

Ecohydrologische systeemanalyse Liefstingsbroek

S.P.J. van Delft, R.W. de Waal, P.C. Jansen, R.J. Bijlsma en R.M.A. Wegman



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Ecohydrologische systeemanalyse Liefstinghsbroek

S.P.J. van Delft, R.W. de Waal, P.C. Jansen, R.J. Bijlsma en R.M.A. Wegman

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Environmental Research (Alterra) in opdracht van en gefinancierd door de provincie Groningen.

Wageningen Environmental Research
Wageningen, februari 2017

Rapport 2790
ISSN 1566-7197

Van Delft, S.P.J., R.W. de Waal, P.C. Jansen, R.J. Bijlsma en R.M.A. Wegman, 2017. *Ecohydrologische systeemanalyse Liefstinghsbroek*. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 2790. 134 blz.; 81 fig.; 21 tab.; 49 ref.

Het Liefstinghsbroek in Oost-Groningen bestaat uit gevarieerd loofbos met enkele schraalgraslandjes in het dal van de Ruiten Aa. Het gebied is aangewezen voor Natura 2000 habitattypen bos en schraalland en is tevens bosreservaat. Om meer inzicht te krijgen in het effect van vernattingsmaatregelen in de directe omgeving van het gebied is een ecohydrologisch onderzoek uitgevoerd, waarbij geologisch/bodemkundige, hydrologische en vegetatiekundige gegevens verzameld zijn (uit literatuur en in het veld) en het historisch grondgebruik is beschreven. Voor de bossen is het gebied te nat geworden, of te zuur door het ontbreken van kwelinvloed. Ook voor Blauwgraslanden zijn de mogelijkheden beperkt. Er wordt aanbevolen aanvullende maatregelen te treffen om de te sterke vernatting te verminderen door minder neerslagwater vast te houden in het gebied.

Trefwoorden: Ecohydrologie, Ecopedologie, Vegetatie, Historische geografie, Natura2000

Dit rapport is gratis te downloaden van <http://dx.doi.org/10.18174/407973> of op www.wur.nl/environmental-research (ga naar 'Wageningen Environmental Research' in de grijze balk onderaan). Wageningen Environmental Research verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

© 2017 Wageningen Environmental Research (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Wageningen Research), Postbus 47, 6700 AA Wageningen, T 0317 48 07 00, E info.alterra@wur.nl, www.wur.nl/environmental-research. Wageningen Environmental Research is onderdeel van Wageningen University & Research.

- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking van deze uitgave is toegestaan mits met duidelijke bronvermelding.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor commerciële doeleinden en/of geldelijk gewin.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor die gedeelten van deze uitgave waarvan duidelijk is dat de auteursrechten liggen bij derden en/of zijn voorbehouden.

Wageningen Environmental Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Wageningen Environmental Research Rapport 2790 | ISSN 1566-7197

Foto omslag: Bas van Delft

Inhoud

	Woord vooraf	5
	Samenvatting	7
1	Inleiding	13
	1.1 Achtergrond	13
	1.2 Onderzoeksvragen	15
	1.3 Aanpak volgens Landschapsleutel	15
	1.4 Habitattypen versus vegetatietypen	17
2	Landschapsecologische positie in de regio	19
	2.1 Geologie	19
	2.2 Geomorfologie en bodem in de omgeving	21
	2.3 Landschappelijke bodemkaart: FG-series	23
	2.4 Historisch grondgebruik	23
	2.5 Natuurontwikkeling	26
3	Landschapsecologische patronen in Liefstingsbroek	28
	3.1 Gegevensverzameling	28
	3.2 Bodemkaart	29
	3.3 Grondwatertrappenkaart	32
	3.4 Landschappelijke bodemkaart: FG-typen en Fysiotopen	32
	3.5 Abiotische randvoorwaarden habitattypen	35
4	Abiotische condities: Bodem	36
	4.1 pH-profielen en zuurbuffering	36
	4.1.1 pH-profieltypen	36
	4.1.2 Zuurbuffering	37
	4.1.3 pH-profielen en fysiotoop	38
	4.1.4 pH-profielen en habitattypen	41
	4.2 Humusprofielontwikkeling	43
5	Abiotische condities: Ecohydrologisch systeem	50
	5.1 Gegevensverzameling	50
	5.2 Geohydrologie	51
	5.3 Ontwikkelingen	54
	5.4 Hydrologie	56
	5.5 Ecohydrologie van het Liefstingsbroek	67
6	Vegetatieontwikkeling en flora	75
	6.1 Inleiding	75
	6.2 Gegevensverzameling	76
	6.3 Vegetatieontwikkeling	76
	6.4 Bramen	78
	6.5 Veenmossen	84
	6.6 Conclusies vegetatieontwikkeling en flora	86

7	Synthese	88
7.1	Systeembeschrijving het Liefstingsbroek	88
7.1.1	Hogergelegen fysiotopten H1 t/m H4	89
7.1.2	Fysiotopten in overgang tussen hoog en laag M1 t/m M4	89
7.1.3	Fysiotopten in de laagste delen (L1 t/m L4)	90
7.2	Effect inrichtingsmaatregelen op habitattypen	93
7.2.1	Knelpuntenanalyse abiotische randvoorwaarden	93
7.2.2	Realisatiekans voor habitattypen	99
7.3	Effect stikstofdepositie	101
7.4	Aanbevelingen	103
	Literatuur	105
	Bijlage 1 Geschiedenis van het Liefstingsbroek	107
	Bijlage 2 Boorpuntenkaart	117
	Bijlage 3 Bodemkaart	118
	Bijlage 4 Grondwatertrappenkaart	121
	Bijlage 5 Fysisch-geografische typen in het Liefstingsbroek	122
	Bijlage 6 Analyseresultaten bodemmonsters	123
	Bijlage 7 Vegetatiekaarten 1950 en 1985	124
	Bijlage 8 Vegetatie-opnamen in het bosreservaat in 2001 en 2016	125
	Bijlage 9 Verspreidingskaarten van bramen	129

Woord vooraf

Het Liefstingsbroek is een klein natuurgebied in het dal van de Ruiten Aa bij Vlagtwedde in de provincie Groningen. Door zijn bijzondere overgangen van droog, oud eiken-beukenbos naar elzenbroekbos en de aanwezigheid van blauwgraslandjes kwam het al snel in de belangstelling te staan van vegetatiekundigen. In 1950 werd een eerste vegetatiekaart gemaakt.

In 2013 werd het Liefstingsbroek definitief aangewezen als Natura 2000-gebied. Bij het opstellen van het beheerplan rezen vragen over zowel de historische als de huidige waterhuishouding onder invloed van veranderingen in de omgeving van het gebied.

Dit rapport is het resultaat van ecohydrologisch onderzoek dat in opdracht van de provincie Groningen door Wageningen Environmental Research (Alterra) is uitgevoerd in het Liefstingsbroek. Het onderzoek is vanuit de provincie begeleid door Diederik van Dullemen en Edwin van Hooff en vanuit de terreinbeheerder Natuurmonumenten door Roel Douwes en Jeroen Kuipers.

Samenvatting

Inleiding en vraagstelling

Natura 2000-gebied Liefstingsbroek ligt in Oost-Groningen, in de gemeente Vlagtwedde (Figuur 1.1). Het bestaat uit gevarieerd loofbos met enkele schraalgraslandjes in het dal van de Ruiten Aa. Het gebied is aangewezen voor Natura 2000 habitattypen bos en schraalland en is tevens bosreservaat.

In het kader van de ontwikkeling van de EHS (Ecologische Hoofdstructuur) Westerwolde zijn inrichtingsmaatregelen uitgevoerd in de landbouwgronden langs de zuidwest- en noordwestrand van het Liefstingsbroek. Het doel van deze maatregelen is het verhogen van de grondwaterstand (Gemiddeld Laagste Grondwaterstand - GLG) en het versterken van de invloed van basenhoudend grondwater in het gebied. Door deze maatregelen is vernatting opgetreden. Om meer inzicht te krijgen in de effectiviteit van de inrichtingsmaatregelen heeft Provincie Groningen opdracht gegeven om een ecohydrologische systeemanalyse uit te voeren en de volgende vier vragen te beantwoorden:

1. Hoe werkt het lokale hydrologische systeem waarvan Liefstingsbroek deel uitmaakt?

De huidige hydrologische positie van het Liefstingsbroek wijkt sterk af van de situatie waarin de bodemvorming heeft plaatsgevonden. Diepe regionale kwel heeft nooit een grote rol gespeeld, omdat onder het bovenste watervoerend pakket een slecht doorlatende laag potklei voorkomt. Tot aan het begin van de 20^e eeuw kwamen aan weerszijden van het dal van de Ruiten Aa uitgebreide hoogveengebieden voor die behoorden tot het Bourtangerveen. Dat waren de hoger gelegen gronden van waaruit water door de minerale ondergrond naar het beekdal stroomde. Door deze kwelstroom werd de bodemvorming bepaald. Na de ontginning en het afgraven van het grootste deel van dit veengebied is deze kwelstroom opgehouden te bestaan en komen alleen nog lokale kwelsystemen voor vanuit de wat hoger gelegen dekzandruggen in het gebied en langs de Ruiten Aa. Recentelijk is de hydrologie binnen het Liefstingsbroek veranderd door inrichtingsmaatregelen die in de omgeving zijn uitgevoerd. Het afgraven van landbouwgronden ten zuiden en westen van het natuurgebied en de diepe ontwatering van de daaraan grenzende landbouwgronden hebben ertoe geleid dat een deel van de resterende kwelstroom afgebogen wordt. Daarnaast is een drempel aangelegd om meer water vast te houden binnen het Liefstingsbroek. Hierdoor is een deel van het terrein sterk vernat, maar omdat dit vooral neerslagwater betreft, is de kwelinvloed verder teruggedrongen.

De hoogste delen (dekzandruggen en -flanken) van het Liefstingsbroek bestaan uit zwak tot sterk lemige veld- en laarpodzolgronden met ijzerrijke lagen (dieper dan 90 cm) die ontstaan zijn onder invloed van ijzerrijke kwel in een ver verleden, toen aan weerszijden van het dal van de Ruiten Aa uitgebreide hoogveengebieden voorkwamen. Waar de ijzerrijke kwelstroom in contact kwam met zuurstof in de periodiek verzadigde zone (boven GLG niveau), is ijzer neergeslagen. Het zure infiltratie pH-profiel toont aan dat ook in de ijzerrijke laag de actuele invloed van basenhoudend water ontbreekt. Deze delen dragen vanouds Beuken-Eikenbos met een bij een oude bosgroeiplaats behorende dikke amorfe humuslaag. De overgangszones naar de middelhoge terreingedeelten en dekzandkoppen zijn in het verleden nog licht beïnvloed geweest door kwel, ook dicht bij maaiveld. De ijzerrijke lagen zitten ondieper en plaatselijk is in de ondergrond een aan kwelinvloed gerelateerde pH-verhoging gevonden die echter niet doorwerkt in de wortelzone. Ook hier zijn de meeste pH-profielen van het zure infiltratietype.

De middelhoge delen (dekzandwellingen) liggen op voormalige heide of hooiland. Ze bestaan uit beekdalgronden, zowel kleigronden als zandgronden met kleidek. Deze gronden liggen veelal te hoog om beïnvloed te worden door kwel. Alleen onder schraalgrasland vertoont het pH-profiel nog matige tot zeer zwakke kwelinvloed. In het westelijke, vernatte deel van het bosreservaat is ondanks de hoge grondwaterstand sprake van een zuur infiltratietype, wat erop wijst dat de vernatting vooral het gevolg is van het vasthouden van basenarm water.

De laagste terreindelen (overwegend beekvlakte) bestaan uit beekkleien waarop plaatselijk een moerige laag is ontstaan. De onbemeste vochtige laagten met kleidek liggen alle onder bos. De pH-profielen duiden op zwakke tot uiterst zwakke actuele kwelinvloed. In het zuidoostelijk deel met Grote weide, bosranden en houtwallen is de nutriënten- en basenrijkdom groter, zowel door het bemestingsverleden als door grotere kwelinvloed. De ijzerrijke lagen liggen ondiep. De onbemeste versie van deze natte, kleiige laagte ligt onder bos met de duidelijkste kwelinvloed, die verschilt in intensiteit van plek tot plek. De kleiige bovengrond heeft een relatief hoge calciumverzadiging (25-60%). Waarschijnlijk heeft de vernatting vanuit het westen wel gezorgd voor toevoer van meer basenarm water, maar dit heeft gezien het pH-profiel en de humusontwikkeling de kwelinvloed niet in belangrijke mate beïnvloed. De moerassige laagte met broekbos van het beekbegeleidende type bestaat uit een dunne tot matig dikke moerige laag op gereduceerde klei. Door de reducerende omstandigheden ontbreken de ijzerrijke lagen in de bodem. In het veenprofiel van de kern van de laagte wordt een dikke lens basenarm water vastgehouden, waardoor de kwelinvloed hier geringer is dan aan de randen. In het oostelijk deel van het gebied ligt een ovale laagte die zich – gezien humusvorm en het pH-profiel – geheel geïsoleerd heeft ontwikkeld zonder invloed van basenhoudend grondwater. De huidige natte omstandigheden (GT IIa) zijn te herleiden naar het onder de dikke, amorfe veenlaag gelegen stagnerende kleipakket. De laagte wordt vooral gevoed door regenwater.

2. Hebben de inrichtingsmaatregelen een gunstig effect op de abiotische condities die nodig zijn voor het goed functioneren van de habitattypen?

Voor de beantwoording van deze vraag is per habitattype een vergelijking gemaakt van de actuele standplaatskenmerken en de abiotische randvoorwaarden voor GVG (Gemiddelde Voorjaarsgrondwaterstand), GLG, droogtestress en zuurgraad, overgenomen uit Waterlood, versie 3. Voor elke in het gebied onderscheiden en ten aanzien van veldkenmerken beoordeelde fysisch-geografische eenheid (fysiotoop) is nagegaan hoe de abiotische kenmerken zich verhouden tot de abiotische randvoorwaarden van de vier factoren, in vijf klassen (bijv. voor droogtestress van ongeschikt te nat tot ongeschikt te droog). Vervolgens zijn per habitattype de kaartbeelden van de beoordeelde abiotische factoren gecombineerd tot een kaart met realisatiekansen in vijf klassen (van ongeschikt tot geschikt).

Geschikte fysiotoopen voor Blauwgraslanden (H6410) zijn alleen te vinden in de lagere delen bij de graslanden en in de oude meander; de rest van het gebied is weinig of niet geschikt (te droog en/of te zuur).

Hoewel Beuken-eikenbossen met hulst (H9120) de grootste oppervlakte inneemt, wordt een groot deel van het Liefstingsbroek als ongeschikt beoordeeld. De belangrijkste beperking is de (te geringe) droogtestress voor dit bostype van droge gronden. Het grootste deel van het Liefstingsbroek is ongeschikt voor Eiken-haagbeukenbossen (H9160A) en een klein deel is redelijk geschikt. Beperkingen hebben betrekking op de GVG (te nat) en de zuurgraad (te zuur). De te ongunstige beoordeling van kansen voor H9120 en de veel te gunstige beoordeling voor H9160 op grond van ecologische vereisten (in Waterlood) zijn waarschijnlijk het gevolg van onduidelijkheid over de planten-sociologische afbakening van beide typen.

Alleen de natste delen blijken min of meer geschikt voor 'Vochtige alluviale bossen' (beekbegeleidende bossen) (H91E0C); enerzijds is de GVG aan de natte kant en de GLG aan de droge kant; anderzijds is ook in de natte delen de standplaats iets te zuur. Het lijkt erop dat door de vernatting veel neerslagwater wordt vastgehouden, waardoor het in het voorjaar te nat is, maar ook de buffer uit kwelwater onvoldoende benut kan worden. Door het uitblijven van regionale kwel en diepe ontwatering in de omgeving lijkt het water in de zomer te ver weg te zakken.

3. Gegeven bovenstaande analyse en (huidige en voorspelde) N-depositie: wat zijn de vooruitzichten en/of mogelijkheden voor de habitattypen binnen het Liefstingsbroek?

Om deze vraag te beantwoorden, zijn per fysiotoop de voorraden stikstof in de strooisellagen en de bovenste bodemlaag bepaald en vergeleken met de atmosferische depositie. Op grond van de hoge (natuurlijke) beschikbaarheid van stikstof uit bodemvoorraden in de verschillende fysiotoopen ten opzichte van de relatief kleine bijdrage van atmosferische depositie wordt geconcludeerd dat N-depositie de vooruitzichten of mogelijkheden voor habitattypen in het Liefstingsbroek niet duidelijk

negatief beïnvloedt. Ook ten aanzien van de vegetatieontwikkeling, met name het plaatselijk domineren van zwarte braam, zijn er geen aanwijzingen dat N-depositie hierbij een sturende rol heeft.

4. Wat zou er nog extra gedaan moeten worden om te voldoen aan N2000-doelstellingen?

Enkele voor het gebied opgegeven habitattypen komen in feite niet (meer) voor. H91E0C (Beekbegeleidende bossen) komt formeel niet voor, omdat niet voldaan wordt aan beperkende criteria van het profielendocument. H91D0 (Hoogveenbossen) is abusievelijk toegekend. De kleine oppervlakte jong Eiken-Haagbeukenbos kwalificeerde altijd al marginaal als H9160A (Eiken-haagbeukenbossen) en kwalificeert niet meer als habitatype als gevolg van veranderingen in de vegetatie door vernatting. In de landschapsecologische context van het gebied is het blauwgrasland van de Paardenwei een 'natuurlijke' arme vorm van habitatype H6410. De huidige Grote weide biedt goede mogelijkheden voor de ontwikkeling van een rijkere vorm van blauwgrasland. Recentelijk (herfst 2016) zijn ook maatregelen uitgevoerd om in de schraalgraslanden schaduwwerking en bladval tegen te gaan. In de Grote Weide is een deel van de bovengrond afgegraven om de ontwikkeling van blauwgrasland mogelijk te maken. Het perspectief voor Beuken-eikenbossen (H9120) is ook op langere termijn zonder meer gunstig.

Om de te ver doorgevoerde vernatting en de verzuring door accumulatie van neerslagwater tegen te gaan, is het van belang de hydrologische maatregelen aan te scherpen. Voorgesteld wordt in de meest westelijke hoek van het Liefstingsbroek een regelbare stuw aan te leggen waarmee het vasthouden van water beter geregeld kan worden. Het niveau moet lager zijn dan de huidige drempel en moet in de loop van het seizoen bijgesteld kunnen worden, afhankelijk van het neerslagoverschot. Buiten het Liefstingsbroek kan dit aangesloten worden op een te graven sloot door het ingerichte deel van het Ellersinghuizerveld.

Nadere onderbouwing van de systeemanalyse

Landschapsecologische positie in de regio

In het Liefstingsbroek bestaat het bovenste pakket uit gelaagde afzettingen. De onderste meters bestaan uit dekzanden en fluvio-periglaciale afzettingen. Bovenin komen ook afzettingen van beekklei en veen voor. De ouderdom van deze beekafzettingen is niet duidelijk, maar moet waarschijnlijk in het Laat-Weichselien of vroeg Holoceen gezocht worden. In het Laat-Weichselien heeft verstuiving van fluvio-periglaciale zanden plaatsgevonden. In die tijd waren riviertjes als de Ruiten Aa al aanwezig en gaven aanleiding tot afzettingen en veenpakketten. De stuifrichting van de dekzandruggen (Laagpakket van Wierden) was haaks op de stroomrichting van de riviertjes waardoor deze werden overstoven en afvoerloze laagtes ontstonden waarin organisch materiaal werd afgezet en veenvorming optrad. Tijdens het Boreaal werd hoogveen gevormd. De veenvorming in Drenthe en Groningen is in de lagere delen van een oneffen minerale ondergrond begonnen, maar in de loop van vele eeuwen was het veenpakket zo aangegroeid dat er een inversie van het landschap optrad: de delen die oorspronkelijk hoger in het landschap lagen werden beekdalen, zoals het dal van de Ruiten Aa. Het water stroomde vanuit het veen via laagtes en de ondergrond naar de beken. Aldus vormde het Bourtangerveen aan beide zijden van de Ruiten Aa een omvangrijk hoogveenpakket. Kleine beekjes en riviertjes verdwenen vaak onder dit veenpakket. Omdat bij de latere vervening in de diepere delen van deze stroomdalen veen achterbleef, zijn ze voor een deel nog herkenbaar op de bodemkaart. Met de vele inundaties in de beekdalen bezonk ook slib, waardoor daar nu verspoelde, lemige zandgronden en lokaal kleigronden voorkomen. Restanten van het hoogveengebied zijn nog zichtbaar als veengronden en moerige gronden op de bodemkaart van Nederland. Het Liefstingsbroek lag dus aan de rand van het beekdal, op de overgang naar het hoogveengebied van het Bourtangerveen, dat nu geheel verdwenen is.

De bodemopbouw in het dal van de Ruiten Aa en de omgeving van het natuurgebied zijn ingrijpend veranderd door grootschalige natuurontwikkeling, waarbij het gehele bodemprofiel is verwijderd. De percelen ten zuidwesten en noordwesten van het Liefstingsbroek kunnen nu het best aangeduid worden als vlakvaaggronden en vormen daarmee een geheel andere standplaats dan de bodems die hier eerst voorkwamen, zoals beekerdgronden, gooreerdgronden en veldpodzolgronden.

Historisch grondgebruik

Naast de geologisch/bodemkundige uitgangssituatie hebben sociale en politieke ontwikkelingen een belangrijke rol gespeeld. Tevens heeft het grondgebruik een belangrijke invloed gehad op de bodemontwikkeling, met name de verving van het Bourtangerveen, wat ook een grote invloed heeft gehad op de hydrologie in het Liefstingsbroek en op de ontwikkeling van zwarte eerdgronden op de oude bouwlanden langs de Ruiten Aa.

De eerste bewoning vond plaats op de smalle strook met hogere zandgronden langs de Ruiten Aa. Het veen werd toen wel gebruikt voor plaggen en beweiding, maar het bleef nog lange tijd (tot in de eerste helft van de 20^e eeuw) een onontgonnen gebied. Op basis van archiefonderzoek en kaartstudie is een reconstructie gemaakt van de ontwikkeling van het grondgebruik in het Liefstingsbroek. De oudste vermelding van erve Liefstingh is van 31 juli 1474 en in 1590 wordt het Liefstingsbroek genoemd als bos met 'eijkelschare'. Een deel van het Liefstingsbroek was meer dan vier eeuwen geleden ook al eikenbos. Dit bos en de bijbehorende graslanden lagen tussen de markegronden van het gehucht Weende. Bij de invoering van het kadaster bestond het Liefstingsbroek uit een bosperceel en twee hooilandpercelen. Het noordelijke hooilandperceel bestond aan het eind van de 18^e eeuw nog uit bos en is omgevormd tot hooiland en daarna door spontane opslag of beplanting weer tot bos. Alleen beide blauwgraslandjes zijn nu nog als hooiland in gebruik. Het zuidelijk en hoger gelegen hooilandperceel valt ongeveer samen met de huidige 'Grote weide' en werd hoger gewaardeerd, maar lager dan de hooilanden langs de Ruiten Aa, die door jaarlijkse overstroming werden bemest. Bij de verdeling van de markegronden in 1851 werd 5,2 ha zandheide ten noorden van het Liefstingsbroek toegedeeld aan de eigenaar van het Liefstingsbroek. Deze grond, het Hardeveld genaamd, werd in 1870 verdeeld in drie stukken die uiteindelijk, deels via bouwland, rond 1900 zijn ingeplant met bomen en nu onderdeel zijn van het Natura 2000-gebied.

In de eerste helft van de 20^e eeuw is het veengebied ten westen van de Ruiten Aa afgegraven en ontgonnen tot de landbouwgebieden Ellersinghuizerveld en Weenderveld. De minerale ondergrond is daarbij vervlakt en het resterende veen is grotendeels door oxidatie verdwenen. In feite trad toen weer een inversie van het maaiveld op naar de toestand van voor de veengroei.

Ecohydrologisch systeem

De recente verhoging van de grondwaterstand is het gevolg van het verwijderen van de detailontwatering en het verhogen van de afvoerdrempel naar het naastgelegen deel van het Ellersinghuizerveld. Het opgezette peil in het Liefstingsbroek maakt dat een groot gedeelte van het neerslagoverschot ter plekke infiltreert en via de ondergrond naar de omgeving afstroomt. Omdat er meer water wordt vastgehouden, zijn ook de lage grondwaterstanden hoger, maar in droge zomerperioden kunnen die toch ver uitzakken.

De grondwaterstroming speelt zich af in het freatische pakket dat in het Liefstingsbroek ongeveer 10 m dik is. Kwel of wegzijging door de daaronder liggende scheidende laag treedt nauwelijks op. In de tijd dat er nog een dik veenpakket in de omgeving aanwezig was met hoge grondwaterstanden, trad er een grondwaterstroming naar het lager gelegen Liefstingsbroek op, waar het water dan als kwel uittrad. Met het afgraven van het veen is de stroming omgedraaid. Dat werd versterkt door de steeds diepere ontwatering in de landbouwgebieden die daar zijn aangelegd. De recente verhoging van grondwaterstand in en rond het Liefstingsbroek leidt niet tot een herstel van de grondwaterstroming dan wel een kwelflux naar het Liefstingsbroek. De grondwaterkwaliteit bevestigt dat.

De waterkwaliteit van het ondiepe grondwater is eind april 2016 gemeten. Als referentie voor diep, lithoclien grondwater is water uit een 7 m diepe buis gebruikt. Dat type water, dat hooguit wat is beïnvloed door uitspoeling in de omgeving, is nergens dicht aan de oppervlakte aangetroffen. Alleen het water in diepere waterlopen rond het Liefstingsbroek bestaat voor een klein deel uit dieper grondwater. Verder is er ook geen lokale, ondiepe kwel in het Liefstingsbroek aangetroffen, ook niet langs de randen met hogere terreingedeeltes.

Het bovenste grondwater in de graslandjes bevat nog een klein aandeel (5-15%) lithoclien water dankzij de buffercapaciteit van de bodem. Maar het atmocliene watertype domineert er. Elders in het Liefstingsbroek hebben het bovenste grondwater en het inundatiewater een atmocliene samenstelling.

Met het huidige waterbeheer zal de regenwaterlens dikker worden en zal de samenstelling van het lithocliene aandeel in het bovenste grondwater in de graslandjes (langzaam) verder afnemen. Op de plekken met een opgaande begroeiing is het grond- en inundatiewater beïnvloed door mineralisatie en depositie.

De verzuring van het Liefstingsbroek kan worden afgeremd door de afvoerdrempel in de winter langere tijd te verlagen om een groot deel van het neerslagoverschot oppervlakkig af te voeren. Afhankelijk van de neerslagverwachting en de waterstand moet het peil daarna weer worden verhoogd om water voor de zomerperiode te conserveren.

Vegetatieontwikkeling en flora

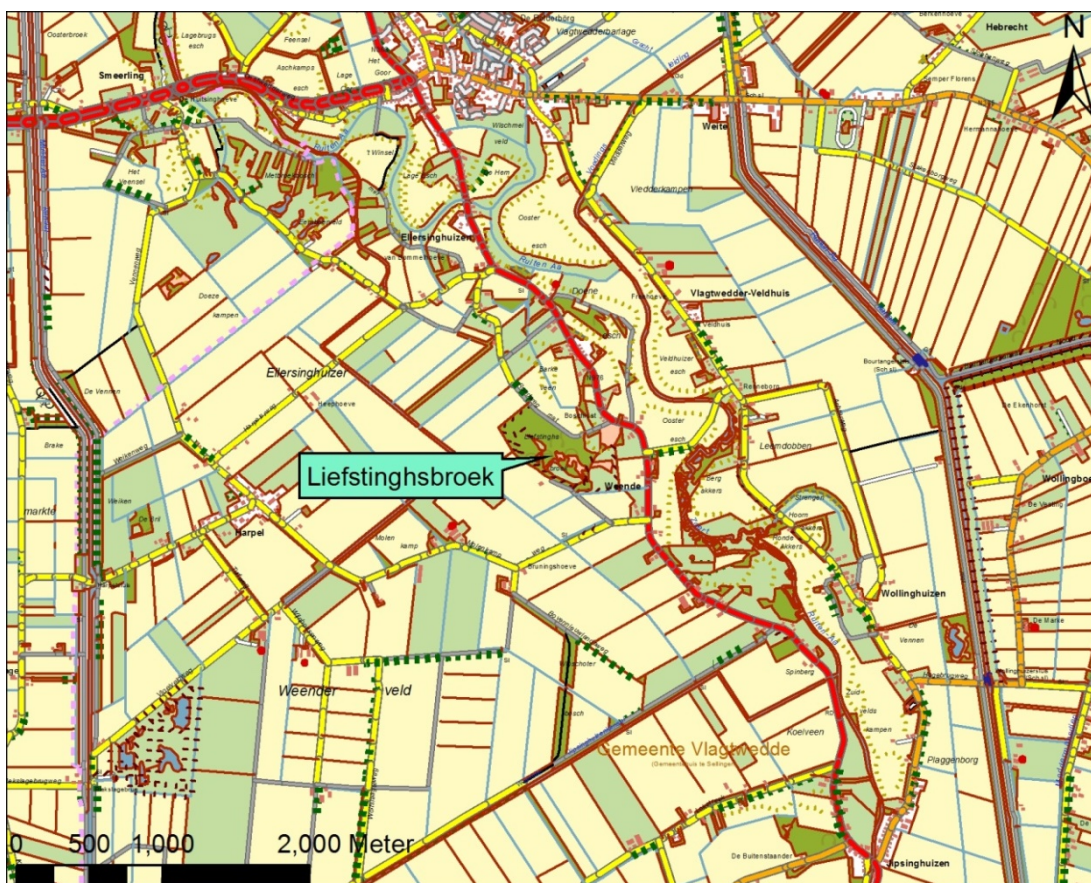
Om de ontwikkeling van de vegetatie en flora in beeld te brengen, zijn vegetatiekarteringen uit 1950, 1985 en 2013 vergeleken en is de ontwikkeling in permanente kwadraten (PQ's) beoordeeld door opnamen uit 2001 te vergelijken met nieuwe opnamen uit 2016. Daarnaast is de verbreiding van braamsoorten (afnemend bij vernatting) en veenmossen (toenemend bij vernatting) in kaart gebracht. Het Liefstingsbroek lijkt tussen 1950 en 1985 te zijn verdroogd, waardoor o.a. de oppervlakte veenmosrijk elzenbroek in de laagten is afgenomen. Ook de rijkere bosdelen van de lage en middelhoge fysiotope zijn verdroogd, waardoor vochtminnende soorten zijn afgenomen. Door verdroging en de daarmee samenhangende verzuring is ook de uitbreiding van relatief rijke soorten vanaf de boswallen in de jonge bosdelen gestopt en zijn deze delen geschikt geworden voor uitbreiding van zwarte braam. Recentelijk (na 2000) treedt aanzienlijke vernatting op met structureel hogere waterstanden in het elzenbroekbos. Het water is regenachtig van kwaliteit waardoor (ten opzichte van 1950) een nieuw ecohydrologisch systeem ontstaat. De hogere waterstanden geven stagnerende condities in de middelhoog gelegen fysiotope, waardoor enkele veenmossoorten zich daar hebben gevestigd. Naar verwachting zullen veenmossen zich permanenter vestigen in de relatief lage delen van het middelhoge deel van het bos. Het in 1985 als Eiken-haagbeukenbos gekarteerde bosdeel is recentelijk 'verdrongen' door langdurig stagnerend regenwater. Hier ontwikkelt zich een vegetatie die aansluit op het broekbos in de voormalige meander en het huidige broekbos. De hooggelegen fysiotope, tevens oude boskernen, lijken in vegetatietype en soortensamenstelling niet te zijn beïnvloed door veranderingen in de waterhuishouding, waarschijnlijk ook door dominantie van adelaarsvaren of hulst. De wat rijkere 'oud-bosflora', zoals bosanemoon, gele dovenetel, witte klaverzuring, grote muur en dalkruid, komt vooral voor op of nabij de wallen rond en in het bos. Waarschijnlijk hebben deze soorten in het Liefstingsbroek nooit een aanzienlijk grotere verspreiding gehad dan nu.

De bramenflora van het gebied is betrekkelijk soortenarm, waarschijnlijk door de geïsoleerde ligging van het gebied. De oude boskern wordt gekenmerkt door enkele schaduwtolerante soorten, waarvan de witte grondbraam zich als bosrelict gedraagt. De bosbramen rode grondbraam en donkere pluimbraam hebben zich vanuit de boskern uitgebreid door het gehele aangrenzende jongere bos. De rode contrastbraam is de enige soort die in het jonge bos plaatselijk domineert, ook in het vernatte deel, als gevolg van de ongelaaide bosstructuur met (lichtboomsoort) eik in de boomlaag. In de bosranden komen vooral bosbramen voor en juist opvallend weinig rode contrastbraam; voor een sterke invloed van N-depositie op het voorkomen van bramen zijn dan ook geen aanwijzingen.

1 Inleiding

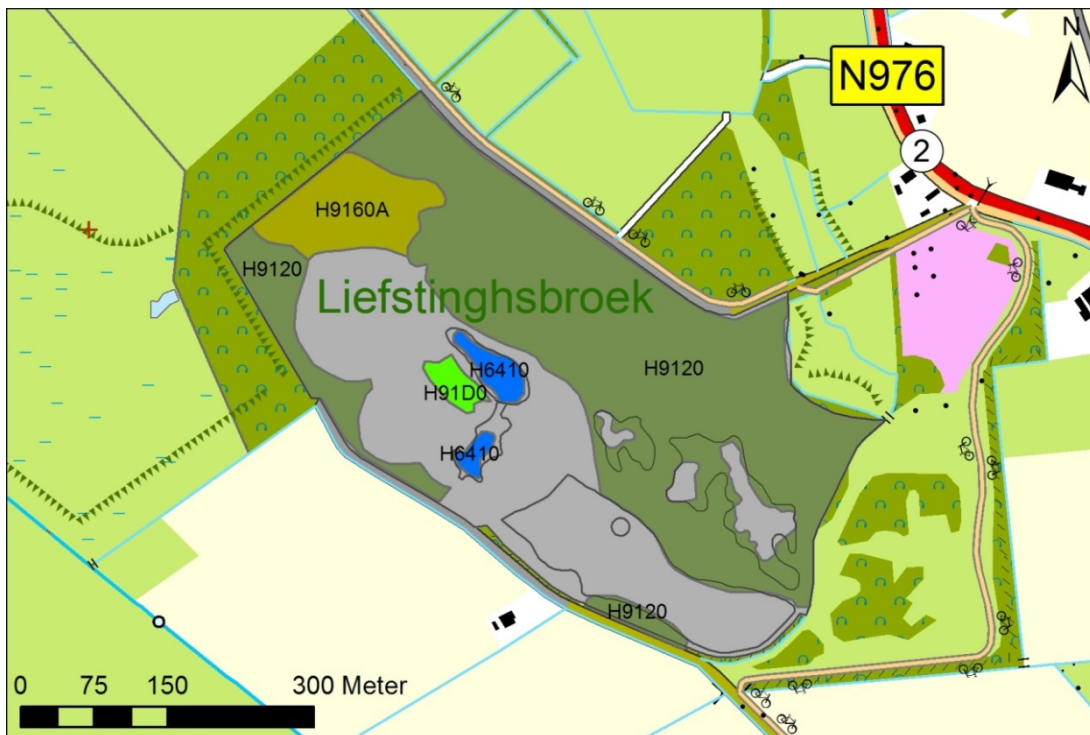
1.1 Achtergrond

Het Natura 2000-gebied Liefstingsbroek¹ ligt in Oost-Groningen, in de gemeente Vlagtwedde (Figuur 1.1). Het bestaat uit gevarieerd loofbos met enkele schraalgraslandjes in het dal van de Ruiten Aa, ca. 900 meter ten westen van deze beek. Het bos is aangewezen voor Natura 2000-habitattypen. Het gaat hierbij om H9120 (Beuken-eikenbossen met hulst), H9160 (Eiken-haagbeukenbossen) en in eerste instantie ook H91E0C (Vochtige alluviale bossen; beekbegeleidende bossen). Met het wijzigingsbesluit Natura 2000-gebieden in 2015 is H91E0 verwijderd en is H91D0 (Hoogveenbossen) toegevoegd (Figuur 1.2). Deze laatste aanwijzing berust echter op een misverstand (zie § 1.4) en dit habitatype laten we daarom in de verdere analyse buiten beschouwing. Een aantal soorten van de karakteristieke ondergroei voor deze habitattypen (incl. H91E0C) gaat, zo blijkt uit het conceptbeheerplan, achteruit, met een toename van verruigings- en verzuringsindicatoren en een verhoogde accumulatie van strooisel. Dit duidt op verdroging, verzuring en vermessing. Naast Natura 2000-gebied is het Liefstingsbroek ook een nationaal bosreservaat (Mekking 2003; Bijlsma 2008).



Figuur 1.1 Ligging van het Liefstingsbroek.

¹ De officiële naam van het Natura 2000-gebied is abusievelijk Liefstingsbroek. Het terrein is echter genoemd naar de familie Liefstingh die het lange tijd in eigendom had (zie Bijlage 1), vandaar dat we naam Liefstingsbroek gebruiken.



Legenda

Habitatkaart versie september 2015

	H6410 Blauwgraslanden
	H9120 Beuken-eikenbos met hulst
	H9160A Eiken-haagbeukenbossen
	H91D0 Hoogveenbossen
	Geen habitatype

Figuur 1.2 Habitattypen in Natura 2000-gebied Liefstingsbroek volgens de habitatkaart versie september 2015. (NB De aanduiding H91D0 berust op een misverstand (zie § 1.4).)

In het Liefstingsbroek liggen drie graslanden waarvan er twee (samen ca. 0,49 ha) deels als habitatype Blauwgraslanden (H6410) kwalificeren en een derde grasland (de Grote weide, ca. 2,04 ha) nog verder ontwikkeld kan worden naar een grasland met blauwgraslandelementen². Deze graslanden zijn in 2014 onderwerp geweest van een bodemecologisch advies (De Waal & Van Delft 2014).

In het kader van de ontwikkeling van de EHS³ Westerwolde zijn inrichtingsmaatregelen uitgevoerd in de landbouwgronden langs de zuidwest- en noordwestrand van het Liefstingsbroek (Figuur 1.3). Van deze gronden is de bouwvoor afgegraven en zijn sloten gedempt. Water wordt oppervlakkig via maaiveld en ondiepe greppels afgevoerd naar een slenk die parallel aan het gebied ten zuidwesten is gegraven, op de plaats waar ook op oude kaarten al een waterloop te vinden is (zie Figuur 2.7). Het doel van deze maatregelen is het verhogen van de GLG en het versterken van de invloed van aangerijkt grondwater in de wortelzone. Als gevolg van deze maatregelen is een vrij sterke vernatting opgetreden.

² Voor de naamgeving van de graslanden in het Liefstingsbroek volgen we Koop (1997, Figuur 8) die de aanduidingen heeft overgenomen van de vegetatiekaart van 1950: Paardenweide voor het noordelijke en Voorste weide voor het zuidelijke blauwgraslandje en Grote weide voor het grote weiland. Het werkdocument beheerplan (Arcadis 2009) geeft ondanks de verwijzing naar Koop aanleiding tot verwarring en volgen we niet: 'Ook in het natte, westelijk deel van het Liefstingsbroek hebben hooilanden gelegen en deze zijn geleidelijk aan dichtgegroeid. Het huidige schraalland (het habitatype blauwgrasland) en het weiland (ook wel Paardenwei genoemd) zijn hiervan overblijfselen (Koop, 1997)'.

³ De voormalige Ecologische Hoofdstructuur (EHS) wordt momenteel aangeduid als Natuurnetwerk Nederland (NNN). Het project Westerwolde is nog onder de oude regeling uitgevoerd.



Figuur 1.3 Natuurontwikkeling ten zuidwesten van Liefstinghsbroek.

Om meer inzicht te krijgen in de effectiviteit van de inrichtingsmaatregelen op de instandhoudingsdoelen van de habitattypen, het effect van N-depositie en mogelijke verbeteringen, heeft Provincie Groningen opdracht gegeven om een ecohydrologische systeemanalyse uit te voeren.

1.2 Onderzoeksvragen

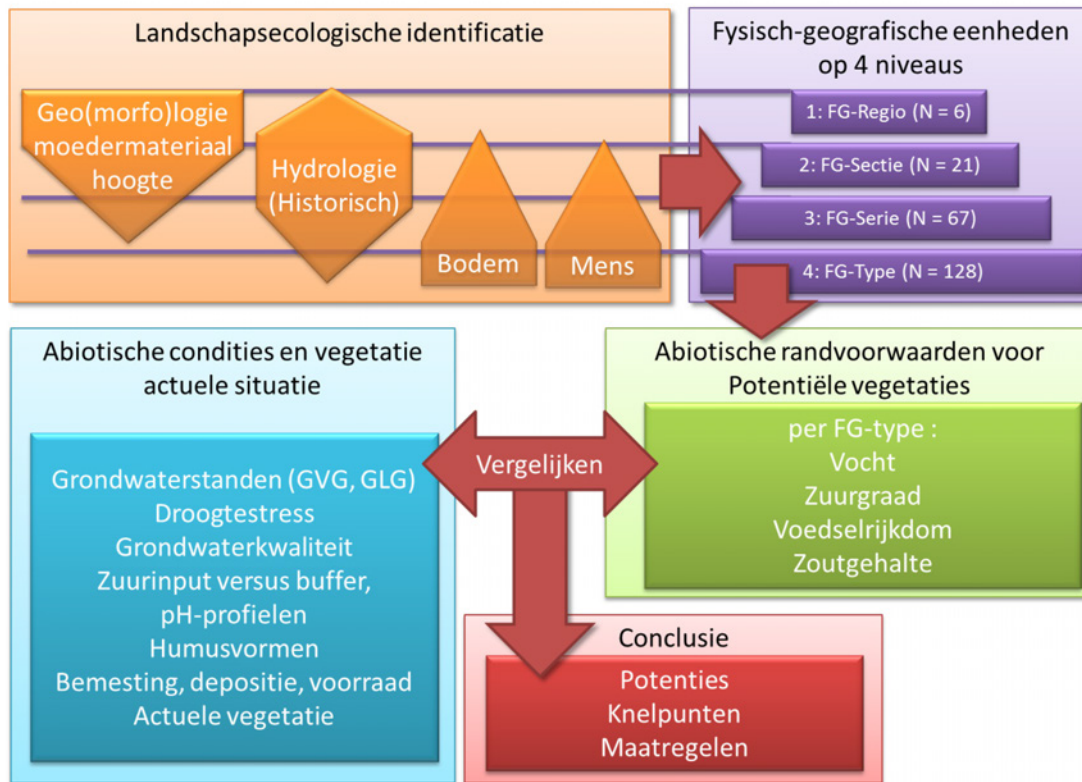
De opdrachtgever heeft de volgende onderzoeksvragen geformuleerd:

1. Hoe werkt het lokale hydrologische systeem waarvan het Liefstinghsbroek deel uitmaakt?
2. Hebben de inrichtingsmaatregelen een gunstig effect op de abiotische condities die nodig zijn voor het goed functioneren van de habitattypen:
 - H6410 – Blauwgraslanden: herstel invloed basenrijk grondwater in de wortelzone en de gewenste grondwaterstanden; en is kleinschalig plaggen een optie?
 - H91E0C – Vochtige alluviale bossen (beekbegeleidende bossen): herstel invloed basenrijkgrondwater in de wortelzone en gewenste grondwaterstanden;
 - H9160 – Eiken-haagbeukenbossen: herstel invloed basenrijk grondwater in wortelzone en gewenste grondwaterstanden, maar ook een eventueel negatief effect van interne eutrofiering;
 - H9120 – Beuken-eikenbossen met hulst: in kaart brengen negatieve effecten van vernatten, verminderen dikke strooisellaag en antwoord op de vraag of de dominantie van bramen op de open stukken komt door N-dep of hoge(re) lichtbeschikbaarheid in het eikenbos;
3. Gegeven bovenstaande analyse en (huidige en voorspelde) N-depositie: wat zijn de vooruitzichten en/of mogelijkheden voor de habitattypen binnen het Liefstinghsbroek?
4. Wat zou er nog extra gedaan moeten worden om te voldoen aan N2000-doelstellingen?

In dit rapport hebben wij de ecohydrologische gevolgen van recente ingrepen op de kwaliteit (behoud en verbetering) van het Natura 2000-gebied Liefstinghsbroek beoordeeld. Op basis van deze beoordelingen volgt een advies over eventueel aanvullende maatregelen in het kader van de N2000-doelstellingen.

1.3 Aanpak volgens Landschapsleutel

Om de onderzoeksvragen te kunnen beantwoorden, hebben wij de aanpak van de Landschapsleutel gevolgd. De Landschapsleutel is een methode die door Alterra – in samenwerking met een aantal partners – is ontwikkeld om vragen over inrichting en beheer van natuurterreinen op een gestructureerde manier te kunnen beantwoorden (Kemmers et al. 2011; Van Delft et al. 2015). De werkwijze is schematisch weergegeven in Figuur 1.4. Centraal staat een landschapsecologische systeembeschrijving (LESA) waarin de abiotische en biotische uitgangssituatie worden beschreven en vergeleken met de ecologische potenties van de standplaatsen in het gebied. Hierbij staan drie vragen centraal waarbij vanuit de regionale landschapsontwikkeling wordt ingezoomd op de actuele lokale situatie. Hieronder worden deze vragen behandeld.



Figuur 1.4 Schematische weergave van de analyse volgens de methode van de Landschapsleutel.

Vraag 1: Wat is de plaats van het gebied in het regionale landschap en hoe is dit landschap ontstaan (Landschapsecologische identificatie)?

Volgens de werkwijze in Figuur 1.4 worden voor deze vraag het te bestuderen gebied en de omgeving allereerst ingedeeld in een aantal Fysisch-geografische eenheden. Voor de identificatie van deze eenheden wordt een hiërarchische indeling gehanteerd met vier niveaus: 6 Fysisch-geografische regio's, 21 FG-secties, 67 FG-series en 128 FG-typen. De indeling is gebaseerd op geo(morfo)logie, hydrologische positie (ten tijde van de bodemvorming), bodem en antropogene beïnvloeding. Het relatieve belang van deze factoren verschilt per niveau van de indeling. Dat komt tot uiting in de vorm en grootte van de oranje blokken in Figuur 1.4. Op het laagste niveau (FG-typen) geeft deze indeling een beschrijving van de landschapsecologische positie ten tijde van de bodemvorming (dus vóór eventuele ontwatering, ontginning etc.). Dat kan min of meer beschouwd worden als de 'natuurlijke uitgangssituatie', maar als gevolg van een aantal irreversibele veranderingen, zoals het verdwijnen van het hoogveen, is dat niet overal mogelijk. Daarom wordt daar het bodemtype dat na de vervening overbleef als uitgangssituatie genomen en worden ook antropogeen beïnvloede typen, zoals oude bouwlanden onderscheiden. Bij ingerichte terreinen waar een belangrijk deel van de bovengrond is verwijderd (natuurontwikkeling), is de bodemopbouw zo sterk veranderd dat een ander bodemtype is ontstaan (bijvoorbeeld vlakvaaggronden) waarbij ook andere potenties horen.

De plaats van het gebied in het regionale landschap en het ontstaan van dat landschap wordt behandeld in hoofdstuk 2 met een beschrijving van het Liefstingsbroek en omgeving tot het niveau van Fysisch-geografische Serie en meer in detail voor Liefstingsbroek zelf tot het niveau van Fysisch-geografische typen en Fysiotopen in hoofdstuk 3.

Vraag 2: Welke abiotische condities gelden als voorwaarde voor het gunstig functioneren van vegetaties en hoe worden deze condities bepaald door kenmerken van bodem en waterhuishouding binnen landschappelijk-bodemkundige eenheden?

Per FG-type zijn in de Landschapsleutel een aantal potentiële vegetaties aangegeven op het niveau van associaties en soms subassociaties, die afhankelijk van de actuele abiotische situatie zouden kunnen voorkomen in verschillende structuurtypen of successiestadia (pioniervegetaties, graslanden, struweel of bos). Welke van deze structuurtypen voor kunnen komen, hangt af van het beheer.

Voor dit onderzoek zijn wij uitgegaan van de vegetatietypen binnen het Liefstingsbroek. In § 3.5 is aangegeven welke abiotische randvoorwaarden gelden voor de hiermee corresponderende habitattypen.

Vraag 3: Wat zijn de actuele abiotische condities en hoe verhouden deze zich tot de randvoorwaarden voor het gunstig functioneren van (gewenste) vegetaties of vegetatieontwikkelingen (niveau Fysiotoop)?

Het antwoord op deze vraag wordt voor bodemkenmerken behandeld in hoofdstuk 4. Op basis van de detailbodempkartering zijn Fysisch-geografische typen onderscheiden en op basis van grondwatertrappen onderverdeeld in Fysiotopen. Binnen de fysiotopen zijn de abiotische condities beoordeeld en vergeleken met de abiotische randvoorwaarden voor de habitattypen. Deze beoordeling volgens de methode van de Landschapsleutel wordt normaal uitgevoerd binnen een perceel of een deel daarvan. In dit onderzoek hebben wij de beoordeling gedaan binnen fysiotopen. Dat is nieuw ten opzichte van de oorspronkelijke versie van de Landschapsleutel en moet gezien worden als een operationalisering van de methode bij karteringen.

Het ecohydrologisch systeem is van grote invloed op de actuele abiotische condities en wordt daarom apart behandeld in hoofdstuk 5.

De actuele vegetatieontwikkeling wordt in hoofdstuk 6 beschreven en vergeleken met historische vegetatiegegevens. Hiermee wordt ook bekeken in hoeverre deze overeenkomt met de voor het gebied genoemde habitattypen.

Tot slot wordt in hoofdstuk 7 de in de eerdere hoofdstukken verzamelde informatie bij elkaar gebracht om de onderzoeksvragen uit § 1.2 te kunnen beantwoorden. Door de abiotische condities in de actuele situatie op een standplaats (fysiotoop) te vergelijken met de abiotische randvoorwaarden voor de potentiële vegetaties, kan onderzocht worden wat potenties en knelpunten zijn en welke maatregelen (inrichting en beheer) genomen moeten worden om de realisatiekansen te vergroten. Deze maatregelen leiden tot een nieuwe Ausgangssituation die via een nieuwe beoordeling kan leiden tot een nieuwe inschatting van de realisatiekansen. Bij ingrijpende maatregelen, waarbij het bodemprofiel wordt veranderd, zal ook de identificatie van het FG-type herzien moeten worden en kan het zijn dat de realisatiekansen voor andere potentiële vegetaties beoordeeld moeten worden. Binnen het Liefstingsbroek zal dit alleen het geval zijn bij inrichting van het zuidelijke grasland 'Grote weide'. Daar is in 2015 over geadviseerd (De Waal & Van Delft 2015).

1.4 Habitattypen versus vegetatietypen

In dit rapport worden kenmerken van bodem en vegetatie gekoppeld aan vegetatietypen volgens 'De Vegetatie van Nederland'. Deze vegetatietypen kwalificeren niet zonder meer als habitattypen. Zie hiervoor het profieldocument van habitattypen (www.synbiosys.alterra.nl/natura2000). Om misverstanden te voorkomen, zijn in Tabel 1.1 de namen van habitattypen en relevante vegetatietypen opgenomen. Met de aanduiding Beuken-Eikenbos wordt dus een vegetatietype aangeduid; met Beuken-eikenbossen een habitatype.

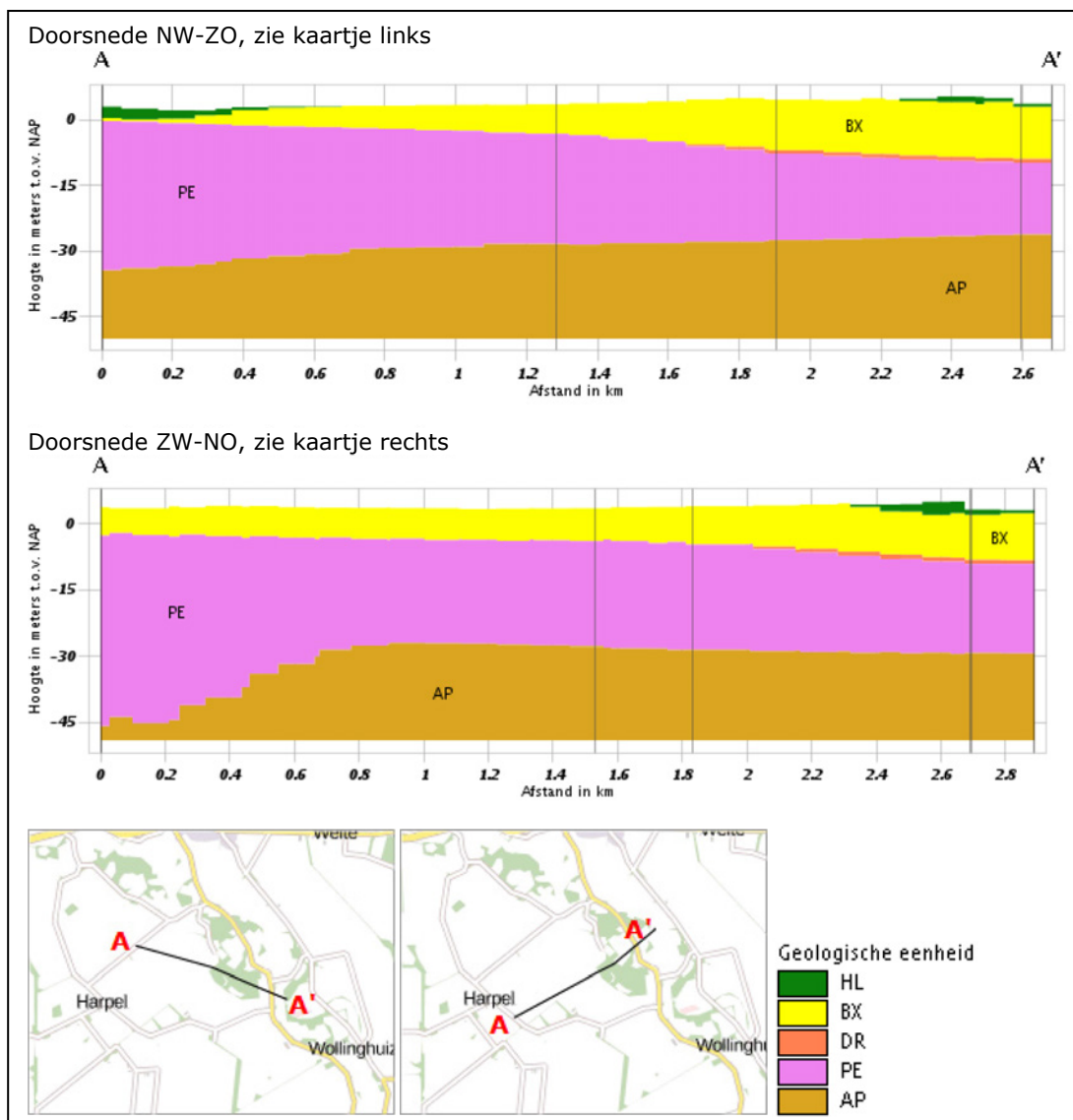
Op de huidige habitatkaart (Figuur 1.2) komt een klein oppervlakte H91D0 (Hoogveenbossen) voor binnen het grotere areaal broekbos. Dit habitatype is toegekend op grond van vegetatiekundige opnamen van Zompzegge-Berkenbroek in de Landelijke Vegetatiedatabank en een kleine oppervlakte vernet Berken-eikenbos (informatie D. Bal, maart 2016). De betreffende opnamen zijn echter onjuist (geautomatiseerd) benoemd: de kruidlaag correspondeert met die van het Elzenzegge-Elzenbroek. In de aangegeven oppervlakte H91D0 kwam en komt berk alleen zeer incidenteel voor. Het broekbos wordt op de vegetatiekaarten van 1950, 1985 en 2015 terecht aangeduid als elzenbroekbos (zie hoofdstuk 5).

Tabel 1.1 De in dit rapport gebruikte namen van habitattypen en relevante (onder voorwaarden van het profielendocument) voor het habitatype kwalificerende vegetatietypen.

HabitatCode	Naam habitatype	Naam vegetatietype
H6140	Blauwgraslanden	Blauwgrasland
H9120	Beuken-eikenbossen met hulst kortweg: Beuken-eikenbossen	Beuken-Eikenbos
H9160A	Eiken-haagbeukenbossen (hogere zandgronden) kortweg: Eiken-haagbeukenbossen	Eiken-Haagbeukenbos
H91E0C	Vochtige alluviale bossen (beekbegeleidende bossen) kortweg: Beekbegeleidende bossen	Elzenzegge-Elzenbroek kortweg: Elzenbroek

2 Landschapsecologische positie in de regio

2.1 Geologie



Figuur 2.1 Twee geologische dwarsdoorsneden van de ondergrond van het Liefstingsbroek en directe omgeving tot ca. 50 m -NAP. HL: Holocene afzettingen, BX: Formatie van Boxtel, DR: Formatie van Drenthe, PE: Formatie van Peelo, AP: Formatie van Appelscha. De twee verticale lijnen in het midden van de doorsneden geven de begrenzing van het Liefstingsbroek aan. Bron: DGM v2.2 (www.Dinoloket.nl).

In Figuur 2.1 zijn twee verticale doorsneden uit het Digitaal Geologisch Model (DGM) van TNO weergegeven van de ondergrond tot ca. 50 m -NAP van het Liefstingsbroek en omgeving. Het onderste pakket betreft de Formatie van Appelscha (zand en grind) die doorloopt tot ca 55 m -NAP. Deze rust op afzettingen van Peize/Waalre, Oosterhout en Breda. Boven de Formatie van Appelscha ligt de Formatie van Peelo, waarvan het onderste deel bestaat uit zandige afzettingen en het bovenste deel (ca. 10 m) uit potklei. In het oostelijk deel kan hier nog wat keileem boven liggen, die vanuit het oosten uitwigt tot net onder het Liefstingsbroek. In het Liefstingsbroek bestaat het bovenste pakket uit gelaagde afzettingen van de Formatie van Boxtel. In het noordwesten is dit pakket ca. 5 meter dik, naar het zuidoosten neemt

het toe tot ca. 15 meter. De onderste meters bestaan uit dekzanden en fluvio-periglaciale afzettingen. Bovenin komen ook afzettingen van beekklei en veen voor die gerekend worden tot het laagpakket van Singrave. De ouderdom van deze beekafzettingen is niet duidelijk, maar moet waarschijnlijk in het Laat-Weichselien of vroeg Holoceen gezocht worden. Datering van veenlagen met pollenanalyse of minerale afzettingen op basis van Optisch gestimuleerde luminescentie datering (OSL) zou hier duidelijkheid in kunnen geven. In het Laat-Weichselien heeft verstuing van fluvio-periglaciale zanden plaatsgevonden na het ontdooien van de permafrost in een droog klimaat bij een diepe zeespiegel (Rosing & Bijlsma 1980). In die tijd waren riviertjes als de Ruiten Aa al aanwezig, hoewel hier weinig over bekend is. Ze hadden waarschijnlijk vrij brede stroomgebieden, met zich steeds verleggende ondiepe geultjes. Afzettingen van deze riviertjes en in die systemen gevormde veenpakketten worden gerekend tot het Laagpakket van Singrave binnen de Formatie van Boxtel (Schokker et al. 2003). De stuifrichting van de dekzandruggen (Laagpakket van Wierden) was haaks op de stroomrichting van de riviertjes, waardoor deze werden overstoven en afvoerloze laagtes ontstonden waarin organisch materiaal werd afgezet en veenvorming optrad, vooral door bladmosresten (hypnaceëveen). Later werden deze veentjes soms weer overstoven. In het begin van het Holoceen (preboreaal) was de vegetatie nog niet gesloten en werd nog zand verplaatst. Waarschijnlijk is in deze periode nog verstuing opgetreden en zijn rivierarmen afgesneden. In deze afgesneden rivierarmen werd veen gevormd. In de dalen werden afzettingen gevormd die bestaan uit een afwisseling van zanden met lemige of kleiige lagen en veen. Deze zijn vaak sterk roestig, zoals ook vaak het geval is in het Liefstingsbroek. Tijdens het boreaal was een gesloten vegetatie aanwezig en stopten de meeste erosieprocessen. Onder een dekzandrug in het zuidoosten (boring 19) is door ons ook veen aangetroffen, mogelijk hypnaceëveen uit het Laat-Weichselien. Holocene afzettingen komen volgens het DGM alleen voor in het dal van de Ruiten Aa (rechts in beide doorsneden) en in een overstromingsvlakte ten noordwesten van het Liefstingsbroek (links in doorsnede 1 van Figuur 2.1, eenheid 1M24 in Figuur 2.3).

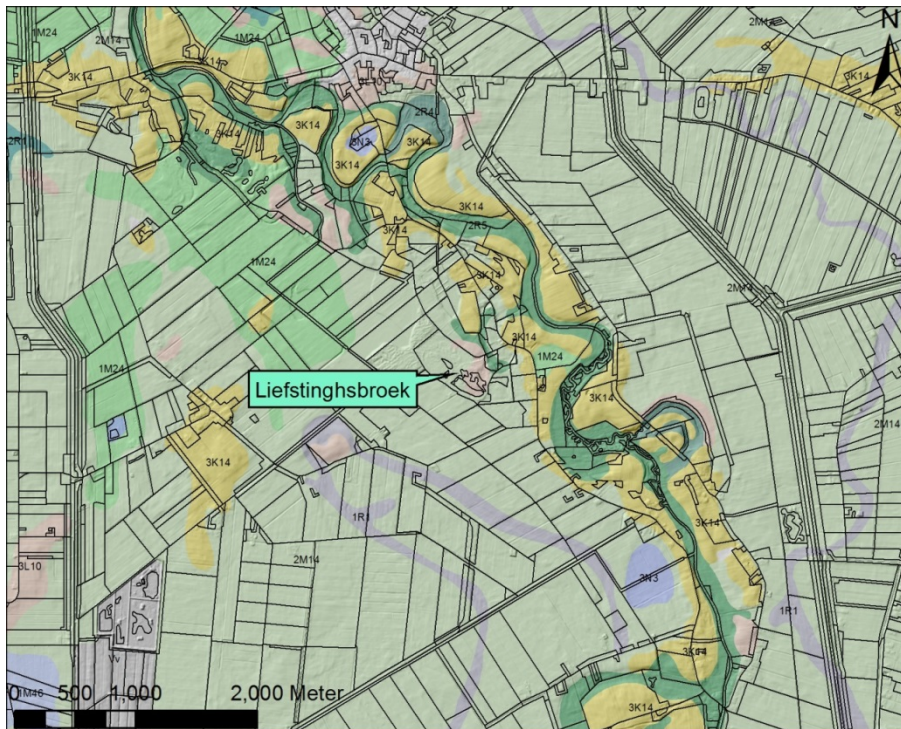
Tijdens het Boreaal werd hoogveen gevormd. De veenvorming in Drenthe en Groningen is in de lagere delen van een oneffen minerale ondergrond begonnen, maar in de loop van vele eeuwen was het veenpakket zo aangegroeid, dat er een inversie van het landschap optrad (Figuur 5.4). De delen die oorspronkelijk hoger in het landschap lagen werden beekdalen, zoals het dal van de Ruiten Aa. Het water stroomde vanuit het veen via laagtes en via de ondergrond naar de beken. Het Bourtangerveen vormde aan beide zijden van de Ruiten Aa een omvangrijk hoogveenpakket (Figuur 2.2). Kleine beekjes en riviertjes verdwenen vaak onder dit veenpakket. Omdat bij de latere vervening in de diepere delen van deze stroomdalen veen achterbleef, zijn ze voor een deel nog herkenbaar op de bodemkaart (rillen, dalvormige laagtes met veen 1R1 in Figuur 2.3, veengronden en moerige gronden Vz, .Vw in Figuur 2.4). Met de vele inundaties in de beekdalen bezonk ook slib, waardoor daar nu verspoelde, lemige zandgronden en lokaal kleigronden voorkomen.



Figuur 2.2 Ligging van het Liefstingsbroek in de 17^e eeuw in het beekdal tussen veengebieden.

2.2 Geomorfologie en bodem in de omgeving

In Figuur 2.3 is de positie van het Liefstingsbroek weergegeven op de geomorfologische kaart van Nederland. Volgens deze kaart ligt het gebied in een dekzandvlakte, vervlakt door veen of overstromingsmateriaal (2M14). Deze vlakte grenst in het oosten aan het beekdal van de Ruiten Aa, waarbij de relatief laaggelegen beekdalbodem zonder veen (2R5) door dekzandruggen met of zonder oud bouwlanddek (3K14) slingert. Binnen deze vlakte zijn meer elementen van het beekdal terug te vinden, zoals een beekoverstromingsvlakte (1M24) en een dalvormige laagte met veen (1R1).



Legenda

Geomorfologische Kaart van Nederland

Dekzandlandschap

- 2M14 Dekzandvlakte vervlakt door veen of overstromingsmateriaal
- 3K14 Dekzandrug (+/- oud bouwlanddek)
- 3L10 Dekzandwelingen, bedekt met ten dele afgegraven veen
- 3N3 Laagte met randwal (incl. pingo restant)
- 3N4 Laagte zonder randwal, moerassig

Beekdallandschap

- 1M24 Beekoverstromingsvlakte
- 1R1 Dalvormige laagte, met veen
- 2R1 Dalvormige laagte, met veen
- 2R4 Beekdalbodem met veen
- 2R5 Beekdalbodem, zonder veen, rel. laaggelegen

Veenlandschap

- 1M46 Ontgonnen veenvlakte (+/- klei/zand)
- 2M45 Veenkoloniale ontginningsvlakte, rel. hooggelegen

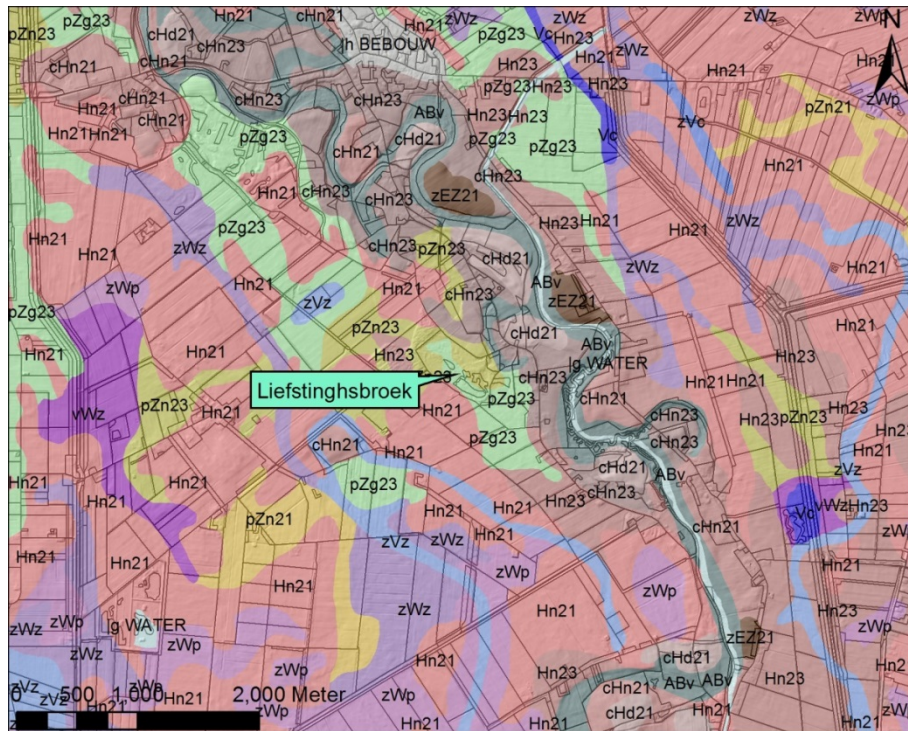
Overig

- 3N8 Laagte ontstaan door afgraving
- Beb Bebouwing

Figuur 2.3 Geomorfologische kaart van Nederland van de omgeving van het Liefstingsbroek.

De dekzandvlakte waarin het Liefstingsbroek ligt, was in het verleden grotendeels overdekt door een groot hoogveengebied. Restanten daarvan zijn nog zichtbaar in de veengronden en moerige gronden op de bodemkaart van Nederland (Figuur 2.4). Het Liefstingsbroek lag aan de rand van het beekdal,

op de overgang naar het hoogveengebied van het Bourtangerveen, dat nu geheel verdwenen is. De bodemopbouw in het dal van de Ruiten Aa en de omgeving van het natuurgebied is ingrijpend veranderd door grootschalige natuurontwikkeling, waarbij het gehele bodemprofiel is verwijderd (Figuur 1.3). De percelen ten zuidwesten en noordwesten van het Liefstingsbroek kunnen nu het best aangeduid worden als vlakvaaggronden (Zn21 of Zn23) en vormen daarmee een geheel andere standplaats dan de bodems die hier eerst voorkwamen, zoals bekeerdgronden (pZg23), gooierdgronden (pZn23) en veldpodzolgronden (Hn21, Hn23).



Legenda

Bodemkaart van Nederland

Veengronden

- zVc Meerveengronden op zeggeveen, rietzeggeveen of broekveen
- zVz Meerveengronden op zand zonder humuspodzol, beginnend ondieper dan 120 cm
- Vc Vlierveengronden op zeggeveen, rietzeggeveen of (mesotroof) broekveen

Moerige gronden

- zWp Moerige podzolgronden met een humushoudend zanddek en een moerige tussenlaag
- zWz Moerige eerdgronden met een zanddek en een moerige tussenlaag op zand
- vWz Moerige eerdgronden met een moerige bovengrond op zand

Humuspodzolgronden

- Hn21 Veldpodzolgronden; leemarm en zwak lemig fijn zand
- Hn23 Veldpodzolgronden; lemig fijn zand
- cHn21 Laarpodzolgronden; leemarm en zwak lemig fijn zand
- cHn23 Laarpodzolgronden; lemig fijn zand
- cHd21 Kamppodzolgronden; leemarm en zwak lemig fijn zand

Enkeergronden

- zEZ21 Hoge zwarte enkeergonden; leemarm en zwak lemig fijn zand

Kalkloze zandgronden

- pZg23 Beekeerdgronden; lemig fijn zand
- pZn21 Gooierdgronden; leemarm en zwak lemig fijn zand
- pZn23 Gooierdgronden; lemig fijn zand

Associaties van vele enkelvoudige eenheden

- ABv Venige beekdalgronden

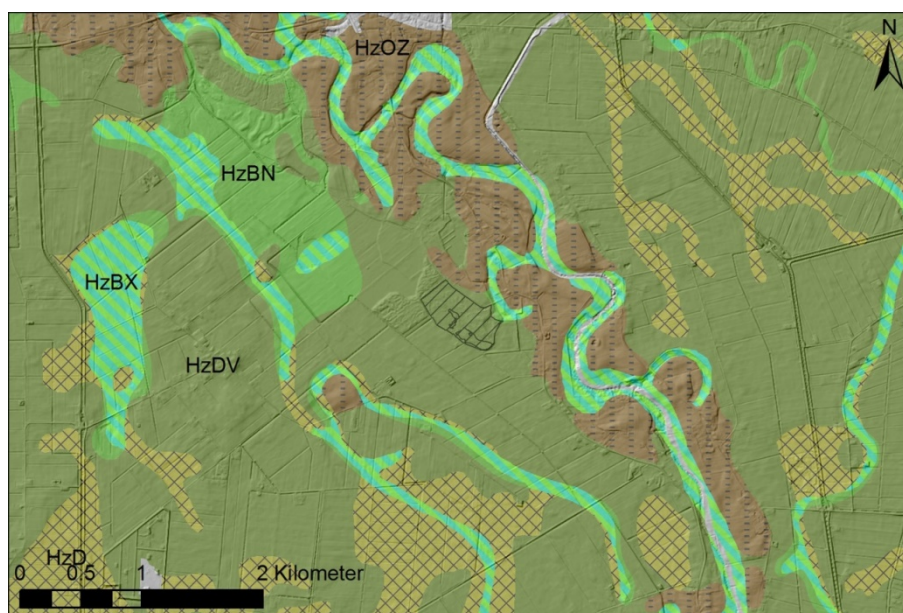
Algemene onderscheidingen

- Bebouwing
- Water

Figuur 2.4 Bodemkaart van Nederland van de omgeving van het Liefstingsbroek.

2.3 Landschappelijke bodemkaart: FG-series

De Geomorfologische kaart Nederland en de Bodemkaart van Nederland, beide op schaal 1:50.000, zijn door Alterra gecombineerd en bewerkt tot de 'Landschappelijke Bodemkaart Nederland'. Hiervoor is gebruikgemaakt van de landschapsecologische indeling van 'De Landschapsleutel' (zie § 1.3; Maas et al. *in voorbereiding*). In Figuur 2.5 is een fragment opgenomen van deze kaart tot het niveau van de Fysisch-geografische series. Het hele gebied valt binnen de FG-regio 'Hogere zandgronden' (Hz). Binnen dit gebied komen eenheden voor van de FG-secties HzD 'Dekzandgebieden', HzB 'Beekdalen' en HzO 'Oude bouwlanden'. Binnen de beekdalen en in mindere mate binnen de dekzandgebieden komt hier een aantal eenheden voor die, op basis van de landelijke informatie met schaal 1:50.000 en de daarbij behorende algemene legenda's, niet eenduidig ingedeeld kunnen worden op het niveau van FG-serie. Deze zijn aangeduid met 'Nader te bepalen'. In § 3.4 worden de bodems binnen het Liefstingsbroek, op basis van de detailbodemkaart verder ingedeeld tot het niveau van FG-type en op basis van de actuele hydrologische positie (grondwatertrappen) en grondgebruik onderverdeeld in fysiotopten.



Legenda

FG-serie Hogere zandgronden HzB Beekdalen

HzD Dekzandgebieden

HzDV Vochtige dekzandlaagten

HzD Nader te bepalen

HzBN Natte en verdroogde beekdalen, inclusief droogdalen

HzB Nader te bepalen

HzO Oude bouwlanden

HzOZ Zwarte eerdgronden

Liefstingsbroek

Figuur 2.5 Fragment van de Landschappelijke Bodemkaart Nederland (LBK) waarin geomorfologische kaart en bodemkaart gecombineerd zijn in fysisch-geografische eenheden. In dit kaartfragment zijn de Fysisch-geografische secties (HzD, HzB en HzO) weergegeven met de Fysisch-geografische series die daarbinnen herkend kunnen worden.

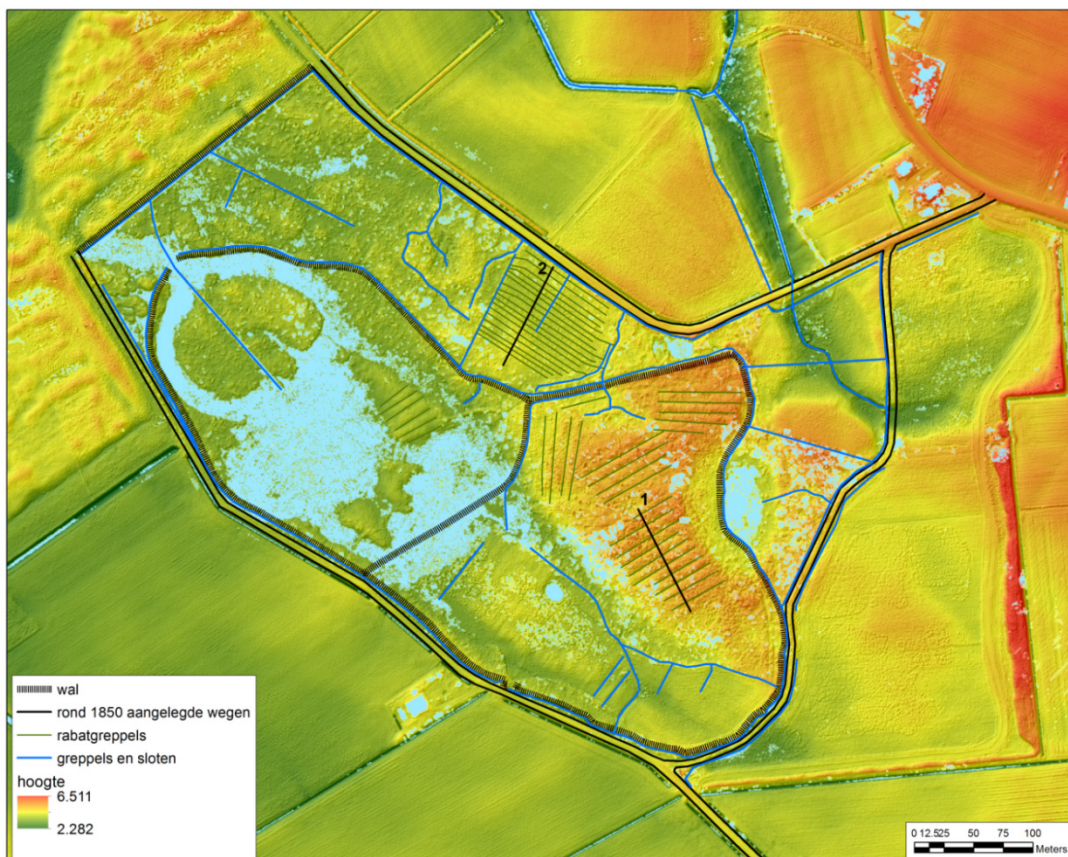
2.4 Historisch grondgebruik

De ontwikkeling van het grondgebruik in het Liefstingsbroek en omgeving is in belangrijke mate bepaald door de geologisch/bodemkundige uitgangssituatie die in de voorgaande paragrafen is beschreven en door de hydrologische positie die in hoofdstuk 5 wordt beschreven. Daarnaast hebben sociale en politieke ontwikkelingen een rol gespeeld. Omgekeerd heeft het grondgebruik een belangrijke invloed gehad op de bodemontwikkeling. Belangrijke ontwikkelingen in de omgeving zijn

de vervening van het Bourtangerveen, wat ook een grote invloed heeft gehad op de hydrologie in het Liefstingsbroek (§ 5.3) en de ontwikkeling van zwarte eerdgronden op de oude bouwlanden langs de Ruiten Aa (Figuur 2.5).

De eerste bewoning vond plaats op de smalle strook met hogere zandgronden langs de Ruiten Aa. Het veen werd toen wel gebruikt voor plaggen voor de potstal, brandstof en, voor zover dat mogelijk was, extensieve beweiding, maar het bleef nog lange tijd (tot in de eerste helft van de 20^e eeuw) een onontgonnen gebied (Figuur 2.2). Op basis van archiefonderzoek en kaartstudie is een reconstructie gemaakt van de ontwikkeling van het grondgebruik in het Liefstingsbroek (Bijlage 1). In de onderstaande paragrafen zijn de voor dit onderzoek relevante delen van deze studie overgenomen.

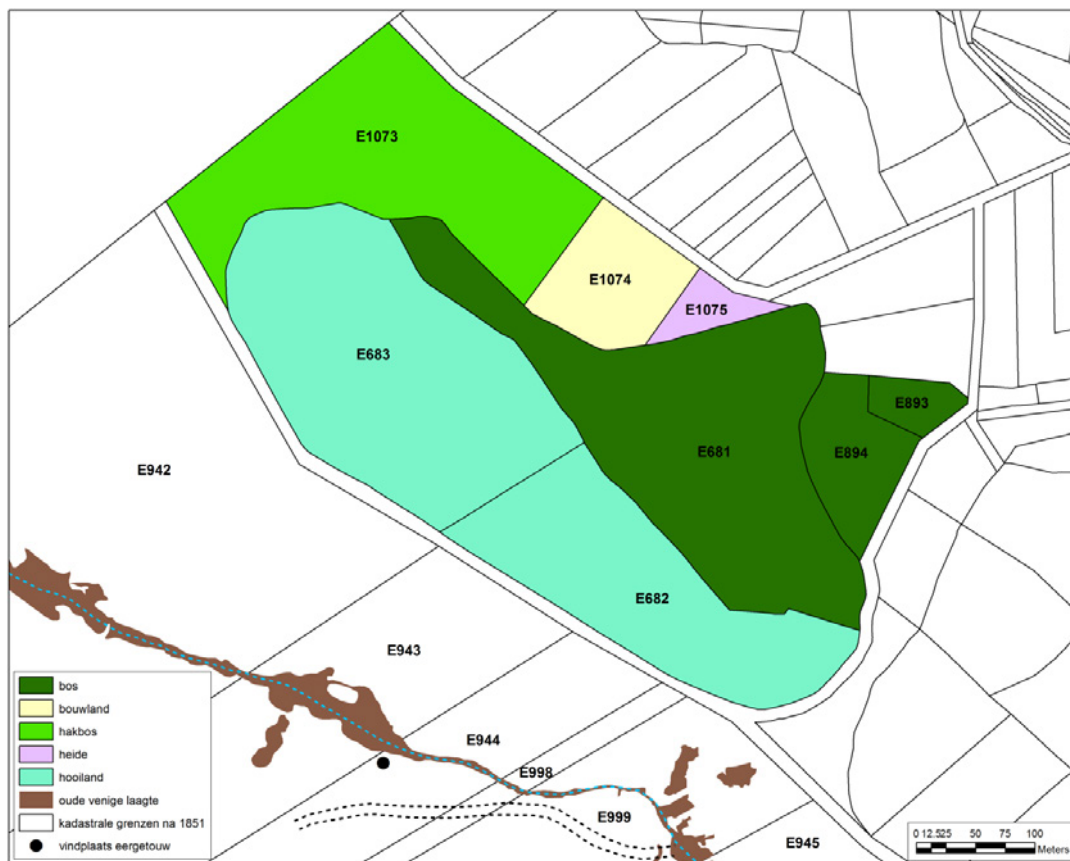
De oudste vermelding van erve Liefstingh is van 31 juli 1474 en in 1590 wordt het Liefstingsbroek genoemd als bos met 'eijkelschare'. Eijkelscharen was het recht om in de herfst varkens in het bos te drijven om ze met eikels vet te mesten (Spek, 2004). Een deel van het Liefstingsbroek was meer dan vier eeuwen geleden ook al eikenbos. Dit bos en de bijbehorende graslanden lagen tussen de markegronden van het gehucht Weende. Bij de invoering van het kadaster bestond het Liefstingsbroek uit drie percelen die omgeven werden door wallen, die nog steeds in het veld herkenbaar zijn (Figuur 2.6). Naast een bosperceel in het noordoosten werden twee hooilandpercelen onderscheiden waarbij het noordelijke perceel waartoe de huidige blauwgraslanden behoren, in de laagste (4^e) klasse werd gewaardeerd. Dit perceel bestond aan het eind van de 18^e eeuw nog uit bos en is waarschijnlijk aan het begin van de 19^e eeuw omgevormd tot hooiland. Later is het weer gedeeltelijk beplant of door spontane opslag in bos overgegaan. Alleen de beide blauwgraslandjes zijn nu nog als hooiland in gebruik. Het zuidelijk en hoger gelegen hooilandperceel dat ongeveer samenvalt met de huidige 'Grote weide' werd hoger gewaardeerd (klasse 2 en 3), maar lager dan de hooilanden langs de Ruiten Aa, die door jaarlijkse overstroming werden bemest. De bossen binnen de wal werden in de 2^e klasse (de hogere delen) en 3^e klasse (de lagere natte delen) gewaardeerd.



Figuur 2.6 Actueel Hoogte bestand Nederland met greppels en wallen in het Liefstingsbroek met locaties van twee dwarsprofielen over de rabatten.

De wallen die op de hoogtekaart in Figuur 2.6 herkenbaar zijn, hadden vooral een functie om het vee dat op de markegronden vrij rondliep te weren uit de hooilanden en het bos. Ze kunnen daarnaast ook een waterkerende functie gehad hebben om het zure water uit de hoogveengebieden te weren dat vrijkwam door de vervening en de boekweitteelt. Op de gedetailleerde hoogtekaart is ook een aantal greppels te herkennen die deels als rabatten beschouwd kunnen worden en waarschijnlijk na 1916 zijn aangelegd. De diepte van deze greppels is gering voor een rabattenbos (enkele dm's). Opvallend is dat er ook greppels gegraven zijn op de hoger gelegen dekzandrug in het oostelijk deel. Deze greppels liggen iets verder uit elkaar dan in de lagere delen. Waarschijnlijk hebben de greppels een functie gehad voor de oppervlakkige afvoer van neerslagwater.

Bij de verdeling van de markegronden in 1851 werd 5,2 ha zandheide ten noorden van het Liefstingsbroek toegedeeld aan de eigenaar van het Liefstingsbroek. Deze grond, het Hardeveld genaamd, werd in 1870 verdeeld in drie stukken, te weten de percelen E1073 (3,815 ha), E1074 (1,07 ha) en E1075 (0.303 ha), waarvan perceel E1074 werd ontgonnen. De andere twee percelen bleven bestaan uit heide en de ontgonnen grond werd tussen 1874 en 1888 bouwland. Uit vergelijking van kaarten blijkt dat deze percelen waarschijnlijk alweer voor 1900 zijn ingeplant met bomen. De heide van perceel E1073 werd omstreeks 1911 ontgonnen en omgevormd tot hakbos (Figuur 2.7).



Figuur 2.7 Grondgebruik volgens het kadaster in 1916. De verkleuring van het tracé van de oude weg naar de Molenkamp (zwarte stippellijn) en de oude waterloop (blauwe stippellijn) werden door het afgraven van de bovengrond ten zuiden van het Liefstingsbroek zichtbaar op de luchtfoto. Bron: Kadastrale kaart gemeente Vlagtwedde sectie E.

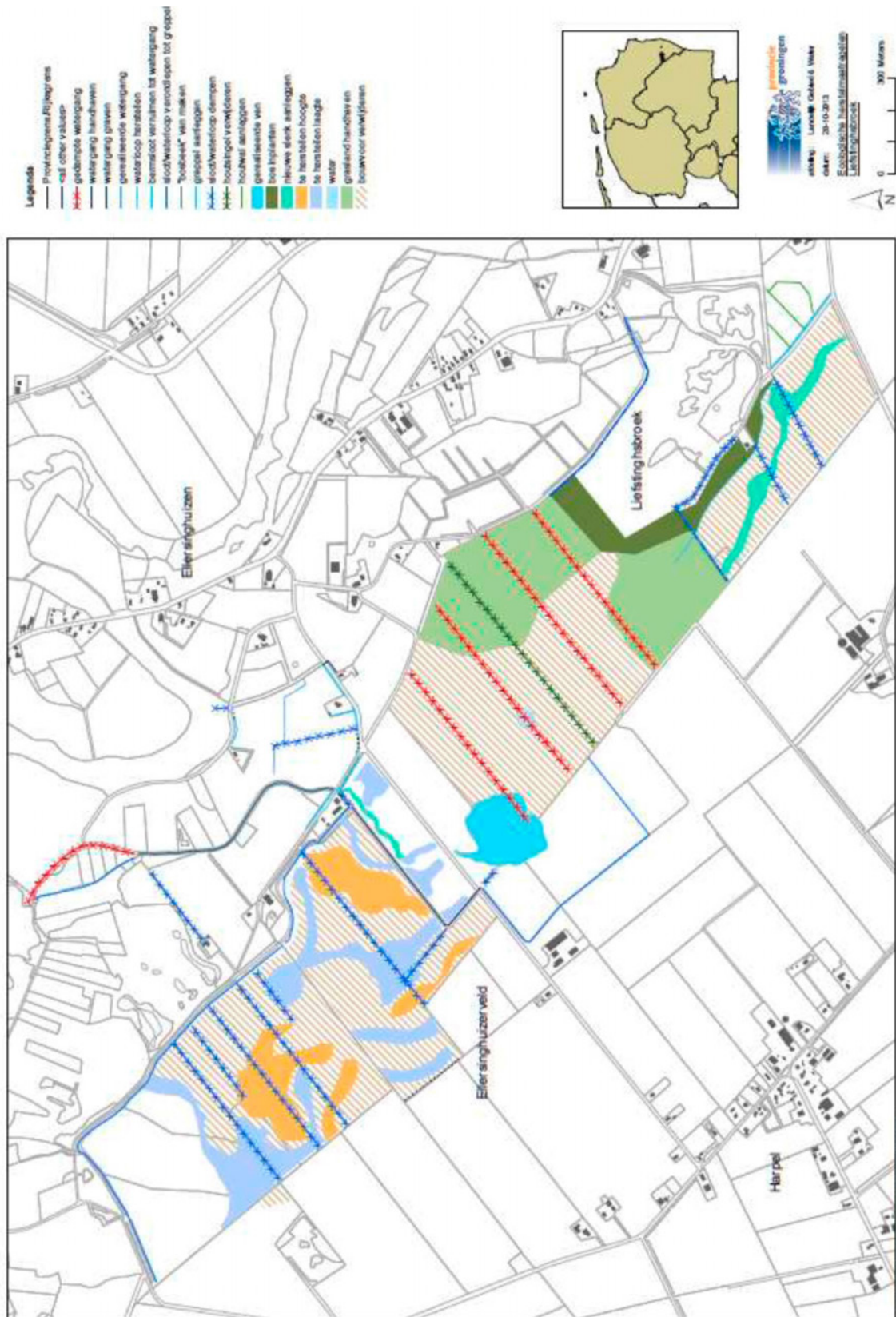
In de eerste helft van de 20^e eeuw is het veengebied ten westen van de Ruiten Aa afgegraven en ontgonnen tot de landbouwgebieden Ellersinghuizerveld en Weenderveld. De minerale ondergrond is daarbij vervlakt en het resterende veen is grotendeels door oxidatie verdwenen. In feite trad toen weer een inversie van het maaiveld op naar de toestand van voor de veengroei (Figuur 5.5). Het gebied ten zuidwesten van het Liefstingsbroek is tussen 1918 en 1934 ontgonnen. Door deze heide stroomde een 'watering' richting het noordwesten die moest worden onderhouden door de eigenaren

van de nieuwe percelen. Bij het verwijderen van de bovengrond ten behoeve van de realisatie van de EHS (zie § 2.5) was deze waterloop als een donkere verkleuring goed te herkennen op de luchtfoto. De begrenzing hiervan is overgenomen in Figuur 2.7.

Veranderingen in de hydrologie als gevolg van het afgraven van het veen en het verbeteren van de ontwatering in de veenontginningen in de eerste helft van de 20^e eeuw en door de ruilverkaveling tussen 1960-1970 worden uitvoeriger besproken in § 5.3. Deze veranderingen hadden ook effect op de bodemontwikkeling door het oxideren van de veenresten als gevolg van ontwatering en het stoppen van sedimentatie van klei in de lagere delen in de omgeving van de Ruiten Aa door het uitblijven van inundaties.

2.5 Natuurontwikkeling

Om de natuurwaarden in het beekdal van de Ruiten Aa te herstellen en verder te ontwikkelen in het kader van het realiseren van de EHS, zijn maatregelen genomen om verdroging en de daarmee samenhangende verzuring en vermesting tegen te gaan (Figuur 2.8, Figuur 1.3). Zo zijn in het Ellersinghuizerveld de sloten gedempt en is er van grote delen de mineraalrijke bovengrond afgegraven.



Figuur 2.8 Herstelmaatregelen (volgens gebiedsanalyse 2015).

3 Landschapsecologische patronen in Liefstingsbroek

Voor het beoordelen van de realisatiekansen en knelpunten ten aanzien van de habitattypen in het gebied is het belangrijk de landschapsecologische positie en patronen te begrijpen. Hiervoor hanteren wij de benadering volgens de Landschapsleutel (Kemmers et al. 2011, Van Delft et al. 2015). Deze werkwijze is toegelicht in § 1.3.

In het vorige hoofdstuk is de landschapsecologische positie beschreven voor de ruimere omgeving van het Liefstingsbroek en de ontwikkelingen die geleid hebben tot de huidige situatie. In dit hoofdstuk wordt nader ingegaan op de patronen binnen het gebied en de abiotische randvoorwaarden voor de habitattypen.

3.1 Gegevensverzameling

De hogere niveaus in de landschapsecologische positie (FG-regio, FG-sectie en FG-serie) zijn op basis van landelijke kaarten in § 2.2 beschreven voor de omgeving van het Liefstingsbroek. In dit hoofdstuk wordt de situatie in het gebied zelf in meer detail beschreven tot het niveau van FG-typen aan de hand van een gedetailleerde bodemkaart. Vervolgens is binnen de FG-typen een onderverdeling gemaakt in Fysiotopen op basis van de actuele hydrologische positie. Bij de profielbeschrijvingen voor de bodemkaart zijn bodemmonsters genomen van de laag 0–15 cm -mv. en strooiselhorizonten en pH-profielen en humusvormen beschreven die extra informatie geven over het functioneren van de standplaats. In dit hoofdstuk richten wij ons meer op het Liefstingsbroek zelf.

In november 2015 hebben wij een gedetailleerde bodemkartering uitgevoerd van het bosreservaat. Dit is een revisie van de bestaande bodemkaart (Mekkink 2003). Voor de graslanden is gebruikgemaakt van de bodemkartering die wij in 2014 hebben uitgevoerd (De Waal & Van Delft, 2014). Bij de kartering zijn 18 boringen uit de kartering van Mekkink opnieuw beschreven en zijn 5 nieuwe locaties beschreven. De locaties van de boringen staan in Bijlage 2. Op deze locaties werd het bodemprofiel beschreven volgens de indeling voor grootschalige karteringen (Ten Cate et al. 1995a). Het pH-profiel werd bepaald door op ca. 10 dieptes de zuurgraad te bepalen met pH-indicatorstrookjes (§ 4.1). Ook hebben wij het humusprofiel beschreven en ingedeeld volgens de Nederlandse classificatie voor humusvormen (Van Delft et al. 2006). Met het AHN (Algemeen Hoogtebestand Nederland) als hulpinformatie is hiermee een nieuwe bodemkaart (Bijlage 3) en grondwatertrappenkaart (Bijlage 4) gemaakt.

De bodemkaart is gebruikt om binnen het Liefstingsbroek een indeling te kunnen maken op het niveau van Fysisch-geografische typen volgens de Landschapsleutel (§ 1.3). Door combinatie met de grondwatertrappenkaart en pH-profielen konden we de FG-typen vervolgens onderverdelen in een aantal fysiotopen die de actuele situatie beschrijven. Bodemchemie, pH-profielen en humusvormen worden beschreven binnen deze fysiotopen.

Om de actuele toestand voor zuurgraad en nutriëntenhuishouding te kunnen beoordelen, hebben we tijdens de bodemkartering bodemmonsters genomen van 20 locaties (zie Bijlage 2). Op 17 locaties is de bovenste laag (0–15 cm -mv.) bemonsterd, bij 3 locaties de bovenste moerige of venige laag (ook van 0–15 cm -mv. Op 16 locaties is van de strooisellaag de F- en/of de H-horizont bemonsterd. In alle monsters zijn bepaald: organische stof, N-totaal, P-totaal en pH-KCl. Bij de monsters waar de bovenste (minerale) laag bemonsterd is, zijn daarnaast CEC en bezetting met Ca en Mg aan het adsorptiecomplex bepaald en is de calciumverzadiging berekend als maat voor de zuurbuffer. Van de strooiselhorizonten zijn tevens het bemonsterde volume en gewicht bepaald om voorraden van nutriënten te kunnen berekenen. De resultaten van de bodemchemische analyses staan in Bijlage 6 en worden besproken in de betreffende paragrafen over pH-profielen (§ 4.1), humusprofielen (§ 4.2) en stikstofdepositie (§ 7.3). Hierbij zijn ook de analyseresultaten betrokken van de bemonstering in 2014 (De Waal & Van Delft, 2014).

3.2 Bodemkaart

De Bodemkaart is opgenomen in Bijlage 3. Hieronder worden de bodemeenheden en toevoegingen beschreven die in de bodemkartering van het Liefstingsbroek zijn onderscheiden. Deze indeling is gebaseerd op de classificatie voor grootschalige karteringen (Ten Cate et al. 1995a). De oppervlakte van de verschillende eenheden en toevoegingen is samengevat in Tabel 3.1. De eenheden van de Bodemkaart van Nederland (buiten het Liefstingsbroek) worden hier niet beschreven. Daarvoor wordt verwezen naar de toelichting bij de bodemkaart (Rosing & Bijlsma, 1980).

Tabel 3.1 Oppervlakte (ha) en percentage voor de bodemeenheden en toevoegingen in de bodemkaart van het Liefstingsbroek.

Bodemeenheid	Toevoeging				Geen toevoeging	Totaal	Percentage (%)
	f	fk	k	v			
Vk					0.50	0.50	2.5
vWk					2.61	2.61	13.1
Hn33				0.40	0.84	1.24	6.2
cHn35					1.94	1.94	9.8
tbZg35		0.13	1.18		3.80	5.11	25.7
tbZg37		2.63				2.63	13.2
cbZg35	0.77				0.54	1.31	6.6
tZn35					0.18	0.18	0.9
cZn33					0.79	0.79	4.0
tRn32C	1.29				0.69	1.98	10.0
tRn52C	0.72					0.72	3.6
tbZg35/Hn33			0.24		0.56	0.80	4.0
Water					0.05	0.05	0.3
Eindtotaal	2.06	2.76	1.42	0.40	13.22	19.87	100.0

Veengronden (V.) en Moerige gronden (.W.)

Vk Veengronden op zavel of klei (boring 24)

Deze bodemeenheid is beperkt tot de ovale geïsoleerde laagte in het oosten van het bosreservaat. In het centrum van deze laagte ligt oligotroof, amorf veen op een zwaar zavelige ondergrond. Het zwarte tot zwartbruine moerige materiaal is compact en heeft een brokkelige structuur, die doet denken aan irreversibel verdroogde sapropelium. De oligotrofe, amorf veenlaag met een pH(KCl) rond de 2,8 kon waarschijnlijk ontstaan door stagnatie van regenwater op de kleiige ondergrond en de aanvoer van regenachtig water uit de hoger gelegen veldpodzolgronden die de laagte omringen. De vorm van de laagte en de aard van de moerige opvulling doen denken aan een pingoruïne of een doodijs gat. De vorm kan ook ontstaan zijn door afsnoering van een dalvormige laagte door gedeeltelijke opstuiving van de lemige zanden. Aan de randen komen moerige gronden voor met iets hogerop veldpodzolgronden, met in de ondergrond een sterk omgezette platerige veenlaag (zeggegeven of hypnaceeëenveen, boring 19). De Gt in de laagte is geschat op IIa. Dit lijkt in tegenspraak met de oude eiken die in de ovale laagte staan. Mogelijk dat in het verleden de laagte tijdelijk beter dreineerde, waardoor de eiken zich konden ontwikkelen en de irreversibele uitdroging van de veenlaag kon plaatsvinden. Plaatselijk is er een veenmosdek aanwezig.

vWk Broekeerdgrond op gerijpte zavel of klei (boring 7, 15 en 21)

In de laagste delen van het bosreservaat komen moerige gronden op een kleiige ondergrond voor. De moerige laag is meestal niet dik genoeg om van veengronden te kunnen spreken (< 40 cm). Het moerig deel bestaat grotendeels uit zeggegeven. In het natte deel (boring 7) van het terrein (Grondwatertrap (Gt) wIa) ligt in het broekbos rond de stammen van elzen en berken het maaiveld hoger in vergelijking met de tussenliggende laagten, waardoor een voor beekbegeleidende broekbossen typische eilandsstructuur is ontstaan. Rond de stammen is de bodem opgebouwd uit kleihoudend veraard zeggegeven of bosveen op klei; in de lage gedeelten bestaat de waterige laag uit matig omgezet zeggegeven met daaronder een korrelige laag met half omgezet veen met een hoog

kleigehalte op een grotendeels gereduceerde kleilaag (lichte klei tot zware zavel). Aan de randen van het Elzenbroekbos (Gt wIIa) ontbreekt het half omgezette zeggeveen en is de dikte van de moerige laag geringer (boring 21). In het door wilg gedomineerde broekbos ontbreekt bovenstaande eilandstructuur grotendeels en is de moerige laag dunner dan in het Elzenbroekbos. Een klein deel van de moerige gronden op klei (met een bovengrond van veraard restveen) heeft een Gt IIIa en is begroeid met een mengeling van Eik en Els (boring 15).

Humuspodzolgronden (.Hn..)

Humuspodzolen (Veld- en Laarpodzolgronden) komen vooral voor op de dekzandrug in het relatief hoge oostelijke deel van het terrein en in associatie met beekerdgronden. Ze zijn grotendeels antropogeen beïnvloed.

Hn33 Veldpodzolgrond in zwak lemig zeer fijn zand (Boring 19)

In deze veldpodzolgronden ontbreekt de eerdlaag in die zin dat deze net niet voldoet aan het dikte-criterium. Plaatselijk (rond de ovale laagte) komt er tussen 80 en 100 cm een veenlaag voor (Toevoeging ..v). Het leemgehalte is wat lager dan in de laarpodzolgronden. Ze liggen in het algemeen in een wat lagere positie dan de laarpodzolgronden.

chN35 Laarpodzolgrond in sterk lemig, zeer fijn zand (Boring 13, 16, 17 en 18)

De minerale eerdlaag van de laarpodzolgronden is 30 tot 40cm dik. De sterk lemige humuspodzolgrond gaat tussen de 50 en 80 cm over in leemarm C-horizont met plaatselijk daarin een 20 tot 35 cm dikke leemlaag. Op een diepte van ca. 200 cm gaat het dekzand over in fluvio-periglaciaal zand. Plaatselijk komen veldpodzolgronden met een dunnere minerale eerdlaag voor. De eerdlaag is mede ontstaan door bosbouwkundige bewerking gedurende de lange bosgeschiedenis. De op de meest gedetailleerde AHN-kaart zichtbare patronen wijzen daarop.

Kalkloze zandgronden (.Zg., .Zn..)

tbZg35 Bruine beekerdgrond in sterk lemig, zeer fijn zand (Boring 5, 8, 9, 12, 22, 23, B1, B2, B3, C6)

Deze eenheid beslaat het grootste oppervlak binnen het bosreservaat en de bijbehorende graslanden (5,11 ha; 25,7%). Kenmerkend voor de beekerdgronden is dat deze in de bovengrond ijzerhoudend of zelfs ijzerrijk zijn. Bij een deel, grenzend aan de beekleiggronden komt ook een klei of zaveldek voor (toevoeging k..), waar de klei als het ware 'uitwigt' over het zand. Omdat deze klei ijzerrijk is, wordt hier ook de toevoeging f.. voor de code gebruikt. De bovengronden van de beekerdgronden zijn 17 tot 30 cm dik en bestaan uit zeer fijn (M50 = 110-115 µm) sterk tot zeer sterk lemig (25-40 % < 50 µm) zand. Dit zand is iets lutumhoudend (5 - 10% < 2 µm). Vanwege het lutum hebben de bovengronden een bruine kleur (Figuur 3.1). De ondergrond bestaat uit iets minder fijn zand (M50 = 120 - 140 µm) met 12 - 30 % leem. Hierin kunnen ook kleiige en sterk roestige lagen voorkomen.



Figuur 3.1 Bruine beekerdgrond met een kleiige bovengrond (ktbZg35).

tbZg37 Bruine beekerdgronden in zeer sterk lemig, zeer fijn zand (Boring 6)

Dit zijn lemiger gronden dan tbZg35, die voor het overige sterk op deze eenheid lijken. Zij komen vooral in het noordelijk deel van het gebied voor. Zij zijn ijzerrijk en hebben een klei of zaveldek (fk.. voor de code).

cbZg35 Bruine beekerdgrond met een matig dikke bovengrond in sterk lemig, zeer fijn zand (Boring 10, 11, 14, A1, A2, A3, C3)

Deze beekerdgronden komen zowel in de graslandjes als in het bos voor. Zij zijn vergelijkbaar met het type (tbZg35), maar verschillen hiervan door een dikkere bovengrond (30–50 cm). Deze is meestal ca. 35 cm dik, iets minder lemig (20–35% < 50µm) en minder lutumhoudend (< 6% lutum). In het bos en kopje in de Grote weide liggen ze beduidend hoger dan in de schraalgraslanden. De graslanden zijn opgehoogd met niet-lutumhoudend materiaal van elders (evenals delen van de cZn33-eenheid). Voor de hogere eenheden is dit niet duidelijk; hier lijkt de dikke bovengrond mede beïnvloed door bosbouwkundige bewerking in het verleden.

tZn35 Gooreerdgrond met een dunne bovengrond in sterk lemig, zeer fijn zand

De gooreerdgronden komen voor in de binnenbocht van de meander en kenmerken zich door de geringe dikte van de bovengrond en als gevolg van het wat lagere maaiveld, het ondieper voorkomen van de hydromorfe kenmerken, in vergelijking met cZn33.

cZn33 Gooreerdgronden met matig dikke bovengrond in zwak lemig tot sterk lemig zand

Deze eenheid is beperkt tot het gebied binnen de meander. Deze bodems lijken sterk op cbZg35, maar zijn iets dieper gedraineerd door hun wat hogere ligging en bevatten in het algemeen net wat minder leem. De hydromorfe vlekking komt hier iets dieper dan 50 cm onder maaiveld voor waardoor ze net buiten de definitie van de beekerdgronden vallen. De matig dikke bovengrond is net als in een deel van de graslanden in een ver verleden opgehoogd. Dit wijst op het gebruik als hooiland in het verleden, zoals wordt bevestigd door oud kaartmateriaal (zie § 2.4 en Bijlage 1).

Beekleiggronden (.Rn.)

De klei en zavelgronden in de oude beeklopen kenmerken zich naast de dominante klei- of zavelaag door het voorkomen van een duidelijke ijzeraanrijking in het profiel (toevoeging f...) en plaatselijk door het voorkomen van een fijngrindige tussenlaag. De meander in het westen is iets minder nat dan de laagte met broekbos (de geschatte Gt bevindt zich rond de overgang van wIa/IIa getuige de grondwaterstandsmeting van buis 194 van 1986 tot 2006; er valt overigens te verwachten dat na de onlangs getroffen hydrologisch herstelmaatregelen op veel plekken de grondwatertrap wIa heerst). De moerige laag in deze meander is in het algemeen zeer dun of ontbreekt zelfs. Door de kleiige bovengrond en waarschijnlijk ook kwelinvloed zijn de omstandigheden voor veenvorming ongunstig. In de meest noordelijke (boring 20) en de zuidoostelijke oude loop (in de Grote weide) is de gemiddelde grondwaterstand nog wat lager (GT IIIa). Ook hier is er vrijwel geen sprake van een moerige laag. Op de iets hoger flanken langs de oude loop ontbreekt in het zuidoosten de ijzerrijke tussenlaag (De Waal en Van Delft 20015; boring C4).

tRn32C Leekeerdgronden in kalkloze zware zavel met een minerale eerdlaag, roest en grijze vlekken binnen 50 cm en zand beginnend binnen 80 cm -mv. (boring 20, C1, C2, C4, C5, C7, C8 en C9)

De leekeerdgronden worden aangetroffen in de laagste delen van het gebied die in het verleden gevrijwaard gebleven zijn van overstuiving. Ze zijn vooral aangetroffen op het zuidoostelijke grasland (Grote weide) en onder bos in een oude rivierloop in het noordwestelijk gedeelte. Ze komen voor in en langs in geulen in het dekzand en beekafzettingen waarin een pakket zavel van 40 tot 80 cm, plaatselijk zelfs tot 95 cm dikte is afgezet. Het lutumgehalte varieert van 9 tot 25%. Meestal is de klei ijzerrijk en kunnen ijzer- en mangaanconcreties voorkomen. Het zand onder het kleipakket bestaat uit fluvioperiglaciaal zand en zandige beekafzettingen

tRn52C Leekeerdgrond in kalkloze lichte klei met een minerale eerdlaag, roest en grijze vlekken binnen 50 cm en zand beginnend binnen 80 cm -mv.

De kleiige leekeerdgronden zijn beperkt tot de oude meander. Het kleigehalte is iets hoger dan bij de eenheid tRn32C (25-30%). Plaatselijk komt er een fijn-grindige tussenlaag voor. Zij zijn allemaal ijzerrijk (toevoeging f...).

Associatie van enkelvoudige kaarteenheden

bZg35/Hn33 Associatie bruine beekerdgronden/veldpodzolgronden in sterk lemig, zeer fijn zand

Op de oorspronkelijke Bodemkaart van het gebied van Mekkink (2004) zijn in het westelijke deel van het gebied eenheden met laaggelegen veldpodzolen onderscheiden. In de praktijk blijkt het veelal om heterogene eenheden te gaan met een duidelijk microreliëf, waarbij alleen op de hoogste delen sprake is van veldpodzolontwikkeling. Deze ontwikkeling is bovendien veel minder duidelijk dan in het oostelijk deel van het Liefstingsbroek (zie onder). In de relatief lage delen van deze samengestelde eenheid worden beekerdgronden aangetroffen (zie boven). Deze associatie is onder invloed van recente hydrologische maatregelen vernat; plaatselijk zijn in de lage delen zelfs dunne initiële semi-terrestrische strooisellagen aangetroffen.

3.3 Grondwatertrappenkaart

Tabel 3.2 Gehanteerde indeling en oppervlakteverdeling voor de grondwatertrappen in het Liefstingsbroek.

Gwt	Gemiddelde Grondwaterstand		Toevoeging	Oppervlakte (ha)	Percentage (%)
	GHG	GLG			
Water	-	-		0.05	0.3
wIa	< 0	< 50	w	1.48	7.5
wI/IIa	< 0	< 60	w	0.72	3.6
wIIa	< 0	50 - 80	w	1.36	6.9
IIa	< 25	50 - 80		0.50	2.5
IIIa	< 25	80 - 120		6.03	30.3
IIIb	25 - 40	80 - 120		3.49	17.5
Vbo	25 - 40	120 - 180		4.17	21.0
VIId	40 - 80	> 180		2.06	10.4
Totaal				19.87	100.0

Op basis van de veldschattingen van Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG) en gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG), peilbuisgegevens en het reliëf (AHN) hebben we de grondwatertrappen in kaart gebracht volgens de indeling voor grootschalige karteringen (Ten Cate et al. 1995a). De grondwatertrappenkaart is opgenomen in Bijlage 4. In Tabel 3.2 is de indeling weergegeven met de gekarteerde oppervlakte per eenheid. Het grootste deel van het Liefstingsbroek heeft een vochtige grondwatertrap IIIa t/m Vbo. In de laagtes worden de nattere gronden gevonden met grondwatertrap I en II. Vaak hebben deze ook de toevoeging w.. gekregen voor gronden die in de winterperiode ten minste één maand onder water staan. Vaak is dat ook in het voorjaar en zomer nog enige tijd het geval. In de broekbossen met grondwatertrap wIa blijft in de lage delen tussen de eilandjes waarop de bomen staan het water vrijwel permanent boven maaiveld staan (zie beschrijving bodemeenheid vWk in § 3.2. In de oude meander bevindt de GLG zich rond 50 cm -mv. Daarom is hier een associatie van grondwatertrap wIa en wIIa aangegeven. De GLG is dan ondieper dan 60 cm.

3.4 Landschappelijke bodemkaart: FG-typen en Fysiotopen

De gedetailleerde bodemkaart van het Liefstingsbroek is gebruikt om een landschappelijke bodemkaart te maken. In Bijlage 5 zijn de Fysisch-geografische typen opgenomen zoals deze voorkomen in het Liefstingsbroek. De onderscheiden eenheden op het niveau van FG-series en de FG-typen die daarbinnen zijn onderscheiden staan in Tabel 3.3. Deze eenheden geven de bodemkundig-hydrologische situatie weer ten tijde van de bodemvorming. Inmiddels is er het nodige veranderd aan de hydrologie en heeft op een deel van de bodems bemesting plaatsgevonden. Voor de verdere analyse hebben we daarom een aantal FG-typen volgens Tabel 3.4 onderverdeeld naar grondwatertrap en vóór bemesting. Deze eenheden noemen wij fysiotopen. Er zijn vier fysiotopen onderscheiden voor de hogere delen van het Liefstingsbroek (H1 t/m H4), vier op de overgang van hoog naar laag (M1 t/m M4) en vier in de lagere, natte delen (L1 t/m L4). Voor enkele fysiotopen is onderscheid gemaakt voor bemeste delen (toevoeging m) of een verdroogd deel (toevoeging d).

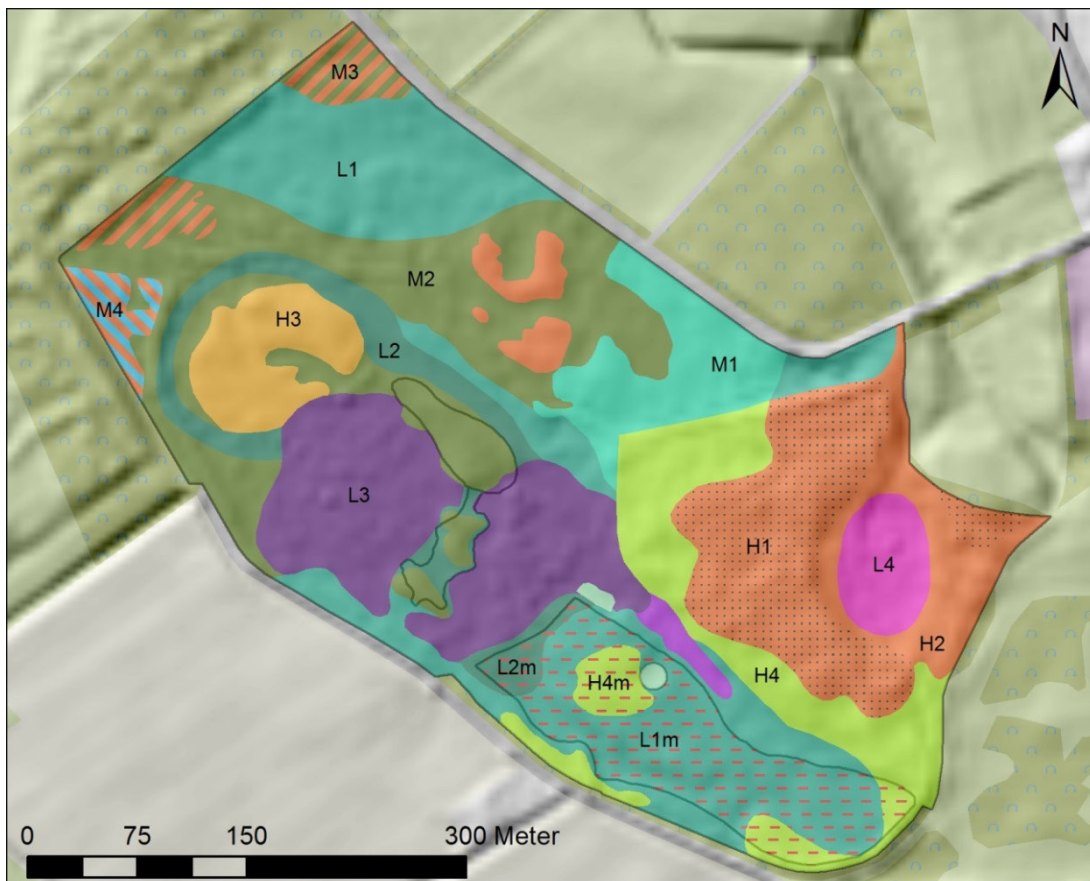
De verbreiding van de Fysiotopen is weergegeven in Figuur 3.2. De relatie van de fysiotopen met andere beschreven factoren wordt gegeven in de volgende paragrafen en in de systeembeschrijving in § 7.1, waarin de fysiotopen ook meer in algemene zin besproken worden. Voor de beschrijving van de FG-series en FG-typen verwijzen wij naar de publicaties over de Landschapsleutel (Kemmers et al. 2011; Van Delft et al. 2015).

Tabel 3.3 Fysisch-geografische eenheden in het Liefstingsbroek.

FG serie	FG type	Omschrijving
HzDL		Lemige dekzandgebieden en dekzand op leem
	PS011	Atmotrofe vochtige zandgronden
HzDV		Vochtige dekzandlaagten
	PS011	Atmotrofe vochtige zandgronden
	PS012	Minerotrofe zandgronden met lateraal toestromend zacht grondwater
	PS013	Lithotrofe zandgrond gevoed door matige kwel
	PS013/011	Associatie Lithotrofe zandgrond gevoed door matige kwel met Atmosrofe vochtige zandgronden
HzBG		Geïsoleerde beekdalen
	PS007	Atmotroef (hoog)veen
HzBV		Benedenlopen en lemige beekvlakten
	PS014	Beek- of rivierkleien gevoed door lokale zwakke kwel
	PS014/011	Associatie van Beek- of rivierkleien gevoed door lokale zwakke kwel met Atmosrofe vochtige zandgronden
	PS014V	Beek- of rivierkleien gevoed door lokale zwakke kwel met een moerige bovengrond
W		Water


Tabel 3.4 Onderverdeling van de Fysisch-geografische eenheden (FG-serie en FG-Type) naar Fysiotopen, op basis van grondwatertrap (Gt).

FG serie	FG type	Gt	Fysiotop	Omschrijving	Boring	Opp
HzDL Lemige dekzandgebieden en dekzand op leem						
	PS011	VIId	H1	Dekzandrug met atmosferische vochtige zandgronden	13 16 17 18	2.06
HzDV Vochtige dekzandlaagten						
	PS011	IIIb	H2	Dekzandflank- of kop met atmosferische vochtige zandgronden	19	0.81
		Vbo				0.31
	PS012	IIIa	M2	Dekzandlaagte met vochtige lithotrofe zandgrond met zwakke kwel		0.18
		Vbo	H3	Dekzandkop met verdroogde minerotrofe zandgronden	2	0.79
	PS013	IIIa	M2	Dekzandlaagte met vochtige lithotrofe zandgrond met zwakke kwel	A1 A2 B1 B3	1.79
		IIIb			A3	1.26
		Vbo	H4	Dekzandflank- of kop met verdroogde lithotrofe vochtige zandgronden (H4m: bemest)	C3 10 11 14	2.03
	PS013/011	IIIb	M3	Associatie van vochtige atmosferische zandgronden en licht verdroogde lithotrofe zandgronden	3	0.56
HzBG Geïsoleerde beekdalen						
	PS007	IIa	L4	Geïsoleerde laagte met verdroogd atmosferisch veen	24	0.50
HzBV Benedenlopen en lemige beekvlakten						
HzBV	PS014	wI/IIa	L2	Natte beekkleien gevoed door lokale matige kwel		0.72
		wIIa			B2 C1 C2 22	0.36
					23	
		IIIa	L1	Vochtige beekkleien gevoed door lokale zwakke kwel (L1m: Bemest)	6 20 C4 C5 C6	3.68
		IIIb			C7 C9	
		Vbo	M1	Hoge welvingen met beekklei zonder kwelinvloed	8 9	0.83
	PS014V	wIa	L3	Moerige grond op beekkleien gevoed door lokale zwakke tot matige kwel	7 21	1.49
		wIIa				1.00
		IIIa	L3d	Idem verdroogd	15	0.13
	PS014/011	IIIa	M4	Associatie van vochtige atmosferische zandgronden en beekklei	1	0.24
Overig						
	W	-	W	Water		0.05
Eindtotaal						19.87



Legenda

HzDL Lemige dekzandgebieden en dekzand op leem


 H1 Dekzandrug met atmotrofe vochtige zandgronden


HzDV Vochtige dekzandlaagten


 H2 Dekzandflank- of kop met atmotrofe vochtige zandgronden

 H3 Dekzandkop met verdroogde minerotrofe zandgronden


 H4 Dekzandflank- of kop met verdroogde lithotrofe vochtige zandgronden

 H4m Dekzandflank- of kop met verdroogde lithotrofe vochtige zandgronden (bemest)


 M2 Dekzandlaagte met vochtige lithotrofe zandgrond met zwakke kwel


 M3 Associatie van vochtige atmotrofe zandgronden en licht verdroogde lithotrofe zandgronden

HzBG Geïsoleerde beekdalen

 L 4 Geïsoleerde laagte met verdroogd atmotroof veen

HzBV Benedenlopen en lemige beekvlakten

 M1 Hoge welvingen met beekklei zonder kwelinvloed

 M4 Associatie van vochtige atmotrofe zandgronden en beekklei


 L1 Vochtige beekkleien met lokaal zwakke kwel

 L1m vochtige beekkleien met lokaal zwakke kwel (bemest)

 L2 Natte beekkleien gevoed door lokale matige kwel

 L2m Natte beekkleien gevoed door lokale matige kwel (bemest)

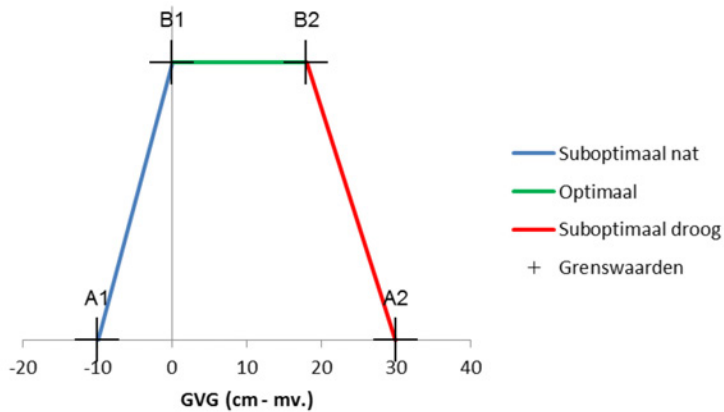
 L3 Moerige grond op beekkleien gevoed door lokale zwakke tot matige kwel

 L3d Moerige grond op beekkleien gevoed door lokale zwakke tot matige kwel (verdroogd)

Figuur 3.2 Fysiotopekaart van het Liefstingsbroek, als onderverdeling van FG-typen.

3.5 Abiotische randvoorwaarden habitattypen

Om de huidige abiotische condities binnen de fysiotopen te kunnen vergelijken met de abiotische randvoorwaarden voor een habitatype, hebben we vooral gebruikgemaakt van de abiotische randvoorwaarden zoals deze zijn geformuleerd in Waterlood (Runhaar & Hennekens 2014). Voor elk habitatype is voor een aantal standplaatskenmerken grenswaarden aangegeven waarmee de optimale condities bepaald zijn (de groene lijn in Figuur 3.3); de grenswaarden worden dan aangeduid met B1 en B2. Daarnaast zijn er ook nog bereiken aangegeven waarbij het type wel kan voorkomen, maar waarbij de condities suboptimaal zijn (A1 – B1, blauwe lijn; B2 – A2, rode lijn). Buiten dit bereik (A1 – A2) zijn de omstandigheden ongunstig en is het voorkomen van een type onwaarschijnlijk. Voor de habitattypen in het Liefstingsbroek zijn in Tabel 3.5 de grenswaarden voor de belangrijkste randvoorwaarden opgenomen.



Figuur 3.3 Schematisch voorbeeld van de realisatiekansen voor een habitatype (H6410) bij de randvoorwaarden voor dat type (GVG).

Tabel 3.5 Abiotische randvoorwaarden voor de Habitattypen volgens Waterlood (Runhaar & Hennekens 2014). De waarden -999 en 999 betekenen dat er geen ondergrens of bovengrens is voor de betreffende randvoorwaarde. Voor zuurgraad zijn de klassengrenzen gebruikt volgens de ecologische vereisten voor habitattypen (Runhaar et al. 2009).

		Grenswaarden			
		A1	B1	B2	A2
GVG	H6410	-10	0	18	30
cm - mv.	H91E0C	-30	2	27	80
	H9160A	20	43	999	999
	H9120	30	69	999	999
GLG	H6410				
cm - mv.	H91E0C	-999	-999	48	70
	H9160A				
	H9120				
DSTRESS	H6410	-999	-999	2	12
Dagen/jaar	H91E0C				
	H9160A	-999	-999	18	25
	H9120	2	17	999	999
Zuurgraad	H6410	6.8	6.1	4.1	3.5
pH-KCl	H91E0C	14	6.8	4.8	2.8
	H9160A	7.5	6.1	3.5	2.8
	H9120	4.1	4.1	0	0

Naast de abiotische randvoorwaarden uit Waterlood hebben wij gebruikgemaakt van referentiewaarden uit eigen onderzoek (Beets et al. 2000/2005; Van Delft 2013; Kemmers et al. 2011; De Waal & Van Delft 2015).

4 Abiotische condities: Bodem

4.1 pH-profielen en zuurbuffering

4.1.1 pH-profieltypen

Bij de profielbeschrijvingen is ook het pH-profiel opgenomen door op 10 à 11 dieptes (2, 5, 15, 25, 35, 55, 75, 95, 115 en indien mogelijk 135 cm en 155- mv.) de pH van het bodemmateriaal te bepalen met indicatorstrookjes (Tabel 4.1). Deze informatie is gebruikt om te bepalen of eventuele kwel ook van invloed is in de wortelzone en om het verloop van de pH met de diepte te vergelijken met pH-profielen op referentielocaties voor kwelgevoede Eiken Haagbeuken bos (Habitattype H9160A). Voor het bepalen van de zuurbuffer is tevens de calciumverzadiging beoordeeld. De pH is representatief voor de bodemmatrix en daardoor vrijwel niet seizoensafhankelijk in tegenstelling tot de pH van het bodemwater. Voor de pH-profielen onder grasland wordt verwezen naar De Waal & Van Delft 2014.

Tabel 4.1 Veldbepalingen van de pH met indicatorstrookjes. In blauw is de geschatte diepte van de GLG aangegeven.

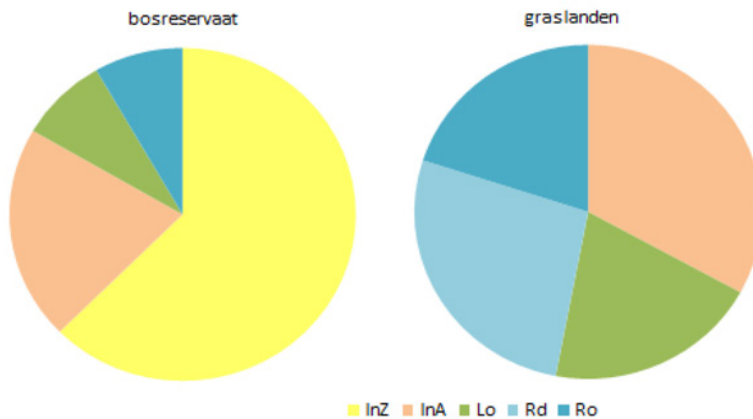
Boring	Diepte (cm – mv.)											pH-profieltype
	2	5	15	25	35	55	75	95	115	135	155	
1	3.4	3.8	3.9	4.0	4.0	4.0	4.2	4.2	4.2	4.3		InZ
2	3.5	3.6	3.5	4.3	4.3	4.2	4.0	4.5	4.6	4.6		InA
3	3.7	3.7	3.8	3.8	3.8	3.9	4.0	4.0	4.2	4.2		InZ
5	3.6	3.6	3.6	4.0	4.0	4.1	4.2	4.2	4.2	4.4		InZ
6	4.0	4.0	4.0	4.2	4.2	4.2	4.7	4.6	4.8	4.8		InA
7	4.1	3.9	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.8	4.7	4.7		InA
8	3.7	3.9	4.0	4.0	4.2	4.2	4.2	4.2	4.4	4.2		InZ
9	3.8	3.6	3.8	4.0	4.0	4.0	4.0	4.2	4.5	4.5		InA
10	2.8	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.5	4.0	4.0	4.0	4.0	InZ
11	3.2	3.4	4.0	4.0	4.5	5.0	5.2	5.3	4.3	4.3		Lo
12	3.5	3.6	4.0	4.0	4.2	4.2	4.3	4.3	4.2	4.2		InZ
13	3.0	3.0	2.8	3.0	3.0	3.0	4.0	4.0	4.2	4.2	3.7	InZ
14	3.5	3.5	4.0	4.2	4.2	4.3	4.3	4.2	4.0	4.0		InZ
15	3.2	3.0	3.0	3.2	3.5	3.8	4.0	4.0	4.0	4.0		InZ
16	3.0	2.8	3.0	3.0	3.7	3.9	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	InZ
17	3.5	3.0	3.0	3.2	3.4	4.0	4.0	4.0	4.0	3.9	4.0	InZ
18	3.1	3.7	3.5	3.8	4.2	4.1	4.1	4.2	4.0	4.2		InZ
19	2.8	3.0	3.0	2.9	3.5	3.5	4.0	4.2	4.0	4.0	4.0	InZ
20	4.0	4.0	4.2	4.2	4.3	4.3	4.5	4.5	4.5	4.5		InA
21	4.2	4.2	4.2	4.3	4.5	5.2	5.3	5.3	5.3	5.3		Lo
22	4.2	4.2	4.3	4.3	4.5	5.1	5.2	5.5	5.5	5.2		Ro
23	4.0	4.0	4.2	4.9	5.1	6.3	6.5	6.5	6.5	6.5		Ro
24	3.2	3.1	3.1	3.2	3.5	3.8	4.0	4.0	4.0	4.0		InZ

De pH-profielen geven een indicatie voor het voorkomen van kwel in de wortelzone. Hiervoor is een sleutel afgeleid waarmee op basis van de pH-waarden op verschillende diepten bepaald wordt of kwel voorkomt en van invloed is in het profiel (Tabel 4.2). De 24 beschreven boringen zijn volgens deze sleutel ingedeeld bij de in Tabel 4.2 omschreven pH-profieltypen. De verdeling van de verschillende pH-profieltypen in het bosreservaat en in de graslanden is weergegeven in Figuur 4.1. Duidelijke kwelinvloed is nergens aanwezig. Bij twee profielen (in de oude meander) is sprake van kwelinvloed met een ondiepe tot diepe regenwaterlens (Ro, Rd); in twee andere locaties van enige lokale kwel van zwak gebufferd water (Lo). Dat is het geval in het broekbos en in een van de hoger gelegen beekerdgronden onder bos.

Onder de graslanden zijn in 2014 een zevental profielen aangetroffen met in de ondergrond pH-waarden voor rond 5,5, wat kan duiden op enig gebufferd grondwater. In al deze profielen blijven de pH-waarden in het bovenste deel van het profiel laag, wat toegeschreven kan worden aan een neerslaglens. Bij twee profielen is dit een ondiepe (Ro) en bij vijf profielen een diepe neerslaglens (Rd). Verreweg de meeste profielen hebben in het bosreservaat een infiltratiekarakter; deels door een relatief diepe grondwater-trap, deels door een invloed van regenachtig grondwater (d.w.z. gebrek aan basenhoudende kwel).

Tabel 4.2 Criteria voor het bepalen van pH-profieltypen op basis van het pH-verloop met de diepte.

Maximale pH in dieptetraject			pH-profieltype	
> 20 cm	20 cm - GLG	0 - 20 cm	Code	Omschrijving
≥ 5,5	≥ 5,5	≥ 5,0	Kw	Kwel-invloed in wortelzone
		< 5,0	Ro	Kwel-invloed aanwezig, ondiepe regenwaterlens
		< 5,5	Rd	Kwel-invloed aanwezig, diepe regenwaterlens
< 5,5	≥ 5,0		Lo	Mogelijk lokaal kwelwater, zwak gebufferd
	4,5 - 5,0		InA	Basenarm infiltratieprofiel
	< 4,5		InZ	Zuur infiltratieprofiel

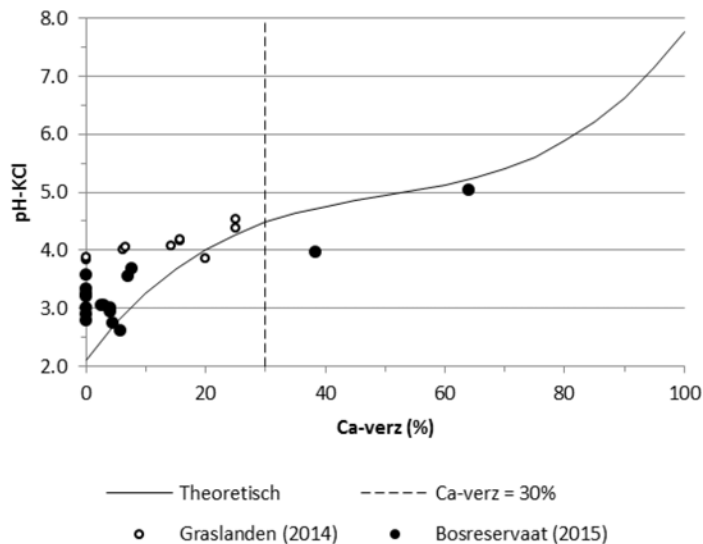


Figuur 4.1 Percentages van de diverse pH-profieltypen in het bosreservaat (links) en de graslanden (rechts; De Waal & Van Delft 2014).

4.1.2 Zuurbuffering

Een belangrijke indicator voor de zuurbuffer in kalkloze bodems is de calciumverzadiging. Bij aanwezigheid van kalk wordt de zuurgraad door het oplossen van kalk gebufferd rond pH-KCl = 7. Bij afwezigheid van kalk is uitwisseling van basische kationen (vooral Ca^{2+}) aan het adsorptiecomplex tegen de zure waterstofionen het belangrijkste zuurbufferend mechanisme. Het adsorptiecomplex wordt gevormd door licht negatief geladen bodemdeeltjes, vooral kleideeltjes en organische stof. Omdat de bodems in Liefstingsbroek vrij veel klei en organische stof bevatten, is de adsorptiecapaciteit (Cation Exchange Capacity CEC) vrij hoog. De mate waarin deze benut wordt door geadsorbeerde calciumionen is de calciumverzadiging. Bij calciumverzadiging tussen 30 en 70% wordt de zuurgraad gebufferd rond pH-KCl = 4,5 - 5,5. Als door zuurinput en het uitblijven van aanvoer van nieuwe calciumionen uit kwelwater de calciumionen verdrongen worden door waterstofionen, neemt de calciumbezetting en daarmee de zuurbuffer af. Wanneer deze daalt tot lager dan 30% wordt de zuurgraad niet langer gebufferd en zal de pH-waarde kunnen dalen. In Figuur 4.2 zijn de pH-KCl en calciumverzadiging van 17 monsters uit het bosreservaat en 10 monsters uit de graslanden uitgezet tegen het theoretisch verloop van de zuurbuffer zoals hiervoor is beschreven. Het blijkt dat bijna alle monsters een zeer lage calciumverzadiging en dus geringe zuurbuffer hebben. Ter vergelijking: in blauwgraslanden elders blijkt de calciumverzadiging te variëren van 25 tot 70% (Beets et al. 2000-2006). Op twee locaties (boring 22 en 23) is de zuurbuffer wel hoger (calciumverzadiging 64 en 39%). De ruimtelijke positionering van zowel de pH-profieltypen als de calciumverzadiging is weergegeven in Figuur 4.3.

Zuurbuffer bodem



Figuur 4.2 pH-KCl uitgezet tegen calciumverzadiging, in vergelijking met het theoretisch verloop van de zuurbuffer.

4.1.3 pH-profielen en fysiotoop

De verschillen tussen de fysiotoepen komen ook goed tot uiting in de pH-profielen. In Tabel 4.5 (§ 4.2) zijn deze samen met de humusvormen opgenomen. In Figuur 4.4, Figuur 4.5 en Figuur 4.6 zijn de pH-profielen uitgezet tegen het bereik van pH-profielen voor respectievelijk Eiken-Haagbeukenbos, Elzenbroekbos en Blauwgrasland.

Dekzandrug met atmotrofe vochtige zandgronden (H1)

De pH-profielen vertonen een verloop volgens het InZ-type (zie Tabel 4.2). De pH, gemeten met indicatorstrips, komt in het gehele onderzochte profiel (130 tot 200cm diep) niet of nauwelijks boven de pH 4.0 (zie Figuur 4.4). Een duidelijke indicatie dat er weinig buffering plaatsvindt door het sterk lemige moeder materiaal en dat er geen aanvoer van basenhoudend grondwater plaatsvindt. Het pH-profiel voldoet niet aan de vereisten van een Eiken-Haagbeukenbos.

Dekzandflank of -kop met atmotrofe vochtige zandgronden (H2)

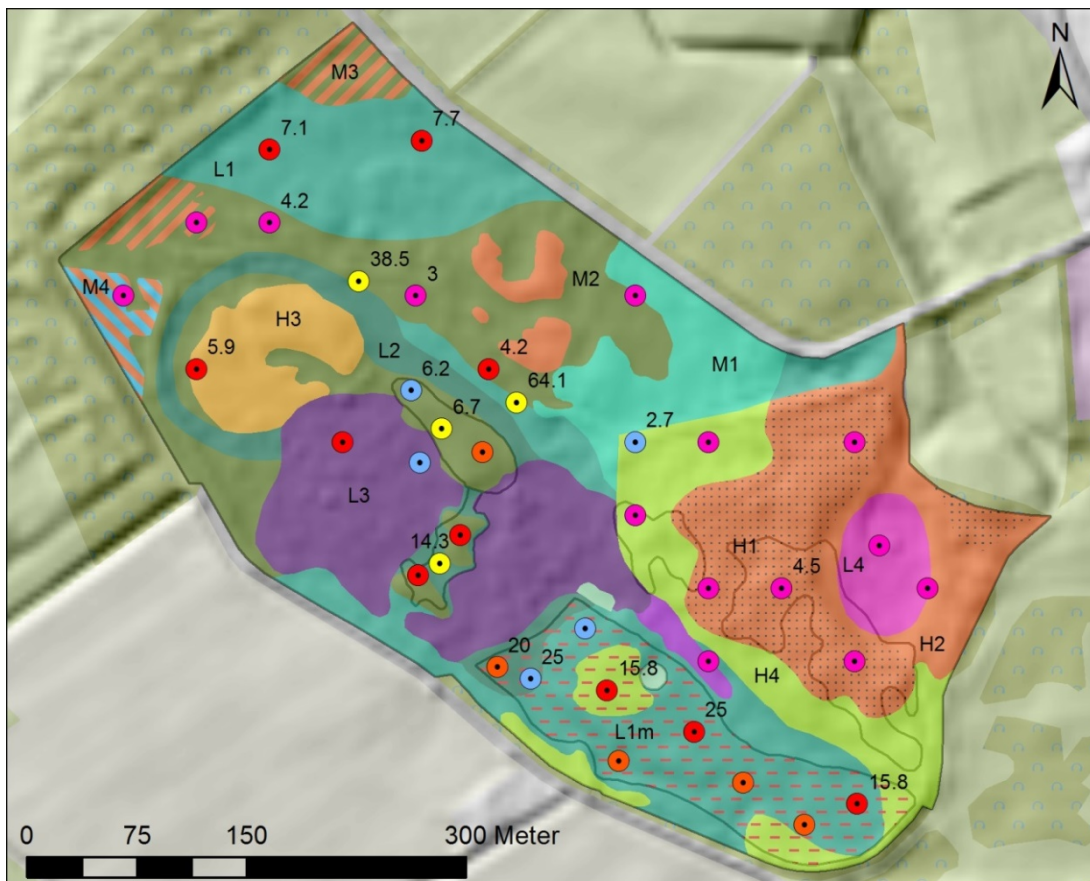
Ondanks de gemiddeld hogere grondwaterstanden op deze standplaatsen behoren de pH-profielen hier eveneens tot het InZ-type. Het moeder materiaal is hier minder lemig en het grondwater heeft een regenwaterachtig karakter door het vrijwel ontbreken van invloed van basenhoudend grondwater. Het pH-profiel doet niet aan de vereisten van een Eiken-Haagbeukenbos (zie Figuur 4.4).

Dekzandkop met verdroogde minerotrofe zandgronden (H3)

Het pH-profiel op deze standplaats vertoont diep in het profiel een pH van net boven de 4.5 (type InA). Hieruit valt te concluderen dat diep in het profiel een zwakke invloed van basenhoudend grondwater plaatsvindt. Deze heeft echter niet of nauwelijks invloed op de wortelzone. De pH-profielen van het InA-type voldoen, evenals het InZ-type niet aan de vereisten van een Eiken-Haagbeukenbos (zie Figuur 4.4).

Dekzandflank- of kop met verdroogde lithotrofe vochtige zandgronden (H4, H4m)

De pH-profielen behoren grotendeels tot het arme infiltratietype. Op een enkele plek (punt 11) is er sprake van enige invloed van basenhoudend grondwater (type Lo) dat in ieder geval de wortelzone van bomen kan bereiken. Uit Figuur 4.4 blijkt dat een dergelijk pH-profiel een grensgeval vertegenwoordigt wat betreft de profieleisen voor Eiken-haagbeukenbos. Onder grasland (De Waal & en Van Delft, 2014) is de invloed van basenhoudend grondwater groter en hoort het pH-profiel eveneens tot het Lo-type en lijkt daarmee slechts marginaal te voldoen aan de eisen van een Blauwgrasland.



Legenda

pH profieltype en calciumverzadiging

- Lo Mogelijk lokaal kwelwater, zwak gebufferd
- Ro Kwel-invloed aanwezig, ondiepe regenwaterlens
- Rd Kwel-invloed aanwezig, diepe regenwaterlens
- InA Basenarm infiltratieprofiel
- InZ Zuur infiltratieprofiel

Figuur 4.3 pH-profieltypen en calciumverzadiging binnen de Fysiotopten (zie Figuur 3.2). Het cijfer naast de boorpunten is de calciumverzadiging.

Hoge welvingen met beekklei zonder kwelinvloed en vochtige dekzandlaagten met zwakke kwel (M1, M2)

Het verloop van de pH op deze fysiotopten verlopen onder bos in het algemeen volgens het InZ-type. Dat wil zeggen dat er sprake van infiltratie is waarbij de pH nergens in het profiel boven pH 4,5 komt. Op een enkele plek is er sprake van enige invloed van basenhoudend grondwater (type Lo) dat in ieder geval de wortelzone van bomen kan bereiken. Uit Figuur 4.4 blijkt dat een dergelijk pH-profiel een grensgeval vertegenwoordigt wat betreft de profieleisen voor Eiken-Haagbeukenbos.

In de graslanden getuigen de pH-profielen van een betere basenvoorziening en daarmee van een grotere invloed van basenhoudend grondwater. De meeste behoren tot het Lo-type. Plaatselijk kan zelfs een kwelprofiel met een ondiepe regenwaterlens aangetroffen worden (Ro). Deze betere basenvoorziening is deels terug te voeren op hogere grondwaterstanden.

Tabel 4.3 pH-profielen gerangschikt naar fysiotoop.

	Fysiotoop	Habitat type/land-gebruik	Gt	Diepte ijzer	pH-profiel	Calciumverzadiging 0-15 cm
H1	Lemige dekzandgebied met atmotrofe vochtige zandgronden	H9120	VIId	80-90	InZ	< 5
H2	Dekzandflank- of kop met atmotrofe vochtige gronden	H9120	Vbo	-	InZ	< 5
H3	Dekzandkop met verdroogde minerotrofe zandgronden	bos	Vbo	45-55	InA	5-10
H4	Dekzandflank- of kop met atmotrofe vochtige gronden	H9120	Vbo	45-55	InZ (Lo)	<5
H4m	idem bemest	grasland	Vbo	50-60	Lo	5-20
M1	Hoge welvingen met beekklei zonder kwelinvloed	H9120	IIIb	60-80	InZ	<5
M2	Dekzandlaagte met vochtige lithotrofe zandgrond met zwakke kwel	H9120/ (H9160)	IIIa	70-90	InZ	<5
M3	Associatie van vochtige atmotrofe zandgronden en licht verdroogd lithotrofe zandgronden	H9120/ H9160A	IIIb	50-60	InZ (InA)	<5
M4	Associatie van vochtige atmotrofe zandgronden en beekklei	H9120	IIIb	50-60	InZ (InA)	<5
L1	Vochtige beekkleien met lokaal zwakke kwel	H9120/ H9160A	IIa-Vbo	25-90	InA-InZ	0-15
L1m	idem, bemest	grasland	IIIa	20-35	Rd (Ro-InA)	0-25
L2	Natte beekkleien gevoed door lokale matige kwel	bos	I-IIa	10-25	Ro-Rd	35-70
L2m	idem, bemest	grasland	IIa	15-45	Rd	20-35
L3	Moerige gronden op beekklei gevoed door lokale zwakke tot matig kwel	broekbos	Ia	-	Lo, InA	n.b.
L3d	idem, verdroogd	H9120	IIIa	90	InZ	< 5
L4	Geïsoleerde laagte met verdroogd atmotroef veen	open bos	IIa	-	InZ	n.b.

De associaties met veldpodzolen (M3, M4)

De pH-profielen behoren in het hoge deel tot het arme infiltratietype. In de lage gedeelten zijn geen pH-profielen bepaald. Het is mogelijk dat hier plaatselijk een iets rijker infiltratietype voorkomt.

Benedenlopen en lemige, kleiige beekvlakten (L1, L2)

Op deze standplaatsen onder bos is er een duidelijk verschil in pH-profiel tussen de vochtige en de natte varianten van deze standplaats. Op de vochtige standplaatsen varieert het pH-profiel van het infiltratietype InZ tot InA onder GT Vbo. Onder GT IIIa wordt alleen het wat rijkere infiltratietype (InA) aangetroffen. De natte variant van dit fysiotoop binnen het bosreservaat kenmerkt zich in het algemeen door een veel grotere invloed van basenhoudend grondwater (type Ro, Rd). Onder het grasland in het zuidwesten van Liefstingsbroek zijn in de natte variant eveneens standplaatsen van het Ro, Rd-type aan te treffen. De vochtige variant met Gt IIIa is hier echter basenrijker dan onder bos; naast het InA-type komen hier ook plekken voor die kwel indiceren (profieltypen Ro, Rd en Lo).

Benedenlopen en lemige beekvlakten met moerige gronden (L3)

De ondergrond van deze semi-terrestrische fysiotoopen is grotendeels dezelfde als bij standplaats L2. De pH-profielen van deze laagstgelegen, semi-terrestrische standplaatsen hebben wat afwijkende pH-profielen in vergelijking met standplaats L2. Kwelinvloed treedt hier niet op de voorgrond. Aan de randen met een dunne moerige laag wordt het Lo-type aangetroffen, terwijl in de meer moerige kern van het broekbos een gematigd infiltratieprofiel is ontwikkeld (InA). Dit komt enerzijds door laterale aanvoer van regenwaterachtig lokaal oppervlaktewater en anderzijds door de isolerende werking van het zich ontwikkelende veenpakket. De hogere pH's aan de randen van deze geïnundeerde standplaats kan samenhangen met het oppersen van grondwater (Jansen, 2000).

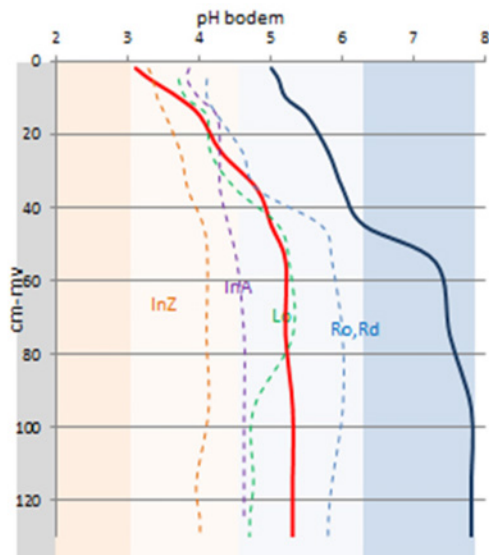
Geïsoleerde laagte met verdroogd atmotroof veen (L4)

In de natte tot zeer vochtige ovale laagte wordt de hydrologische isolatie goed beschreven door het zure infiltratieprofiel. Het pH-profiel vertoont een vrijwel recht verloop in het zeer zure traject.

4.1.4 pH-profielen en habitattypen

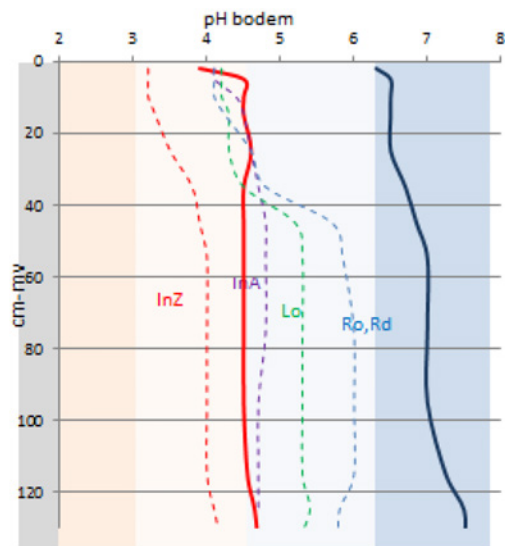
In deze paragraaf worden de in Liefstingsbroek aangetroffen pH-profiel typen vergeleken met de minimale en maximale pH-verlopen van enkele relevante habitattypen:

- Eiken-haagbeukenbossen (H9160A)
- Beekbegeleidende bossen (H91E0C)
- Blauwgraslanden (H6410)



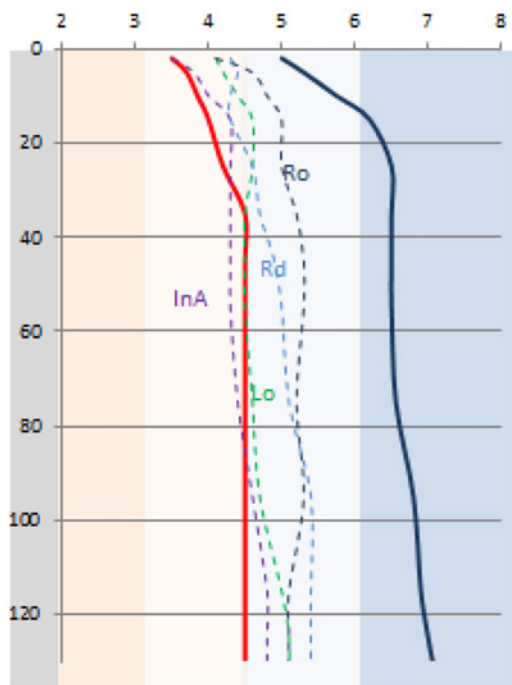
Figuur 4.4 Gemiddelde pH-profielen in vier clusters (onderbroken lijnen) van pH-profieltypen van de terrestrische standplaatsen in het bosreservaat vergeleken met referentieprofielen voor randvoorwaarden van Eiken-haagbeukenbossen. Ro = kwel met ondiepe tot diepe neerslaglengs, Lo = zwakke lokale kwel (groen), InA = basenarme infiltratie (paars), InZ = zure infiltratie oranje). De rode lijn geeft de zure limiet van de kwelgevoede Eiken-haagbeukenbossen, de blauwe lijn de basenrijke limiet (gebaseerd op gegevens van Beets et al. 1999-2006 en Hommel & De Waal, 2013-2015).

Alle relatief droge delen van het bosreservaat zijn vergeleken met de pH-marges van Eiken-haagbeukenbossen, al behoort het grootste deel actueel tot het minder kritische Beuken-eikenbos (behorend tot H9120). Uit Figuur 4.4 blijkt dat alleen de pH-profielen van standplaatsen met neerslaglengs (Ro en Rd) ruim binnen de marge vallen van Eiken-haagbeukenbossen. In dit kalkarme milieu is blijkbaar kwelinvloed een belangrijke voorwaarde voor het voorkomen van dit habitattype. Daarbij valt ook op dat de zuurgraad van de bovengrond van minder groot belang is dan in de korte vegetaties als Blauwgraslanden (zie hieronder). Binnen het bosreservaat komen deze omstandigheden alleen voor in en vlak langs de meander waarin bijna semi-terrestrische (Gt I en II) omstandigheden heersen. Het profieltype Lo bij punt 11 is een grensgeval. De infiltratietypen (InA, InZ) voldoen duidelijk niet aan de pH-voorwaarden van het Eiken-Haagbeukenbos. Opvallend is dat in het noordwestelijk deel van het bosreservaat het habitattype H9160A is vastgesteld. Gezien de pH-profielen variërend van InZ tot InA lijkt het huidige pH-profiel niet te voldoen aan de eisen van Eiken-haagbeukenbossen.



Figuur 4.5 Gemiddelde pH-profielen (onderbroken lijnen) van de semi-terrestrische standplaatsen in het bosreservaat vergeleken met referentieprofielen voor randvoorwaarden van Beekbegeleidende bossen (het Alnion deel). Ro = kwel met ondiepe tot diepe neerslaglens (blauw), Lo = zwakke lokale kwel (groen), InA = basenarme infiltratie (paars), InZ= zure infiltratie-oligotroof (rood). De rode lijn geeft de zure limiet van het Elzenbroekbos, de blauwe lijn de basenrijke limiet (gebaseerd op gegevens van Beets et al. 1999-2006 en Van Delft).

De semi-terrestrische standplaatsen met Gt I en II (of met moerige gronden) zijn vergeleken met de pH-profielen zoals die voorkomen in tot het Alnion behorende vegetatietypen (Figuur 4.5). Deze zijn op de habitatkaart (Figuur 1.2) slechts voor een klein deel (en abusievelijk) aangegeven als hoogveenbos, H91D0. Op deze standplaatsen voldoen de Ro-, Rd-, Lo- en zelfs InA-typen aan de pH-vereisten van een Elzenbroekbos. Het pH-profiel in type InZ laat een verloop zien dat duidelijk bij een oligotrofe standplaats hoort (zoals een hoogveenbos).



Figuur 4.6 Gemiddelde pH-profielen in vier clusters (onderbroken lijnen) van pH-profieltypen van de graslanden standplaatsen in het Liefstingsbroek vergeleken met referentieprofielen voor randvoorwaarden voor Blauwgraslanden. Ro = kwel met ondiepe tot diepe neerslaglens (donker blauw), Rd met diepe neerslaglens (licht blauw), Lo = zwakke lokale kwel (groen), InA = basenarme infiltratie (paars). De rode lijn geeft de zure limiet van Blauwgraslanden, de blauwe lijn de basenrijke limiet (De Waal & Van Delft 2014).

In Figuur 4.6 zijn de pH-profielen in de graslanden van Liefstingsbroek vergeleken met de vereisten voor Blauwgraslanden (H6410; zie ook De Waal & Van Delft 2014). De aangetroffen InA en Lo profielen zijn grensgevallen aan de zure kant. De profielen die op kwelinvloed wijzen Ro en Rd vallen duidelijk binnen de marges wat voor een blauwgrasland gebruikelijk is. Bij de Blauwgraslanden is de pH ondiep in het profiel door de ondiepere wortelzone van groter belang dan onder bos. Onder bos kunnen de relatief diep wortelende bomen de basenvoorraad in de bodem beter benutten. Uiteraard speelt hier boom- en struiksoort een belangrijke rol (Hommel et al. 2009).

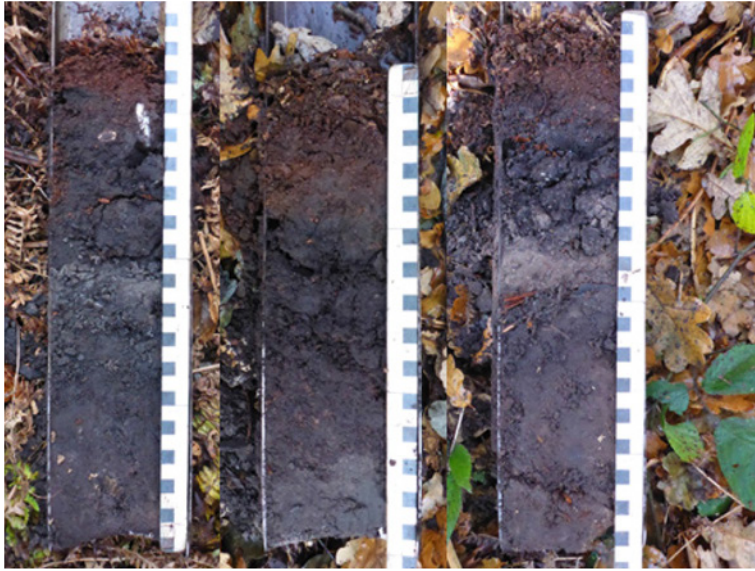
4.2 Humusprofielontwikkeling

De humusprofielontwikkeling in het bosreservaat wordt door vier factoren beïnvloed:

- de aard van het moedermateriaal
- de invloed van het grondwater
- de bosgeschiedenis
- de boomsoorten

Het moedermateriaal varieert van kalkloze leemhoudende zanden tot klei. Dit houdt in dat dankzij het leemgehalte de minerale bodem een zekere buffercapaciteit bezit dat hoort bij de ontwikkeling van zure tot matig zure moderachtige humusvormen met een matig hoge bodem-biologische activiteit van de mesofauna als springstaarten, mijten en potwormen en strooiselwormen. Onder deze omstandigheden is de snelheid van accumulatie van strooisel gematigd. Door de lange boshistorie van een groot deel van het terrein (zie § 2.4) zijn echter, ondanks deze matige accumulatiesnelheid, dikke mormoder strooiselpakketten ontstaan die zich kenmerken door dikke lagen amorfe humus (Hh-laag). De eerste tekenen van het ontstaan van zo'n amorfe laag zijn pas na zo'n veertig jaar zichtbaar. In het Liefstingsbroek varieert de dikte van deze Hh-laag van 4 tot 12 cm, wat op een vrijwel onafgebroken bosgeschiedenis van enkele honderden jaren wijst. Het ontstaan van deze H-laag wordt in het algemeen voorkomen of vertraagd door een hoog leemgehalte, de aanwezigheid van basenhoudend grondwater in de wortelzone en de aanwezigheid van boomsoorten met een relatief goed verteerbaar strooisel. De boomsoorten Beuk en Eik (met relatief slecht afbreekbaar strooisel) en een ondergroei van hulst en adelaarsvaren bevorderen de opbouw van de Hh-laag. Deze Hh-laag is een wezenlijk onderdeel van het oude bos op goed gedraineerde zandgronden. Ondanks de lage pH heeft de H-laag een belangrijke functie in de nutriënten- en vochtvoorziening van vooral arme bossen. N, P en Ca zijn sterk gebonden aan de relatief stabiele amorfe humus, waardoor de beschikbaarheid van deze nutriënten beperkt blijft. Daar waar in het Liefstingsbroek basenhoudend grondwater nog van invloed is in de (boom)wortelzone, blijven de mildere moder humusvormen de boventoon voeren en kan zelfs strooiselophoping achterwege blijven (mull en hydromull-vormen). Deze effecten zijn het sterkst onder boom- en struiksoorten met een goed afbreekbaar strooisel, zoals Es, Esdoorn en Hazelaar. In dit licht heeft de vernatting van het westelijk deel van het reservaat, afgezien van de invloed van de grondwaterkwaliteit, invloed op de verdere humusontwikkeling, doordat de sterfte van Es en Esdoorn groter is dan die van Eik.

In deze paragraaf wordt de humusontwikkeling in het bosreservaat per fysiotoop besproken. Voor de humusvormen in de graslanden wordt verwezen naar het rapport van het Liefstingsbroek van De Waal & Van Delft (2014).



Figuur 4.7 Oud-bosprofielen (Holtmormoders) onder eik en beuk met een ondergroei van adelaarsvaren. Onder de bruine F-horizont zit een dikke Hh-laag met, plaatselijk, daaronder een overgangslaag en een uitspoelingshorizont.

Dekzandrug met atmotrofe vochtige zandgronden (H1)

De humusontwikkeling in het Liefstingsbroek hangt naast het moedermateriaal ook sterk samen met de hydrologische situatie, maar vooral ook met de cultuurhistorische ontwikkeling. De hooggelegen standplaatsen (H1 H2 en H4) bestonden al in de zestiende eeuw grotendeels uit bos (zie § 2.4). De bodem vertoont sporen van beïnvloeding van de bovengrond die van voor en tijdens de bebossing stammen. Hierbij zijn dikke humushoudende bovengronden ontstaan (§ 3.2). De humusontwikkeling op deze deels sterk lemige zandgronden wordt gekenmerkt door de ontwikkeling van dikke, zwarte amorfe H-horizonten van 5 tot zelfs 12 cm dikte die op sommige plekken geleidelijk overgaan in het antropogeen beïnvloed dek. Onder de Hh-laag kan na lange tijd uitspoeling van disperse, amorfe humus plaatsvinden naar de minerale bovengrond, waardoor een donkere overgangslaag ontstaat met een organische stofgehalte van 12 tot 30%. Deze dikke Hh- en overgangslagen zijn ook bekend uit andere oude bossen als het Mantingerbos en het Norgerholt. Ze zijn ook onder weinig verstoorde oude heiden aan te treffen. De meeste van de humusvormen op deze standplaats behoren tot de holtmormoders (RDXt, zie Figuur 4.7) en zijn typisch voor oude bosgroeiplaatsen. Op het sterk lemige moedermateriaal vindt onder bos normaal een ontwikkeling naar matig zure milde moderachtige humusvormen plaats. Door de continue lange bosgeschiedenis (het bos wordt al in 1530 genoemd) waarin waarschijnlijk eik een rol gespeeld heeft, zijn deze dikke zure mormoders ontstaan. Op enkele plekken met een dikke humushoudende minerale horizont (Ah) zijn deze humusvormen als Mullmoders geclassificeerd; een wat ongelukkige benaming, omdat ze wat betreft ecologisch functioneren en chemische karakteristieken (Tabel 4.4) nauwelijks te onderscheiden zijn van de Mormoders, waartoe wij ze dan ook gerekend hebben. Zij zijn in Tabel 4.4 daarom tot de Holtmormoders gerekend. De Hh-horizonten kenmerken zich naast de zeer lage pH door een sterke binding van o.a. N, P en Ca aan het stabiele humuscomplex; dat wil zeggen dat de beschikbaarheid voor de ondergroei van N, P en Ca laag is. Bovendien is het vochthoudend vermogen van de H-laag hoog.

Tabel 4.4 Karakteristieken van de F-, H- en A- of O-horizonten van de humusvormen in het bosreservaat (indeling volgens Van Delft et al. 2006). Het gaat hier om gemiddelden. Tussen haakjes zijn in de F- kolom de waarden van de uiterst dunne L/F en of AOh-laag op de hydromull's vermeld.

Humusvorm	pH		OS%			C/N			C/P			Caverz.%	
	F	H	A,O	F	H	A	F	H	A	F	H		A
Mormoder	2.8	2.7	2.9	80	47	12.5	21.4	21.5	25.9	620	610	501	0.9
Moder	3.0	3.1	3.4	64	31	10.2	18.8	17.4	18.9	449	490	110	3.0
Mull			3.6			6.1			19.1			224	7.1
Hydromull (basenarm)			3.9			8.0	(17)		16.2	(260)		167	8.1
Hydromull (basenhoudend)			4.3			8.4	(16.8)		15.5	(230)		95	20.5
Mesimor			3.5			54.0			13.3			325	
Gliede-eerdmoder			2.8			79.1			28.3			661	

Tabel 4.5 Samenvattende kenmerken van humusprofielen en pH-profielen binnen de fysiotopen. Fysiootopcodes staan in § 3.4; humusvormcodes volgens Van Delft et al. 2006.

fysio-toop	GT	humus		dikte		pH			pH-profiel
		vorm	opbouw profiel	Hh	Ah,(O)	F(M)	H	0-15	
H1	VId	RDXt	Fa-Hr-Hh-Ah(a)-E	3-12	0-5	<2.8	<2.6	2.7-3.0	InZ
H2	Vb	RDXt	Fa-Hr-Hh-Ah-E	6	17	2.8	2.5	2.9	InZ
H3	Vbo	RDXh(LDh)	Faz-Hr-Ahe-AC	<3	10	3.0	3.2	2.6	InA
H4bos	Vbo	DXh,RDXt	Faz-Hr-Hh-Ah(AE)	0-12	4-25	2.7-3.0	2.6-3.0	3.1-3.6	InZ,Lo
M1	III	RDXb(LDb)	Faz-Hr-Hh-Ah-(Cg)	<2	10-15	2.8	2.9		InZ
M2(sch)	IIIa	LHA(s)	Ah,Aag(Ahg), Cg			M: 3.4-3.6		3.8-4.1	InA,Lo,(Ro)
M3,M4	IIIa,b	RDXt	Fa-Hr-Hh-Ahe	3-4	5-20	2.9-3.0	2.8-3.0	2.8-3.2	InZ
H4m	Vbo	LHA	Ah,Aag,ACg	0	35			4.2	InA
L1(bos)	Vbo	LDXb,t LWz, LH, LDHb	Faz-Hz-(Hh)-Ah-(Cg); Ah,AC-(Cg); (L/F)- Ah-Ahg- Crg;Faz,Hrz,Ahg	<3	20-30	2.9-3.0	2.7-3.1	3.0-3.5	InA,InZ
L1m	IIIa	LHA,LHB	Ah, Aag Ahg,ACg(Aa)		20-40			4.1-4.6	Rd (InA,Ro)
L2	I/II	LHb,	(L/F)-ACg(Ahg)-Cgr	0	<20 (10)	3.4-4.1		3.7-5.1	Ro,Rd, Lo
L3	I/II	RMf, RMv	Om,Crg	0	(10-35)			3.4-3.6	Lo,InA
L3d	IIIa	DEo	Fz,Oh,Ahg	0	(17)	n.b.	n.b.	n.b.	InZ
L4	IIa	DEg	Og-Ag-Crg	0	(95)			2.8	InZ

Dekzandflank of -kop met atmotrofe vochtige zandgronden (H2)

De humusontwikkeling op deze zwak lemige standplaats lijkt sterk op die van de hoger gelegen, sterk lemige dekszandgebied (H1); Holtmormoders domineren. De dikke humusprofielen bepalen voor een groot deel de eigenschappen van de wortelzone, waardoor ze ondanks de zwak lemige textuur van de minerale bodem alleen in vochthuishouding verschillen van A (plaatselijk is de minerale bovengrond overigens leemrijk). In de laagten die deze standplaats flankeren, zijn mormoders en arme humusmoder aangetroffen die overdekt zijn door een enigszins korrelige, slecht verteerde L/F-horizont die kenmerkend is voor een zeer vochtige tot natte standplaats (tbZg35/Hn33). Hoewel in de bodem onder de hoger gelegen mormoders binnen 25 cm geen hydromorfe kenmerken zijn waar te nemen, lijkt een deel van de standplaatsen vernat te zijn (het westelijk deel van het reservaat) en zullen de onder terrestrisch omstandigheden ontstane holtmormoders en holtmoders zich naar arme hydromorfe humusvormen ontwikkelen. De humusontwikkeling tussen de sterk lemige (H1) en zwak lemige groeiplaatsen (H2) is in de loop der tijd geconvergeerd en heeft geleid tot vrijwel gelijke humusvormen.

Dekzandkop met verdroogde minerotrofe zandgronden (H3)

Binnen de meanderbocht komen ten opzichte van de meander hoger gelegen zwak lemige tot sterk lemige bodems met een opgebracht cultuurdek voor. Deze vochtige dekszandvlakte ligt nu geheel onder bos, maar oude kaarten bevestigen dat deze kop vroeger gebruikt werd als hooiland. De

humusontwikkeling is minder ver gevorderd dan in het oude bosgedeelte. De Hh-horizont is aanmerkelijk dunner, hetgeen overeenkomt met de jongere leeftijd van de bosgroeiplaats. Er komen humusmormoders voor en daar waar de A-horizont dik is akkermullmoders. In de A-horizont, onder het ectorganische deel van het humusprofiel heeft zich mede door de minder lemige textuur plaatselijk een enigszins gebleekte uitspoelinghorizont ontwikkeld (Figuur 4.8). Deze akkermullmoders, hoewel in het algemeen mineralogisch en bodembologisch rijker dan mormoders, onderscheiden zich hier in ecologische zin niet van de humusmormoders.



Figuur 4.8 Arme Akkermullmoder in laaggelegen dekzandvlakte met cultuurdek.

Dekzandflank of -kop met verdroogde lithotrofe vochtige zandgronden (H4)

Evenals de overige hoge fysiotoopen onder oud bos (H1,H2) kenmerkt deze fysiotoop zich grotendeels door de ontwikkeling van mormoders met een dikke Hh-laag (Holtmormoders). Bij punt 14 echter heeft zich onder Hazelaar een wat mildere moderhumusvorm ontwikkeld. Mogelijk dat verstoring van het bodemprofiel heeft bijgedragen tot de modervorming. Plaatselijk is er diep in het profiel zwakke kwelinvloed merkbaar (punt 11) die echter geen invloed heeft op de humusvorming.

Hoge welvingen met beekklei zonder kwelinvloed (M1)

De kleiige bovengrond heeft gezorgd voor de ontwikkeling van matig dikke bosmormoders en plaatselijk bosmoders. Waarschijnlijk is de dunnere ectorganische laag terug te voeren op de veel jongere bosgeschiedenis van deze fysiotoop. Bovendien heeft de samenstelling van de boomlaag invloed op de humusvorming. Onder Es, Esdoorn en Hazelaar zijn moderprofielen ontwikkeld.

Vochtige dekzandlaagten met zwakke kwel (M2)

Deze standplaatsen kenmerken zich door bodems met ijzeraanrijking in de ondergrond, die wijst op enige kwelinvloed. Deze kwelinvloed is grotendeels fossiel gezien de pH-profielen (zie § 4.1.1). In de laagstgelegen delen hebben zich humusvormen met een matig dun ectorganisch pakket ontwikkeld die net niet voldoen aan de eisen voor een Hydromoder. De aard van deze ectorganische lagen (Faz, Hr) duidt op een vrij trage omzetting van het strooisel en daarmee op hooguit zwakke invloed van basenhoudend kwelwater (Figuur 4.9 links). De in vergelijking met standplaatsen (H1, H2, H3 en H4) geringe dikte van de ectorganische laag en het ontbreken van een Hh-laag wijst op kwelinvloed in het verleden, mogelijk in combinatie met een vrij jonge bosgeschiedenis en boomsoortensamenstelling.

Door vernatting is deze boomsoortenstelling echter recentelijk aan het veranderen (sterfte van vooral Es en Esdoorn). De hoger gelegen standplaatsen liggen deels onder oud bos. Plaatselijk zijn onder invloed van de oude bosgeschiedenis en boomsoortensamenstelling (onder Eik en Beuk) dikke Holtmormoder humusvormen ontwikkeld (Figuur 4.9 rechts). Onder Eik, Esdoorn met een ondergroei van Hazelaar hebben zich plaatselijk ook veel mildere humusmoders ontwikkeld (Figuur 4.9 midden). De pH-profielen (§ 4.1.1) geven uitsluitend over al dan niet actuele invloed van kwel.



Figuur 4.9 Humusvormen in de al dan niet actueel door zwakke kwel beïnvloede dekzandlaagten. Links een arme, verzurende Boshydromoder met een dunne ectorganische laag. In het midden een hogergelegen mildere humusmoder. Rechts een holtmormoder, typisch voor oude bosgroeiplaats met een dikke Hh-laag.

De associaties met veldpodzolen (M3, M4)

Hoewel beide associaties zich onderscheiden door het kleigehalte, is de humusontwikkeling vergelijkbaar. Op de hogere delen hebben zich holtmormoders en humusmormoders ontwikkeld. De humusontwikkeling in de laagten van deze associatie tonen gelijkenis met de ontwikkelingen in de laagste delen van de fysiotopen L1 en M2 (met hydromulls en hydromoders), met in de laagste plekken strooisel met een semi-terrestrisch karakter (snel verteerbaar elzenstrooisel, zoals in L2).

Vochtige en natte beekkleien met lokaal zwakke of matige kwel (L1, L2)

De humusontwikkeling in de laaggelegen beekvlakten met kleidek heeft een wat rijker karakter dan in de voorgaande standplaatstypen: zure wormmull met weinig strooisel en bos- of humusmoders met een vrij milde ectorganische laag met hoge activiteit van mesofauna. Deze wat mildere humusontwikkeling hangt samen met de aanwezigheid van de mild strooisel producerende boomsoorten Es en Esdoorn; onder dominantie van Eik (met slechter verteerbaar strooisel) is er sprake van een beduidend armere humusvorm (humusmormoder). Voor de lager gelegen vlakten met kleidek geldt bovendien dat het grondwater hier hoger is dan voorheen.

Het laagste en natste deel van deze dalvormige standplaats wordt gevormd door oude beeklopen. De natte kleiige dalvormige laagte (L2) komt grotendeels overeen met de meander en heeft beekhydromulls als dominante humusvorm. Plaatselijk is er een dunne moerige laag aangetroffen en ook wel een zeer dunne matig zure hydromorfe L/F-laag. De hydromull in de meander is basenrijker dan de droge variant van deze standplaats.

Een deel van deze standplaats ligt onder grasland en is behandeld in de vorige studie over het Liefstingsbroek (De Waal & Van Delft 2014). Zowel onder bos als onder grasland ontbreekt een duidelijke ectorganische strooisellaag. Er is sprake van Hydromulls die onder grasland duidelijk rijker zijn dan onder bos. Het zuurdere karakter van de hydromull onder bos (de meander uitgezonderd) wordt versterkt door de boomsoorten eik en berk.



Figuur 4.10 Humusvormen van de lemige en kleiige beekvlakten onder bos. Links een humusmoder (Gt IIIa) onder eik met zeer zwakke kwelinvloed; links midden een Zure Wormmull (Gt IIIa) onder Es, Esdoorn en Eik zonder ectorganische laag; rechts midden en rechts Hydromulls (Gt I en II) onder invloed van kwel.



Figuur 4.11 Bovenkant van de semiterrestrische humusvormen in de moerige beekvlakten. Links een zwak ontwikkelde Moermesimor en rechts een duidelijk minder omgezette Beekmesimor.

Moerige grond op beekkleien gevoed door lokale zwakke tot matige kwel (L3)

De moerassige laagten vormen een duidelijke semi-terrestrische standplaats. Deels is er sprake van een duidelijk venige mesotrofe humusvorm (beekmesimor). Rond de boomvoeten van vooral de Elzen zijn iets drogere eilandjes ontstaan waarin eerdmoders zijn gevormd. Vooral aan de randen van de laagten is de moerige laag dunner en is de invloed van de onderliggende kleilaag op de humusontwikkeling duidelijker. Hier vinden we een moermesimor tot zelfs een beekhydromull met dunne moerige bovengrond. De strooiselvertering aan randen van het broekbos verloopt hier beter, ook dankzij licht eutroof oppervlaktewater-achtig water. In het centrum is de standplaats geïsoleerd van deze invloed door het dikkere veenpakket.

Geïsoleerd beekdal met atmotroof veen (L4)

In de ostrand ligt een ovale moerassige laagte die tot de geïsoleerde beekdalen is gerekend, ondanks het feit dat de ontstaanswijze onduidelijk is. Zowel afsnoering van een beekdal door depositie van

dekzand als ontstaan door afsmelten van een ijsrest in het Pleistoceen (doodijsgat) behoren tot de mogelijkheden. De laagte is grotendeels opgevuld met amorf zeer zuur organisch materiaal (pH-KCl 2.8) op een kleilaag. De humusvorm is een Gliede-eerdmoder zonder noemenswaardige ectorganische strooisellaag (Figuur 4.12). Mogelijk is het irreversibel verdroogd oligotroof amorf veen dat nu een sterk stagnerende werking heeft. De hoge C/N en C/P-getallen wijzen op een vrijwel inerte staat van het organisch materiaal (zie Tabel 4.4).



Figuur 4.12 Gliede-eerdmoder in de geïsoleerde laagte (L4).

5 Abiotische condities: Ecohydrologisch systeem

5.1 Gegevensverzameling

Direct of indirect hangen de standplaatscondities van de verschillende habitattypen die in het Liefstingsbroek voorkomen samen met de waterhuishouding. Zo zijn natte plekken met een hoge basenbezetting boven in een beekerdgrond het gevolg van eeuwenlange toevoer van baserijk kwelwater en slibrijk inundatiewater. Door uiteenlopende ontwikkelingen in de waterhuishouding in en rond het Liefstingsbroek zijn die condities langzaam veranderd. Het is droger en op veel plekken minder baserijk geworden. Om de natuurwaarden in het Liefstingsbroek te herstellen en verder te ontwikkelen, zijn maatregelen genomen om de verdroging tegen te gaan. De werkzaamheden zijn in 2013 afgerond.

De huidige kwaliteit van het Liefstingsbroek is dus het resultaat van een eeuwenlange ontwikkeling. Om een beeld te krijgen van de genese van de standplaatsen in het Liefstingsbroek wordt in hoofdstuk 2 een beschrijving gegeven van de ontwikkelingen die geleid hebben tot het huidige landschap. De landschappelijk-hydrologische ontwikkelingen die relevant zijn voor de ecohydrologische positie van het Liefstingsbroek worden beschreven in § 5.3. Daaraan voorafgaand wordt in § 5.2 de geohydrologie besproken. De geohydrologische opbouw vormt de basis voor het (eco)hydrologisch systeem. De beschrijving van de diverse lagen is ontleend aan het Regionaal Geohydrologisch Informatiesysteem - REGIS II (www.dinoloket.nl), het hydrologisch model MIPWA voor Noord-Nederland (www.mipwa.nl), het bodem- en grondarchief van TNO (www.dinoloket.nl) en het beheerplan (Arcadis, 2009) en de gebiedsanalyse 2015 (Aerius, 2015). Voor de toplaag zijn gegevens van de bodemkaarten van het bosreservaat (Mekking, 2003) en de huidige bodemkaart (zie § 3.2) gebruikt.

Voor de landschappelijk-hydrologische ontwikkelingen is historisch en meer recent kaartmateriaal gebruikt (zie ook hoofdstuk 2). Daarnaast zijn ook gegevens gebruikt uit oude beheerverslagen (Arcadis, 2009) en van de plannen en berekeningen die hebben geleid tot de maatregelen die in de afgelopen jaren zijn uitgevoerd (Van Immerzeel, 2014). Er zijn ook grondwaterstanden gemeten. In het TNO-archief zijn naast freatische standen ook stijghoogtes in verschillende lagen gemeten (www.dinoloket.nl). Een beperking vormen de verspreide ligging van de meetpunten en de lengte van meetperioden. In het Liefstingsbroek zelf zijn diverse (freatische) meetbuizen geplaatst (Dulleman, pers. meded.). De bruikbaarheid van het meetnet en de metingen is beperkt. De meetreeksen zijn kort en de perioden dat de buizen gebruikt zijn, vallen niet altijd samen. Een aantal buis- en maaiveldhoogtes zijn in maart 2016 in het veld gecheckt. Verschillende hoogtes bleken onjuist en zijn aangepast.

Recentelijk zijn maatregelen uitgevoerd, zoals het afgraven van de bouwvoor en het aanleggen van een slenk in aangrenzende percelen en het afkoppelen van (detail)ontwateringsmiddelen (zie hoofdstuk 2). De plannen en berekeningen die voor de maatregelen zijn gebruikt, worden eveneens in deze paragraaf besproken.

In § 5.4 wordt de hydrologie besproken. Deze paragraaf is vooral gebaseerd op bestaande gegevens. De regionale hydrologie is nodig om de positie van het Liefstingsbroek in het hydrologische veld te begrijpen. Er zijn geen gegevens bekend over de waterkwaliteit. Daarom zijn in het voorjaar van 2016 monsters van oppervlaktewater en van het freatische grondwater genomen. Als hulp bij de typering van het water zijn ook de pH-profielen (§ 4.1.2) gebruikt. In § 5.5 worden de gegevens uit hoofdstuk 5 en de resultaten van inventarisaties gebruikt om een beeld te schetsen van de ecohydrologie van het Liefstingsbroek.

5.2 Geohydrologie

Deze paragraaf overlapt deels met de beschrijving van de geologie in § 2.1, maar gaat verder in op de hydrologische eigenschappen van de verschillende eigenschappen en de betekenis daarvan voor het Liefstingsbroek. In Figuur 5.1 staat een schematisatie van de ondergrond in Noord-Nederland zoals die in het grondwatermodel MIPWA wordt gebruikt en in Figuur 5.2 staan twee doorsnedes door het Liefstingsbroek tot een diepte van 50 m. In het Liefstingsbroek komt een deklaag voor die uit veen, zand, leem- en kleilaagjes bestaat. Het veen wordt tot het Holoceen gerekend. Het zand, het leem en de klei horen tot de pleistocene Formatie van Boxtel^{4,5}. De eerste slecht doorlatende laag in Figuur 5.2 (Boxtel klei 2) wordt in het MIPWA-model bij het Liefstingsbroek niet als een weerstand biedende laag onderscheiden⁶. De deklaag en de Formatie van Boxtel vormen samen met de zandige lagen boven in de Formatie van Peelo (de tussenliggende Eemformatie komt in het Liefstingsbroek niet voor) het freatische ofwel het eerste watervoerende pakket. De kD -waarde, ofwel het doorlaatvermogen (doorlatendheid (k) x dikte (D)), van dit pakket is volgens REGIS II relatief groot ($100 < kD < 1000$ m²/dg). Centraal in het Liefstingsbroek geeft het MIPWA-model een kD van 92 m²/dg. Met een dikte van 10,5 meter is de k_h , de (gemiddelde) horizontale doorlatendheid, dan 8,8 m/dg.

⁴ In het MIPWA-model wordt een enigszins andere indeling gebruikt dan in het Digitaal Geologisch Model (DGM) waarnaar in § 2.1 wordt verwezen. Zo worden de Formaties van Singrave en Wierden in het DGM als Laagpakket binnen de Formatie van Boxtel beschouwd.

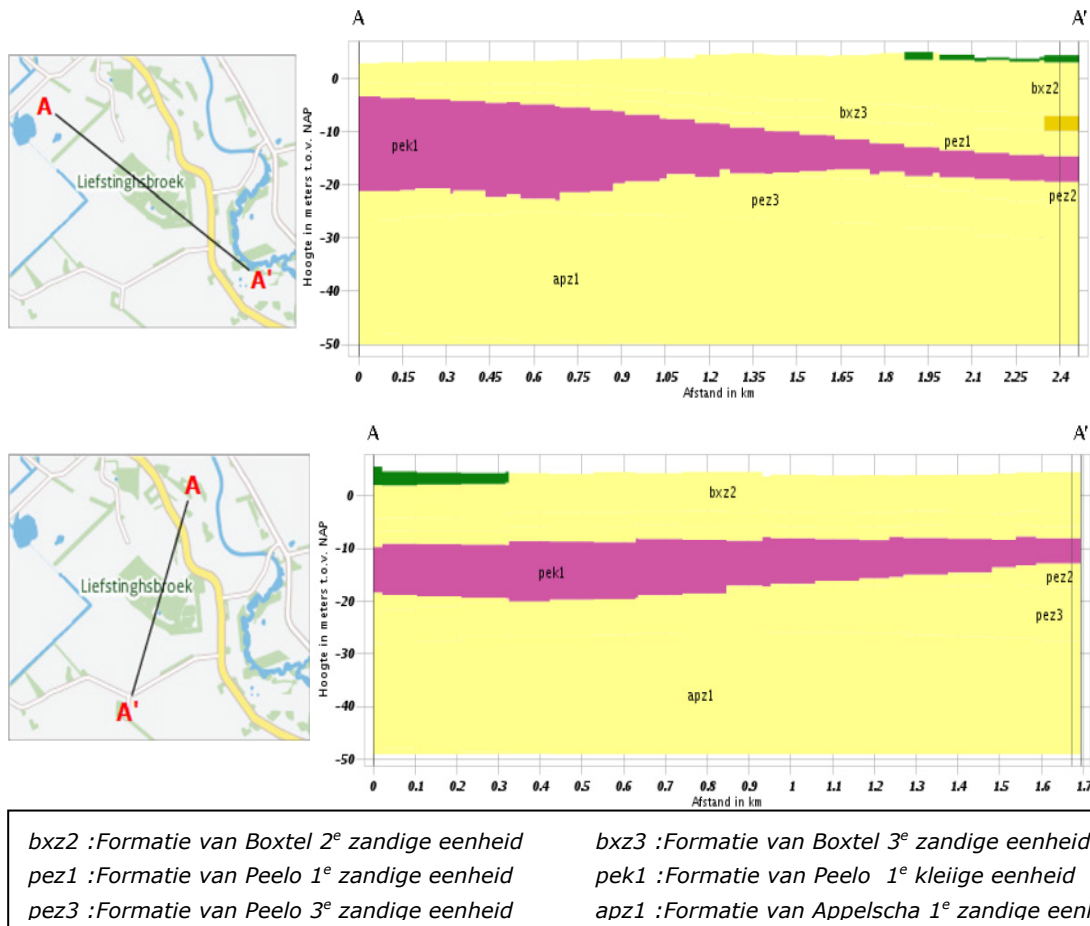
⁵ Het betreft fluviatiele afzettingen door de Ruiten Aa die tot de Formatie van Singraven worden gerekend en dekzanden van de Formatie van Wierden. Omdat de laagpakketten onherkenbaar zijn, worden ze aan de ongedifferentieerde Formatie van Boxtel toegedicht. Zie ook § 2.1.

⁶ Vanaf 0,5 ten noorden van het Liefstingsbroek komt deze laag in toenemende dikte en weerstand wel voor.

Drenthe				
Geologische eenheid	Hydro-geologische eenheid	codering	Geohydrologische eenheid	
Formatie				
Antropogeen/Holoceen (Naaldwijk, Nieuwkoop, Echteld)		HL-C	deklaag	
Boxtel	zand 1	BX-z-1	Watervoerend pakket 01(WVP01)	
	klei 1	BX-k-1		
	zand 2	BX-z-2		
	klei 2	BX-k-2		Slechtdoorlatende laag 01 (SDL01)
	zand 3	BX-z-3		
Eem	zand 1	EE-z-1		
	klei 1	EE-k-1		
	zand 2	EE-z-2		
	zand 3	EE-z-3		
Drenthe	klei 1	DRGI-k-1	Slechtdoorlatende laag 02(SLD02) (Keileem)	
Peelo	zand 1	PE-z-1		
	klei 1	PE-k-1	Slechtdoorlatende laag 3 (Peelo klei)	
	zand 2	PE-z-2	Watervoerend pakket 04(WVP04)	
	klei 2	PE-k-2	Slechtdoorlatende laag 4(SDL04) (Peelo 2 en voormalig Cromerien klei)	
	zand 3	PE-z-3		
Appelscha	zand 1	AP-z-1		
Peize / Waalre	zand 1	PZWA-z-1	Watervoerend pakket 06, (WVP06)	
	zand 2	PZWA-z-2		
	zand 3	PZWA-z-3		
	zand 4	PZWA-z-4		
	klei 1	PZ-k-1		Slechtdoorlatende laag 5(SDL05) (voormalig Scheemda klei)
	zand 5	PZWA-z-5		
	zand 6	PZWA-z-6		
	zand 7	PZWA-z-7		
	complex	PZ-C		Slechtdoorlatende laag 6(SDL06) (voormalig Tegelenklei)
	zand 8	PZWA-z-8		Watervoerend pakket 07(WVP07)
Oosterhout	zand 1	OO-z-1	Watervoerend pakket 09 (WVP09)	
	complex	OO-c		Slechtdoorlatende laag 08(SDL08)
	zand 2	OO-z-2		
	zand 3	OO-z-3		
Breda	zand 1	BE-z-1	Geohydrologische basis (GHB)	
	klei 1	BE-k-1		

Figuur 5.1 Schematisatie van de ondergrond in Noord-Nederland in het MIPWA-model.

Keileem en andere glaciële afzettingen uit het Saalien vallen onder de Formatie van Drenthe. Keileem is grofweg 200.000 jaar geleden afgezet. Kenmerkend voor keileem is de compactheid en de erg slechte doorlatendheid. Keileem wordt op grote schaal ondiep in Drenthe aangetroffen en duikt diep onder Friesland weg. Ten westen van het Liefstingsbroek is het in de vorm van een paar dunne, geïsoleerde schollen aangetroffen (Figuur 5.3). Een groot aantal boringen bij het Liefstingsbroek reiken niet diep genoeg om de aanwezigheid van keileem uit te sluiten, maar op grond van de boringen die wel diep genoeg zijn, is het aannemelijk dat het niet onder het Liefstingsbroek voorkomt.



Figuur 5.2 Profielen door het Liefstingsbroek tot een diepte van -50 m NAP.

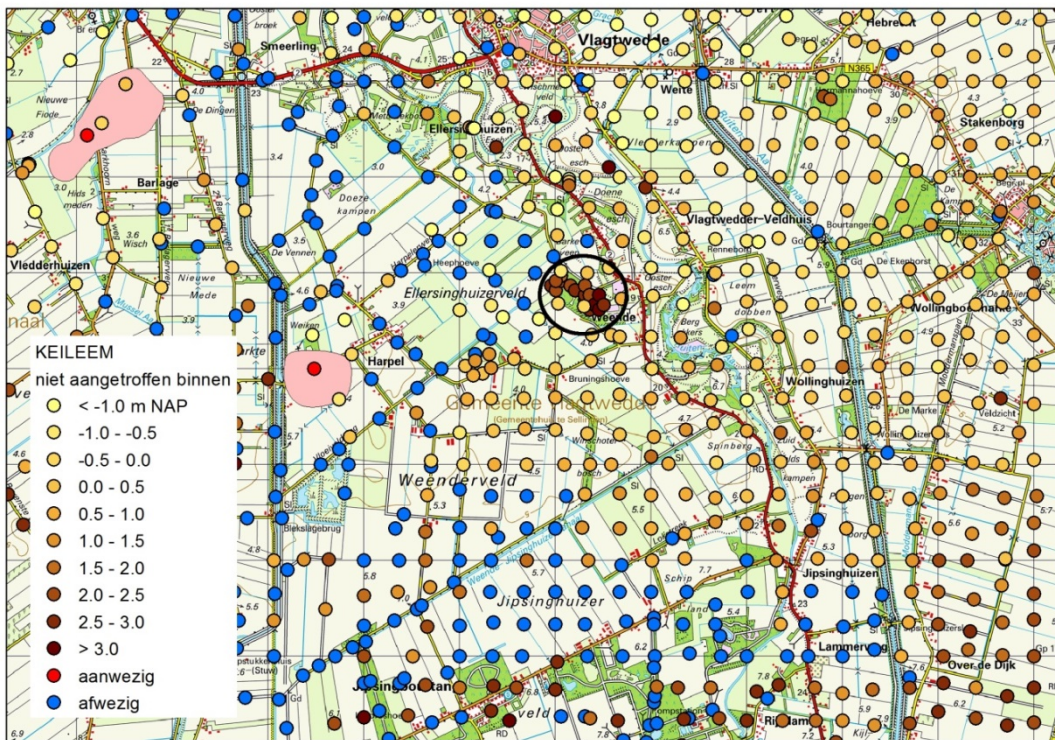
Ook potklei, dat zo'n 450.000 jaar geleden tijdens het Elsterien is afgezet, is een glaciële afzetting met een erg slechte doorlatendheid. Potklei wordt tot de Formatie van Peelo gerekend. Het komt onder het Liefstingsbroek voor (Peelo klei 1 in Figuur 5.1). Daaronder liggen ook twee zandlagen uit die Formatie (Peelo zand 2 en 3). Volgens de doorsneden van Figuur 5.2 ligt de potklei centraal in het Liefstingsbroek op een diepte van -7 en -17 m NAP. De hydraulische weerstand (c) van de deze laag tegen verticale grondwaterstroming (kwel en wegzijging) is volgens REGISII groot, $1000 < c < 10000$ dagen. In MIPWA is dit pakket, dat uit meerdere lagen kan bestaan, geschematiseerd tot een laag van een 3 m dik (-6 tot -9 m NAP) met een c -waarde van 1290 dagen. Daarmee komt de verticale doorlatendheid op $(D/c) = 3/1290 = 0,0023$ m/d. Met een dergelijk kleine doorlatendheid is de kleilaag vrijwel afsluitend. Er zal nauwelijks diepe kwel en wegzijging door deze laag kunnen optreden. Een verschil in stijghoogte boven en onder deze laag van bijvoorbeeld 0,5 m levert een verticale flux op van $\Delta h/c : 0,5/1290 = 0,00039$ m/dag. Het ecohydrologische systeem van het Liefstingsbroek zal daardoor vrijwel uitsluitend samenhangen met de grondwaterstroming boven deze laag.

Klei- en leemlaagjes in het 7 tot 15 m dikke freatische pakket vormen dan wel geen afsluitende laag, lokaal kunnen ze wel invloed hebben op de grondwaterstroming. Naast de verspreiding van deze lagen zijn de verschillen in doorlatendheid belangrijk. Volgens de bodemkaart (Bijlage 3) en de profielbeschrijvingen (§ 3.2; De Waal & Van Delft, 2014) bestaan de kleiige lagen veelal uit zware zavel en klei⁷. Op plekken waar een dergelijke laag voorkomt, wordt die bedekt door een enkele decimeters dikke laag lichte zavel of lemig fijn zand. De *horizontale* grondwaterstroming vindt plaats door de goed doorlatende zandlagen. De *verticale* stroming (kwel/wegzijging) zal wel de klei- en lemige zandlagen moeten passeren. De doorlatendheid kan dan een belemmering voor de grondwaterstroming vormen. Bij een meerlagenprofiel zal de laag met de kleinste doorlaatfactor bepalend zijn voor de verticale flux.

⁷ Bij het plaatsen van het verdrogingsmeetnet is in de bodem onder het Liefstingsbroek lokaal keileem en potklei aangetroffen (Aerius, 2015). Voor zover het de ondiepe meetbuizen betreft, blijkt uit deze en andere bodemgegevens dat dat niet waarschijnlijk is.

Leemarme tot sterk lemige zeer fijne zandgronden hebben een doorlatendheid van 0,10-0,15 m/d (Wösten et al. 2001). De doorlatendheid van lichte en zware zavel ligt rond de 0,02 m/d. Dit is een factor 10 groter dan de doorlatendheid van potklei, maar tijdens intensieve buien en perioden met veel neerslag is deze infiltratiecapaciteit toch ontoereikend om te voorkomen dat er tijdelijk water op deze laag stagneert. Anderzijds is een doorlatendheid van 0,02 m/d ook weer niet zo klein dat dat langdurig het geval is⁸. Omdat er geen gyttja- of spalterveenachtige lagen zijn aangetroffen die in ongestoorde profielen vaak op de overgang van minerale ondergrond van een veenbovengrond voorkomen, is er geen reden om aan te nemen dat de grondwaterstroming in de deklaag sterk beïnvloed wordt door de leemlagen die in de bovengrond voorkomen.

De aanwezigheid van de vrijwel ondoorlatende potklei op een diepte van 7-15 m en het betrekkelijk grote (horizontale) doorlaatvermogen van de deklaag zorgen ervoor dat vrijwel het hele neerslagoverschot via die deklaag in ontwateringsmiddelen terecht komt.



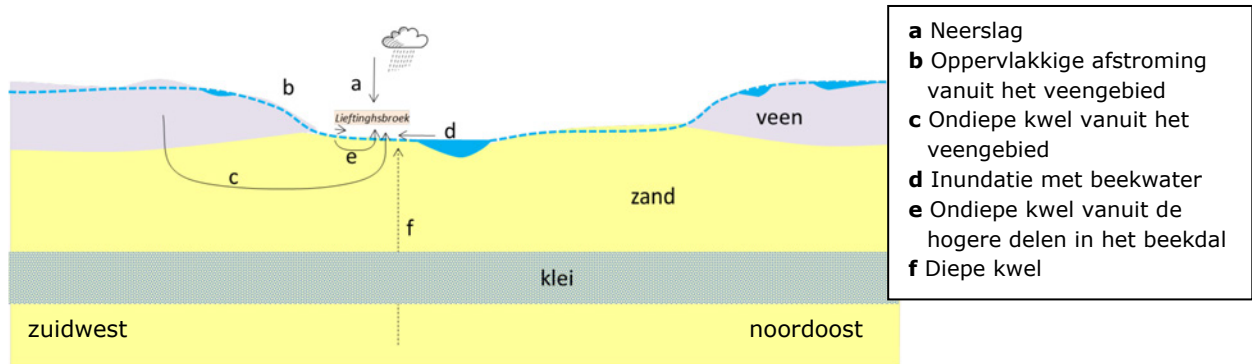
Figuur 5.3 Verspreiding van keileem in de omgeving van het Liefstingsbroek.

5.3 Ontwikkelingen

In hoofdstuk 2 zijn de geologische, bodemkundige en landschappelijke ontwikkelingen, die bepalend zijn geweest voor de landschappelijke positie van het Liefstingsbroek, beschreven. In deze paragraaf wordt hier verder op ingegaan, met nadruk op de consequenties voor de hydrologische processen en positie.

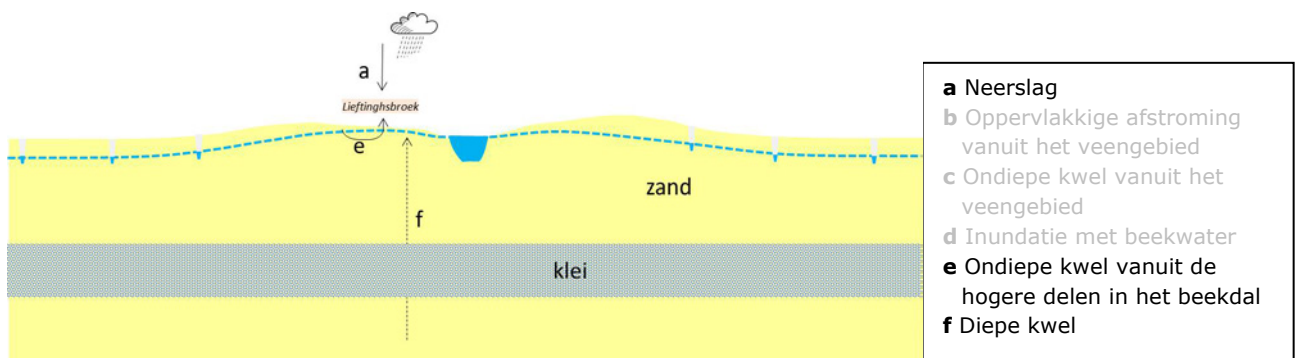
De eerste bewoning vond plaats op de smalle strook met hogere zandgronden langs de Ruiten Aa. Het veen werd toen wel gebruikt voor plaggen voor de potstal, brandstof en, voor zover dat mogelijk was, extensieve beweiding, maar het bleef nog lange tijd een onontgonnen gebied (Figuur 2.2). In die tijd kwamen in het Liefstingsbroek verschillende watertypen samen. In de schematische doorsnede dwars op de Ruiten Aa van Figuur 5.4 worden 6 waterstromen onderscheiden. Van a naar f heeft het water van een atmocliene (regenwaterachtige) tot een min of meer lithocliene (grondwaterachtige) samenstelling.

⁸ In 5 dagen tijd kan 100 mm water passeren.



Figuur 5.4 Schematische doorsnede dwars op de Ruiten Aa voor de veenontginning.

Begin 20^e eeuw zijn het Ruiten-Aa-kanaal en het Mussel-Aa-kanaal gegraven voor de scheepvaart, maar vooral om de regionale afwatering te verbeteren. Enkele decennia later is het veengebied ten westen van de Ruiten Aa afgegraven en ontgonnen tot de landbouwgebieden Ellersinghuizerveld en Weenderveld. De minerale ondergrond is daarbij vervlakt en het resterende veen is grotendeels door oxidatie verdwenen. In feite trad toen weer een inversie van het maaiveld op naar de toestand van voor de veengroei. Van de watertypen in het overzichtje zijn die van oppervlakkige afstroming en ondiepe kwel vanuit het veengebied (b en c) toen weggevallen en dringen inundaties (d) van het beekdal met Ruiten-Aa-water door het nieuwe profiel niet meer op (Figuur 5.5). De stromingsrichting van het freatische grondwater, die naar de drainerende Ruiten Aa en dieper in de zandlaag verder naar het noordoosten was gericht, draaide in noordwestelijk richting door de drainerende waterlopen in Ellersinghuizer- en Weenderveld en het vierde pand van Mussel-Aa-kanaal. Door de aanwezigheid van een afsluitende laag potklei heeft diepe kwelflux (f) nooit een rol van betekenis gespeeld (zie ook § 5.2 en 5.4). De ondiepe kwel vanuit de hogere delen (e) kwam door de diepere ontwatering voor een belangrijk deel in de waterlopen terecht. Het 'verbeteren' van de ontwatering vond in de loop van de tweede helft van de vorige eeuw plaats, vooral tijdens en na de ruilverkaveling van 1960-1970. Vóór de ruilverkaveling vond 's winters overstroming plaats en in de zomer was de bodem drassig. Na de ruilverkaveling bereikt het grondwater in de winter nog wel het maaiveld, maar zakt in de zomer uit tot 70 à 80 cm onder het maaiveld.



Figuur 5.5 Schematische doorsnede dwars op de Ruiten Aa na de ruilverkaveling van 1960-1970.

Om de natuurwaarden in het beekdal van de Ruiten Aa te herstellen en verder te ontwikkelen, zijn maatregelen genomen om verdroging en de daarmee samenhangende verzuring en vermessing tegen te gaan (§ 2.5). Zo zijn in het Ellersinghuizerveld de sloten gedempt en is ervan grote delen de mineraalrijke bovengrond afgegraven (Figuur 1.3). Het water zal dan alleen nog oppervlakkig tot afvoer kunnen komen via laagtes naar een herstelde slenk, en via het bovenste zandpakket naar verder buiten het gebied gelegen ontwateringsmiddelen. De wegzijging naar het tweede watervoerende pakket is en blijft nihil.

De verwachting is dat door de oppervlakkige afvoer, die vooral in de winter op zal treden, vooral regenwater wordt afgevoerd, waardoor de invloed van lithoclien grondwater in de wortelzone toeneemt. Daarnaast wordt een stijging van vooral de GLG verwacht.

5.4 Hydrologie

Grondwaterstroming

Eerder is in § 5.2 al aangegeven dat (diepe) kwel/wegzijing via de eerste scheidende laag in het Liefstingsbroek erg klein is. Voor het Liefstingsbroek is door de afsluitende werking van de eerste scheidende laag alleen de stroming in het eerste, freatische pakket van belang. Er zijn te weinig meetgegevens om de stroming in de vorm van een isohypsenkaart te presenteren, maar uit bewerking⁹ van de scenarioberekening van de nieuwe situatie kon wel een isohypsenkaart voor de zomersituatie worden afgeleid (Figuur 5.6). Daarop is te zien is dat de grondwaterstroming van noord tot west gericht is.



Figuur 5.6 Isohypsen van het freatisch grondwater in de zomerperiode, gebaseerd op een scenarioberekening van de actuele situatie.

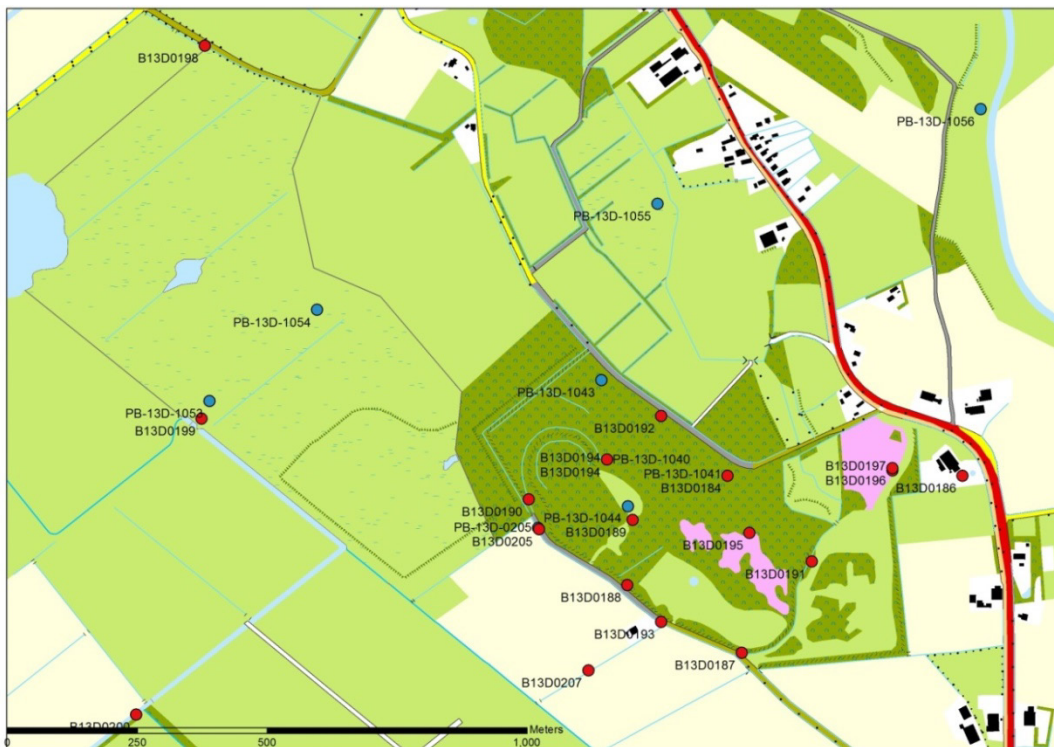
Uit het isohypsenpatroon valt verder af te leiden dat het verhang bij het Liefstingsbroek gering is. Dat impliceert dat de grondwaterstroming er gering is en er geen kwel optreedt. De isohypsen bij het Liefstingsbroek vormen een uitstulping. Bij een (verdere) daling van de grondwaterstand zal het isohypsenpatroon rechtlijniger worden en de grondwaterstand in het Liefstingsbroek relatief snel dalen. De maatregelen die genomen zijn (dempen sloten en greppels in de omgeving en verhogen van de grondwaterstand) zorgen weliswaar voor een grotere watervoorraad en volgens de modelberekeningen voor een hogere GLG, maar als de opbolling verdwijnt, blijft het Liefstingsbroek kwetsbaar voor verdroging.

⁹ De bewerking bestond uit interpolatie van de gridcelwaarden van de modeluitkomsten en het trekken en vereffenen van contourlijnen.

In de nattere wintersituatie volgt de grondwaterstand in de hogere delen meer het maaiveld en komen lage delen in het Liefstingsbroek en in de randzone onder water of plas/dras te staan. De grondwaterstroming is dan naar de ontwateringsmiddelen gericht; in de landbouwgebieden naar de (diep) ontwaterende sloten en binnen het Liefstingsbroek en in de omgeving naar laagtes die in verbinding staan met een afvoersloot die voorzien is van twee stuwen. De isohypsenkaart voor de natte wintersituatie valt niet uit de scenarioberekeningen te destilleren, omdat het detailniveau van de berekening te grof is en er weinig metingen zijn. Lokaal treedt er kwel op vanuit de hogere terreingedeeltes waar het grondwatervlak opbolt. Het kwelwater komt terecht in de ontwaterende landbouwsloten in de omgeving en in het Liefstingsbroek in geïnundeerde delen, waar een zekere afvoer via lagere delen plaatsvindt. De herkomst van het water kan heel lokaal zijn, bijvoorbeeld recent gevallen neerslag dat via ondiepe stroombanen afstroomt, of water dat vanuit het zuidoosten afkomstig is en een al wat langere verblijftijd heeft. Deze ondiepe stroming treedt ook op als er geen water op het maaiveld staat, maar dan bereikt die het maaiveld niet. Daarboven vormt zich dan een neerslaglens. Dat blijkt ook uit de pH-profielen (§ 4.1).

Grondwaterstanden

Volgens scenarioberekeningen die in het kader van de EHS in de omgeving van het Liefstingsbroek zijn uitgevoerd, heeft het opzetten van de peilen het Ellersinghuizerveld een stijging van de GLG met enkele decimeters en een toename van kwel in het westelijk deel tot gevolg. In de oostelijke helft blijft een infiltratiesituatie bestaan. Aan de hand van meetgegevens zal worden geprobeerd deze uitkomsten te staven met meetgegevens van twee meetnetten.



Figuur 5.7 Ligging en nummering van de grondwatermeetbuizen. In de tekst is het voorvoegsel B13D vervangen door o- (oude meetnet) en PB-13D- door n- (nieuwe meetnet).

De locaties van de grondwaterbuizen staan in Figuur 5.7 en de meta-informatie, zoals coördinaten en filterdieptes, in Tabel 5.1. Er zijn twee meetnetten, beide met buizen die in en rond het Liefstingsbroek staan. Het meetnet dat in 1984-2006 in gebruik is geweest, wordt hier verder aangeduid als het 'oude meetnet'. De vooraanduiding B13D is verder vervangen door o- (oude meetnet). De grondwaterstand is tweemaal per maand opgenomen. De filters van bijna alle buizen staan meerdere meters beneden maaiveld, ver onder GLG-niveau. Ze staan dan tamelijk diep in het primaire, freatische pakket. Als er tussenliggende kleilaagjes aanwezig zijn die een zekere weerstand hebben, is een stijghoogte gemeten en niet de (freatische) grondwaterstand. Aangezien er geen profielbeschrijvingen van de meetplekken bekend zijn, is daar geen uitspraak over te doen. Alleen de

filterdieptes van buis o-0197 en o-0194 met filterdieptes van respectievelijk 20–120 cm en 11–111 cm onder maaiveld zijn minder diep. Bij o-0194 is ook een tweede filter aanwezig, op 213–313 cm onder maaiveld¹⁰. Dit punt ligt iets ten noorden van het blauwgrasland in de kleiige laagte. Dit meetpunt is ook in het 'nieuwe meetnet' opgenomen. Het heeft toen de aanduiding PB-13D-1040 gekregen (n-0140).

Tabel 5.1 Gegevens van de meetbuizen.

MPNIDENT	Filter n	Externe aanduiding	X-coörd	Y-coörd	maaiveld (cm NAP)	Datum maai- gemeten	Startdatum	Einddatum	Meetp. (cm NAP)	Meetp. (cm mv.)	bovenkant filter (cm mv)	onderkant filter (cm mv)	bovenkant filter (cm NAP)	onderkant filter (cm NAP)
B13D0184	1	o-0184 13DP7801	271383	558810	436	01-11-1984	01-11-1984	29-12-2006	396	-40	400	450	36	-14
B13D0186	1	o-0186 13DP7803	271835	558810	467	01-11-1984	01-11-1984	31-12-2002	460	-7	382	432	85	35
B13D0187	1	o-0187 13DP7804	271410	558470	394	01-11-1984	01-11-1984	29-12-2006	403	9	366	416	28	-22
B13D0188	1	o-0188 13DP7805	271190	558600	382	01-11-1984	01-11-1984	31-12-2002	392	10	265	315	117	67
B13D0189	1	o-0189 13DP7806	271200	558725	334	01-11-1984	01-11-1984	29-12-2006	343	9	291	341	43	-7
B13D0190	1	o-0190 13DP7807	271000	558765	347	01-11-1984	01-11-1984	23-08-1994	360	13	362	412	-15	-65
B13D0190	1	o-0190 13DP7807	271000	558765	342	23-08-1994	23-08-1994	29-09-1995	344	2	367	417	-25	-75
B13D0191	1	o-0191 13DP7808	271545	558645	420	01-11-1984	01-11-1984	20-02-1992	444	24	351	426	69	-6
B13D0191	1	o-0191 13DP7808	271545	558645	415	20-02-1992	20-02-1992	29-12-2006	444	29	345	395	70	20
B13D0192	1	o-0192 13DP7809	271255	558925	394	01-11-1984	01-11-1984	07-08-1987	404	10	365	415	29	-21
B13D0193	1	o-0193 13DP7809	271255	558529	388	07-08-1987	07-08-1987	29-12-2006	396	8	252	302	136	86
B13D0194	1	o-0194 13DP7810	271151	558841	335	01-11-1984	01-11-1984	07-08-1987	350	15	11	61	324	274
B13D0194	1	o-0194 13DP7810	271151	558841	335	01-11-1984	07-08-1987	29-12-2006	339	4	22	72	313	263
B13D0194	2	o-0194 13DP7810	271151	558841	335	01-11-1984	01-11-1984	07-08-1987	372	37	213	313	122	22
B13D0194	2	o-0194 13DP7810	271151	558841	335	01-11-1984	07-08-1987	20-02-1992	391	56	194	294	141	41
B13D0194	2	o-0194 13DP7810	271151	558841	335	01-11-1984	20-02-1992	29-12-2006	388	53	247	297	88	38
B13D0195	1	o-0195 13DP7811	271425	558700	457	01-11-1984	01-11-1984	07-08-1987	556	99	276	326	181	131
B13D0195	1	o-0195 13DP7811	271425	558700	429	07-08-1987	07-08-1987	31-12-2002	447	18	305	337	124	92
B13D0197	1	o-0197 13DP7812	271700	558820	352	20-02-1992	20-02-1992	29-12-2006	364	12	20	120	332	232
B13D0198	1	o-0198	270377	559637	321	02-01-2001	02-01-2001	25-12-2006	364	43	257	307	64	14
B13D0199	1	o-0199	270371	558920	321	03-01-2001	03-01-2001	25-12-2006	369	48	452	502	-131	-181
B13D0200	1	o-0200	270245	558351	359	22-12-2000	22-12-2000	25-12-2006	407	48	702	752	-343	-393
B13D0205	1	o-0205	271020	558707	365	18-08-2005	18-08-2005	07-04-2011	430	65	109	209	256	156
B13D0207	1	o-0207	271115	558436	342	18-08-2005	18-08-2005	04-05-2011	409	67	94	194	248	148
B13D0207	1	o-0207	271115	558436	347	04-05-2011	04-05-2011	14-09-2011	409	62	99	199	248	148
PB-13D-1040	1	n-1040	271151	558841	335		2011-06-22		412.6	78	100	130	235	205
PB-13D-1040	2	n-1040	271151	558841	335		2011-06-23		409.8	75	630	730	-295	-395
PB-13D-1041	1	n-1041	271383	558810	427		2011-06-22		494.3	67	330	430	97	-3
PB-13D-1043	1	n-1043	271140	558994	379		2011-06-22		444.3	65	220	260	159	119
PB-13D-1044	1	n-1044	271191	558751	392		2011-06-21		456.4	64	120	150	272	242
PB-13D-1053	1	n-1053	270386	558954	286		2011-06-01		345.8	60	115	165	171	121
PB-13D-1054	1	n-1054	270593	559129	300		2011-06-01		369	69	114	164	186	136
PB-13D-1055	1	n-1055	271248	559333	261		2011-06-01		321.1	60	102	152	159	109
PB-13D-1055	2	n-1055	271248	559333	261		2011-06-02		316.4	55	340	390	-79	-129
PB-13D-1056	1	n-1056	271870	559515	302		2011-06-01		372	70	55	155	247	147
PB-13D-1056	2	n-1056	271870	559515	302		2011-06-02		368.2	66	600	650	-298	-348

De stijghoogtes van de buizen uit het 'oude' meetnet staan in Figuur 5.8. Van buis o-2032 zijn geen waarnemingen bekend. Een aantal andere buizen is alleen in 2005-2006 waargenomen en enkele buizen uit de oude meetreeks stonden op een ongelukkige plaats (bijvoorbeeld o-0205, die langs een drainerende sloot staat). Buis o-0196 is herplaatst, maar heeft een ander nummer gekregen (o-0197).

Bij geen van de buizen is een duidelijke dalende of stijgende tendens van de waterstand zichtbaar. Bij o-0191 is de fluctuatie afgenomen, maar een stijging is niet aantoonbaar ($r^2=0,03$).

Meetpunt o-0194, aan de oostzijde van de verlande meander, is het enige met 2 filters in het Liefstingsbroek (Tabel 5.1). Voor zover in beide filters een waterstand gemeten is (bij een lage stand staat filter 1 droog), zijn de stijghoogteverschillen berekend. De verschillen geven aan of er een opwaartse (kwel) of neerwaartse stroming (wegzijging) tussen beide filters optreedt. Afgezien van enkele uitschieters zijn de verschillen over het algemeen klein. De uiteindelijke flux hangt af van de hydraulische weerstand van de tussenliggende laag, maar die is niet bekend. De stromingsrichting blijkt duidelijk gerelateerd te zijn aan de diepte van de grondwaterstand. In Tabel 5.2 is voor een aantal diepteklassen (uitgaande van het ondiepste filter) het percentage van de waarnemingen weergegeven waarin het stijghoogteverschil positief (opwaarts/kwel), negatief (neerwaarts/wegzijging) of neutraal was. Bij lage standen domineert wegzijging. Kwel treedt vooral in perioden met hogere (winter)standen. Dit betreft dan lokale (ondiepe) kwel.

¹⁰ Na herplaatsing zijn de dieptes ca. 10 cm dieper

Tabel 5.2 Kwel- en wegzijging in het freatische grondwater bij o-0194, afhankelijk van de grondwaterstand.

peil in filter 1 (cm NAP)	kwel	wegzijging aantal waarnemingen (%)	neutraal
> 320	60	27	13
300-320	50	44	6
280-300	20	70	10
260-280	15	81	4

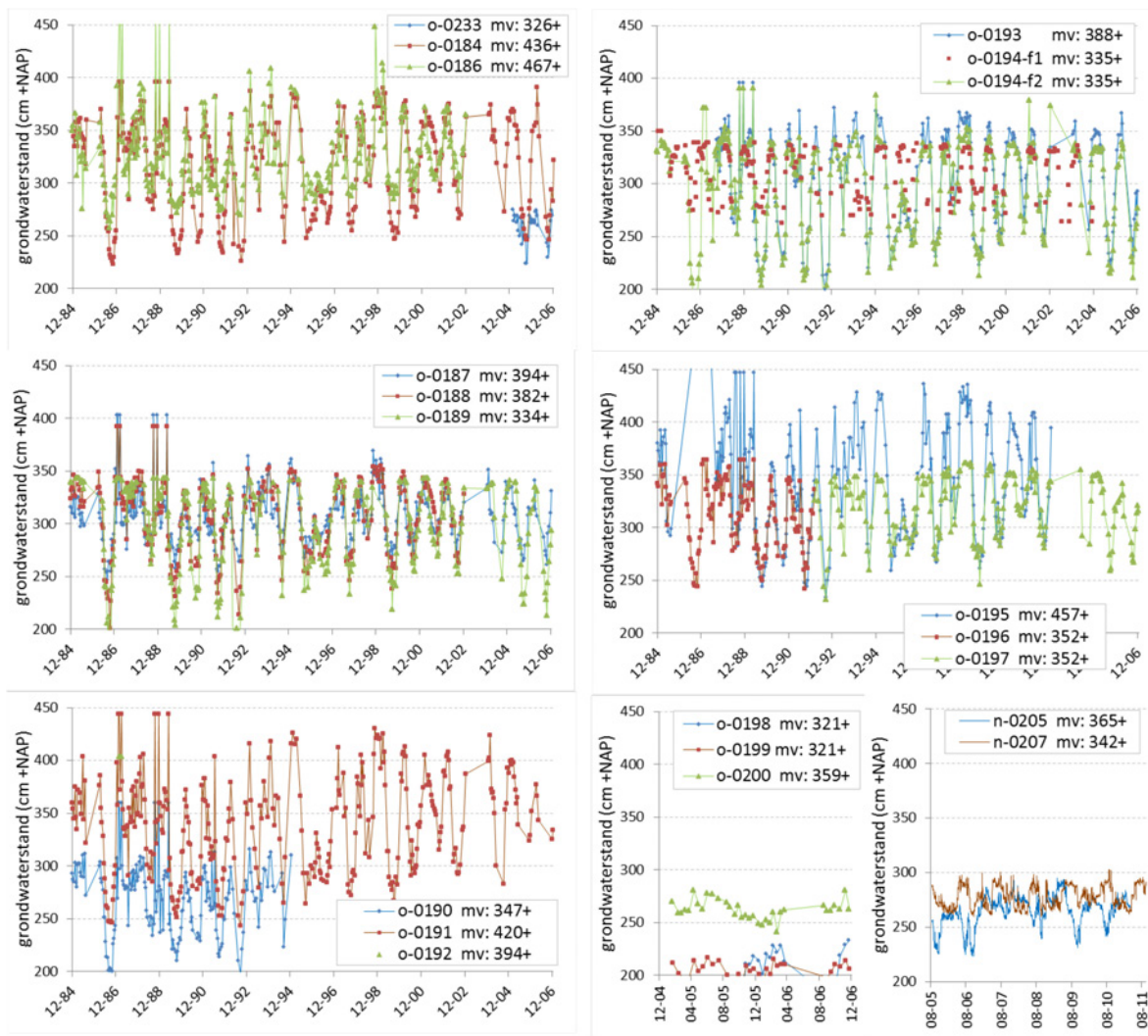
De tweede meetronde met nieuwe buizen die onderdeel uitmaken van het verdrogingsmeetnet van de provincie Groningen is in juni 2011 gestart. De meeste buizen hebben filterdieptes van 2-3 m beneden maaiveld. De stijghoogtes van het 'nieuwe' (n-....) meetnet staan in de Figuur 5.9 en Figuur 5.10.

In 2013, twee jaar na aanvang van de meetreeks, zijn de maatregelen afgerond. In de zomer van 2014 zakte de grondwaterstand bij alle buizen minder diep weg dan in de voorgaande jaren. Dat is vooral te zien in het blauwgrasland (n-1044 en n-1040). De hogere grondwaterstanden in 2014 kwamen door de natte zomer. Figuur 5.11 laat zien dat het neerslagoverschot (neerslag minus potentiële verdamping) toen rond de 0 mm schommelde, terwijl het in 2013 gestaag is afgenomen tot -170 mm.

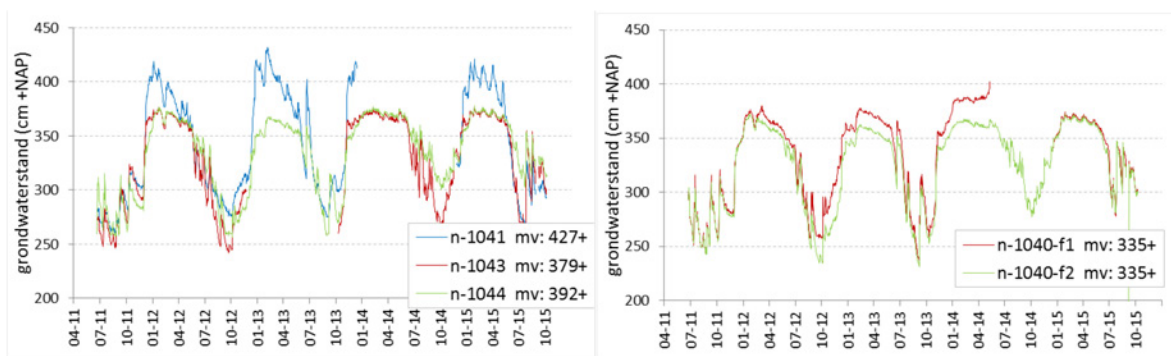
De hoogste waterstanden binnen het Liefstingsbroek worden afgetopt op ca. 370+, ongeveer 10 cm boven het drempelniveau waarop de afvoer uit het gebied optreedt. Door de grote weerstand wordt de oppervlakkige afvoer naar de drempel belemmerd, waardoor hogere waterstanden langere tijd kunnen optreden. Bij een waterhoogte die gelijk of hoger is dan de drempelhoogte staan grote delen van het Liefstingsbroek onder water.

Meetpunt n-1040 heeft 2 filters, f1 op ongeveer een meter diepte en f2 op 7 meter, net boven in de potklei. De meetgegevens leverden vragen op die na een veldbezoek op 23 maart 2016 gedeeltelijk zijn opgelost. De tijd-stijghoogtelijnen in Figuur 5.9 laten zien dat de stijghoogte in beide buizen een vergelijkbare fluctuatie laat zien, wat erop duidt dat f2 niet afgesloten is van het freatische pakket. Na een identiek verloop in 2011 ontstaat er in 2012 een toenemend verschil, waarschijnlijk omdat de diver in f1 onjuist registreerde. Na herijking in 2015 was het verschil met f2 weer klein. Het stijghoogteverschil tussen f1 en f2, dat groter wordt bij diepere standen, duidt op een neerwaartse grondwaterstroming.

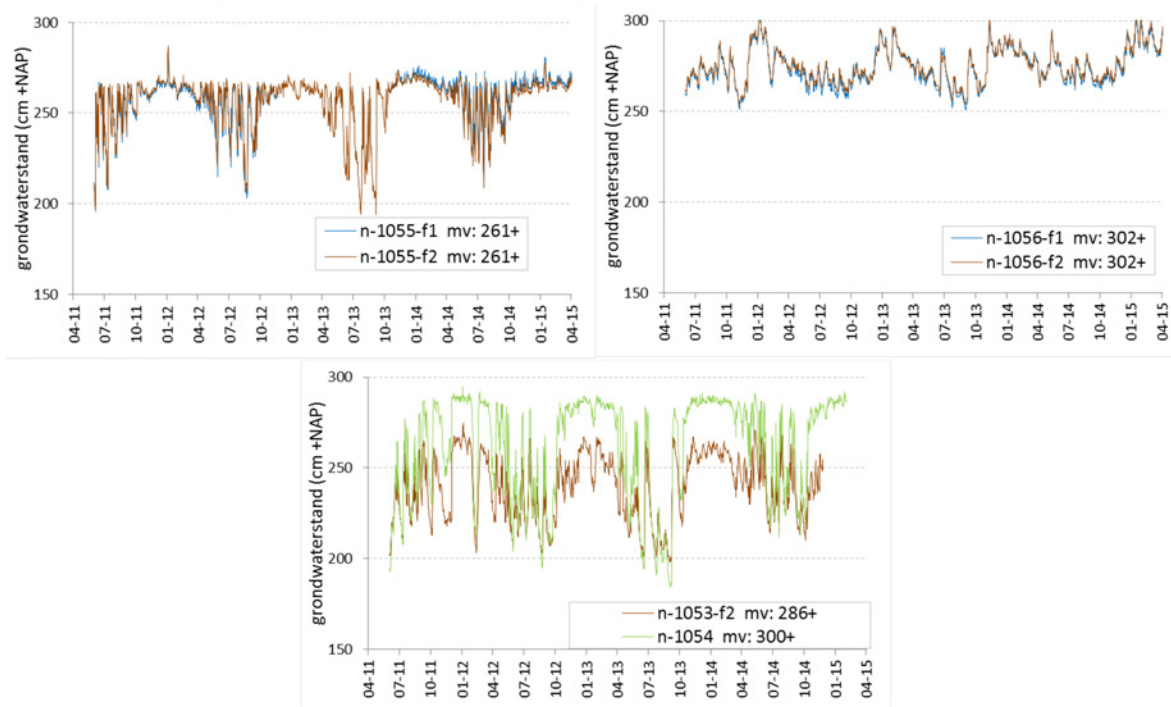
Ten noorden van het Liefstingsbroek liggen de meetpunten n-1053, n-1054, n-1055 en n-1056. De waterstanden zijn er lager dan in het Liefstingsbroek. Vlak naast de Ruiten Aa (n-1056) is de fluctuatie klein (Figuur 5.10). Er treedt kwel op bij lage waterstanden en wegzijging bij hoge standen. Bij de andere meetplekken zakt de waterstand dieper weg, bij n-1053 en n-1055 tot 70 cm en bij n-1054 tot 1 m. Het snel wegzakken geeft aan dat er nog geen regionale hydrologische basis is bereikt en dat onder drogere omstandigheden het grondwater nog verder zal dalen.



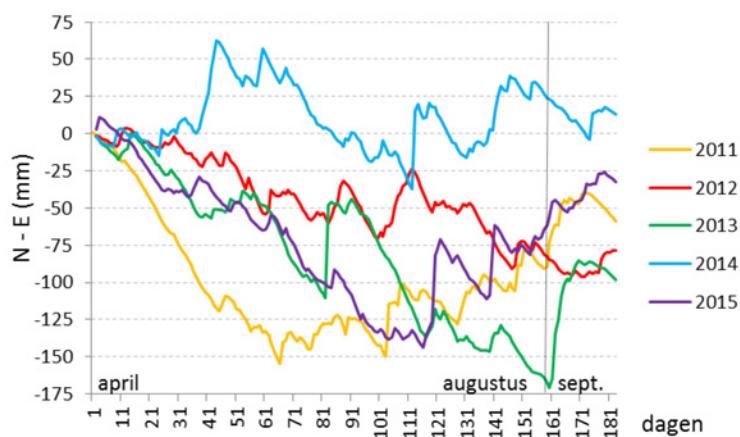
Figuur 5.8 Stijghoogtes van het freatische grondwater in de buizen die in de periode 1984-2006 zijn waargenomen.



Figuur 5.9 Stijghoogtes van het freatische grondwater in de buizen binnen het Liefstingsbroek die vanaf 2011 zijn waargenomen.



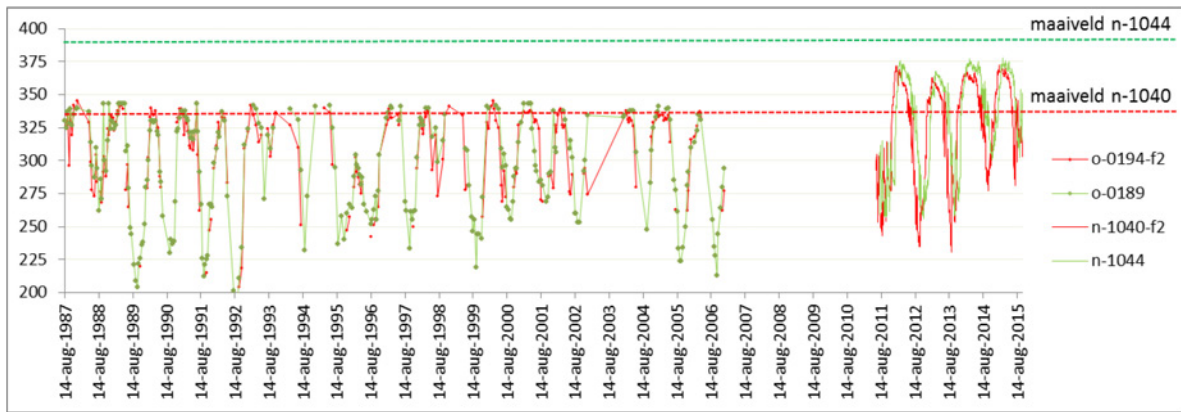
Figuur 5.10 Stijghoogtes van het freatische grondwater buiten het Liefstingsbroek in de buizen die vanaf 2011 zijn waargenomen.



Figuur 5.11 Neerslagoverschot in de zomerhalvjaar van 2011-2015.

Om de verschillen in het grondwaterstandverloop beter in beeld te krijgen, zijn de standen van buizen van het oude en nieuwe meetnet die op dezelfde plek staan (o-0194-f2/n-1040-f2) of die in de directe nabijheid van elkaar staan (o-0189/ n-1044) in Figuur 5.12 samen afgebeeld. De gegevens van de ondiepe filters zijn weggelaten; van o-0194 omdat die zomers vaak droog stond en van n-1040 omdat die tot 2015 onbetrouwbaar zijn. De standen vanaf 2011 zijn hoger dan die in de eerdere meetperiode. Dat is het vooral het geval met de hoge standen die door het verhogen van de afvoerdrempel ruim 30 cm zijn gestegen. Bij o-0194/n1040, in de oude meander, en waar het maaiveld ruim een halve meter lager is¹¹ dan de hogere rug in het blauwgrasland bij o-0189/n-1044 staat het water tegenwoordig langdurig meerdere decimeters onder water. Volgens de oude meetreeks stond het daar langdurig plas/dras. De hogere rug in het blauwgrasland heeft een maaiveldhoogte van ongeveer 390 cm +NAP. De hoogste grondwaterstanden stijgen daar tot 20 cm onder maaiveld (en zijn daarmee min of meer gelijk aan de hoogte van de afvoerdrempel).

¹¹ Het AHN2 geeft een veel kleiner verschil. De laagste delen in het bosgedeelte van Liefstingsbroek zijn in vergelijking met de hoogtemeting van het meetnet tot 40 cm hoger. Bij de graslanden is het verschil kleiner.



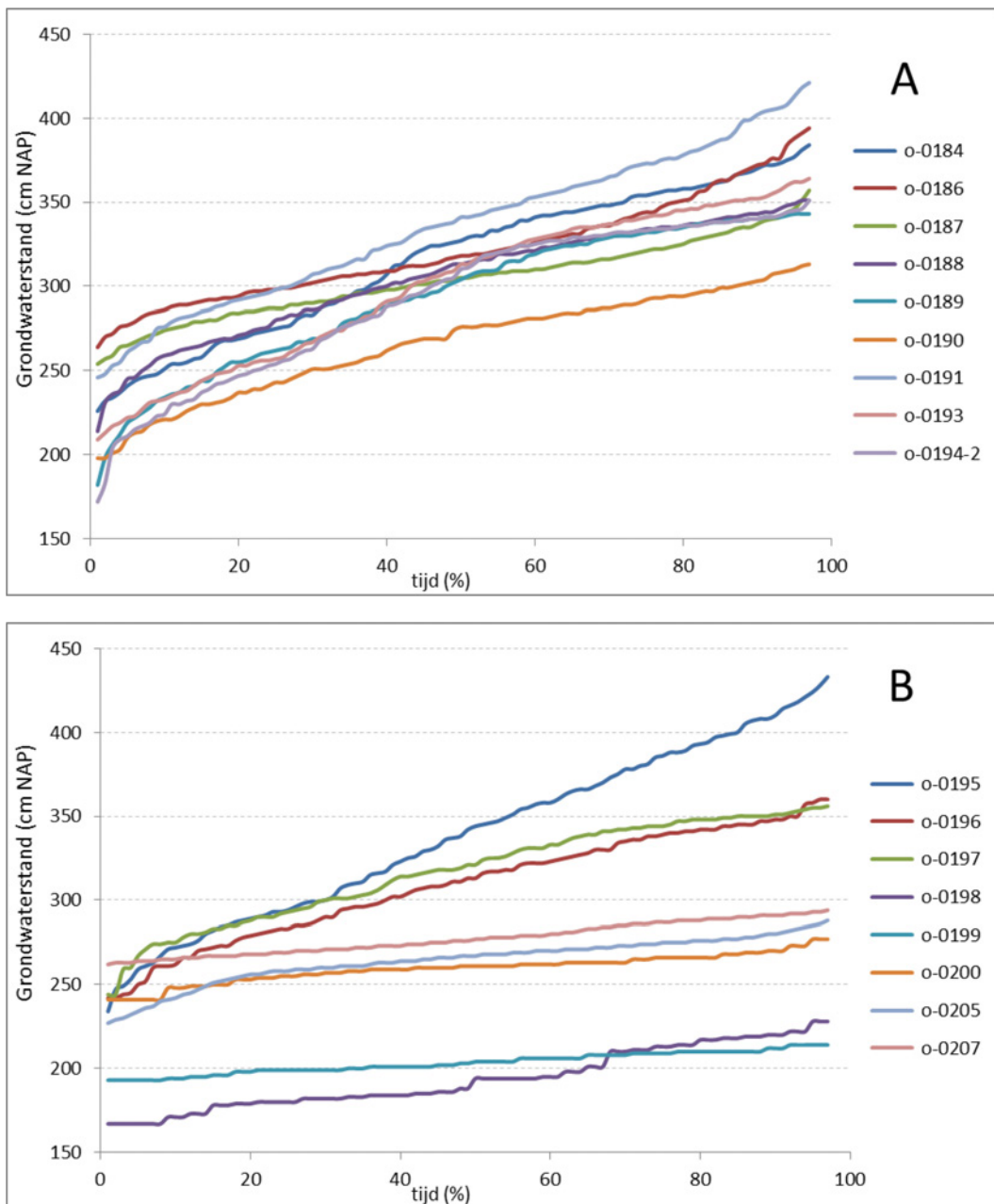
Figuur 5.12 Grondwaterstanden in twee periodes. o-0194 en n-1040 staan op dezelfde plek en o-0189 en n-1044 staan dicht bij elkaar.

Overschrijdingsduurlijnen

De grondwaterstanden zijn ook gebruikt om overschrijdingsduurlijnen mee te maken¹². De duurlijnen van de oude meetreeksen staan in Figuur 5.13a en Figuur 5.13b. De meetpunten met de hoogste standen (en de grootste fluctuatie) in Figuur 5.13a liggen op de hogere delen (o-0186 en o-0191). De duurlijn met de laagste standen (met de minste fluctuatie) is van punt o-0190. Met uitzondering van o-0184 duidt het rechtlijnige verloop van de lijnen op de afwezigheid van storende lagen. De hoogste grondwaterstanden vlakken wat af door oppervlakkige drainage (over het maaiveld of via greppels). De laagste standen vallen niet terug op een regionale basis. In dat geval zouden de standen meer naar elkaar convergeren en afvlakken. De afbuiging van de lijnen bij de laagste standen bij onder andere o-0188, o-0189 en o-0194 duidt er daarentegen op dat het grondwater incidenteel in droge jaren dieper wegzakten.

In Figuur 5.13b staan de 5 lijnen afgebeeld van meetbuizen die ten (noord)westen van het Liefstingsbroek liggen. Daarvan staat buis o-0205 aan de grenssloot die later is afgedamd. De 3 andere lijnen (o-0195, o-0196 en o-0197) zijn van meetpunten die binnen het Liefstingsbroek liggen.

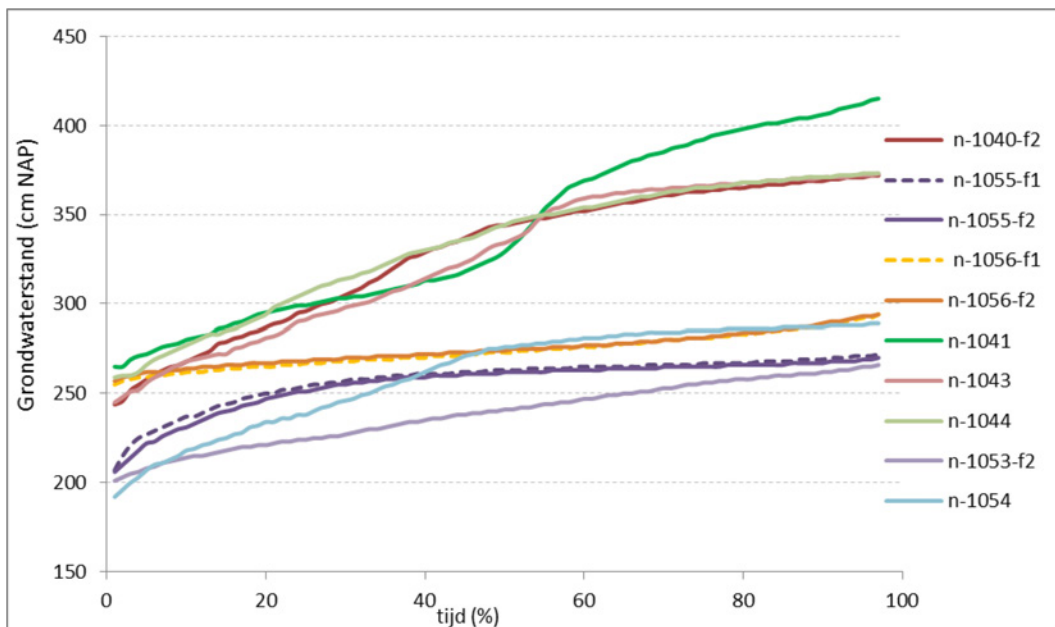
¹² De standen voor de hoogste 3% zijn weggelaten, omdat een aantal daar onwaarschijnlijke uitbijters heeft.



Figuur 5.13 Overschrijdingsduurlijnen van het grondwater uit de (eerste) meetperiode voor de ingrepen.

De ingrepen rond het Liefstingsbroek zijn in de 2013 afgerond. Omdat het effect van de verhoogde afvoerdrempel eerder optrad, zijn in Figuur 5.14 alle meetgegevens gebruikt. Meetpunt n-1056 ligt langs de Ruiten Aa, waar door infiltratie en drainage weinig fluctuatie optreedt. Bij n-1055 en n-1056 zijn twee filters aanwezig die een nagenoeg identiek verloop hebben.

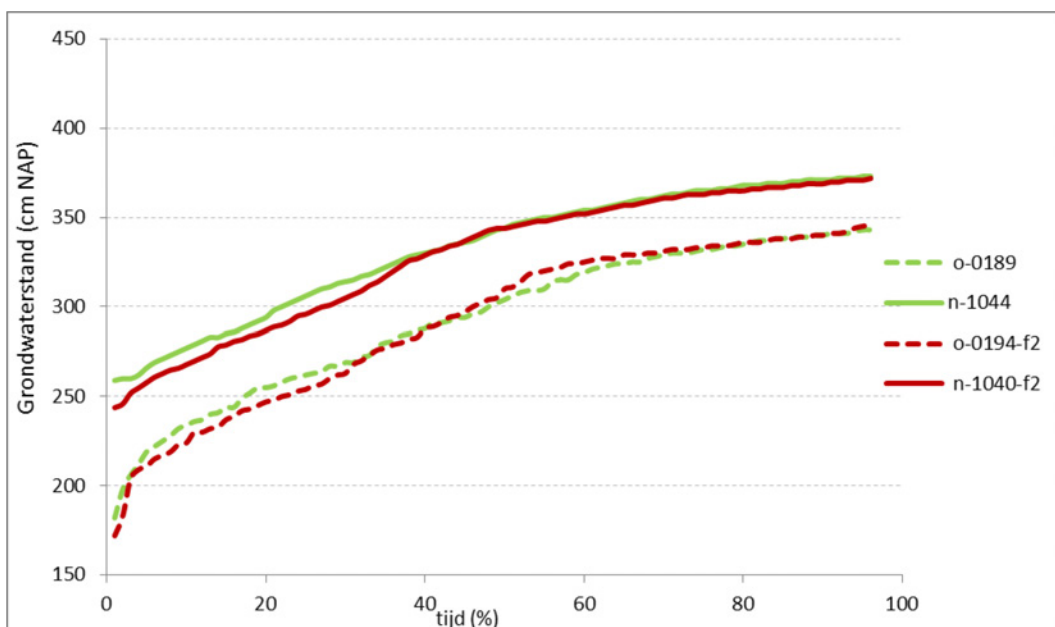
Voor de lijnen binnen het Liefstingsbroek (n-1040 tot n-1044) zijn de grondwaterstanden hoger dan in de oude meetperiode (Figuur 5.13). De lijnen van n-1040, n-1043 en n-1044, binnen het Liefstingsbroek, laten een identieke afvlakking zien van de hogere standen. Dat is het gevolg van oppervlakkige afvoer die samenhangt met de hogere afvoerdrempel. Bij n-1041 worden de hogere standen bereikt, zonder dat de duurlijn afvlakt. Het maaiveld is daar aanzienlijk hoger dan in de rest van het Liefstingsbroek (427 cm + NAP). De opbolling van het grondwater kan voor een (tijdelijke) ondiepe kwelflux naar de lagere omgeving zorgen, maar de bolle vormen van de duurlijnen duiden daar niet op. Het zal dan hooguit om een bescheiden kwelflux kunnen gaan. Bij n-1041 duidt de knik in de duurlijn op de aanwezigheid van een slecht doorlatende laag op 330-350 cm+. Bij het oude meetnet was bij het nabij gelegen o-1084 ook een knik aanwezig, maar die lag iets lager.



Figuur 5.14 Overschrijdingsduurlijnen van het grondwater uit de (tweede) meetperiode.

In Figuur 5.15 zijn de duurlijnen rond het blauwgrasland uit de eerste meetronde en tweede meetronde samengebracht. Bij de eerste meetronde zijn de diepste standen, die voor een knik onder in de duurlijnen zorgen, gemeten in de droge zomers van 1986, 1989 en 1992. Zoals eerder al is geconstateerd, zijn alle standen in de tweede meetronde hoger. Hoewel de jongste meetronde korter is dan de oude meetperiode, verschillen de vormen van de duurlijnen weinig van elkaar.

Figuur 5.15 doet vermoeden dat ook bij o-0194/n-1040 een wat slechter doorlatend laagje aanwezig is op ca. 320 cm +NAP. Het verschil in de lagere standen van de beide plekken komt door de helling van het grondwatervlak.



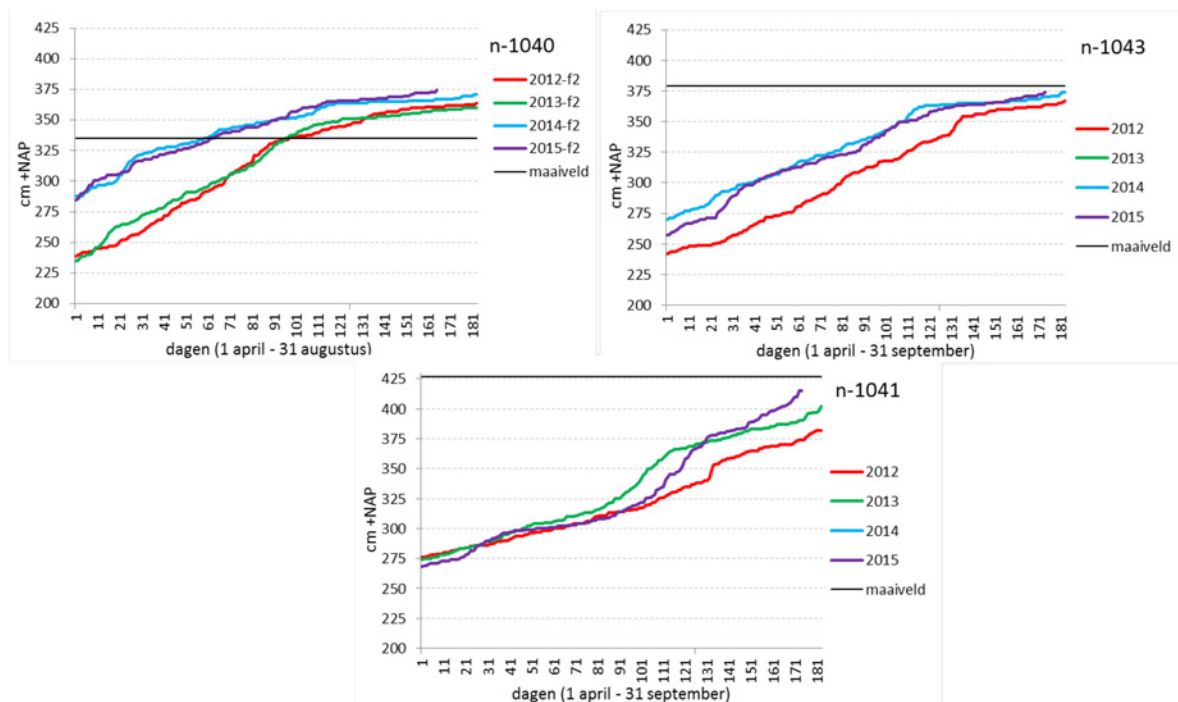
Figuur 5.15 Overschrijdingsduurlijnen van dezelfde plekken (zelfde kleur) die in het oude meetnet (gestreepte lijnen) en nieuwe meetnet zijn waargenomen.

In Figuur 5.16 zijn van 3 meetpunten uit het nieuwe meetnet de zomerperioden (april-oktober) van ieder jaar met elkaar vergeleken. De winterperioden zijn niet in beschouwing genomen, omdat daarvan te veel waarnemingen ontbreken. Een aantal lijnen ontbreekt als er onvoldoende waarnemingen van waren.

In Figuur 5.16 liggen bij n-1040 en n-1043 de duurlijnen van 2012 en 2013 dieper dan die van 2014 en 2015. Dat zou erop kunnen wijzen dat de maatregelen in de randzone effectief zijn. De verschillen hangen (ook) samen met het neerslagoverschot (Figuur 5.11). In 2012 en 2013 was er sprake van een neerslagtekort dat in de loop van de zomer steeds groter werd, in 2012 tot -100 mm en in 2013 tot -175 mm. De zomer van 2014 had gemiddeld een neerslagoverschot en in 2015 werd vanaf de tweede helft van juli het neerslagtekort kleiner. De laagste grondwaterstanden waren toen nog niet bereikt. Die treden normaliter later in de zomer op (zie ook Figuur 5.9).

Bij n-1041 is het verschil tussen 2012/2013 en (hier alleen) 2015 niet zichtbaar bij de laagste standen. Van de drie jaren convergeren die naar een diepte van 275 cm +NAP. Waarom de duurlijnen hier afwijken, is niet duidelijk. Mogelijk komt dat door de aanwezigheid van een slechter doorlatende laag en/of een toevoer van grondwater vanuit het oostelijke richting.

In Figuur 5.16 zijn ook de maaiveldhoogtes afgebeeld. Bij n-1040 staat er slechts 80-100 dagen geen water op het maaiveld gedurende het groeiseizoen. In het hoge gedeelte van het blauwgrasland, waar het maaiveld ongeveer 390 cm +NAP is en de grondwaterfluctuatie vrijwel identiek verloopt, is het grondwater in 2012 en 2013 tot 150 cm beneden maaiveld weggezakt. In 2014 en 2015 tot ongeveer 1 m. Grote delen van het blauwgrasland liggen volgens het AHN2 10-20 cm lager of dicht bij het grondwater. Met de hoogste standen dicht onder het maaiveld zou de grondwatertrap er III/V zijn.¹³



Figuur 5.16 Overschrijdingsduurlijnen van het zomerhalfjaar van het nieuwe meetnet van meetpunten die binnen het Liefstingsbroek liggen. Een aantal lijnen ontbreekt, omdat daar onvoldoende gegevens voor beschikbaar zijn. De lijnen van 2015 zijn korter, omdat daar een week (diepe) standen van ontbreekt.

¹³ De meetreeks is nog onvoldoende lang om de grondwatertrap betrouwbaar te kunnen berekenen.

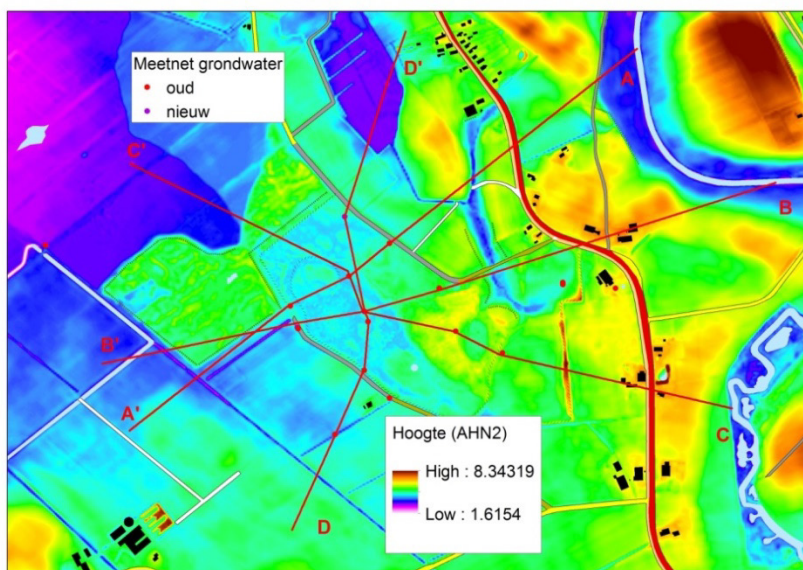
TRANSECTEN

Door het Liefstingsbroek zijn vier transecten getrokken (Figuur 5.17). De maaiveldhoogte en de grondwaterstanden van de buizen langs deze transecten staan in Figuur 5.18. Van de grondwaterstanden is het gedeelte van de duurlijnen uit Figuur 5.13 en Figuur 5.14 dat tussen de 10% en 90% ligt, afgebeeld. Dit kan gezien worden als de variatie tussen een gemiddeld hoge en een gemiddeld lage stand. Extremen, die incidenteel optreden of die op een foutieve waarneming berusten, vallen hier in de regel buiten. In lichtblauw zijn de waarnemingen uit het oude meetnet gebruikt en in donkerblauw uit het nieuwe. De buizen in de legenda staan van links naar rechts in de transecten. Verder is ook de grondwaterstand uit de isohypsenkaart (Figuur 5.6) in Figuur 5.18 afgebeeld.

Tussen de fluctuaties in het oude en nieuwe meetnet valt op dat vooral de hoogste grondwaterstanden hoger zijn geworden¹⁴. Het afkoppelen van de detailontwatering en een hogere drempel voor de afwatering zal daar debet aan zijn. Tussen de laagste standen zijn de verschillen minder eenduidig.

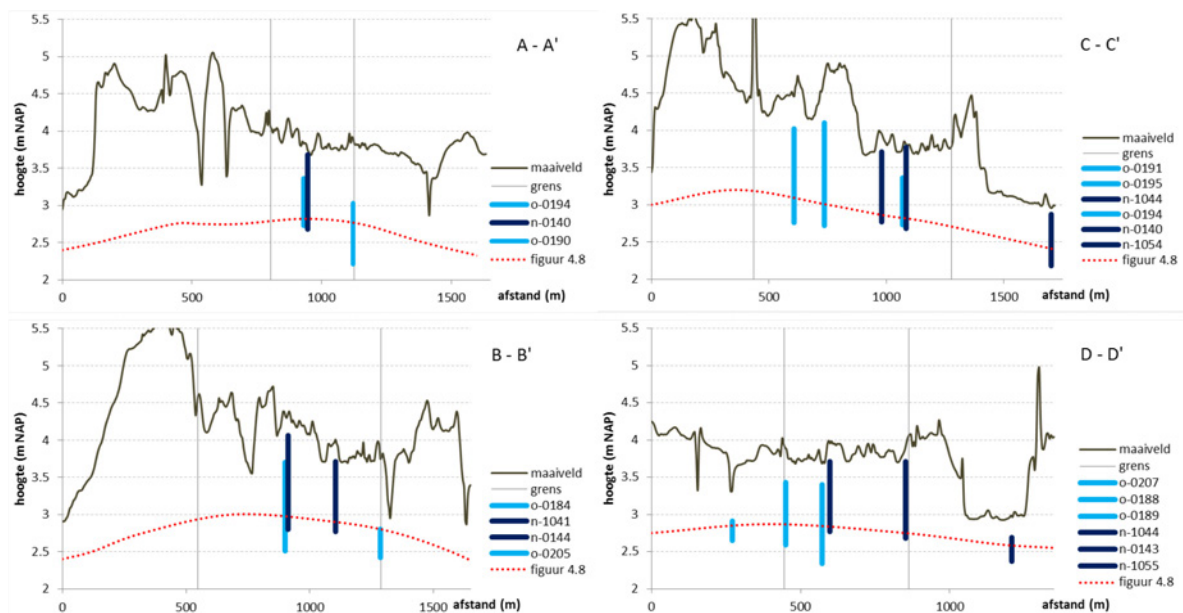
De grondwaterstand zoals die uit de isohypsen uit Figuur 5.6 zijn overgenomen, liggen vrijwel overall iets boven dat van het 10% laagste niveau van de hele periode. Alleen op de lage plekken ten noorden (einde transect D – D') en ten noordwesten (einde transect C – C') van het Liefstingsbroek zijn de gemeten standen hoger. Het grondwaterstandverloop in de transecten laat wel de opbolling van het grondwater onder het Liefstingsbroek zien. Dit bevestigt de eerdere constatering dat er in een droge periode wegzijging optreedt.

Volgens de grondwatertrappen stijgt het grondwater onder de hogere dekzandruggen tussen de 25 en 80 cm onder maaiveld. De meeste lagere delen staan dan plas/dras of onder water.



Figuur 5.17 Ligging van hoogtetransecten.

¹⁴ Een paar van de oude meetpunten stonden bij greppels (o-0207, o-0205). Door de drainerende werking daarvan zijn de hoogste standen afgetopt en is de fluctuatie er gering.



Figuur 5.18 Hoogtetransecten en de grondwaterstand tussen de 10% en 90% van de gesorteerde waarnemingen. In lichtblauw met de waarnemingen uit het oude meetnet (o-) en in donkerblauw met de nieuwe waarnemingen (n-). De volgorde van de meetbuizen in de legenda is van links naar rechts.

5.5 Ecohydrologie van het Liefstingsbroek

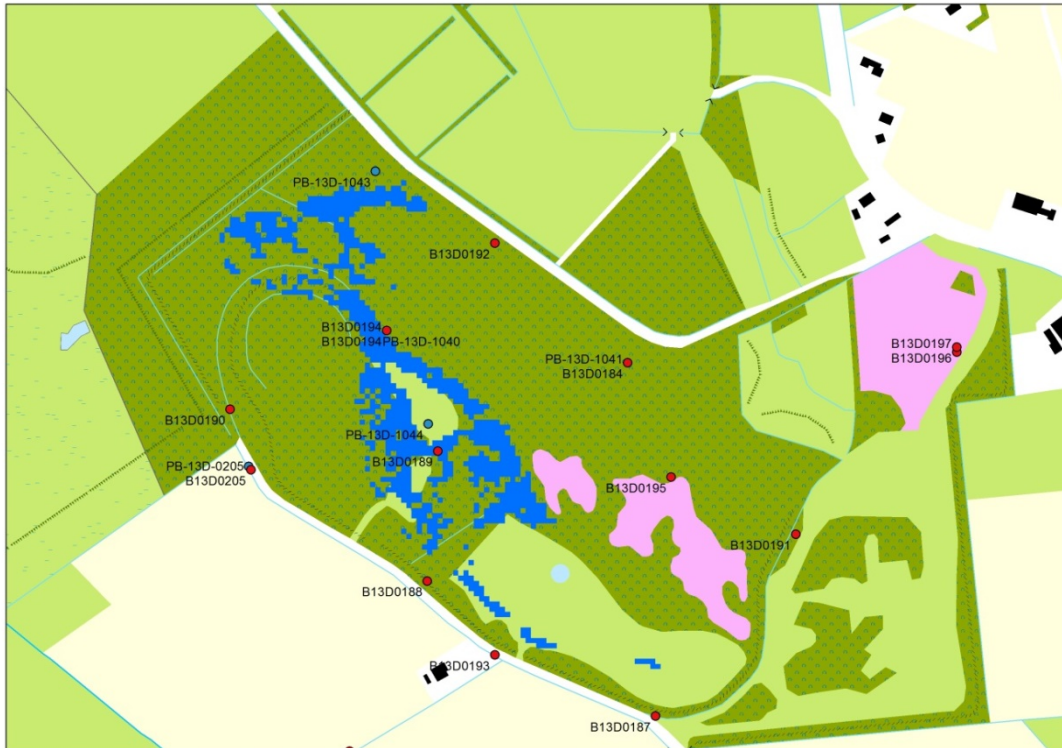
De grondwaterstroming in het Liefstingsbroek speelt zich af in het freatische pakket dat ongeveer 10 m dik is. De stroming in deze goed doorlatende laag is noord- en west-gericht. Ondiep in dat pakket komen laagjes voor waarop lokaal de grondwaterstand wat stagneert, maar die niet afsluitend werken om het verder uitzakken te voorkomen. Diepere standen fluctueren dan weer gewoon mee met het grondwater in de omgeving.

Er is een duidelijke verhoging van de grondwaterstand waarneembaar. Ten opzichte van de standen die tot medio 2006 zijn gemeten, zijn de standen in het Liefstingsbroek sinds 2012 hoger. De jongste meetperiode is nog kort en omvat een paar natte zomers, maar het verschil bedraagt zo'n 35 cm. De stijging van de hoogste standen is evident. Ook de lage standen zijn hoger, doordat er meer water in het gebied geconserveerd is. Pas na een droge zomer zal blijken of dat genoeg is om de grondwaterstand op een hoger peil te houden. De fluctuatie en de durlijnen van de grondwaterstand duiden erop dat het Liefstingsbroek gevoelig blijft voor verdroging.

De hogere grondwaterstand is het gevolg van het verwijderen van de detailontwatering en het verhogen van de afvoerdrempel naar het naastgelegen deel van het Ellersinghuizerveld. Ook in het Ellersinghuizerveld is de afvoerdrempel verhoogd, maar die ligt altijd nog enkele decimeters beneden die van het Liefstingsbroek. Ten opzichte van de vroegere situatie zal de wegzijging vanuit het Liefstingsbroek daardoor weinig beïnvloed worden. Daarentegen zal in de delen waar het Ellersinghuizerveld is afgegraven wel meer kwel optreden (behalve aan de ooststrand, die aan een dieper ontwaterende waterloop grenst).

Van de vroegere (kwel)fluxen en inundaties in het dal van de Ruiten Aa resteert na het afgraven van het hoogveen en het verbeteren van de ont- en afwatering alleen nog lokale, ondiepe kwel vanuit de hogere terreingedeelten. Ook in het Liefstingsbroek. Om een beeld te krijgen van plekken waar dit water de bovengrond kan bereiken, is een GIS-bewerking uitgevoerd. Hiervoor is gekeken waar inundatie optreedt, de bodem en de lokale opbolling van het grondwater in de winterperiode. Het resultaat staat in Figuur 5.19. Het water is afkomstig uit de hogere zandrug en wat verder uit oostelijke richting. Omdat het verschil tussen de grondwaterstand in de hoge rug en de lage delen niet is toegenomen, zal de flux ook weinig wijzigen. De bescheiden basenrijkdom in het freatische pakket

(vooral ook in de hogere, lokale zandruggen) maakt dat calciumbezetting op veel plaatsen laag is. In de pH-profielen is op een aantal plekken wel kwel-invloed geconstateerd, maar altijd met een regenwaterlens. De ligging van boringen met een neerslaglens (Ro of Rd) of lokaal zwak gebufferd kwelwater (Lo) uit § 4.1 komt vrij goed overeen met de blauwe delen in Figuur 5.19. Een gedeelte van het blauwgrasland inundeert niet. Er is een bemonstering van het grond- en oppervlaktewater uitgevoerd om een en ander te staven.



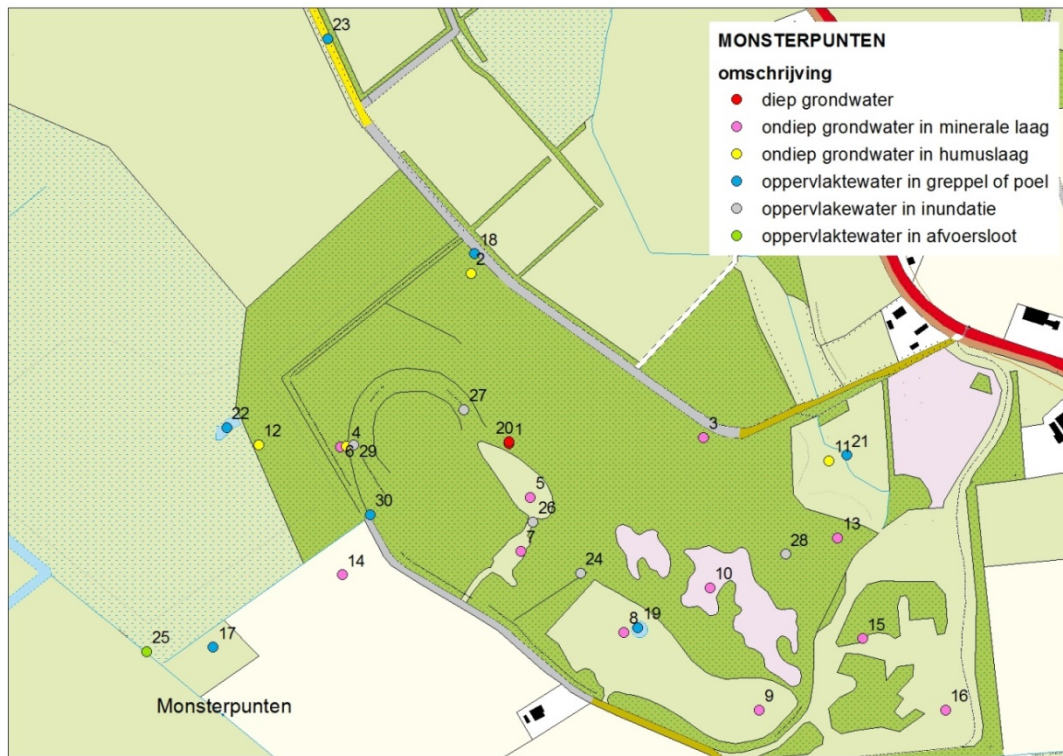
Figuur 5.19 Plekken waar mogelijk ondiepe kwel optreedt.

Waterkwaliteit

Op 25 april 2016 zijn 30 watermonsters genomen van grond- en oppervlaktewater in en rond het Liefstingsbroek. Aan het eind van het voorjaar was het winterse neerslagoverschot na een droge periode 'uitgezakt' en werd er geen water meer afgevoerd. Wel stonden grote delen van het gebied blank. In april is er weinig verdamping en is de capillaire nalevering nog minimaal.

In Figuur 5.20 staan de plekken waar watermonsters zijn genomen. Bij PB-13D-1040 zijn twee meetbuizen, 1 en 20, die filterdieptes hebben van respectievelijk 630-730 en 100-130 cm beneden maaiveld. Het diepste filter staat net boven de potklei. Het water uit die buis wordt gebruikt als referentie voor gerijpt, lithoclien grondwater. Beide meetpunten zijn in Figuur 5.20 op dezelfde plek aangeduid als 'diep grondwater'.

Op de andere meetplekken is het ondiepe grondwater in open boorgaten bemonsterd. Er is onderscheid gemaakt in water dat in de humeuze bovengrond stond en water uit de minerale ondergrond. Het oppervlaktewater dat bemonsterd is, is opgedeeld in grote inundaties, (afvoerloze) greppels en poelen en waterlopen. De analysesresultaten staan in Tabel 5.3. Daarin zijn dezelfde kleuren gebruikt als in Figuur 5.20.



Figuur 5.20 Monsterpunten voor de waterkwaliteit.

DIEP GRONDWATER

De zuurgraad en de hoge concentraties calcium en bicarbonaat laten bij mp 1 en mp 20 zien (Tabel 5.3) dat het water een duidelijk lithoclien karakter heeft. De wat hogere concentraties macro-ionen en de aanwezigheid van nitraat bij mp1 duiden op een zekere beïnvloeding door uitspoeling. Het water van mp 20 is van ongeveer 1 m beneden maaiveld afkomstig. Het heeft een samenstelling die nog goeddeels overeenkomt met dat van mp 1. Niet uitgesloten kan worden dat er langs de grondwaterbuizen sprake is van kortsluiting tussen de filters van de mp 1 en 20. Tijdens de bemonstering stond er nog 35 cm water op het maaiveld dat niet (meer) oppervlakkig tot afvoer kon komen, omdat het peil lager was dan de afvoerdrempel. Zolang dat het geval is, zal al het (neerslag)water in de bodem infiltreren (of verdampen). Verwacht mag worden dat de atmocliene samenstelling van dat water, zoals bij mp 27 is aangetroffen, dieper in de bodem zal doordringen.

ONDIEP GRONDWATER

Door een forse atmocliene component is het ondiepe grondwater overal zuur tot zwak zuur met lage concentraties calcium, magnesium en bicarbonaat. Mp 15 valt op door de opvallend hoge chlorideconcentratie. Dit punt ligt in een intrekgebied iets ten oosten van het Liefstingsbroek, in een grasland waar ook koeien lopen.

Wat verder opvalt, is dat de chlorideconcentraties in het ondiepe grondwater onder de korte vegetaties veel lager zijn dan onder bos. Door een grotere verdamping dikt het water daar in en neemt de concentratie van het inerte chloride toe. Op een aantal plekken zijn de kalium- en nitraatconcentraties ook wat hoger, wat duidt op depositie (door inwaaien van meststoffen?). Bij de nutriënten valt op dat grondwater in de humushorizont meer ammonium bevat als gevolg van mineralisatie van organisch materiaal. In het intrekgebied bij mp 10 is de nitraatconcentratie opvallend hoog. Blijkbaar mineraliseren daar de varens gemakkelijk en treedt er vervolgens nitrificatie op. Bij mp 4 is de fosfaatconcentratie hoog. Een oorzaak is niet aan te geven. Bij de naastgelegen mp 6 en mp 29 zijn minder hoge concentraties gemeten.

Tabel 5.3 Analyseresultaten van de bemonstering van grond- en oppervlaktewater op 25 april 2016.

MP	in LB*)	EC20 mS/m	pH	K+ mg/l	Na+ mg/l	Ca++ mg/l	Mg++ mg/l	Cl- mg/l	SO4= mgSO4/l	HCO3- mg/l	IC mg/l	NH4 mgN/l	NO2+3 mgN/l	PO4 mgP/l
1	x	66.0	7.9	2.4	26.5	94.1	10.2	38.2	23.0	312.1	63.3	<0.04	0.83	<0.02
20	x	68.4	6.8	0.5	40.7	92.2	10.8	45.3	36.0	293.0	78.1	0.18	<0.03	<0.02
3	x	21.9	3.9	0.7	19.6	1.6	1.4	34.3	25.8	0.1	4.9	0.1	0.04	<0.02
5	x	8.1	5.8	0.9	3.5	13.5	1.3	5.1	2.7	21.4	19.5	0.06	<0.03	<0.02
6	x	26.7	4.0	3.9	20.9	6.1	2.0	49.7	17.6	0.2	10.2	0.75	0.16	0.1
7	x	7.7	5.9	0.4	3.2	11.7	1.4	3.9	2.9	22.6	18.2	0.06	0.2	<0.02
8	x	8.0	5.7	0.7	1.6	11.3	1.5	4.2	9.4	12.9	15.0	<0.04	0.08	<0.02
9	x	7.2	5.7	0.9	3.7	9.3	0.6	4.6	6.0	14.2	15.0	<0.04	<0.03	<0.02
10	x	12.5	4.2	2.9	4.9	4.5	1.0	7.7	5.2	0.2	6.7	<0.04	7.96	<0.02
13	x	15.8	4.0	1.0	12.9	3.3	0.6	20.4	17.6	0.2	7.9	<0.04	1.43	<0.02
14		18.2	6.0	5.4	10.6	20.9	4.1	9.7	11.3	41.7	26.6	0.32	0.06	<0.02
15		46.4	5.3	0.3	29.5	49.5	3.0	168.0	72.6	4.6	11.7	0.11	<0.03	<0.02
16		16.1	6.4	1.0	7.2	22.0	2.5	7.7	6.3	52.7	19.5	<0.04	0.31	0.03
2	x	28.0	5.1	2.5	20.0	16.0	3.3	48.1	26.3	5.4	20.3	1.06	<0.03	0.1
4	x	23.6	4.0	8.1	15.8	5.8	2.2	50.2	14.4	0.1	6.1	3.16	0.15	1.87
11		10.6	5.9	0.4	1.9	18.6	1.3	1.8	7.3	31.2	24.7	0.06	<0.03	<0.02
12		15.3	5.9	2.7	7.3	19.2	2.2	10.2	3.3	27.5	20.3	0.81	<0.03	0.45
17		17.1	7.2	4.2	15.8	15.3	3.3	31.6	8.5	18.4	4.2	<0.04	<0.03	0.03
18	x	15.6	4.6	2.0	19.9	4.1	1.8	37.4	9.8	0.5	5.7	<0.04	<0.03	<0.02
19	x	8.6	7.0	5.6	4.9	7.0	1.7	9.7	2.7	24.4	5.8	0.07	0.05	<0.02
21		24.2	6.8	0.1	11.5	34.7	2.9	14.5	22.5	82.7	22.6	<0.04	<0.03	<0.02
22		8.1	6.5	8.9	6.1	2.7	1.4	14.7	1.4	7.9	2.7	<0.04	<0.03	0.23
23		23.6	7.0	18.3	18.6	20.7	2.2	28.2	11.9	52.9	12.8	0.18	<0.03	0.17
30	x	14.8	5.6	4.6	5.7	7.9	2.5	35.4	6.2	2.9	3.9	1.4	<0.03	0.36
24	x	8.2	4.5	4.8	5.3	4.7	1.6	14.4	4.5	0.1	0.9	1.39	<0.03	1.00
26	x	14.9	5.7	3.5	15.6	8.1	2.5	34.5	6.5	1.2	1.3	0.06	<0.03	<0.02
27	x	8.3	5.3	8.9	6.2	2.4	1.3	15.4	3.6	0.8	1.9	0.06	<0.03	0.49
28	x	18.2	3.9	2.0	14.2	7.6	1.9	36.8	4.3	0.0	0.6	0.17	<0.03	0.14
29	x	13.5	5.8	4.7	13.1	6.8	2.4	30.9	4.4	2.0	1.7	0.7	<0.03	0.17
25		41.7	7.5	7.2	29.4	38.9	6.4	48.8	46.8	74.0	15.6	<0.04	2.93	<0.02
□	diep grondwater 20: 8 m -maaiveld en 1: 4 m -maaiveld													
□	ondiep grondwater in minerale laag													
□	ondiep grondwater in humuslaag													
□	oppervlaktewater in greppel of poel													
□	oppervlaktewater in inundatie													
□	oppervlaktewater in regionale afvoersloot													
x	binnen het Liefstingsbroek													

OPPERVLAKTEWATER IN GREPPELS EN POELN

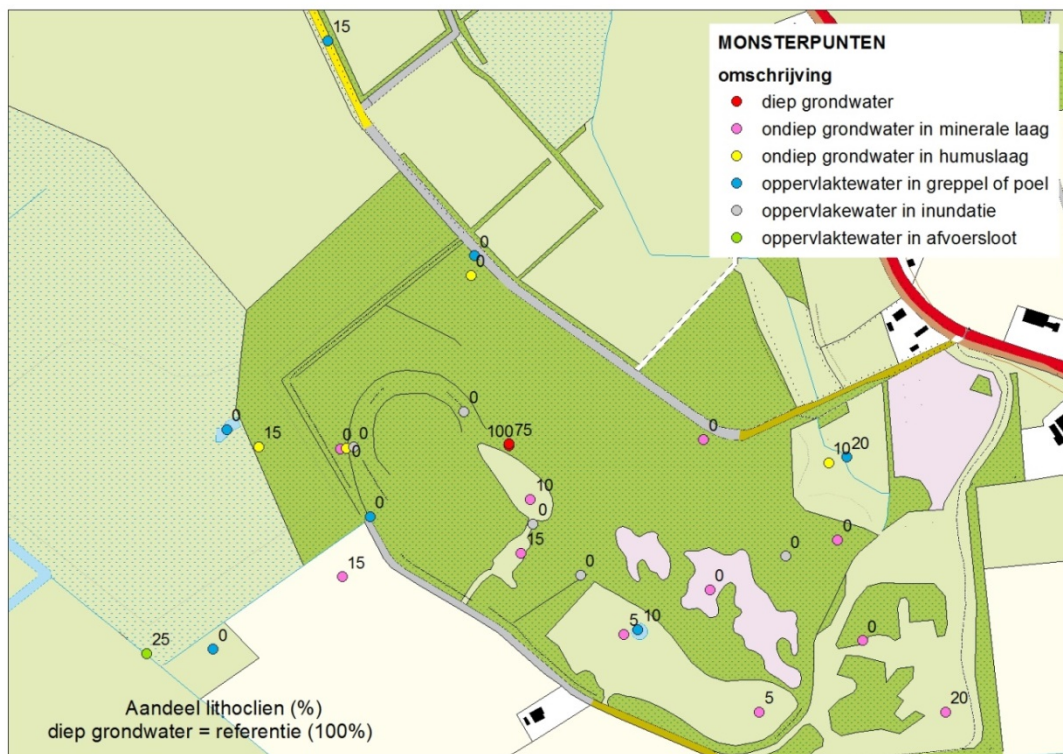
De samenstelling van het oppervlaktewater in greppels en poelen wijkt op de meeste plekken niet opvallend af van de samenstelling van het ondiepe grondwater. Er zal een uitwisseling zijn opgetreden tussen beide watertypen, omdat er al langere tijd geen oppervlakkige afvoer was en er in de voorafgaande maand weinig neerslag is gevallen. Mp 21, een diep ingesneden waterloop net ten oosten van het Liefstingsbroek, voerde nog een minimale hoeveelheid water af die gedeeltelijk uit dieper grondwater bestond. De pH bedroeg 6,8 en het water had ook wat hogere concentraties calcium en bicarbonaat. De concentraties aan nutriënten waren minimaal. Voor mp 25 geldt hetzelfde, maar die ligt buiten het gebied in een dieper ontwaterd landbouwgebied. Dat water had wel een hogere nitraatconcentratie.

OPPERVLAKTEWATER IN INUNDATIES

Het Liefstingsbroek stond tijdens de monsternamen nog voor een groot deel blank. Verspreid zijn in het Liefstingsbroek op 5 plekken watermonsters genomen van het inundatiewater. Het water zelf is zuur tot zwak zuur. Mogelijke ondiepe kwel langs de randen van hogere terreingedeeltes, zoals in Figuur 5.19 is aangegeven, lijkt niet op te treden, ofwel de flux is zo gering dat het door menging met stagnerend neerslagwater niet meer aantoonbaar is. Ook mp 28, dat midden tussen wat hogere terreingedeeltes ligt, laat geen sporen van ondiepe kwel zien. In het noordwesten van het Liefstingsbroek liggen 3 monsterpunten binnen 10 meter van elkaar. Op microschaal kan daar ook een stroming van een minerale bodemlaag (mp 6) naar een humuslaag (mp 4) optreden, waarna het water in een inundatie (mp 29) uittreedt. Maar ook daar is geen logische sequentie in de waterkwaliteit te zien. Het water in de humuslaag bevat het meeste kalium, ammonium, chloride en fosfaat als gevolg van mineralisatie.

Watertypering

De grondwatermonsters zijn getypeerd volgens een methode waarbij op basis van de pH, EC en de macro-ionen de overeenkomst met referentiewatertypen wordt berekend (Jansen & Kemmers, 1995). Als referenties zijn standaardwatertypen gebruikt voor neerslagwater (atmoclien) en water dat beïnvloed is door depositie en uitspoeling. Voor grondwater is de samenstelling van mp 1 gebruikt. De uitkomsten voor de aandelen atmoclien, lithoclien en beïnvloed staan in respectievelijk Figuur 5.21, 5.22 en 5.23. De aandelen van de drie watertypen zijn in procenten. Per meetpunt is de som van de drie aandelen 100%.

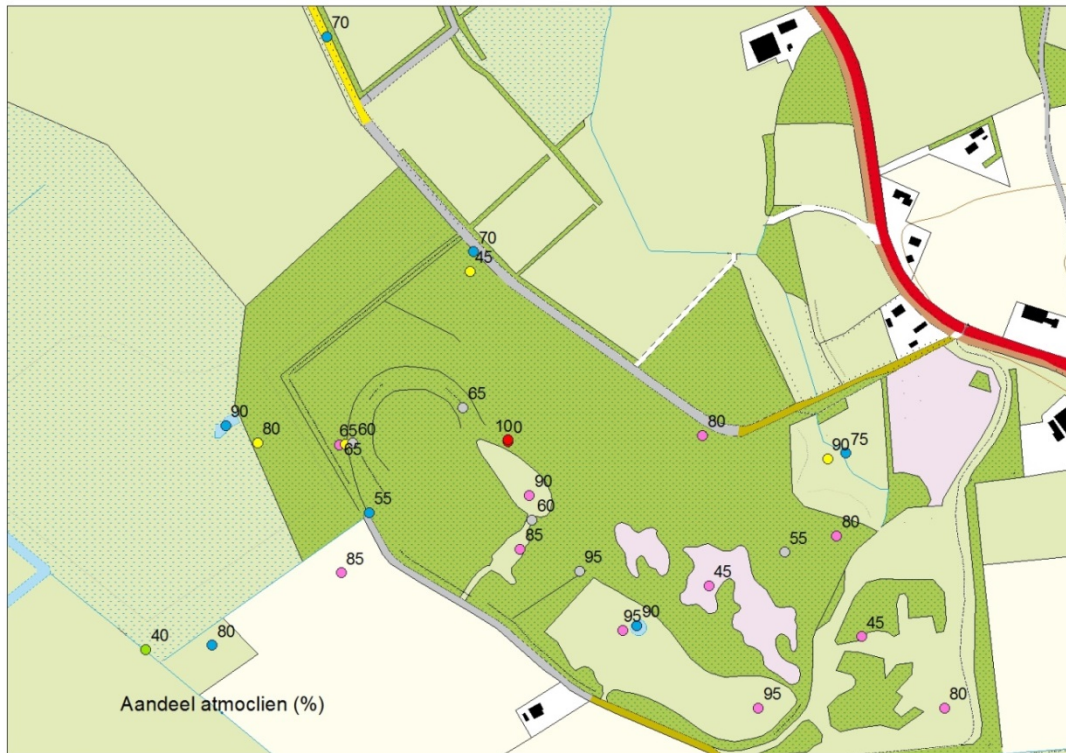


Figuur 5.21 Het aandeel lithoclien water.

AANDEEL LITHOCLIEN WATER

Het referentiepunt voor lithoclien water scoort uiteraard voor 100% met zichzelf. Iets ondieper, op dezelfde plek, bestaat 75% van het water uit lithoclien water. Zoals eerder aangegeven, is het niet uitgesloten dat er een kortsluiting tussen de beide meetbuizen is. In de waterlopen (mp 22 en mp 25) is 20 en 25% grondwater aanwezig en in de (afvoer)greppel langs de weg in het noorden is dit 15%. In het bos en het veld met varens (mp 10) is in het oppervlaktewater en in het ondiepe grondwater nergens lithoclien water aangetroffen.

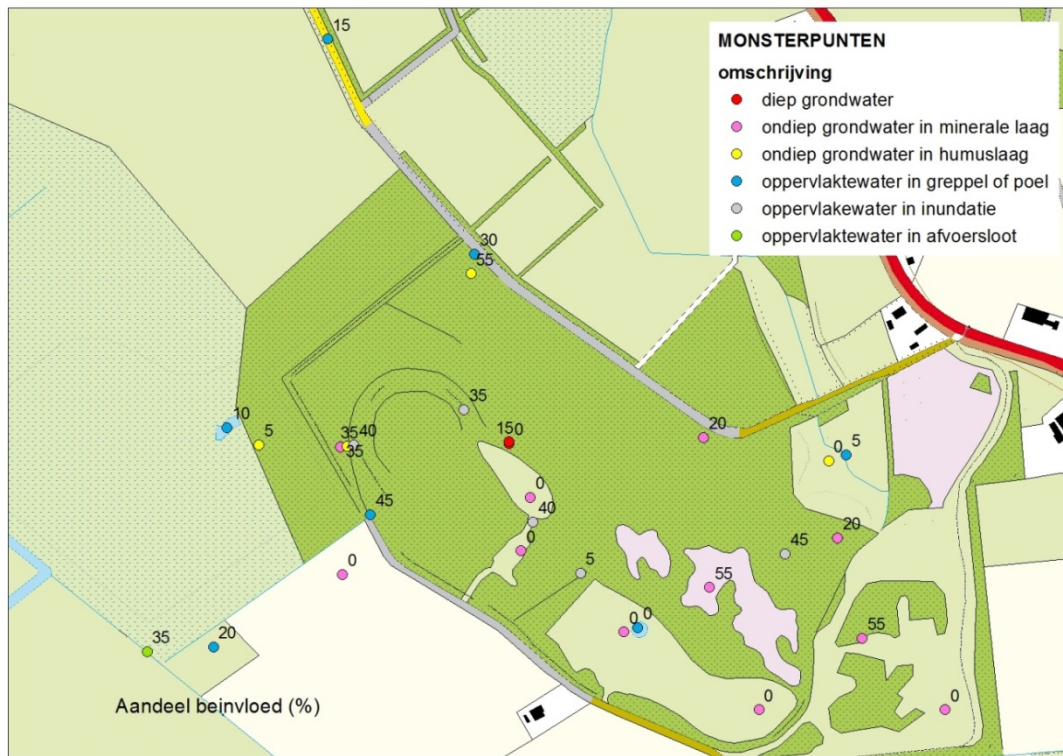
In de blauwgraslandjes ten zuiden van de referentiebuis (mp 5 en mp 7) bestaat het bovenste grondwater voor 10–15% uit lithoclien water en in het grote grasland in het zuiden (mp 8 en mp 9) voor 5%. In de laagste delen van het noordoostelijke graslandje is 10% van het water van lithocliene oorsprong (mp 11), evenals in de zuidwestelijk randzone naast het Liefstingsbroek dat deels is afgegraven (mp 12 en mp 14). Daar treedt bij hoge waterstanden binnen het Liefstingsbroek grondwaterstroming naar de randzone op, waar de waterstand lager is.



Figuur 5.22 Het aandeel atmoclien water.

AANDEEL ATMOCLIEN BEINVLOED WATER

Behalve bij het diepe referentiepunt met aandelen 0 en 10% domineert het aandeel atmoclien water bij vrijwel alle meetpunten. In het blauwgrasland is het aandeel uit 85-90% en in het zuidelijke grasland zelfs 95%. Behalve in het varenveld (mp 10) is op de andere bemonsterde plekken met korte vegetaties geen beïnvloed water aanwezig. Op de plekken met een opgaande begroeiing is het grond- en oppervlaktewater vaak substantieel beïnvloed door mineralisatie en depositie.



Figuur 5.23 Het aandeel (%) beïnvloed water.

RESUMÉ

Het diepe (freatische) grondwater heeft een lithocliene samenstelling die hooguit wat beïnvloed is door uitspoeling. Dit diepe grondwater komt nergens dicht aan de oppervlakte. Alleen in een paar ontwaterende waterlopen, die buiten het Liefstingsbroek liggen, bestaat de afvoer voor een vijfde gedeelte uit dieper grondwater.

Het bovenste grondwater in de blauwgraslandjes heeft nog sporen van lithocliene water. In nog mindere mate is dat in het zuidelijke grasland het geval. Het atmocliene watertype overheerst er. Elders in het Liefstingsbroek hebben het bovenste grondwater en het inundatiewater een atmocliene samenstelling die beïnvloed is door depositie en mineralisatie. De dikte van de regenwaterlens is niet bekend¹⁵, maar deze zal met het huidige waterbeheer dikker worden. Ondiepe kwel langs de randen met hogere terreingedeeltes, of in het noordwesten zoals in de inleiding is verondersteld, is niet aangetoond. Door het opzetten van het peil zijn de interne peilverschillen afgenomen en zal de grondwaterstroming minder diep door het bodemprofiel (dat bovenin is uitgelogd) trekken. Het opzetten van het peil biedt geen compensatie voor de vroegere diepere grondwaterstromingen die door de aanwezigheid van de veenpakketten functioneerden.

Het opgezette peil in het Liefstingsbroek zorgt ervoor dat de hoge grondwaterstanden hoger zijn geworden, waardoor een groot¹⁶ gedeelte van het neerslagoverschot ter plekke infiltreert. Vanuit het Liefstingsbroek treedt er dan eerder een stroming naar de omgeving op. Juist daar neemt de kans op diepere stroming toe (en een aanrijking van de ondiepere bodemlagen).

Conclusies

De hoge drempel voor de afvoer aan de rand van het Liefstingsbroek zorgt voor een verhoging van de hoogste grondwaterstanden en zorgt door die grote waterbuffer ook langdurig voor hogere lage waterstanden. In droge jaren kan nog wel verdroging optreden. De hoge grondwaterstanden en de inundaties in de winter, het voorjaar (en natte zomers) zorgen ervoor dat de kwel wordt 'weggedrukt' en ondiepe kwel door kleinere peilverschillen niet meetbaar is. De neerslaglens wordt dikker.

¹⁵ De pH-profielen geven daar een aanwijzing voor.

¹⁶ Er zijn geen metingen van afvoer van water uit het Liefstingsbroek bekend.

Door de onomkeerbare veranderingen (veenaftgraving) is het niet mogelijk om de vroegere hydrologische situatie te herstellen. Rekening moet worden gehouden met een verdere verzuring van het gebied. De maatregelen die genomen zijn, zijn te ver doorgeschoten. Ze bevorderen de infiltratie van neerslagwater en daarmee de verzuring van het Liefstingsbroek.

De verzuring van het Liefstingsbroek kan niet worden gestopt, maar nog wel worden afgeremd door een groter deel van het neerslagoverschot oppervlakkig af te voeren. Daarvoor is meer maatwerk van de waterhuishouding nodig. Enkele ondiepe greppels in de richting van het afvoerpunt moeten daarvoor worden hersteld en het niveau van de afvoerdrempel tot in het begin van het voorjaar worden verlaagd. Afhankelijk van de neerslagverwachting en de waterstand kan het peil daarna wat worden verhoogd om water voor de zomerperiode te conserveren.

6 Vegetatieontwikkeling en flora

6.1 Inleiding

De vegetatie van het Liefstingsbroek is goed bekend dankzij karteringen vanaf 1950. Dit hoofdstuk zet deze gegevens op een rij waarbij vegetatiepatronen, verspreidingspatronen van soorten en de ontwikkeling in PQs van het bosreservaat (2001-2016) worden beschreven.

Vanwege hun relatie met boshistorie, bosstructuur en grondwaterpeil zijn (zwarte) bramen als groep en op soortniveau interessante indicatoren voor de verdere bosontwikkeling onder invloed van een naar verwachting hoger waterpeil en van een afnemende vitaliteit van eik, waardoor de lichtbeschikbaarheid voor de struik- en kruidlaag toeneemt. Waar bramen door vernatting naar verwachting zullen afnemen, zullen veenmossen juist toenemen in het geval van een grotere regenwaterinvloed. Bij eventuele verdroging zal zwarte braam juist toenemen. In 2015 en voorzomer 2016 is daarom het optreden van bramen en veenmossen extra in kaart gebracht (§ 6.4 en 6.5).

Al deze gegevens worden in § 6.6 gekoppeld aan de landschappelijke bodemkaart (fysiotopen; zie § 3.4). Hierbij wordt gebruikgemaakt van een terreinindeling die is gebaseerd op historisch grondgebruik in 1829 (zie § 2.4) en de nog in het terrein aanwezige wallen (Figuur 6.1, Tabel 6.1). Het landgebruik destijds was sterk gestuurd door landschappelijk-bodemkundige condities, waardoor de eenheden in Figuur 6.1 een sterke relatie hebben met fysiotopen.



Figuur 6.1 Indeling van het Liefstingsbroek gebruikt voor de beschrijving van de vegetatie in historisch perspectief. Zie Tabel 6.1 voor toelichting van de codes. Ondergrond: luchtfoto 2014.

Tabel 6.1 Indeling van het Liefstingsbroek, gebruikt voor de historische typering van vegetatie en flora (vergelijk Figuur 6.1).

Code	Eigendom 1829	Grondgebruik 1829	Huidig grondgebruik
1	M.B. Liefsting	Bos (omgeven door wal)	opgaand bos
2	M.B. Liefsting	Bos (omgeven door wal)	opgaand bos
3	M.B. Liefsting	Hooiland (omgeven door wal)	grotendeels weiland (Grote weide)
4	M.B. Liefsting	Hooiland (omgeven door wal)	opgaand bos en broekbos, aangelegd/ontstaan tussen 1930 en 1960; Paardenweide en aansluitende Voorste weide resteren als hooiland
5	gerechtigden Weende	Bos	opgaand bos
6	gerechtigden Weende	Zandheide	opgaand bos, aangelegd/ontstaan tussen 1902 en 1916

6.2 Gegevensverzameling

Bij de aanwijzing van het gebied als bosreservaat is door Henk Koop (destijds RIN) de vegetatiekaart van 1950 (Van Dijk & Westhoff) beschikbaar gemaakt en aangevuld met een nieuwe kartering (1985) met een legenda die vergelijkbaar is met de 1950-kaart. Beide kaarten zijn opgenomen in Bijlage 7. In 2013 is in opdracht van Natuurmonumenten opnieuw een vegetatiekaart gemaakt en zijn diverse soorten gekarteerd (Jansen & Tonckens 2015).

Voor de monitoring van de vegetatieontwikkeling zijn de bosreservaten PQs geschikt. Deze liggen rond in 1985 geselecteerde punten van het 50x50 m ruitennet van het bosreservaat en zijn op 13 juni 2001 opgenomen. De opname is herhaald op 22 juni 2016 (zie Bijlage 8). Deze kaarten en floragegevens worden gebruikt voor een typering van de vegetatieontwikkeling (zie § 6.3).

Op 18 november 2015 is een globale bramenkartering uitgevoerd waarbij voor kaartenheden met bramendominantie aandelen van de verschillende braamsoorten zijn genoteerd. Soorten die niet vlakdekkend voorkomen, zijn als puntlocaties opgenomen. In de randen van het bos is het voorkomen van alle soorten als punten opgenomen. De rand van de zuidelijke bosstrook (met wal) naar de Grote weide is eind juni 2016 opgenomen in de kartering. Bij de verwerking zijn ook enkele gegevens gebruikt die zijn verzameld op 21 augustus 1995 (Bijlsma et al. 1998).

Op 22 juni en 20 december 2016 is – in aanvulling op de tijdens diverse veldbezoeken waargenomen veenmossen – systematisch uitgekeken naar veenmossen in de randzones van het broekbos en van de natte laagten.

6.3 Vegetatieontwikkeling

Vegetatieontwikkeling 1950-1985 (kaarten in Bijlage 7) en 1985-2013

De vegetatie van de oude boskern van het Liefstingsbroek in 1950 (deelgebied 1 in Figuur 6.1) onderscheidt zich nauwelijks van die in 1985. Ook toen bestond een aanzienlijk deel uit dominantie van adelaarsvaren zonder boom- en struiklaag en was er een aanzienlijke hulstlaag aanwezig onder eik.

De vegetatiekaart van 1950 laat een groot oppervlak rijk bos zien (*Quercus-Carpinetum stachyetosum*) dat goed correspondeert met het huidige fysiotoop L1 met beekerdgronden (Figuur 3.2)¹⁷. De 'rijke soorten' in deze rond 1910 aangelegde boszone (Figuur 6.1) betreffen, blijkens opnamen uit 1953 van Van Dijk & Westhoff in de Landelijke Vegetatiedatabank, bosgierstgras, grote muur, witte klaverzuring en ruwe smele, alle soorten die zich (bijv. in tegenstelling tot bosanemoon) snel vanuit een oude

¹⁷ De legenda-eenheden voor 'Quercus-Betuletum met invloeden van Quercus-Carpinetum' en 'Vegetatie in moeras met plaatselijk veel ruw beemdgras' zijn waarschijnlijk verwisseld op de vegetatiekaart van 1950 (in Bijlage 7).

boskern kunnen uitbreiden in aangrenzend jonger bos. De boskern zelf, waarin ook toen adelaarsvaren en bosanemoon aanwezig waren, werd gevormd door het bos binnen en op de wallen van de huidige fysiotopen H1-H4, onderdeel van de FG-series Lemige dekzandgebieden & dekzand op leem en Vochtige dekzandlaagten. Ruwe smele zal afkomstig zijn geweest uit de overgangen van dit drogere bos naar het elzenbroekbos. Aan de NO-zijde gaat deze zone in 1950 over in 'Querco-Carpinetum ontwaterd' en 'Querco-Betuletum met invloeden van Querco-Carpinetum' (zie voetnoot 14). In 1985 wordt van dit rijke bos alleen de laagte aan de W-zijde van het Liefstingsbroek tot het Eiken-Haagbeukenbos gerekend; kleiner, maar ongeveer overeenkomend met H9160A op de habitatkaart (Figuur 1.2). Het 'wordt gedifferentieerd door de *Deschampsia cespitosa*-groep¹⁸ en t.o.v. *Betulo-Quercetum*, *Fago-Quercetum* en *Milio-Fagetum* door de *Alnus*-groep¹⁹' (bron: archief bosreservaten, toelichting bij vegetatiekaart door Henk Koop). Ook deze laagte betreft jong bos. Het overgrote deel van het 'Querco-Carpinetum' wordt in 1985 aangeduid als 'Milio-Fagetum (verdroogd *Stellario-Carpinetum*)' dat zich onderscheidt 'door hoge presentie van *Rubus fruticosus* en *Milium effusum* en het ontbreken van *Pteridium*- en *Ilex*-dominantie' (bron: zie boven). In 1950 wordt ook de laagte boven de Grote weide tot het *Stellario-Carpinetum* gerekend, deels tot de vochtige tot natte subassociatie *filipendulosum*. Dit deel lag begin 19^e eeuw op de grens van hooiland en drogere, oude boskern, maar was eind 18^e eeuw nog bos (zie Bijlage 1). In 1985 resteert een klein deel van deze overgangszone als Eiken-Haagbeukenbos; de rest is verdroogd tot *Milio-Fagetum*. Samengevat is het areaal *Querco-Carpinetum* afgenomen ten gunste van verdroogde vormen.



Figuur 6.2 Zicht vanaf de wal in de ZW-rand van het Liefstingsbroek naar het broekbos. Op de wal is dalkruid dominant onder zware eik; in het broekbos domineert elzenzegge (foto: Rienk-Jan Bijlsma, juni 2016).

De omvang en kwaliteit van het complex broekbos inclusief bos in de meander is in 1985 belangrijk verkleind ten opzichte van 1950 ('*Alnetum* met *Sphagnum*' en '*Carici elongatae-Alnetum*'). Allereerst door het verdwijnen van veenmosrijk elzenbroek. Verder door de ontwikkeling van brede zones vochtig berken-zomereikenbos rond de Paardenweide en Voorste weide en een aanzienlijk oppervlak elzen-eikenbos. Met name de laatste ontwikkeling wijst op verdroging, waarschijnlijk als gevolg van ontwatering van het landschap begin 20^e eeuw en de ruilverkaveling in de jaren 1960-70 (zie § 5.3 en Figuur 5.5). Ook de vestiging van berk wijst op een versterking, zoals het droogvallen van de oeverzone van het broekbos grenzend aan beide weidjes²⁰.

¹⁸ Met naast ruwe smele: wijfjesvaren, ratelpopulier, gewone vlier, gewone esdoorn, gewone es, grote brandnetel, ijle zegge, kruipende boterbloem en groot rimpelmos.

¹⁹ Met zwarte els en in lage bedekking (Braun-Blanquet p) elzenzegge, gele lis, moeraszegge, holpijp en moeraswalstro.

²⁰ In de toelichting bij de vegetatiekaart van 1985 in het bosreservatenarchief schrijft Henk Koop: 'De randen van de paardeweide en voorste weide, die in 1950 als Molinietum met *Sphagnum*, *Peucedanum* en *Comarum* waren gekarteerd, zijn dichtgegroeid met eiken en behoren nu tot het Pijpenstrootje-type'.

Zowel in 1950 als in 1985 wordt in de buitenrand van het jonge bos van het Liefstingsbroek (deelgebied 6 in Figuur 6.1) berken-zomereikenbos aangegeven, in 1985 'positief gedifferentieerd door de *Molinia*-groep samen met de *Frangula*-groep' (bron: zie boven).

In 2013 zijn ten opzichte van 1985 de zones berken-zomereikenbos in de randen van het broekbos en rond de Voorste wei door vernatting verdwenen ten gunste van typen als Zwarte els en een complex van Grauwe wilgstruweel en Zwarte els. De relatief rijkere bosdelen (type van Zomereik en Gewone salomonszegel) komen alleen nog in de rand van het bosreservaat voor, met name op en langs de wal in de ZW-rand (Figuur 6.2). Het is overigens de vraag of dit vroeger heel anders was. In ieder geval resteert van het oppervlak (matig ontwikkeld) *Milium-Fagetum* in 1985 nu een bostype met zwarte braam en wijfjesvaren; bosgierstgras is vrijwel verdwenen.

Het in 1985 met kleine oppervlakte aangegeven (jong) Eiken-Haagbeukenbos is niet meer aanwezig op de vegetatiekaart van 2013; door vernatting wordt het betreffende bos nu tot het type van Zomereik en Pitrus gerekend. Door de kleiige bovengrond zal het stagnerende regenwater hier enigszins worden 'aangerijkt'. Naar verwachting ontwikkelt zich hier een vegetatie die aansluit op het broekbos van de fysiotoopen L2 (voormalige meander) en L3 (kern huidige broekbos) met ruwe smele, hennegras, ijle zegge, elzenzegge en rode contrastbraam. In de huidige Nederlandse opvatting van het Eiken-Haagbeukenbos kan deze vegetatie niet meer tot het Eiken-Haagbeukenbos worden gerekend, maar mogelijk was het door Westhoff & Van Dijk onderscheiden *Querco-Carpinetum filipenduletosum* (zie Bijlage 7) verwant.

Vergelijking bosreservaten PQs 2001-2016 (opnamen in Bijlage 8)

In de hoogstgelegen fysiotoopen (H1-H4) met overwegend oud bos is de bijdrage van berk aan de boomlaag sterk afgenomen; hulst is doorgroeid naar de boomlaag; aandelen eik en lijsterbes zijn weinig veranderd. In de struiklaag is hulst sterk toegenomen en lijsterbes vrijwel verdwenen. In de kruidlaag lijken zowel brede stekelvaren als zwarte braam enigszins te zijn toegenomen in PQs waar deze soorten ook in 2001 voorkwamen; ze ontbreken nog steeds in de PQs waarin ze in 2001 ook niet werden aangetroffen.

In de fysiotoopen van de vochtiger en deels ook minder zure bodems (M2-M4), tegelijkertijd ook jonger bos, is de boomlaag weinig veranderd. Beuk en ratelpopulier zijn doorgroeid vanuit de struiklaag; in de op de grens met fysiotoop L1 liggende, deels vernatte PQ C8 is es verdwenen (afgestorven). In de struiklaag is hulst opnieuw toegenomen en is vuilboom afgenomen. Enkele struiksoorten zijn niet meer aangetroffen, zoals ruwe berk, eenstijlige meidoorn en Amerikaanse vogelkers. De totale bedekking van de kruidlaag is niet duidelijk veranderd; de totale bedekking van zwarte braam lijkt te zijn afgenomen. Hennegras en bosgierstgras, in lage bedekking aanwezig in 2001, zijn niet meer aangetroffen in de betreffende PQs. In de ten dele vernatte PQ C8 zijn vochtminnende soorten verschenen, zoals elzenzegge en ijle zegge, en heeft pitrus zich massaal gevestigd.

Van de laaggelegen fysiotoopen (L1 en L3) konden de PQs in het centraal gelegen broekbos niet meer worden opgenomen vanwege de hoge waterstand. In het sterk vernatte PQ 9 is de boomlaag vrijwel afgestorven. In de kruidlaag hebben zich vochtminnende soorten gevestigd of uitgebreid, zoals ruwe smele. De bedekking van bramen lijkt te zijn afgenomen waarbij alleen de rode contrastbraam (nog?) voorkomt.

6.4 Bramen

Inleiding

De taxonomie en verspreiding van de Nederlandse bramen zijn goed bekend (Van de Beek et al. 2014) en vanouds het best in Drenthe (o.a. Beijerinck & Ter Pelkwijk 1952; Bijlsma 2006). Op de website <http://rubus-nederland.nl/nl/> staan beschrijvingen, foto's en verspreidingskaartjes van alle Nederlandse braamsorten.

Ecologisch gezien zijn bramen en daarmee de monitoring van bramen interessant vanwege:

- differentiatie in areaalgrootte met relatief veel regionale soorten waardoor bramenregio's voorkomen (Haveman et al. 2016); het Drents district waartoe ook het Liefstingsbroek behoort, wordt gekenmerkt door een vrij groot aantal soorten (o.a. Provincie Drenthe 2010; Van de Beek et al. 2014); deze regionale biodiversiteit draagt bij aan de natuurkwaliteit van terreinen;
- differentiatie in de mate waarin soorten zich vestigen en uitbreiden in nieuw habitat; er komen uitgesproken oudbossoorten voor die zich moeilijk verspreiden over grotere afstanden en daardoor vrijwel beperkt zijn tot oude bossen (van voor 1850);
- differentiatie in abiotische randvoorwaarden en respons op verdroging/vernatting (Bijlsma, 2004).
- grote mate van persistentie in voorkomen; de bramenflora met name van bosgebieden verandert traag en heeft daarom een groot geheugen (o.a. Bijlsma et al. 1996, Bijlsma, 2006).

Bespreking van de soorten

In het Liefstingsbroek zijn 12 soorten zwarte braam aangetroffen (Tabel 6.2), waaronder één soort, *Rubus affinis*, alleen in 1995. Verspreidingskaartjes van alle soorten in het Liefstingsbroek zijn opgenomen in Bijlage 9. De verwijzing naar deelgebieden heeft betrekking op Figuur 6.1.

Tabel 6.2 De in het Liefstingsbroek aangetroffen bramen. Landelijke zeldzaamheid: aa algemeen, a vrij algemeen, zz zeldzaam. Areaaltype: V verwilderd; W1 inheems, zeer wijdverbreid (areaaldiameter > 1500 km); W2 inheems, wijdverbreid (areaaldiameter 500-1500 km) (Van de Beek et al. 2014).

Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	Landelijke zeldzaamheid	Areaaltype
<i>Rubus affinis</i>	Gedraaide koepelbraam	aa	W2
<i>Rubus armeniacus</i>	Dijkviltbraam	aa	V
<i>Rubus arrhenii</i>	Witte grondbraam	zz	W2
<i>Rubus flexuosus</i>	Slanghumusbraam	a	W1
<i>Rubus glandithyrsos</i>	Rode contrastbraam	a	W2
<i>Rubus gratus</i>	Zoete haarbraam	aa	W1
<i>Rubus lindleianus</i>	Stompe haagbraam	a	W2
<i>Rubus nessensis</i>	Vroege roggebraam	aa	W1
<i>Rubus plicatus</i>	Geplooide stokbraam	aa	W1
<i>Rubus silvaticus</i>	Donkere pluimbraam	a	W2
<i>Rubus sprengelii</i>	Rode grondbraam	a	W1
<i>Rubus umbrosus</i>	Pluimkambraam	aa	W1

Rubus affinis (Gedraaide koepelbraam)

In Nederland algemene soort van basenhoudende tot basenrijke, droge tot uitgesproken natte bodems. Alleen aangetroffen in 1995 op één plek in de noordrand. De opvallende schaarste sluit aan op het vrijwel ontbreken in Noord-, Oost- en Zuidoost-Drenthe.

Rubus armeniacus (Dijkviltbraam)

In Nederland een algemeen verwilderde soort, die zich in de afgelopen decennia ook sterk heeft uitgebreid in Laag Nederland. Vaak op ruderaal terreinen, zoals in bermen, op spoordijken en geluidswallen. Kan zeer invasief optreden en daarbij hoge struwelen vormen.

Op twee plaatsen in de noordberm van de zandweg boven het bos en op één plek in de oostelijke bosrand. Vooralsnog niet in het bos zelf.

Rubus arrhenii (Witte grondbraam)

Een noordelijke soort, in Nederland vrijwel beperkt tot oude bossen en houtwallen in Drenthe en aangrenzend Groningen en in Twente. Een schaduwtolerante bossoort.

In het gebied alleen aangetroffen in de oude boskern, het meest in deelgebied 1 (lemige dekzandrug: fysiotoop H1) onder eik met adelaarsvaren (Figuur 6.3). De kleine plek in deelgebied 2 is hier ook in 1995 genoteerd. In vergelijking met de andere soorten in fysiotoop H1 (*R. flexuosus*, *R. silvaticus* en *R. sprengelii*) heeft *R. arrhenii* zich niet gevestigd in het jongere bos in de vochtige dekzandlaagte (FG-serie HzDV) en beekvlakte (FG-serie HzBV).



Figuur 6.3 *Rubus arrhenii* (Witte grondbraam) in de oude boskern van het Liefstingsbroek (deelgebied 1) tussen (afgestorven) adelaarsvaren. Een (laagblijvende) oudbosbraam. Kenmerkend zijn de altijd vijftallige bladen met elliptische blaadjes met relatief dicht openstaande, parallelle nerven (foto: Rienk-Jan Bijlsma, november 2015).

Rubus flexuosus (Slanghumusbraam)

In Nederland algemeen in zowel oude als jonge bossen van het Drents district tot in Twente. Daarbuiten heel verspreid en vaak in kleine populaties. Zeer schaduwtolerant en dan vaak drie- tot viertallig (Figuur 6.4). In Europa met een zeer groot areaal (Tabel 6.2). De meest algemene soort in het Liefstingsbroek. In lage bedekking over grote oppervlakten in het noordelijk deel van het oude bos van deelgebied 1 en 2, maar ook en zelfs optimaal in het vochtige of verdroogde jongere bos van deelgebieden 6 en 4.



Figuur 6.4 *Rubus flexuosus* (Slanghumusbraam) is een vooral in Noord-Nederland voorkomende laagblijvende, schaduwtolerante braam die in de volle zon vijftallige bladen heeft, maar in de schaduw (zoals hier) drie- tot viertallige bladen vormt. Algemeen in het Liefstingsbroek (foto: Rienk-Jan Bijlsma, november 2015).



Figuur 6.5 Kenmerkend voor *Rubus glandithyrsos* (Rode contrastbraam) zijn de grote rozerode bloemen en de vijftallige bladen met breed topblad dat overlapt met de zijblaadjes. De blaadjes hebben een vettige glans (foto's: Rienk-Jan Bijlsma, juni 2016/november 2015).



Figuur 6.6 *Rubus glandithyrsos* (Rode contrastbraam) komt in het Liefstingsbroek vooral voor in het jonge bos (deelgebied 6) in de vochtige dekzandlaagte en vochtige beekvlakte en kan daar dominant worden dankzij de holle bosstructuur (foto: Rienk-Jan Bijlsma, november 2015).

Rubus glandithyrsos (Rode contrastbraam)

In Nederland evenals *R. flexuosus* een overwegend Drentse braam tot in Salland en plaatselijk in het IJsseldal. Een soort van bosranden en open, jonge bossen, ook op voor zwarte bramen relatief vochtige tot natte gronden (zo o.a. in NW-Overijssel). In de bloeitijd door zijn grote, rode bloemen, meeldraden en stijlen een opvallende soort (Figuur 6.5). Weinig schaduwtolerant.

In het Liefstingsbroek algemeen en plaatselijk dominant in het verdroogde en betrekkelijk jonge bos van deelgebied 6 (vochtige dekzandlaagte en beekvlakte) dat bovendien erg hol is, waardoor veel licht de bosbodem bereikt en deze soort tot dominantie komt (Figuur 6.6). Dit gebied is korte tijd ontgonnen geweest (zie §2.4). Als enige zwarte braam plaatselijk dominant in het verdrongen bos van deelgebied 6 (westelijk deel, fysiotoop L1). Afwezig op de dekzandrug van de oude boskern (deelgebied 1). Opvallend schaars in de bermen en bosranden, wat de indruk versterkt dat dominantie van deze soort niet eenvoudig gerelateerd is aan hoge stikstofdepositie.

Rubus gratus (Zoete haarbraam)

Landelijk de meest algemene zwarte braam, met een voorkeur voor goed gedraineerde, basenarme zandgronden. In Europa met een zeer groot areaal (Tabel 6.2).

In het Liefstingsbroek betrekkelijk schaars en in lage bedekking in het jonge bos van deelgebied 6 en daar beperkt tot de verdroogde dekzandlaagte en beekvlakte zonder kwelinvloed. Verder in bermen.

Rubus lindleianus (Stompe haagbraam)

Een Atlantische soort van de Britse eilanden en NW-Europa, in Nederland vooral op de hogere zandgronden in het midden en noorden van het land. De soort is beperkt tot rijkere bodems (lemige zandgronden, leemgronden, oude rivierkleigronden).

In het Liefstingsbroek beperkt tot de wal onder de Grote weide.

Rubus nessensis (Vroege roggebraam)

De bekendste soort van de groep 'staande bramen' (met framboos-achtige, rechtopstaande bladloten). Landelijk algemeen, vooral in bossen op vochtige, matig basenrijke zand- en leemgronden. In Europa met een zeer groot areaal (Tabel 6.2).

In het Liefstingsbroek onverwacht schaars, slechts op een drietal plekken in kleine hoeveelheid aanwezig.

Rubus plicatus (Geplooide stokbraam)

De op *Rubus gratus* na landelijk meest algemene zwarte braam, met een nog sterkere voorkeur voor zure zandgronden. In Europa met een zeer groot areaal (Tabel 6.2).

In het Liefstingsbroek alleen in de O-rand van het gebied.

Rubus silvaticus (Donkere pluimbraam)

In Nederland kenmerkend voor oude bossen en het oude cultuurlandschap van de hogere zandgronden boven de grote rivieren en vooral in Noord-Nederland vrij algemeen. Schaduwtolerant. In het gebied met eenzelfde verspreiding als *R. flexuosus* maar minder bedekkend. Kennelijk heeft *R. silvaticus* (i.t.t. *R. arrhenii*) het jongere bos probleemloos gekoloniseerd vanuit de oude kern.

Rubus sprengelii (Rode grondbraam)

Door zijn sparrige bloeiwijze met donkerroze bloemen een in de bloeitijd zeer karakteristieke soort (Figuur 6.7) die in Nederland vrij algemeen, vooral boven de grote rivieren en in Midden- en Zuid-Limburg voorkomt, maar wel met een zwaartepunt op de hogere zandgronden van Noord-Nederland. Zowel in oude als jonge bossen. Schaduwtolerant. In Europa met een zeer groot areaal (Tabel 6.2).

In het Liefstingsbroek in lage dichtheid vooral in het oude bos van deelgebied 1 en 2 en het aangrenzende jongere bos in deelgebied 6, meestal samen met *R. flexuosus* en *R. silvaticus*.



Figuur 6.7 De wijduitstaande, slanke bloeitakken met roze bloemen maken *Rubus sprengelii* (Rode grondbraam) in de bloeitijd onmiskenbaar (foto: Rienk-Jan Bijlsma, juni 2016).

Rubus umbrosus (= *R. pyramidalis*; *Pluimkambraam*)

In Nederland een algemene soort van goed-gedraineerde, niet te arme bossen en bosranden op de hogere zandgronden, de kustduinen en het heuvelland. Tamelijk schaduwtolerant. In Europa met een zeer groot areaal (Tabel 6.2).

In het gebied maar op één plek in de rand van het verdrongen bos van deelgebied 6 (westelijk deel), samen met *R. nessensis*. Mogelijk een betrekkelijke jonge vestiging.

Conclusies: bramen in historisch en landschapsecologische perspectief

Op grond van de huidige verspreiding van bramen in het Liefstingsbroek in relatie tot historisch landgebruik en de landschapsecologische kenmerken van het gebied kunnen de volgende conclusies worden geformuleerd:

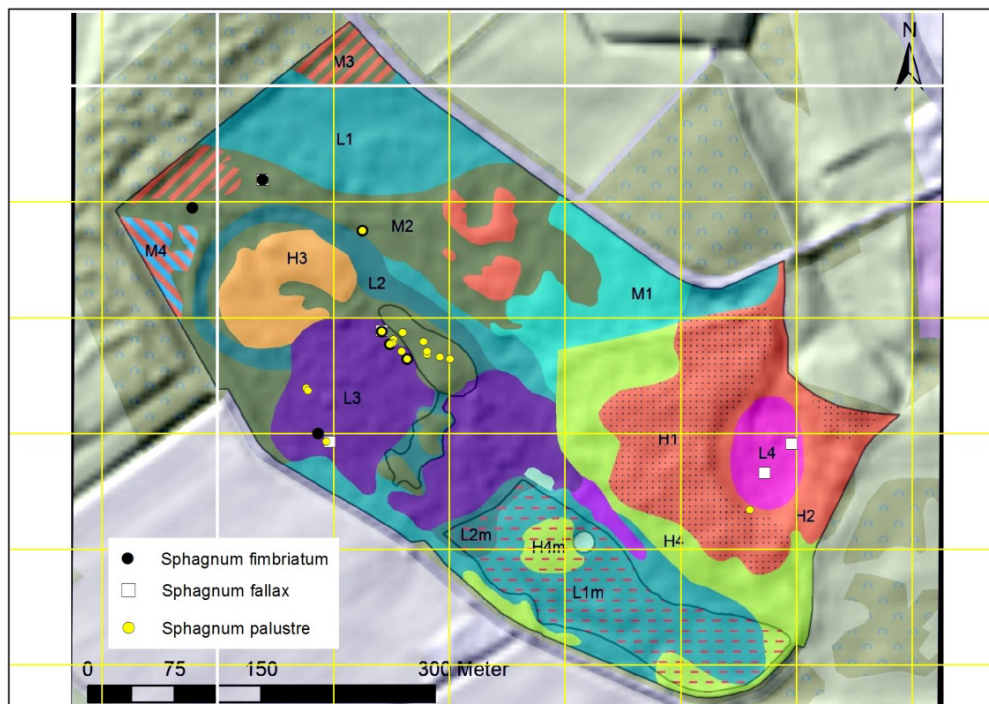
1. Het aantal soorten zwarte braam in het Liefstingsbroek is gering. Waarschijnlijk is dit het gevolg van 1) de slechts kleine oude boskern op goed gedraineerde bodem, 2) de sterke dominantie van adelaarsvaren op deze groeiplaats en 3) een oorspronkelijk bramenarm hoogveen- en heidelandschap buiten het stroomgebied van de Ruiten Aa waardoor kolonisatie van het jongere (verdroogde) bos een zeer beperkt aantal soorten betreft.
2. Vrij grote delen van het oude bos van deelgebieden 1 en 5 zijn vrijwel bramenloos door een dichte laag van adelaarsvaren of een dicht kronendak met hulst. Het lage deel van het oude bos van deelgebied 5 is eveneens bramenloos door de zeer arme, venige bodem. Deelgebied 4 is overwegend te nat voor zwarte bramen.
3. Opvallend afwezig in vergelijking met de oude bossen van Drenthe (Norgersholt, Mantingerbos, Asserbos e.d.) zijn *Rubus bellardii* (Sierlijke woudbraam) en *R. erinulus* (Egelschuilbraam), waarschijnlijk vanwege dispersielimitatie. Gemeenschappelijk met de oude Drentse bossen is *Rubus arrhenii* die in het gebied nog steeds vrijwel beperkt is tot de oude boskern. Ook *R. silvaticus* en *R. sprengelii* komen veel voor in de oude Drentse bossen, maar hebben een grotere dispersiecapaciteit; in het gebied hebben deze soorten zich waarschijnlijk vanuit de boskern in het jongere bos gevestigd. Afwezig is de in Nederland voor het gebied Sellingen/Ter Apel kenmerkende *Rubus chlorothyrsus* (Kale pluimbraam); deze soort heeft in Europa een noordelijke verspreiding.
4. De overige soorten in het gebied (dus afgezien van *arrhenii*, *silvaticus* en *sprengelii*) kunnen zich (ook) vanuit het omringende cultuurlandschap in het stroomgebied van de Ruiten Aa na 1900 nieuw hebben gevestigd in het jonge bos op voormalige heidegrond. Voor de landelijke algemene maar in het gebied opvallend zeldzame *R. nessensis* en *R. umbrosus* is het aantal bronpopulaties wellicht nog steeds gering.
5. De voor sterk verdroogde en verstoorde (beekbegeleidende) vochtige bossen en broekbossen kenmerkende wasbramen (*Rubus* sectie *Corylifolii*) komen in het Liefstingsbroek niet voor, wat wijst op een geleidelijk verdrogingsproces. De regio is opvallend rijk aan wasbramen, waaronder *Rubus schipperi* (Roze purperbraam), genoemd naar de vanuit Winschoten rond 1900 in de regio botaniserende W.W. Schipper. De op ruderaal plaatsen steeds meer verwilderende *R. armeniacus* is alleen juist buiten en in de rand van het gebied aangetroffen.
6. Zwarte bramen van zure (of verzuurde) groeiplaatsen zijn schaars, zoals *R. gratus* en *R. plicatus*, of ontbreken, zoals *R. scissus* (Naaldroggebraam) *R. ammobius* (Viltige roggebraam). Beide laatste soorten komen wel in de regio voor in de vml. hoogveengebieden.
7. Substantiële verbraming met *Rubus macrophyllus* (Bolle haarbraam) zoals veel optreedt in Midden-Nederland is niet aan de orde. Bolle haarbraam is niet aangetroffen in het gebied waarschijnlijk dankzij de grote zeldzaamheid van deze soort in Noord-Nederland. *Rubus glandithyrsos* komt als enige braam sterk tot dominantie in het jonge en verdroogde bos (oostelijk deel) van deelgebied 6 incl. het verdrongen (westelijk) deel. Mogelijk profiteert *glandithyrsos* ook van de hoge lichtbeschikbaarheid als gevolg van de holle bosstructuur.

Perspectief: Bij doorzettende vernatting zullen de zwarte bramen zich (weer) terugtrekken uit de vochtige dekzandlaagte en beekvlakte van deelgebied 4 en 6, in ieder geval *R. flexuosus*, *R. silvaticus* en *R. sprengelii*. Mogelijk kunnen wasbramen zich hier nieuw vestigen (als storingsindicatoren). Eventuele uitbreiding van *R. gratus* en *R. umbrosus* zou juist wijzen op toenemende verdroging en de daarmee gepaard gaande verzuring. Vrij grote delen zullen vrijwel bramenloos blijven; in de oude boskern door dominantie van adelaarsvaren of een hoog (toenemend?) aandeel hulst in de struiklaag; in het jonge bos door hoge waterpeilen (broekbos en moerassige laagten).

6.5 Veenvossen

Veranderingen in de waterhuishouding en waterkwaliteit in het Liefstingsbroek zijn in de nabije toekomst mogelijk mede te beoordelen aan de hand van het voorkomen van veenvossen. Een duidelijke uitbreiding zal daarbij wijzen op een grotere invloed van regenwater. Daarom is het huidige voorkomen van veenvossen vastgelegd en kort toegelicht.

De BLWG Verspreidingsatlas mossen (www.verspreidingsatlas.nl) geeft voor het Liefstingsbroek vier soorten veenvossen op. Ondanks de vroege opgave van veenvossen, zoals 'Alnetum met Sphagnum' op de vegetatiekaart uit 1950 (zie Bijlage 7), dateert de eerste specifieke opgave pas uit 1995 (Bijlsma et al. 1998): *Sphagnum fimbriatum* (Gewimperd veenmos) en *S. palustre* (Gewoon veenmos). Uit 2004 dateert een opgave van Hakig veenmos (*S. squarrosum*) in een opname in de bovenrand van het elzenbroekbos (Landelijke Vegetatie Databank opn. nr. 66411); dit betreft waarschijnlijk de hier nog steeds bedekkend voorkomende squarreuze vorm van Gewoon veenmos (f. *squarrosulum*). De overige opgaven zijn afkomstig uit het onderzoek van Jansen & Tonckens (2015). Hun opgave van Gewimperd veenmos uit de geïsoleerde laagte aan de oostzijde (fysiotoop L4) betreft vrijwel zeker *S. fallax* (Fraai veenmos) die op de nauwkeurig aangegeven locatie nog steeds bedekkend voorkomt. Op hun locaties van Hakig veenmos in de onderrand van het elzenbroekbos werd in 2016 alleen Gewoon veenmos en Gewimperd veenmos gevonden.



Figuur 6.8 Huidige verspreiding (2015/2016) van veenvossen in het Liefstingsbroek. Ondergrond: fysiotoopenkaart.

Samengevat komen momenteel slechts drie veenmossoorten met zekerheid voor (Figuur 6.8). Van alle hieronder genoemde plekken bevindt zich materiaal in herb. R.J. Bijlsma.

Fraai veenmos (Sphagnum fallax)

Ten opzichte van de andere twee soorten meer oligotrafent en acidofytisch.

Komt in het Liefstingsbroek (waarschijnlijk tijdelijk) samen met Gewimperd veenmos voor in een stagnerende laagte in fysiotoop M2. Verder kleine plekje in de noord- en de zuidrand van het elzenbroekbos geassocieerd met de aanwezigheid van berk. Optimaal, in grote vlakken in de rand van de geïsoleerde laagte van fysiotoop L4, samen met moerasstruisgras. Deze plekken staan soms geruime tijd geheel onder water.

Gewimperd veenmos (Sphagnum fimbriatum)

Binnen de veenmossen de snelst koloniserende soort, vaak tijdelijk, bijv. in natte jaren. Evenals Gewoon veenmos mesotrafent, maar veel minder concurrentiekrachtig.

In het Liefstingsbroek alleen in kleine hoeveelheden: in de stagnerende laagte van fysiotoop M2, in de bovenrand van het elzenbroekbos en in de zuidrand hiervan onder nog als eilandjes aanwezige berken(groepjes) (Figuur 6.10).

Gewoon veenmos (Sphagnum palustre)

Een concurrentiekrachtige soort die vanaf een zekere omvang en bedekking zijn eigen milieu maakt en dan ook perioden van droogte goed kan doorstaan. Uitgesproken mesotrafent, zowel in elzenbroekbossen als (veldrus)schraallanden en veenmosrietlanden.

In het Liefstingsbroek plaatselijk veel op de Paardenwei, samen met moerasstruisgras, tormentil, pijpenstrootje en zwarte zegge. Steekproefsgewijs zijn hier monsters zonder succes gechecked op het voorkomen van het verwante Wrattig veenmos (*S. papillosum*). In grote plakkaten ook in de rand van het aangrenzende elzenbroek (Figuur 6.9) en op 'berkeneilanden' in de zuidrand van dit broekbos. Verder in een stagnerend deel van het eikenbos in de rand van de geïsoleerde laagte van fysiotoop L4, met vuilboom in de struiklaag en brede stekelvaren en pijpenstrootje in de kruidlaag.



Figuur 6.9 Gewoon veenmos (*Sphagnum palustre*) in de noordrand van het elzenbroekbos ter hoogte van de Paardenwei (foto Rienk-Jan Bijlsma, juni 2016).



Figuur 6.10 In de zuidrand van het elzenbroek komen veenmossen alleen voor op de hogere delen van door aftakelende berken gevormde eilandjes (foto Rienk-Jan Bijlsma, december 2016).

Conclusies: veenmossen in historisch en landschapsecologische perspectief

Veenmossen hebben ten minste vanaf de jaren vijftig een rol gespeeld in en rond het centraal gelegen elzenbroekbos. Waarschijnlijk betrof het de hier nog steeds aanwezige mesotrafente soorten Gewoon en Gewimperd veenmos. Er is geen zekerheid dat het meer eutrafente Hakig veenmos voorkwam, maar uitgesloten is dit niet. Door structureel hoge waterstanden in het elzenbroekbos komen veenmossen momenteel alleen nog in de noordrand van het elzenbroekboscomplex voor, grenzend aan de Paardenwei, en in de zuidrand van het broekbos op door (aftakelende) berken gevormde eilandjes. In het elzenbroekbos zelf komen geen veenmossen (meer) voor.

De hogere waterstanden geven in het gebied stagnerende condities in de middelhoog gelegen delen, wat ten minste heeft geleid tot tijdelijke vestiging van Gewimperd en Fraai veenmos en op één plek ook van Gewoon veenmos. Naar verwachting zullen deze soorten meer en met permanentere deelpopulaties in het gebied gaan optreden als meer water langer in het gebied aanwezig blijft, zeker onder (half)beschaduwde condities. In de rand van de venige, geïsoleerde laagte aan de oostzijde van het bos heeft Fraai veenmos zich permanent gevestigd. Fraai veenmos is zuurminnend en wijst op regenwaterinvloed. Voor een ontwikkeling naar berkenbroekbos (of hoogveenbos) zijn echter geen aanwijzingen.

Op de Paardenweide (met een arme vorm van blauwgrasland) komt Gewoon veenmos aaneengesloten voor. Naar verwachting zal deze soort zich uitbreiden als het terrein natter wordt en aanleiding geven tot een 'veenmos-schraalland'.

6.6 Conclusies vegetatieontwikkeling en flora

1. Het Liefstingsbroek lijkt tussen 1950 en 1985 te zijn verdroogd, waardoor de oppervlakte veenmosrijk elzenbroek in de laagten (fysiotope L2 en L3) is afgenomen en zich rond het broekbos vochtig berken-zomereikenbos heeft gevestigd.
2. Ook de rijkere bosdelen ('*Quercus-Carpinetum*') van de lage en middelhoge fysiotope (L1, M1-M4) zijn verdroogd waardoor vochtminnende soorten, zoals ruwe smele en wijfjesvaren, zijn afgenomen.
3. We nemen aan dat door verdroging en de daarmee samenhangende verzuring ook de uitbreiding van relatief rijke soorten, zoals bosgierstgras, vanaf de boswallen in deze jonge bosdelen (aangelegd na 1900) is gestopt en deze delen geschikt zijn geworden voor uitbreiding van zwarte braam.
4. Betrekkelijk recent (na 2000) treedt aanzienlijke vernatting op waarbij het berken-zomereikenbos als bostype weer is verdwenen en structureel hogere waterstanden in het elzenbroekbos en de voormalige meander voorkomen. Ook de laaggelegen fysiotoop L1 aan de noordkant van het gebied staat tijdens het groeiseizoen onder water waardoor het bos daar is afgestorven. Het water is regenachtig van kwaliteit waardoor (ten opzichte van 1950) een nieuw ecohydrologisch systeem ontstaat.
5. De hogere waterstanden geven stagnerende condities in de middelhoog gelegen fysiotope (M1-M4). De verspreide vestiging van een drietal veenmossoorten, waaronder het zuurminnende Fraai veenmos, is waarschijnlijk een gevolg van deze tendens. Naar verwachting zullen veenmossen zich permanentier vestigen in de relatief lage delen van het middelhoge deel van het bos, met name fysiotoop M2.
6. Het in 1985 als Eiken-Haagbeukenbos gekarteerde bosdeel in fysiotoop L1 is recent 'verdrongen' door langdurig stagnerend regenwater. Hier ontwikkelt zich een vegetatie die aansluit op het broekbos van de fysiotope L2 (voormalige meander) en L3 (kern huidige broekbos) en niet meer tot het eiken-haagbeukenbos kan worden gerekend.
7. De hooggelegen fysiotope (H1-H3), tevens oude boskernen, lijken in vegetatietype en soortensamenstelling niet te zijn beïnvloed door veranderingen in de waterhuishouding, waarschijnlijk mede als gevolg van het plaatselijk domineren van adelaarsvaren of hulst.
8. De wat rijkere 'oud-bosflora', zoals bosanemoon, gele dovenetel, witte klaverzuring, grote muur en dalkruid, komt vooral voor op of nabij de wallen rond en in het bos. Waarschijnlijk hebben deze soorten in het Liefstingsbroek nooit een aanzienlijk grotere verspreiding gehad dan nu. Het lokaal

relatief mobiele bosgierstgras en mogelijk ook Grote muur en witte klaverzuring zijn door verdroging en verzuring weer teruggedrongen naar de wallen.

9. De bramenflora van het gebied is betrekkelijk soortenarm, waarschijnlijk door de (historisch gezien) betrekkelijk geïsoleerde ligging van het gebied. De oude boskern wordt gekenmerkt door enkele ondergeschikt voorkomende, schaduwtolerante soorten waarvan de witte grondbraam zich als bosrelict gedraagt. De rode grondbraam en donkere pluimbraam hebben zich vanuit de boskern uitgebreid door het gehele aangrenzende jongere bos. De rode contrastbraam is de enige soort die in het jonge bos plaatselijk domineert, ook in het vernatte deel, als gevolg van de ongelaagde bosstructuur met (lichtboomsoort) eik in de boomlaag; verdroging zal zeker ook hebben bijgedragen aan de uitbreiding van zwarte braam. In de bosranden komen vooral bosbramen voor en juist opvallend weinig rode contrastbraam; voor een sterke invloed van N-depositie op het voorkomen van bramen zijn dan ook geen aanwijzingen.

7 Synthese

In dit hoofdstuk geven wij op basis van de in hoofdstuk 2 t/m 5 verzamelde informatie antwoord op de vragen van de opdrachtgever zoals die in § 1.2 geformuleerd zijn.

7.1 Systeembeschrijving het Liefstingsbroek

De eerste vraag: "Hoe werkt het lokale hydrologische systeem waarvan Liefstingsbroek deel uitmaakt?" wordt in deze paragraaf beantwoord.

In Tabel 7.1 zijn de belangrijkste aan het grondwater gerelateerde kenmerken per fysiotoop gerangschikt en is per fysiotoop het actuele vegetatietype of de vorm van landgebruik vermeld.

Tabel 7.1 Grondwater-gerelateerde kenmerken van de fysiotoopen (humusvormen volgens Van Delft et al. 2006). De fysiotoopen-indeling is weergegeven in Figuur 3.2. De pH-profieltypen worden toegelicht in Tabel 4.2.

Fysiotoop	Vegetatie type/landgebruik	Bodem	GT	Dominante humusvorm	Diepte ijzer	pH-profiel	Ca-verz %
H1	Dekzandrug met atmotrofe vochtige zandgronden	Beuken-Eikenbos	Hn	VIId	holtmormoder	80-90	InZ < 5
H2	Dekzandflank- of kop met atmotrofe vochtige zandgronden	Beuken-Eikenbos	Hn	Vbo	holtmormoder	-	InZ < 5
H3	Dekzandkop met verdroogde minerotrofe zandgronden	Beuken-Eikenbos	Zn	Vbo	holtmormoder	45-55	InA 5-10
H4	Dekzandflank- of kop met verdroogde lithotrofe vochtige zandgronden	Beuken-Eikenbos	Zg	Vbo	mormoder (bosmoder)	45-55	InZ (Lo) <5
H4m	idem bemest	Grasland	Zg	Vbo	akker(hydro)mull	50-60	InA 5-20
M1	Hoge welvingen met beekklei zonder kwelinvloed	Beuken-Eikenbos	kZg	IIIb	humusmormoder, bos(mull)moder	60-80	InZ <5
M2	Dekzandlaagte met vochtige lithotrofe zandgrond met zwakke kwel	Verdroogd Eiken-Haagbeukenbos, actueel Beuken-Eikenbos	Zg	IIIa	Boshydromoder	70-90	InZ <5
M3	Associatie van vochtige atmotrofe zandgronden en licht verdroogd lithotrofe zandgronden	Beuken-Eikenbos	Hn/ Zg	IIIb	holtmormoder/ boshydromoder	50-60	InZ (InA) <5
M4	Associatie van vochtige atmotrofe zandgronden en beekklei	Beuken-Eikenbos	kHn/kZ g	IIIb	Holtmormoder/ boshydromoder	50-60	InZ (InA) <5
L1	Vochtige beekkleien gevoed door lokale zwakke kwel	Verdroogd Eiken-Haagbeukenbos, actueel Beuken-Eikenbos; deels vernat met moerasvegetatie	Zg	Ia- Vao	hydromull(moder), zure wormmull, bosmoder	25-90	InA- InZ 0-15
L1m	idem, bemest	Grasland	Zg	IIIa	(akker-)hydromull	20-35	Rd (Ro-InA) 0-25
L2	Natte beekkleien gevoed door lokale matige kwel	Elzenzegge-Elzenbroek en wilgenstruweel	Zg	I-IIa	hydromull	10-25	Ro-Rd 35-70
L2m	idem, bemest	Grasland	Zg	IIa	hydromull	15-45	Rd 20-35

Fysiotoop	Vegetatie type/landgebruik	Bodem	GT	Dominante humusvorm	Diepte ijzer	pH-profiel	Ca-verz %	
L3	Moerige grond op beekklei gevoed door lokale zwakke tot matig kwel	Elzenzegge-Elzenbroek; plaatselijk wilgenstruweel	vWk	Ia	beekmesimor, moermesimor	-	Lo, InA	n.b.
L3d	idem, verdroogd	Beuken-Eikenbos	vWk	IIIa	moereerdmoder	90	InZ	< 5
L4	Geïsoleerde laagte met verdroogd atmotroof veen	Open Eikenbos	Vk	IIa	gliede-eerdmoder	-	InZ	n.b.

7.1.1 Hogergelegen fysiotopen H1 t/m H4

De hoogste delen van het Liefstingsbroek behoren tot de fysisch-geografische series 'Lemige dekzandgebieden en dekzand op leem' (HzDL) en 'Vochtige dekzandlaagten' (HzDV, zie § 3.4). H1 ligt het hoogst op een dekzandrug en hoort daarmee bij de eerste FG-serie, de overige van de hogergelegen fysiotopen liggen op dekzandflanken en -koppen binnen de tweede FG-serie.

Het moedermateriaal en de bodemontwikkeling en in het Liefstingsbroek geven voor de hoogste fysiotopen H1 en H2 een juist beeld van de potenties van deze standplaatsen. Op deze zwak tot sterk lemige veld- en laarpodzolgronden heeft zich een oud Beuken-Eikenbos ontwikkeld met dikke ectorganische humusprofielen met een bij een oude bosgroeiplaats behorende dikke amorfe humuslaag (Hh-horizont). Er zijn in de meeste profielen ijzerrijke lagen aangetroffen die ontstaan zijn onder invloed van ijzerrijke kwel in een ver verleden. Deze ijzerrijke lagen liggen veelal dieper dan 90 cm (Tabel 7.1). Het zure infiltratie-pH-profiel toont aan dat ook in de ijzerrijke laag de actuele invloed van basenhoudend water ontbreekt.

De relatief lager gelegen H-fysiotopen zonder podzolvorming (H3 en H4) zijn in het verleden waarschijnlijk nog licht beïnvloed geweest door kwel. De ijzerrijke lagen zitten aanmerkelijk ondieper dan in H1 en H2 (Tabel 7.1). Aan de hand van het pH-profiel is er plaatselijk in de ondergrond een aan kwelinval gerelateerde pH-verhoging te constateren (punt 2 in H3 en punt 11 en C3 in H4), die echter in het algemeen te gering en te diep is voor invloed op de wortelzone.

De meeste pH-profielen in de H-fysiotopen zijn van het zure infiltratietype. De humusontwikkeling (holtmormoder) is hiermee op de meeste plaatsen in overeenstemming. De dikke Hh-lagen duiden op een lange, continue mormoder-ontwikkeling in een lange bosgeschiedenis. Op een enkel punt is een duidelijk milder moder-humusprofiel ontwikkeld (punt 14, H4) onder invloed van de boom- en struiksoorten met een beter verteerbaar strooisel (Esdoorn, Es en Hazelaar). Waarschijnlijk kunnen de boomwortels nog net profiteren van de iets hogere basenstatus in de diepe ondergrond.

De in de Grote weide gelegen delen van H4 hebben door bemesting een hogere voedselrijkdom en worden aangeduid als H4m (zie De Waal & Van Delft 2014).

7.1.2 Fysiotopen in overgang tussen hoog en laag M1 t/m M4

In het overgangsgebied tussen de hoger gelegen fysiotopen op dekzandruggen, -koppen en -flanken (H1 t/m H4) en de laaggelegen fysiotopen (L1 t/m L3) komen relatief hooggelegen beekdalgronden voor die gerekend worden tot FG-serie 'Benedenlopen en lemige beekvlakten' (HzBV). Deze dekzandwelingen met een kleidek of kleigronden liggen te hoog om beïnvloed te worden door kwel (fysiotoop M1). In de noordwestpunt van het Liefstingsbroek komt dit fysiotoop in een kleinschalig mozaïek voor met podzolgronden zonder kleidek. Daarvoor is fysiotoop M4 onderscheiden. De laagste delen van de 'Vochtige dekzandlaagten' (FG-serie HzDV) bestaan uit lithotrofe zandgronden met zwakke kwel (M2) en een associatie met podzolgronden (M3).

Op de hoge welingen met beekklei (M1) zitten, evenals in H3 en H4, de ijzerrijke lagen iets ondieper dan in de H1 en H2-fysiotopen. De pH-profielen tonen echter geen kwelinval aan (Tabel 7.1). De aangetroffen humusvormen variëren van humusmormoders met een minder dikke H-laag in vergelijking met de H-fysiotopen. Zowel de in vergelijking met lemig zand betere buffering door de

kleiige bovengrond als de jongere bosgeschiedenis is de oorzaak van de minder dikke Hh-laag. Op sommige plekken komen (mull)moder-profielen voor, hoogst waarschijnlijk onder invloed van de samenstelling van de boom en struiklaag.

In de dekzandlaagten M2 voldoet in de actuele situatie nog maar een deel aan de beschrijving van de landschappelijk bodemkaart (FG-type PS013 – 'Lithotrofe zandgrond gevoed door matige kwel' zie Tabel 3.3). De ijzerrijke lagen liggen ondanks GT III vrij diep in het profiel (Tabel 7.1). In het westelijke, vernatte deel van het bosreservaat is ondanks de hoge GHG het pH-verloop dat van een zuur infiltratietype. Dit vormt een aanwijzing dat de vernatting vooral het gevolg is van aanvoer van basenarm water. Op deze plekken is de humusontwikkeling veel meer in de richting van een zure mormoder in vergelijking met de door Mekink geconstateerde (zure) moder-humusvormen. De sterfte van vooral bomen met een goed verteerbaar strooisel in het westelijk deel van deze eenheid zal de verzurende ontwikkeling van moder naar mormoder bevorderen. In de wat hoger gelegen delen van deze fysiotoop komen onder Es, Esdoorn en Hazelaar nog moderachtige humusprofielen voor. Alleen in de M2-eenheden onder schraalgrasland vertoont het pH-profiel nog matige tot zeer zwakke kwelinvloed. Op deze plekken ontwikkelen zich echter zure wortelhorizonten met zelfs plaatselijk dunne Sphagnumlagen (De Waal & Van Delft 1014), een teken dat de zich ontwikkelende regenwaterlens de kwelinvloed wat terugdringt en de ontwikkeling van de lage vegetatie gaat sturen.

Op de hogere kopjes van de lager gelegen M3 en M4 fysiotoopen zijn zwakke podzolprofielen ontwikkeld. De ijzerrijke lagen zitten weliswaar vrij ondiep, maar de pH profielen zijn van het zure infiltratietype en wijzen dus niet op kwelinvloed. De humusvormen zijn van het arme zure mormodertype. De laagten die in associatie voorkomen met deze kopjes komen overeen met de M2-eenheid. Plaatselijk is de situatie daar zo nat dat er een dunne licht semi-terrestrische strooisellaag is ontstaan. Een groot deel van de M-fysiotoopen zijn na de recente beheermaatregelen vernat, waardoor de podzolprocessen in M3 en M4, voor zover ze dat al waren, niet langer actueel zijn.

7.1.3 Fysiotoopen in de laagste delen (L1 t/m L4)

Het deel van het Liefstingsbroek waar duidelijk sedimentatie van beekkleien heeft plaatsgevonden, wordt tot de fysisch-geografische serie 'Benedenlopen en lemige beekvlakten' (HzBV) gerekend. Hierin komen de fysiotoopen L1 t/m L3 voor, die alle een kleiige bovengrond hebben; bij L3 is op deze kleilaag nog een moerige laag ontstaan die bij L3d is verdroogd. De laagte waarin L4 is onderscheiden, wordt ook bij de FG-sectie 'Beekdalen' (HzB) gerekend, maar is door de dekzandrug onder de fysiotoopen H1 en H2 afgesneden van de inundatie invloed van de beek, waarna veenvorming heeft kunnen optreden onder invloed van stagnerend neerslagwater (FG-serie 'Geïsoleerde beekdalen' HzBG).

Fysiotoop L1

De onbemeste vochtige laagten met kleidek (L1) liggen alle onder bos. De diepte van de ijzerrijke lagen verschilt sterk. In de laagte rond waarnemingspunt 20 (zie ook de bodemkaart) zijn de grondwaterstanden en het voorkomen van de ijzerrijke lagen aanmerkelijk ondieper dan elders binnen deze fysiotoop. De pH-profielen duiden op zwakke tot uiterst zwakke actuele kwelinvloed (type Lo, InA). De humusontwikkeling heeft veel duidelijker een moderachtig karakter in vergelijking met eenheid M2, ook onder bomen met een trager afbreekbaar strooisel als Eik. De bufferende eigenschappen van de weliswaar zure kleiige bovengrond en de zwakke lokale kwelinvloed hebben invloed op de humusontwikkeling. In het zuidoostelijk deel is in de bosranden en houtwallen de nabijheid van de voormalig bemeste weide (o.a. L1m) van invloed. Hierdoor verloopt, door een iets hogere nutriënten- en basenrijkdom, de humusvertering wat sneller. Genoemde voormalige weide L1m is duidelijk rijker, niet alleen door het bemestingsverleden. Ook de grotere kwelinvloed in vergelijking met L1 speelt hier een rol. De ijzerrijke lagen liggen ondiep. Het pH-verloop varieert van een Ro-type tot Lo. Er is dan ook, in tegenstelling tot L2m, niet of nauwelijks sprake van de opbouw van slecht verteerde dode-wortellagen (M).



Figuur 7.1 Het natte deel van fysiotoop L1 met stagnatie van regenwater.

Fysiotoop L2

De onbemeste versie van deze natte kleiige laagte is de (bos)fysiotoop met de duidelijkste kwelinvloed (pH-verloop Ro). Deze kwelinvloed verschilt in intensiteit van plek tot plek. De ijzerrijke lagen liggen zeer ondiep (Tabel 7.1) en zijn een weerspiegeling van de actuele situatie. De humusontwikkeling is mede door de invloed van basenhoudend water beperkt tot de ontwikkeling van een dunne moerige laag, deels bestaand uit elzenstrooisel. De kleiige bovengrond heeft een relatief hoge calciumverzadiging (25-60%). Waarschijnlijk heeft de vernatting vanuit het westen wel gezorgd voor toevoer van meer basenarm water, maar dit heeft gezien het pH-profiel en de humusontwikkeling de kwelinvloed niet in belangrijke mate beïnvloed. De bemeste versie van de graslanden (L2m) is iets minder nat dan L2. De ijzerrijke lagen zitten iets dieper en de calciumverzadiging van de bovengrond is lager.



Figuur 7.2 Natte laagte met beekklei (fysiotoop L2) met kwelinvloed.

Fysiotoop L3

De moerassige laagte L3 bestaat uit een dunne tot matig dikke moerige laag op gereduceerde klei. Door de grotendeels reducerende omstandigheden in deze fysiotoop ontbreken de ijzerrijke lagen in de bodem. Aan de randen en in de door Wilg gedomineerde delen van het broekbos is de moerige laag dun (moermesimor) en de kwelinvloed relatief het grootst (punt 21). In de kern van het broekbos van het beekbegeleidend type (Stortelder et al. 1995) met Els en Elzenzegge is de moerige laag dikker. Hier lijkt er sprake van een ontwikkeling naar een dikkere semi-terrestrische humusvorm (beekmesimor). Het pH-profiel (InA) laat hier zien dat in het veenprofiel een dikke lens basenarm water wordt vastgehouden, waardoor de kwelinvloed hier geringer is dan aan de randen (InA tegenover Lo en mogelijk zelfs Rd). Overigens is zowel de samenstelling van de vegetatie en de regelmatige laterale aanvoer van basenarm, maar niet extreem zuur lokaal water en de aard van het venige materiaal niet in overeenstemming met het aangegeven habitatype 'Hoogveenbossen' (H91D0). Rond punt 15 is een moerige grond aangetroffen, bedekt met een dunne ectorganisch-terrestrische strooisellaag (Fz en Hz). Deze ectorganische laag toont samen met de GT (IIIa) aan dat we hier met een verdroogde versie van de moerige laagte te maken hebben (L3d). Het pH-profiel toont hier geen enkele invloed van basenhoudend grondwater aan. Het milde moderachtige karakter van het terrestrische deel van de humusvorm heeft hier vooral te maken met het voorkomen van Els in de boomlaag.



Figuur 7.3 Fysiotoop L3 met Els en Elzenzegge.

Fysiotoop L4

De ovale laagte (L4) in het oostelijk deel van het Liefstingsbroek lijkt getuige de semi-terrestrische humusvorm (zeer zure gliede-eerdmoder) en het pH-profiel (InZ) geheel geïsoleerd van de invloed van basenhoudend grondwater. De huidige natte omstandigheden (GT IIa) zijn te herleiden naar de onder het dikke oligotrofe amorfe veenlaag gelegen stagnerende kleipakket. De enkele oude eiken in deze laagte en het irreversibel verdroogde karakter van de veenlaag (aanvankelijk gevormd in een oligotroof milieu) doet vermoeden dat in het verleden de laagte een substantiële drogere periode heeft gekend. Nu lijkt de laagte vooral gevoed door regenachtig zeer lokaal grondwater.

7.2 Effect inrichtingsmaatregelen op habitattypen

De tweede vraag van de opdrachtgever luidt: 'Hebben de inrichtingsmaatregelen een gunstig effect op de habitattypen?'

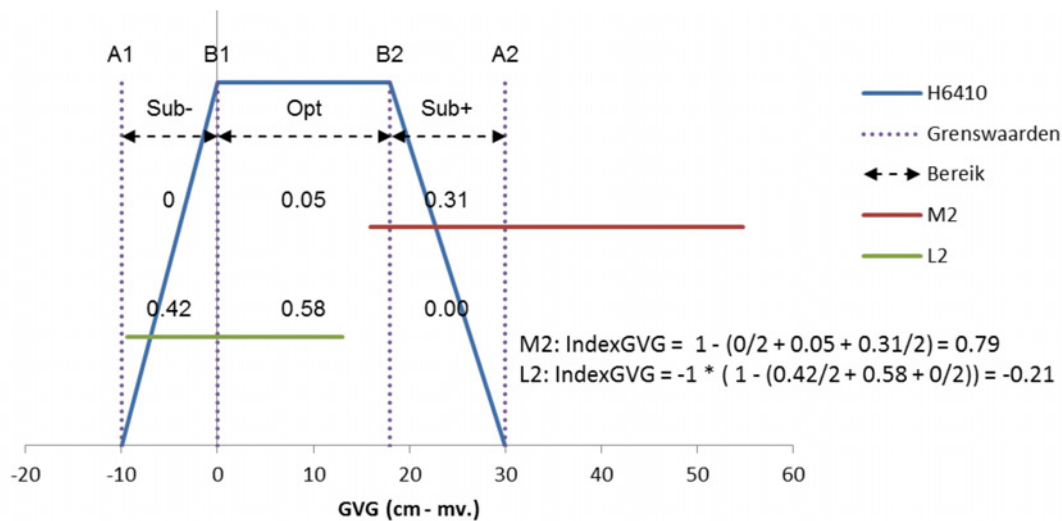
Hiervoor hebben wij in Figuur 7.5 t/m Figuur 7.9 per habitatype een vergelijking gemaakt van de actuele standplaatskenmerken binnen de fysiotope en de abiotische randvoorwaarden voor GVG, GLG, droogtestress en zuurgraad. In Tabel 7.2 is het bereik van de actuele standplaatskenmerken binnen de fysiotope samengevat. Omdat de fysiotope hier een onderverdeling van de fysisch-geografische typen zijn naar grondwatertrap (§ 3.4), kunnen we per fysiotoop het bereik van GHG en GLG aangeven. De waarden voor GHG en GLG volgen uit de definitie van de grondwatertrappen (zie Tabel 3.2); hieruit is een waarde voor de GVG berekend op basis van een relatie die is afgeleid uit een groot aantal waarnemingen in peilbuizen (Ten Cate et al. 1995b). Op basis van het fysisch-geografisch type waartoe een fysiotoop behoort en het bereik voor de GLG, is een bereik voor de droogtestress (het aantal dagen per jaar dat de vochtspanning lager is dan het verwelkingspunt) berekend aan de hand van relaties die voor een aantal groepen bodems is afgeleid (Jansen & Runhaar 2001). De zuurgraad is afgeleid uit de bodemmonsters (§ 4.1).

7.2.1 Knelpuntenanalyse abiotische randvoorwaarden

Voor de vergelijking van de actuele situatie met de gewenste situatie voor de habitattypen hebben wij de abiotische randvoorwaarden overgenomen uit Waternood, versie 3 (Runhaar & Hennekens 2014). Een voorbeeld is gegeven in Figuur 7.4, waar het bereik voor de GVG in twee fysiotope is uitgezet tegen de abiotische randvoorwaarde voor habitatype H6410 (Blauwgraslanden). Het horizontale deel van de grafiek voor H6410 stelt het optimale bereik voor ('Opt' tussen B1 en B2), in de beide schuine delen wordt het suboptimale bereik aan de natte kant (links: 'Sub-' tussen A1 en B1) en de droge kant (rechts: 'Sub+' tussen B2 en A2) voorgesteld. Bij M2 overlapt het bereik voor de GVG met het suboptimale bereik van H6410 aan de droge kant en een klein stukje met het optimale bereik, het grootste deel van het bereik van M2 is te droog (IndexGVG = 0.79). Daardoor wordt de GVG in deze fysiotoop als minder geschikt beoordeeld voor dit habitatype (Figuur 7.5 linksboven). Fysiotoop L2 blijkt qua GVG beter geschikt te zijn. Het grootste deel van het bereik voor GVG valt samen met het optimaal bereik voor het habitatype, de rest valt binnen het suboptimale deel aan de natte kant (IndexGVG = -0.21).

Tabel 7.2 Bereik voor de actuele standplaatskenmerken voor grondwaterstanden (GHG, GVG, GLG in cm -mv.), droogtestress (aantal dagen met vochttekort) en zuurgraad (pH-KCl) binnen de fysiotope.

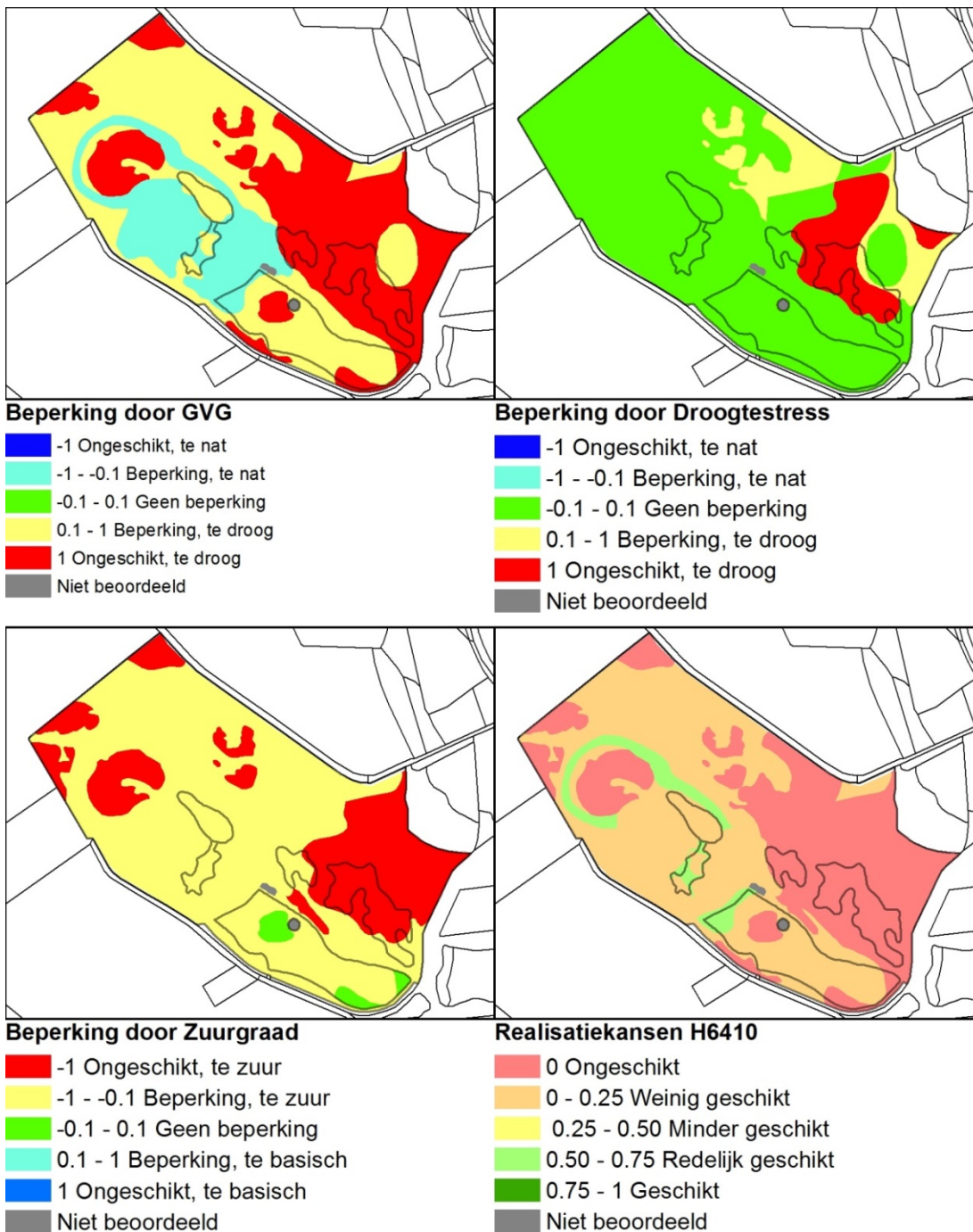
Fysiotoop	Gt	GVG		GHG		GLG		Droogtestress		Zuurgraad	
		cm - mv.	cm - mv.	cm - mv.	cm - mv.	Dagen/jaar	Dagen/jaar	pH-KCl	pH-KCl		
		Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
H1	VId	64	112	40	80	180	280	18	32	2.75	3.01
H2	IIIb Vbo	37	64	25	40	80	180	0	18	2.90	2.90
H3	Vbo	43	64	25	40	120	180	0	0	2.62	2.62
H4	Vbo	43	64	25	40	120	180	0	0	3.04	3.57
H4m	Vbo	43	64	25	40	120	180	0	0	4.16	4.16
L1	IIIa IIIb	16	55	0	40	80	120	0	1	3.01	3.69
L1m	IIIa IIIb	16	55	0	40	80	120	0	1	3.01	3.69
L2	wI/IIa wIIa	-9	13	-20	0	20	60	0	0	3.69	5.04
L2g	wI/IIa wIIa	-9	13	-20	0	20	60	0	0	3.88	3.88
L2m	wI/IIa wIIa	-9	13	-20	0	20	60	0	0	3.86	4.37
L3	wIa wIIa	-9	13	-20	0	20	60	0	0	3.42	3.54
L3d	IIIa	16	43	0	25	80	120	0	1	3.33	3.33
L4	IIa	12	37	0	25	50	80	0	0	2.81	2.81
M1	Vbo	43	64	25	40	120	180	1	13	3.80	3.80
M2	IIIa IIIb	16	55	0	40	80	120	0	0	3.48	4.01
M3	IIIb	37	55	25	40	80	120	0	1	3.24	3.24
M4	IIIa	16	43	0	25	80	120	0	1	2.78	2.78



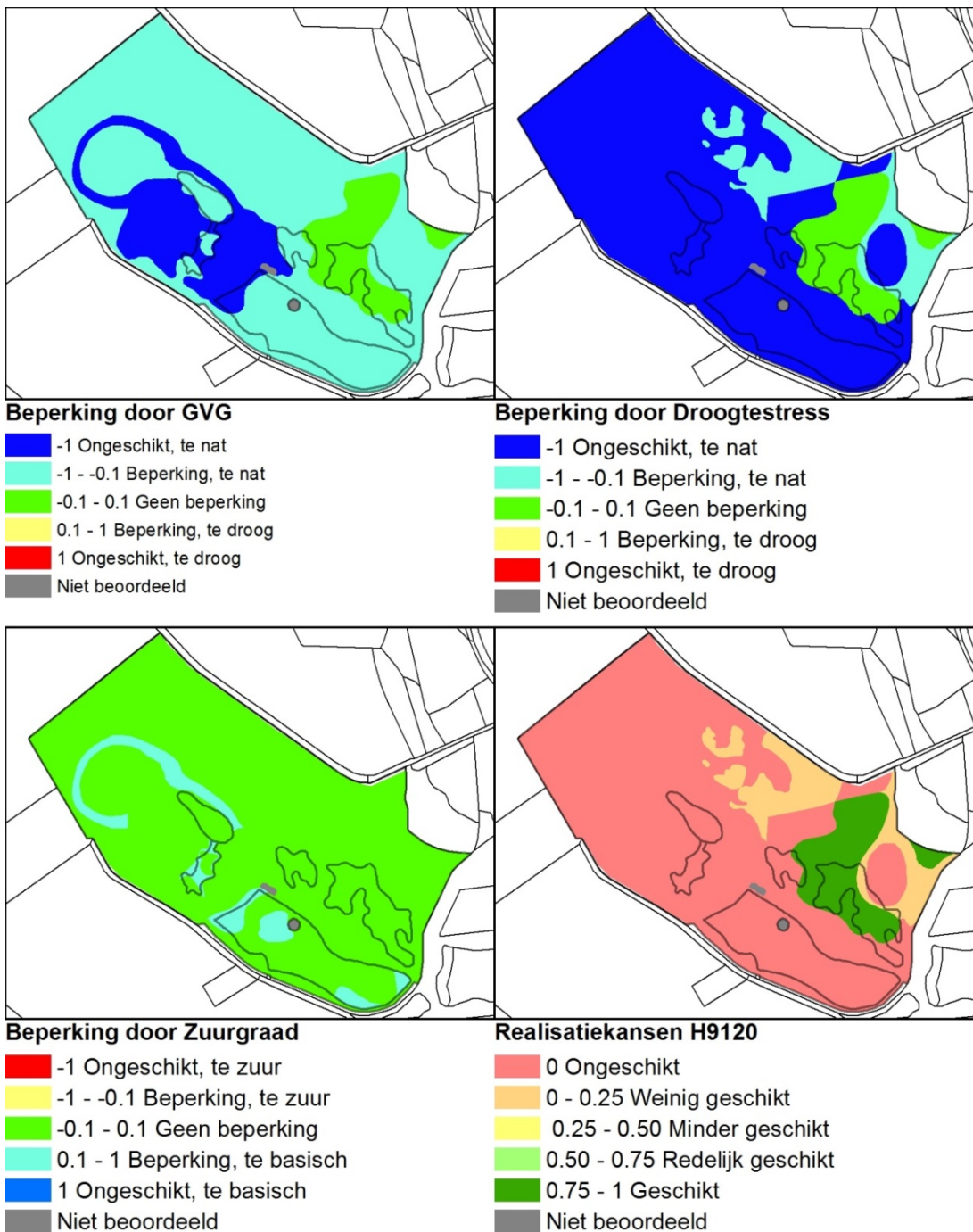
Figuur 7.4 Schematisch voorbeeld van de vergelijking van het bereik voor de GVG in de fysiotope M2 en L2 met de abiotische randvoorwaarden van habitattype H6410 (Blauwgraslanden). De fractie van het bereik in een fysiotoop dat samenvalt met elk deelbereik van de randvoorwaarden is aangegeven boven het bereik voor de fysiotope (sub- = suboptimaal links, Opt= optimaal en Sub+ = Suboptimaal rechts). De totale overlap is berekend uit de som van deze fracties, waar de waarden in de suboptimale bereiken gehalveerd is. Bij M2 is dat 0 voor Sub-, 0.05 voor Opt en 0.31 voor Sub+. De waarden voor Sub+/- worden gehalveerd, dus: de overlap is $0/2 + 0.05 + 0.31/2 = 0.21$. De index voor GVG is berekend uit $1 - \text{de totale overlap}$. Bij L2 ligt het zwaartepunt van het bereik links (natter) van het bereik van het habitattype, daarom is de index negatief gemaakt. De index geeft dus de mate van beperking aan die volgt uit het bereik in de fysiotoop: 0 = geen beperking; 1 = ongeschikt, te droog; -1 = ongeschikt, te nat; tussenliggende waarden geven een meer of minder grote beperking aan.

Volgens dit principe hebben we in Figuur 7.5 t/m Figuur 7.8 alle combinaties voor fysiotoop en habitattype beoordeeld voor GVG (linksboven), GLG óf droogtestress (rechtsboven) en zuurgraad (linksonder). Bij H91E0C 'Vochtige alluviale bossen (beekbegeleidende bossen)' wordt in Waternood een ondergrens voor GLG opgegeven in plaats van voor droogtestress. Voor elke standplaatsfactor is de mate van beperking bepaald door de fracties overlap in het optimale bereik en de beide suboptimale bereiken samen te nemen, waarbij het optimale bereik een zwaarder gewicht heeft gekregen (Figuur 7.4). De fractie overlap (0 = geen, 1 = volledig) is omgerekend naar een index voor de mate van beperking: $\text{index} = 1 - \text{overlap}$ (overlap 1 = index 0; overlap 0 = index 1). Bij overlap < 1 (index voor beperking > 0) is aangegeven in welke richting de beperking werkt: een positieve index wil zeggen 'te droog' of 'te basisch', een negatieve index betekent 'te nat' of 'te zuur'.

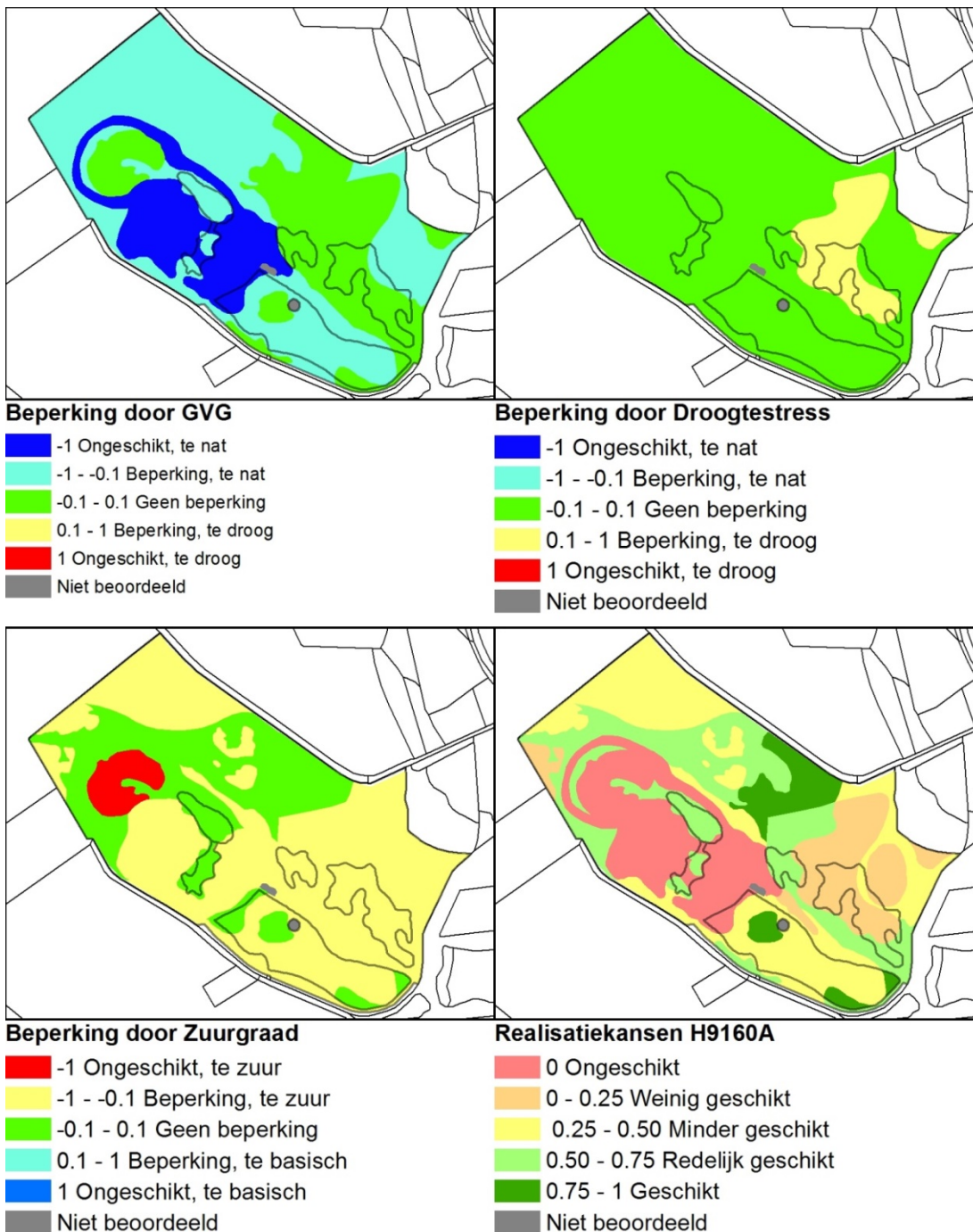
Het kaartje rechtsonder geeft steeds een samenvatting van deze beoordelingen als realisatiekans (tussen 0 en 1) voor het betreffende habitattype (§ 7.2.2). Bij een index voor beperking <> 0 neemt de realisatiekans af, meerdere beperkingen versterken elkaar en als een of meer standplaatsfactoren een beperking 1 hebben, is de realisatiekans altijd 0, ook al zijn andere factoren niet beperkend. Dit is als volgt te begrijpen: als bijvoorbeeld de GVG optimaal is maar de zuurgraad ongeschikt, zal de realisatiekans toch nul zijn (zie ook Runhaar et al. 2003).



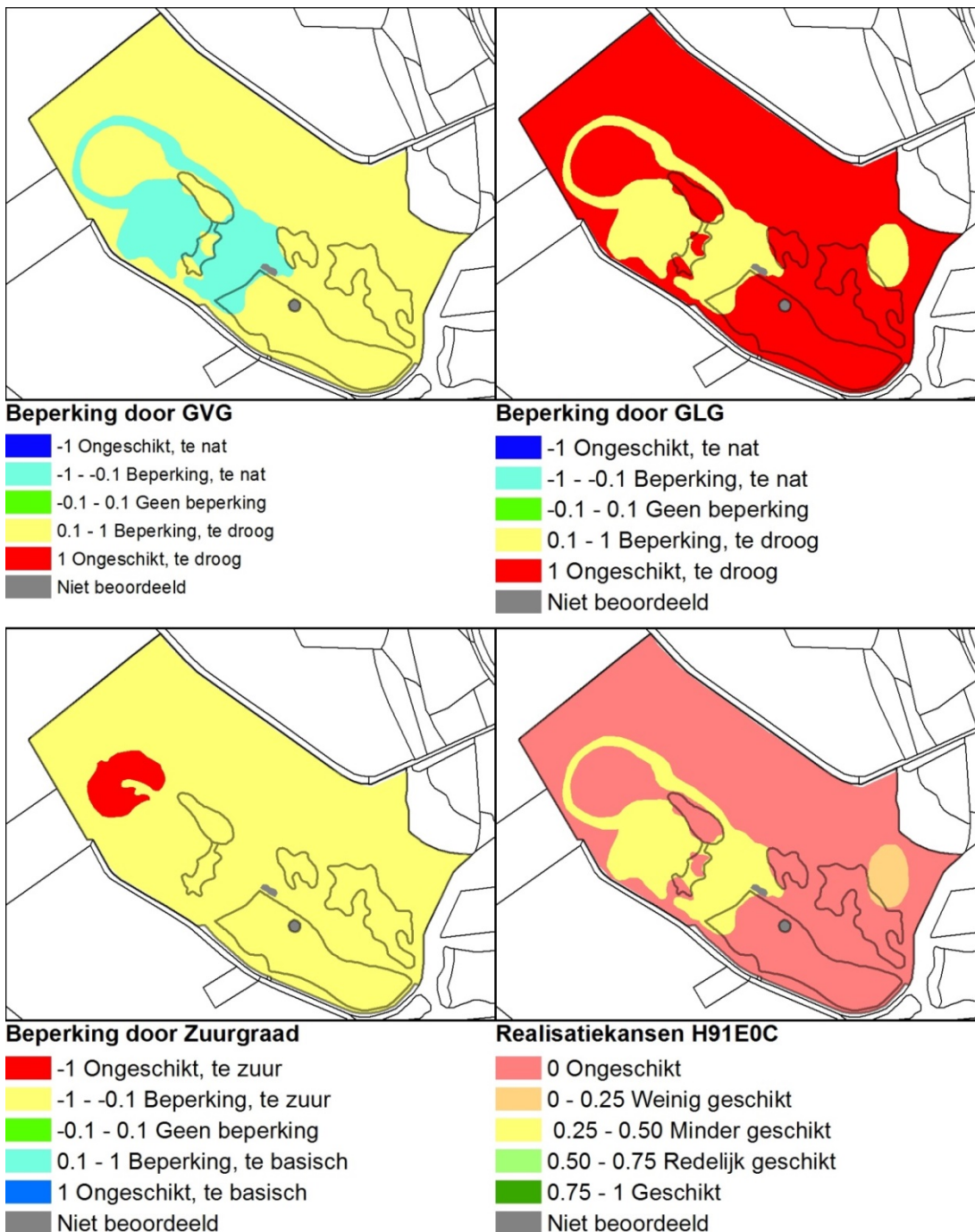
Figuur 7.5 Beoordeling van beperkingen en realisatiekansen voor habitattype H6410 'Blauwgraslanden' binnen de fysiotoopen door vergelijking van de actuele situatie met de abiotische randvoorwaarden volgens Waterlood (Runhaar & Hennekens 2014).



Figuur 7.6 Beoordeling van beperkingen en realisatiekansen voor habitattype H9120 'Beuken-eikenbossen met hulst' binnen de fysiotope door vergelijking van de actuele situatie met de abiotische randvoorwaarden volgens Waterlood (Runhaar & Hennekens 2014). NB Het lijkt erop dat het effect van (te weinig) droogtestress hier wordt overschat.



Figuur 7.7 Beoordeling van beperkingen en realisatiekansen voor habitattype H9160A 'Eiken-haagbeukenbossen' binnen de fysiotopten door vergelijking van de actuele situatie met de abiotische randvoorwaarden volgens Waterlood (Runhaar & Hennekens 2014).



Figuur 7.8 Beoordeling van beperkingen en realisatiekansen voor habitattype H91E0C 'Vochtige alluviale bossen (beekbegeleidende bossen)' binnen de fysiotopen door vergelijking van de actuele situatie met de abiotische randvoorwaarden volgens Waterlood (Runhaar & Hennekens 2014).

Beperkingen door GVG

Het grootste deel van het Liefstingsbroek blijkt voor de GVG aan de natte kant voor H9120 'Beuken-eikenbossen met hulst', en een groot deel voor H9160A 'Eiken-haagbeukenbossen (hogere zandgronden)'. Voor de nattere typen H6410 'Blauwgraslanden' en H91E0C 'Vochtige alluviale bossen (beekbegeleidende bossen)' zijn de natste delen van het gebied ook wat te nat. Zeker in het westelijk deel kan dit samenhangen met recente vernatting. Op de hogere delen van de dekzandrug (Fysiotop H1) is de GVG wel in overeenstemming met de randvoorwaarden voor H9120. Dat geldt op de hogere delen en de overgangen naar de lage delen ook voor H9160A. Deze delen zijn te droog voor Blauwgrasland (H6410). In het middelste graslandje is het lagere middendeel vochtig genoeg, maar de hogere delen aan weerszijde zijn wat te droog, dat geldt ook voor het noordelijke graslandje.

Beperkingen door GLG

Alleen voor H91E0C '*Vochtige alluviale bossen (beekbegeleidende bossen)*' zijn randvoorwaarden gesteld aan de GLG. Alleen de laagten met fysiotoop L2, L3 en L4 hebben een GLG die min of meer geschikt is voor dit habitatype. De rest van het Liefstingsbroek is daar te droog voor. Ook in deze laagten geldt een beperking door de GLG, die hier aan de lage kant is. In de referentiesituatie vóór de verdroging zullen de laagtes wel nat genoeg geweest zijn voor een optimale groeiplaats. De recente vernattingsmaatregelen hebben wel gezorgd voor een nattere situatie in het voorjaar (zie vorige paragraaf), maar de GLG is nog steeds aan de lage kant, omdat in de zomer het grondwater diep wegzakt.

Beperking voor droogtestress

Bij de beoordeling van droogtestress valt op dat nergens in het Liefstingsbroek een beperking door droogtestress wordt aangegeven als 'te droog'. Integendeel, er zijn grote stukken met habitatype H9120 '*Beuken-eikenbossen met hulst*' als veel te nat aangegeven (index = -1) en een deel met een beperking (index -1 - -0.1). Alleen de hoogste delen met fysiotoop H1 kennen geen beperking. Voor dit droogste fysiotoop worden 18 tot 32 dagen met droogtestress berekend, maar dit habitatype is niet verdrogingsgevoelig. Zowel voor GVG als voor droogtestress is in Waterlood geen maximum gegeven. Er wordt wel een minimum aangegeven. Tussen 2 en 17 dagen droogtestress geldt als suboptimaal, minder dan 2 dagen droogtestress wordt als te nat aangeduid (§ 3.5). In het profieldocument bij dit type wordt de standplaats grondwateronafhankelijk genoemd met een vochtige tot droge vochttoestand. Met uitzondering van fysiotoop H1 zijn de groeiplaatsen voor H9120 in het Liefstingsbroek volgens deze criteria dus te nat. Daarbij moet worden aangetekend dat niet helemaal duidelijk is hoe beperkend een te gering aantal dagen met droogtestress is voor het voorkomen van dit habitatype. Voor de andere habitatypen komt het aantal dagen met droogtestress wel overeen met de abiotische randvoorwaarden (H6410, H9160A) of zijn hier geen randvoorwaarden gedefinieerd (H91E0C '*Vochtige alluviale bossen (beekbegeleidende bossen)*').

Beperking voor zuurgraad

In bijna alle fysiotoopen geeft de zuurgraad geen beperking voor Beuken-eikenbossen met hulst (H9120), hoewel de gevonden waarden voor pH-KCl behoorlijk laag zijn. Dat komt omdat dit een bostype van zure bodems betreft. Alleen in de oude meander (Fysiotoop L2) en delen van het zuidelijk grasland (Grote weide) met fysiotoop H4 is de bodem volgens deze analyse wat te basisch. De relatief lage pH-waarden die in het gebied gevonden worden, vormen wel een beperking voor H91E0C '*Vochtige alluviale bossen (beekbegeleidende bossen)*', H6410 '*Blauwgraslanden*' en delen van H9160A '*Eiken-haagbeukenbossen (hogere zandgronden)*'. Deze typen verlangen een duidelijk hogere pH-waarde. De maatregelen die genomen zijn in het kader van het versterken van de EHS zijn gericht op het herstellen van kwelinvloed en daarmee het verhogen van de zuurbuffer in het Liefstingsbroek. Op basis van de pH-profielen, bodemonsters en het hydrologisch onderzoek lijkt dit slechts ten dele te lukken. Dat komt dan ook tot uiting in de beperkingen die gevonden worden voor de zuurgraad.

7.2.2 Realisatiekansen voor habitatypen

In Figuur 7.5 t/m Figuur 7.8 is rechtsonder aangegeven wat de realisatiekansen zijn voor het betreffende habitatype, rekening houdend met de beperkingen voor GVG, GLG, droogtestress en zuurgraad zoals hierboven beschreven. Omdat meerdere beperkingen elkaar versterken en grote delen te nat zijn op basis van droogtestress, zijn de realisatiekansen beperkt. Alleen op de hoogste delen (fysiotoop H1) zijn de kansen groot voor H9120, omdat de standplaats daar goed overeenkomt met een grondwateronafhankelijk bos van vochtige zure bodems. De rest van het bosreservaat is te nat voor dit type, dat wel de grootste oppervlakte beslaat. Voor H9160A is het deels te nat en/of te zuur, voor H91E0C te zuur en voor H6410 deels te droog en te zuur.

De vernattingsmaatregelen hebben voor een deel tot te hoge grondwaterstanden geleid, hetgeen ook blijkt uit het afsterven van bomen; voornamelijk heeft dit niet geleid tot een herstel van de zuurbuffer voor de habitatypen die daar baat bij zouden hebben.

H6410 'Blauwgraslanden'

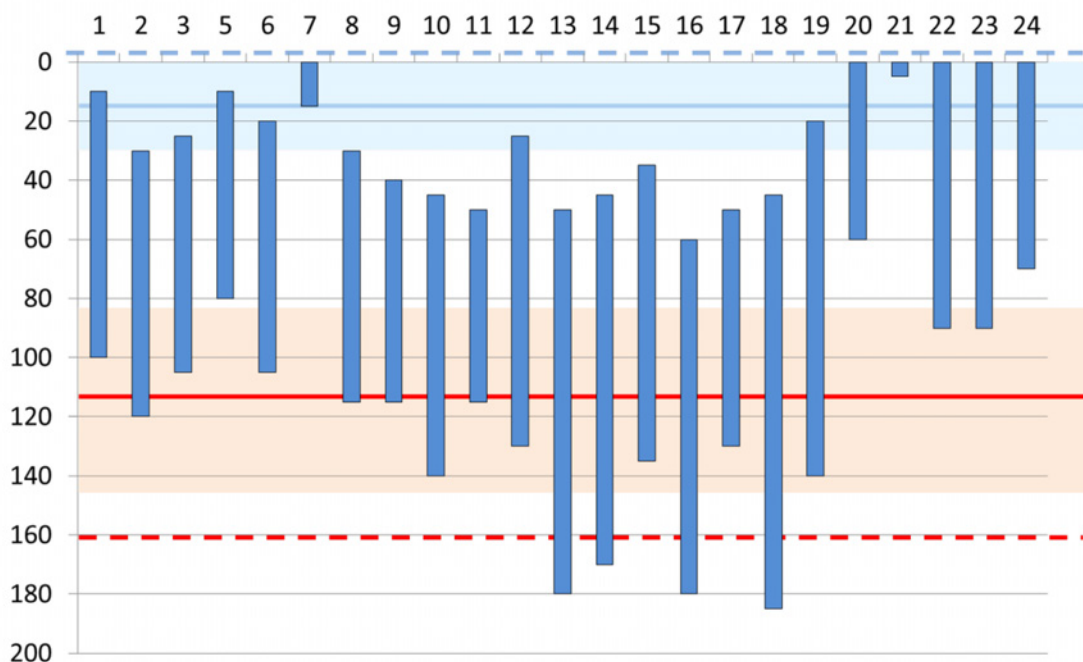
Geschikte fysiotoepen voor Blauwgraslanden zijn alleen te vinden in de lagere delen bij de graslanden en in de oude meander (Fysiotoop L2, L2m), de rest van het gebied is weinig of niet geschikt (te droog en/of te zuur). Binnen de geschikte fysiotoepen is de GVG over het algemeen aan de ondiepe kant en de zuurgraad iets te zuur voor een optimale situatie.

H9120 – 'Beuken-eikenbossen met hulst'

Hoewel dit habitatype op de habitatypenkaart (Figuur 1.2) het grootste oppervlakte vertegenwoordigt, blijkt een groot deel van het Liefstingsbroek ongeschikt te zijn voor dit type. Alleen de droogste fysiotoop (H1) is geschikt, H2 en M2 zijn weinig geschikt. Overall elders is het te nat. Mogelijk is hierbij het effect van (te geringe) droogtestress overschat, waardoor een te ongunstig beeld ontstaat.

H9160A 'Eiken-haagbeukenbossen'

Een vrij groot deel van het Liefstingsbroek lijkt redelijk tot goed geschikt voor dit habitatype, daarnaast is een vrij groot deel als minder geschikt beoordeeld. Beperkingen hebben vooral betrekking op de GVG (te nat) of de zuurgraad (te zuur). De kansen voor behoud (en uitbreiding) worden op grond van de ecologische vereisten in Waterlood o.i. te hoog ingeschat doordat het relatief droge en zure *Stellario-Carpinetum oxalidetosum* zowel onderdeel is van de definitie van H9160A als van H9120 (met verschillende eisen aan de hydrologie). Voor behoud en ontwikkeling van H9160A valt het gebied met een beperking ten aanzien van zuurgraad in feite af.



Figuur 7.9 Gemiddelde grondwaterfluctuaties op de verschillende waarnemingspunten van het bosreservaat. De blauwe doorgetrokken lijn geeft de gemiddelde GHG weer in Habitatype H9160 (Eiken-haagbeukenbossen; 58 punten uit het BES-bestand, Alterra). De lichtblauwe achtergrond geeft de standaarddeviatie. De onderbroken lijn geeft de maximale GHG van het habitatype. De rode lijnen en achtergrondkleur hebben betrekking op de GLG van het Eiken-Haagbeukenbos.

In Figuur 7.9 is de grondwaterfluctuatie (GHG–GLG) in de boorpunten uitgezet tegen gemiddelde waarden voor het Eiken-Haagbeukenbos. De GVG is afgeleid van GHG en GLG en zou voor de referentiegegevens in Figuur 7.9 uitkomen op 15 à 50 cm -mv. Dat komt min of meer overeen met het suboptimale bereik aan de natte kant volgens Waterlood (20–43 cm -mv.). Dit is ook een aanwijzing dat de referentiewaarden in Waterlood aan de droge kant zijn.

H91E0C 'Vochtige alluviale bossen (beekbegeleidende bossen)'

Zoals te verwachten is, zijn alleen de natste delen in de fysiotope L2 en L3 min of meer geschikt voor dit habitatype. Opvallend is dat enerzijds de GVG aan de natte kant is en de GLG aan de droge kant. Daarnaast is, ook in de natte delen, de standplaats iets te zuur. Het lijkt erop dat door de vernatting veel neerslagwater wordt vastgehouden, waardoor het in het voorjaar te nat is, maar ook de buffer uit kwelwater onvoldoende benut kan worden. Door het uitblijven van regionale kwel en diepe ontwatering in de omgeving lijkt het water in de zomer te ver weg te zakken.

7.3 Effect stikstofdepositie

De derde vraag van de opdrachtgever luidt: 'Gegeven bovenstaande analyse en (huidige en voorspelde) N-depositie: wat zijn de vooruitzichten en of mogelijkheden voor de habitatypen binnen het Liefstingsbroek?'

Om deze vraag te beantwoorden, hebben wij de voorraden stikstof in de strooisellagen en de bovenste bodemlaag bepaald binnen de fysiotope en vergeleken met de atmosferische depositie.

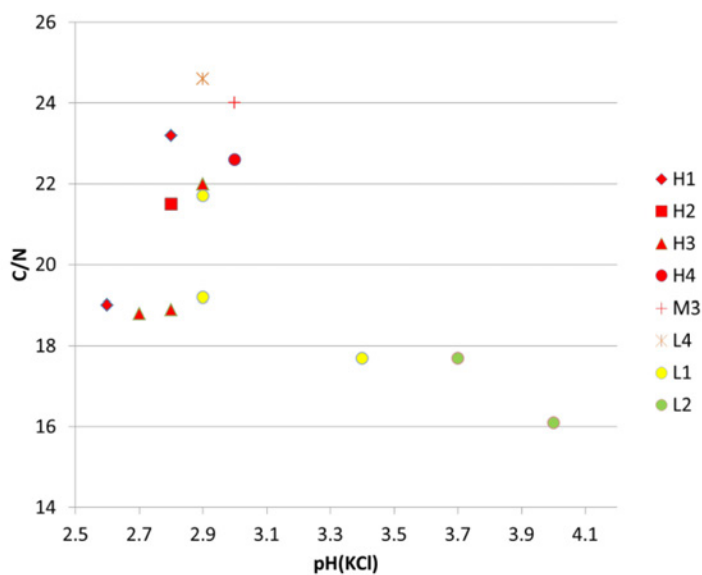
Tabel 7.3 Stikstofvoorraden in het bosreservaat

	N- voorraad (mol/m ²)				Totaal	% van totaal			
	F	H	AO,O	0-15		F	H	AO	0-15
H1	4.8	23.4		21.9	50.2	9	47		44
H2	7.2	28.2		29.2	64.5	11	44		45
H3	7.7	5.6		37.4	50.7	14	10		76
H4	6.8	16.9		26.8	50.4	17	28		55
M1	5.0	5.0		22.7	32.6	16	15		96
M2	7.2	3.5		37.2	47.9	15	7		78
M3	8.1	10.7		45.2	64.0	13	17		70
M4	11.4	9.4		25.3	46.1	25	20		55
L1	3.8	8.3		31.5	43.6	12	17		75
L2			17.3	42.3	59.6	0	0	26	74
L3			86.2		86.2	0	0	100	
L3d	6.7	9.3	71.4		87.3	8	10	82	
L4			29.7		29.7			100	

De stikstofvoorraden onder bos bevinden zich in de ectorganische strooisellaag (F+ H) en de minerale bovengrond. Onder semi-terrestrische omstandigheden accumuleert de stikstof voornamelijk in moerige lagen (AO, O). In Tabel 7.3 zijn de stikstofvoorraden in de verschillende humuscompartimenten weergegeven tot een diepte van 15 cm onder maaiveld. Ter vergelijking: de atmosferische depositie bedraagt ongeveer 1400 mol/ha/j, ofwel 0,14 mol/m²/j (al zal deze langs de bosranden hoger zijn). Dat is dus aanzienlijk minder dan de voorraad in de bodem. Literatuur over de strooiselproductie van een eikenbos geeft aan dat er ongeveer 2-4 ton strooisel per ha per jaar geproduceerd wordt. Dit komt neer op om en nabij de 2.8 mol N per m² per jaar. Overigens is dit getal (groveweg overeenkomend met de L-laag) niet in Tabel 7.3 opgenomen.

De stikstof in de F-laag is het instabielst en daarmee het makkelijkst beschikbaar voor de vegetatie. De H-laag bestaat grotendeels uit amorfe humus waaruit de gemakkelijk beschikbare stikstof al grotendeels is verdwenen (Berg & McLaugherty 2008). Daarmee is de voorraad in de H-laag niet gemakkelijk beschikbaar voor de vegetatie. De voorraad in de minerale bovengrond is grotendeels amorf en daarmee stabiel dan in de F-laag. In de moerige lagen is de stikstof zolang deze waterverzadigd blijft slecht beschikbaar. Bij aeratie stijgt deze in het algemeen zoals in fysiotoop (L3d).

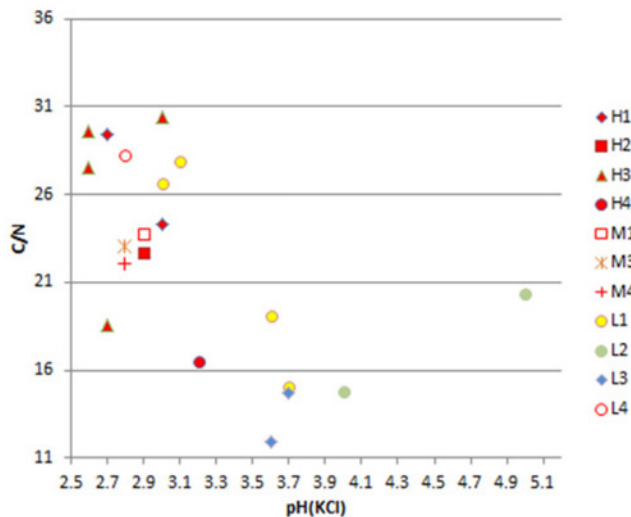
De verhoudingen tussen de voorraden en de beschikbaarheid daarvan verschillen per fysiotoop. In de fysiotoepen met oud bos en daarmee met dikke H-lagen (H1, H2) zit het belangrijkste deel van de stikstof opgeslagen in de H-laag en de minerale bovengrond (Tabel 7.3). In de meeste andere fysiotoepen is het aandeel van de F-laag en de minerale bovengrond in verhouding hoger. Het gaat hierbij grotendeels om fysiotoepen met een lagere C/N in het humusprofiel dan in H1 en H2. Een deel van de strooisellaag bestaat, vooral in de kleiige fysiotoepen, uit lagen met een wat hogere bodem-biologische activiteit. Dit compenseert, door vastlegging in het bodemleven, deels de hogere beschikbaarheid van stikstof (Kemmers et al. 2012). In de fysiotoepen met moerige bovengrond is de stikstofvoorraad het hoogst en de C/N-verhouding het laagst. Door de geringere zuurstofspanning door hoge grondwaterstanden in deze fysiotoepen wordt de beschikbaarheid van stikstof nog enigszins getemperd. Opvallend is overigens het geringe Nt-cijfer van fysiotoop L4. De relatief lage N-voorraad, gecombineerd met de hoge C/N-ratio, bevestigt nog eens dat de moerige laag uit oligotroof amorf materiaal bestaat (Figuur 7.11).



Figuur 7.10 C/N uitgezet tegen de pH voor de F-laag. De F-laag weerspiegelt van de verschillende humuslagen het meest de boomsoortensamenstelling.

Zoals al opgemerkt, is de stikstofvoorraad in bodem en humusprofiel zeer groot in verhouding tot de jaarlijkse atmosferische depositie (50 tot 90 mol tegenover 0,14 mol depositie per m²). De depositie is 5% van de jaarlijkse N-productie via het strooisel. Bij de vernatting zoals nu heeft plaatsgevonden in vooral het westelijk deel van het Liefstingsbroek (fysiotoop M1 en L1), valt te verwachten dat de strooiselaccumulatie en daarmee de N-voorraad zal toenemen. Deze tendens zal nog wat versterkt worden door het afsterven van de boomsoorten met goed afbreekbaar strooisel. Dit zal bijvoorbeeld in Figuur 7.10 zichtbaar worden door het verschuiven van het meest rechtse L1-punt naar de cluster met hogere fysiotoepen (rood). De twee overige geanalyseerde monsters binnen deze fysiotoop zijn al naar de cluster met hoge C/N en lage pH verschoven. Ondanks het groeien van de N-voorraad zal de beschikbaarheid niet toegenomen zijn. Bij toevoer van basenhoudend water in het gebied zal in de niet semi-terrestrische lage fysiotoepen (L1, M1) de in de humusvorm opgeslagen N-voorraad afnemen en de bodem-biologische activiteit toenemen. Of dit netto de beschikbaarheid zal veranderen, is moeilijk na te gaan. Waarschijnlijk zal de N-beschikbaarheid iets toenemen. Bij verlaging van de grondwaterstanden zal, gezien de huidige zure humusvormen, een verdere toename van de N-voorraad plaatsvinden, waarschijnlijk zonder een netto-toename van de N-beschikbaarheid.

Substantiële H-lagen komen vooral voor op de hogere fysiotoepen met een lange bosgeschiedenis. Veranderingen in de hydrologie zullen daar weinig effect hebben op de dikte van de terrestrische amorphe humuslagen. De effecten van de veranderingen in de waterstanden zullen het duidelijkst doorwerken op de minerale of moerige bovengronden (0-15cm) van de lage fysiotoepen (L en in mindere mate M).



Figuur 7.11 C/N uitgezet tegen de pH voor de minerale en moerige bovengrond (0-15cm). De 0-15cm-laag zal het duidelijkst reageren op verandering van de kwaliteit en kwantiteit van het grondwater.

Bij verhoging van de grondwaterstanden met basenhoudend water zullen de zure punten van L1 en mogelijk ook M1, M3 en M4 in Figuur 7.11 van linksboven naar rechtsonder kunnen verschuiven. Ook zullen de punten L2 en L3 naar rechts verschuiven. Verdroging zal voor de natste fysiotoepen een verplaatsing van de punten naar links teweegbrengen.

In de semi-terrestrische fysiotoepen L3, en in mindere mate de iets drogere fysiotoep L2, zal bij verdere vernatting de N-voorraad in de moerige laag toenemen (mede afhankelijk van de kwaliteit van het toegevoerde water) zonder toename van de beschikbaarheid. Bij verdroging zal echter door mineralisatie van een deel van de moerige laag een substantiële toename van de beschikbare N plaats vinden.

Op grond van de hoge (natuurlijke) beschikbaarheid van stikstof uit bodemvoorraden in de verschillende fysiotoepen ten opzichte van de relatief kleine bijdrage van atmosferische depositie concluderen wij dat N-depositie de vooruitzichten of mogelijkheden voor habitattypen in het Liefstingsbroek niet duidelijk negatief beïnvloedt. Ook ten aanzien van de vegetatieontwikkeling, met name het plaatselijk domineren van zwarte braam, zijn er geen aanwijzingen dat N-depositie hierbij een sturende rol heeft (zie §6.4).

7.4 Aanbevelingen

De laatste vraag luidt: "Wat zou er nog extra gedaan moeten worden om te voldoen aan N2000-doelstellingen?"

Het antwoord op deze vraag is lastig, omdat enkele voor het gebied opgegeven habitattypen in feite niet (meer) voorkomen. H91E0 (Beekbegeleidende bossen) komt formeel niet voor, omdat niet voldaan wordt aan beperkende criteria van het profielendocument. H91D0 (Hoogveenbossen) is abusievelijk toegekend (zie § 1.4). De vanaf 1985 als kleine oppervlakte jong Eiken-Haagbeukenbos gekarteerde vegetatie kwalificeerde marginaal als H9160A (Eiken-haagbeukenbossen) en kwalificeert niet meer als habitatype als gevolg van veranderingen in de vegetatie door vernatting (zie § 6.3). Het is, gezien het pH-profieltype, overigens zeer de vraag of dit habitatype überhaupt nog kon worden behouden. Voor deze habitattypen is het wellicht beter de N2000-doelen te herzien. Uit de knelpuntenanalyse kan opgemaakt worden dat elders in het Liefstingsbroek mogelijk betere kansen zijn voor dit habitatype (zie Figuur 7.7).

Voor het Liefstingsbroek blijven H6140 (Blauwgraslanden) en H9120 (Beuken-eikenbossen) over. In de landschapsecologische context van het gebied is het blauwgrasland van de Paardenwei een 'natuurlijke' arme vorm van het habitatype. De huidige Grote weide biedt goede mogelijkheden voor de ontwikkeling van een rijkere vorm van blauwgrasland (De Waal & Van Delft 2014). Het perspectief voor Beuken-eikenbossen lijkt ook op langere termijn zonder meer gunstig. De inschatting van de realisatiekansen in Figuur 7.6 lijkt minder gunstig, maar wordt waarschijnlijk veroorzaakt door een te ongunstige inschatting van de hoeveelheid droogtestress, die hier onvoldoende zou zijn.

Als gevolg van de veranderde hydrologie lijkt een grondwaterstroming met een component dieper grondwater vooral ten noordwesten van het Liefstingsbroek aan het oppervlak te komen, waardoor zich daar mogelijkheden voor kunnen doen voor de ontwikkeling van kwelafhankelijke habitatypes zoals H6140 (Blauwgraslanden).

De verzuring van het Liefstingsbroek kan niet worden gestopt, maar nog wel worden afgeremd door een groter deel van het neerslagoverschot oppervlakkig af te voeren. Daarvoor is meer maatwerk van de waterhuishouding nodig. Enkele ondiepe greppels in de richting van het afvoerpunt moeten daarvoor worden hersteld en het niveau van de afvoerdrempel tot in het begin van het voorjaar moet worden verlaagd. Afhankelijk de neerslagverwachting en de waterstand kan het peil daarna wat worden verhoogd om water voor de zomerperiode te conserveren.

Om een goed beeld te krijgen van het effect van (bijgestelde) maatregelen is het van groot belang de relevante processen te monitoren. Daarbij kan gedacht worden aan de monitoring van grond- en oppervlaktewaterpeilen en -kwaliteit, maar ook veranderingen in de bodemontwikkeling kunnen inzicht geven in het effect van maatregelen. Door het volgen van de pH-profielen en humusprofielen kan een goede indruk gekregen worden van de richting waarin de groeiplaatsen zich ontwikkelen. Tot slot geeft monitoring van de vegetatieontwikkeling inzicht in het effect op de vegetatie.

Literatuur

- Arcadis, 2009. WERKDOCUMENT BEHEERPLAN NATURA 2000 LIEFSTINGHSBROEK.
www.provinciegroningen.nl.
- Arcadis, 2014. INVENTARISATIE MAATREGELEN Liefstingsbroek; RWE, Arcadis. 077696896:0.6 - Concept.
- Bakker, H. d. & J. Schelling, 1989. Systeem van bodemclassificatie voor Nederland; de hogere niveaus. Wageningen, Pudoc.
- Beek, A. van de, R.J. Bijlsma, R. Haveman, K. Meijer, I. de Ronde, A.S. Troelstra & E.J. Weeda. 2014. Naamlijst en verspreidingsgegevens van de Nederlandse bramen. *Gorteria* 36 (4-6): 108-171.
- Beets, C.P., P.W.F.M. Hommel & R.W. de Waal, 2000 t/m 2005. Selectie van referentiepunten t.b.v. het Staatsbosbeheer-project terreincondities : resultaten inventarisatie 1999 t/m 2004. Wageningen, Alterra.
- Beijerinck, W. & A.J. ter Pelkwijk, 1952. Rubi in the northeastern part of the Netherlands. *Acta Botanica Neerlandica* 1: 325-360.
- Berg, B., McLaugherty, C., 2008. Plant litter. Heidelberg: Springer Berg & Laugherty, 2008
- Bijlsma, R.J., 2004. Verbraming: oorzaken en ecologische plaats. *De Levende Natuur* 105(4): 138-144.
- Bijlsma, R.J., V. Westhoff & J.C. Smittenberg, 1996. Norgerholt en Tonckensbos. In P.W.F.M. Hommel & M.A.P. Horsthuis (red.), *Excursieverslagen 1994. Plantensociologische Kring Nederland*, Wageningen; 70-72.
- Bijlsma, R.J., K.W. van Dort & H. Koop, 1998. Liefstingsbroek. In: P.W.F.M. Hommel & M.A.P. Horsthuis (red.), *Excursieverslagen 1995. Plantensociologische Kring Nederland*. Wageningen; 49-51.
- Bijlsma, R.J., 2006. Mantingerbos- en weiden: de bramen (*Rubus fruticosus* agg.). Vereniging Natuurmonumenten, 's-Graveland.
- Cate, J.A.M. t., A.F. van Holst, H. Kleijer & J. Stolp, 1995. Handleiding bodemgeografisch onderzoek; Richtlijnen en voorschriften; Deel A: Bodem. Wageningen, SC-DLO. Technisch document 19A.
- Delft, B. v., R. Kemmers & R. de Waal, 2002. "Ecologische typering van bodems onder korte vegetaties : Het humusprofiel als graadmeter voor standplaatsontwikkeling." *Landschap* 19(3): 152-164.
- Delft, B. v., R. d. Waal, R. Kemmers, P. Mekkinck & J. Sevink, 2006. Field guide Humus Forms; Description and classification of humus forms for ecological applications. Wageningen, Alterra.
- Delft, B. v., F. Brouwer, M. v. d. Werff & R. Kemmers, 2010. Natuurpotentie Willinks Weust; Resultaten van een Ecopedologisch onderzoek. Wageningen, WUR-Alterra.
- Delft, S.P.J. v., 2012. Potentie voor nat schraalland in graslanden nabij Muggenbeet en bij Duinigermeer; Resultaten van een ecopedologisch en bodemchemisch onderzoek. Wageningen, Alterra. Alterra-Rapport 2400.
- Delft, S.P.J. v., 2013. Meta-data beschrijving HumBase. Wageningen, Alterra. Nota
- Delft, S.P.J. v. & R. Kemmers, 2013. Natuurontwikkeling graslanden kwelrijke flank Oostelijke Vechtplassen; Resultaten van een ecopedologisch en bodemchemisch onderzoek. Wageningen, Alterra. Alterra-rapport 2415.
- Delft, S.P.J. v., G.J. Maas & F. Brouwer, 2014. Fosfaatonderzoek Noorderpark; Bodemonderzoek t.b.v. realisatie soortenrijke schraallanden. Wageningen, Alterra. Alterra-rapport 2493.
- Delft, S.P.J. v., G.J. Maas & R.W. d. Waal, 2015. "De Landschapsleutel OnLine." 2015, <http://landschapsleutel.wur.nl/>. Wageningen, Alterra – Wageningen UR.
- Delft, S.P.J. v. & R.W. d. Waal, 2015. Bodemonderzoek heischraal grasland Drouwenerzand; Ecopedologisch en bodemchemisch onderzoek voor maatregelen tot behoud en verbetering van de kwaliteit van heischraal grasland Wageningen, Alterra-WageningenUR. Alterra-Rapport
- Dobben, H.F. van, J. Runhaar en P.C. Jansen, 2008. Structuur en functie van habitattypen. Nadere definiëring en monitoring in het kader van de Habitatrichtlijn. Deel II: kritische condities en wijze van monitoring. Alterra-rapport 1561. Wageningen.
- Haveman, R., R.J. Bijlsma, I. de Ronde & J.H.J. Schaminée, 2016. Capricious, or tied to history's apron strings? Floristic regions in north-west European brambles (*Rubus* subgenus *Rubus*, Rosaceae). *J. Biogeogr.* 43, 1360–1371.

- Immerzeel, C.H. van, 2014. Grondwatermodelberekeningen EHS Westerwolde (project 12973-401). Concept. Triwaco. Royal Haskoning, Amersfoort.
- Jansen, A., 2000. Hydrology and restoration of wet heathland and fen meadow communities PhD, Rijksuniversiteit Groningen.
- Jansen, P.C. & R.H. Kemmers, 1995. Evaluatie van de ecohydrologische systeembeschrijving van de Gelderse Poort. Wageningen, DLO-Staring Centrum, SC-DLO-rapport 397.
- Jansen, P.C. & J.R. Runhaar, 2001. Droogtestress als functie van grondwaterstand en bodemtype. Wageningen, Alterra. Alterra-rapport 367.
- Jansen, P.C., 2004. Kwel in beeld. Alterra rapport 904
- Jansen, P.C., M. Knotters en F. de Vries, 2005. Nieuwe natuur met oude grondwaterstanden. Landschap 22 (3), p. 145-156.
- Kemmers, R.H., S.P.J. v. Delft, M.C. v. Riel, P.W.F.M. Hommel, A.J.M. Jansen, B. Klaver, R. Loeb, J. Runhaar & H. Smeenge, 2011. Landschapsleutel; Leidraad voor natuurontwikkeling. Wageningen, Alterra, onderdeel van Wageningen UR. Alterra-rapport 2140.
- Kemmers, R.H., J. Bloem & J.H. Faber, 2012. Nitrogen Retention by Soil Biota; A Key Role in the Rehabilitation of Natural Grasslands? Restoration Ecology DOI: 10.1111/j.1526-100X.2012.00914.x.
- Koop, H., 1997. Pilotstudie A-lokaties: beschrijving van 10 (complexen van) A-lokaties en diagnosemethode voor mate van natuurlijkheid. IBN-rapport 330, Wageningen.
- Maas, G.J., S.P.J. v. Delft & B. Makaske, in voorbereiding. De Landschappelijke Bodemkaart van Nederland. Wageningen, Alterra, onderdeel van Wageningen UR. Alterra-rapport
- Mekking, P., 2003. De bodemgesteldheid van bosreservaten in Nederland; Deel 8 Bosreservaat Liefstingsbroek. Wageningen, WUR-Alterra. Alterra-rapport 60.8.
- Provincie Drenthe, 2010. Natuur in Drenthe. Zicht op biodiversiteit. Provincie Drenthe, Assen.
- Rosing, H. & S. Bijlsma, 1980. Bodemkaart van Nederland Schaal 1 : 50 000; Toelichting bij de kaartbladen 13 Winschoten en 18 Ter Apel en 23 Nieuw-Schoonebeek. Wageningen, Stiboka.
- Runhaar, J.R., H. Kuijpers, H.L. Boogaard, E.P.A.G. Schouwenberg & P.C. Jansen, 2003. Natuurgericht Landevaluatiesysteem (NATLES) versie 2. Wageningen, Alterra Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra-rapport 550.
- Runhaar, J., M.H. Jalink, H. Hunneman, J.P.M. Witte & S.M. Hennekens, 2009. Ecologische vereisten habitattypen. Nieuwegein, KWR Watercycle Research Institute. KWR 09.018.
- Runhaar, H. & S. Hennekens, 2014. 'Hydrologische Randvoorwaarden Natuur' Versie 3; Gebruikershandleiding. Wageningen, Nieuwegein, Utrecht, Alterra Wageningen UR, KWR Watercycle Research Institute, STOWA.
- Schokker, J., F.D. d. Lang, H.J.T. Weerts & C. d. Otter, 2003. "Lithostratigrafische Nomenclator Ondiepe Ondergrond; Formatie van Boxtel." 2003, www.nitg.tno.nl. Utrecht, NITG-TNO.
- Schulp, C.J.E., Nabuurs, G.J., Verburg, P.H., Waal, R.W. de, 2008. Effect of tree species on carbon stocks in forest floor and mineral soil and implications for soil carbon inventories Forest Ecology and Management 256 (3). - p. 482 - 490.
- Spek, T., 2004. Het Drentse Estdorpenlandschap. Een historisch geografische studie. Utrecht, Stichting Matrijs.
- Stortelder, A.H.F., P.W.F.M. Hommel, R.W. de Waal, K.W. van Dort, J.G. Vrieling, R.J.A.M. Wolf, 1998. Broekbossen. Bosesystemen van Nederland. KNNV Uitgeverij.
- Waal, R.W. d. & P.W.F.M. Hommel, 2010. Humus- en vegetatiereseksen als hulpmiddel voor het natuurbeheer; Enkele voorbeelden op basis van de SBB-referentiepunten. Wageningen, WUR-Alterra. Alterra-rapport 2049.
- Waal, R.W. de, P.C. Jansen, S.P.J. van Delft en P. Bolhuis, 2011a. Herstelplan Tondense heide. Alterra rapport 2011/ Natuurmonumenten Z.O. Veluwe. Wageningen/Rheden
- Waal, R.W. de, F. Brouwer, S.P.J. v. Delft, P.W.F.M. Hommel & P.C. Jansen, 2011b. Bodemkundig vooronderzoek Mantingerbos en -weide. Wageningen, Alterra. Alterra-rapport 2265.
- Waal, R.W. d. & P.W.F.M. Hommel, 2013. Provinciaal meetnet verdroging Overijssel; Beschrijving en beoordeling van 56 meetpunten. Wageningen, WUR-Alterra. Alterra-rapport 2457.
- Waal, R.W. d. & S.P.J. v. Delft, 2014. Bodemonderzoek Liefstingsbroek; Ecopedologisch en bodemchemisch onderzoek voor maatregelen tegen de effecten van stikstofdepositie. Wageningen, Alterra Wageningen UR. Alterra-rapport 2580.
- Wösten, J.H.M., G.J. Veerman, W.J.M. d. Groot & S.J., 2001. Waterrententie- en doorlatendheidskarakteristieken van boven- en ondergronden in Nederland: de Staringreeks. Wageningen, Alterra. Alterra-rapport 153.

Bijlage 1 Geschiedenis van het Liefstingsbroek

R.M.A. Wegman

Erve Liefstingh en het Liefstingsbroek tot de invoering van het kadaster in 1829

De oudste vermelding van erve Liefstingh is van 31 juli 1474, toen de landheer Egge Addinga door de abt van het klooster Corvey werd beleend met Westerwolde:

“Item myt der kerken to Vlachtwedde myt alle oren erffen und luden, myt dem gantzen dorpe Waldingehus, Tieinghus, Coilershus und Wilinghus myt dem gantzen dorpe und allen erffen und luden de dar in horen. **In dat dorp to Weende Levestinghus**, Eyntzing-hus, de Hustede und Bruskmanshus, myt allen erven und luden de dar in horen.”

De eerste vermelding van het Liefstingsbroek is van 24 januari 1590. Bij de verdeling van de goederen van Elisabeth Addinga van Westerwolde, weduwe van de hoofdeling Joest Lewe, werd aan hun zoon Jurgen Lewe toegedeeld: “die helffte van 't busch mit sijne eijckelscharen gronde toebehoeren en gerechtigheiden genoempt Liestinghe broeck”. Eijckelscharen was het recht om in de herfst varkens in het bos te drijven om ze met eikels vet te mesten (Spek, 2004). Een deel van het Liefstingsbroek was meer dan vier eeuwen geleden ook al eikenbos.

Kort na 1590 wordt het Liefstingsbroek nog een keer genoemd onder de goederen van Jurgen Lewe: “Lijvestinghe broeck, dit die prijß van die landen, 200 Embd[er] gl. 0 Gron[inger] st[uiver] holt ende eckelschaer.” De waarde van 200 Emders gulden was een aanzienlijk bedrag in 1590. Ter vergelijking: erve De Hofte te Wedde, die op dezelfde lijst staat, werd ook gewaardeerd op 200 Emders gulden.

Het Liefstingsbroek komt vervolgens 240 jaar niet meer in de archieven voor. Dit komt mede door het Saksische erfrecht, waarbij een boerenerve in zijn geheel en onverdeeld overging van vader op (oudste) zoon of van vader op dochter als er geen zoons waren. De erve was zo belangrijk dat de eigenaars zich naar de erve gingen noemen. Zelfs wanneer een dochter de boerderij erfde, noemden de man met wie zij trouwde en hun nakomelingen zich naar de erve. Ook na verkoop van een erve noemde de nieuwe eigenaar zich naar die erve.

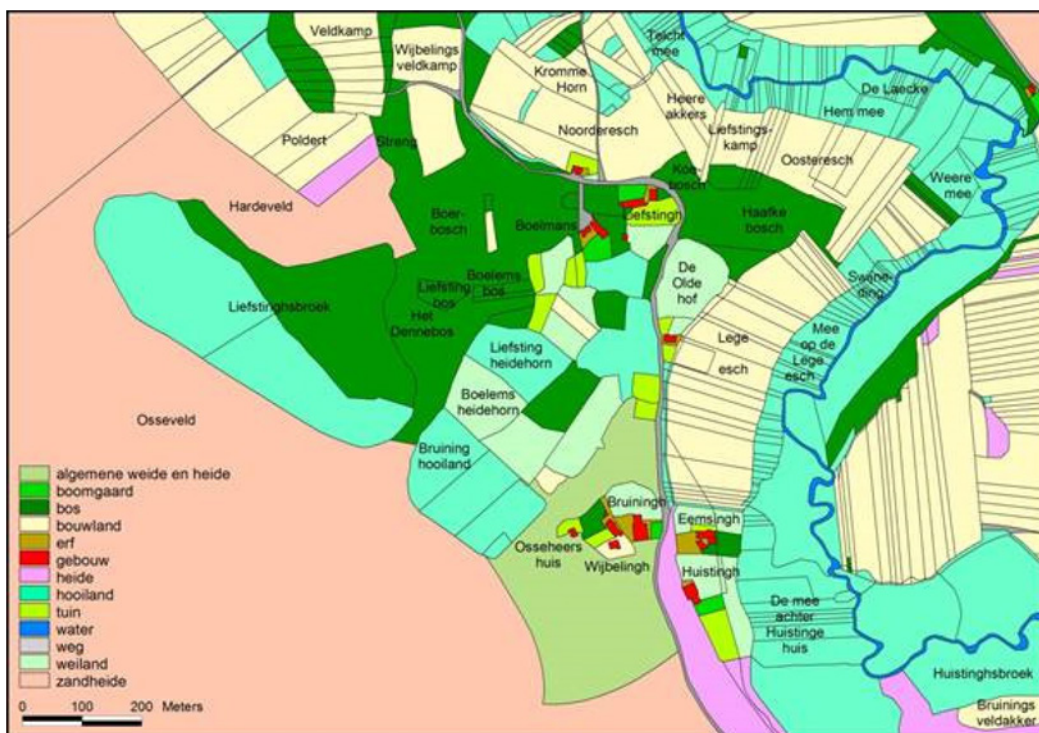
De erfgenaam diende zijn of haar eventuele broers en zusters hun erfdeel uit te betalen, waardoor er een enorme hypotheek op het bedrijf kon rusten. Het was dus zaak om een partner te vinden die ook van een eigenerfde boerderij stamde en geld kon inbrengen. Het erfdeel van de broers en zusters werd vaak over vele jaren in termijnen uitbetaald. Bij een slecht jaar kon dat jaar ook nog eens overgeslagen worden.

Een andere reden dat er in die 240 jaar geen melding van het Liefstingsbroek in het archief te vinden is, is omdat het als een eiland in de markegronden van Weende lag. De markegronden bestonden meestal uit heide en veen, maar soms ook zoals in Weende uit boerbossen. Er waren dus geen aangrenzende percelen waarbij het Liefstingsbroek zou kunnen worden genoemd als belending bij verkoop. Er zullen dus ook geen eventuele grensgeschillen zijn geweest.

De volgende vermelding van het Liefstingsbroek, bijna 240 jaar later in 1829, is op de minuutplan van Sectie E blad 7 van het kadaster. Op dit minuutplan staat geschreven: ‘Leefstings Brook’. Eigenaar ten tijde van de invoering van het kadaster was Menne Berends Liefstingh (1788-1857), wiens familie dan reeds meer dan 175 jaar eigenaar is van erve Liefstingh en het Liefstingsbroek. De oudvader van Menne, Berent Kelbergen op 't Liefstingh (ca. 1616-1671/75) genaamd, kocht erve Liefstingh met alle bijbehorende landerijen, waarschijnlijk tussen 1651 en 1654 van Jacob Liefstingh (ca. 1598-1658/59). De eerste Liefstingh die in de archieven voorkomt is Harmen Liefstingh. Hij wordt in 1504 en 1523 genoemd (Wegman & Wegman, 1994).

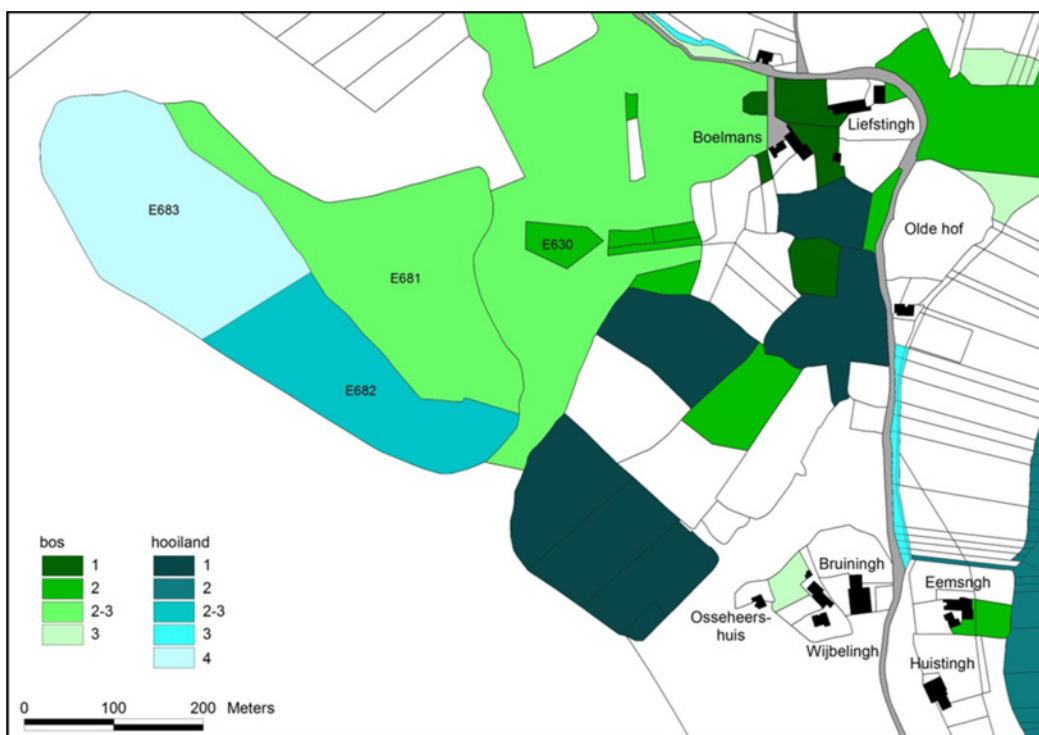
Het Liefstingsbroek en de kwaliteit van bossen en hooilanden in 1829

Ten tijde van de invoering van het kadaster in Westerwolde (1 januari 1829) lag het Liefstingsbroek geheel ingesloten door de Markegronden van Weende. Het grootste deel was zandheide en alleen aan de oostzijde werd het begrensd door het Boerbos (Figuur 1).



Figuur 1 Weende anno 1829 grondgebruik en veldnamen. Bron kadastrale kaart gemeente Vlagtwedde sectie E.

Het Liefstingsbroek bestond toen uit drie percelen die gelegen waren binnen de nog heden ten dage bestaande aarden wallen. Het grootste deel van het 12,6 ha grote Liefstingsbroek bestond uit hooiland (7,8 ha), verdeeld in 2 percelen. Het grootste perceel (E683) ter grootte van 4.8 ha werd tot de vierde en in Weende laagste klasse gewaardeerd (Figuur 2). Het tweede perceel (E682) van 3,0 ha, werd voor de helft tot de tweede klasse en voor de andere helft tot de derde klasse gewaardeerd. Het derde perceel (E681) bestond uit 4,8 ha bos waarvan twee derde van de tweede klasse (3,2 ha) en een derde van de derde en laagste klasse (1,6 ha) (Figuur 2).



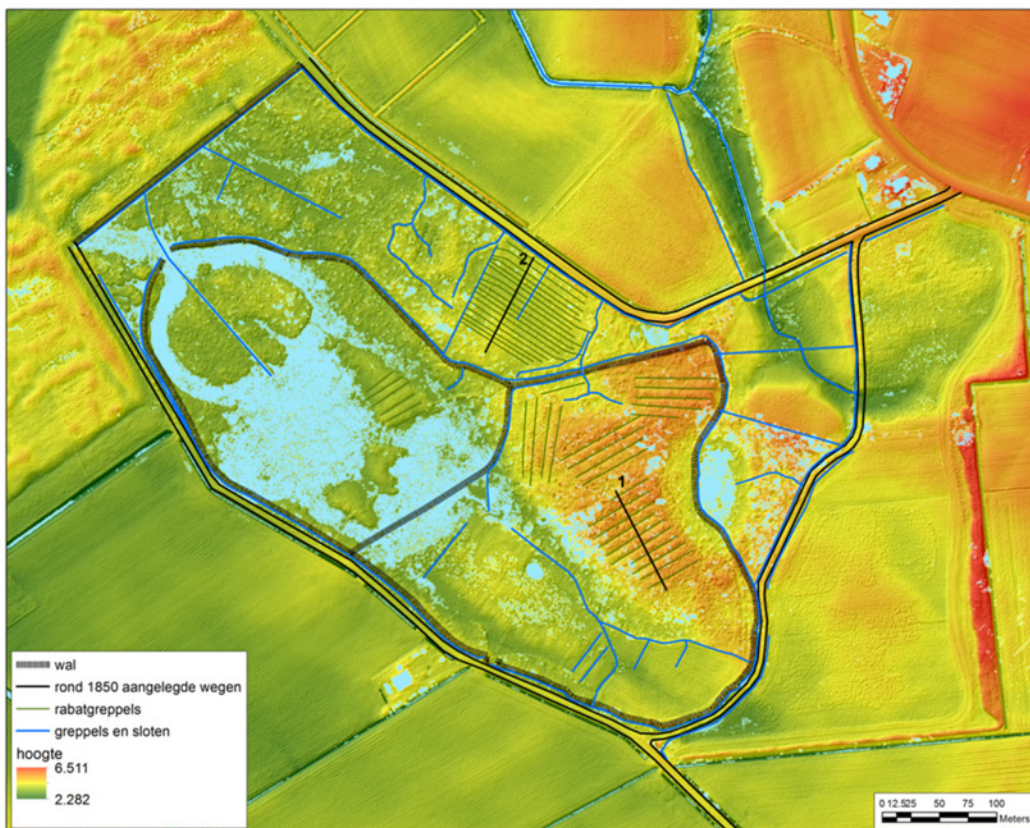
Figuur 2 Bos- en hooiland-klasse in het gehucht Weende met de ligging van de erven. Bron: Kadastrale kaart gemeente Vlagtwedde sectie E.

Helaas is van Vlagtwedde de 'La X3' niet bewaard gebleven, zodat we niet precies kunnen nagaan hoe de kwaliteit van de verschillende klassen bos en hooiland beschreven waren. Om een indruk te krijgen van de kwaliteit van het bos kunnen we de wel bewaard gebleven 'La X3' van het naburige Oude Pekela erop naslaan (Tabel 1). De tarieven van de bossen liggen hoger dan in Vlagtwedde, waar de tarieven respectievelijk 15, 8 en 2 gulden per ha waren. (Wegman & Sanders, 2010).

Tabel 1 Van classificatie der grondeigenaren kanton Pekela, gemeente Oude Pekela. Beschrijving en indeling van de verschillende bossen (Wegman & Sanders, 2010).

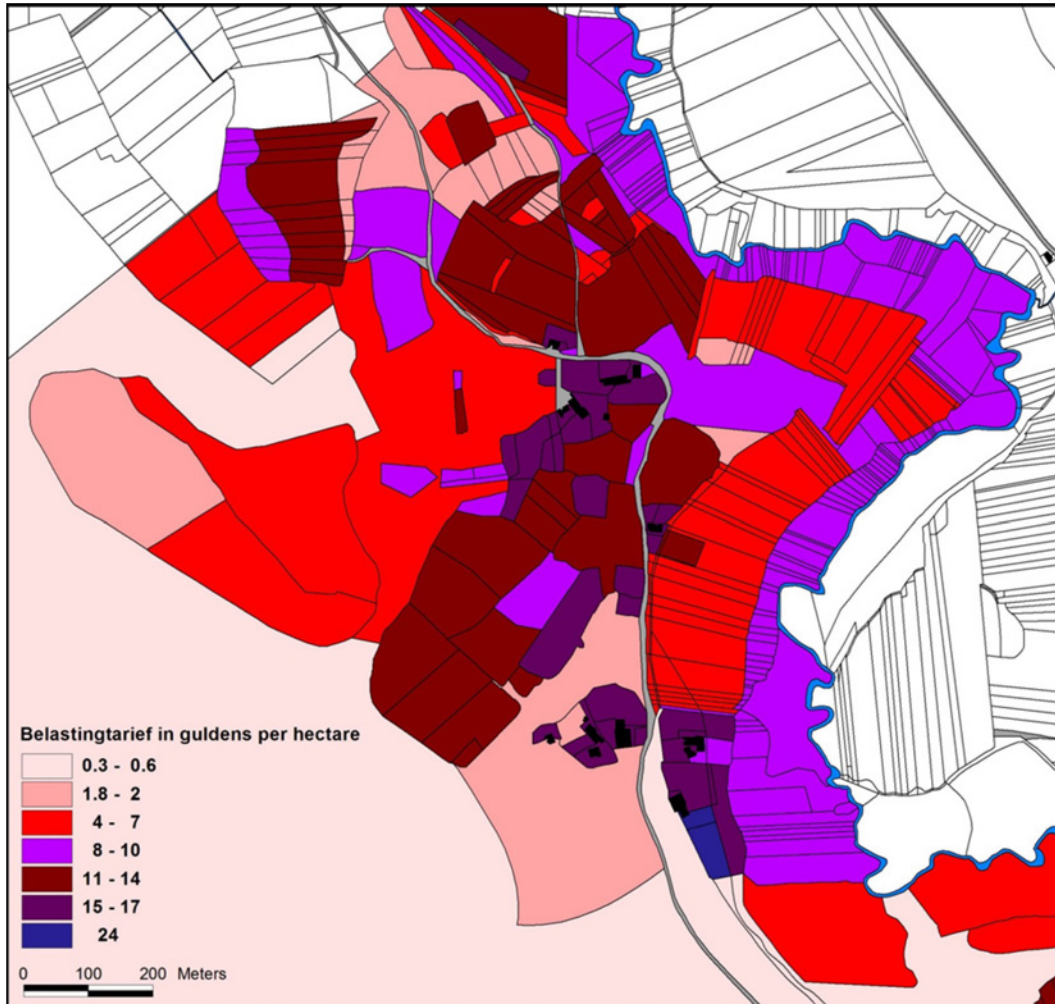
Bosschen	1	De eerste klasse bestaat uit opgaande eikenboomen, regulier beplant en liggen op grond van 18,00 de 1e en 2e klasse der bouwlanden. De opbrengst in aanmerking nemende, heeft men de ned. bunder geschat op f 18,-.
	2	De tweede klasse bestaat insgelijks uit opgaande eikenboomen waar de boomen zoo welig 10,00 niet groeien als op de voorgaande en staan ook op mindere grond. Men schat deze op f 10,-.
	3	Tot de derde klasse behoren die percelen die hier en daar met wat kreupel en hakhout bezet 3,00 zijn en op zeer lage grond gelegen zijn. Het bunder van deze wordt geschat op f 3,-.

Waarschijnlijk stond het bos van de tweede klasse op het hoger gelegen oostelijke deel van perceel E681. Op het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN, Figuur 3) is bijvoorbeeld goed te zien dat perceel E630, midden in het Boerbos, hoger lag dan het omringende bos. Dit perceel was van de tweede klasse, terwijl de omringende bossen met lagere delen van de tweede (6,5 ha) en derde klasse (2,2 ha) waren. In het Liefstingsbroek zal het bos van de 3^e klasse in het noordwesten hebben gestaan en was duidelijk lager gelegen, waardoor de kwaliteit van de bomen ook minder zal zijn geweest. Waarschijnlijk lag de scheiding tussen de beide stukken waar de wal lag. Deze wal was tevens de scheiding tussen perceel E682 en E683.



Figuur 3 Actueel Hoogtebestand Nederland met greppels en wallen in het Liefstingsbroek met locaties van twee dwarsprofielen over de rabatten.

Ook het zuidelijk gelegen hooiland van het Liefstingsbroek was hoger gelegen en had een hogere waarde dan het noordelijk gelegen hooiland (Figuur 3). In 1829 was de waarde van deze hooilanden, in vergelijking met de hooilanden langs de Ruiten Aa (klasse 2) en vooral vergeleken met de vlakbij gelegen hooilanden zoals die ten westen van erve Wijbelingh en tussen erve Boelmans en erve Bruiningh (klasse 1), erg laag (Figuur 4). Dat hooilanden van belang waren, blijkt wel uit het feit dat de hooilanden van de eerste (fl.14,-/ha) en tweede klasse (fl.9,-/ha) zelfs meer waard waren dan de bouwlanden op de Ooster- en Lage Esch (fl.7,-/ha) (Figuur 4).



Figuur 4 Grondwaardekaart van Weende in 1829. Bron: Kadastrale kaart gemeente Vlagtwedde sectie E.

Beheer van de hooilanden in de 18^e eeuw

De hooilanden waren van groot belang voor het boerenbedrijf, omdat het hooi diende als voedsel voor het vee in de winter. De meeste hooilanden lagen langs de Ruiten Aa en stonden in het voor- en najaar blank. Door de aanvoer van nutriënten via het water van de Ruiten Aa werden de hooilanden bemest. Hierdoor hadden de hooilanden die overstromden met beekwater meestal een hogere waarde dan de hooilanden die niet overstromden. Omdat het hooiland zo lang onder water stond, kon men meestal maar eenmaal per jaar maaien. Daarna vond er nabeweiding door het vee plaats. Een enkele keer kon men een tweede maal per jaar maaien. Dat een tweede keer maaien uitzonderlijk was en nabeweiden regel, blijkt uit een proces dat liep van 8 augustus 1731 tot 21 mei 1732, tussen Menne Liefstingh en consorten en de 'geïnteresseerden' van Weende.

In dit proces eisten Menne Liefstingh en consorten een verbod op het weiden van paarden en koeien op de Weender Oosteresch, de Hem mee en de Mede achter Huistinge huis, omdat zij van plan waren

een tweede maal te maaien. Zij meenden in hun recht te staan, omdat zij het grootste deel van deze landen in bezit hadden. Daarnaast vonden zij dat de tegenpartij, evenals zijzelf, ook voordeel had van een tweede maal maaien.

In de loop van het proces bleken de hooilanden al afgeweid te zijn door het vee en Liefstingh wilde het "laeten besaeten om ten tweden mael te willen meijen". Dit opdat zij ook in de toekomst door meerderheid van bezit konden beslissen om een tweede maal te maaien. Het was dus inmiddels een principekwestie geworden.

Harm Bruiningh en Remcke Wijbelingh betoogden namens de geïnteresseerden van Weende dat niet alleen de genoemde 'mandelige meedlanden', maar ook de andere hooilanden langs de Ruiten Aa dienden meegerekend te worden. Met deze hooilanden meegerekend, zouden zij de meerderheid van de hooilanden hebben. Verder meenden zij dat een meerderheid er niet toe deed, omdat de hooilanden altijd maar eenmaal werden gemaaid en dat ze daarna "in 't generael haere beesten daer in gejaegt hadden om te weijden". Zij vonden verder dat de beslissing om te maaien unaniem moest zijn.

Er werden drie getuigen gehoord, van wie er maar één verklaarde dat er in het verleden weleens een tweede maal werd gemaaid. De andere twee getuigen konden zich dat niet herinneren.

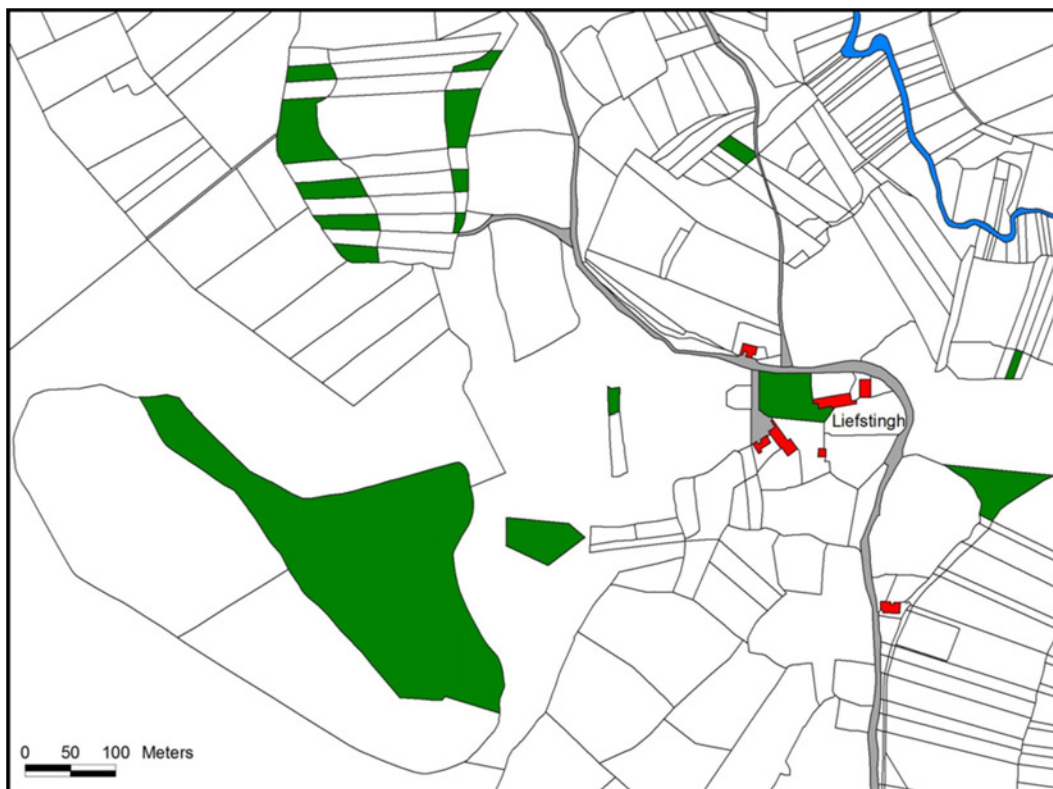
Besloten werd om alle hooilanden langs de Ruiten Aa in ogenschouw te nemen. Dit vond plaats op 8 september 1731. Per perceel werd de eigenaar van hooilanden opgetekend, waardoor we een goed beeld krijgen van het eigendom van de hooilanden langs de Ruiten Aa in 1731. Ook werd verklaard dat de percelen soms zo smal waren dat er geen sloot tussen de verschillende percelen konden worden gegraven.

Uiteindelijk volgde op 21 mei 1732 de uitspraak, waarbij Liefstingh en consorten in het gelijk werden gesteld. Het verbod op het weiden van paarden en koeien wanneer men een tweede keer wilde maaien, werd in deze uitspraak bevestigd.

Bij verkoop van sommige hooilanden bleek dat deze hooilanden "met holt bewassen" waren. De waarde van deze hooilanden zal daardoor waarschijnlijk beduidend hoger zijn geweest. Regelmatig kwam het voor dat de verkoper "den eigendom van het holt daer op staende an sich" hield.

Bos en houtoogst

In Weende was in 1829 ten opzichte van de andere gehuchten relatief veel bos aanwezig. Van de 26,6 ha bos was 14,4 ha in eigendom van de Marke Weende. Daarna volgden Liefstingh met 6,9 ha, waarvan 4,8 ha in het Liefstingsbroek (Figuur 5), Bruiningh met 2,2 ha en Boelmans met 1,9 ha bos.



Figuur 5 Bossen in bezit van Menne Berends Liefstingh op 1 januari 1829. Bron: Kadastrale kaart gemeente Vlagtwedde sectie E.

In het archief is, op het begin van de 19^e eeuw na, niets te vinden over de verkoop van hout in Weende. In het begin van de 19^e eeuw werden in Weende bij 5 verkopen een grote hoeveelheid bomen verkocht: in totaal 1717 bomen voor fl. 10730,10 (Tabel 2). Het grootste deel daarvan namelijk 1431 bomen werd verkocht door Menne Berends Liefstingh voor fl. 8877,--. Dit was een aanzienlijk bedrag, waarvoor je in die tijd een boerderij met landerijen kon kopen. Gezien het grote aantal bomen en de dikte daarvan zal een groot deel van deze bomen uit het Liefstinghsbroek zijn gekomen. Per boom werd een prijs bepaald en de bomen werden op stam verkocht.

Tabel 2 Verkoop van 'op wortel staande' bomen te Weende voor 1829.

verkoper	datum	aantal	min. prijs	max. prijs	opbrengst	soort
Liefstingh	16-03-1814	612	fl. 0,10	fl. 54,--	fl. 4356,05	eik
Liefstingh	21-03-1815	304	fl. 0,05	fl. 48,--	fl. 1402,90	eik
Liefstingh	13-03-1818	191	fl. 0,10	fl. 96,--	fl. 2350,85	eik
Liefstingh	27-03-1823	324	fl. 0,05	fl. 29,--	fl. 767,20	niet vermeld
Bruiningh	25-03-1819	286	fl. 0,05	fl. 72,--	fl. 1853,10	niet vermeld
Totaal	1814-1823	1717	fl. 0,05	fl. 96,--	fl. 10730,00	

Alle verkopen waren in maart en de kopers waren voornamelijk kuipers, wagen- en stelmakers en (scheeps)timmerlieden. De kopers kwamen allen uit de provincie Groningen en de verst afgelegen woonplaats was Nieuwolda (32 km).

Bij alle verkopen werd bedongen dat het "toeghout" en afvalhout dat niet wordt meegenomen aan de verkoper verbleef. Hij zal het hebben gebruikt als brandhout. Verder blijkt dat het vooral om op wortel staande eiken ging; alleen bij de verkopen in 1819 en 1823 werd de boomsoort niet vermeld. Alleen in 1818 werd de naam van het bos genoemd, namelijk het Reigersbos. Helaas is niet bekend welk bos werd bedoeld.



Figuur 6 Kaart van Hottinger (1788-1792) van het Liefstingsbroek en Weende (Versfelt, 2003).

Tussen 1788 en 1792 bracht de van oorsprong Zwitserse kapitein-ingenieur J.H. Hottinger samen met de luitenant-ingenieur M.A. Snoeck en de extraordinaris ingenieur H.J. van der Wijk, in opdracht van de Staten Generaal, Zuidoost-Drenthe en Westerwolde in kaart (Versfelt, 2003). Op deze zeer gedetailleerde kaart is te zien dat perceel E683 nog uit bos bestond (Figuur 6). In 1829 bestond dit perceel echter uit hooiland. Waarschijnlijk heeft een groot deel van de 1107 bomen die tussen 1814 en 1818 zijn gekapt op dit perceel gestaan.

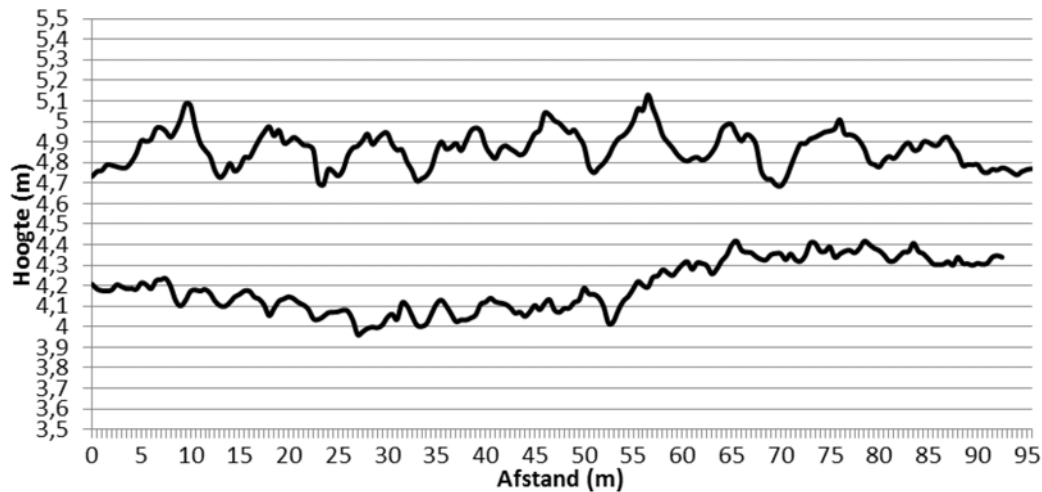
Reconstructie van de hydrologie op basis van het AHN

Op het AHN zijn een aantal opmerkelijke hoogteverschillen te zien (Figuur 3). De hoogteverschillen hangen zoals gezegd samen met de waarde van het hooiland en het bos. Naast deze verschillen in reliëf, zijn er ook gedetailleerdere hoogteverschillen te zien: een wal rondom en dwars door het Liefstingsbroek en verschillende soorten greppels in het bos.

Waarschijnlijk dienden de wallen rondom het Liefstingsbroek om het vee van de markegenoten dat losliep op de markegronden buiten de productievare hooilanden van Liefstingh te houden. Volgens Baaijens (et al. 2011) werden houtwallen ook aangelegd om het zure, uitlogende water als gevolg van de hydrologische ontsluiting van de hoogvenen ten behoeve van turfwinning en boekweitteelt, te weren. Boekweitteelt kwam veelvuldig in de omgeving van het Liefstingsbroek voor en mogelijk had de wal ook een waterkerende functie.

Het hoger gelegen oostelijk deel van het bos binnen de wallen van het Liefstingsbroek bestaat grotendeels uit parallelle greppels. Deze greppels zijn ten opzichte van de rabatten, die tussen de wal en de weg zijn aangelegd, breder en dieper (circa 30-40 cm) (Figuur 7). Bovendien liggen ze in drie verschillende richtingen (Figuur 3). In het noordelijk deel daarvan lopen de greppels van oost naar west en in het westelijk deel van zuid naar noord. In het grootste deel, gelegen in het midden en zuidwesten, lopen de greppels van noordoost naar zuidwest (Figuur 3). Het lijkt erop dat deze laatste greppels zijn bedoeld om het water naar het hooiland af te laten vloeien. De eerste twee series greppels stromen af naar de laagte waar een stroompje lijkt te ontstaan die dwars door de wal afwatert op de sloot langs de zandweg.

Een verklaring voor de greppels gelegen in het hooggelegen bos heeft te maken met bevoeiing (Baaijens et al. 2011). Het bos heeft volgens de verklaring van Baaijens een waterhuishoudkundige functie, herkenbaar aan een reeks parallelle greppels die vaak ogen als rabatten. Deze greppels functioneerden als een serie sprengen, waarmee het aanliggende hooiland bevoeid kon worden. Wat in het geval van het Liefstingsbroek hiertegen spreekt, is dat de bodem van dit deel van het bos bestaat uit humuspodzolgronden (cHn35). Het zal daarom niet om sprengen, maar om oppervlakkige afstroming van regenwater zijn gegaan.



Figuur 7 Dwarsprofielen (hoogte : lengte = 1 : ±21,7) van de twee verschillende typen rabatten in het Liefstingsbroek. Boven de rabatten in het hoger gelegen bos in het Liefstingsbroek (profiel 1 lopend van noordwest naar zuidoost) en onder rabatten, waarschijnlijk aangelegd na 1916, ten behoeve van de ontwatering van het bos tussen de weg en de wal om het oude Liefstingsbroek (profiel 2 lopend van noordoost naar zuidwest). Voor de locatie van de dwarsprofielen zie Figuur 3.

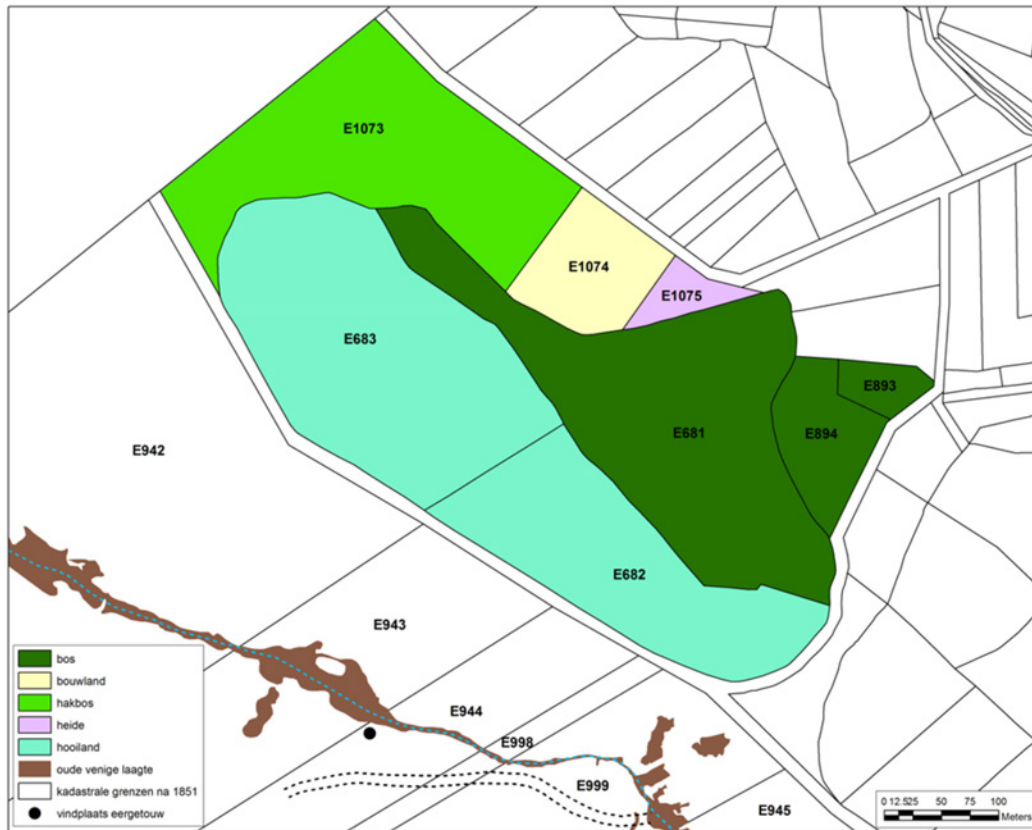
Verdeling van de Markegronden

De markegronden van Weende werden op 14 februari 1851 verdeeld (GrA). Bij die verdeling waren er 30 waardelen, verdeeld over 7 eigenaren. Voor een vol eigengeërfde boerderij in Weende waren 4 waardelen vereist. Uit de hoenderlijsten van Westerwolde blijkt dat er halverwege de 16^e eeuw zes eigenerfde boeren en één keuter, te weten Koop Geerts Holschemaker (= klompenmaker), waren in Weende. De zes eigenerfde boerderijen waren Huistingh, Eemsingh, Bruiningh, Wijbelingh, Boelmans en Liefstingh (Figuur 2).

Helaas is de willekeur van Weende van 16 januari 1707 niet bewaard gebleven. Hierin werd onder andere aangegeven hoeveel koeien, paarden, schapen en ganzen er per waardeel op de marke mochten grazen. De markegronden werden verder gebruikt voor de boekweitteelt en om turf te steken.

Bij de verdeling van de markegronden van Weende in 1851 werd aan Menne Berends Liefsting 5,188 ha zandheide ten noorden van het Liefstingsbroek toegedeeld. Daarnaast een deel van het boerbos ter grootte van 1,01 ha ten oosten van het Liefstingsbroek.

De grond ten noorden van het Liefstingsboek, het Hardeveld genaamd (perceel E875), werd in 1870 verdeeld in drie stukken, te weten de percelen E1073 (3,815 ha), E1074 (1,07 ha) en E1075 (0.303 ha), waarvan perceel E1074 werd ontgonnen. De andere twee percelen bleven bestaan uit heide en de ontgonnen grond werd tussen 1875 en 1888 bouwland. De heide van perceel E1073 werd omstreeks 1911 ontgonnen en omgevormd tot hakbos (Figuur 8).



Figuur 8 Grondgebruik volgens het kadaster in 1916. De verkleuring van het tracé van de oude weg naar de Molenkamp (zwarte stippellijn) en de oude waterloop (blauwe stippellijn) werden door het afgraven van de bovengrond ten zuiden van het Liefstingsbroek zichtbaar op de luchtfoto. Bron: Kadastrale kaart gemeente Vlagtwedde sectie E.

De grond ten zuiden van het Liefstingsbroek, bij de markeverdeling afdeling A genoemd, werd in 7 stukken verdeeld. Het meest noordoostelijke deel (perceel E942, 24,7 ha) werd toegedeeld aan de erven Bruining, het tweede deel (perceel E943, 13,5 ha) aan Menne Berends Liefsting en het derde deel (perceel E944, 5,2 ha) aan Harm Boelems Buirs. Tussen deze percelen en het Liefstingsbroek was een nieuwe weg aangelegd. Door afdeling A stroomde een "watering" richting het noordwesten die moest worden onderhouden door de eigenaren van de nieuwe percelen. Bij het verwijderen van de bovengrond ten behoeve van de realisatie van de EHS, was deze waterloop als een donkere verkleuring goed te herkennen op de luchtfoto (Figuur 8).

Deze in 1851 toegedeelde gronden zijn pas tussen 1918 en 1934 ontgonnen (zie verschillen in de topografische kaarten). Op de topografische kaart van 1906 zijn deze verdeelde markegronden nog steeds heide (Figuur 9). Vreemd is dat op deze kaart het gebied ten noorden van het Liefstingsbroek vrijwel geheel bestond uit bos, met alleen in perceel E1073 twee kleine stukjes heide. Ook perceel E1074 was bos op die kaart, terwijl volgens het kadaster bij de verkoop in 1916 nog sprake was van bouwland. Ook blijkt er hooiland in perceel E681 voor te komen (Figuur 9). Waarschijnlijk zijn de percelen E1074 en E1075 al voor 1900 ingeplant met bomen.



Figuur 9 Topografische kaart van 1906, verkend in 1902.

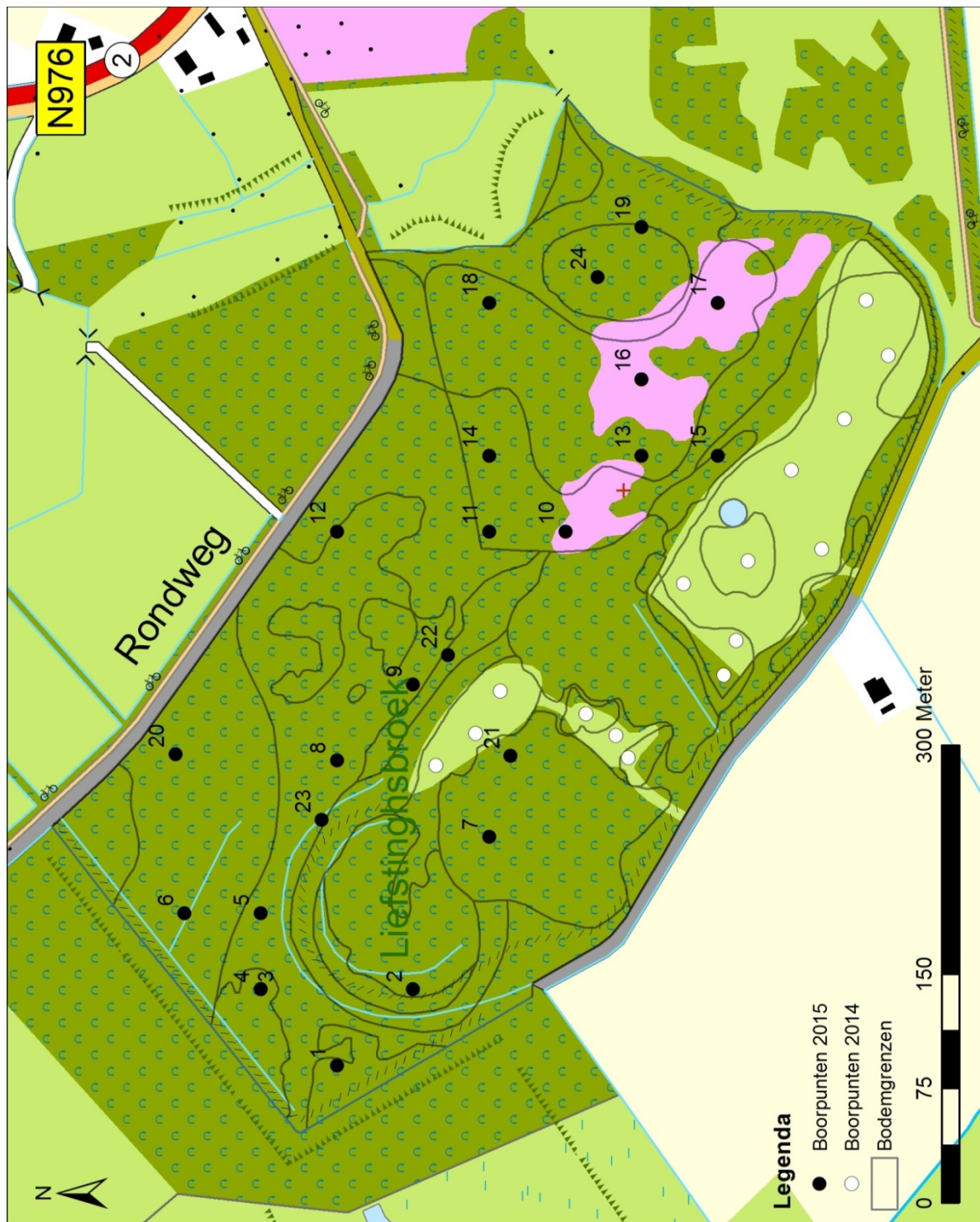
Vermeldenswaardig is nog dat op de grens van de percelen van Liefstingh en Buirs, ter hoogte van de waterloop (Figuur 8), in 2013 bij graafwerkzaamheden ten behoeve van de EHS, de resten van een 14^e-eeuwse eergetouw zijn gevonden (Groenendijk & Renken, 2015).

Het Liefstingsbroek werd samen met de drie percelen hakbos, bouwland en heide en de percelen bos ten oosten van het Liefstingsbroek, het Dennebosch (E894) en het Liefstingsbosch (E893) genaamd, op 30 mei 1916 door Jan Hommes Janszoon en consorten, kleinkinderen van Menne Berends Liefsting, verkocht aan mr. Harbert Ido Schönfeld, burgemeester te Winschoten. Het ging in totaal om 18,972 ha, met daarnaast nog 9 percelen van in totaal 1,2912 ha bos en groenland in het Metbroek bij Smeerling. De koopsom bedroeg 13.000 gulden. Burgemeester Schönfeld die op 15 februari 1937 overleed, liet het Liefstingsbroek na aan de Vereniging tot Behoud van Natuurmonumenten (Zandstra, 1938).

Literatuur

- Baaijens, G.J., E. Brinckmann, P.L. Dauvellier & P.C. van der Molen, 2011. Stromend Landschap. Vloeiweidenstelsels in Nederland. KNNV Uitgeverij, Zeist.
- Elerie, J.N.H., 2015. Toch is Anlo in onze ogen merkwaardig. In: Spek, Th. et al. (eds.), Landschapsbiografie van de Drentsche Aa, Koninklijke Van Gorcum, Assen, p. 337-339.
- Groenendijk, H.A. & E.R. Renken, 2015. Een 14^{de} eeuwse eergetouw uit het Ellersinghuizerveld (gem. Vlagtwedde, Gr.). In: Paleo-aktueel 26, p. 107-115.
- RHC Groninger Archieven (GrA), Toegang 122, Notarissen te Wedde, Pekela en Bellingwolde (standplaats 48), 1811-1935, inv.nr. 111, akte 39.
- Spek, T., 2004. Het Drentse Esdorpenlandschap. Een Historisch-geografische studie. Matrijs, Utrecht.
- Versfelt, H.J., 2003. De Hottinger-atlas van Noord- en Oost-Nederland. Heveskes Uitgevers, Groningen.
- Wegman, C.J. & R.M.A. Wegman, 1994. Westerwolders en hun Woningbezit van 1568 tot 1829. Deel 3 Het kerspel Vlagtwedde. Deel II De Gehuchten. Eigen beheer, Wierden.
- Wegman R.M.A. & M.E. Sanders, 2010. De meerwaarde van GIS bij historisch onderzoek. HISGIS als hulpmiddel bij bezitsreconstructie van Westerwolde. In: Historisch Jaarboek Groningen 2010, p. 16-33.
- Zandstra, A., 1938. Het Liefstingsbroek (Mr. Schönfeld en Westerwolde). In: De Levende Natuur, jaargang 42, p. 8-11.

Bijlage 2 Boorpuntenkaart




Bijlage 3 Bodemkaart

De gecombineerde bodemkaart van Liefstingsbroek en omgeving is samengesteld uit de bodemkartering van het Liefstingsbroek (schaal 1 : 4.000) en de Bodemkaart van Nederland (schaal 1 : 50.000) voor de omgeving. De kartering van het Liefstingsbroek is gebaseerd op de kartering van de graslanden in 2014 (De Waal & Van Delft, 2014) en de kartering van het bosreservaat in het huidige project. Voor het bosreservaat is dit een revisie van de eerdere bodemkaart van het bosreservaat (Mekkink, 2003). De eenheden van deze kaart worden beschreven in § 3.2.


De omgeving, waarvoor de Bodemkaart van Nederland is gebruikt, is gemarkeerd met een arcering. De bijbehorende bodemeenheden staan apart vermeld. Deze worden in het rapport niet beschreven. Daarvoor wordt verwezen naar de toelichting bij de bodemkaart (Rosing & Bijlsma 1980).




Legenda

 Begrenzing grasland en bos

Bovengrond

 IJzerrijk

 Kleilaag binnen 40 cm


Veengronden en Moerige gronden

 Vk Veengronden op zavel of klei

 vWk Broekeerdgrond op gerijpte zavel of klei


Humuspodzolgronden

 Hn33 Veldpodzolgrond in zwak lemig zeer fijn zand

 cHn35 Laarpodzolgrond in sterk lemig, zeer fijn zand

Kalkloze zandgronden

 tbZg35 Bruine beekeerdgrond in sterk lemig, zeer fijn zand

 tbZg37 Bruine beekeerdgronden in zeer sterk lemig, zeer fijn zand

 cbZg35 Bruine beekeerdgrond met een matig dikke bovengrond in sterk lemig, zeer fijn zand

 tZn35 Gooreerdgrond met dunne bovengrond

 cZn33 Gooreerdgronden met matig dikke bovengrond in zwak lemig tot sterk lemig zand

Beekleigronden

 tRn32C Leekeerdgronden in kalkloze zware zavel met een minerale eerdlaag, roest en grijze vlekken binnen 50 cm en zand beginnend binnen 80 cm – mv.

 tRn52C Leekeerdgrond in kalkloze lichte klei met een minerale eerdlaag, roest en grijze vlekken binnen 50 cm en zand beginnend binnen 80 cm – mv.


Associatie enkelvoudige kaarteenheden


 tbZg35/Hn33

Overige onderscheiding


 Water

Bodemkaart van Nederland (buiten LB)


 Hn21 Veldpodzolgrond in leemarm en zwak lemig fijn zand


 Hn23 Veldpodzolgrond in lemig fijn zand

 cHn23 Laarpodzolgrond in lemig fijn zand

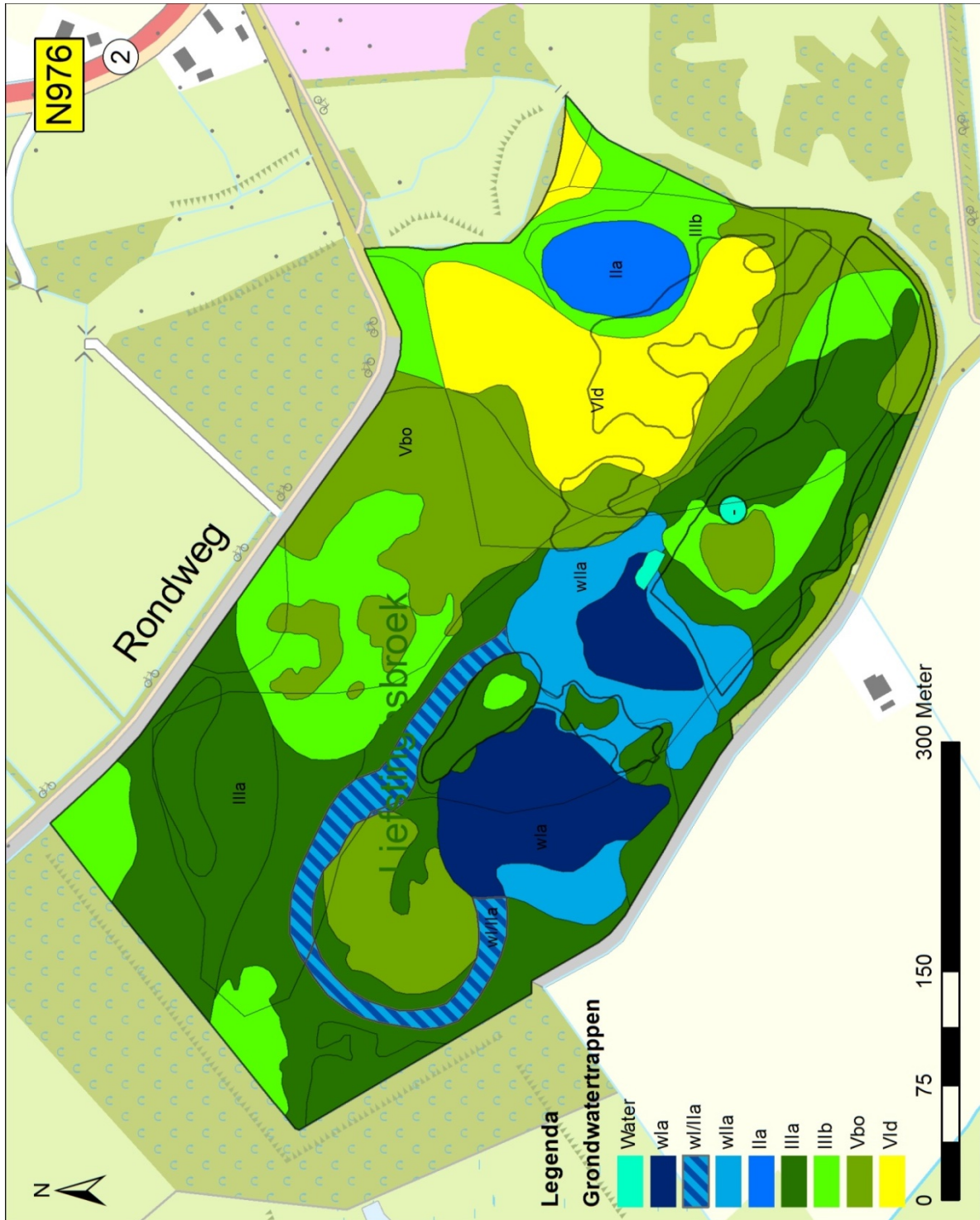
 cHd21 Kamppodzolgrond in leemarm en zwak lemig fijn zand

 pZg23 Beekeerdgrond in lemig fijn zand

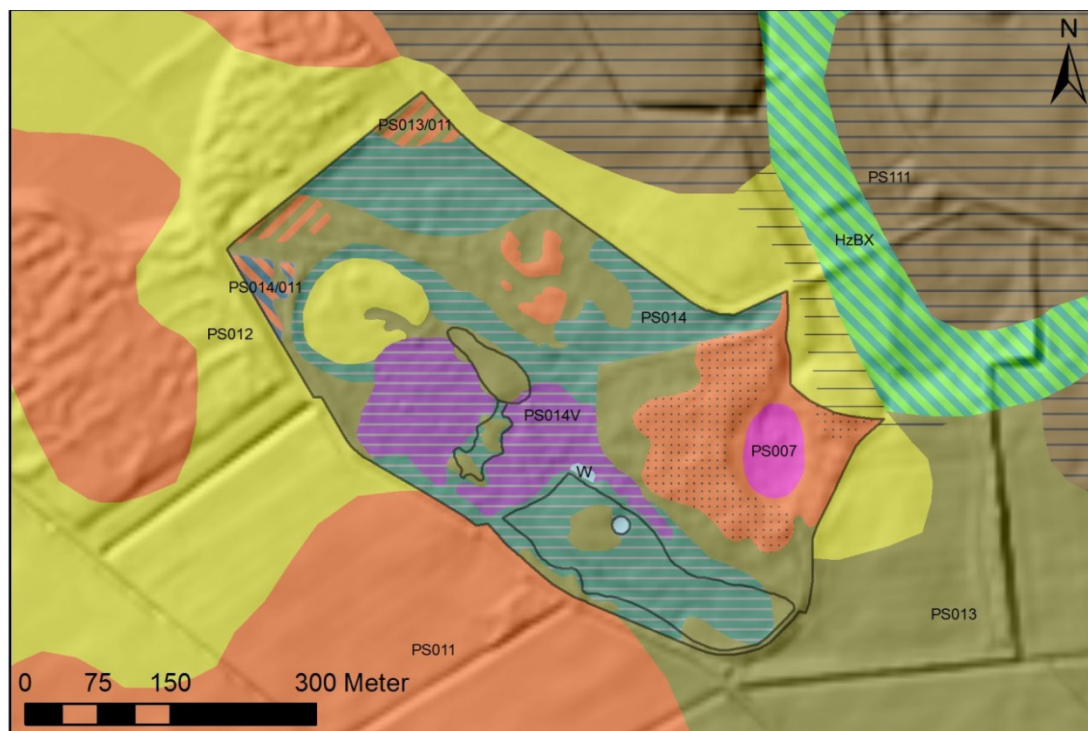
 pZn23 Gooreerdgrond in lemig fijn zand

 ABv Associatie van venige beekdalgronden

Bijlage 4 Grondwatertrappenkaart




Bijlage 5 Fysisch-geografische typen in het Liefstingsbroek




Legenda

Fysisch-geografische typen


HzDL Lemige dekzandgebieden en dekzand op leem

 PS011 Atmotrofe vochtige zandgronden

HzDV Vochtige dekzandlaagten


 PS011 Atmotrofe vochtige zandgronden


 PS012 Minerotrofe zandgronden met lateraal toestromend zacht grondwater

 PS013 Lithotrofe zandgrond gevoed door matige kwel


 PS013/011 Associatie lithotrofe en atmotrofe zandgronden

HzBN Natte en verdroogde beekdalen

 PS012 Minerotrofe zandgronden met lateraal toestromend zacht grondwater

 PS013 Lithotrofe zandgrond gevoed door matige kwel

HzBV Benedenlopen en lemige beekvlakten

 PS014 Beek- of rivierkleien gevoed door lokale zwakke tot matige kwel

 PS014V Moerige grond op beek- of rivierkleien gevoed door lokale zwakke tot matige kwel

 PS014/011 Associatie van atmotrofe zandgronden met beekkleien

HzBG Geïsoleerde beekdalen

 PS007 Atmotroef (hoog)veen

HzBX Beekdalen, nader te bepalen

 HzBX Associatie van beekdalelementen

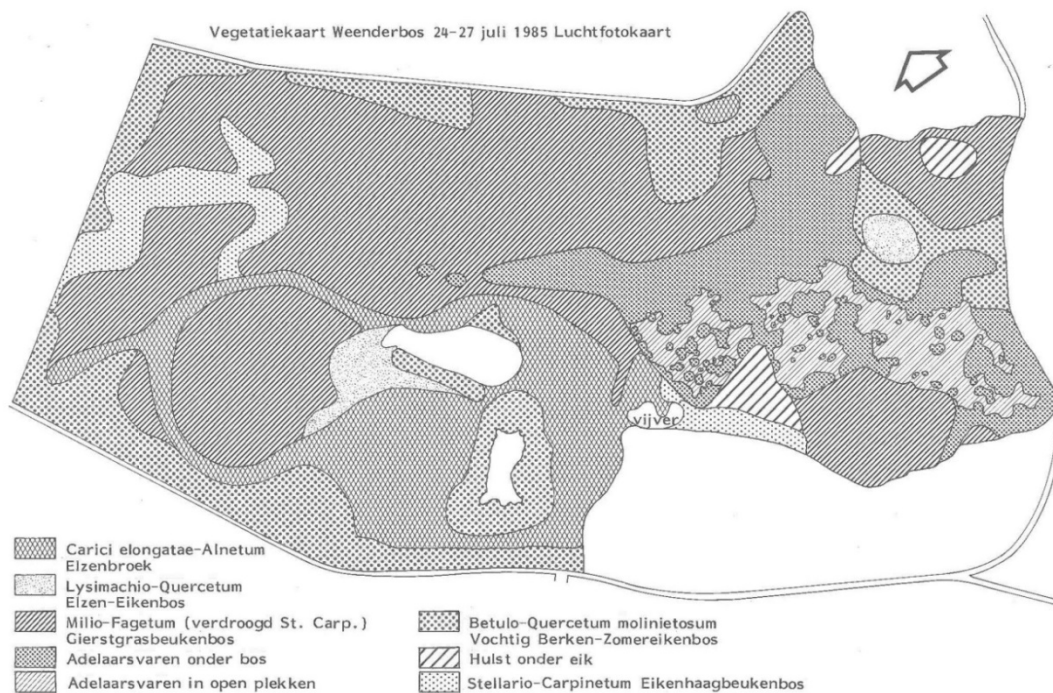
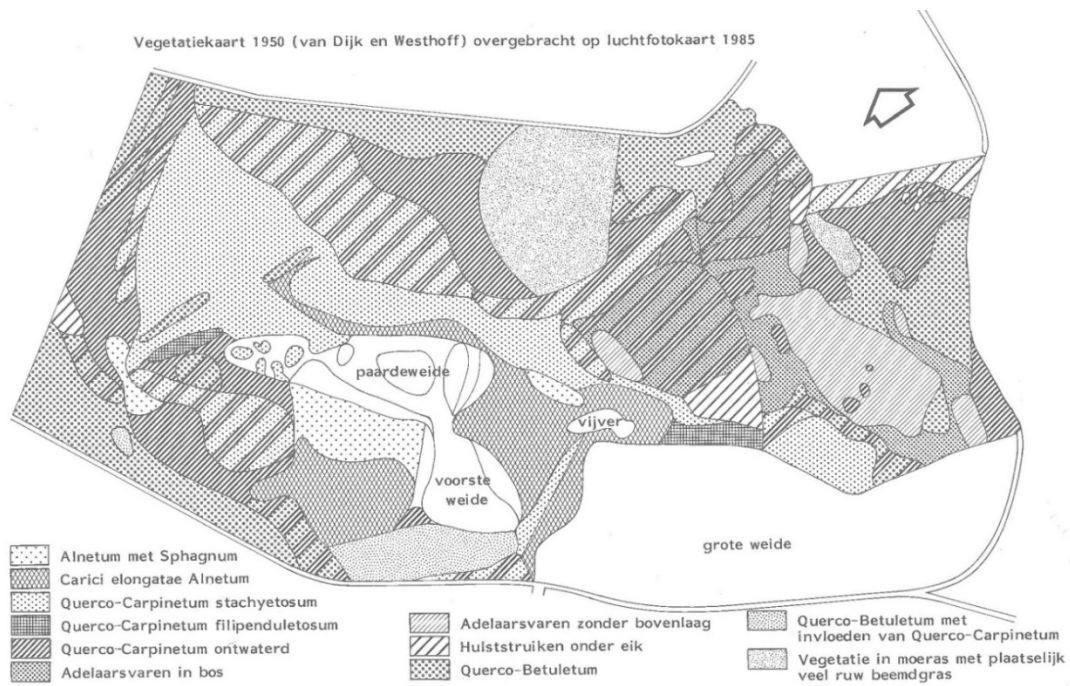
HzOZ Zwarte eerdgronden

 PS111 Hoge zandgronden met een zwart bouwlanddek

Bijlage 6 Analyseresultaten bodemmonsters

Boring nr.	Laag	Ca cmol(+)/kg	CEC cmol(+)/kg	Caverz %	Mg cmol(+)/kg	Nt g/kg	Pt mg/kg	organische stof %	pH-KCl	Totaal gewicht g
Bodem										
1	0-15	0	29	0.0	0	3.4	133	15.7	2.78	
2	0-15	2	34	5.9	1	8.1	288	38.6	2.62	
4	0-15	0	18	0.0	0	1.9	172	8.4	3.24	
5	0-15	1	24	4.2	0	1.7	384	8.1	2.94	
6	0-15	1	14	7.1	0	1.6	136	6.1	3.55	
8	0-15	1	33	3.0	0	2.8	217	15.6	3.05	
9	0-15	1	24	4.2	0	1.6	188	8.5	3.01	
10	0-15	0	23	0.0	0	1.4	174	7.7	3.21	
11	0-15	1	37	2.7	0	2.6	234	15.4	3.04	
13	0-15	0	23	0.0	0	1.5	159	7.3	3.01	
14	0-15	0	29	0.0	0	2.7	387	10.2	3.57	
15	0-15	0	35	0.0	0	2.4	321	14.6	3.33	
16	0-15	1	22	4.5	0	1.8	105	10.6	2.75	
19	0-15	0	31	0.0	0	2.2	224	10.0	2.90	
20	0-15	2	26	7.7	0	3.5	319	10.6	3.69	
22	0-15	25	39	64.1	4	3.4	418	13.9	5.04	
23	0-15	10	26	38.5	2	2.5	269	7.4	3.96	
Moerige laag										
24	0-15					14.0	598	79.1	2.81	
7	0-15					25.2	766	73.9	3.42	
21	O(mf)					11.2	796	26.7	3.54	
Strooisel										
1	F					18.5	643	83.8	2.99	38.3
1	H					12.5	491	55.9	2.83	41.9
2	F					19.5	740	73.1	3.03	37.4
2	H					3.1	520	10.2	3.19	260.0
4	F					15.5	606	76.2	2.89	60.3
5	F					23.7	882	82.1	2.82	34.9
8	F					21.3	781	81.8	2.85	47.7
8	H					12.5	757	45.7	2.89	81.8
9	F					16.3	563	70.7	2.87	75.9
9	H					9.6	339	35.7	2.68	89.2
10	F					20.4	700	76.5	2.65	39.8
10	H					5.7	274	27.7	2.63	120.0
11	H					7.7	306	36.7	2.62	118.0
13	F					18.9	649	87.8	2.77	72.0
13	H					11.0	331	45.9	2.58	105.0
14	F					14.2	667	53.8	2.93	44.5
14	H					5.8	377	23.4	2.97	161.0
15	F					19.5	593	85.8	2.79	40.5
15	H					8.4	519	36.0	2.68	145.0
16	F					23.3	753	88.4	2.57	52.6
16	H					15.2	454	60.3	2.52	38.6
19	F					21.1	639	90.9	2.80	39.1
19	H					10.2	321	50.0	2.54	37.2
20	F					8.2	535	27.8	3.39	65.7
22	F					7.4	432	26.2	3.67	123.0
23	F					7.4	753	23.8	4.01	99.9

Bijlage 7 Vegetatiekaarten 1950 en 1985



Bijlage 8 Vegetatie-opnamen in het bosreservaat in 2001 en 2016

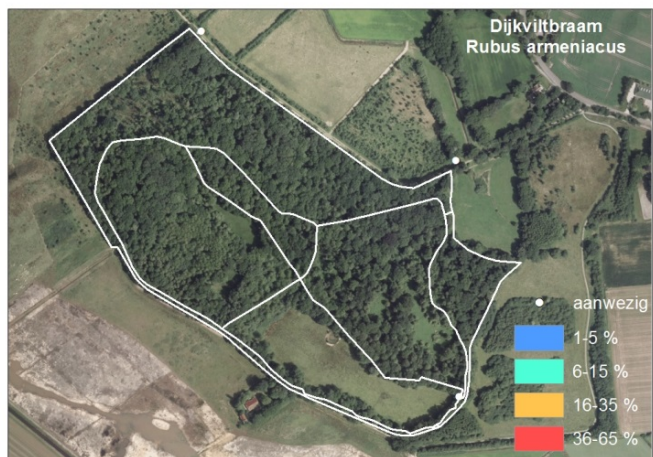
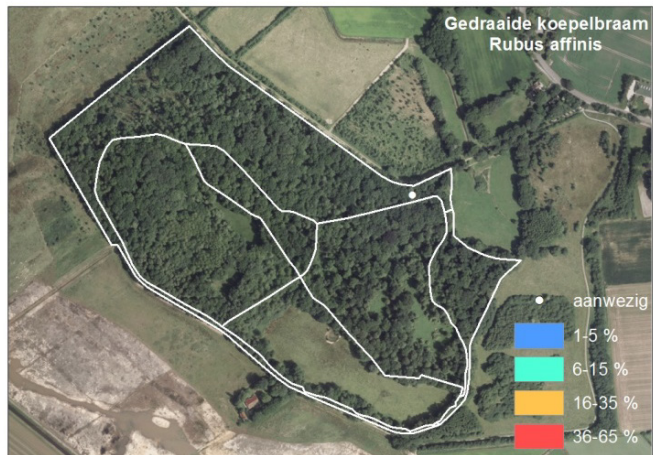
Figuur B8.1 geeft de ligging van PQs in bosreservaat Liefstingsbroek. In de eronder staande tabel zijn de vegetatieopnamen in de reservaat-PQs opgenomen, voor 2001 en 2016, geordend naar fysiotoop (zie Figuur 3.2).

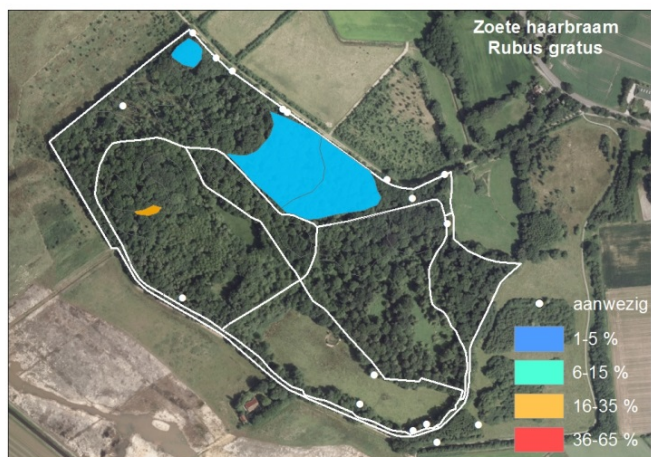
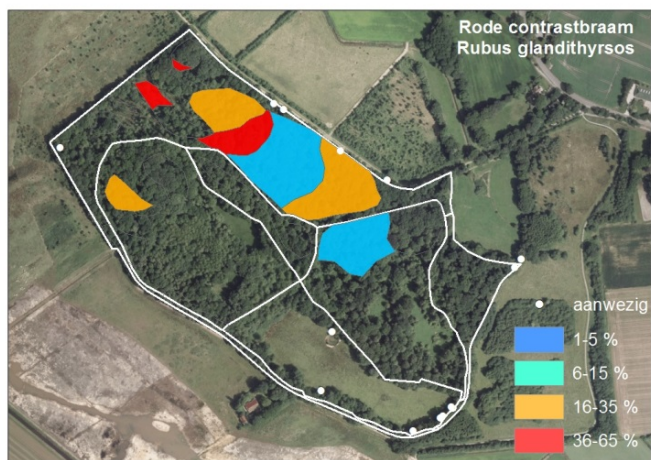


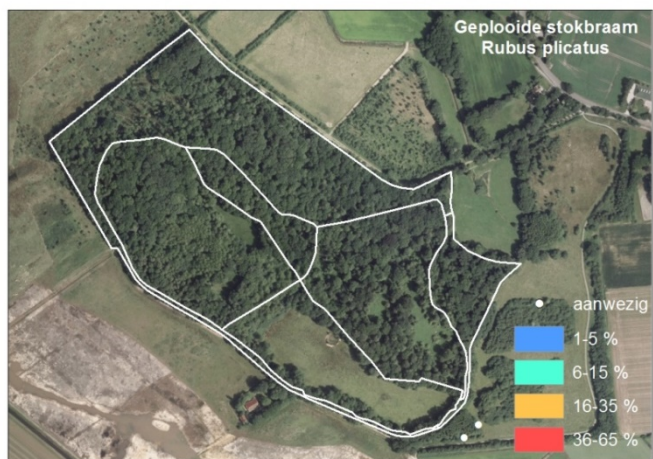
Figuur B8.1 Codering van het ruitennet in bosreservaat het Liefstingsbroek met de ligging van steekproefcirkels voor opname van de bosstructuur en vegetatie (gele vierkantjes). Ondergrond: luchtfoto 2014.

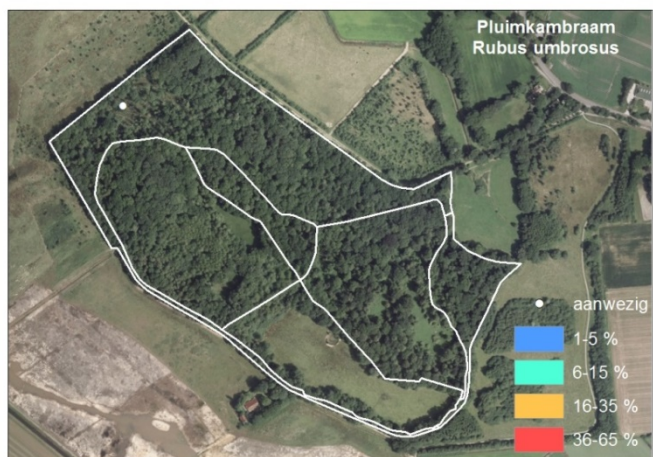
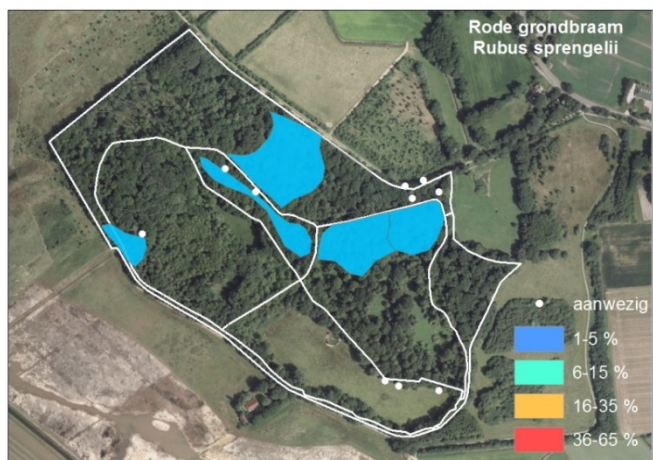
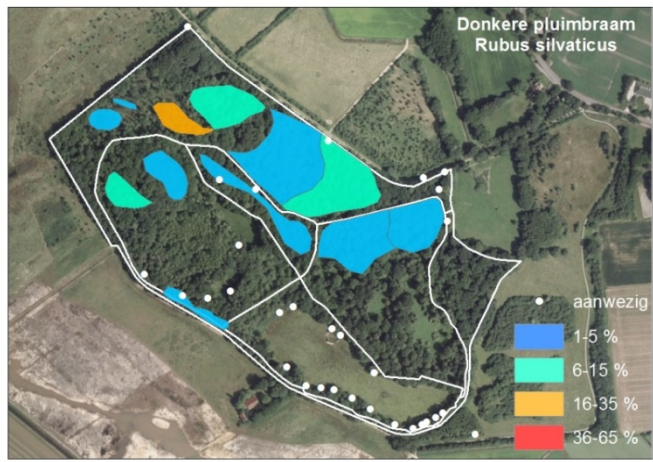
PQ	J3	K3	L2	L5	M3	B6	H4	H5	J5	B8	C8	E7	F6	F8	H7	A7	C9	D4	D5	F3	J3	K3	L2	L5	M3	B6	H4	H5	J5	B8	C8	E7	F6	F8	H7	A7	C9	D4	D5	F3
Fysiotoop	H1	H1	H1	H1	H2	H3	H4	H4	H4	M2	M2	M2	M2	M2	M2	M4	L1	L3	L3	L3	H1	H1	H1	H1	H2	H3	H4	H4	H4	M2	M2	M2	M2	M2	M2	M4	L1	L3	L3	L3
Jaar (2001/2016)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	
KL in schaal Londo	7	5	9	9	2	4	8	9	5	2	7	8	9	5	7	4	7		7	4	7	5	9	8	1	6	8	8	3	4	8	7	9	6	4	3	9			4
Acer platanoides										r																														
Acer pseudoplatanus										r																			p											
Agrostis stolonifera				r																																				
Athyrium filix-femina								3					p								p							1	a					1						
Betula pendula				p	r					r						r														p						r				
Calamagrostis canescens											1	p	p																											
Carex curta				p																																				
Carex elata																		p	6	4																			3	
Carex elongata																																								p
Carex remota																		p																						p
Ceratocarpus claviculata		p	p				p																																	
Deschampsia cespitosa																																								4
Deschampsia flexuosa																	r																							
Dryopteris carthusiana					r					r						r	p																							
Dryopteris dilatata	a	p		p	p	2		a	2	p	a	3	1	2	p	2	1				p	p	1	1		3	p	3	2	2	1	1	4	a	4	1	3	p		
Epilobium tetragonum																																								
Fagus sylvatica					r					r																														
Galium palustre																		p	r																					
Hedera helix																																								
Holcus lanatus			1				r		p							p																								p
Holcus mollis										1																														
Ilex aquifolium		p		p	r				p	p							r																							
Juncus conglomeratus																																								
Juncus effusus																																								
Lemna minor																																								
Luzula pilosa																	r																							

Bijlage 9 Verspreidingskaarten van bramen









Wageningen Environmental Research
Postbus 47
6700 AA Wageningen
T 0317 48 07 00
www.wur.nl/environmental-research

Wageningen Environmental Research
Rapport 2790
ISSN 1566-7197

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 5.000 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.



To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life



Wageningen Environmental Research
Postbus 47
6700 AB Wageningen
T 317 48 07 00
www.wur.nl/environmental-research

Rapport 2790
ISSN 1566-7197

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 5.000 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

