeft antwoord op de laatste deelvraag: “Welke wet- en regelgeving is van toepassing bij de aanleg van natuur en van een voedselbos in het onderzoeksgebied?”

2 Gebiedsbeschrijving

Om een duidelijk referentiekader te hebben voor het vervolg van het onderzoek is allereerst verkennend onderzoek uitgevoerd. In deze verkennende studie zijn de onderwerpen bodem, hydrologie en de gebiedsontwikkeling onderzocht.

2.1 Reliëf

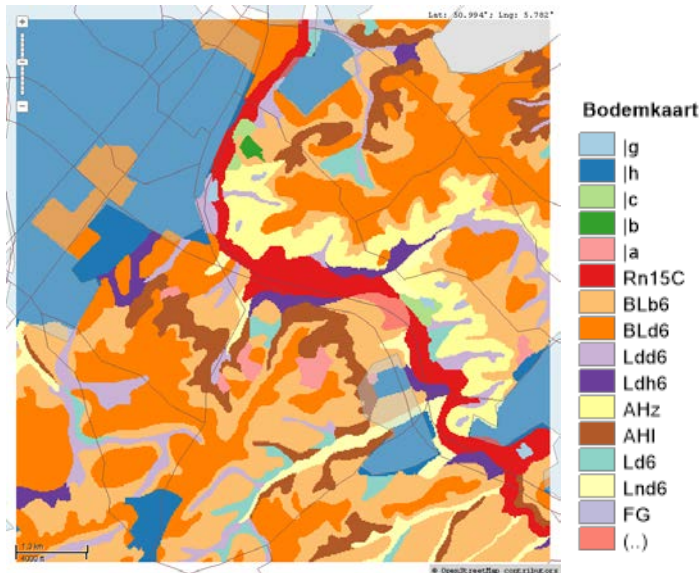
Het onderzoeksgebied kent een groot reliëf, weergegeven in Figuur 2. De Geleenbeek, gelegen op ongeveer 30 m +NAP, ligt naar verhouding diep ingesleten tussen de hogere terrassen, die op ruim 100 m +NAP gelegen zijn (Actueel Hoogtebestand Nederland, 2019).



Figuur 2 Hoogtekaart projectgebied (Actueel Hoogtebestand Nederland, 2019)

2.2 Bodem

In en in de directe omgeving van de Geleenbeek bestaat de bodem voor een groot deel uit Polervaaggronden (Rn15C), waar roest- en grijze vlekken voorkomen vanaf 50 cm (zie Figuur 3).



Figuur 3 Bodemkaart projectgebied (STOWA, 2018)

De laaggelegen gebieden in de directe omgeving van de Geleenbeek en kleine zijtakken, maar ook onderaan de steile hellingen, bevinden zich colluviale vaaggronden (Ln/Ld-klasse) met veelal een hoog gehalte aan siltig leem (>85%).

De hoger gelegen gebieden (BL-klasse), zijn met name eolische afzettingen te vinden, die behoren tot de leembrikgronden (WUR, 2019).

2.3 Hydrologie

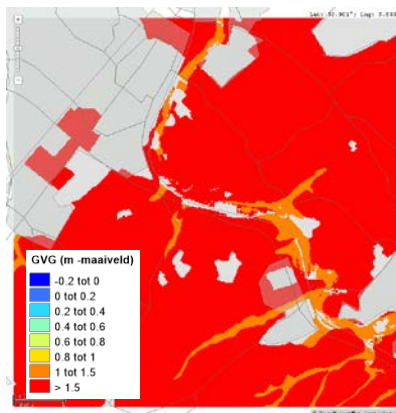
2.3.1 Oppervlaktewater

De Geleenbeek is een belangrijke blauwe structuur in het Geleenbeekdal. De beek ligt diep ingesneden in het landschap en wordt met name gevoed door een vast debiet uit de rioolwaterzuivering in Heerlen. Een aantal kleine zijtakken komen uit in de Geleenbeek, die met kalkrijk kwelwater bevatten. De Geleenbeek kenmerkt zich als een beek met snel wisselende afvoeren.

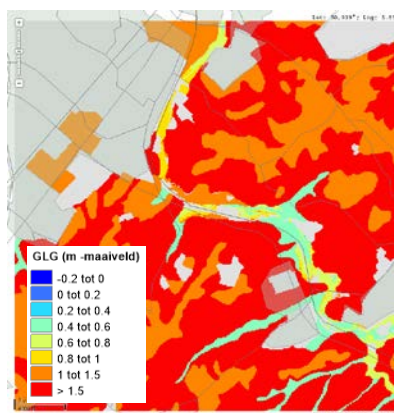
Bij extreme neerslag kan het water in de beek snel stijgen, als gevolg van riooloverstorten en het snel afstromende hemelwater. In extreem natte situaties is een stijging van 2 meter mogelijk, waarbij het water kort onder het maaiveld staat (bron: excursie!). Dit wordt ook onderschreven door monitoring uit het verleden, waaruit blijkt een stijging van 2 tot 3 meter binnen enkele uren niet uitzonderlijk is (Landbouwuniversiteit Wageningen, 1988).

2.3.2 Grondwater

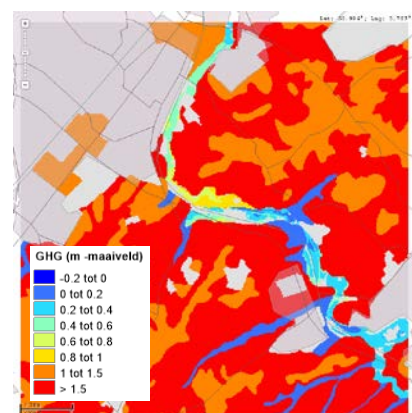
Het grondwater wordt in beeld gebracht met behulp van data uit de Waterwijzer Natuur, die later verder aan bod komt. Hieruit blijkt dat de Gemiddelde Laagste Grondwaterstand vrijwel overal lager dan 1.5 m –mv. De GHG, de Gemiddelde Hoogste Grondwaterstand, ligt in de diep gelegen beekdalen tussen 0 m-mv en 0,4 m –mv. Bovenaan de steile hellingen ligt het vrijwel overal dieper dan een meter onder het maaiveld. De grondwaterstanden zijn te zien in Figuur 4 tot 6.



Figuur 5 GHG (STOWA, 2018)



Figuur 6 GVG (STOWA, 2018)



Figuur 4 GHG (STOWA, 2018)

2.4 Gebiedsontwikkeling en uitgevoerde maatregelen op basis van de KRW

De Geleenbeek is op basis van de Kaderrichtlijn Water (KRW) geclassificeerd als een R18 type. Dit houdt in dat de beek een snelstromende middenloop/benedenloop op kalkhoudende bodem is (STOWA, 2012). De beek kenmerkt zich van oudsher als een snelstromende beek. Tegenwoordig bestaat de afvoer vanaf Hoensbroek/Heerlen grotendeels uit effluent uit de RWZI's ter plekke. Uit de toetsing van de ecologische toestand blijkt dat de beek te kampen heeft met verschillende thema's. Vooral op het gebied van biologie lijkt het met de jaren veel te winnen. Daarnaast blijkt in de algemeen fysische chemie tot de fosfor en de stikstof waarden te hoog liggen. Dit zijn stoffen die onder andere afkomstig zijn uit de landbouw en de RWZI's. Daarnaast zijn de stoffen zink, ammonium en propoxur aangetroffen (zie Figuur 7 en 8) (Waterschap_Limburg, 2018).

Ecologische toestand

Biologie	GEP	Toestand 2009	Toestand 2015	Toestand 2018	Prognose 2021	Prognose 2027
Macrofauna (EKR)	≥ 0,60	 *				
Overige waterflora (EKR)	≥ 0,60	 *				
Vis (EKR)	≥ 0,45	 *				
Fytoplankton (EKR)	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT

Algemeen fysische chemie

Fosfor totaal (zgm) (mg P/l)	≤ 0,11					
Stikstof totaal (zgm) (mg N/l)	≤ 2,30					
DIN (winterperiode) (mg N/l)	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT
Zoutgehalte (zgm) (mg Cl/l)	≤ 150					
Temperatuur (max. waarde) (gr.C)	≤ 25,0					
Zuurgraad (zgm) (-)	6,5 - 8,5					
Zuurstofverzadiging(sgraad)(zgm) (%)	80 - 120					
Doorzicht (zgm) (m)	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT

Specifieke verontreinigende stoffen (normoverschrijding)

	Toestand 2009	Toestand 2015	Toestand 2018	Prognose 2021	Prognose 2027
ammonium					
propoxur					
zink	 *				

Figuur 7 Ecologische toestand in Geleenbeek op basis van KRW (Waterschap_Limburg, 2018)

Chemische toestand

Ubiquitaire stoffen

- Geen Ubiquitaire stoffen (normoverschrijding)

Niet-ubiquitaire stoffen (normoverschrijding)	Toestand 2009	Toestand 2015	Toestand 2018	Prognose 2021	Prognose 2027
fluorantheen					

Motivering chemische toestand:
Er is geen motivering beschikbaar.

Eindoordeel		Toestand 2009	Toestand 2015	Toestand 2018	Prognose 2021	Prognose 2027
Chemie	Chemie totaal	 *				
	Ubiquitaire stoffen					
	Niet-Ubiquitaire stoffen					
Ecologie	Ecologie totaal	 *				
	Biologie totaal	 *				
	Fysische chemie	 *				
	Specifieke verontreinigende stoffen	 *				

Legenda:

- Chemie:  blauw = goed / voldoet  rood = niet goed / voldoet niet
- Ecologie:  blauw = zeer goed / voldoet  groen = goed  geel = matig
-  oranje = ontoereikend  rood = slecht / voldoet niet

Figuur 8 Chemische toestand en eindoordeel op basis van KRW (Waterschap_Limburg, 2018)

Om de situatie te verbeteren heeft het waterschap enkele maatregelen ondernomen die hieronder puntsgewijs zijn weergegeven (Waterschap_Limburg, 2018).

Maatregelen voor periode t/m 2015

- Zuiveren + afkoppelen van verhard oppervlak (28,5 ha);
- Beekherstel: het verbreden van de beek en hermeanderen over diversen trajecten (25,4 km);
- Het aanleggen van vispassages (3 stuks);
- Het verplaatsen van de RWZI Heerlen naar RWZI Hoensbroek.

De maatregelen die hierboven beschreven zouden moet bijdragen aan een verbetering van situatie in 2018 ten opzichte van 2015. Uit de figuren blijkt dat dit het geval is voor de zuurtegraad en de ecologische kwaliteitsratio (EKR) voor vis. Voor een aantal maatregelen geldt dat meer tijd nodig is om het effect te kunnen meten. Dat kan zijn door dat stoffen zich nog in de bodem bevinden en door middel van nalevering nog in het systeem komen. Daarnaast past de flora en fauna zich traag aan, aan de nieuwe omstandigheden.

Maatregelen in periode 2016-2021

- Aanpak overstorten door aanleg groene bergingen (2 stuks);
- Aanpassen van de RWZI Susteren;
- Beekherstel: het verbreden van de beek en hermeanderen over diversen trajecten (12,5 km);
- Het aanleggen van vispassage (3 stuks).

Voor het effect van deze maatregelen zijn nog geen metingen verricht en deze zullen naar verwachting worden uitgevoerd rond 2021.

Maatregelen gepland voor de periode 2022 – 2027

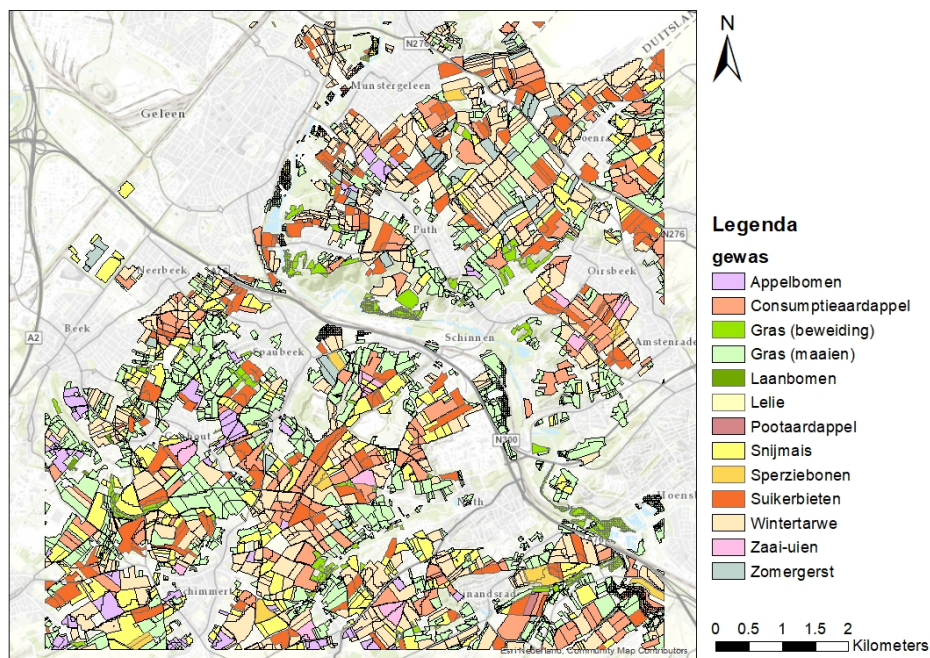
- Beekherstel: het verbreden van de beek en hermeanderen (1 km)

3 Waterwijzer

De waterwijzer is een tool die is ingezet om te bepalen hoe het huidige landgebruik functioneert. Om een volledig beeld te krijgen is dit voor zowel de landbouw als de natuur uitgevoerd. Het doel van dit onderzoek is om de kansrijke gebieden voor nieuwe ontwikkeling in kaart te brengen. De gebruikte kaarten zijn gebaseerd op de resultaten uit de Waterwijzer Landbouw en de Waterwijzer Natuur.

3.1 Landbouw

Om de landbouw in het gebied te analyseren, wordt eerst gekeken naar de verspreiding van landbouwpercelen in het gebied en de verschillende gewassen die er geteeld worden. Onderstaande kaart (Figuur 9) laat de verspreiding van de verschillende gewassen in het gebied zien.



Figuur 9 Landgebruik binnen het studiegebied

Tabel 1 Oppervlakte per landgebruik

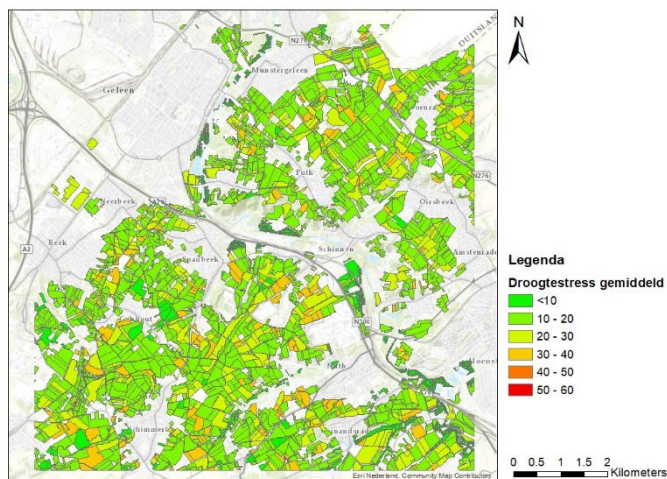
Gewastype	Oppervlak (ha)
Wintertarwe	1025
Gras (maaien)	932
Suikerbieten	459
Snijmais	453
Consumptieaardappel	444
Gras (beweiding)	133
Appelbomen	119
Zomergerst	89
Zaai-uien	52
Sperziebonen	48
Pootaardappel	4
Laanbomen	4
Lelie	2
Totaal	3764

Met behulp van bovenstaande kaart, is het oppervlak en aandeel van de verschillende gewassen te analyseren. Er wordt in het projectgebied met name wintertarwe verbouwd en gras dat gemaaid wordt, die samen ruim de helft van het (landbouwkundig) oppervlak beslaan. Daarna hebben suikerbieten, snijmais, en consumptieaardappel elk een aandeel van ongeveer 12 procent (zie Tabel 1).

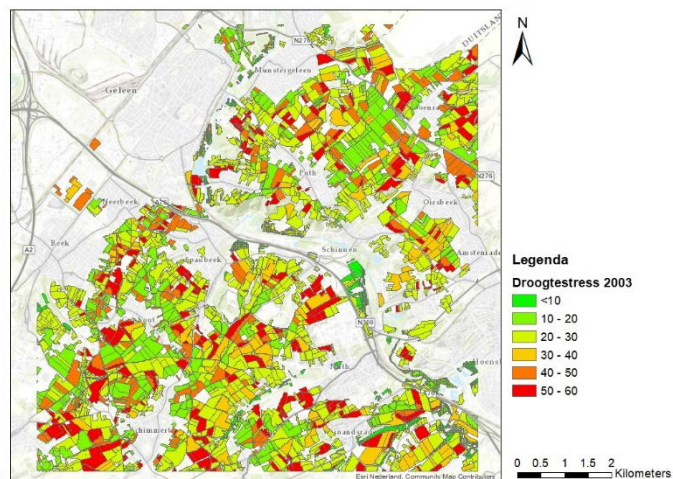
Met de resultaten uit de Waterwijzer kan in beeld gebracht worden welke percelen gevoelig zijn voor natschade of droogteschade.

3.1.1 Droogte- en natschade

De gevoeligheid voor droogteschade blijkt wanneer het jaar 2003, een jaar dat bekend staat om de droogte, in beeld gebracht wordt (KNMI, 2009). Als gevolg van de droogte, neemt de droogteschade met 10 tot 20 procent toe. Ook percelen direct langs watergangen ondervinden sterke droogteschade, met name benedenstrooms (zie Figuur 10 en 11).



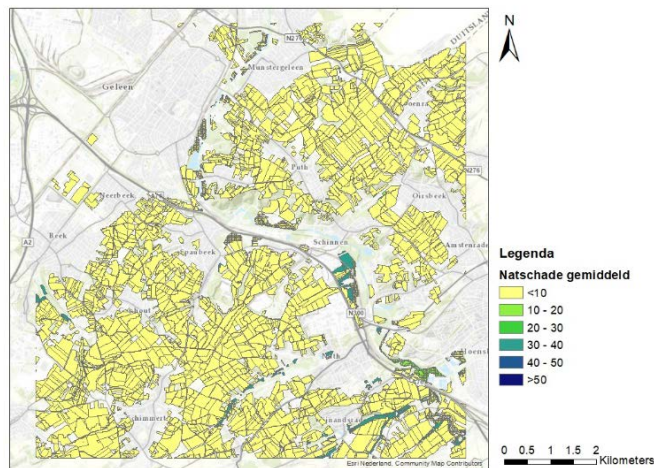
Figuur 11 Gemiddelde droogteschade 1981-2014



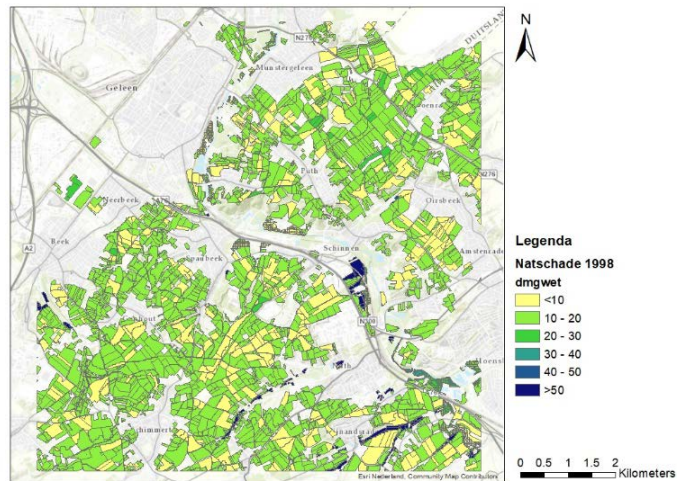
Figuur 10 Droogteschade 2003

Net als droge jaren, zijn er ook extreme natte jaren bekend. Het jaar 1998 is volgens het KNMI het jaar waarin de grootste bekende neerslagsom is gevallen: 1239,6 mm, ten opzichte van het gemiddelde dat 832,5 mm bedraagt.

De kaart van de gemiddelde natschade laat zien dat de natschade vrijwel overal niet meer dan 10 procent bedraagt. De enige uitzonderingen zijn direct langs de Geleenbeek en enkele zijtakken. Hier treedt gemiddeld 30 tot 40 procent natschade op. Deze percelen zijn voornamelijk in gebruik als grasland of laanbomen (zie Figuur 11 en 12).



Figuur 13 Gemiddelde natschade 1981-2014



Figuur 12 Natschade 1998

In Tabel 2 is een kaart opgenomen van de gemiddelde totaalschade in het gebied. De nat- en droogteschade lijkt ruimtelijk op het eerste gezicht willekeurig verdeeld. Direct langs de Geleenbeek bevinden zich bijvoorbeeld een aantal percelen die weinig totale schade ondervinden. Echter bevinden zich direct naast deze percelen ook percelen die wél schade ondervinden. Op locaties waar grasland weinig schade ondervindt, ondervinden suikerbieten bijvoorbeeld wél schade. De locatie, en daarmee de omstandigheden, hebben dus grote invloed op de gevoeligheid voor schade.

Wanneer nauwkeuriger gekeken wordt naar de hoeveelheid schadegevoeligheid per gewastype, blijkt dat snijmais en zomergerst gemiddeld rond de vijftientig procent droogteschade oplopen, met een totale schade van gemiddeld ruim dertig procent.

Rijlabels	Gemiddelde natschade (d)	Gemiddelde droogteschade (d)	Gemiddelde totaalschade
Snijmais	6.09	23.99	33.51
Zomergerst	4.25	26.58	31.23
Suikerbieten	5.84	21.41	29.10
Pootaardappel	7.30	10.65	25.50
Gras (beweiding)	7.74	6.40	22.59
Consumptieaardappel	2.60	13.20	19.42
Sperziebonen	2.24	15.77	19.09
Lelie	1.60	16.23	18.05
Gras (maaïen)	6.78	9.15	16.71
Appelbomen	3.52	13.09	16.56
Wintertarwe	3.93	11.73	15.65
Zaai-uien	2.73	11.12	14.63
Laanbomen	3.10	7.85	10.95

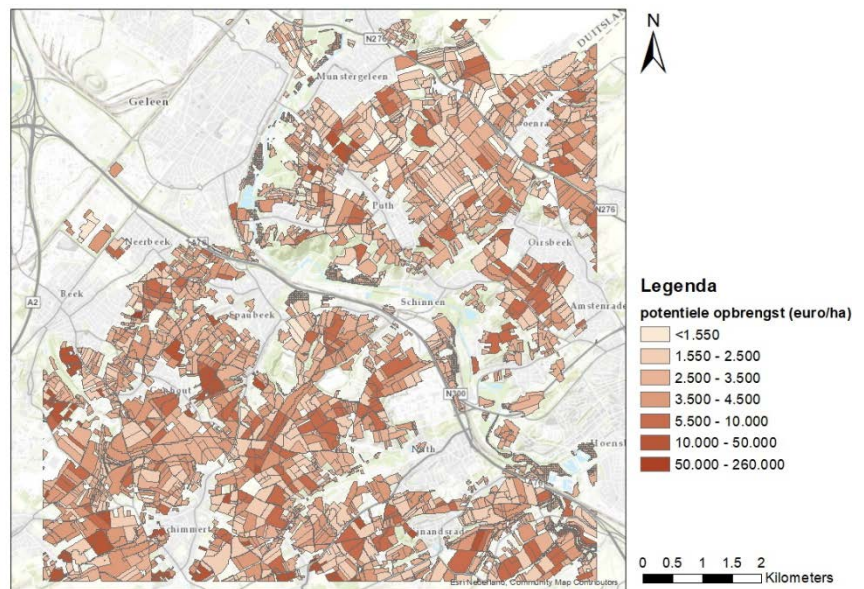
Tabel 2 Schadegevoeligheid per gewastype

Wintertarwe en gras (maaïen), die verreweg het meest geteeld worden in het gebied, ondervinden relatief minimale droogte- en natschade. Deze gewassen passen goed bij de omstandigheden van het gebied.

3.1.2 Potentiele opbrengst

Opbrengstderving door optredende droogte- en natschade hoeft niet per se ernstig te zijn, omdat niet elk gewastype evenveel opbrengt. Droogteschade bij een gewas dat veel waard is, zorgt voor meer financiële schade bij een boer dan bij een gewas dat weinig waard is. Bij ontwikkeling van natuur zal ook gekeken worden naar de financiële opbrengst van een perceel. Door de productie te vermenigvuldigen met de opbrengst van de betreffende gewastype, worden de percelen met grote potentiële opbrengst in beeld gebracht.

Figuur 14 geeft de verdeling weer van de gemiddelde financiële opbrengst van de gewassen. Lelies en bomen brengen veel op, maar beslaan een relatief klein oppervlak in het gebied. Van de gewassen die op grotere schaal geteeld worden, leveren de poot- en consumptieaardappel, samen met suikerbieten het meest op.



Figuur 14 Verdeling potentiële opbrengst 1981-2014

In Tabel 3 zijn de gemiddelde opbrengsten samen met de standaardafwijking weergegeven uit dezelfde periode. De verschillende aardappelsoorten hebben een relatief hoge opbrengst, maar de grote standaardafwijking laat zien dat dit lang niet altijd gehaald wordt. Hieruit blijkt dat de potentiële opbrengsten van deze gewassen niet altijd optimaal benut worden en hier dus mogelijk veel geld wordt misgelopen.

Gewastype	Gemiddelde opbrengst (euro/ha)	Standaardafwijking
Lelie	258186	0.0
Laanbomen	45700	0.0
Appelbomen	24717	0.0
Pootaardappel	16177	14.1
Consumptieaardappel	9345	17.7
Zaai-uien	7798	0.0
Snijmais	4234	1.6
Suikerbieten	3902	4.7
Gras (maaien)	3407	2.5
Gras (beweiding)	2674	5.4
Sperziebonen	2336	0.0
Wintertarwe	1829	0.1
Zomergerst	1557	0.0

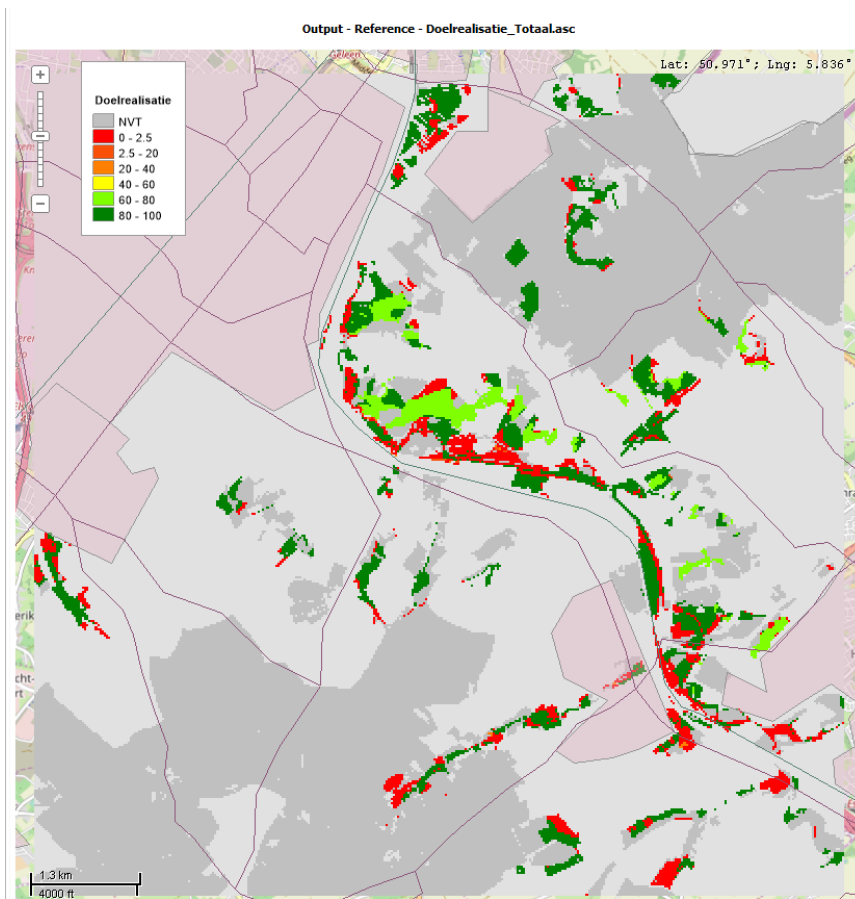
Tabel 3 Potentiële opbrengst per gewastype

3.2 Natuur

In de waterwijzer Natuur wordt op basis van de hoogtekaart, de kaart van de natuurgebieden, kwel, de GHG, GLG en GVG gekeken of natuur die ter plekke is gerealiseerd daar optimaal ligt. Hieronder volgt de analyse.

3.2.1 Doelrealisatie

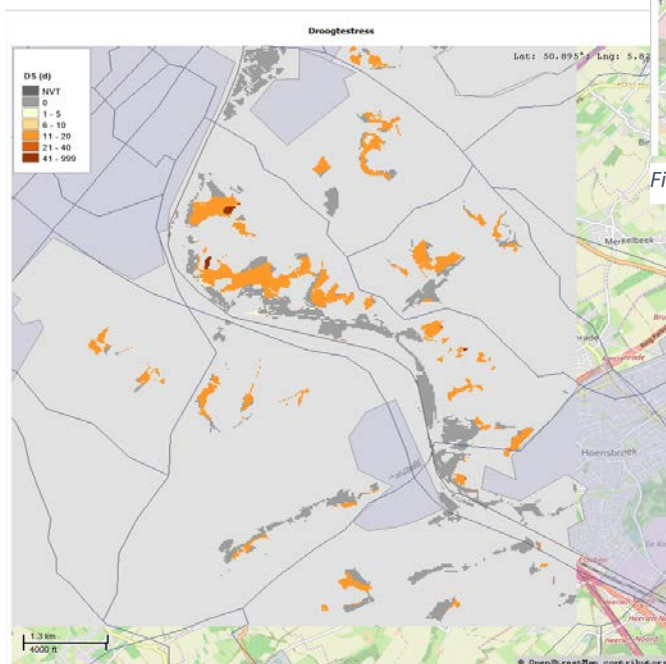
In deze analyse is begonnen om te kijken naar de doelrealisatie op basis van alle bovengenoemde factoren. Hieruit blijkt dat verschillende gebieden niet goed functioneren. (zie Figuur 15). Uit nader onderzoek blijkt het te gaan om de gebieden die zijn bestempeld met het natuurbeheertype N12.02 en in mindere mate N15.02. Deze codes staan voor respectievelijk *kruiden – en faunarijk grasland* en *Dennen-, eiken-, en beukenbos* (BIJ12, 2018).



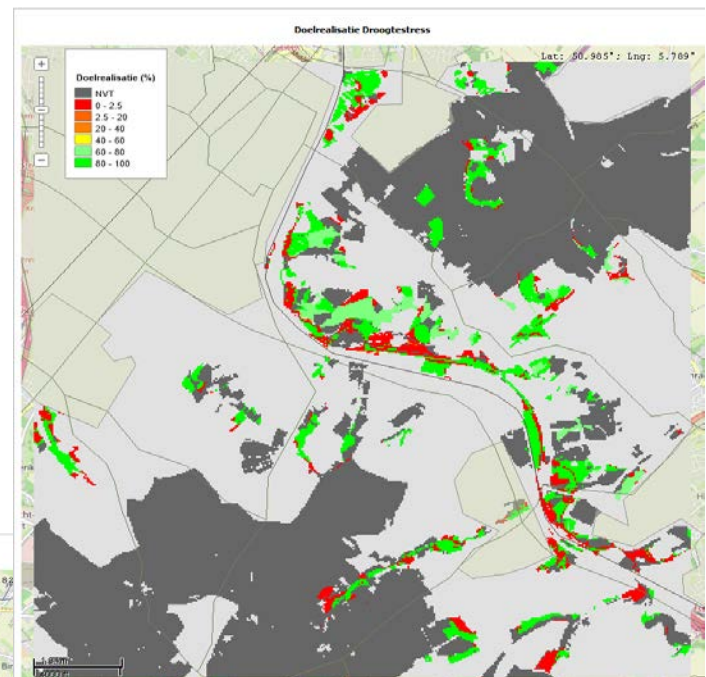
Figuur 15 Doelrealisatie op basis van alle factoren

3.2.2 Oorzaak doelrealisatiewaarde

Om te achterhalen wat mogelijk de oorzaak van deze lage doelrealisatie is verder ingezoomd op de losse thema's. Dit is gedaan door per factor de doelrealisatie te bekijken. Dit leidt tot de conclusie dat droogtestress de oorzaak blijkt te zijn (zie **Error! Reference source not found.**). De probleemgebieden in Figuur 15 lijken rechtsstreek te passen op die in **Error! Reference source not found.**. Met het fenomeen droogtestress wordt bedoeld dat de zuigspanning van 120 m in de wortelzone wordt overschreden. In Figuur 17 is te zien dat er geen droogtestress in de gebieden optreedt, terwijl de doelrealisatie lager is dan in het bos met droogtestress. Dit komt doordat droogtestress niet afhankelijk is van de vegetatie. In dit specifieke geval betekent het dat het gebied te nat is voor de vegetatie die er op die locatie zijn gerealiseerd.



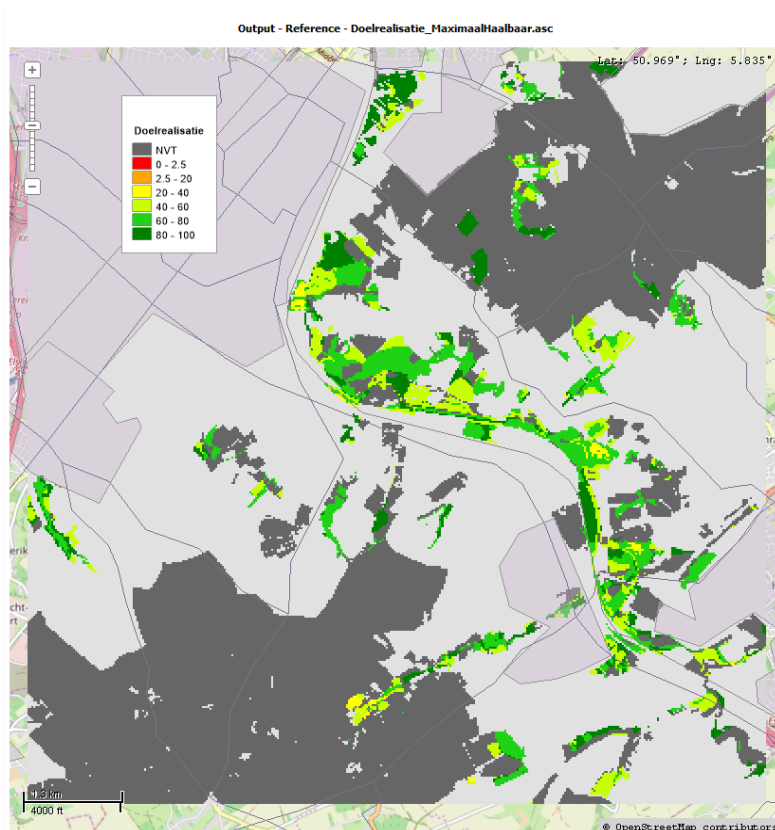
Figuur 17 Drogtestress in dagen



Figuur 16 Doelrealisatie op basis van droogtestress

3.2.3 Maximaal haalbare doelrealisatie

Om te zien of de natuur op de juiste locaties is aangelegd, is gekeken naar de maximaal haalbare doelrealisatie. Om dit te berekenen worden de waterstanden verhoogd met stappen van 1 cm. Dit wordt gedaan over een range van -200 tot +200 cm. Met deze berekeningen wordt door middel van iteratie de maximaal haalbare doelrealisatie berekend (Witte, Runhaar, Bartholomeus, Fujita, & Hoefsloot, 2018). Hieruit blijkt dat veel natuur, ondanks dat het een doelrealisatie heeft van 2,5%, het toch een maximaal haalbare doelrealisatie heeft van 40% tot 60%. Uitzonderingen hierop vormt het natuurgebied rond de plassen in het midden/noordwesten van de studielocatie. Hier scoort de maximale haalbaarheid maar 20% tot 40% van het maximaal haalbare doel (zie Figuur 18).



Figuur 18 Maximaal Haalbare doelrealisatie

3.3 Conclusie

In het gebied wordt het meest wintertarwe en gras geteeld. Deze gewassen ondervinden gemiddeld weinig schade als gevolg van droge of natte omstandigheden en passen daarmee goed in het projectgebied. Snijmais en suikerbieten, die samen ongeveer op 25% van het oppervlak geteeld worden, ondervinden gemiddeld 25% totale schade. Lelie brengt financieel het meest op, gevolgd door boomsoorten. Ten slotte hebben de poot- en consumptieaardappel gemiddeld een hoge potentiële opbrengst, maar laat de hoge afwijkingen zien dat er lang niet altijd een hoge opbrengst gehaald wordt.

Uit de waterwijzer Natuur blijkt dat het natuurtype bos goed functioneert in de huidige omstandigheden. Het natuurtype kruiden- en faunarijk grasland blijkt minder potentie te hebben in deze omgeving. Bij nader onderzoek bleek dit te worden veroorzaakt door een te natte omgeving. Ook de maximaal haalbare doelrealisatie voor dit doeltypen komt niet hoger uit dan 40 tot 60%.

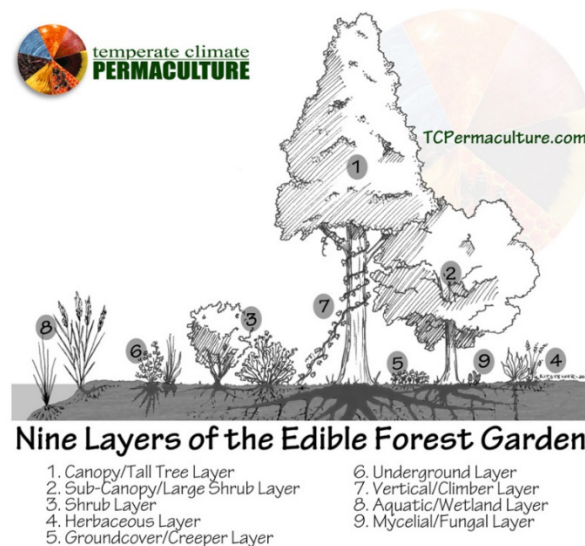
4 Mogelijkheden van een voedselbos

Na de huidige situatie in kaart gebracht te hebben, is onderzoek gedaan naar de mogelijke ontwikkeling van een voedselbos. Hierbij is eerst een literatuurstudie uitgevoerd, om vervolgens een onderzoek uit te voeren met behulp van de waterwijzer natuur.

4.1 Op basis van literatuurstudie

Om het totale onderzoek richting te geven is eerst een definiërende paragraaf opgenomen, waarin wordt beschreven wat gedurende het onderzoek wordt beschouwd als voedselbos. Onder een voedselbos wordt in zijn algemeenheid een productiebos verstaan dat bestaat uit zeven tot negen verschillende plantenlagen (zie Figuur 19). Deze zijn als volgt (Permacultuur Nederland, 2018), (Voedselbos, 2019):

- Kruinlaag
- Tussenlaag
- Struiklaag
- Kruidlaag
- Bodembedekkers
- Klimplanten
- Wortels en knollen
- (Waterrijke laag)
- (schimmellaag)



Figuur 19 De negen lagen van een voedselbos
(tcpermaculture.com, 2019)

Het voordeel ten opzichte van de traditionele landbouw is dat hier door meerdere gewassen tegelijk te verbouwen de gewassen elkaar kunnen ondersteunen. Dit gebeurt bijvoorbeeld door het blad dat van de bomen valt, wat zorgt voor veel organisch materiaal in de ondergrond. Daarnaast kan door soorten slim te planten worden bijgedragen aan een hoger rendement van hetzelfde stuk grond ten opzichte van de traditionele landbouw (Voedselbos, 2019).

Uit onderzoeken uit verschillende bronnen zijn verschillende zaken naar voren gekomen. Allereerst blijkt dat het niet meer ploegen van de ondergrond en het feit dat bodem bedekt is de waterhuishouding wel degelijk verandert. Zo leidt de vorming van organisch stof op en in de bodem tot een verhoging van het waterbergend vermogen van de bodem. Concreet betekent dit dat een toename van 1% organische stof in de bodem leidt tot een toename van 170 m³ bergend vermogen per hectare. Het organisch materiaal werkt als het ware als een spons. In de praktijk betekent dit dat piekafvoeren met minimaal 15% kunnen worden gereduceerd. Daarnaast kan de behoefte van beregeningswater dalen met 1/3. Deze resultaten zijn ten opzichte van regulier landbouwgebruik. Waar rekening mee moet worden gehouden is dat de vorming van een laag organische stof op en in de bodem een proces is dat meerdere jaren in beslag neemt. De vorming van 1% meer organische stof duurt 1 á 2 jaar (Dommel, 2018).

Naast deze resultaten zorgen de wortels van de bomen voor grotere poriën in de grond. Deze poriën zorgen ervoor dat het water sneller kan infiltreren. Dit is in vergelijking met grassen en dus ook met granen, omdat de dikte van de wortels bepalend is (Shanstrom, 2014). Bomen hebben nog een andere manier om water te bergen. Deze manier is eigenlijk het verbruiken van water door fotosynthese en verbranding, dat zich uit in evapotranspiratie. Ook in dit geval liggen de waarden hoger dan bij reguliere landbouw (Siepel, Velthuis, Zonderland, & Schimmel, 2018), (Väntinnen, et al., 2010). Omdat bomen een wezenlijk onderdeel zijn van een voedselbos is deze alinea opgenomen. Kortom, het voedselbos draagt bij aan een vertraagde afvoer.

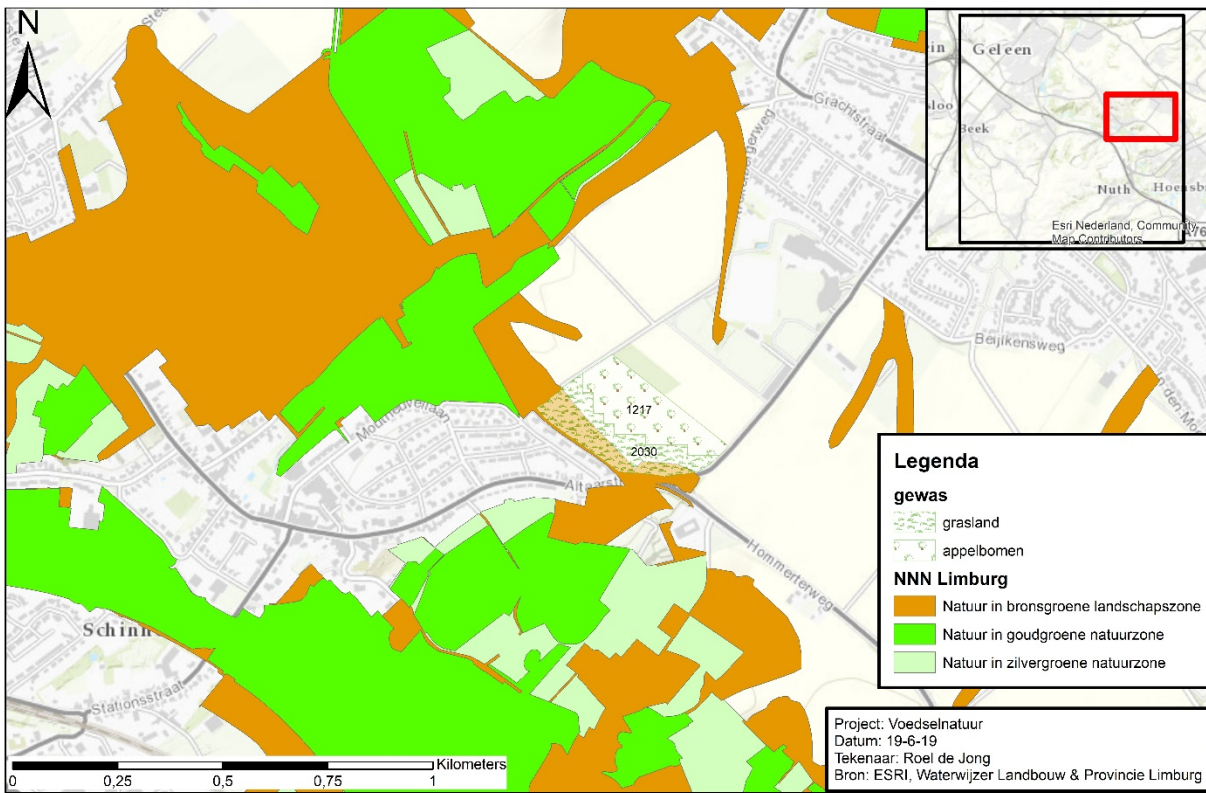
In opdracht van de Brabantse Milieufederatie is onderzoek uitgevoerd naar de mogelijkheid om voedselbossen op te nemen in het Brabantse Natuurnetwerk. Uit dit onderzoek volgde enkele relevante conclusies. Allereerst is het niet mogelijk om een voedselbos in te zetten als natuur. Dit vindt zijn oorsprong vooral in de juridische status die een voedselbos draagt: landbouw. Verder biedt ondernemend natuurwerk Noord-Brabant deze mogelijkheid wel. Dit zijn gebieden die waarin de natuur nog niet gerealiseerd is, maar wel beoogd wordt. Tenslotte kan een voedselbos fungeren als overgangszone van of verbindingzone tussen natuurgebieden. In dit principe zijn vooral percelen die grenzen aan bosrijke natuur kansrijk (Slier, 2016).

4.2 Op basis van een simulatie

Om een referentie te schetsen voor de vergelijking tussen akkerbouw en een voedselbos, is een voedselbos in de waterwijzer landbouw gesimuleerd. Voor deze simulatie is gekozen om een voedselbos te representeren door een half perceel te veranderen naar grasland met beweiding en een half perceel naar een appelboomgaard. Dit omdat een voedselbos uit meerdere lagen bestaat, zoals in de vorige paragraaf is beschreven. Daarnaast kan het zo zijn dat er wordt gekozen om dieren te houden op het grasland en zo een vorm van agroforestry te bedrijven.

In de simulatie is gekeken naar de droogte- en de natschade. Voor het bepalen van de mate van schades is gebruik gemaakt van meteorologische data uit verschillende jaren. Zo is voor de droogteschade data gebruikt van het jaar 2003. Dit omdat het jaar bekend staat als een droog jaar en deze data in het model beschikbaar is. Voor de natschade is het jaar 1998 gekozen, omdat dit volgens het KNMI een extreem nat jaar is (KNMI, 2009). De keuze voor deze extreme waarden is dat deze waarden in de toekomst vaker kunnen voorkomen. Uit de verschillende klimaatscenario's blijkt dat er nattere winters en hetere zomers met piekneerslag aan zitten te komen. Dit houdt concreet in dat in het scenario voor 2085 een stijging van 27 dagen met een maximale temperatuur hoger dan vijftwintig graden is. De neerslag daalt echter voor de zomer met 50 mm. Deze waarden zijn gerefereerd aan de periode 1981-2010. In de winter neemt de neerslag echter toe met gemiddeld 60 mm (KNMI, 2015). Voor de uitgangssituatie in het onderzoek is net als bij de klimaatscenario's gebruik gemaakt van de referentieperiode 1981-2010.

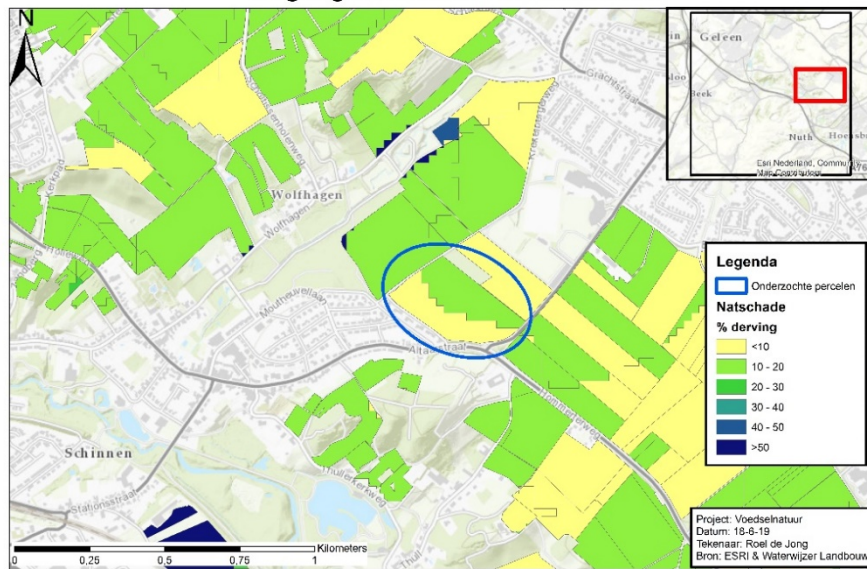
Ligging onderzoekslocatie ten opzichte van NNN Limburg



Figuur 20 Ligging voedselbos

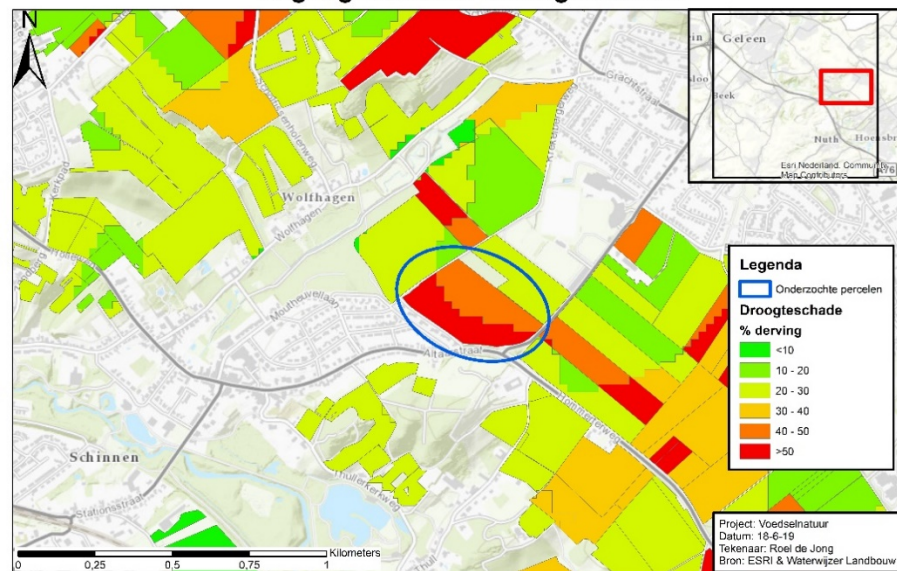
De locatie om het voedselbos (zie Figuur 20) te simuleren is gebaseerd op een aantal zaken. Allereerst ondervindt het huidige gewas, suikerbieten, zowel een droogteschade als een natschade (zie Figuur 21 en 22). Deze schades bedragen respectievelijk 42,8 (1217) & 52,8% (2030) en 16,2 (1217) & 9,4% (2030). Vooral de droogteschade is hoog ten opzichte van de rest van de percelen. Daarnaast ligt ten zuidwesten van de onderzoekslocatie de stedelijke kern van Schinnen. Dit dorp heeft de afgelopen jaren te maken met wateroverlast en is er onderzoek gedaan naar de vergroting van de regenwaterbuffer Wolfhagen (Waterschap Limburg, 2018). De locatie voor de simulatie van het voedselbos ligt niet ver van de waterbuffer en kan als versterking worden ingezet gezien het bufferend vermogen (zie vorige paragraaf). Een derde motivatie is weergegeven in Figuur 20. Het gebied ligt in de bronsgroene landschapszone (voor uitleg zie par 5.1) waarmee bij kan worden gedragen aan zowel de landschappelijke kwaliteiten, als het vormen van een stapsteen in de verbinding tussen de goudgroene natuurzones ten westen en zuiden van het gebied. Kortom een locatie met potentie.

Uitgangswaarden in natte situatie



Figuur 21 Natschade bij oorspronkelijk landgebruik

Uitgangswaarden in droge situatie



Figuur 22 Droogteschade bij oorspronkelijk landgebruik

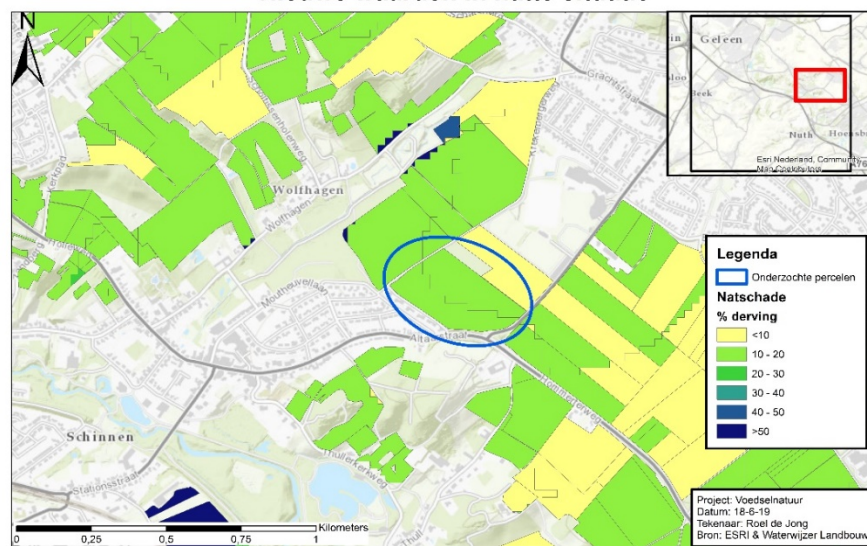
Naast de potentie van de locatie is ook gekeken naar de verandering van de teelt, in combinatie met de droogte- en natschade. De uitgangssituatie is al beschreven in de alinea hierboven. In de nieuwe situatie is gekozen om op perceel 2030 grasland en op perceel 1217 appelbomen te simuleren (zie Figuur 20). Uit deze simulatie blijkt dat de natschade is toegenomen, maar daar tegenover staat dat de droogteschade fors is beperkt (zie Figuur 22 en 23). Dit zou kunnen duiden op meer waterberging, maar het waterverbruik van appelbomen is dusdanig verschillend van suikerbieten dat dit met grote voorzichtigheid kan worden gesteld. Daarnaast is de opbrengst uit suikerbieten vele male lager dan die van een appelboomgaard (Wageningen Environmental Research, 2019).

Voor een vergelijking is Tabel 4 opgenomen in dit rapport. Hieruit komt naar voren dat de aanleg van een voedselbos op het gebied van opbrengsten lucratief is.

Tabel 4 Overzicht kerngetallen van de vergelijking

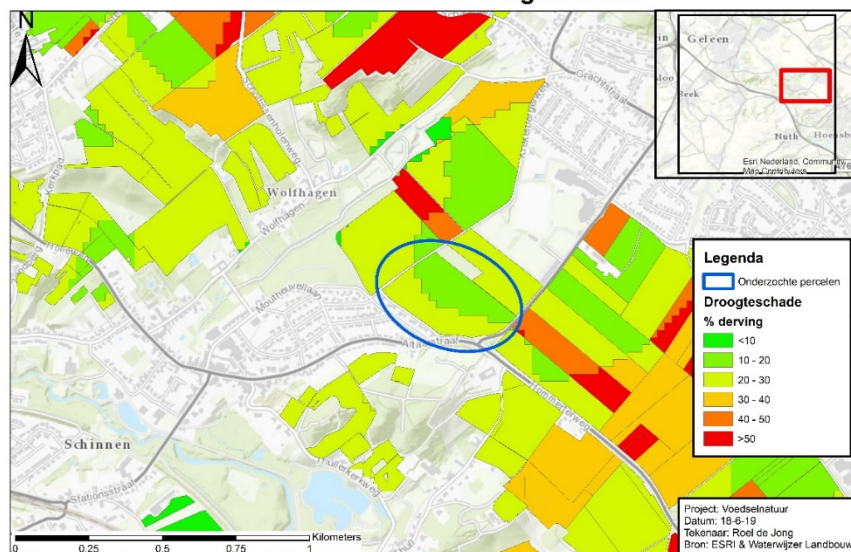
Situatie	Perceelnummer	gewas	Droogteschade (%)	Natschade (%)	Potentiële opbrengst per ha. in droog jaar (€)	Potentiële opbrengst per ha. in nat jaar (€)
Uitgangs-	1217	Suikerbieten	42,8	16,2	4269	3730
	2030	Suikerbieten	52,8	9,4	4269	3730
Nieuwe	1217	Appelbomen	26,7	11,5	29884	21586
	2030	Grasland	19,1	13,7	2875	2637

Nieuwe waarden in natte situatie



Figuur 23 Natschade in de nieuwe situatie

Nieuwe waarden in droge situatie



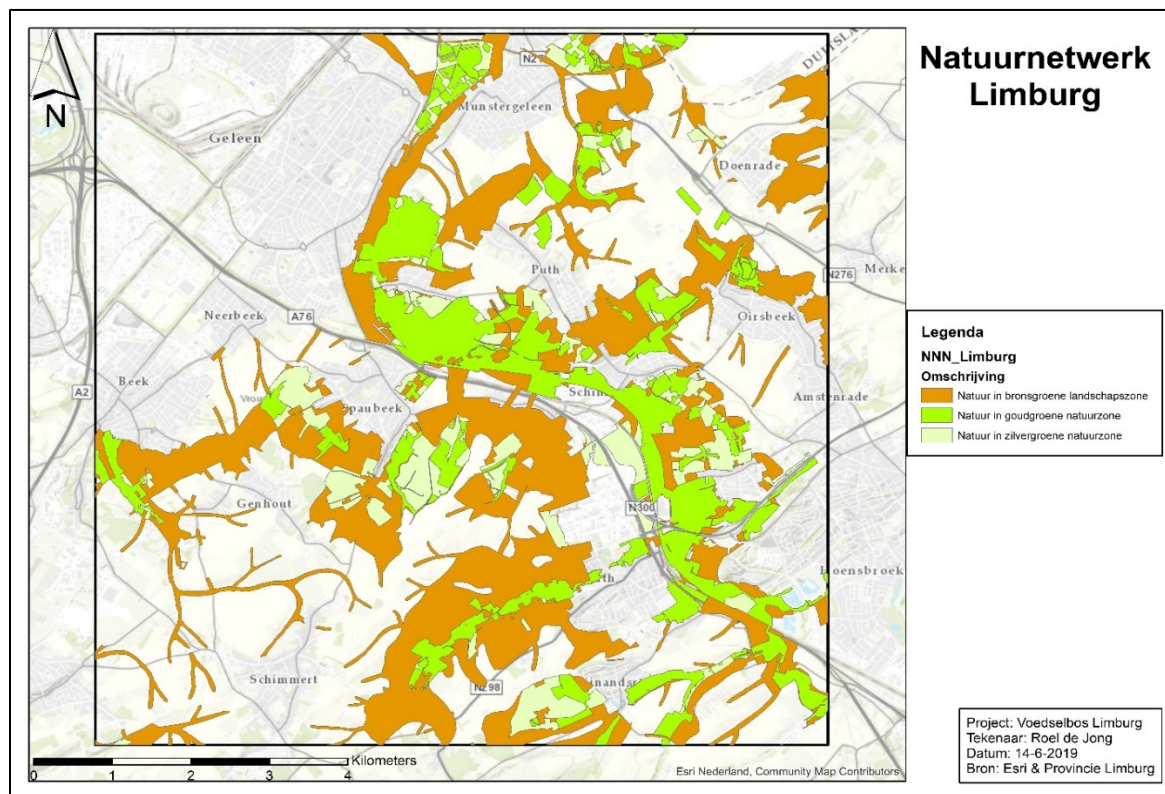
Figuur 24 Droogteschade in de nieuwe situatie

5 Natuurrealisatie

Na de mogelijkheden van een voedselbos te hebben onderzocht is gekeken naar natuurontwikkeling. Hierbij is gekeken naar het beleid en een analyse gemaakt aan de hand van de waterwijzer landbouw. Ten slotte zijn de aandachtspunten bij het ontwikkelen van natte natuur beschreven.

5.1 Mogelijkheden op basis van beleid

Om een goed beeld te krijgen van de potentie van het ontwikkelen van natuur of een voedselbos, is gekeken naar de omgevingsvisie van de provincie Limburg. Hieruit blijkt dat de provincie drie soorten statussen toekent aan haar natuurnetwerk. Deze drie soorten zijn: goudgroene natuurzone, zilvergroene natuurzone en bronsgroene landschapszone (zie Figuur 25).



Figuur 25 Kaart natuurnetwerk Limburg (Provincie Limburg, 2019)

Hieronder volgt een korte beschrijving van de verschillende statussen (Provinciale Staten van Limburg, 2014):

Goudgroene natuurzone: Deze zone bevat natuurgebieden en nog aan te leggen natuurgebieden. Hierin is een gradatie van Natura2000 gebieden, natte natuurparels en nationaal landschap Zuid Limburg.

Zilvergroene natuurzone: Het gebied dat deze status is toegekend, is gebied waarin de kansen voor natuurontwikkeling centraal staan.

Bronsgroene landschapszone: Binnen deze zone staan de landschappelijke kernkwaliteiten centraal. Hierin speelt de ontwikkeling naar een natuurlijk, klimaatbestendig beekdal een rol. Daarnaast speelt de provincie in op het behoud van grondgebonden land- en tuinbouw, in overeenstemming met de kwaliteiten van de omgeving.

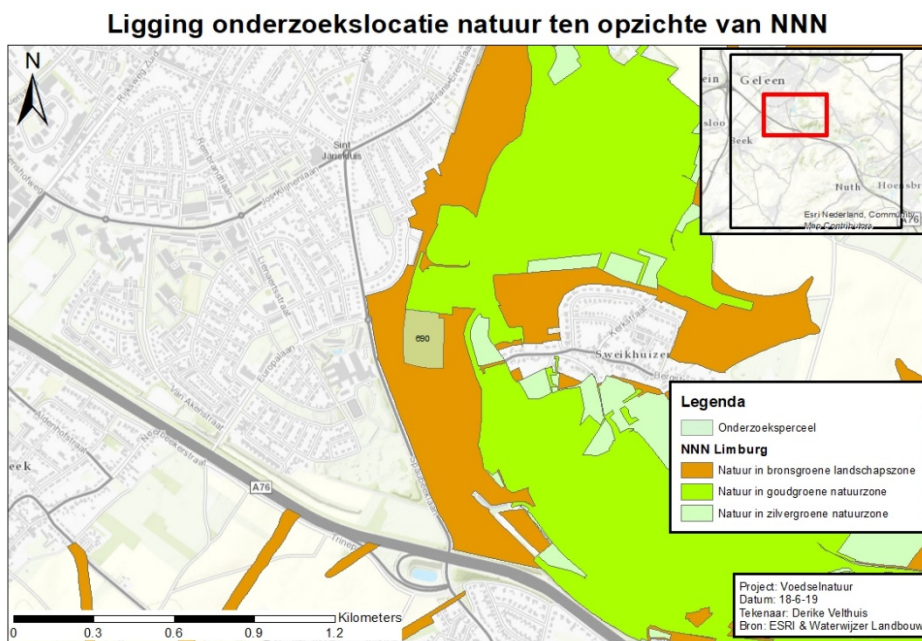
Kortom, voor de ontwikkeling van nieuwe natuur staat de provincie positief tegenover de gebieden die gekenmerkt zijn als zilvergroene natuur. De bronsgroene landschapszone biedt eveneens mogelijkheden, maar er moet rekening worden gehouden met de landschappelijke kernkwaliteiten. In combinatie met het eerder omschreven onderzoek naar voedselbossen in het Natuurnetwerk (zie par. 4.1) volgen een aantal interessante opties. Zo zouden in het Natuurnetwerk van Limburg de zilvergroene natuurzone en bronsgroene landschapszone voedselbossen worden ingezet om de verbinding tussen de goudgroene zones te maken. Een bijkomend voordeel hiervan is dat de kosten van de ontwikkeling van deze 'productienatuur' kan terug worden verdiend over tijd. Daarnaast kunnen investeerders worden aangetrokken.

5.2 Locatiekeuze

Vanuit de analyse van de landbouwpercelen (zie hoofdstuk 3) blijkt dat met name bieten en pootaardappelen gevoelig zijn voor droogte. In het laaggelegen dal van de Geleenbeek, tussen Geleen en Sweikhuizen, is een landbouwperceel met suikerbietenteelt gelegen die een hoge droogteschade bereikt in het jaar 2003: een jaar dat representatief is voor een droog jaar. In dat jaar bedroeg de berekende droogteschade 52,8%. Berekening over 1998, dat gebruikt is als representatief nat jaar, levert een natschade van 9,4% op. Wanneer dit perceel omgezet wordt naar een perceel met natuurfunctie, kan er mogelijk nat schraalgrasland worden gemaakt. De GHG van dit perceel ligt tussen de 0.4 en 0.6 meter – mv en heeft daarbij potentie om vernet te worden tot een nat schraalgrasland (zie paragraaf 5.4).

Aan de noordzijde van dit perceel is een visvijver de Driepoel gelegen. Van de visvijver wordt dankbaar en actief gebruik gemaakt door Hengelsportvereniging Maurits (HSV Maurits, 2019). Een belangrijk recreatiepunt, waarbij een gezonde toestand van het water cruciaal is. Droge seizoenen als 2018 veroorzaken kritieke toestanden van de ecologie in de vijver (Schellen, 2018). Door het aangrenzende perceel als natte natuur in te richten, wordt de ecologie en de biodiversiteit in het gebied versterkt. Daarnaast kan het mogelijk een rol vervullen in de kwaliteit van het water en omgeving in extreme droogte.

Dit perceel is daarnaast gelegen in de brongroene natuurzone en grenst aan ten noorden en ten oosten aan de goudgroene natuurzone, dat betekent dat dit in een al dan niet aangelegde natuurzone ligt (zie Figuur 26). Ontwikkeling van natte natuur zou niet alleen goed passen in de visie van de provincie Limburg, maar draagt ook bij aan de versterking van de verbinding van natuurgebieden in het Geleenbeekdal.



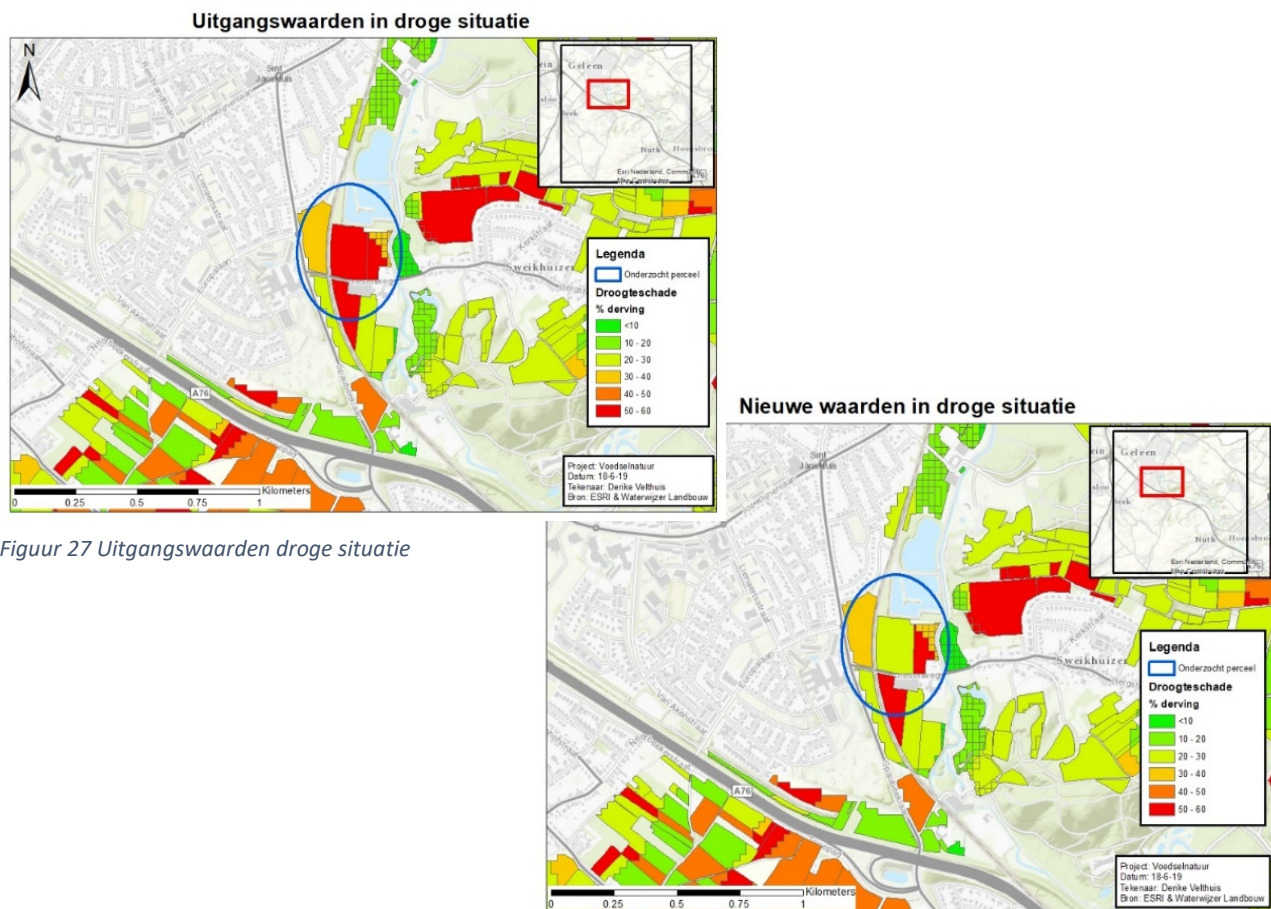
Figuur 26 Ligging onderzoekslocatie natuurontwikkeling

5.3 Uitwerking ontwikkeling natuur

Om de effecten van natuurontwikkeling in de omgeving in te kunnen schatten, wordt de functieverandering opnieuw in de Waterwijzer verwerkt door het gewastype in de onderliggende shapefile aan te passen. Voor de invoer in de Waterwijzer is er keuze uit een beperkt aantal gewastypen. Een representatief gewastype voor nat schraalgrasland is gewastype grasland dat gemaaid wordt (type 1). Nat schraalgrasland wordt doorgaans niet beweid en wordt extensief gemaaid, waarbij het maaisel wordt afgevoerd. De aangepaste input levert de volgende waarden op voor het jaar 1998 en 2003, weergegeven in Tabel 5. In Figuur 27 en 28 is dit gevisualiseerd.

	Functie Suikerbieten 1998	Functie Grasland 1998	Afname/ toename schade	Functie Suikerbieten 2003	Functie Grasland 2003	Afname/ toename schade
dmg totaal	31.2	24.1	-7.1	53.1	29.6	-23.5
dmg indirect	1.9	0.1	-1.8	0.3	0	-0.3
dmg direct	29.3	24	-4.3	52.8	29.6	-23.2
dmg wet	9.4	11.9	2.5	1.1	1.9	0.8
dmg dry	19.9	12.1	-7.8	51.7	27.7	-25

Tabel 5 Vergelijking gewasschade

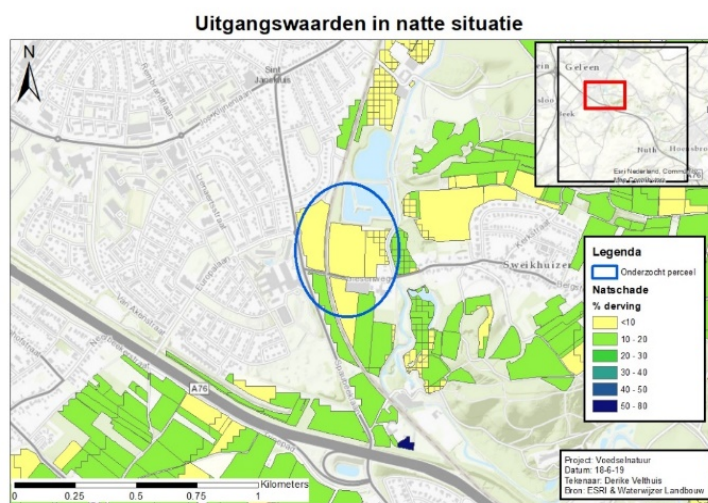


Figuur 27 Uitgangswaarden droge situatie

Figuur 28 Nieuwe waarden droge situatie

De tabel laat zien hoe de functieverandering een sterke afname van droogteschade laat zien in 2003. Dit bedraagt 25%. De lage ontwateringsdiepte zal ook bijdragen aan het tegengaan van droogteschade. Het natte perceel draagt mogelijk ook bij aan de percelen die om het te ontwikkelen perceel heen liggen. Dit wordt niet door het model berekend.

Opvallend is de toename in natschade als gevolg van een natte periode (zie Figuur 29 en 30). Bij het ingevoerde gewastype wordt er uitgegaan van grasland dat een landbouwkundige functie heeft. Het type gras heeft een productiefunctie en behoeft voldoende drooglegging. Nat schraalgrasland behoeft een hoge grondwaterstand en gedijt goed bij inundatie.



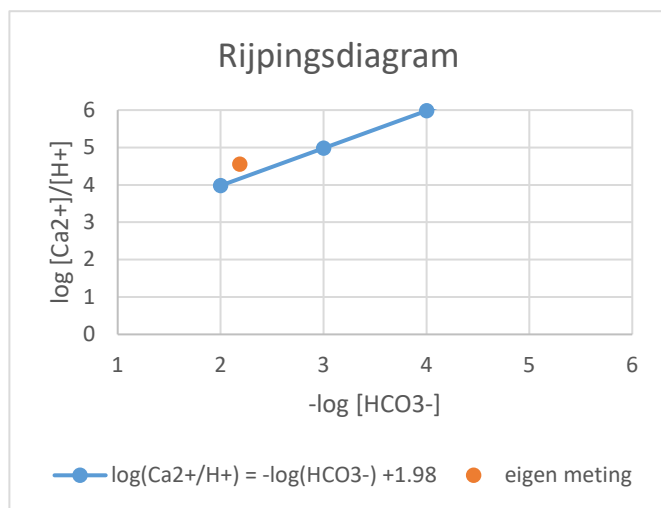
Figuur 29 Uitgangswaarden in natte situatie



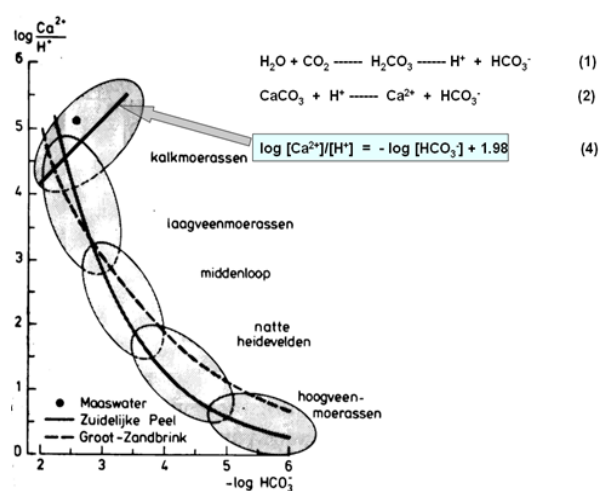
Figuur 30 Nieuwe waarden in natte situatie

5.4 Aandachtspunten bij natuurontwikkeling

Voor de aanleg van natuur in het Geleenbeekdal is het een logische keuze om te kiezen voor het natuurdoeltype 'nat schraalgrasland'. Dit omdat er in het beekdal bij verschillende percelen natschade optreedt. Het natuurdoeltype nat schraalgrasland heeft een lage gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (gvg) nodig, namelijk tussen de 30 centimeter onder tot 20 centimeter boven maaiveld (BIJ12, 2018). Daarnaast wordt het natuurdoeltype gekenmerkt door een matige voedselrijkdom. Het gebied ligt in de omgeving van de Kathager Beemden. Dit is een kalkmoeras wat onder het type nat schraalgrasland valt. Daarnaast is uit de veldwaarnemingen gebleken dat het gebied op basis van de waterchemie er potentie is om kalkmoerassen te ontwikkelen (zie grafiek 1 & Figuur 31). Deze veldwaarnemingen zijn gedaan in een van de bronnen naast de beek en niet in de beek zelf. In dit onderzoek is gekozen voor deze metingen omdat de mogelijke locatie met natuurontwikkeling verder van de beek af ligt.



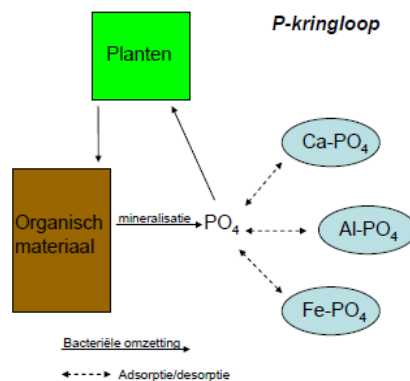
grafiek 1 Rijpingsdiagram met eigen meting



Figuur 31 Rijpingsdiagram vanuit de theorie (Dool, 2019)

Om deze natte natuur te kunnen realiseren is het van belang dat de grond vernat wordt. Daarnaast is het een schraal grasland, terwijl er als gevolg van de landbouw er een overvloed aan fosfaat aanwezig is. Dit komt vooral door bemesting. Een derde mogelijk probleem vormt de mogelijke aanwezigheid van pyriet in de ondergrond. Om de gevaren overzichtelijk weer te geven is hieronder per aandachtspunt een uitwerking opgenomen.

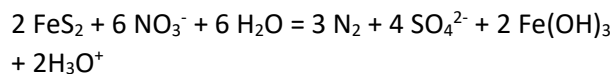
Wanneer er veel fosfaat aanwezig is, ontstaat een voedselrijk milieu. Een nat schraalgrasland kent een matige voedselrijkdom tot een voedselarme grond. Een reductie van de hoeveelheid beschikbare fosfaat is dus wenselijk. Dit kan op verschillende manieren (zie Figuur 32).



Figuur 32 Fosfor-kringloop (Bobbink, Hart, Kempen, Roelofs, & Smolders, 2017)

Pyriet in de ondergrond

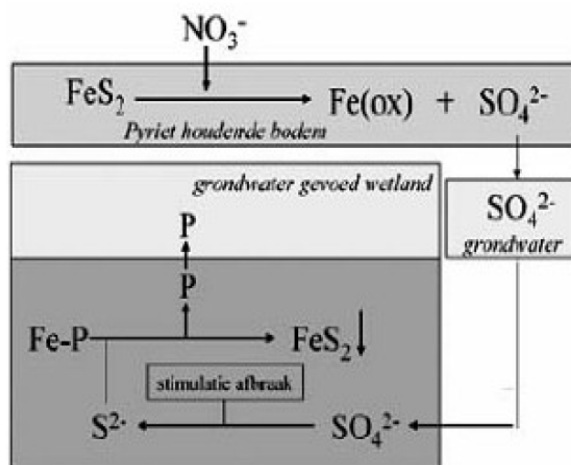
Een grote bedreiging voor de aanwezige natuur is het vrijkomen van sulfide door het oplossen van pyriet. De chemische formule voor pyriet is FeS_2 . Wanneer dit oplost kan de volgende reactie plaatsvinden:



Door het nitraat wat in de bodem aanwezig is en het creëren van anaerobe omstandigheden kan deze reactie plaatsvinden. Het nitraat is afkomstig uit de landbouw en uit de neerslag. Via reductie met organisch materiaal kan het sulfaat (SO_4) worden omgezet in sulfide (S^{2-}).

Dit sulfide is giftig voor planten en vormt een grote bedreiging voor het systeem.

In de bodems van Limburg komt ijzer voor. Dit is te zien aan de roestvlekken in de grond, zoals beschreven in paragraaf 2.1. Een voordeel van deze ijzer in de grond is dat het in de vorm van Fe^{2+} sulfide kan binden tot pyriet. Nadeel van deze reactie is dat de eventueel gebonden fosfaat aan het ijzer vrijkomt. Op deze manier is er sprake van interne eutrofiëring (zie Figuur 33) (Bobbink, Hart, Kempen, Roelofs, & Smolders, 2017).



Figuur 33 Proces van interne eutrofiëring (Smolders, Lamers, Luccassen, & Roelofs, 2006)

Deze eurofiëring kan deels worden opgevangen door de aanwezige kalk in de bodem (Bobbink, Hart, Kempen, Roelofs, & Smolders, 2017), dit vanwege de kalkrijke kwelstromen in het gebied. Om dit te kunnen onderbouwen zijn metingen in het veld verricht. Hieruit bleek dat de pH rond de 7 is en de concentratie Ca^{2+} rond de 3,6 mmol per liter. Wanneer dit wordt omgerekend naar het kalkpotentiaal volgt de volgende vergelijking (Kemmers, 1983):

$$\begin{aligned} \text{Kalkpotentiaal} &= \text{pH} - (0,5 * \text{pCa}) \\ &= 7 - (0,5 \\ &\quad * -\log(3,6 * 10^{-3})) = 5,78 \end{aligned}$$

Deze waarde is hoger dan 4,5, wat een maat is voor mogelijke buffering van fosfaat (zie Figuur 34).

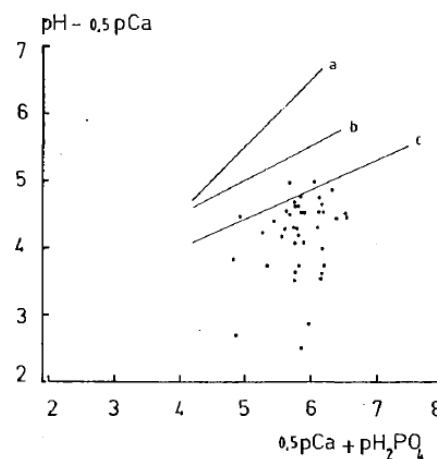


Fig. 9. Theoretische waarden van de fosfaatpotentiaal in afhankelijkheid van de kalkpotentiaal voor verschillende Ca-P zouten en in het veld gemeten waarden voor fosfaat- en kalkpotentiaal
a. dicalciumfosfaat
b. octocalciumfosfaat
c. hydroxyapatiet

Figuur 34 Fosfaatpotentiaal in afhankelijkheid van het kalkpotentiaal (Kemmers, 1983)

Inrichtings- en beheermaatregelen

Om nat schraalgrasland te creëren is het van belang om het fosfaatgehalte naar beneden te brengen. Dit kan naast het voorkomen van interne eutrofiëring en het vastleggen van fosfaat aan metalen door het toepassen van inrichtings- of beheermaatregelen. Op basis van het rapport *“Handreiking voor de omvorming van landbouwgronden naar schrale natuur”* (Borkent, Duinhoven, & Wiersinga, 2017) zijn de drie effectiefste maatregelen uitgekozen en hieronder beschreven.

De eerste mogelijkheid die wordt aangedragen is die van maaien en afvoeren. Hierbij wordt een gewas een of meerdere keren per jaar gemaaid om zo de hoeveelheid fosfaat te verlagen. Bijkomend voordeel is dat dit ook effect heeft op de hoeveelheid stikstof en kalium in de grond. Uit de KRW toetsing (zie paragraaf 2.4) blijkt dat zowel het gehalte fosfaat als stikstof te hoog is. Nu zijn dit waarden voor in het oppervlaktewater, maar de bron is mogelijk nalevering vanuit de bodem. Nadeel van deze methode is dat de tijdsperiode om voor een daadwerkelijke verlaging van de beschikbare hoeveelheid fosfaat tien tot honderd jaar kan duren.

Een tweede mogelijkheid is het uitmijnen van de bodem. Het verschil met afvoeren en maaien is dat uitmijnen in de basis gericht is op het verlagen van de fosfor-concentratie in de bodem. Hiervoor kunnen de volgende gewassen worden ingezet: gras en klaver. Dit omdat de stikstof en kalium in een zandgrond mobiel zijn en de fosfaat gebonden is. De klaver vangt namelijk stikstof uit de lucht. Aandachtspunt is dus wel dat met kalium moet worden gemest om de klaver in leven te houden. Het resultaat is dat per hectare 70 tot 110 kilo P_2O_5 kan worden afgevoerd per jaar (Timmermans, Eekeren, Flnke, Smeding, & Bos, 2010). Hierbij moet wel worden nagedacht over het feit dat klaver niet diep wortelt en als het fosfaatprofiel dieper ligt. Daarnaast is nog geen zekerheid over het feit of het fosfaatgehalte dat benodigd is voor schrale natuur wordt behaald (Borkent, Duinhoven, & Wiersinga, 2017).

Een laatste mogelijkheid is om de fosfaatrijke toplaag af te graven. Het voordeel van deze methode is dat fosfaatgehalte op korte termijn kan worden behaald. Toch brengt het een aantal nadelige effecten met zich mee. Zo wordt het bodemleven verstoord en kan het evenwicht in de basen en zuren veranderen. Dit laatste omdat bijvoorbeeld de ijzer die in de bovengrond aanwezig is wordt afgegraven, waarmee de bufferwerking afneemt. Een andere reden om van deze methode af te zien is dat er veel voorwerk nodig is. Zo moet er onderzoek gedaan worden naar de kabels en leidingen en cultuurhistorische en archeologische waarden. Een ander aspect is dat deze maatregel niet meer terug kan worden gedraaid (Borkent, Duinhoven, & Wiersinga, 2017).

6 Juridisch onderzoek

In onderstaand hoofdstuk is het juridische deel geschreven dat betrekking heeft op het onderzoek. Hierin wordt aangegeven welke wetten en vergunningen van toepassing zijn bij de gebiedsontwikkelingen, zoals deze in de voorgaande hoofdstukken beschreven zijn.

6.1 Wet algemene bepalingen omgevingsrecht (Wabo)

De Wet algemene bepalingen omgevingsrecht is een basiswet wat ingrepen in de leefomgeving betreft. Bij ruimtelijke ontwikkelingen regelt deze wet de Omgevingsvergunning. Dit is een geïntegreerde vergunning op het gebied van monumenten, bouwen, wonen, natuur en milieu. Voor een project kan binnen de omgevingsvergunning alle benodigde vergunningen in één aanvraag worden gedaan. Ook zijn meerdere (deel)vergunningen of verschillende fasen mogelijk. De hieronder beschreven wetten en bijbehorende vergunningen kunnen ook gebundeld worden in deze omgevingsvergunning (Rijkswaterstaat, 2019). De aanvraag moet worden ingediend bij het omgevingsloket. De reguliere vergunningsprocedure duurt acht weken, met een eventuele verlening van zes weken. Een uitgebreidere procedure mag zes maanden duren en kan ook eenmaal met zes weken worden verlengt.

6.2 Wet natuurbescherming (Wnb) - provincie Limburg

Provincies zijn sinds 1 januari 2017 verantwoordelijk voor bepalingen wat wel en niet mag rondom natuur. Dit is gericht op het behoud en herstel van de van nature voorkomende soorten in Nederland (Overheid.nl, 2019).

De wet bevat een indeling van drie soorten beschermingsregimes, waarbij er per provincie nog vrijgestelde soorten of jaarrond beschermde soorten gelden. De volgende beschermingsregimes zijn van toepassing:

1. Bescherming soorten Vogelrichtlijn. Dit omvat alle soorten vogels die van nature in Nederland voorkomen, vastgesteld door de Europese Unie.
2. Beschermingsregime soorten Habitatrichtlijn. Hierin staat alle soorten die genoemd worden in bijlage IV van de Habitatrichtlijn, Bijlage 1 van het verdrag van Bern en bijlage 2 van het verdrag van Bonn.
3. Beschermingsregime andere soorten. Dit omvat zoogdieren, amfibieën, reptielen, vissen, vlinders, libellen kevers en vaatplanten. Deze zijn genoemd in bijlage A van de Wnb.

Bij ruimtelijke ontwikkelingen moet onderzocht worden of er beschermde soorten in het gebied voorkomen en of hier een ontheffing voor verleend kan worden. Een ontheffing wordt enkel verleend als er voldaan wordt aan de volgende voorwaarden:

- Er is geen andere bevredigende oplossing;
- Er is sprake van een in de wet genoemd belang;
- Er is geen verslechtering van de instandhouding van de betreffende soort.

Termijn voor de behandeling van de aanvraag is dertien weken, met een eventuele eenmalige verlenging van zeven weken (Ministerie van Economische Zaken, 2018).

6.2.1 Natura 2000

De Wet natuurbescherming regelt ook de besluiten over vergunningverlening in Natura 2000 gebieden. Het Geleenbeekdal is aangewezen als een Natura 2000 gebied. In dit gebied zijn ook de Europese Vogel- en Habitatrichtlijn van toepassing (Provincie Limburg, 2019).

6.3 Wet ammoniak en veehouderij

Wanneer er dieren gehouden worden op het terrein van het voedselbos, is de Wet ammoniak en veehouderij van toepassing. De wet stelt dat er geen nieuwe veehouderijen opgericht mogen worden in een EHS of een ander kwetsbaar gebied of in een straal van 250 meter eromheen. Een uitzondering hierop is een veehouderij waarbij de dieren ten behoeve van natuurbeheer gehouden worden. Hiervoor kan een ontheffing verleend worden (infoMil, 2002).

6.4 Waterwet

De waterwet is sinds 2009 van kracht en is niet alleen gericht op voldoende kwaliteit en kwantiteit van het water, maar ook de maatschappelijke functie die een watersysteem in de maatschappij vervult. Voor kleine ingrijpen geldt enkel een meldplicht, voor grotere ingrepen in het watersysteem is een vergunning benodigd (Rijkswaterstaat, 2019). Wanneer vernatting plaatsvindt, zoals in de voorgaande hoofdstukken voorgesteld is, wordt hierbij mogelijk aanwezige drainage verwijderd. Voor deze vernatting kunnen daarnaast kleine greppels en watergangen gedempt worden. Ten slotte kan het afgegraven perceel meer water bergen en vasthouden in extreme situaties. Dit heeft zowel invloed op de nabijgelegen visvijver als het oppervlaktewater van de Geleenbeek en zijtakken. Via de gemeente moet de aanvraag voor een watervergunning ingediend, waarna een behandeltijd van 8 weken tot 6 maanden ingaat (Rijkswaterstaat, 2019).

6.5 Kaderrichtlijn Water (KRW)

Zowel Rijk als regio maken en nemen maatregelen om de waterkwaliteit te verbeteren. In de KRW zijn maatregelen vastgelegd waaraan de verschillende watertypen aan getoetst moeten worden. Dit wordt nader uitgewerkt in het Stroomgebiedsbeheerplan (Rijksoverheid, 2019).

6.6 Ontgrondingenwet

De Ontgrondingenwet stelt dat het verboden is zonder vergunning te ontgronden. Bij verlening van de vergunning kunnen voorschriften worden gebonden ter bescherming of ter bevordering van belangen (Overheid.nl, 2016). Voor ontgrondingen gelden de volgende voorwaarden:

- Het ontgronden mag geen opzichzelfstaand doel zijn, maar moet een maatschappelijke meerwaarde hebben.
- Er wordt rekening gehouden met de archeologische en cultuurhistorische belangen, alsmede milieu-, landschaps- en natuurbelangen en geologische en hydrologische belangen.
- De ontgroning past in het bestemmingsplan
- De eigenaar geeft toestemming voor het ontgronden (Provincie Limburg, 2019).

Voor de aanvraag van een vergunning kan een aanvraagformulier met bijbehorende bijlagen (in zesvoud) indienen bij de Provincie Limburg. Na het indienen geldt een beslistermijn van 26 weken (Provincie Limburg, 2019).

6.7 Wet bodembescherming

Bij de vrijgekomen grond als gevolg van afgraving, moet rekening worden gehouden met de Wet bodembescherming. Met de wet wordt bescherming van de bodem en het grondwater en het beheer van verontreinigingen beoogt (Rijkswaterstaat, 2019). Vrijgekomen grond dient aan kwaliteitseisen te voldoen om te kunnen gebruiken voor andere maatschappelijke doeleinden. Om op een duurzame manier de bodem te beheren, is in 2008 het Besluit bodemkwaliteit in werking getreden. Dit besluit omvat de toetsingseisen en de toepassingseisen voor de vrijgekomen grond, die onderzocht moeten worden door een erkende, milieuhygiënische verklaring (SenterNovem, 2008).

6.8 Kabels en leidingen

Wanneer machinale graafwerkzaamheden plaatsvinden, moet er een KLIC-melding worden gedaan bij het Kadaster. Deze melding moet tussen 3 en 20 werkdagen voor de werkzaamheden gedaan worden. Wanneer er in het gebied een 'buisleiding gevaarlijke inhoud' of 'een net van grote waarde' gelegen is, kunnen de graafwerkzaamheden pas beginnen wanneer de Eis Voorzorgsmaatregelen (EV) overeengekomen is met de netbeheerder (Kadaster, 2019).

6.9 Subsidieregelingen (agrarisch) natuurbeheer

Voor landeigenaren en agrariërs die rekening houden met dieren en planten op hun land, kan subsidie aangevraagd worden. Hieronder staan twee voorbeelden van subsidies met toelichting, die mogelijk zijn bij de ontwikkeling van natuur of het aanleggen van een voedselbos.

6.9.1 Agrarisch natuur- en landschapsbeheer (ANLb)

De subsidieregeling Agrarisch natuur- en landschapsbeheer, ingevoerd per 1 januari 2016, steunt het beheer van natuurgebieden en de verbinding tussen deze gebieden. De subsidie kan verleend worden voor gebieden voor de volgende agrarische natuurtypen: open grasland, open akkerland, natte dooradering en droge dooradering. Daarnaast is het mogelijk voor de categorie water. Ze dienen de functie te hebben als foerageergebied of optimalisatie van voortplantingsmogelijkheden. Voor water is de beheerfunctie waterberging of bufferzone van toepassing.

Agrarische collectieven sluiten de contracten met de agrariërs af. De collectieven dienen de subsidieaanvraag voor zes jaar in bij de provincie (BIJ12, 2019).

6.9.2 Subsidie Kwaliteitsimpuls natuur en landschap (SKNL)

Voor percelen die aangewezen zijn als natuurgebied, of percelen waarbij natuurontwikkeling gewenst is, is de subsidieregeling relevant. De subsidieering is mogelijk voor permanente functieverandering van agrarisch landgebruik naar natuur. Hierbinnen zijn twee subsidies mogelijk:

- Subsidiëring van de waardedaling als gevolg van de verandering van functie. (landbouw naar natuur);
- Subsidie voor de inrichting. Dit omvat de maatregelen die genomen worden om het landbouwperceel geschikt te maken voor een perceel met natuurfunctie.

De subsidieaanvraag kan ingediend worden bij de provincie met een aanvraagformulier. De looptijd van de subsidieregeling is tot 1 januari 2022 (Provincie Limburg, 2019).

7 Conclusie en aanbevelingen

Aan het einde van het onderzoek is het tijd om de hoofdvraag te beantwoorden. Vervolgens wordt dit onderbouwd door het antwoord op de deelvragen, om af te sluiten met enkele aanbevelingen ten aanzien van de uitgevoerde studie.

7.1 Conclusie

Het onderzoek is uitgevoerd het kader van de volgende hoofdvraag:

“Wat is de potentie van een voedselbos in de ontwikkeling van natuur en in de waterhuishouding rond het Geleenbeekdal?”

Het antwoord op deze vraag luidt als volgt:

Het voedselbos kent verschillende potenties, zowel in de ontwikkeling van natuur als in de waterhuishouding. Op het gebied van natuur kan het voedselbos ingezet worden als stapsteen in het natuurnetwerk Limburg. Dit kan onder andere in de bronsgroene landschapszones. Daarnaast is de opbrengst van een voedselbos hoger dan de landbouw die aanwezig is in het gebied. In de waterhuishouding draagt het organische stof bij aan een grotere bufferende werking en zorgen de wortels voor een snellere infiltratie.

Ter onderbouwing zijn hieronder de deelvragen beantwoord.

De eerste deelvraag is: *“In hoeverre passen de functies landbouw en natuur bij de huidige hydrologische situatie van het Geleenbeekdal?”*. Met behulp van de waterwijzer landbouw kan worden gesteld dat vooral de gewassen snijmais, zomergerst en suikerbieten de meeste schade hebben in vergelijking met de overige gewassen in het gebied. Daarentegen lijden wintertarwe, zaai-uien en laanbomen minder schade. Uit de waterwijzer natuur blijkt dat vooral de natuurtype bos goed functioneert gegeven de huidige omstandigheden. Het natuurtype kruinden- en faunairijk grasland heeft minder potentie, wat te wijten valt aan een te natte omgeving.

De volgende deelvraag is: *“Hoe verhoudt het voedselbos zich tot het waterregime van de Geleenbeek?”* Het antwoord is gebaseerd op literatuuronderzoek en een simulatie met de waterwijzer landbouw. Hieruit blijkt dat het voedselbos bijdraagt aan een vertraagde afvoer. Dit omdat het organische stof een bufferende werking heeft en de wortels de infiltratiesnelheid vergroten. Dat het bos invloed heeft op het waterregime is niet aan te tonen vanuit de waterwijzer landbouw. Wel is de droogteschade aanzienlijk lager dan bij suikerbieten, wat zou kunnen duiden op het waterbergend vermogen van het voedselbos.

De derde deelvraag luidt als volgt: *“Waar liggen de kansen voor de ontwikkeling van natuur en aanleg van voedselbossen?”* De kansen voor de ontwikkeling van natuur liggen vooral in het beekdal zelf. Dit omdat het dal wordt gevoed door basenrijke kwel wat mogelijkheden biedt voor de ontwikkeling van natte schraalgraslanden. Daarnaast ligt de onderzochte case naast een visvijver waarvan de ecologische waarden versterkt kunnen worden en ligt het gebied in de bronsgroene landschapszone. Het gebied grenst aan een goedgroene natuurzone, deze zou zo kunnen worden uitgebreid. Uit de simulatie met de waterwijzer landbouw blijkt dat de schades afnemen ten op zichte van de teelt van suikerbieten. Bij de ontwikkeling van natte natuur dient wel rekening te worden gehouden met interne eutrofiëring en het te hoge gehalte fosfor in de grond. Dit laatste kan worden opgelost door de fosfaatrijke toplaag af te graven. Een voedselbos kan worden ontwikkeld op een wat hoger gelegen zone. Dit omdat bomen houden van

droge grond en daarnaast liggen de dorpen veel al in de dalen. Door de hogere ligging kan het voedselbos als bufferzone voor versnelde afvoer dienen. Daarnaast blijkt dat een voedselbos een hogere opbrengst heeft als de aanwezige landbouw, gebaseerd op waterwijzer landbouw. Een derde mogelijkheid is om een voedselbos in te zetten als natuurstapsteen in het natuurnetwerk Limburg. Dit kan worden gerealiseerd in de bronsgroene landschapszones.

Tenslotte is gekeken naar de juridische aspecten van de aanleg van een voedselbos en van natuurontwikkeling gebaseerd op de volgende deelvraag: *“Welke wet- en regelgeving is van toepassing bij de aanleg van natuur en van een voedselbos in het onderzoeksgebied?”* Voor de ontwikkelingen zijn de volgende wetten relevant: De wet algemene bepalingen omgevingsrecht, Wet natuurbescherming, Wet ammoniak veehouderij en de Waterwet. Voor afgravingen ten behoeve van natte natuur is de Ontgrondingenwet en de Wet bodembescherming van toepassing. Daarnaast zal er een KLIC-melding moeten worden gedaan bij het Kadaster. Ten slotte zijn ver verschillende subsidieregelingen mogelijk bij de ontwikkelingen van een voedselbos of natte natuur.

7.2 Discussie & Aanbevelingen

Na aanleiding van het onderzoek zijn er enkele discussiepunten opgesteld die vervolgens zijn voorzien van een aanbeveling.

Allereerst is het model van de waterwijzers bedoeld om effect van hydrologische veranderingen op de landbouw en natuur in te schatten. In dit onderzoek is er geen verandering aangebracht in de waterhuishoudkundige situatie, maar enkel op het perceel zelf. Omdat gewasverandering geen invloed heeft op de grondwaterstand in het model op grotere schaal, zal er dus geen effect optreden op de omliggende percelen. In de praktijk kan dit wel het geval zijn. Aanbevolen wordt om een model te gebruiken die dit effect wel in beeld kan brengen. Dit omdat de bufferende werking van een voedselbos nog beter kan worden onderzocht.

Ten tweede wordt aanbevolen om nader onderzoek uit te voeren naar het gedrag voedselbos in de waterhuishouding. Er is namelijk een matige representatie in de waterwijzer landbouw gemaakt door het voedselbos te simuleren met appelbomen en grasland. In de praktijk kan een voedselbos anders functioneren. Het resultaat uit de waterwijzers kan daarom alleen worden gezien als een indicatie en niet als harde feiten. Daarnaast is de invloed op de omliggende percelen niet aangetoond, wat een extra reden tot nader onderzoek geeft.

Een derde punt van discussie is de typeren van de gewassen in de landbouw waterwijzer. Dit omdat er in de praktijk sprake is van gewaswissel, in de meeste gevallen een drieslagstelsel. Dit kan inhouden dat een ander gewas op hetzelfde perceel wel een hoge opbrengst heeft, wat de resultaten in de waterwijzer landbouw verandert. Aanbevolen wordt om hier nader onderzoek te doen naar de verschillende gewassen die op een perceel worden verbouwd en hoe hoog de opbrengst hiervan is ten opzichte van een voedselbos.

Ten slotte wordt aanbevolen om een bodemonderzoek uit te voeren op het perceel waar natte natuur wordt gerealiseerd. Dit om de gehalten van zowel ijzer, fosfaat en calcium, hiermee kan dan op basis van de waarden een passende ingreep worden toegepast om het fosfaatgehalte omlaag te brengen. Ten tijde van het onderzoek waren van deze parameters geen waarden bekend waren, daarom zijn drie mogelijkheden beschreven.

Bronnen

- Actueel Hoogtebestand Nederland. (2019, juni 27). *AHN3*. Opgehaald van ahn.arcgisonline.nl/ahnviewer/
- BIJ12. (2018). *De Index Natuur en Landschap*. Opgeroepen op mei 29, 2019, van BIJ12: <https://www.bij12.nl/onderwerpen/natuur-en-landschap/index-natuur-en-landschap/de-index-natuur-en-landschap/>
- BIJ12. (2019, juni 26). *Het Agrarisch Natuurbeheer (ANLb)*. Opgehaald van www.bij12.nl/onderwerpen/natuur-en-landschap/subsidiestelsel-natuur-en-landschap/agrarisch-natuurbeheer-anlb/
- Bobbink, R., Hart, M., Kempen, M. v., Roelofs, J., & Smolders, F. (2017). *Grondwaterkwaliteitsaspecten bij vernatting van verdroogde natte natuurparels in Noord-Brabant*. Nijmegen: B-Ware Research Centre.
- Borkent, I., Duinhoven, G. v., & Wiersinga, W. (2017). *Handreiking voor de omvorming van landbouwgronden naar schrale natuur*. Driebergen: Vereniging van Bos- en Natuureigenaren.
- Dommel, W. d. (2018). *Koepelplan Voedselbossen Deltaplan Hoge Zandgronden*. Boxtel: Waterschap de Dommel.
- HSV Maurits. (2019, juni 16). *Welkom*. Opgeroepen op juni 19, 2019, van www.hsvmaurits.nl/
- infoMil. (2002). *Ammoniak en veehouderij*. Den Haag: PlantijnCasparie.
- Kadaster. (2019, juni 26). *Klic-melding*. Opgehaald van [zakelijk.kadaster.nl/](https://zakelijk.kadaster.nl/-/klic-melding): <https://zakelijk.kadaster.nl/-/klic-melding>
- Kemmers, R. (1983). *De kalkpotentiaal als relevante parameter voor het natuurbeheer*. Wageningen: I.C.W.
- KNMI. (2009, juni 6). *Jaarextremen*. Opgehaald van [www.knmi.nl/](https://www.knmi.nl/nederland-nu/klimatologie/lijsten/jaarextremen/jaar): <https://www.knmi.nl/nederland-nu/klimatologie/lijsten/jaarextremen/jaar>
- KNMI. (2015). *KNMI'14 klimaatscenario's voor Nederland*. Zwolle: Zalsman B.V.
- Landbouwuniversiteit Wageningen. (1988). *Hydrologisch meetplan Waterschap Roer en Maas, aanzet tot een primair meetplan*. Vakgroep Hydraulica en afvoerhydrologie. Wageningen: Landbouwuniversiteit Wageningen. Opgeroepen op juni 19, 2019, van <http://edepot.wur.nl/216681>
- Ministerie van Economische Zaken. (2015). *Visie Biomassa 2030*. Den Haag: Rijksoverheid.
- Ministerie van Economische Zaken. (2018). *Soortenbescherming bij ruimtelijke ingrepen*. Ministerie van Economische Zaken.
- Overheid.nl. (2016, juli 1). *Ontgrondingenwet*. Opgeroepen op juni 26, 2019, van [wetten.overheid.nl/](https://wetten.overheid.nl/BWBR0002505/2016-07-01): <https://wetten.overheid.nl/BWBR0002505/2016-07-01>

- Overheid.nl. (2019, 1 1). *Wet natuurbescherming*. Opgeroepen op juni 25, 2019, van wetten.overheid.nl: <https://wetten.overheid.nl/BWBR0037552/2019-01-01#Hoofdstuk1>
- Permacultuur Nederland. (2018). *De 7 tot 9 lagen van een eetbare bostuin / voedselbos*. Opgeroepen op juni 18, 2019, van Introductie artikelen over permacultuur: <https://voedselbos.arborealis.nl/voedselbos/wat-is-een-voedselbos.html>
- Provinciale Staten van Limburg. (2014, december 12). *POL 2014 inclusief kaarten*. Opgeroepen op juni 17, 2019, van provincie limburg: <https://www.limburg.nl/onderwerpen/omgeving/omgevingsvisie/provinciaal/pol-2014-inclusief/>
- Provincie Limburg. (2019, juni 25). *Natura 2000-gebieden*. Opgehaald van www.limburg.nl: <https://www.limburg.nl/onderwerpen/natuur-en-landschap/natura-2000-gebieden/>
- Provincie Limburg. (2019, juni 26). *Ontgrondingenwet, vergunning*. Opgehaald van www.limburg.nl: <https://www.limburg.nl/@834/ontgrondingenwet/>
- Provincie Limburg. (2019, juni 26). *Subsidieregeling Kwaliteitsimpuls Natuur en Landschap Limburg (SKNL 2015)*. Opgehaald van www.limburg.nl: <https://www.limburg.nl/loket/subsidies/actuele-subsidies/subsidieregelingen-0/@1875/subsidie-sknl/>
- Rijksoverheid. (2019, juni 26). *Stroomgebiedbeheerplannen 2016-2021*. Opgehaald van www.helpdeskwater.nl: <https://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/wetgeving-beleid/kaderrichtlijn-water/2016-2021/>
- Rijkswaterstaat. (2019, juni 26). *Achtergrond Wet bodembescherming*. Opgehaald van www.infomil.nl: <https://www.infomil.nl/onderwerpen/lucht-water/handboek-water/wetgeving/wet-bodembescherming/achtergrond-wet/>
- Rijkswaterstaat. (2019, 6 25). *Algemene regels en de plicht tot melden*. Opgehaald van www.infomil.nl: <https://www.infomil.nl/onderwerpen/lucht-water/handboek-water/wetgeving/waterwet/handelingen/algemene-regels/>
- Rijkswaterstaat. (2019, juni 26). *Omgevingsvergunning, deelvergunning en fasering*. Opgehaald van www.infomil.nl: <https://www.infomil.nl/onderwerpen/integrale/wet-algemene/wabo-kort-1/omgevingsvergunning/>
- Rijkswaterstaat. (2019, 6 25). *Waterwet*. Opgehaald van www.rijkswaterstaat.nl: <https://www.rijkswaterstaat.nl/water/wetten-regels-en-vergunningen/overige-wetten/waterwet/index.aspx>
- Schellen, L. (2018, augustus 3). *Noodtoestand bij Limburgse visvijvers door droogte en hitte*. Opgehaald van www.limburger.nl: https://www.limburger.nl/cnt/dmf20180802_00070026/noodtoestand-bij-limburgse-visvijvers-door-droogte-en-hitte
- SenterNovem. (2008). *Bodem+*. Den Haag: Ministerie van VROM.

- Shanstrom, N. (2014, juli 16). *Tree Roots Improve Soil Infiltration Rates*. Opgeroepen op juni 14, 2019, van [www.deeprooot.com](http://www.deeprooot.com/blog/blog-entries/how-trees-affect-soil-infiltration-rates): <http://www.deeprooot.com/blog/blog-entries/how-trees-affect-soil-infiltration-rates>
- Siepel, L., Velthuis, D., Zonderland, W., & Schimmel, W. (2018). *Voedselbos Ketelbroek een zegen in de drup?* Velp: Hogeschool Van Hall Larenstein.
- Slier, E. (2016). *Van bos tot bord*. Tilburg: Brabantse Milieufederatie.
- Smolders, A., Lamers, L., Luccassen, E., & Roelofs, J. (2006). De problematiek van fosfaat voor natuurbeheer. *Vakblad Natuur Bos Landschap*, 6-11.
- STOWA. (2012). *Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de kaderrichtlijn water 2015-2021*. Amersfoort: Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer.
- STOWA. (2018). *Waterwijzer Natuur*. Amersfoort, Nederland.
- Timmermans, B., Eekeren, N. v., Flnke, E., Smeding, F., & Bos, M. (2010). *Fosfaat uitmijnen op natuurpercelen met gras/klaver en kalibemesting*. Driebergen: Louis Bolk Instituut.
- Väntinnen, V., Nabuurs, G., Finér, F., Laurén, A., Lehto, T., & Tossavainen, T. (2010). *Forest-water Interactions in Europe*. Joensuu: European Forest Institute.
- Voedselbos. (2019). *Wat is een voedselbos*. Opgeroepen op juni 18, 2019, van Voedselbos: <https://www.voedselbos.eu/voedselbos/wat-is-een-voedselbos.html>
- Wageningen Environmental Research. (2019). *Waterwijzer Landbouw, beschrijving WWL Tool*. Wageningen: Wageningen Environmental Research.
- Waterschap Limburg. (2018, december 5). *Wateroverlast Schinnen*. Opgeroepen op juni 19, 2019, van Waterschap Limburg: https://www.waterschaplimburg.nl/vaste-onderdelen/zoeken/?zoeken_term=wateroverlast+schinnen
- Waterschap_Limburg. (2018, december). *Factsheets 2018 December*. Opgeroepen op juni 14, 2019, van Waterkwaliteitsportaal: <https://www.waterkwaliteitsportaal.nl/Beheer/Data/Publiek?viewName=Factsheets&year=2018&month=December>
- Witte, J., Runhaar, J., Bartholomeus, R., Fujita, Y., & Hoefsloot, P. (2018). *De Waterwijzer Natuur*. Amersfoort: Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer.
- WUR. (2019, juni 14). *Legenda's en indelingen op bodemkaarten*. Opgehaald van www.landschapssleutel.wur.nl: <https://www.landschapssleutel.wur.nl/documentatie/htm/Legendas%20Bodemkaarten.htm>