



De landschapsleutel

Een leidraad voor een landschapsanalyse

Alterra-rapport 2140
ISSN 1566-7197

R.H. Kemmers, S.P.J. van Delft, M.C. van Riel, P.W.F.M. Hommel, A.J.M. Jansen, B. Klaver,
R. Loeb, J. Runhaar en H. Smeenge

De landschapsleutel

Dit onderzoek is uitgevoerd binnen het kader van het Beleidsondersteunend Onderzoek in opdracht van het ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie (EL&I), voormalig ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV). Projectcode BO-11-006.03-004 Natuurontwikkeling en –inrichting. Namens het ministerie was de Dienst Landelijk Gebied gedelegeerd opdrachtgever.

De landschapsleutel

Een leidraad voor een landschapsanalyse

R.H. Kemmers¹, S.P.J. van Delft¹, M.C. van Riel¹, P.W.F.M. Hommel¹, A.J.M. Jansen², B. Klaver⁵,
R. Loeb³, J. Runhaar⁴ en H. Smeenge⁵

- ¹ Alterra, Wageningen
- ² Unie van Bosgroepen, Ede
- ³ B-ware, Nijmegen
- ⁴ KWR- Watercycle Research Institute, Nieuwegein
- ⁵ Dienst Landelijk Gebied, Arnhem

Alterra-rapport 2140

Alterra, onderdeel van Wageningen UR
Wageningen, 2011



Unie van **Bosgroepen**



KWR

Watercycle Research Institute



Dienst Landelijk Gebied
Ministerie van Economische Zaken,
Landbouw en Innovatie

Referaat

R.H. Kemmers, S.P.J. van Delft, M.C. van Riel, P.W.F.M. Hommel, A.J.M. Jansen, B. Klaver, R. Loeb, J. Runhaar en H. Smeenge, 2011. *De landschapsleutel, een leidraad voor een landschapsanalyse*. Wageningen, Alterra, Rapport 2140; 80 blz.; 18 fig.; 4 tab.; 62 ref.

De Landschapsleutel beoogt een praktisch instrument te zijn om te beoordelen welke aquatische of terrestrische natuurontwikkelingpotenties waar aanwezig zijn bij de omvorming van voormalige landbouwgrond naar nieuwe natuur. De landschapsleutel maakt deel uit van een Landschapsecologische Systeemanalyse (LESA), ontsluit ruimtelijke patrooninformatie, is vormgegeven in een digitale omgeving en opgebouwd uit een aantal onderdelen: 1) Een kennissysteem waarbij op basis van vragenlijsten primaire standplaatsen of aquatische systeemtypen worden geïdentificeerd en aangegeven wordt welke vegetatietypen of aquatische gemeenschappen daar in potentie tot ontwikkeling kunnen worden gebracht; 2) Referentie databases met vereiste randvoorwaarden voor de ontwikkeling van de potentiële vegetatie- en watertypen; 3) Protocollen voor het vaststellen van de actuele toestand van de betreffende randvoorwaarden; 4) Een evaluatiemethode om de actuele toestand te vergelijken met de vereiste toestand; 5) Richtlijnen voor inrichtingsmaatregelen om de actuele toestand in overeenstemming te brengen met de vereiste toestand. De Landschapsleutel veronderstelt een bepaalde ordening in het landschap volgens zgn. primaire (of onveranderlijke) ecosysteefactoren. In de onveranderlijke eigenschappen ligt de sleutel tot inschatting van de natuurontwikkelingsmogelijkheden bij omvorming van landbouw naar natuur.

Trefwoorden:

omvorming landbouw-natuur, landschapsecologische systeemanalyse, terrestrische ecologie, aquatische ecologie, landhoedanigheden, landbenodigdheden, primaire standplaatsen, watertypen, inrichtingsmaatregelen.

ISSN 1566-7197

Dit rapport is gratis te downloaden van www.alterra.wur.nl (ga naar 'Alterra-rapporten'). Alterra Wageningen UR verstrekt geen gedrukte exemplaren van rapporten. Gedrukte exemplaren zijn verkrijgbaar via een externe leverancier. Kijk hiervoor op www.rapportbestellen.nl.

© 2011 Alterra (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek)
Postbus 47; 6700 AA Wageningen; info.alterra@wur.nl

- 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.

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

Alterra-rapport 2140

Wageningen, februari 2011

Inhoud

| | |
|--|----|
| Woord vooraf | 7 |
| Samenvatting | 9 |
| 1 Inleiding | 11 |
| 2 Landschapsleutel | 13 |
| 2.1 Landschapsecologische systeemanalyse | 13 |
| 2.2 Ecosysteemclassificatie | 14 |
| 2.3 Classificatie aquatische ecosystemen | 17 |
| 3 Kennissysteem | 21 |
| 3.1 Methodiek Landschapsleutel terrestrisch | 21 |
| 3.2 Methodiek Landschapsleutel aquatisch | 24 |
| 3.3 Integratie terrestrisch en aquatisch | 27 |
| 4 Identificatie primaire standplaatsen | 29 |
| 4.1 Vragenlijsten | 29 |
| 4.2 Beslisschema's | 29 |
| 4.3 Schematische overzichten | 30 |
| 4.4 Hulpinformatie | 30 |
| 4.5 Potentiële vegetatietypen | 30 |
| 4.6 Landbenodigdheden (abiotische randvoorwaarden) | 31 |
| 4.7 Landhoedanigheden | 35 |
| 5 Identificatie watertypen | 37 |
| 5.1 Vragenlijsten | 37 |
| 5.2 Toewijzing watertypen | 37 |
| 5.3 Achtergrondinformatie | 37 |
| 5.4 Actuele toestand | 38 |
| 6 Literatuur | 39 |
| Bijlage 1 Toelichting Ecoregio's | 45 |
| Bijlage 2 Format Inrichtingsadvies | 73 |
| Bijlage 3 Toelichting Waterbeheersmaatregelen | 75 |

Woord vooraf

De Landschapsleutel is een project waaraan veel mensen vanuit verschillende organisaties hebben bijgedragen. Voordat dit project begon werden door Harm Smeenge en Bas Klaver diverse mensen uit het werkveld benaderd om in gezamenlijkheid tot een gestandaardiseerde aanpak voor natuurontwikkeling te komen (Smeenge et al., 2008). Dat is uiteindelijk de opmaat geweest voor deze Landschapsleutel

Naast de auteurs van dit rapport zijn ook de leden van de begeleidingscommissie actief bij dit project betrokken geweest: Fons Smolders (B-ware), Piet Verdonschot (Alterra), Jan Holtland (Staatsbosbeheer), Emiel Brouwer (B-ware), Wieger Wamelink (Alterra), Nicko Straathof (Natuurmonumenten), Henk Beije (EC-LNV), René Bekker (Gegevensautoriteit Natuur), Wouter van Heusden (Dienst Landelijk Gebied), Peter van der Molen (Dienst Landelijk Gebied), Mark Jalink (KWR-Watercycle Research Institute), Gonda Laporte (Dienst Landelijk Gebied) en Joop van Bodegraven (DN-LNV). Graag willen wij hen hartelijk danken voor hun bijdragen.

Samenvatting

De Dienst Landelijk Gebied (DLG) heeft geconstateerd dat vele hectaren landbouwgrond worden ingericht voor natuurontwikkeling op basis van inrichtingsplannen die onvoldoende met kennis zijn onderbouwd. Overleg met het werkveld heeft geleid tot een plan om tot een gestandaardiseerde aanpak voor natuurontwikkeling te komen. Dit heeft uiteindelijk geleid tot deze Landschapsleutel. De Landschapsleutel beoogt een praktisch instrument te zijn om te beoordelen welke aquatische of terrestrische natuurontwikkelingpotenties waar aanwezig zijn bij de omvorming van voormalige landbouwgrond naar nieuwe natuur. Het gebruik van de Landschapsleutel is een minimum vereiste voor een goede kwaliteitsborging voor de inrichting van nieuwe natuur (Good Nature Rehabilitation Practice).

De Landschapsleutel maakt deel uit van een Landschapsecologische Systeemanalyse (LESA), is vormgegeven in een digitale omgeving en opgebouwd uit een aantal onderdelen:

- Een kennissysteem waarbij op basis van vragenlijsten primaire standplaatsen of aquatische systeemtypen kunnen worden geïdentificeerd en waarbij wordt aangegeven welke vegetatietypen of aquatische gemeenschappen daar in potentie tot ontwikkeling kunnen worden gebracht;
- Referentie databases met vereiste randvoorwaarden voor de ontwikkeling van de potentiële vegetatie- en watertypen;
- Protocollen voor het vaststellen van de actuele toestand van de betreffende randvoorwaarden;
- Een evaluatiemethode om de actuele toestand te vergelijken met de vereiste toestand;
- Richtlijnen voor inrichtingsmaatregelen om de actuele toestand in overeenstemming te brengen met de vereiste toestand.

Een landschapsecologische systeemanalyse brengt het krachtenveld in kaart van alle relevante ecosysteemvormende factoren voor vegetatieontwikkeling. In de Landschapsleutel wordt verondersteld dat in het landschap een bepaalde ordening aanwezig is volgens zgn. primaire (of onveranderlijke) ecosysteemfactoren: vormingswijze (geomorfologie), substraateigenschappen, hoogteligging en hydrologie. In de Landschapsleutel worden op het hoogste niveau Fysisch Geografische regio's onderscheiden: de Hogere zandgronden, het Laagveengebied, het Rivierengebied, het Zeekleigebied, het Kust- en Duinlandschap en Heuvelland. Binnen een regio worden ecosecties onderscheiden. Ecosecties bestaan weer uit verschillende ecoseries. Binnen de ecoseries worden ten slotte op het laagste niveau van de classificatie primaire standplaatsen onderscheiden. Uiteindelijk zijn 78 (111 incl. varianten) primaire standplaatsen onderscheiden. De primaire standplaats is daarmee de ruimtelijke basiseenheid die in de Landschapsleutel wordt onderscheiden. Het is het onveranderlijke c.q. onafhankelijke deel van de standplaats. In deze onveranderlijke eigenschappen ligt de sleutel tot inschatting van de natuurontwikkelingsmogelijkheden bij omvorming van landbouw naar natuur.

Omdat bodemvorming en vegetatieontwikkeling beide afhankelijk zijn van dezelfde onveranderlijke factoren, verstrekken bodemkundige patronen belangrijke ruimtelijke informatie over potenties voor natuurontwikkeling. Dergelijke ruimtelijke patronen zijn te herleiden met behulp van geografische informatie zoals weergegeven op de geomorfologische kaart, de bodemkaart, de hoogtekaart of andere informatiebronnen. Met de Landschapsleutel wordt deze ruimtelijke patrooninformatie ontsloten als basis voor de Landschapsecologische systeemanalyse.

De Landschapsleutel Aquatisch volgt een eigen systematiek om wateren te identificeren, gebaseerd op hydrobiologische districten en de indeling van watertypen volgens de Aquatisch Supplementen. Naar analogie

van de Fysisch Geografische Regio's worden op grond van geomorfologie zeven landschappelijke eenheden met daarbinnen in totaal 36 hydrobiologische districten onderscheiden. Voor elk hydrobiologisch district wordt aangegeven welke watertypen er van nature voor kunnen komen. Met behulp van een identificatiesleutel wordt de classificatie doorlopen via steeds kleinere groepen verwante wateren, totdat de gebruiker uiteindelijk één watertype overhoudt.

Het kennissysteem van de Landschapsleutel is geënt op de landevaluatie methodiek, waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen de actuele fysieke toestand (landhoedanigheden) en de vereiste abiotische toestand (landbenodigdheden) voor potentiële vegetatietypen. De landbenodigdheden voor de te ontwikkelen vegetaties zijn in het kennissysteem ondergebracht als referentiekaders/opzoektabelen (substraateigenschappen, hydrologische positie, zoutgehalte, referentie-grondwaterstanden, zuur-, vocht- en voedingstoestand).

De landhoedanigheden worden tijdens een desk-study met de Landschapsleutel geïdentificeerd op basis van voorgeprogrammeerde vragenlijsten in een digitale omgeving. Via beantwoording van de vragen wordt de gebruiker ondersteund in de ontsluiting van kennis over de eigenschappen van het ecosysteem. De Landschapsleutel heeft daardoor het karakter van een beslissingsondersteunend systeem. De antwoorden op de vragen naar landhoedanigheden leiden tot de identificatie van primaire standplaatsen en de ruimtelijke patronen daarvan. Aan elke primaire standplaats is een successiereeks van vegetaties toegewezen gebaseerd op structureigenschappen: pionierfase, graslandfase, struweelfase, bos.

De identificatie van een primaire standplaats vormt in wezen een hypothese voor de te verwachten (potentiële) vegetatie-ontwikkeling. Deze hypothese zal in het veld moeten worden getoetst via metingen, waarneming van soorten of raadpleging van andere hulpinformatie. Om de actuele situatie in het veld te kunnen vaststellen moet bekend zijn welke variabelen dan het beste kunnen worden gemeten en hoe deze moeten worden gemeten. De verantwoording daarvan en de meetprotocollen om die variabelen te kunnen meten zijn in een afzonderlijk pdf-document 'Protocollen' ondergebracht dat vanuit de digitale sleutel kan worden opgeroepen.

Omdat door landbouwkundig gebruik de landhoedanigheden kunnen zijn beïnvloed, moet eveneens beoordeeld worden of de actuele toestand voldoet aan de vereisten van de te ontwikkelen vegetatie. Daartoe is een evaluatiemethode opgenomen in de Landschapsleutel, waarmee beoordeeld kan worden of landhoedanigheden overeenkomen met landbenodigdheden of dat knelpunten aanwezig zijn. Knelpunten kunnen worden opgeheven via aanvullende inrichtings- en beheersmaatregelen. Deze maatregelen worden slechts globaal geduïd in de Landschapsleutel.

De Landschapsleutel Aquatisch geeft informatie over welke watertypen in een bepaald gebied thuishoren. Daarbij worden 36 hydrobiologische districten onderscheiden. De gebruiker doorloopt, redenerend vanuit een bepaald landschap een aantal stappen waarin de mogelijke watertypen voor dat landschap naar voren komen. Vervolgens wordt uitgelegd hoe deze watertypen ontstaan, wat de landschapsecologische context van het watertype is, hoe het type samenhangt met aanverwante watertypen, wat de kenmerken, karakteristieke soorten, bedreigingen en algemene trends zijn voor het gekozen watertype. Ook wordt aangegeven welke maatregelen genomen kunnen worden om de ecologische kwaliteit zo hoog mogelijk te houden. Voor enkele watertypen die zijn aan te leggen, wordt uitgelegd waarop daarbij gelet moet worden.

In de Landschapsleutel zijn het terrestrische en aquatische spoor zodanig geïntegreerd dat beiden hun eigen systematiek hebben behouden. Bij de start van de digitale sleutel kan via knoppen direct een keuze worden gemaakt of een terrestrische dan wel een aquatische systeemanalyse gewenst is. Als gekozen wordt voor een terrestrische analyse kan het zijn dat aangelopen wordt tegen de optie 'open water'. In dat geval kan alsnog worden doorgeschakeld naar een aquatische systeemanalyse.

1 Inleiding

Financieringsstructuur frustreert natuurontwikkeling

Tot 2018 worden vele tienduizenden hectaren landbouwgrond binnen de Ecologische Hoofd Structuur (EHS) omgevormd tot natuur. Voor een goede ontwikkeling van de bedoelde natuur zijn heldere procedures en voorschriften nodig die zijn afgestemd op de gewenste natuur en handvatten voor het beheer en de inrichting. De Dienst Landelijk Gebied (DLG) constateert echter dat vele hectaren landbouwgrond worden ingericht op basis van inrichtingsplannen die onvoldoende met kennis zijn onderbouwd. Een belangrijke oorzaak voor deze onvoldoende onderbouwde natuurontwikkelingsplannen is gelegen in de financieringsstructuur van natuurontwikkeling. Het vooronderzoek en ontwerp mag maximaal 10% van de uitvoeringssom (max. 7000 euro per hectare) bedragen, en wordt niet voorgefinancierd. Zo kon het voorkomen dat vooronderzoek, waaruit bleek dat afgraven achterwege kon blijven en daarmee de uitvoeringskosten tot nihil werden teruggebracht, niet vergoed werd. De aard van deze regeling heeft plannen voortgebracht waarin bij voorbaat al uitvoeringsmaatregelen waren opgenomen met een minimale onderbouwing, met alle gevolgen van dien. Dat resulteert in verkeerde beslissingen, waardoor de gewenste natuurkwaliteit niet wordt behaald en waardoor soms zelfs onherstelbare schade optreedt.

Betere onderbouwing gewenst

Daarom is DLG in 2006 begonnen met het opstellen van een Handleiding Landschapsecologische Systeemanalyse (Smeenge en Klaver, 2010; Klaver en Smeenge, 2010), waarbij werd geconstateerd dat er weinig bronnen zijn waaraan veldresultaten kunnen worden geïkt om tot een goede diagnose te komen. Er zijn diverse mensen uit het werkveld benaderd om in gezamenlijkheid tot een gestandaardiseerde aanpak voor natuurontwikkeling te komen (Smeenge et al., 2008). Dat heeft geleid tot deze Landschapsleutel Natuurontwikkeling. De Landschapsleutel beoogt een praktisch instrument te zijn om te beoordelen welke aquatische of terrestrische natuurontwikkelingspotenties waar aanwezig zijn bij de omvorming van voormalige landbouwgrond naar nieuwe natuur. Het heeft een wetenschappelijk fundering en is tot stand gekomen door brede samenwerking van diverse kennisorganisaties. Het consortium en DT-nat zandlandschap zijn van mening dat de stappen uit deze werkwijze minimaal noodzakelijk zijn om een kwaliteitsborging voor de inrichting van nieuwe natuur te kunnen geven (Good Nature Rehabilitation Practice).

2 Landschapsleutel

De Landschapsleutel is een hulpmiddel om te analyseren hoe het landschapsecologisch systeem waarvan het ontwikkelingsgebied deel uitmaakt functioneert met als doel te bepalen waar, welke terrestrische of aquatische natuurontwikkelingsmogelijkheden aanwezig zijn. De Landschapsleutel maakt daarom deel uit van een landschapsecologische systeemanalyse en bestaat uit een aantal onderdelen:

- Een kennisstelsel waarbij op basis van vragenlijsten primaire standplaatsen of aquatische systeemtypen kunnen worden geïdentificeerd (zie paragraaf 2.2) en aangegeven wordt welke vegetatietypen of aquatische gemeenschappen daar in potentie tot ontwikkeling kunnen worden gebracht;
- Referentie databases met vereiste randvoorwaarden voor de ontwikkeling van de potentiële vegetatie- en watertypen;
- Protocollen voor het vaststellen van de actuele toestand van de betreffende randvoorwaarden;
- Een evaluatiemethode om de actuele toestand ten opzichte van de vereiste toestand te beoordelen;
- Richtlijnen voor inrichtingsmaatregelen om de actuele toestand in overeenstemming te brengen met de vereiste toestand.

De is een digitaal instrument waarmee een aantal van de door Van der Molen (2010) beschreven procedures die onderdeel uitmaken van een Landschapsecologische Systeemanalyse (LESA) kunnen worden uitgevoerd. Met de Landschapsleutel kunnen de contouren voor een gebiedsplan worden opgesteld: welke vegetatietypen zijn waar tot ontwikkeling te brengen en welke knelpunten zijn daarbij aanwezig. Weliswaar worden in algemene zin door de Landschapsleutel richtlijnen gegeven hoe deze knelpunten kunnen worden opgelost (e.g. vernatten, versralen, stimuleren kwel), maar de Landschapsleutel is nadrukkelijk geen instrument waarmee een inrichtingsplan kan worden opgesteld, dat aangeeft welke maatregelen waar moeten worden genomen om abiotische processen te sturen in de richting van gewenste randvoorwaarden voor natuurontwikkeling (bv. waterhuishoudkundige aanpassingen).

In de volgende paragrafen wordt nader ingegaan op de landschapsecologische systeemanalyse. In de volgende hoofdstukken worden de onderdelen van de Landschapsleutel nader toegelicht.

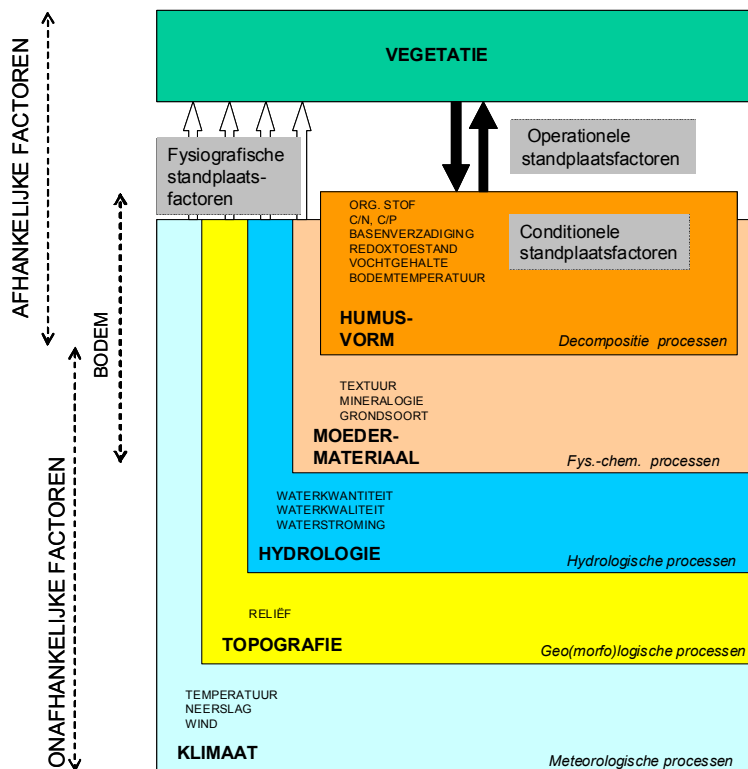
2.1 Landschapsecologische systeemanalyse

Drijvende krachten

Een landschapsecologische systeemanalyse (LESA, Van der Molen, 2010) brengt het krachtenveld in kaart van alle relevante ecosysteemvormende factoren voor vegetatieontwikkeling. Als het ecosysteem als een apparaat zou worden beschouwd, dan is een vegetatietype het product of de dienst dat het apparaat geacht wordt te leveren (vgl. ecosysteemdienst). Een systeemanalyse verschaft inzicht in de structuur en werking van het apparaat en het krachtenveld dat nodig is om het apparaat te laten werken en het vegetatietype te produceren.

Een Landschapsecologische systeemanalyse is doorgaans gebaseerd op de ecosysteemtheorie van Jenny (1980). Daarbij wordt de ecosysteemontwikkeling beschouwd afhankelijk te zijn van de zgn. onafhankelijke of primaire ecosysteemfactoren klimaat, moedermateriaal, reliëf en hydrologie, biologisch potentieel en leeftijd. Moedermateriaal, reliëf en hydrologie zijn op de schaal van het Nederlandse landschap het belangrijkste. Primaire standplaatsen worden gekenmerkt door verschillende combinaties van deze primaire factoren.

Bodemvorming en vegetatieontwikkeling zijn afhankelijk van de primaire factoren. Bodem- en vegetatie-eigenschappen worden daarom secundaire factoren genoemd. Onder bodemvorming verstaan we de ontwikkeling van (veranderlijke) bodemeigenschappen onder invloed van de primaire factoren en de vegetatie. Zo kan via afgestorven plantendelen de organische stofvoorraad in de bodem toenemen. De bij afbraak van organische stof vrijkomende mineralen kunnen uitspoelen, waardoor de bodem zuurder wordt. Het beheer van de vegetatie (graslandbeheer, bosbeheer) speelt daarbij een belangrijke rol. De vegetatieontwikkeling is dus afhankelijk van ecosysteemfactoren die via een hiërarchisch stelsel van processen op elkaar in werken (figuur 1). Door landbouwkundig gebruik kan de evenwichtsrelatie tussen primaire en secundaire factoren worden verstoord.



Figuur 1

Overzicht van het hiërarchisch stelsel van ecosysteemfactoren in relatie tot de vegetatie-ontwikkeling. Zowel primaire factoren als secundaire factoren beïnvloeden de ontwikkeling van de vegetatie. De primaire factoren worden niet door de zich ontwikkelende vegetatie beïnvloed en zijn daarom onafhankelijk. Secundaire factoren zijn wel afhankelijk van de vegetatieontwikkeling en veranderen daardoor tijdens de vegetatie-ontwikkeling.

2.2 Ecosysteemclassificatie

In de Landschapsleutel wordt verondersteld dat in het landschap een bepaalde ordening aanwezig is volgens primaire en secundaire ecosysteemfactoren. In de Landschapsleutel worden op het hoogste niveau Fysisch Geografische Regio's (FGR's) onderscheiden. Binnen een regio worden ecosecties (een enkel keer ook districten) onderscheiden. Ecosecties bestaan weer uit verschillende ecoseries. Binnen de ecoseries worden ten slotte op het laagste niveau van de classificatie primaire standplaatsen onderscheiden. De primaire standplaats is daarmee de ruimtelijke basiseenheid die in de Landschapsleutel wordt onderscheiden. Het is het onveranderlijke c.q. onafhankelijke deel van de standplaats. In deze onveranderlijke eigenschappen ligt de sleutel tot inschatting van de natuurontwikkelingsmogelijkheden bij omvorming van landbouw naar natuur.

Tijdens de bodem- en ecosysteemontwikkeling ontwikkelt zich afhankelijk van het beheer een interactie tussen vegetatie en bodem. Bodem is daardoor een afhankelijke factor. Tijdens de successie kunnen bodemeigenschappen veranderen: de pH kan dalen, het organische stofgehalte kan toenemen, bufferende eigenschappen kunnen daardoor veranderen, nutriëntenbeschikbaarheid verandert etc. De beheers- en ontwikkelingsgeschiedenis, die ligt opgeslagen in de secundaire eigenschappen, kan als het ware worden uitgewist (soft memory). Primaire eigenschappen zijn niet uit te wissen en behoren tot de firm memory.

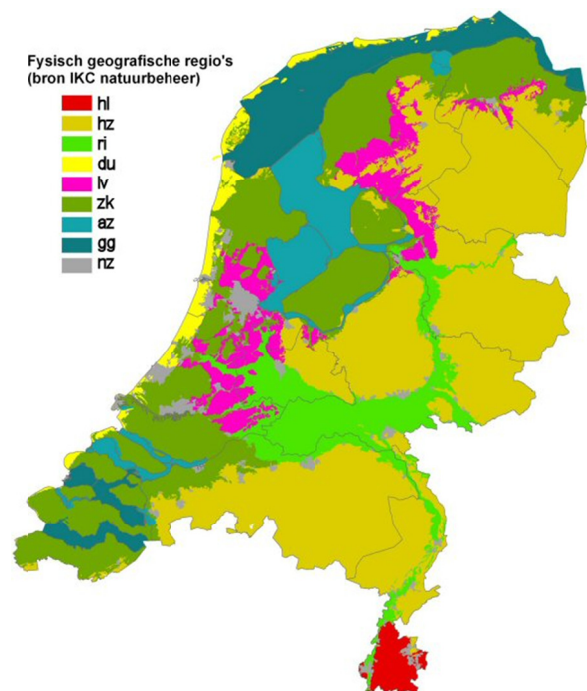
Omdat bodemvorming en vegetatieontwikkeling beide afhankelijk zijn van dezelfde primaire factoren, verstrekken bodemkundige patronen belangrijke ruimtelijke informatie over potenties voor natuurontwikkeling. Dergelijke ruimtelijke patronen zijn te herleiden met behulp van geografische informatie zoals weergegeven op de geomorfologische kaart, de bodemkaart of de hoogtekaart. Met de Landschapsleutel wordt als basis voor de Landschapsecologische systeemanalyse deze ruimtelijke patrooninformatie ontsloten.

Voor Nederland zijn enkele landschapsecologische classificatiesystemen beschikbaar die ontwikkeld zijn voor verschillende toepassingsmogelijkheden. De hydro-ecologische systeemtypologie (Jalink et al., 2003) onderscheidt ecosystemen op basis van hun hydrologisch functioneren. De ecologische bodemtypologie (Kemmers et al., 2002) heeft een sterker accent gelegd op invloed van het moedermateriaal en de bodemvorming. Door Klijn (1997) zijn beide factoren gecombineerd tot een geïntegreerd systeem waarbij op steeds gedetailleerdere niveaus ecologische eenheden kunnen worden onderscheiden: ecoregio's, ecosecties en ecoseries. Eenzelfde systematiek wordt aangehouden bij de abiotische onderbouwing van de plantengemeenschappen in SYNBIOSYS. Wij hebben geprobeerd zoveel als mogelijk aan te sluiten bij de systematiek die in SYNBIOSYS is gevolgd. In een aantal gevallen zijn we daarvan afgeweken.

2.2.1 Ecoregio's

Binnen Nederland vertegenwoordigen ecoregio's het hoogste niveau waarop ruimtelijke eenheden onderscheiden kunnen worden. Omdat het begrip Fysische Geografische Regio (FGR) vrijwel synoniem is met ecoregio en bovendien een vaak toegepast begrip is, geven wij de voorkeur aan het gebruik van de term FGR.

Substraat zoals bepaald door geo(morfo)logische processen en de positie in de hydrologische kringloop (beïnvloed door resp. regenwater, grondwater, rivierwater of zeewater) zijn op dit niveau differentiërend. Een FGR is een gebied dat homogeen is in substraat- en positioneel hydrologische eigenschappen. Voor wat betreft substraat zijn FGR's alleen homogeen waar het de laag aan de oppervlakte betreft. In de ondergrond is de opbouw vaak verre van homogeen. Een FGR is een gebied dat overeenkomt in door geo(morfo)logische processen bepaald substraat (zand, klei, kalk, veen etc.) en in aan de hoogteligging gerelateerde hydrologische positie. In termen van primaire factoren volgens Jenny (1980) zijn het de factoren moedermateriaal en reliëf/topografie.



Figuur 2
Overzicht van het voorkomen van de verschillende Fysische Geografische Regio's in Nederland.

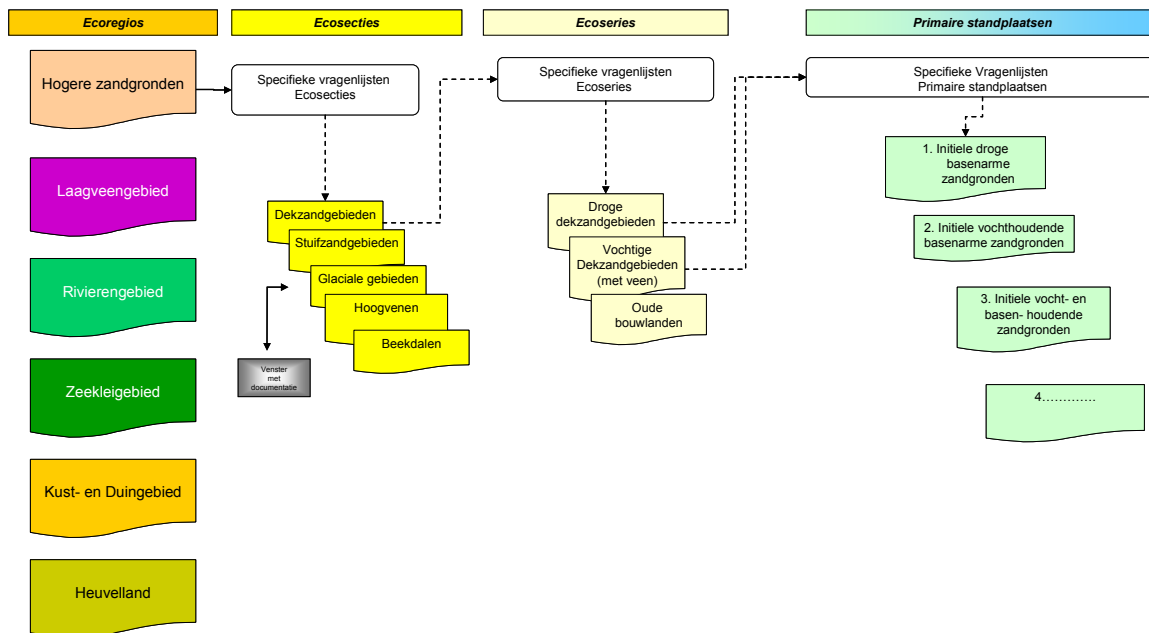
De door ons onderscheiden FGR's sluiten aan bij die in het Handboek Natuurdoeltypen (Bal, et al., 2001) worden onderscheiden: de Hoge zandgronden (hz), het Laagveengebied (lv), het Rivierengebied (ri), het Zeekleigebied (zk), het Kust- en Duinlandschap (du) en Heuvelland (hl); zie figuur 2).

2.2.2 Ecosecties

Een ecosectie is een ruimtelijke eenheid binnen een FGR die overeenkomt in substraateigenschappen die samenhangen met geomorfologische ontstaanswijze in combinatie met de geologische grondwaterspiegel. Bij benadering komt dit overeen met de GLG of te wel het niveau waarnaar de grondwaterspiegel in de zomerperiode door vrije drainage terugzakt in relatie tot een topografisch hoge, intermediaire of lage ligging. Voorbeelden binnen de hogere zandgronden zijn stuwwallen, dekzandgebieden, stuifzandgebieden (zie figuur 3). De geomorfologische kaart al dan niet in combinatie met de hoogtekaart (AHN) is een belangrijke informatiebron.

2.2.3 Ecoseries

Geomorfologische processen zijn niet meer onderscheidend op het niveau van ecoseries. Het belangrijkste differentiërende proces is de bodemvorming onder invloed van hydrologische processen (infiltratie, stagnatie, kwel). Een ecoserie is een ruimtelijke eenheid binnen een ecosectie die overeenkomt in substraateigenschappen en eigenschappen die via bodemvormende processen worden bepaald. Voorbeelden binnen het dekzandgebied zijn leemarme droge dekzandgebieden, oude bouwlanden, vochtige dekzandlaagten. In SYNBIOSYS wordt voor ecoserie het synoniem 'fysiotoop' gebruikt. Belangrijke informatiebronnen zijn ecohydrologische kaarten en informatie via het DINO-loket



Figuur 3

Principe van beslisschema waarbij via ja/nee antwoorden op vragen in specifieke lijsten uiteindelijk primaire standplaatsen worden geïdentificeerd.

2.2.4 Primaire standplaatsen

De primaire standplaats is het laagste niveau waarop de primaire factoren nog van kracht zijn. Op het niveau van de primaire standplaatsen zijn geologie, geomorfologie en grondsoort niet langer differentiërend, maar zijn hydrologische (infiltratie, kwel, stagnatie) en bodemvormende processen onderscheidend. Deze processen komen tot uiting in grondwaterstandregime (Gt), hydrochemische eigenschappen (Ionen Ratio, Elektrisch Geleidingsvermogen) en bodemeigenschappen. Veel bodemtypen zijn gerelateerd aan lokale hydrologische processen.

Bodemtype, Gt, IR, EC zijn dus belangrijke onderscheidende factoren voor de primaire standplaats. Omdat bodem- en Gt-kaarten op verschillende schaalniveaus voorhanden zijn, vormen deze kaarten een belangrijk hulpmiddel om primaire standplaatsen te onderscheiden en ecologische potenties naar ruimtelijke patronen te vertalen. Een probleem hierbij is dat de beschikbare kaartinformatie verouderd kan zijn waardoor de vermeende eigenschappen een fossiel karakter hebben. Een bekend voorbeeld is verouderde informatie over de grondwatertrap. Ook kan de hydrologische positie van een bodemtype dat voor zijn genese van deze positie afhankelijk was, gewijzigd zijn door waterhuishoudkundige veranderingen in een gebied (drainage, waterwinning, inundatie etc.). Op deze wijze zijn bijvoorbeeld veel beekerdgronden zich gaan ontwikkelen in de richting van veldpodzolgronden. In de Landschapsleutel wordt steeds uitgegaan van de oorspronkelijke bodemtypen.

De primaire standplaatsen hebben we een triviale naam gegeven. We hebben 78 primaire standplaatsen onderscheiden. Van een aantal standplaatsen zijn varianten onderscheiden op basis van bijv. kalk- of ijzerrijkdom, waardoor het totaal aantal onderscheiden standplaatsen is uitgekomen op 111.

2.3 Classificatie aquatische ecosystemen

De Landschapsleutel Aquatisch volgt een eigen systematiek om wateren te identificeren, gebaseerd op hydrobiologische districten (Mol, 1985) en de indeling van watertypen volgens de Aquatisch Supplementen (Aarts, 2000; Higler, 2000, Jaarsma en Verdonschot 2000a, 2000b, 2000c; Nijboer, 2000; Nijboer et al. 2000; Van Beers en Verdonschot, 2000; Van der Molen,, 2000; Verdonschot, 2000a, 2000b; Verdonschot en Janssen, 2000). Naar analogie van de Fysisch Geografische Regio's worden op grond van geomorfologie zeven landschappelijke eenheden met daarin in totaal 36 hydrobiologische districten onderscheiden. Voor elk hydrobiologisch district wordt aangegeven welke watertypen er van nature voor kunnen komen. Aan elkaar verwante watertypen zijn gegroepeerd volgens de classificatie die de Aquatisch Supplementen aanhouden. Met behulp van een identificatiesleutel wordt de classificatie doorlopen via steeds kleinere groepen verwante wateren, totdat de gebruiker uiteindelijk één watertype overhoudt.

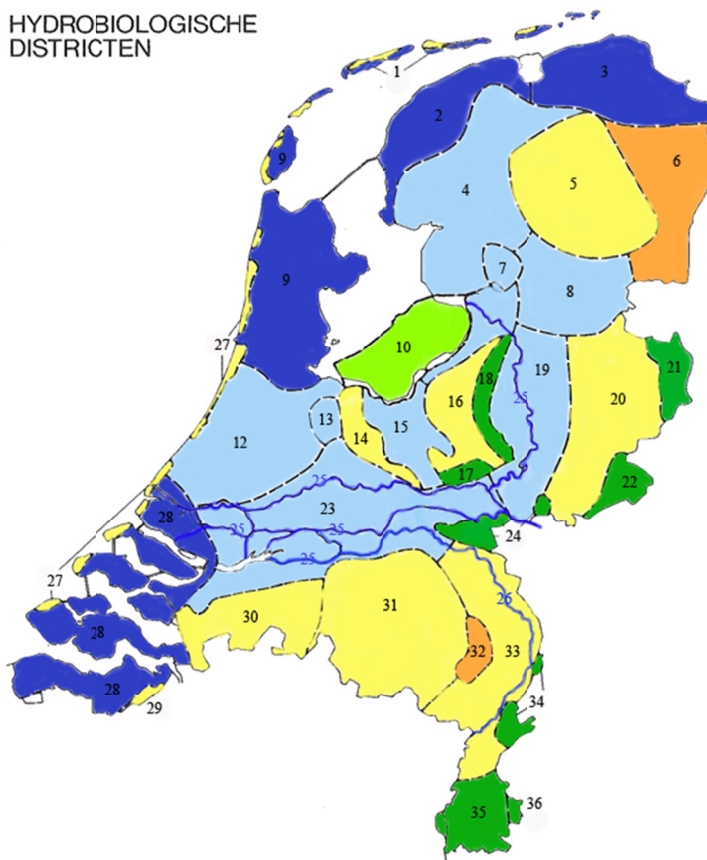
2.3.1 Hydrobiologische districten

De identificatiesystematiek van de aquatische Landschapsleutel beschouwt de hydrobiologie als sturend voor het natuurlijk voorkomen van watertypen. Op grond van fysische, chemische, geomorfologische en biologische criteria kunnen in Nederland 36 hydrobiologische districten onderscheiden worden (Mol, 1985).

Bij de indeling in hydrobiologische districten zijn reliëf en bodemsamenstelling belangrijke factoren. Reliëf bepaalt de vorm van stroomgebieden van beken en rivieren, stroomsnelheden en de hoeveelheid neerslag die een stroomgebied kan vasthouden. Binnen Nederland zijn drie hoog gelegen gebieden belangrijk: Zuid-Limburg, de Veluwe en het Drents plateau. Daarnaast bestaat er in Nederland nog een groot aantal hogere delen van geringere oppervlakte (o.a. stuwwallen) die van invloed zijn op het waterregime. Naast bodem en

reliëf laat de invloed van zoutgehalte een duidelijke verdeling over Nederland zien. Voor de begrenzing van de districten is gebruik gemaakt van de geomorfologische kaart voor de pleistocene delen van het land en de isohaliënenkaart voor de holocene delen. Enkele grote districten zijn op praktische gronden verder verdeeld in twee kleinere districten. Dit is het geval voor de districten 2 en 3, 19 en 23, 30 en 31. Het IJsselmeer en de Zeeuwse meren zijn niet bij de indeling betrokken. De overzichtskaart met alle hydrobiologische districten (figuur 4) is in de aquatische Landschapsleutel opgenomen.

De verkregen 36 hydrobiologische districten kunnen, analoog aan de Fysisch Geografische Regio's, morfologisch globaal tot zeven groepen samengevoegd worden: reliëfrijke gebieden, hoger gelegen zandgronden, hoogveengebieden, lager gelegen zoete zand- en kleigebieden, brakke klei- en veengebieden, grote rivierengebieden en Zuidelijke IJsselmeerpolders (zie ook figuur 6).



Figuur 4
Overzicht van de verschillende hydrobiologische districten in Nederland (nr. 1-36) en de geomorfologische groepen waartoe ze behoren.

2.3.2 Watertypen

De aquatische Landschapsleutel volgt in haar typering van Nederlandse wateren de indeling van watertypen volgens de EC-LNV-serie Aquatisch Supplementen (Aarts, 2000; Higler, 2000; Jaarsma en Verdonschot, 2000a, 2000b, 2000c; Nijboer, 2000; Nijboer et al. 2000; Van Beers en Verdonschot, 2000; Van der Molen, 2000; Verdonschot, 2000a, 2000b; Verdonschot en Janssen, 2000). Deze serie beschrijft watertypen aan de hand van abiotiek en biotiek, gekoppeld aan de milieuomstandigheden waaronder het type zich optimaal

ontwikkelt. De watertypebeschrijving gaat uit van de natuurlijke ecologische situatie van een watersysteem. De watertypen hebben geen beleidsmatige status, maar zijn een belangrijk instrument in de doorwerking van het landelijke natuurbeleid in de regionale planvorming. Abiotische factoren gecombineerd met levensgemeenschappen vormen de basis voor het onderscheiden van de watertypen. Het Aquatisch Supplement onderscheidt dertien hoofdwatertypen: bronnen, beken, wateren in rivierengebied, brakke binnenwateren, poelen, sloten, laagveenwateren, wingaten, Rijksmeren, regionale kanalen, Rijkskanalen, zoete duinwateren en vennen. Omdat Rijksmeren, Rijkskanalen en rivieren onder beheer van het Rijk vallen en dus niet particulier aangelegd of beheerd kunnen worden, zijn deze wateren niet in de Landschapsleutel opgenomen.

De combinatie van de indeling naar hoofdwatertypen door Aquatisch Supplementen en het voorkomen van de watertypen binnen de verschillende hydrobiologische districten heeft tot de volgende indeling van hoofdwatertypen in Landschapsleutel geleid (naar CUWVO, 1988): Wateren van rivierstelsels, functionele gegraven wateren, stagnante oorspronkelijke wateren, stagnante wateren ontstaan door menselijke invloed, brakke en zoute wateren. Deze hoofdwatertypen zijn verder verdeeld in steeds kleinere clusters van met elkaar verwante watertypen. Een schematisch overzicht van de watertypering in de Landschapsleutel is weergegeven in figuur 6 in paragraaf 3.2.

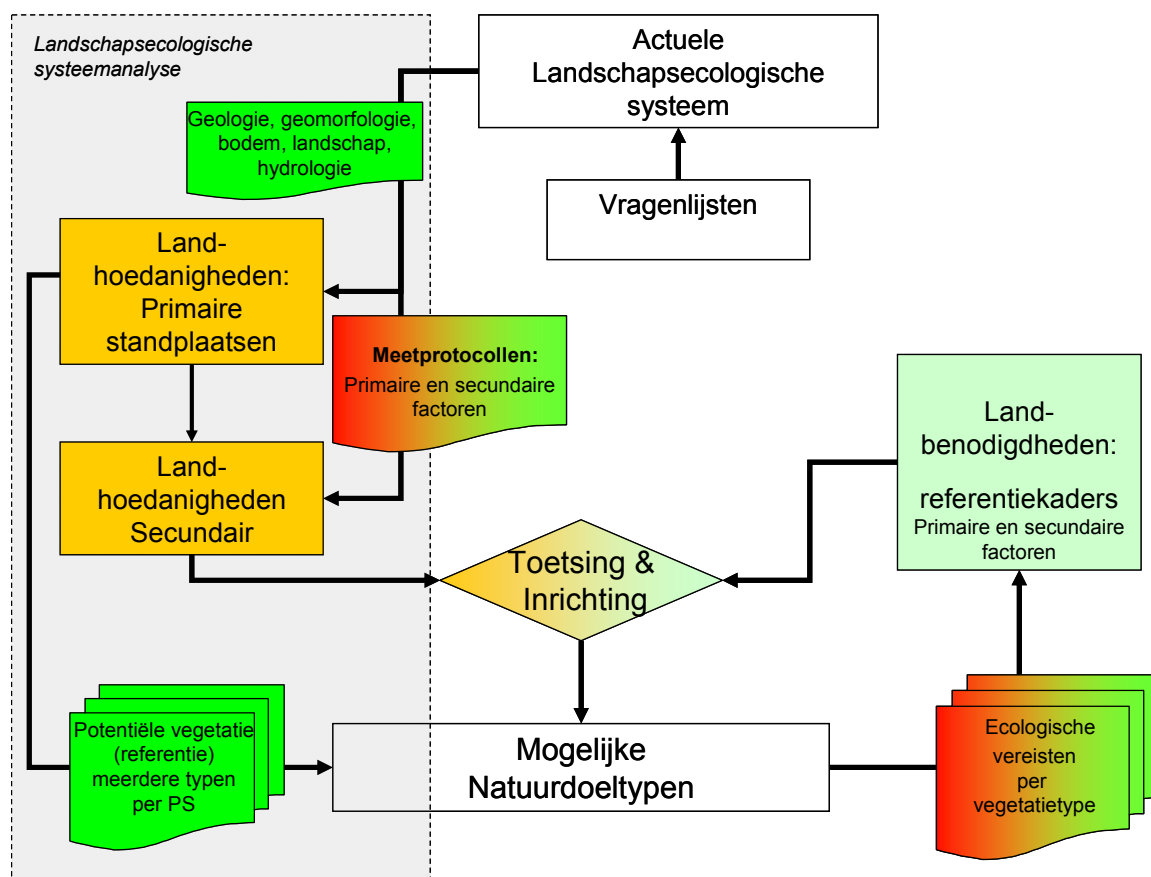
De Landschapsleutel maakt in haar watertypering onderscheid tussen kunstmatige- en natuurlijke watertypen. Kunstmatige wateren kunnen in de meeste hydrobiologische districten aangelegd worden, mits de hydrologie van het gebied dit toestaat. Het voorkomen van natuurlijke wateren is meer complex en vereist randvoorwaarden. Daarom gaat de Landschapsleutel er vanuit dat voor het aanleggen van natuurlijke wateren dit water er al ooit gelegen moet hebben. De aquatische Landschapsleutel geeft prioriteit aan herstel van de waterelementen die al in het landschap aanwezig zijn boven het aanleggen van nieuwe waterelementen. Hierdoor ligt voor de ontwikkeling van natuurlijke wateren voornamelijk de nadruk op herstel en optimaal beheer van het water en worden voor deze wateren geen richtlijnen voor aanleg gegeven.

3 Kennissysteem

3.1 Methodiek Landschapsleutel terrestrisch

Het kennissysteem van de Landschapsleutel is geënt op de landevaluatie methodiek (figuur 5), waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen de actuele fysieke toestand (landhoedanigheden) en de vereiste abiotische toestand (landbenodigdheden) voor potentiële vegetatietypen. De landhoedanigheden worden geïdentificeerd tijdens de landschapsecologische systeemanalyse op basis van voorgeprogrammeerde vragenlijsten in een digitale omgeving. Via beantwoording van de vragen wordt de gebruiker ondersteund in de ontsluiting van kennis over de eigenschappen van het ecosysteem. Het kennissysteem heeft daardoor het karakter van een beslissingsondersteunend systeem. Via een evaluatieprocedure wordt beoordeeld of landhoedanigheden overeenkomen met landbenodigdheden of dat aanpassing via inrichtingsmaatregelen nodig is.

Het kennissysteem is modulair van opbouw (figuur 5) en is voorzien van een administratieve schil om nieuwe projecten te openen of op te slaan en om te kunnen rapporteren.



Figuur 5

Overzicht en samenhang van de verschillende onderdelen van het kennissysteem dat in de Landschapsleutel is opgenomen.

3.1.1 Landhoedanigheden

Landhoedanigheden kunnen een primair of onafhankelijk dan wel een secundair of afhankelijk karakter hebben. Primaire factoren zijn onafhankelijk omdat ze hun eigenschappen behouden tijdens de ecosysteemontwikkeling of het beheer. Van landbouwkundig beheerde systemen kunnen daarom de potentiële natuurontwikkelingsmogelijkheden slechts ontleend worden aan deze primaire factoren (eerder 'firm memory' genoemd). De antwoorden op de vragen naar landhoedanigheden leiden tot de identificatie van één (of meerdere) primaire standplaatsen. Op basis van een interpretatie van de huidige toestand in relatie tot de gewenste toestand van vooral de secundaire factoren (diagnose van de vocht-, zuur- en voedingstoestand: soft memory) worden de knelpunten voor natuurontwikkeling in beeld gebracht en de benodigde inrichtings- of beheersmaatregelen voor ontwikkeling van het potentiële vegetatietype ingeschat (prognose).

3.1.2 Potentiële vegetatie

Voor elke primaire standplaats is een successiereeks van vegetaties aangegeven die is gebaseerd op structureigenschappen: pionierfase, graslandfase, struweelfase, bos.

3.1.3 Landbenodigheden

De landbenodigheden (abiotische vereisten) voor de te ontwikkelen vegetaties zijn opgenomen in het kennissysteem en ondergebracht in referentiekaders/opzoektabelen (substraateigenschappen, hydrologische positie, zoutgehalte, referentie-grondwaterstanden, zuur-, vocht- en voedingstoestand). De abiotische randvoorwaarden in de Landschapsleutel zijn gebaseerd op fysiografische en zgn. conditionele factoren. Fysiografische factoren spelen een rol op de hogere hiërarchische niveaus en zijn niet altijd getalsmatig te duiden. Conditionele factoren zijn die secundaire factoren die sturend zijn voor het verloop van processen die leiden tot het beschikbaar komen van o.a. vocht en voedingsstoffen. Conditionele factoren zijn vaak gebufferde en daardoor weinig in de tijd fluctuerende factoren. Conditionele factoren geven een bepaalde toestand weer, zijn beter te kwantificeren en voor zo ver bekend, ontleend aan bestaande databestanden zoals de Kennatdatabase, Ecologische vereisten Natura 2000, of een B-ware database.

De discrepanties tussen landbenodigheden en -hoedanigheden dienen te worden overbrugd door inrichtings- en beheersmaatregelen.

3.1.4 Toetsing en knelpuntenanalyse

De identificatie van een primaire standplaats vormt in wezen een hypothese voor de te verwachten (potentiële) vegetatie-ontwikkeling. Deze hypothese zal moeten worden getoetst. Omdat in voormalige landbouwgronden door ploegen, bemesten, bekalken etc. de secundaire factoren (landhoedanigheden) kunnen zijn beïnvloed, moet getoetst worden of de actuele toestand voldoet aan de vereisten van de te ontwikkelen vegetatie. Daartoe is een evaluatiemethode opgenomen in de Landschapsleutel. Op basis van deze toetsing kan beoordeeld worden welke knelpunten aanwezig zijn om het potentiële vegetatietype tot ontwikkeling te laten komen. Knelpunten kunnen worden opgeheven via aanvullende inrichtings- en beheersmaatregelen.

3.1.5 Inrichting en beheer

De discrepantie tussen de actuele en de gewenste toestand kan worden overbrugd met inrichtings- of beheermaatregelen. Bij de inrichting en het beheer komt het er op aan zo doelmatig mogelijk naar een gewenste doelsituatie toe werken. Hiervoor staan verschillende maatregelen ter beschikking (tabel 1). Deze kunnen worden ingedeeld in éénmalige maatregelen die ten doel hebben om de fysische omstandigheden van het terrein zodanig aan te passen dat de gewenste ontwikkelrichting mogelijk wordt (inrichtingsmaatregelen), en herhaaldelijk uit te voeren maatregelen die tot doel hebben de ontwikkeling in de gewenste richting te leiden en te houden (beheermaatregelen). Bij inrichting en beheer draait het vaak om combinaties van maatregelen, zgn. maatregelpakketten (Oosterbaan et al., 2006).

In de Landschapsleutel worden de maatregelen slechts in algemene zin gedefinieerd, omdat lokale omstandigheden veelal sterk bepalend zijn. Voor de terrestrische natuur wordt verwezen naar de maatregelpakketten die o.a. in het kader van OBN-regelingen beschikbaar zijn (Handboek Natuurdoeltypen) en naar het Normenboek natuur, bos en landschap (www.normenboek.nl)

Na inrichtingsmaatregelen zoals het omhoog brengen van het grondwaterpeil of afgraven ontstaan meestal pioniervegetaties. Beheermaatregelen als maaien/afvoeren en begrazen worden in een later stadium toegepast om de bodem te versralen en structuur en variatie in de begroeiing te creëren. Soms zijn deze maatregelen gericht op het bewust in stand houden van een bepaalde fase in de vegetatiesuccessie (bijv. open heidevelden en graslanden in beekdalen). In andere gevallen zal de ontwikkeling in de richting gaan van een climaxvegetatie, die op de meeste plaatsen in ons land wordt gedomineerd door bomen.

Kosteneffectiviteit

Bij de keuze van inrichtings- en beheermaatregelen zijn er soms verschillende mogelijkheden om in de richting van de gewenste doelen te werken. Bij de meeste beheermaatregelen zijn er verschillende varianten mogelijk (Oosterbaan, De Jong en Kuiters, 2008). Bij het beheer van natuurterreinen spelen bij de uiteindelijke beslissing ook de kosten vaak een rol. De verschillende denkbare maatregelpakketten kunnen aanzienlijk verschillen in gemiddelde (gekapitaliseerde) kosten per ha per jaar (Oosterbaan et al., 2006, 2008). Omdat veel beheermaatregelen op verschillende wijze kunnen/moeten worden uitgevoerd en lokale sociaal-economische factoren van belang zijn, is er in de Landschapsleutel vanaf gezien kostenramingen te geven.

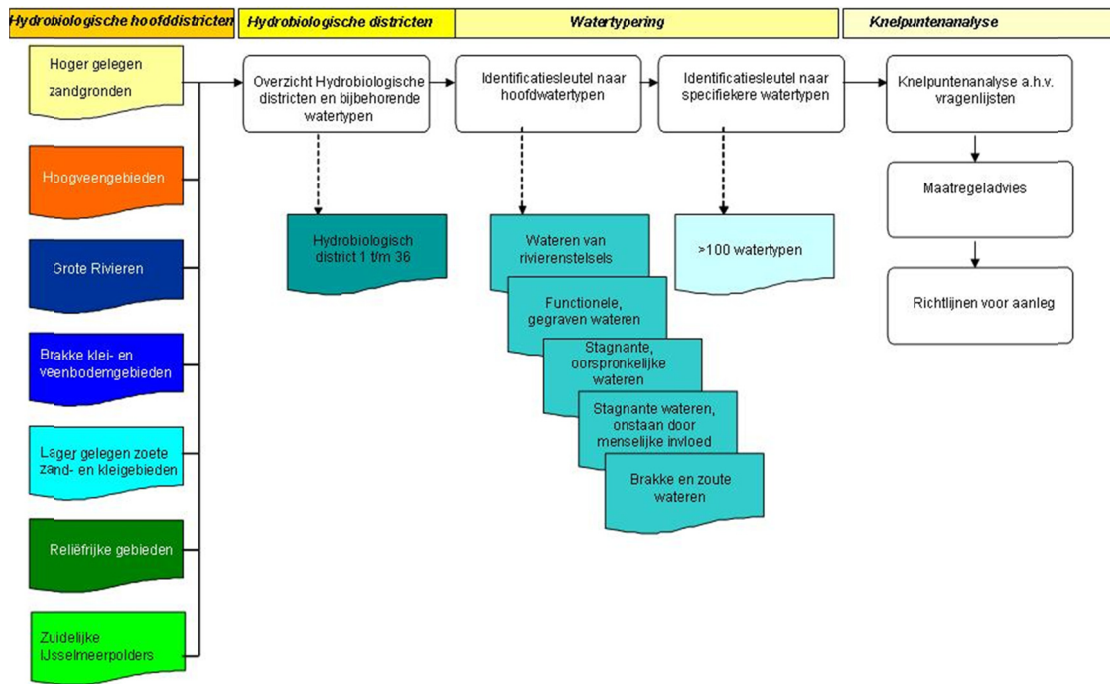
Tabel 1

De meest voorkomende maatregelen bij inrichting en beheer van natuur op voormalige landbouwgronden.

| | | Terreindoelen | Maatregelen |
|----------------------------|----------------------------|---|---|
| <u>Terrestrisch</u> | Inrichting | terrein natter maken | lokaal grondwater opzetten detailontwatering dempen stimuleren kwel door water- retentie in vanggebied waterwinning staken drainagebasis verhogen |
| | | terrein droger maken | slootbodem verlagen reliëf maken |
| | Beheer | bodem verarmen | afgraven |
| | | bodem verschralen | plaggen uitmijnen maaïen en afvoeren |
| | | bodem ontzuren | bekalken boomsoortkeuze |
| | vegetatiestructuur creëren | begrazen houtige opslag verwijderen inzaaien of inbrengen maaisel of plagsel | |

3.2 Methodiek Landschapsleutel aquatisch

Evenals bij het terrestrische spoor doorloopt de gebruiker aan de hand van ja/nee vragen een beslisschema totdat er uiteindelijk één watertype overblijft. Het beslisschema bestaat uit een dendrogram van clusters van watertypen. Figuur 6 geeft een schematische weergave van het door te lopen selectietraject in de Landschapsleutel weer.



Figuur 6

Principe van beslisschema waarbij via ja/nee antwoorden op vragen in specifieke lijsten uiteindelijk watertypen en knelpunten worden geïdentificeerd.

Het aquatisch systeem werkt vanuit het waterelement dat in het landschap voorkomt of, gebaseerd op de hydrobiologie van het gebied, voor zou kunnen komen. Hiertoe zijn de watertypen gelinkt aan hydrobiologische districten. Deze hydrobiologische clusters verschijnen in de Landschapsleutel op het moment dat er besloten moet worden welk watertype in een bepaald landschap kan voorkomen. De clusters zijn sturend voor de keuze voor een watertype. Het (historisch) voorkomen van een watertype in een district is een voorwaarde voor herstel, beheer en ontwikkeling van een watertype in dat district. Watertypen die volgens de districtentabel in een district niet voorkomen of voorkwamen worden afgeraden aan te leggen.

De gebruiker doorloopt, redenerend vanuit een bepaald landschap, een aantal stappen waarin de mogelijke watertypen voor dat landschap naar voren komen. Aan de hand van een vragenlijst wordt uiteindelijk één waterelement geselecteerd. Na de identificatie van het watertype wordt uitgelegd hoe deze watertypen ontstaan, wat de landschapsecologische context van het watertype is, hoe het type samenhangt met aanverwante watertypen, en wat de kenmerken, karakteristieke soorten, bedreigingen en algemene trends zijn voor het gekozen watertype.

Bij aanwezigheid van meerdere elementen kan een al geselecteerd waterelement (met bijbehorende knelpuntenanalyse en maatregelvoorstel) in de samenvatting worden opgeslagen en kan de sleutel opnieuw worden doorlopen voor een nieuw waterelement. Het aquatisch systeem heeft daardoor een dichotoom karakter en is deterministisch van aard. Het format van de vragenlijsten voor terrestrische elementen en aquatische elementen is dus niet helemaal identiek. Het resultaat is echter hetzelfde.

3.2.1 Watertype identificatie

De identificatie van watertypen in de Landschapsleutel verloopt via een vragenlijst. De vragen zijn zo geformuleerd dat via het doorlopen van clusters van aan elkaar verwante waterelementen uiteindelijk één waterelement wordt geselecteerd.

3.2.2 Knelpuntenanalyse

Door middel van vragenlijsten kunnen de knelpunten voor het bereiken van een goede ecologische kwaliteit geïdentificeerd worden. Iedere vraag bevat informatie over de achtergrond van het knelpunt, het gevolg voor de kwaliteit van het waterelement en tot welke problemencategorie het knelpunt hoort. Voor ieder knelpunt wordt ook een maatregelsuggestie gegeven. De gebruiker kan het knelpunt dat van toepassing is aanvinken. Dit knelpunt met bijbehorende maatregelsuggestie wordt dan opgenomen in een samenvatting, die door de Landschapsleutel wordt gegenereerd. Omdat wateren die door het Rijk beheerd worden niet particulier beheerd of aangelegd kunnen worden, zijn deze niet opgenomen in de knelpuntenanalyse van de Landschapsleutel.

3.2.3 Herstel- en Inrichtingsmaatregelkeuze

Bij het aquatische deel worden voor elk watertype maatregelen gesuggereerd die passen bij de knelpunten die de gebruiker met behulp van de knelpuntenanalyse in de aquatische Landschapsleutel gesignaleerd heeft. De voorgestelde maatregelen zijn afgeleid van het overzicht van aquatische maatregelen voor de Landschapsleutel (bijlage 3), de Vennensleutel (Arts en Van Duinhoven 2000), de Veenloper (Lamers et al. 2006) en de Aquatisch Supplementen.

De Leidraad maakt onderscheid tussen kunstmatige- en natuurlijke watertypen. Kunstmatige wateren kunnen in de meeste hydrobiologische districten aangelegd worden, mits de hydrologie van het gebied dit toestaat. Voor kunstmatige wateren wordt tevens aangegeven waarop te letten bij het aanleggen van de waterelementen. Omdat de aanleg van waterelementen gevolgen heeft voor de hydrologie van de omgeving, wordt aangeraden om de hydrologie van het gebied te onderzoeken voordat met aanleg begonnen wordt. Uiteindelijk ontstaat een lijst met maatregelen voor het geselecteerde watertype.

Het voorkomen van natuurlijke wateren is meer complex en vereist randvoorwaarden. Daarom gaat de Landschapsleutel er vanuit dat voor het aanleggen van natuurlijke wateren dit water er al ooit gelegen moet hebben. Het (historisch) voorkomen van een watertype in een district is een voorwaarde voor herstel, beheer en ontwikkeling van een watertype in dat district. Watertypen die volgens de districtentabel in een district niet voorkomen of voorkwamen worden afgeraden aan te leggen. De aquatische Landschapsleutel geeft prioriteit aan herstel van de waterelementen die al in het landschap aanwezig zijn boven het aanleggen van nieuwe waterelementen. Hierdoor ligt voor de ontwikkeling van natuurlijke wateren voornamelijk de nadruk op herstel en optimaal beheer van het water en worden voor deze wateren geen richtlijnen voor aanleg gegeven.

Ook wordt in de Landschapsleutel aangegeven welke maatregelen genomen kunnen worden om de ecologische kwaliteit zo hoog mogelijk te houden of te herstellen. Voor kunstmatige watertypen die zijn aan te leggen, wordt aangegeven wat van belang is om het aan te leggen water een goede kans op ecologische kwaliteit te geven. Omdat wateren die door het Rijk beheerd worden niet particulier beheerd of aangelegd kunnen worden, zijn deze niet opgenomen in de knelpuntenanalyse van de Landschapsleutel.

Een correcte uitvoer van maatregelen is meestal specifiek maatwerk en vraagt om een goede kennis van de hydrologie en ecologie van het gebied. Daarom raadt de Landschapsleutel aan om bij de uitvoer van maatregelen of de aanleg van waterelementen deskundigen te betrekken.

3.3 Integratie terrestrisch en aquatisch

In de Landschapsleutel zijn de beide sporen zodanig geïntegreerd dat beiden hun eigen systematiek hebben behouden.

Bij de start van de digitale sleutel kan via knoppen direct een keuze worden gemaakt of een terrestrische dan wel een aquatische systeemanalyse gewenst is. Als gekozen wordt voor een terrestrische analyse kan het zijn dat aangelopen wordt tegen de optie 'open water'. In dat geval kan alsnog worden doorgeschakeld naar een aquatische systeemanalyse.

De afstemming tussen aquatisch en terrestrisch bij de daadwerkelijke inrichting is een inrichtingsvraagstuk, die sterk van lokale omstandigheden (gebiedskennmerken) afhankelijk is en laten we daarom buiten beschouwing in de Landschapsleutel.

4 Identificatie primaire standplaatsen

4.1 Vragenlijsten

De vragenlijsten vormen de kern van het kennissysteem. Via beantwoording met ja/nee/onbekend van voorgeprogrammeerde vragen in een digitale (Excel) omgeving wordt de gebruiker gedwongen basisinformatie van een gebied te verzamelen en te beoordelen op aanwezigheid van ecosysteemfactoren die kenmerkend zijn voor respectievelijk fysisch geografische regio's, ecosecties en ecoseries en uiteindelijk primaire standplaatsen. Elk niveau heeft een specifieke vragenlijst die moet worden doorlopen om in een lager niveau terecht te komen. Het laagste niveau is dat van de primaire standplaats, waarvan de ruimtelijke schaal overeenkomt met een kaarteenheden op de geraadpleegde bodemkaart. Er kunnen binnen een plangebied meerdere primaire standplaatsen voorkomen. Wij hebben de vragenlijsten zodanig ontworpen dat via eliminatie het aantal mogelijke antwoorden steeds verder wordt ingeperkt. Daarbij kunnen in principe meerdere opties mogelijk blijven op een bepaald niveau. De gebruiker kan kiezen om alle opties verder door te lopen of slechts met één meest waarschijnlijke optie verder te gaan door deze optie te bevestigen. De antwoorden leiden uiteindelijk tot identificatie en de ruimtelijke verspreiding van de meest waarschijnlijke primaire standplaats(en) binnen het te ontwikkelen gebied. De primaire standplaats en de te ontwikkelen vegetatie zijn dus tevens afhankelijk van ecosysteemfactoren die bepalend zijn voor hogere hiërarchische niveaus.

4.2 Beslisschema's

Aan de vragenlijsten liggen beslisschema's ten grondslag, waarin criteria voor geo-kenmerken worden genoemd die moeten worden beoordeeld op basis van beschikbare informatie. In de beslisschema's zoomen de vragen in op steeds specifiekere kenmerken van respectievelijk fysisch geografische regio's, ecosecties en ecoseries om uiteindelijk bij een primaire standplaats uit te komen. Elke primaire standplaats heeft een unieke nummercode. Een standplaats kan in verschillende regio's voorkomen, maar behoudt steeds zijn nummer.

De Landschapsleutel opent met een venster waarin een kaart met FGR-verspreidingsgebieden is opgenomen, waaruit vrij eenvoudig een keus is te maken. Start is de vraag naar de Fysische Geografische Regio (FGR), waarin het gebied is gelegen. Er zijn zes mogelijkheden: Hogere zandgronden, Laagveengebied, Rivierengebied, Zeekleigebied, Kust- en Duingebied en Heuvelland. In een afzonderlijk venster wordt een overzicht gegeven van belangrijke ecosysteemvormende factoren per regio. Als bevestigd is om welke regio het gaat, kan een pdf-file worden opgeroepen met een toelichting op de indeling van de betreffende regio in ecosecties en ecoseries (Deze toelichting is in dit rapport opgenomen als bijlage 1). Vervolgens moet via beantwoording van een specifieke vragenlijst worden nagegaan in welke ecosectie het gebied is gelegen. Meerdere opties zijn mogelijk. Per ecosectie kan eveneens een pdf-file worden opgeroepen met een door foto's geïllustreerde beschrijving van het landschap. Hiermee kan de gebruiker toetsen of zijn beeld van het landschap overeenkomt met dat in de Landschapsleutel. Via een bevestiging door de overgebleven optie(s) aan te klikken wordt automatisch doorgelinkt naar een volgend niveau van ecoseries etc.

4.3 Schematische overzichten

Via sterk geschematiseerde en gesimplificeerde weergaven is in bijlage 1 voor elke regio een overzicht gegeven van de voorkomende ecosecties, ecoseries en primaire standplaatsen. Deze overzichten zijn zeker nog niet uitputtend, omdat minder vaak voorkomende situaties wellicht over het hoofd zijn gezien. Deze situaties kunnen worden gemeld en na een update van de sleutel in een volgende versie een plaats krijgen. De landschappen die in de OBN-systematiek worden aangehouden zijn niet altijd één op één gekoppeld aan die van de Landschapsleutel. In de schematische overzichten is aangegeven tot welk OBN-landschap een ecoregio, -sectie, of -serie gerekend kan worden. In de Landschapsleutel zelf kan in dat geval worden doorgelinkt naar de website van het betreffende OBN-landschap.

4.4 Hulpinformatie

De identificatie van een primaire standplaats met de Landschapsleutel leidt in wezen tot een hypothese over het vermogen van een standplaats om een bepaald vegetatietype te realiseren. Deze hypothese kan met aanvullende hulpinformatie, waarnaar vanuit de Landschapsleutel kan worden doorgelinkt, nader worden onderbouwd. Belangrijke hulpinformatie zijn verspreidingsgegevens van plantensoorten die indicatief zijn voor het potentiële vegetatietype in SYNBIOSYS (www.synbiosys.alterra.nl) of oude topografische kaarten met informatie over historische toestanden (www.watwaswaar.nl). Via de site <http://geologievannederland.nl> kan belangrijke informatie worden verkregen over de geaardheid van diepere bodemlagen die van belang zijn voor geo-hydrochemische processen. Over de hydrologische opbouw van Nederland wordt ook informatie gegeven door de Rood-Blauwe Kaarten van Von Frytag-Drabbe. Ze zijn te vinden op www.historischwaterbeheer.wur.nl. Op de site *Kennis Infrastructuur Cultuur Historie* (www.kich.nl) is informatie te vinden over archeologische vindplaatsen en monumenten, wat een rol kan spelen bij de uiteindelijke inrichting van het gebied. Naast kaarten geven ook veldnamen (toponiemen) en gebiedsbeschrijvingen veel informatie over het vroegere landgebruik. (Historische) luchtfoto's geven vaak verrassende beelden van het menselijk gebruik en van de diepere ondergrond te zien. Deze foto's zijn verkrijgbaar bij de Topografische Dienst van het Kadaster (www.kadaster.nl). In www.dinoloket.nl is veel informatie te achterhalen over geohydrologische en geologische dwarsdoorsneden met bijbehorende nomenclatuur.

4.5 Potentiële vegetatietypen

De potentiële vegetatietypen zijn toegekend aan de primaire standplaatsen op basis van expertkennis. Daarbij is de systematiek volgens de Vegetatie van Nederland aangehouden.

De bodemkundige eigenschappen van een primaire standplaats zoals beschreven in de 'Overzichten primaire standplaatsen' (zie bijlage 1) werden binnen hun landschappelijke context zo goed als mogelijk vertaald naar standplaatscondities voor de vegetatie (substraat, grond- en/of oppervlaktewaterregime, pH/basenverzadiging en trofie en langs de kust saliniteit). De verschillende delen in de reeks 'Indicatorsoorten voor verdroging, verzuring en eutrofiëring van plantengemeenschappen in negen belangrijke landschapstypen' (zie Schipper en Nooren, 2007) verleenden daarbij goede diensten. Daarnaast werd geput uit de vele studies naar standplaatscondities (zie o.a. Beets 2000, 2001 en 2002) en uit vele hydro-ecologische systeemanalyses. Ten slotte werden de door P.C. Schipper en A.J.M. Jansen opgestelde tabellen met standplaatscondities in de vier delen van de 'Atlas van Plantengemeenschappen in Nederland' (Weeda et al., 2000, 2002, 2003, 2005) geraadpleegd. Deze tabellen bieden het meest uitgebreide overzicht van de standplaatscondities van Nederlandse plantengemeenschappen en zijn naast de deskundigenkennis van de samenstellers gebaseerd op de vele studies, onder andere de hierboven genoemde.

Na het bepalen van de overheersende standplaatscondities binnen de primaire standplaatsen werd de potentiële vegetatie op een primaire standplaats grotendeels vastgesteld op basis van de delen 2 tot en met 5 van 'De Vegetatie van Nederland' (Schaminée et al., 1995; 1996 en 1998; Stortelder et al., 1999) en de daarmee nauw samenhangende Atlas van Plantengemeenschappen in Nederland (Weeda et al., 2000, 2002, 2003, 2005). Voor het bepalen van de mogelijke successiereeksen werd gebruikt gemaakt van de beide delen van 'Wegen naar natuurdoeltypen' (Schaminée en Jansen, 1998 en 2001). Voor elke primaire standplaats binnen een landschap werd getracht een concrete situatie (natuurgebied, natuurrijk landbouwgebied uit de jaren 1960/1970) met de corresponderende set van bodems, standplaatscondities en plantengemeenschappen voor de geest te halen. Bij het toedelen van plantengemeenschappen aan de primaire standplaatsen gaf in geval van twijfel dit deskundigenbeeld de doorslag.

4.6 Landbenodigheden (abiotische randvoorwaarden)

Nadat een landeenheid of kaartvlak als primaire standplaats is geïdentificeerd moet als volgende stap vastgesteld worden aan welke abiotische randvoorwaarden de standplaats moet voldoen (landbenodigheden) om de potentiële vegetatie tot ontwikkeling te kunnen laten komen. In deze paragraaf geven we een verantwoording over de keuzen van de landbenodigheden die we in de Landschapsleutel hebben gemaakt.

De abiotische randvoorwaarden maken deel uit van het abiotisch systeem waarin de vegetatie is ingebed. Voor zover de randvoorwaarden betrekking hebben op de primaire factoren kunnen zij worden beschouwd als de hardware (firm-memory) van het eco-apparaat (zie paragraaf 2.2) dat als taak heeft een vegetatietype te realiseren/produceren. De hardware vormt het kader en de condities waarbinnen bodemchemische, bodembiologische en bodemvormende processen verlopen die van invloed zijn op de fysiologie van planten en dus op de samenstelling van de vegetatie. Elke vegetatie is op deze wijze het product van een stelsel waarin ecosysteemprocessen op verschillende ruimtelijke en temporele schaal verlopen. Landbenodigheden zijn verbonden met en te herleiden uit deze processtelsels. De landbenodigheden worden in de volgende paragrafen besproken.

4.6.1 Processtelsels

Ecosysteemfactoren kunnen worden getypeerd naar hun functionele rol in ecosysteemprocessen die voor de vegetatieontwikkeling van belang zijn. Meest gebruikelijk (Van Wirdum, 1981) is een indeling van factoren naar hun positionele of fysiografisch bepaalde werking, hun conditionele werking of hun operationele werking (figuur 7).

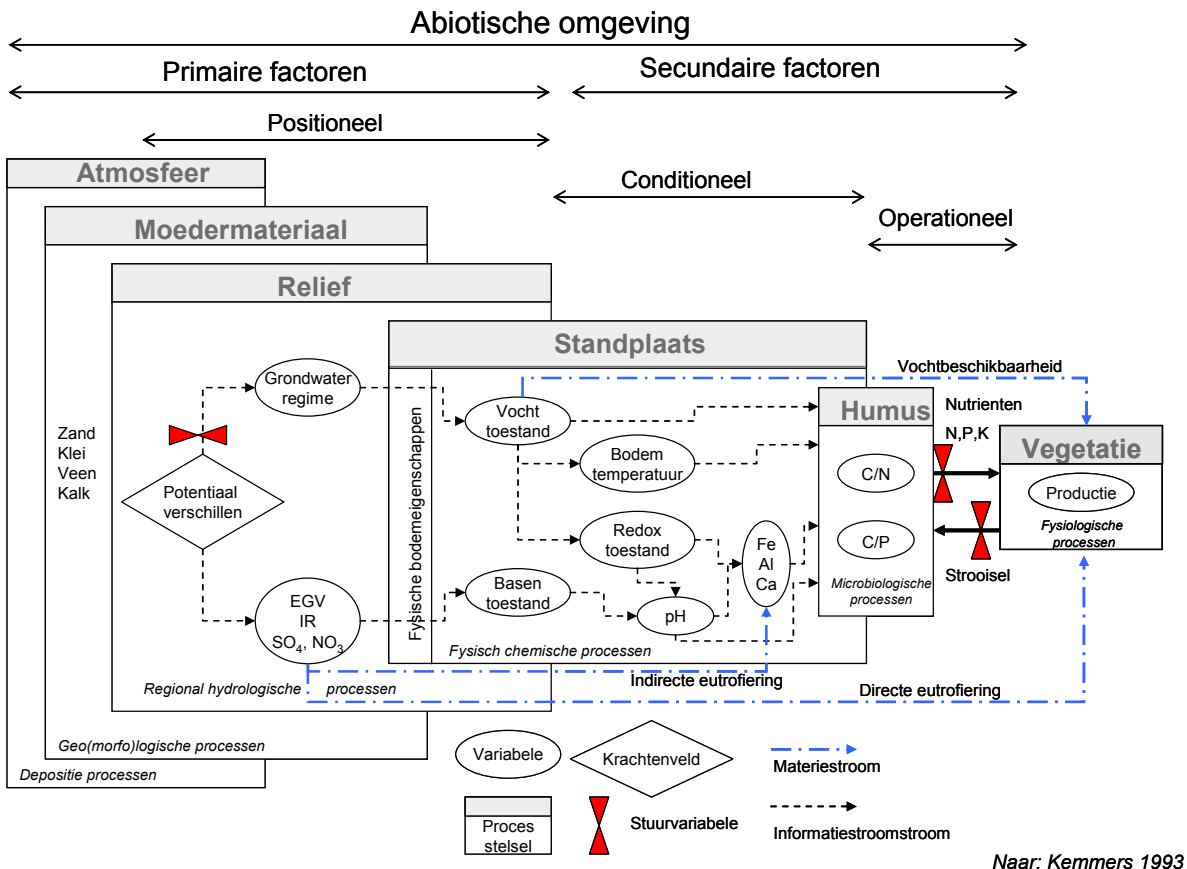
Positionele of fysiografische factoren zijn door hun specifieke plaats (in een stroomgebied of in een geo(morfo)logische formatie) dominerend voor de ecosystemontwikkeling en daarvan niet afhankelijk.

Conditionele factoren zijn niet direct van betekenis voor de fysiologie van een plant, maar beïnvloeden bodemfysische, -chemische of -biologische processen, die bepalend zijn voor de beschikbaarheid van water en voedingsstoffen (of gifstoffen) voor de plant. Conditionele factoren hebben over het algemeen een stabiel karakter en zijn weinig veranderlijk op de middellange termijn. Meestal gaat het om variabelen met een capaciteitskarakter zoals: buffercapaciteit, adsorptiecapaciteit, warmtecapaciteit, vochtcapaciteit, redoxcapaciteit, totaalstikstof, etc.

Operationele factoren zijn direct van betekenis voor de fysiologie van planten en hebben vooral betrekking op beschikbaarheden. Een nadeel van de operationele factoren is dat zij over het algemeen dynamisch zijn en fluctueren in de tijd. Eénmalige waarnemingen van bv. nitraat- of fosfaatconcentraties in bodemvocht zijn

daarom niet informatief. Daarom zijn operationele factoren in de Landschapsleutel niet in beschouwing genomen.

De abiotische randvoorwaarden in de Landschapsleutel zijn gebaseerd op fysiografische en conditionele factoren. Fysiografische factoren spelen een rol op de hogere hiërarchische niveaus, conditionele factoren zijn belangrijk op lagere niveaus. De abiotische randvoorwaarden zijn, voorzover bekend, in het beslissingsondersteunend systeem opgenomen en gebaseerd op bestaande databestanden (Runhaar et al., 2009) of B-ware databases (o.a. Hommel et al., 2006).



Figuur 7

Het hiërarchisch stelsel van ecosystemevormende factoren en processen die de abiotische randvoorwaarden vormen voor de vegetatieontwikkeling en het fundament vormen van de Landschapsleutel.

4.6.2 Primaire factoren

De identificatie van de primaire standplaatsen is gebaseerd op de onderliggende primaire 'onveranderlijke' factoren. Op dit niveau zijn fysiografische en hydrologische processen die tot bodemvorming (infiltratie, kwel, stagnatie) leiden onderscheidend geweest. Factoren die indicatief zijn voor deze processen zijn substraat-eigenschappen, grondwaterstandregime (Gt-eigenschappen) en hydrochemische eigenschappen. Aan deze eigenschappen zijn de randvoorwaarden (referenties) van de primaire factoren voor de Landschapsleutel ontleend.

4.6.2.1 Substraat

Voor substraateigenschappen zijn de referenties in wezen triviaal, omdat ze een belangrijk onderscheidende factor vormen bij de identificatie. Zo mogelijk hebben we niet alleen het moedermateriaal en/of de textuur daarvan aangegeven, maar ook de rijkdom aan kalk, ijzer of verweerbare mineralen. Deze eigenschappen worden herleid uit bodemkaarten of geomorfologische kaarten. Ook het dinoloket geeft informatie over substraateigenschappen (www.dinoloket.nl).

4.6.2.2 Grondwaterregime

Voor het grondwaterregime hebben we als abiotische randvoorwaarde het historische grondwaterregime genomen. Daartoe hebben we gebruik gemaakt van historische Gt- informatie, die door Jansen en Runhaar (2000) en Runhaar et al. (2002) op basis van landschappelijk hydrologische analyses aan elk bodemtype van de bodemkaart 1 : 50.000 is toegekend.

4.6.2.3 Hydrochemie

De Ionenratio (IR) en het Elektrisch Geleidingsvermogen (EGV) zijn positioneel bepaalde hydrochemische eigenschappen die zijn gerelateerd aan de verblijftijd van het water in de ondergrond en de samenstelling van de ondergrond. Deze hydrochemische eigenschappen zijn afhankelijkheid van de positie van het genomen watermonster in een hydrologisch systeem. Grofweg kunnen drie watertypen worden onderscheiden: regenwaterachtig, grondwaterachtig, zeewaterachtig of overgangen daartussen. Veel vegetatietypen vertonen in hun verspreidingspatronen affiniteit tot de aanwezigheid van één van deze watertypen. De intensiteit en de herkomst van de kwel speelt daarbij eveneens een rol. Deze parameters kunnen in het landelijk gebied door landgebruik zijn beïnvloed. Deze invloed kan worden gefilterd door de Cl-concentratie te gebruiken als indicator voor 'vervuiling' (zie protocollen).

De relatie tussen water- en vegetatietypen is vaak indirect. De samenstelling van het water kan via kwel of wegzijging in verband gebracht worden met bodemvormende processen in relatie tot b.v. zuurbufferende of fosfaatbindende eigenschappen van de bodem (aan- of afvoer van Ca^{2+} , of Fe^{2+} via grondwater). Dit heeft geleid tot de ontwikkeling van verschillende bodemtypen die met kwel of wegzijging in verband kunnen worden gebracht. In de Landschapsleutel wordt gebruik gemaakt van deze indirecte relatie tussen watertypen, bodemtypen en vegetatietypen. De intensiteit van kwel en de vele combinatiemogelijkheden van IR en EC maken het bovendien lastig om in algemene zin voor een standplaats aan te geven of kwel van lokale of regionale herkomst is. Als hydrochemische randvoorwaarde voor vegetatietypen hebben we daarom gebruik gemaakt van de bodemzuurgraad, veronderstellend dat de pH van een standplaats hoger zal zijn naarmate die standplaats sterker door kwel wordt beïnvloed (Van Delft et al., 2002). Dit aspect is vooral uitgewerkt voor bodemtypen van de hogere zandgronden en de duinen, die zijn samengesteld uit mineraal arme substraten met een geringe zuurbuffercapaciteit. In het rivierengebied, het zeekleigebied en het heuvelland is de zuurbuffercapaciteit van bodemtypen vooral van substraateigenschappen afhankelijk en is de relatie tussen kwel en bodemzuurgraad niet éénduidig.

Het ijzergehalte van de bodem is een andere substraateigenschap die positioneel hydrologisch is bepaald. Veel bodemtypen in een kwelpositie hebben grote ijzervoorraden in de bovengrond. Deze voorraden zijn in de loop van eeuwen tijdens de bodemgenese opgebouwd. In een infiltratiepositie zijn bovengronden van bodems juist vaak ontijzerd geraakt. Omdat de Fe-voorraden in de bodem een veelvoud groter zijn dan de jaarlijkse aanvoer van ijzer via grondwaterstromen, hebben wij geen referentie opgenomen voor het ijzergehalte van het grondwater. Wel hebben wij een indicaties opgenomen voor primaire standplaatsen met een hoog ijzergehalte van de bodem.

De kwaliteit van het water in relatie tot het proces van interne eutrofiering wordt vooral beoordeeld op basis van de sulfaatconcentratie. Interne eutrofiering hebben wij niet in beschouwing genomen onder deze paragraaf Landbenodigdheden. Dit proces is wel in beschouwing genomen in het document met protocollen voor het meten van landhoedanigheden.

4.6.3 Secundaire factoren

In zich ontwikkelende ecosystemen zijn de afgeleide of secundaire factoren zoals, nutriëntentoestand, zuurbasentoestand en de vochttoestand afhankelijk van de primaire factoren in combinatie met vegetatieontwikkeling en -beheer. Zolang de successie nog geen eindstadium heeft bereikt zijn secundaire factoren aan verandering onderhevig: de pH kan dalen, het organische stofgehalte kan toenemen, bufferende eigenschappen kunnen daardoor veranderen, nutriëntenbeschikbaarheid verandert etc. De toestand van deze factoren tijdens de ecosystemontwikkeling van pionier-, via grasland-, struik- en bosstadium hebben we beschouwd als referentiewaarden. Door landbouwkundig beheer zullen deze secundaire factoren sterk veranderd zijn en niet in evenwicht verkeren met de primaire factoren. Het evenwicht tussen primaire en secundaire factoren zal via inrichtings- en beheersmaatregelen hersteld moeten worden .

In het verleden is voor verschillende doeleinden al veel onderzoek verricht naar abiotische randvoorwaarden: Indicatiewaarden (Jalink en Jansen, 1995), Waterlood (Runhaar en Hennekens, 2005), Ecologische vereisten Natura 2000 (Runhaar et al., 2009). Van deze kennis hebben wij gebruik gemaakt om referentiewaarden voor de secundaire factoren zuurgraad, vochttoestand (GVG, GLG), overstromingsfrequentie en zoutgehalte in de Landschapsleutel op te nemen. Voor nutriënten hebben we de referentietoestand gebaseerd op de fosfaatgehalten in de bodem (zie 4.6.3.1).

Om schijnnaauwkeurigheden te voorkomen hebben we bij alle variabelen ervoor gekozen trajecten (beoordelingsklassen) te formuleren in plaats van reële waarden. Wel zijn steeds klassengrenzen aangegeven.

4.6.3.1 P als indicatie nutriëntentoestand

In deze Landschapsleutel is gekozen om de nutriëntenrijkdom van de bodem weer te geven als de concentratie van fosfor in de bodem. De concentratie van fosfor is om verschillende redenen een goede maat voor de potentie voor het bereiken van doelvegetaties. Ten eerste vormt de fosforbeschikbaarheid de belangrijkste bottle-neck bij de omvorming van landbouwgronden naar natuur. Fosfaat adsorbeert sterk aan de bodem (vooral aan ijzer- en aluminiumoxiden), waardoor na het stoppen van de mestgift de bemestingsgeschiedenis nog erg lang in de bodem zichtbaar blijft. Stikstof vormt meestal een minder groot probleem dan fosfor bij het omvormen van landbouwgronden naar natuur. Stikstof in de vorm van nitraat spoelt gemakkelijk uit. Ammonium adsorbeert wel aan de bodem, maar zal onder aërobe omstandigheden deels worden omgezet in nitraat (Lamers et al., 2005). Tijdens periodiek hoge waterstanden vindt denitrificatie plaats, waarbij nitraat wordt omgezet in stikstofgas en uit het systeem verdwijnt. Door deze processen verdwijnt stikstof eerder uit het systeem dan fosfor. Ten tweede blijkt de concentratie plantbeschikbaar fosfor een goede voorspellende factor te vormen voor de biodiversiteit en het graslandtype dat zich op een bodem kan ontwikkelen (Gilbert et al., 2009).

Database B-ware

In de Landschapsleutel is ervoor gekozen om de concentratie plantbeschikbaar fosfor uit te drukken als Olsen-P: de concentratie fosfor die uit de bodem vrijgemaakt kan worden door extractie met HCO_3^- (Olsen et al., 1954). Concentraties zijn uitgedrukt per liter bodem. Omdat planten wortelen in een bepaald bodemvolume zijn deze volumeconcentraties representatiever voor de beschikbaarheid dan concentraties uitgedrukt per massa.

Van onderzoeken waarin de dichtheid van de bodem niet bepaald is, is een schatting gemaakt van de dichtheid van de bodem aan de hand van het organische-stofgehalte.

De database van onderzoekcentrum B-ware bestaat uit meer dan 2400 vegetatie-opnamen met bijbehorende bodem-, bodemvocht- en oppervlaktewaterkarakteristieken. Deze opnamen zijn afkomstig van onderzoek dat sinds de jaren '80 aan natuurgebieden is uitgevoerd. Naast deze database is gebruik gemaakt van gegevens die zijn aangeleverd van bodemkarakteristieken van locaties waarvan bekend was dat er een goed ontwikkelde plantengemeenschap aanwezig was. Onder andere bestonden de bodemdata uit data die verzameld zijn van referentiepunten van Staatsbosbeheer (Hommel et al., 2006; Arts en Smolders, 2008a, 2008b), onderzoek aan heides en heischrale graslanden (Kleijn et al., 2008; De Graaf et al., 2009), onderzoek aan broekbossen (Lucassen et al., 2006), onderzoek aan zinkvegetaties (Lucassen et al., 2008), onderzoek aan uiterwaarden (Anteunisse et al., 2005), data van kalkgraslandvegetaties (M. Weijters en R. Bobbink, B-ware) en data van laagveenonderzoek (C. Cusell, Universiteit van Amsterdam; J. Geurts, Radboud Universiteit Nijmegen en J. Sarneel, NIOO/Universiteit Utrecht).

Methodiek

Uit de database zijn vegetatie-opnamen geselecteerd van goed ontwikkelde associaties. Opnamen uit slecht ontwikkelde associaties zijn buiten beschouwing gelaten. Er is binnen de plantengemeenschappen geen onderscheid gemaakt tussen groeiplaatsen. Groeiplaatsen op bijvoorbeeld kleibodems en op veenbodems zijn samen binnen het type beschouwd. Van de gewenste parameters werd vervolgens het 10- en 90-percentiel genomen als uitgangspunt voor grenswaarden. Deze grenswaarden zijn vervolgens op grond van expert-judgement (door o.a. E. Brouwer, A. Smolders, R. Bobbink en M. van Mullekom) bijgesteld. In het expertjudgement zijn ervaringen uit andere onderzoeken en beoordeling van de gebruikte locaties van de onderzoekslocaties meegenomen. Omdat in verschillende onderzoeken uit de database andere bodemparameters zijn gemeten, waren niet altijd van alle parameters voldoende data voorhanden. Als van deze parameters op grond van expertjudgement geen betrouwbare inschatting gegeven kon worden, zijn gemeenschappen samengevoegd (bij gemeenschappen met een vergelijkbare abiotiek) of zijn geen data opgevoerd.

4.7 Landhoedanigheden

4.7.1 Actuele toestand

Landhoedanigheden hebben betrekking op de actuele toestand van een ecosysteemfactor en die kan afwijken van de voor de vegetatie gewenste toestand. De gewenste toestand is in de Landschapsleutel opgenomen in termen van gewenste klassengrenzen of trajecten van primaire of secundaire factoren. Om de actuele situatie in het veld te kunnen vaststellen moet bekend zijn welke variabelen dan het beste kunnen worden gemeten en hoe deze moeten worden gemeten. In deze paragraaf geven we alleen een opsomming van de variabelen die wij hebben geselecteerd (tabel 2). De verantwoording daarvan en de meetprotocollen om die variabelen te kunnen meten hebben we in een afzonderlijk pdf-document *Protocollen* ondergebracht dat vanuit de digitale sleutel kan worden opgeroepen. In het Protocollen document worden afzonderlijke paragrafen gewijd aan bodembemonsteringsstrategieën en aan richtlijnen voor een ecohydrologische systeemanalyse.

Tabel 2

Overzicht van variabelen die van belang zijn voor de analyse van een landschapsecologisch systeem en waarvan de bepalingmethoden in het protocollen-document worden beschreven.

| Primaire factoren | Variabele | Secundaire factoren | Variabele |
|---|---|--------------------------------|--|
| Geomorfologische en Bodemkundige informatie | p.m | Zuur- en basentoestand | Zuurgraad |
| Grondwaterstanden | Grondwaterstanden Stijghoogten Grondwaterstandsduurlijnen | | Basenverzadiging pH-profielen |
| Grondwatertrappen | GHG, GVG, GLG | Vochttoestand Redoxtoestand | |
| Hydrochemische factoren | Kat- en anionen Chloride Ionenratio en EGV Ionenbalansen | Fosfaattoestand | P-totaal C/P verhouding PSI, Pw Olsen P-extractie |

(Bodem)bemonsteringsstrategieën

Ecohydrologische systeemanalyse

4.7.2 Integratie en documentatie van informatie

Het Protocollen-document vormt tevens een checklist voor alle informatie die nodig is voor een landschapsecologische systeemanalyse. Deze checklist kan tevens leidend zijn voor de inhoudsopgave van een document waarin wordt gerapporteerd over de belangrijkste bevindingen van een geanalyseerd gebied. Door integratie van deze informatie ontstaat een overzicht van het functioneren van het Landschapsecologisch Systeem waarvan het in te richten gebied deel uitmaakt (zie ook van der Molen, 2010). Daarbij kunnen bijv. de belangrijkste patronen en processen met elkaar in verband worden gebracht in doorsneden of blokdiagrammen van het landschap. Doorsneden of blokdiagrammen zijn een goed middel om het voorkomen van soorten of vegetaties te combineren met abiotische gegevens of processen, zoals bijvoorbeeld reliëf en waterkwaliteitsmetingen (bv. met Stiff-diagrammen) en grondwaterstromingen.

Ook door Klaver en Smeenge (2010) worden handvatten gegeven op welke wijze de bevindingen van een landschapsecologische visie kunnen worden gebruikt als basis voor een inrichtingsadvies. In bijlage 2 is als indicatie een format gegeven voor een inhoudsopgave van een dergelijk inrichtingsadvies.

5 Identificatie watertypen

5.1 Vragenlijsten

De methodiek waarmee een watertype geselecteerd wordt, begint met het selecteren van het hydrobiologische district waar de gebruiker een waterelement wil verbeteren of ontwikkelen. De hydrobiologische districten verschijnen in de Landschapsleutel op het moment dat er besloten moet worden welk watertype in een bepaald landschap kan voorkomen. Per hydrobiologisch district is een selectie gemaakt van de watertypen die er voor kunnen komen. Vanuit dit overzicht doorloopt de gebruiker vragenlijsten, die met ja of nee beantwoord dienen te worden. De antwoorden op de vragen leiden tot de identificatie van een watertype. Waar nodig verschijnt in een venster ter ondersteuning een toelichting op de vragen.

5.2 Toewijzing watertypen

De watertypen zijn aan de hand van abiotiek en biotiek, gekoppeld aan de milieuomstandigheden waaronder het type zich optimaal ontwikkelt, beschreven in de Aquatisch Supplementen van EC-LNV (Aarts, 2000; Higler, 2000; Jaarsma en Verdonschot, 2000a, 2000b, 2000c; Nijboer, 2000; Nijboer et al., 2000; Van Beers en Verdonschot, 2000; Van der Molen, 2000; Verdonschot, 2000a, 2000b; Verdonschot en Janssen, 2000). De beschrijving gaat uit van de natuurlijke ecologische situatie van een watersysteem. Er worden dertien hoofdwatertypen onderscheiden: bronnen, beken, wateren in rivierengebied, brakke binnenwateren, poelen, sloten, laagveenwateren, wingaten, Rijksmeren, regionale kanalen, Rijkskanalen, zoete duinwateren, en vennen. Omdat Rijksmeren, Rijkskanalen en rivieren onder beheer van het Rijk vallen en dus niet particulier aangelegd of beheerd kunnen worden, zijn deze wateren niet in de Landschapsleutel opgenomen.

Voor Landschapsleutel zijn de in Aquatisch Supplementen beschreven watertypen aangepast op hun voorkomen binnen de verschillende hydrobiologische districten van Nederland. Verder maakt de watertypenindeling in de Landschapsleutel onderscheid tussen natuurlijke en kunstmatige wateren. De combinatie van de indeling naar hoofdwatertypen door Aquatisch Supplementen en het voorkomen van de watertypen binnen de verschillende hydrobiologische districten heeft tot de volgende indeling van hoofdwatertypen in Landschapsleutel geleid (naar CUWVO, 1988): Wateren van rivierstelsels, functionele gegraven wateren, stagnante oorspronkelijke wateren, stagnante wateren ontstaan door menselijke invloed, brakke en zoute wateren. Deze hoofdwatertypen zijn verder verdeeld in steeds kleinere clusters van met elkaar verwante watertypen.

5.3 Achtergrondinformatie

Van het geïdentificeerde watertype wordt informatie getoond over de typering, hoofdfactoren en verwantschap met andere wateren. Ook kan informatie over fysisch-chemische parameters gevraagd worden. Voor het beantwoorden van vragen uit de vragenlijst kunnen extra bronnen nodig zijn, zoals een geomorfologische of historische kaart. Een verwijzing naar deze bronnen is opgenomen in de Landschapsleutel.

5.4 Actuele toestand

De watertypen zijn aan de hand van abiotiek en biotiek, gekoppeld aan de milieuomstandigheden waaronder het type zich optimaal ontwikkelt. Voor het meten van parameters waarmee de actuele toestand kan worden vastgesteld en voor methoden van monitoring bestaan diverse handboeken (zie Protocollen document). Het handboek hydrobiologie van STOWA (Beers et al., 2010), de Handleiding voor hydrobiologische milieu-inventarisatie (Van der Hammen et al., 1994) en het Handboek biologische waterbeoordeling (De Lange en De Ruiter, 1977) kunnen hiervoor gebruikt worden.

6 Literatuur

Aarts, H.P.A., 2000. Natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren deel 11, Rijkskanalen. Rapport ECLNV nr. AS11, Wageningen.

Antheunisse, A.M. R. Loeb, L.P.M. Lamers en J.T.A. Verhoeven, 2006. Regional differences in nutrient limitation in floodplains of selected European rivers: Implications for rehabilitation of characteristic floodplain vegetation. *River Research and Applications* 22: 1039-1055.

Arts, G.H.P. en G. van Duinhoven, 2000. Sleutelen aan vennen. Brochure. Overlevingsplan Bos+Natuur. Uitgave expertisecentrum LNV, Wageningen.

Arts, G.H.P. en A.J.P. Smolders, 2008a. Selectie van referentiepunten voor aquatische vegetatietypen voor het Staatsbosbeheer-project terreincondities. Fase 1 aquatisch: resultaten inventarisatie 2005. Alterra-rapport 1802. Alterra/B-ware, Wageningen/Nijmegen.

Arts, G.H.P. en A.J.P. Smolders, 2008b. Selectie van referentiepunten voor aquatische vegetatietypen voor het Staatsbosbeheer-project terreincondities. Fase 2 aquatisch: resultaten inventarisatie 2006. Alterra-rapport 1803. Alterra/B-ware, Wageningen/Nijmegen.

Bal, et al., 2001. Handboek Natuurdoeltypen, tweede geheel herziene editie. Expertisecentrum LNV. Wageningen

Beers, M., R. Bijkerk, G. Bonhof, B. Brans, R. Buskens, H. Coops, H. van Dam, K. Fockens, J. Kampen, B. van Maanen, A. Mertens, M. Moeleker, R. Nieuwenhuis, J. Pilon, R. Pot, Jos Spier, M. Swarte, O. van Tongeren, R. Torenbeek, J. Vermaat, A. Wagenvoort, M. Wilhelm en M. de Wit, 2010. Handboek hydrobiologie. R. Bijkerk (ed.) Rapportnummer 2010-28 ISBN 978.90.5773.490.8, STOWA, Amersfoort.

Beets, C.P., P.W.F.M. Hommel en R.W. de Waal, 2000. Selectie van referentiepunten t.b.v. het SBB-project terreincondities: resultaten inventarisatie 1999. Staatsbosbeheer, Driebergen.

Beets, C.P., P.W.F.M. Hommel en R.W. de Waal, 2001. Selectie van referentiepunten t.b.v. het SBB-project terreincondities: resultaten inventarisatie 2000. Staatsbosbeheer, Driebergen.

Beets, C.P., P.W.F.M. Hommel en R.W. de Waal, 2002. Selectie van referentiepunten t.b.v. het SBB-project terreincondities: resultaten inventarisatie 2001. Staatsbosbeheer, Driebergen.

CUWVO, 1988. Ecologische normdoelstellingen voor Nederlandse oppervlaktewateren, Coördinatiecommissie Uitvoering Wet Verontreiniging Oppervlaktewater werk-groep V-1, 1988.

Graaf, M.C.C. de, R. Bobbink, N.A.C. Smits, R. van Diggelen en J.G.M. Roelofs, 2009. Biodiversity, vegetation gradients and key biogeochemical processes in the heathland landscape. *Biological Conservation* 142: 2191-2201.

Lange, L. de en M.A. de Ruiter (red.), 1977. Biologische waterbeoordeling. Methoden voor het beoordelen van Nederlands oppervlaktewater op biologische grondslag. Werkgroep Biologische Waterbeoordeling. Instituut voor Milieuhygiëne en Gezondheidstechniek TNO. 251 pp.

Delft, S.P.J. van, J. Holtland, J.R. Runhaar, P.Mekkinck en P.C. Jansen, 2002. Verdrogingskartering in natuurgebieden. Proefkartering Beekvliet. Wageningen. Alterra. Alterra-rapport 566.2.

Gilbert, J., D. Gowing en H. Wallace, 2009. Available soil phosphorus in semi-natural grasslands: Assessment methods and community tolerances. *Biological Conservation* 142: 1074-1083.

Higler, B., 2000. Natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren deel 7, Laagveenwateren. Rapport ECLNV nr. AS07, Wageningen.

Hommel, P.W.F.M, E. Brouwer, E.C.H.E.T. Lucassen, A.J.P. Smolders en R.W. de Waal, 2006. Selectie van ecologisch relevante bodemeigenschappen. Een verkennend onderzoek aan de hand van 92 SBB-referentiepunten. Alterra-rapport 1445, Alterra/B-ware, Wageningen/ Nijmegen.

Jaarsma, N.G. en P.F.M. Verdonschot, 2000a. Natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren deel 5, Poelen. Rapport ECLNV, nr. AS05, Wageningen.

Jaarsma, N.G. & P.F.M. Verdonschot, 2000b. Natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren deel 8, Wingaten. Rapport ECLNV, nr. AS08, Wageningen.

Jaarsma N.G. en P.F.M. Verdonschot, 2000c. Natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren deel 10, Regionale kanalen. Rapport ECLNV, nr. AS10, Wageningen.

Jalink, M.H., J. Grijpstra, A.C. Zuidhoff, 2003. Hydro-ecologische systeemtypen met natte schraallanden in Pleistoceen Nederland. Expertisecentrum LNV. Rapport EC-LNV 2003/225 O, Wageningen.

Jansen, P.C. en H. Runhaar, 2000. Afwegingen bij het vaststellen van het optimale grondwaterregime voor Natuurgebieden. *Stromingen* 6(1): 21-32.

Jenny, H., 1980. *The Soil Resource. Origin and Behavior.* Ecological Studies 37. Springer-Verlag, New-York.

Kemmers, Rolf, Rein De Waal, Bas van Delft en Peter Mekkinck, 2002. Ecologische typering van bodems; Actuele informatie over bodemkundige geschiktheid voor natuurontwikkeling. *Landschap* 19: 89-103,

Klaver, B. en H. Smeenge, 2010. Handleiding Praktisch Veldonderzoek ten behoeve van een landschapsecologische systeemanalyse. Dienst Landelijk Gebied, Arnhem.

Kleijn D., R.M. Bekker, R. Bobbink, M.C.C. de Graaf en J.G.M. Roelofs, 2008. In search for key biogeochemical factors affecting plant species persistence in heathland and acidic grasslands: a comparison of common and rare species. *Journal of Applied Ecology* 45: 680-687.

Klijn, F., 1997. A hierarchical approach to ecosystems and its implications for ecological land classification; with examples of ecoregions, ecodistricts and ecoseries of the Netherlands. Thesis Leiden University.

Lamers, L., E. Lucassen, F. Smolders en J. Roelofs 2005. Fosfaat als adder onder gras bij 'nieuwe natte natuur'. *H2O* 38(17): 28-30.

Lamers, L. (red.), J. Geurts, B. Bontes, J. Sarneel, H. Pijnappel, H. Boonstra, J. Schouvenaars, M. Klinge, J. Verhoeven, B. Ibelings, E. van Donk, W. Verberk, B. Kuijper, H. Esselink en J. Roelofs 2006. Onderzoek ten behoeve van het herstel en beheer van Nederlandse laagveenwateren. OBN Eindrapportage 2003-2006 (Fase 1). Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Directie Kennis, Ede.

Lucassen, E.C.H.E.T., A.J.P. Smolders, G. Boedeltje, P.J.J. van den Munckhof en J.G.M. Roelofs, 2006. Groundwater input affecting plant distribution by controlling ammonium and iron availability. *Journal of Vegetation Science* 17: 425-434.

Lucassen, E.C.H.E.T., J. Eygensteyn, R. Bobbink, A.J.P. Smolders, B.P. van Riet, D.J.C. Kuijpers en J.G.M. Roelofs, 2008. The decline of metallophyte vegetation in floodplain grasslands: Implications for conservation and restoration. *Applied Vegetation Science* 12: 69-80.

Mol, A.W.M., 1985. Hydrobiologische districten in Nederland. Rijksinstituut voor Natuurbeheer Arnhem, Leersum en Texel. RIN-rapport 85/7, 49 p.

Nijboer, R., 2000. Natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren deel 6, Sloten. Rapport ECLNV, nr. AS06, Wageningen.

Nijboer, R., N.G. Jaarsma, P.F.M. Verdonschot, D.T. van der Molen, N. Geilen en J. Backx, 2000. Natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren deel 3, Wateren in het Rivierengebied. Rapport ECLNV, nr. AS03, Wageningen.

Olsen, S.R., C.W. Cole, R. Watanabe en L.A. Dean, 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. US Dpt. of Agriculture circular 939.

Oosterbaan, A., J.J. de Jong, J.K. van Raffe en C.M. van der Heide, 2006. Kosteneffectiviteit van beheer van bos- en natuurterreinen. Methode. Een onderzoekmethode voor het bepalen van de verhouding tussen kosten en effecten van verschillende maatregelpakketten voor het beheer van natuurterreinen. Wageningen : Alterra, 2006 (Alterra-rapport 1400) - p. 35.

Oosterbaan, A., A. de Jong en A.T. Kuiters, 2008. Vernieuwing in ontwikkeling en beheer van natuurgraslanden op voormalige landbouwgrond op droge zandgronden. Alterra-rapport 1669, Alterra, Wageningen, 57 p.

Runhaar, J., 2010. Invloed grondwaterstanden op standplaatscondities en vegetatie. Rapport BTO 2010.043 (s). KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein.

Runhaar, J., J.C. Gehrels, G. van der Lee, S.M. Hennekens, G.W.W. Wamelink, W. van der Linden en P.G.B. de Louw, 2002. Doelrealisatie natuur. STOWA, Utrecht. Rapportnummer 2002-26, Waternoodrapport 5.

Runhaar, J. en S.M. Hennekens, 2005. Hydrologische randvoorwaarden natuur Versie 2.1. Gebruikershandleiding bij applicatie Hydrologische randvoorwaarden Natuur (www.synbiosys.alterra.nl/waternood).

Runhaar, J., M.H. Jalink en M. Fellingner, 2009. De ecologische eisen van Natura 2000. Vakblad Natuur, Bos en Landschap 6(4): 12-13.

Schaminée, J.H.J en A.J.M. Jansen (red.), 1997. Wegen naar natuurdoeltypen; ontwikkelingsreeksen en hun indicatoren voor herstelbeheer en natuurontwikkeling (sporen A en B). Publicatie 26. IKC Natuurbeheer, Wageningen.

- Schaminée, J.H.J en A.J.M. Jansen (red.), 2001. Wegen naar natuurdoeltypen 2; ontwikkeling-reeksen en hun indicatoren voor herstelbeheer en natuurontwikkeling (sporen B en C). Publicatie 46. IKC Natuurbeheer, Wageningen.
- Schaminée, J.H.J., E.J. Weeda en V. Westhoff, 1995. De vegetatie van Nederland deel 2: wateren, moerassen en natte heiden. Opulus Press, Uppsala/Leiden.
- Schaminée, J.H.J., A.H.F. Stortelder en E.J. Weeda, 1996. De vegetatie van Nederland deel 3: graslanden, zomen en droge heiden. Opulus Press, Uppsala/Leiden.
- Schaminée, J.H.J., E.J. Weeda en V. Westhoff, 1998. De vegetatie van Nederland deel 4: kust en binnenlandse pioniermilieus. Opulus Press, Uppsala/Leiden.
- Schipper, P.C. en M.J. Nooren m.m.v. W.J. Holtland en C.J.S. Aggenbach, 2007. Methode en toepassing. Deel 1 in de reeks "Indicatorsoorten voor verdroging, verzuring en eutrofiëring van plantengemeenschappen in negen belangrijke landschapstypen". Staatsbosbeheer, Driebergen.
- Smeenge, H., B. Klaver, E. Brouwer, A. Jansen, R. Kemmers, B. van Delft, J. Holtland en N. Straathof, 2008. Natuurontwikkeling in de EHS, nu zorgen voor kwaliteit! Vakblad Natuur, Bos en Landschap pp. 26-29.
- Smeenge, H. en B. Klaver, 2010. Format SKNL- Inrichtingsadvies. Dienst Landelijk Gebied, Arnhem.
- Stortelder, A.H.F., J.H.J. Schaminée en P.W.F.M. Hommel, 1999. De vegetatie van Nederland deel 5: ruigten, struwelen en bossen. Opulus Press, Uppsala/Leiden.
- Van Beers, P.W.M. van en P.F.M. Verdonschot, 2000. Natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren deel 4, Brakke binnenwateren. Rapport ECLNV, nr. AS04, Wageningen.
- Hammen H. van der, T.H.L. Claassen en P. F. M. Verdonschot (eds.), 1984. Handleiding voor hydrobiologische milieu-inventarisatie. Haarlem. 61 p. + bijlage.
- Molen, D.T. van der, 2000. Natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren deel 9, Rijkswateren. Rapport ECLNV, nr. AS09, Wageningen.
- Wirdum, G. van, 1981. Linking up the natec subsystem in models for the water management. CHO-TNO Proc. And inf. 27: 108-128.
- Verdonschot, P.F.M., 2000. Natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren deel 1, Bronnen. Rapport ECLNV, nr. AS01, Wageningen.
- Verdonschot, P.F.M., 2000. Natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren deel 2, Beken. Rapport ECLNV, nr. AS02, Wageningen.
- Verdonschot, P.F.M. en S.N. Janssen, 2000. Natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren deel 12, Zoete duinwateren. Rapport ECLNV nr. AS12, Wageningen.
- Molen P.C. van der, 2010. Ecohydrologische systeemanalyse. Dienst Landelijk Gebied-SOI, Utrecht.

Weeda, E.J., J.H.J. Schaminée en L. van Duuren m.m.v. S.M. Hennekens, A.C. Hoegen en A.J.M. Jansen, 2000. Atlas van Plantengemeenschappen in Nederland deel 1: wateren, moerassen en natte heiden. KNNV Uitgeverij, Utrecht.

Weeda, E.J., J.H.J. Schaminée en L. van Duuren m.m.v. S.M. Hennekens, A.C. Hoegen en A.J.M. Jansen, 2002. Atlas van Plantengemeenschappen in Nederland deel 2: graslanden, zomen en droge heiden. KNNV Uitgeverij, Utrecht.

Weeda, E.J., J.H.J. Schaminée en L. van Duuren m.m.v. S.M. Hennekens, A.C. Hoegen en A.J.M. Jansen, 2003. Atlas van Plantengemeenschappen in Nederland deel 3: kust en binnenlandse pioniermilieus. KNNV Uitgeverij, Utrecht.

Weeda, E.J., J.H.J. Schaminée en L. van Duuren m.m.v. S.M. Hennekens, A.C. Hoegen en A.J.M. Jansen, 2005. Atlas van Plantengemeenschappen in Nederland deel 3: bossen, struwelen en ruigten. KNNV Uitgeverij, Utrecht.

Bijlage 1 Toelichting Eco regio's

Deze bijlage geeft een verantwoording van de gekozen onderverdelingen van Eco regio's. De beschrijving van de regio's is globaal en gebaseerd op raadpleging van diverse bronnen. Voor een uitvoerige beschrijving van Nederlandse landschappen verwijzen we o.a. naar Berendsen (2008), Landschappelijk Nederland. Van Gorkum Assen.

De indeling in ecosecties, ecoseries en primaire standplaatsen zijn gebaseerd op analoge beslisschema's die een schematisch overzicht geven van criteria en de indelingen. Deze beslisschema's waren vooral indicatief bedoeld en vormden het uitgangspunt voor de digitale versie van de sleutel. Bij het uitwerken van de digitale sleutel kwamen vaak nieuwe criteria en indelingen naar voren. Wij hebben daarom ervan afgezien de oorspronkelijke analoge schema's in deze bijlage op te nemen. In de digitale versie zijn zowel de beslisschema's als de indelingen zo veel mogelijk dekkend gemaakt voor het gehele grondgebied van Nederland, maar pretenderen niet compleet te zijn. Voor elke regio worden de landschappelijke verspreiding van de ecosecties en ecoseries schematisch weergegeven.

In de digitale sleutel geven we in de vorm van oproepbare pdf-documenten een typering van de verschillende ecosecties die binnen de regio's voorkomen om de herkenbaarheid te vergroten.

Bronnen:

- De bodemkaart van Nederland (1 : 50.000), div. kaartbladen.
- Toelichting op De Geomorfologische Kaart van Nederland (1: 50.000).
- Algemeen Hoogtebestand van Nederland.
- Bakker, H. de en W.P. Locher, 1987. Bodemkunde van Nederland, deel 2, Bodemgeografie.
- Ten Cate J.A.M., A.F. van Holst, H. Kleijer en J. Stolp, 1995. Handleiding bodemgeografisch onderzoek; richtlijnen en voorschriften. Deel A: Bodem.
- Doing, H., 1988. Landschapsoecologie van de Nederlandse Kust. Stichting Duinbehoud, Leiden.
- Grootjans, A.P., E.J. Lammerts en F. van Beusekom, 1995. Kalkrijke duinvalleien op de Waddeneilanden; Ecologie en regeneratiemogelijkheden. KNNV. Utrecht.
- Oosten, M.F. van., 1986. Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50.000. Toelichting bij de kaarten van de Waddeneilanden Vlieland, Terschelling, Ameland en Schiermonnikoog. Stichting voor Bodemkartering. Wageningen.
- Berendsen, H.J.A.J., 2008. Landschappelijk Nederland. Van Gorkum. Assen.
- Vries, J.J. de, 1974. Groundwater flow systems and stream nets in the Netherlands. Rodopi. Amsterdam.
- Kemmers, R.H. en R.W. de Waal, 1999. Ecologische typering van bodems; deel 1: Raamwerk en humusvormtypologie. DLO-Staring Centrum. Rapport 667-1. Wageningen.
- Hommel, P.W.F.M., R.J. Bijlsma, K.A.O. Eichhorn, R.H. Kemmers, J. de Ouden, J.H.J. Schaminee, R.W. De Waal, M.F. Wallis de Vries en B.J.C. Willers, 2010. Mogelijkheden voor herstelbeheer in hellingbossen op kalkrijke bodem in Zuid-Limburg. Min. LNV, Directie Kennis en Innovatie. Rapport DKI 2010/dk140-O. Den Haag.

1. De Hogere Zandgronden

Voor de hogere zandgronden zijn moeder materiaal en hydrologie de belangrijkste factoren die een primaire standplaats karakteriseren. De bodemkaart en de geomorfologische kaart zijn belangrijke bronnen met informatie over deze factoren.

Ecosecties

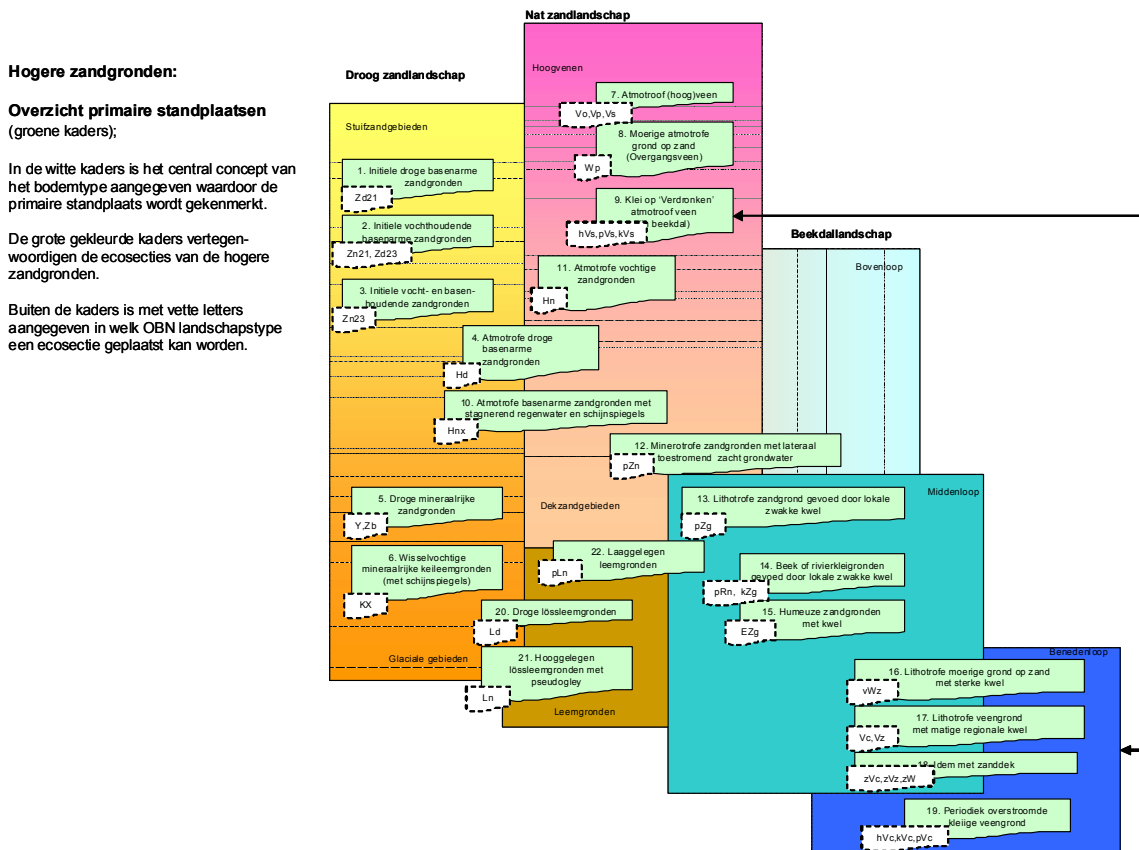
Binnen de hogere zandgronden zijn op basis van de geomorfologische kaart vijf ecosecties onderscheiden: dekzandgebieden, stuifzandgebieden, glaciële gebieden, hoogvenen en beekdalen (figuur 1). Een complicerende factor is dat ecosecties ruimtelijk niet van elkaar gescheiden hoeven voor te komen. Zo kunnen in bepaalde delen van een stuwwal in latere fasen dekzandpakketten of stuifzanden zijn afgezet.

Ecoseries

Een ecoserie is een ruimtelijke eenheid binnen een ecosectie die overeenkomt in substraateigenschappen en eigenschappen die via bodemvormende (o.a. hydrologische) processen worden bepaald.

Primaire standplaatsen

Voor de hogere zandgronden speelde de hydro-ecologische systeemtypologie van Pleistoceen Nederland een belangrijke rol bij de karakterisering van de primaire standplaatsen. Er is gekozen voor een globale hydro-ecologische typering, gebaseerd op generieke hydrologische kenmerken. Deze kenmerken zijn eenvoudiger en eenduidiger te combineren met die van de ecologische bodemtypologie. Bovendien blijken hydrologische en bodemkundige kenmerken vaak sterk gecorreleerd en moeilijk van elkaar te scheiden.



Figuur 1

Schematische overzicht van de indeling van de hogere zandgronden in ecosecties, ecoseries en primaire standplaatsen met verwijzing naar OBN landschappen.

1.1 Glaciale gebieden (hz1)

Glaciale gebieden bestaan uit rivierzanden die voor de Saale ijstijd door Rijn, Maas en Vecht zijn afgezet en tijdens de Saale ijstijd zijn opgestuwd tot de zgn. stuwwallen (ook wel: gestuwde praeglaciale zanden). Het betreft over het algemeen gronden die door hun hoge ligging over het algemeen buiten de invloedssfeer van het grondwater zijn gelegen. Binnen de glaciale gebieden onderscheiden we drie ecoserie: leemhoudende stuwwallen (hz1a), keileemopduikingen (hz1b), puinwaaiers en leemarme stuwwallen (hz1c).

De rivierzanden van oostelijke herkomst zijn mineralogisch arm waardoor humuspodzolen tot ontwikkeling zijn gekomen: haarpodzolen (bodemcode Hd). Rivierzanden van Rijn en Maas zijn mineralogisch rijk waardoor ze minder makkelijk verweren en er geen humuspodzolen maar moderpodzolen (bodemcode Y) tot ontwikkeling zijn gekomen. Door verstuiving van fijnere fracties van praeglaciaal zand kunnen jongere mineralogisch rijke gronden zijn afgezet waarop nog geen bodemontwikkeling heeft plaatsgevonden: de vorstvaaggronden of duinvaaggronden met een moderpodzol-B-horizont. Deze laatste twee gronden rekenen we samen met de moderpodzolgronden tot dezelfde ecoserie: leemhoudende stuwwallen. Keileemgronden worden op de bodemkaart duidelijk onderscheiden op basis van een slecht doorlatende keileemlagen (bodemcode KX). Droge en natte Leemgronden komen voor in lösslemafzettingen ten zuiden van Groesbeek, waar de löss in de luwte van de stuwwal is afgezet. Door de textuursprong van de zandige löss naar het onderliggende grove zand wordt de infiltratie van neerslagwater verstoord en blijft de leem lang nat, waardoor zgn. pseudogleyverschijnselen ontstaan. Ook in Beekdalen kunnen laaggelegen leemgronden voorkomen (pLn)

1.2 Stuifzandgebieden (hz2)

De stuifzandgebieden rekenen we tot het droge zandlandschap. In totaal zijn drie ecoseries in het stuifzandlandschap onderscheiden: landduinen (hz2a), forten en overstoven laagten (hz2b) en uitgestoven laagten (hz2c). Alle stuifzandgronden worden bodemkundig getypeerd als vaaggrond, omdat ze bodemkundig te jong zijn voor een duidelijke profielontwikkeling. Alleen bij gedetailleerde bodemkarteringen (1 : 10 000) worden nadere profielkenmerken soms onderscheiden. Stuifzanden die over een oud bodemprofiel zijn gestoven worden aangeduid als duinvaaggronden (bodemcode Zd). Stuifzanden die zijn afgezet op een eerder weggestoven ondergrond zonder profiel worden getypeerd als vlakvaaggronden (bodemcode Zn). Als opstuiving met een fijnere leemfractie heeft plaatsgevonden, zonder profielontwikkeling wordt er gesproken van vorstvaaggronden; later kunnen zich in deze rijkere gronden moderpodzolen hebben ontwikkeld. Mineralogisch zijn beide gronden relatief rijk, zodat we hen hebben afgesplitst en doorgelinkt naar de glaciale gebieden. Het uitstuiven kan tot gevolg hebben gehad dat het stuifzand direct op keileem, een ijzerrijke ondergrond of een grofzandig pakket is afgezet. Informatie daarover wordt alleen gegeven op gedetailleerde bodemkaarten. Ook kan het uitstuiven tot op het grondwater hebben plaatsgevonden waardoor aquatische ecosystemen tot ontwikkeling zijn gekomen.

1.3 Dekzandgebieden (hz3)

In het dekzandgebied hebben we zes ecoseries onderscheiden: Leemarme droge dekzandgebieden (hz3a), Lemige dekzandgebieden en dekzand op leem (hz3b), Oude bouwlanden (hz3c), Vochtige dekzandlaagten (hz3d), Grondwatergevoede vennen (hz3e) en Regenwatergevoede vennen (hz3f).

De Leemarme droge dekzandgebieden hebben we afgescheiden van de Vochtige dekzandlaagten op basis van het voorkomen van xeropodzolgronden (Bodemcode Hd). In de Vochtige dekzandlaagten hebben we nader onderscheid gemaakt naar moerige gronden en minerale gronden. Veengronden in het dekzandgebied worden naar andere secties doorgelinkt.

Binnen de vochtige dekzandlaagten komt een groot aantal overgangen voor, niet alleen tussen primaire standplaatsen maar ook tussen ecosecties en zelfs ecoregio's. Dit uit zich erin dat verschillende primaire standplaatsen in verschillende landschapstypen kunnen voorkomen, omdat ze in een overgang naar andere landschapstypen zijn gelegen. In geval van een combinatie van meerdere bodemtypen gaan gradiënten een belangrijke rol spelen. Een aantal van deze gradiënten zijn karakteristiek voor een boven-, midden- of benedenloop van een beekdal.

In de vochtige dekzandgebieden kan veenvorming hebben plaatsgevonden onder invloed van hoge grondwaterstanden wat zich uit in de aanwezigheid van veengronden (bodemcode V) of moerige gronden (bodemcode W). Wij hebben veengronden toegekend aan de ecoserie 'hoogveen' bij aanwezigheid van kenmerken die op regenwaterinvloed wijzen, zoals de aanwezigheid van veenmosveen (Vs) of een podzol (Vp) in de ondergrond. In dat geval wordt de gebruiker door de Landschapsleutel verwezen naar de sectie van de hoogveengronden.

Afwezigheid van veenmosveen (V) of aanwezigheid van zeggeveen (Vc) dan wel ondiep voorkomen van zand zonder podzolkenmerken wijst op lithotrofe invloed en aanwezigheid van permanente (regionale) kwel. De redenering daarbij is dat zeggeveenvorming permanent anaerobe omstandigheden (lees kwel) verlangt. Dat is slechts mogelijk indien er een groter (i.e. regionaal) hydrologisch systeem aan ten grondslag ligt. Omdat uit een theoretische hydrologische systeemanalyse van het Nederlandse landschap (De Vries, 1979) geconcludeerd moet worden dat regionale hydrologische systemen van de Nederlandse zandlandschappen slechts en beperkte kwelflux kunnen genereren, hebben we dergelijke standplaatsen beoordeeld afhankelijk te zijn van een matige kwel.

Bij moerige gronden wijst aanwezigheid van podzolkenmerken (Wp) op langdurige, maar niet permanente natte omstandigheden en een beperkte drainage van regenwater. Wij beschouwen dit als een overgangsvveen tussen zand en hoogveen. Moerige gronden zonder podzolkenmerken (broekeerdgronden: Wz) beschouwen we als een indicatie voor lithotrofe invloeden met tijdelijk sterke kwel.

Ten slotte blijven de minerale gronden over omdat die te droog zijn voor veenvorming. Ook hier zijn profielkenmerken die samenhangen met hydrologische processen doorslaggevend geweest voor toewijzing aan een bepaalde primaire standplaats. Gooreerdgronden (pZn) nemen hydrologisch een positie in tussen veldpodzolen (Hn) met infiltratie en beekeerdgronden (pZg) met kwel. Gooreerdgronden ontvangen periodiek lateraal toestromend water dat nog nauwelijks is aangerijkt met mineralen vanuit de hoger gelegen veldpodzolgronden. De beekeerdgronden zijn aangerijkt door kalk- en/of ijzerrijk grondwater via lokale kwel die echter onvoldoende is voor permanent natte condities en veenvorming.

1.4 Hoogvenen (hz4)

In de vochtige dekzandgebieden kan veenvorming hebben plaatsgevonden onder invloed van hoge grondwaterstanden wat zich uit in de aanwezigheid van veengronden (bodemcode V) of moerige gronden (bodemcode W). In totaal hebben we vier ecoseries onderscheiden: hoogveendijken en restruggen (hz4a), levend hoogveen (hz4b), overgangsvvenen (hz4c) en wijken (hz4d). Veengronden of moerige gronden zijn toegekend aan de ecoserie 'hoogveen' bij aanwezigheid van kenmerken die op regenwaterinvloed wijzen, zoals de aanwezigheid van veenmosveen (Vs, Vo) of een podzol (Vp) in de ondergrond. Bij hoogveenvorming in beekdalen kan in latere fasen door overstroming kleiige laag (pVs) op het veenmosveen zijn afgezet, die weer kan zijn veraard (kVs, hVs). Wij hebben dit verdrinken hoogvenen genoemd.

1.5 Beekdalen (hz5)

Beekdalen zijn geen ecosectie in de ware zin van het woord. Zij zijn onderscheiden met het oog op de OBN-systematiek. Binnen de beekdalen onderscheiden we zes ecoseries: brongebieden (hz5a), natte beekdalen (hz5b), geïsoleerde beekdalen (hz5d), benedenlopen van beekdalen (hz5e), beekoeverwallen (hz5f) en beeklopen (hz5g). De belangrijkste bouwstenen van de beekdalen zijn de vochtige dekzandlaagten al dan niet met zegge/rietveen. In de beekdalen komen daarom veel primaire standplaatsen voor die ook in het dekzandlandschap werden onderscheiden. Het beekdallandschap onderscheidt zich van het dekzandlandschap door de aanwezigheid van kleidekken (op zand of veen) en rivierkleigronden (bodemcode pRn). De bodemcodes pV, kV of hV zonder toevoeging van een kleine letter code s wijzen op afwezigheid van veenmosveen maar aanwezigheid van riet of zeggeveen, wat bij uitstek een primaire standplaats is die voorkomt in benedenlopen met periodieke overstroming.

2. Laagveengebieden

Eco(sub)regio's

Het laagveengebied bestaat voornamelijk uit ontgonnen vlakten met (resten van) veengronden waarbinnen diep gelegen droogmakerijen kunnen voorkomen. Het laagveengebied wordt doorsneden door grote laagland-rivieren (Vecht, Oude Rijn) of kleinere veenriviertjes (Meije, Drecht, Aar, Amstel...). In het laagveengebied onderscheiden we daarom op basis van het AHN en de geomorfologische kaart twee eco(sub)regio's: i) de veenontginningsvlakten en ii) de droogmakerijen, die een overgang vormen naar het zeekleigebied. Er worden drie ecosecties onderscheiden: veenweiden, veenmoerassen en restveengronden. Restveengronden komen vooral voor in de droogmakerijen en veenpolders (figuur 2).

Ecosecties

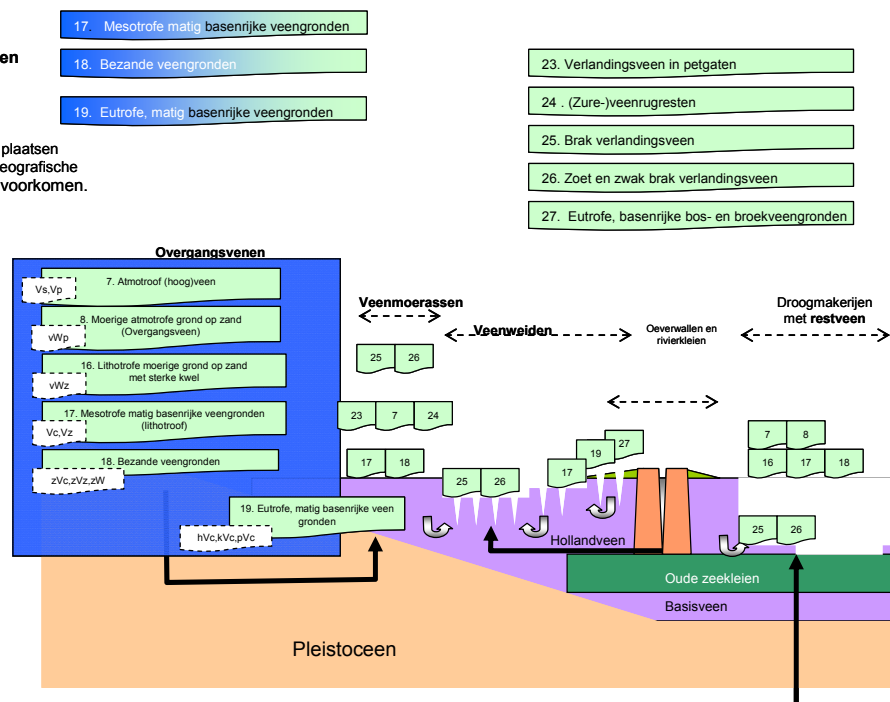
De veenontginning heeft plaatsgevonden als ontwatering van veengronden ten dienste van akkerbouw en veehouderij of als verving voor turfwinning, waardoor veenmoerassen zijn ontstaan. De eerste situatie beschouwen wij als de ecosectie Veenweiden, de tweede als de ecosectie veenmoerassen. Uit de geomorfologische kaart is veel informatie af te leiden over de ontginningsgeschiedenis, zeker als deze gecombineerd wordt met de bodemkaart en het AHN.

Laagveengebied:

Overzicht primaire standplaatsen

En hun globale positie in het Laagveengebied (groene kaders);

In blauw/groene kaders zijn de standplaatsen aangegeven die ook in de Fysisch Geografische Regio van de Hogere Zandgronden voorkomen.



Figuur 2

Schematische overzicht van de indeling van het Laagveengebied in ecosecties, ecoseries en primaire standplaatsen.

2.1 Veenweiden (lv1)

De veenontginningsvlakten die zijn ontgonnen voor de agrarische functie rekenen we tot de ecosectie van de veenweiden. De ecosectie veenweiden komt deels overeen met de eenheid 'Ontgonnen veenvlakte (+/- klei/zand)' in reliëfklasse 1 (1M46) op de geomorfologische kaart.

De waterstand wordt via polderbeheer op een hoog peil gehouden, zodat verdere klink en zakking van het veen zoveel mogelijk wordt voorkomen. Op de hoogtekkaart zijn dit relatief hoog gelegen vlakken met weinig reliëf. In Holland worden dit wel de bovenlanden genoemd.

Bij de eerste ontginningen lag het veen nog vrij hoog boven zeeniveau. Ontwatering leidde tot een grotere draagkracht van het veen. Ontwatering van veengronden vond vooral plaats waar van nature een wat groter draagvermogen aanwezig was door kleibijmenging via overstroming van de laaglandrivieren. Veraarding van het veen als gevolg van ontwatering heeft vervolgens geleid tot een relatieve toename van het kleigehalte door het verdwijnen van een deel van de organische stof. Om de draagkracht te vergroten werd ook wel zand op gebracht. Op veel plaatsen is op het veen via slootbagger of compost in de loop der tijden door menselijke invloed een toemaakdek op het veen ontstaan.

2.1.1 Ecoseries van de veenweiden

In vrijwel het gehele laagveengebied wordt het waterpeil gereguleerd via een polderbeheer. De grondwaterstanden zijn relatief hoog en hebben een gering verschil tussen winter en zomer. De droogmakerijen zijn vaak dieper ontwaterd. Tussen de verschillende polders van de bovenlanden kunnen weer aanzienlijke peilverschillen aanwezig zijn. Hydrologisch is het laagveengebied daarom op te vatten als een cascade landschap, waarbij door de hoogteverschillen via de ondergrond waterstromen tussen de verschillende polders optreden. Hieraan gekoppeld komt vaak een patroon van wegzijging en kwel binnen eenzelfde polder voor. Vooral waar bovenlanden grenzen aan droogmakerijen kunnen deze hydrologische processen van betekenis zijn. Wat de betekenis van deze hydrologische processen is voor de standplaats is in niet onbelangrijke mate afhankelijk van de substraateigenschappen van het veen.

Binnen de veenweiden onderscheiden we slechts één ecoserie: veengronden met kleiige of kleiig moerige bovengronden (lv1a). Daarbinnen wordt op het niveau van de primaire standplaats nader onderscheid gemaakt naar de mate van verwerking.

Kleiige veengronden

In veengronden met een kleidek zal de zuurbuffering vooral door de eigenschappen van de klei worden bepaald en minder door de kwaliteit van het aangevoerde kwelwater. Veengronden zonder kleidek zijn in dat opzicht veel gevoeliger voor de kwaliteit en basenrijkdom van het water dan veengronden met kleidek. Daarom is de aanwezigheid van een kleidek het eerste criterium waarop wij binnen de ecoserie nader onderscheid maken. Deze informatie is uit de bodemkaart te herleiden. Een tweede criterium voor onderscheid in primaire standplaatsen is de mate waarin rijping en veraarding van het veen heeft plaatsgevonden. Beide bodemvormende processen leiden tot irreversibele veranderingen van het veen. Een belangrijke rol bij deze bodemvormende processen is de grondwaterstand.

Eerdveengronden

Veengronden waar veraarding heeft plaatsgevonden noemen we eerdveengronden. De aanwezigheid van een eerdlaag maakt dat we eerdveengronden onderscheiden van de rauwveengronden. Door lagere grondwaterstanden en aeratie heeft niet alleen veraarding kunnen plaatsvinden maar ook een sterkere verwerking en enig verlies aan basen.

Indien geen kleidekken op het veen zijn afgezet speelt de mate van rijping en veraarding en de chemische samenstelling van het water een rol. Vanwege het peilbeheer in het laagveengebied moet zomers veel water worden aangevoerd dat afkomstig is van de grote laaglandrivieren. Door de hoge zomerpeilen hebben de polders een relatief gering waterbergend vermogen. Het winterse neerslagoverschot moet voor landbouwkundige doeleinden daarom zo snel mogelijk worden afgevoerd. Daartoe is een grote drainage-dichtheid aanwezig, waardoor het overtollige neerslagwater in de winter snel uit het gebied kan worden afgevoerd naar de boezems en vandaar weer naar zee kan worden geleid.

De hydrologische matrix voor het laagveengebied wordt dus vooral bepaald door de waterkwaliteit van de grote rivieren. Op deze matrix kan afhankelijk van de drainage dichtheid een belangrijke regenwatercomponent

tot ontwikkeling komen. Hierbij kan reeds bij een ondiepe neerslaglens lokaal een ontwikkeling naar zuurdere veentypen ingezet worden. Regenwater kan alleen een dominante rol spelen in het laagveen gebied als er bewust wordt gestuurd op het vasthouden van het neerslagoverschot door bv. vermindering van de drainage dichtheid of het opzetten van peilen via stuwen. Een belangrijk gevolg zal zijn dat het neerslagoverschot ondergronds wegzijgt naar omringende polders. Alleen op plaatsen waar het holoceen grenst aan de hogere zandgronden kan enige kwel van lithoclien zoetwater optreden. In laag gelegen polders of droogmakerijen kan ook zoute of brakke kwel een rol spelen.

2.2 Veenmoerassen (lv2)

De veenvlakten die zijn ontgonnen voor de turfwinning rekenen we tot de ecosectie van de veenmoerassen. Dit betreft de gebieden die van oudsher buiten de overstromingsinvloed van de laaglandrivieren waren gelegen, waardoor op een ondergrond van zeggeveen zich veenmosveen kon ontwikkelen. De veenvlakten die ontgonnen zijn door turfwinning worden met de geom-code (M47) aangeduid als er een petgatcomplex is overgebleven of met de geom-code M30 als er door verlanding vanuit open water een moerassige vlakte is ontstaan. Omdat ook hier meestal hoge waterpeilen worden aangehouden liggen deze vlakten relatief hoog in het omringende landschap. Binnen de veenmoerassen onderscheiden we twee eco series: petgatcomplexen en (riet)moerassen.

Op basis van de lijnvormige structuren op de topografische kaart onderscheiden we binnen de veenmoerassen twee eco series: petgatcomplexen en (riet)moerassen.

2.2.1 Petgatcomplexen (lv2a)

Petgatcomplexen zijn op de geomorfologische kaart en de bodemkaart (schaal 1 : 50 000) ook als aparte eenheden onderscheiden. Dit heeft vooral te maken met de kleinschalige patronen waarin verschillende verlandingstadia en veenrugresten samen voorkomen. Om deze te kunnen onderscheiden is een gedetailleerde bodemkaart noodzakelijk.

2.2.2 Moerassen (lv2b)

Vervening leidde in veel gevallen tot erosie van het restveen wat resulteerde in grote laagveenplassen. Soms bleven deze laagveenplassen als open water voort bestaan, waarbij vervolgens weer door een proces van verlanding moerassige vlakten ontstonden: de rietmoerassen. Waar geen erosie plaatsvond worden momenteel nog vaak petgatcomplexen aangetroffen. Sommige veenplassen werden later weer droog gepompt waardoor droogmakerijen en veenpolders ontstonden.

Zowel in de petgatcomplexen (figuur 3) als de moerassen (figuur 4) kunnen door bodemvorming verschillende stadia van verlanding voor komen.

Verlandingsvenen

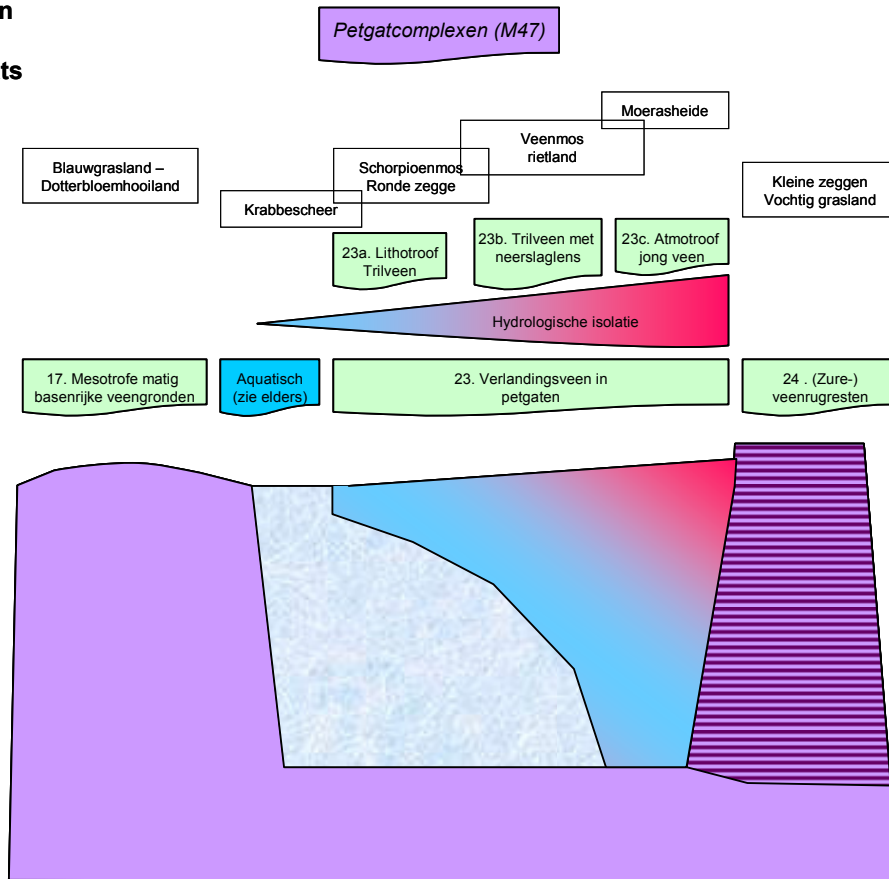
Een eerste fase van bodemvorming is rijping. Veengronden waarin nog geen rijping is opgetreden noemen we initiële veengronden. In deze gronden vindt nog veenvorming plaats. Dit kan zijn in de vorm van een drijvende wortelmat die geleidelijk toeneemt in dikte (kraggen en drijftillen) of door groei vanaf de bodem, waarbij meestal ook afzetting van slib een rol speelt. De eerste vorm van verlanding vindt vooral plaats binnen de petgatcomplexen, de tweede vorm is kenmerkend voor de (riet)moerassen (figuur 10).

Veengronden waar nog geen veraarding heeft plaatsgevonden noemen we gewone rauwveengronden.

Rauwveengronden kunnen dus al dan niet gerijpt zijn. Voor gewone rauwveengronden (zonder kleiig dek) is de aard van het water bepalend voor de basentoestand van de standplaats. Aanwezigheid van regenwater, zoet of zout grondwater leiden tot verschillende bodemeigenschappen en standplaatscondities. De verschillende eco series en primaire standplaatsen vertegenwoordigen verschillende verlandingstadia en veraardingstadia. Ook worden deze stadia in grote mate bepaald door de antropogene invloed op de standplaats (ontwateren,

afgraven, bezanden of bemesten met toemaak) Het is daarom discutabel of diverse veengronden tot verschillende primaire standplaatsen moeten worden gerekend of niet.

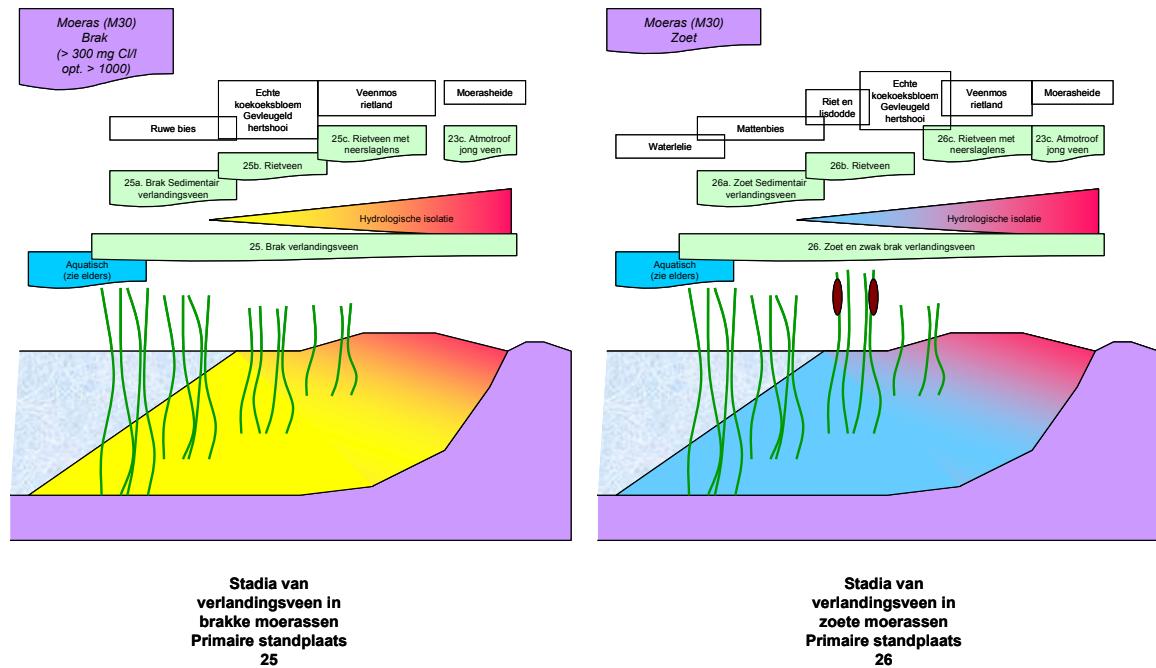
Stadia van verlandingsveen in petgaten
Primaire standplaats 23



Figuur 3
 Schematisch overzicht van verschillende stadia van verlanding in petgaten (primaire standplaats 23).

Wij hebben er wel voor gekozen de verschillende stadia op hoofdlijnen te onderscheiden als primaire standplaatsen omdat de huidige (antropogeen beïnvloede) situatie het uitgangspunt is voor de te verwachten ontwikkeling van de standplaats. Hierin onderscheiden de laagveengebieden zich van de andere fysich geografische regio's waar het (minerale) moedermateriaal minder aan verandering onderhevig is. Binnen de hogere zandgronden geldt overigens hetzelfde voor de ecosectie 'hoogveen' (hz4). De jonge verlandingsstadia hebben we niet als aparte primaire standplaatsen onderscheiden. Deze worden allen tot verschillende verlandingsvenen gerekend. De bodemontwikkeling daarbinnen gaat deels gelijk op met de vegetatiesuccessie en de toename van de hydrologische isolatie, waardoor regenwaterinvloed belangrijker wordt en uiteindelijk een ontwikkeling richting hoogveen kan plaatsvinden. Deze stadia kunnen wel onderscheiden worden, maar dat zal gebeuren bij de beschrijving van de actuele situatie, waarbij bijvoorbeeld de diepte van een neerslaglens of de dikte van de kragge bepalend is voor het stadium.

De verschillende stadia van de verlandingsvenen hebben we als een en dezelfde primaire standplaats aangegeven, maar van elkaar onderscheiden met een lettercode.



Figuur 4

Schematisch overzicht van verschillende stadia van verlanding in brakke en zoete moerassen (primaire standplaats 25 resp. 26).

2.3 Restveengronden (lv3)

In de droogmakerijen dagzomen vaak mariene kleien of zavelgronden, maar is soms nog restveen aanwezig. Daarnaast worden op de geomorfologische kaart ook vlakten onderscheiden met de code 2M46 (als 1M46, met wat meer reliëf). Deze vlakten liggen meestal in de droogmakerijen of veenpolders en worden gekenmerkt door een sterker reliëf, waarschijnlijk omdat in deze diep ontwaterde polders plaatselijk een sterkere inklinking van het veen kan hebben plaatsgevonden, waardoor het oorspronkelijke reliëf (oeverwallen, kreekruigen, dekzandruggen) aan het maaiveld te voorschijn is gekomen. Vlakten in de droogmakerijen en veenpolders met restveen rekenen we tot de ecosectie restveengronden. Deze veengronden zijn vaak sterk ingedroogd en vrij van kleidekken. Deze gronden maken geen deel uit van de bovenlanden. Binnen de ecosectie restveengronden hebben we twee ecoseries onderscheiden: diepe veengronden en overgangsvenen.

2.3.1 Diepe veengronden (lv3a)

De droogmakerijen in het Hollands-Utrechtse laagveengebied zijn over het algemeen vroeger en dieper verveend dan de Fries-Groningse veenpolders. In de later (18e - 19e eeuw) verveende veenpolders in Friesland en Groningen is minder diep verveend en komt vaak nog een dikker pakket restveen voor, dat overwegend bestaat uit zeggeveen, maar plaatselijk zijn ook pakketten veenmosveen achtergebleven. Binnen droogmakerijen en veenpolders kunnen ook specifieke eenheden voor restveen onderscheiden worden in de vorm van veenrestvlakten (geom-code M50), veenrestglooiingen (H14), veenreststruggen (L21) of veenrestdijken (K35).

Indien vlakten met de geom-code 2M46 niet in droogmakerijen zijn gelegen, dan betreft het vaak veenvlakten die uitwijken tegen het pleistoceen en gekenmerkt worden door relatief dunne veenpakketten of moerige gronden met een moerige bovengrond.

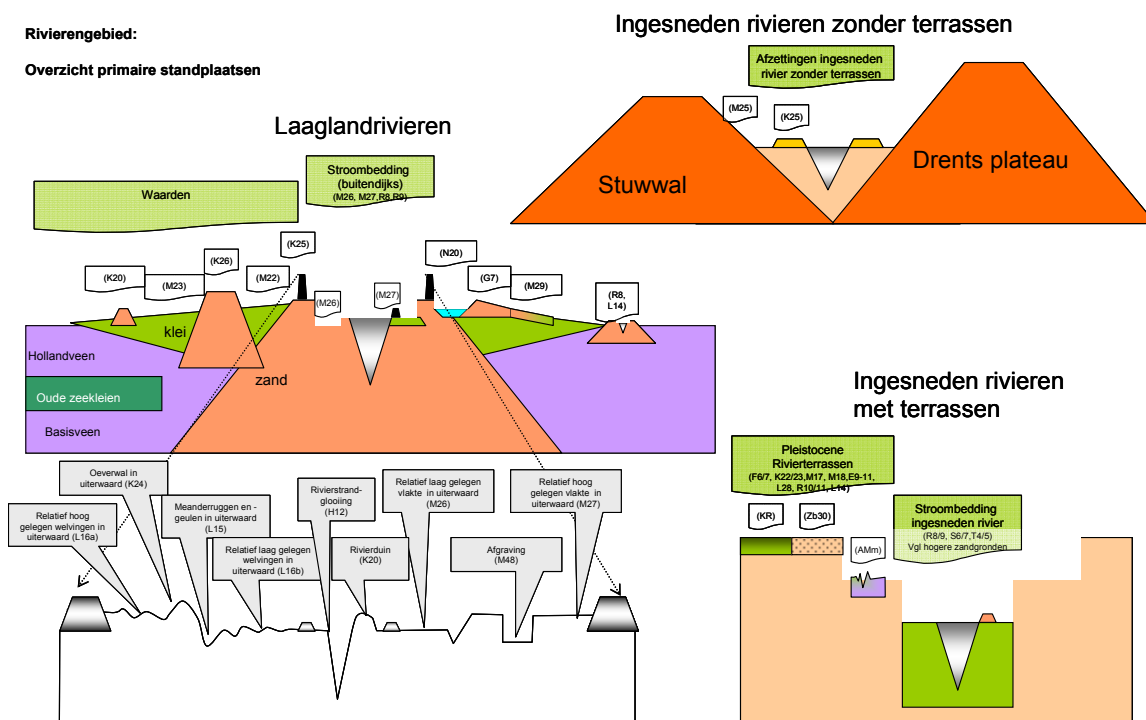
2.3.2 Overgangsveen (lv3b)

Waar al het veen is afgegraven, of door latere oxidatie is verdwenen, dagzoomt dekzand, met of zonder podzol. Dit geldt ook voor de zones waar de laagveen pakketten 'uitwiggen' over het dekzand. Deze 'overgangsvenen' komen voor op de overgang naar de Utrechtse Heuvelrug en in de Kop van Overijssel. In de overgangsvenen kunnen veengronden met een kleidek of een kleig moerige eerdlaag voorkomen die tot de veenweiden gerekend worden. Waar deze kleidekken niet voorkomen geldt dezelfde indeling als bij de restveen gronden. Lokaal kunnen hier ook weer petgatencomplexen voorkomen.

3. Rivierengebied

Ecoregio en -secties

Het rivierengebied is een jong landschap dat in het Holoceen vorm heeft gekregen. In laag Nederland zijn de rivieren door zandafzetting in hun stroombed relatief hoog boven het omringende landschap gelegen, waardoor veelvuldig overstromingen voorkwamen waarbij slibrijk sediment (rivierkleien, code R. op de bodemkaart 1: 50 000) werd afgezet. In de hogere delen van Nederland hebben de rivieren zich vaak door erosie ingesneden in hun eigen en oudere afzettingen, waardoor een terrassenlandschap kan zijn ontstaan. Grofweg komen er drie riviersystemen voor in Nederland met elk hun eigen karakter: 1) Laaglandrivieren (ri1: Rijn/Waal inclusief delen van Maas en IJssel, Liemers), 2) Ingesneden rivieren met terrassen (ri2: delen Maas en IJssel) en 3) ingesneden rivieren zonder terrassen (ri3: Overijsselse Vecht). Wij beschouwen deze deelgebieden als ecosecties van het Rivierengebied (figuur 5).



Figuur 5

Schematische overzicht van de indeling van het Rivierengebied in ecosecties en ecoseries met nummercodering die verwijzen naar de Geomorfologische kaart.

Ecoseries

In totaal hebben we vier ecoseries onderscheiden 1) Stroombeddingen, 2) Waarden, 3) Pleistocene rivierterrassen, 4) Afzettingen van ingesneden rivieren zonder terrassen.

3.1 Stroombeddingen (ri1a)

In het laagland is het rivierengebied grofweg te verdelen in een buitendijkse (stroombedding) en een binnendijkse ecoserie (waarden). In het buitendijkse deel speelt de overstromingsdynamiek (erosie en sedimentatie) een dominante rol voor de ecosystemontwikkeling. Op de geomorfologische kaart zijn de relatief laaggelegen en dynamische delen van de uiterwaarden aangegeven met de geom-code M26 en de hogere minder dynamische delen met de geom-code M27. In het terrassenlandschap van de hogere delen in Nederland zijn

deze dynamische vlakten met de geom-code R8/9, S6/7 of T4/5 aangegeven voor resp. de relatief hoog of laag gelegen rivierdalbodems in ondiepe, matig diepe of zeer diepe dalen. Daarnaast kunnen in beide stroombeddingstypen onder andere meanderruggen (L15), geulen (R10/11), welvingen (L16) en oeverwallen (K24) in de uiterwaarden worden aangetroffen. Vooral langs de Waal, stroomopwaarts van Tiel worden ook wel rivierstrandglooiingen (H12) onderscheiden.

Als gevolg van o.a. kleiwinning zijn er in de uiterwaarden echter ook grote oppervlakten waar geen duidelijke geomorfologische structuren te herkennen zijn (M48 - Vlake ontstaan door afgraving of egalisatie). Hier is de ecoserie dus sterk antropogeen bepaald.

3.2 Waarden (ri1b)

Het binnendijkse gebied is vrij van de dynamiek in de stroombeddingen. Ook vóór de bedijking was het regime hier over het algemeen rustiger waardoor slib kon bezinken (rivierkommen: geom-code M23). De grens tussen binnen- en buitendijks is meestal gelegen op de oeverwal (geom-code K25) waarop in latere perioden de winterdijken zijn aangelegd. De geom-code M22 geeft de overgang van oeverwallen naar kommen aan.

De loop van de rivieren is tijdens het Holoceen nog regelmatig veranderd, waardoor in het huidige binnendijkse gebied (oude) rivierlopen (R8) te herkennen zijn zoals bij de Oude Rijn en in complexen van meanderruggen en geulen (L14) zoals in het Rijnstrangengebied in De Liemers en in het gebied van de Oude IJssel. Waar de rivieren door het Hollandse veengebied stromen zijn rivier-inversieruggen (K26) te herkennen als hoger gelegen (zandige) ruggen in het komgebied. Deze ruggen zijn relatief hoger komen te liggen door inklinking van het veen onder de kommen.

Lokaal kunnen zandige opduikingen voorkomen, waar een oud rivierduin boven de latere kleiafzettingen uit steekt (donken, K20).

Waar dijkdoorbraken hebben plaatsgevonden zijn kolken of wielen ontstaan. Deze worden op de geomorfologische kaart aangeduid als rivier-erosielaagte (N20). Het weggeslagen materiaal is achter deze laagten weer afgezet in doorbraakwaaiers (G7) of vlakten van doorbraakafzettingen (M29). Dicht bij de doorbraak zijn deze afzettingen zandig, verder weg kan ook klei afgezet zijn. In het verlengde van doorbraken kunnen overloopgeulen (R12) ontstaan zijn. In de kolken of wielen, maar ook in afgesneden rivierarmen en tichelgaten kan door verlanding veen ontstaan volgens de verlandingsreeksen van zoet en zwak brak verlandingsveen (zie Primaire Standplaats 26).

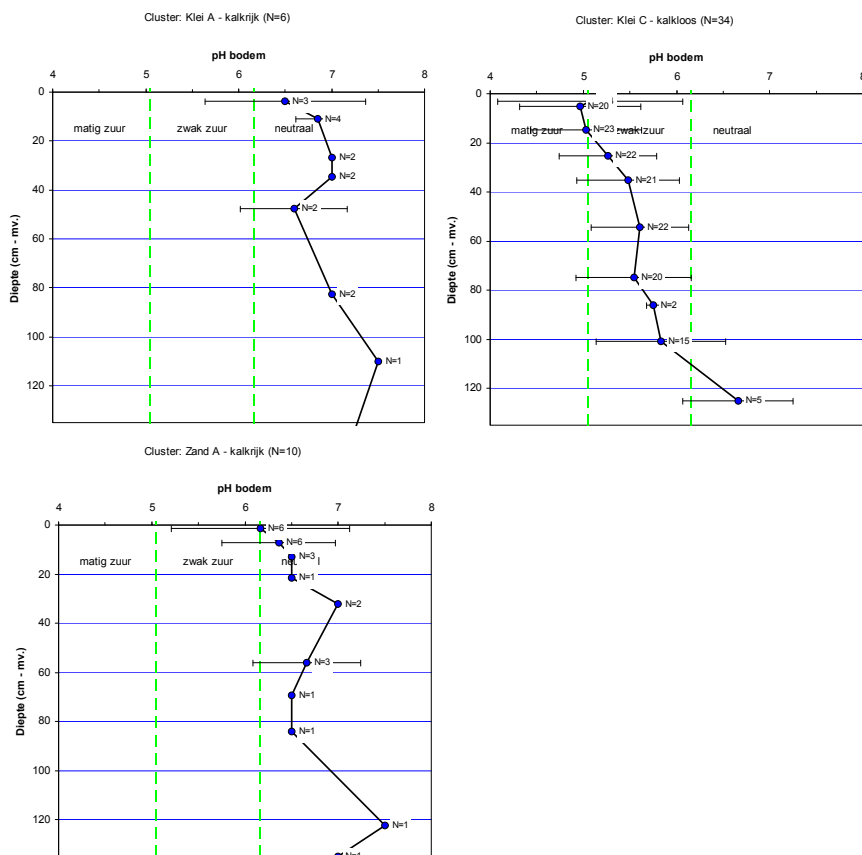
Naast hydrodynamiek spelen verschillen in grondwaterstand een belangrijke rol, waardoor bodemvorming onder drogere (xero-) of nattere (hydro-) omstandigheden kan zijn verlopen. Op de bodemkaart wordt dit onderscheid bij kleigronden aangegeven met resp. de code Rd of Rn/Rv. Verschillen in grondwaterstand uiten zich ecologisch in verschillen in vochtbeschikbaarheid of het verloop van redoxprocessen (hydromorfe kenmerken, gley). Voor onderscheid van de primaire standplaatsen hebben we geen onderscheid gemaakt naar vochtomstandigheden tijdens de bodemvorming. Voor deze primaire standplaatsen wordt een aantal reeksen voor potentiële vegetatietypen aangegeven bij verschillende (grond)waterregimes. De vraag of potentiële vegetaties zich kunnen vestigen hangt dan af van het actuele (grond)waterregime.

In alle deelgebieden komen grote textuurverschillen voor tussen afzettingen. Daarbij zijn er veel onderverdelingen mogelijk. De textuurklassen worden op de bodemkaart met een cijfercode direct achter de lettercode aangegeven. In eerste instantie hebben we voor onderscheid naar primaire standplaatsen drie textuurklassen aangehouden op basis van het lutumgehalte: zand (<8µm), zavel en lichte klei (8-35 µm) en zware klei (>35 µm). De zandgronden zijn nog onderverdeeld in fijnzandige en grofzandige afzettingen, vanwege het verschil in vochthoudend vermogen en capillaire eigenschappen. Aan het textuurverloop (het tweede cijfer na de lettercode) met de diepte hebben we bij de kleigronden minder aandacht besteed omdat vooral de bovengrond (0-40 cm) ecologisch relevant is.

Textuur is bepalend voor het vochthoudend vermogen, de zuurbuffercapaciteit en de voedselrijkdom. In volgorde van het lutumgehalte nemen deze variabelen toe. Vanuit de rivier gezien wordt de textuur van de

afgezette sedimenten steeds fijner: zand (rivierstranden en -duinen) en zavel (oeverwal) nabij de rivier en zware kleien op grotere afstand in de kommen. Naarmate de afzettingen minder frequent worden overstroomd (bv. lage of hoge oeverwallen) zal de textuur fijner zijn. De textuurklasse heeft een differentiërende rol gespeeld bij het onderscheid van primaire standplaatsen binnen de ecoseries. Zandgronden met een kleidek zijn wel als aparte primaire standplaats onderscheiden omdat de textuursprong van de bovengrond (klei) naar het onderliggende zand groot is en op geringe diepte plaats vindt. Dergelijke gronden hebben over het algemeen een geringer vochthoudend vermogen en door de textuursprong wordt de capillaire opstijging van grondwater verstoord.

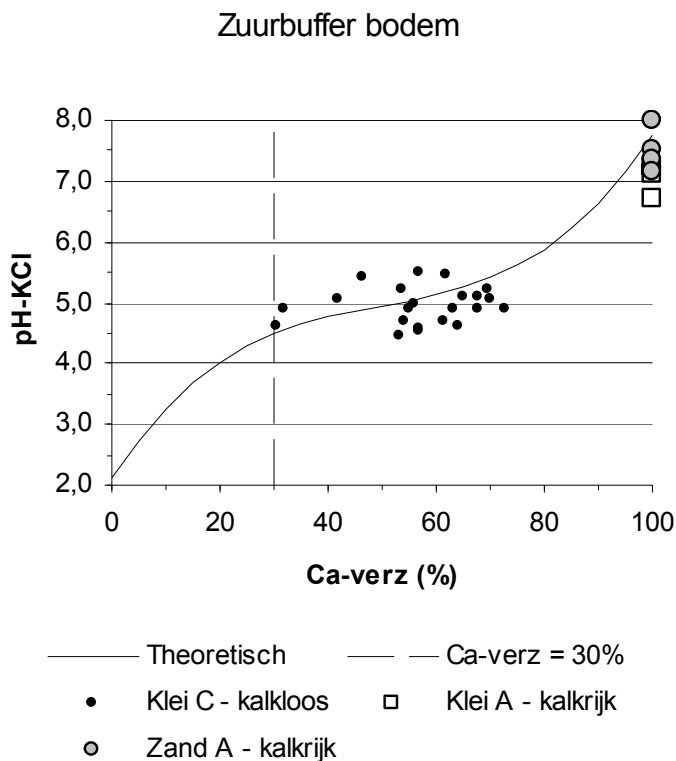
Tenslotte is de kalkrijkdom van rivierafzettingen ecologisch relevant. De meeste kalkhoudende afzettingen komen dicht bij de rivier voor. De kommen zijn vrijwel altijd kalkloos afgezet. Maasafzettingen zijn, behalve in Zuid-Limburg, meestal kalkloos. Klei- en zavelgronden zijn mineralogisch rijk en hebben een lage verwerings-snelheid en een hoge kationenadsorptiecapaciteit (CEC) in vergelijking met zandgronden. Toch is er een duidelijk verschil waarneembaar tussen kalkrijke (kalkklasse A) en kalkarme kleigronden (kalkklasse C). Bij kalkrijke kleigronden (en zandgronden) is de zuurgraad in de bovengrond gebufferd rond pH 6,5 à 7 (veldbepaling, zie figuur 6). In kalkarme kleigronden ontbreekt de kalkbuffer en is de zuurgraad in de bovengrond ca 1,5 pH-eenheden lager. De zuurbuffer is hier afhankelijk van uitwisseling van kationen aan het adsorptiecomplex, waarbij de zuurgraad gebufferd wordt op waarden rond pH-KCl = 5 (zie figuur 7). Naast de zuurbuffer is de aanwezigheid van kalk van belang voor de fosfaatbuffer. In kalkhoudende bodems wordt fosfaat gefixeerd in slecht oplosbare calciumfosfaten. Om deze redenen worden zowel kalkrijke (..A) als kalkarme (..C) varianten van de primaire standplaatsen onderscheiden.



Figuur 6

Gemiddeld pH-verloop in verschillende bodems uit het rivierengebied in Humberse.

In kalkhoudende bodems treedt onder invloed van inzijgend neerslagwater en zuurproductie door plantwortels en ademhalingsprocessen altijd enige ontkalking op, waardoor de pH bovenin de bodem altijd iets lager is. In figuur 6 is te zien dat bij kalkrijke zandgronden de ontkalking over het algemeen verder doorgezet is en de zuurgraad wat lager is dan bij de kalkrijke kleigronden. Dat komt omdat de ontkalking in zandgronden sneller verloopt en nadat alle kalk is opgelost de buffer van het adsorptiecomplex sneller is uitgeput, omdat de kationomwisselcapaciteit (CEC) van zand veel lager is dan van klei. Vanwege deze relatief snelle ontkalking en verzuring van de zandgronden zal bij het beoordelen van de actuele abiotiek binnen de primaire standplaats 'kalkrijk zand' onderscheid gemaakt worden naar ontkalkingsdiepte.



Figuur 7
Calciumverzadiging en pH-KCl in bodems uit het rivierengebied.

Bodemvorming komt in de jonge basenrijke klei- en zavelgronden alleen voor in de vorm van rijping en ver-aarding. Dit uit zich in goed gehumificeerde en gehomogeniseerde bovengronden zonder profielontwikkeling met een snelle nutriëntenkringloop en een ruime beschikbaarheid aan voedingsstoffen. Verreweg het grootste areaal van het rivierengebied bestaat uit gronden waarin nog geen profielontwikkeling is opgetreden. We spreken dan van vaaggronden. Onder invloed van opgebrachte mest of compost hebben zich in het verleden plaatselijk minerale eerdagen gevormd: de kleieerdgronden met wat hogere gehalten organische stof in de bovengrond (code pR.). Op de overgang naar het laagveengebied komen ook gronden voor met een kleiigmoerige eerdlaag (koopveengronden hV.) die ook al in het laagveengebied zijn besproken.

3.3 Pleistocene rivierterrassen (ri2b)

In het hogere Zuid-Oostelijke deel van Nederland kan door insnijding van de rivieren (o.a. Maas) een terrassen-landschap zijn ontstaan. Deze ten opzichte van de rivier hooggelegen terrassen zijn van laat pleistocene

ouderdom, zodat hier zowel pleistocene als holocene rivierafzettingen kunnen voorkomen. Hoewel strikt genomen de terrasafzettingen (geom-code E9 t/m E11, M17/18, L28) niet meer onder invloed van de rivier staan, rekenen wij deze pleistocene afzettingen wel tot het rivierenlandschap. Een deel van deze terrassen vormt een overgang naar de hogere zandgronden (hz) en het heuvelland (hl). Hydrodynamiek speelt er geen rol. Wel kunnen op deze terrassen (oude) kleigronden (code bodemkaart BK of KR) voorkomen die sterker verweerd en daardoor zuurder zijn dan de jonge rivierkleigronden. Op de terrassen kunnen ook rivierzandafzettingen, al dan niet met een kleidek (code bodemkaart kZ) of windafzettingen (Löss, code bodemkaart BL of L) voorkomen. Omdat rivierzanden vaak een grovere textuur bezitten, hebben we de grove rivierzanden als aparte groep zandgronden binnen het riviereengebied beschouwd. Juist de grovere textuur maakt deze gronden afwijkend van de meeste zandgronden in het dekzandgebied. Op de terrassen kunnen ook oude meanders in de vorm van geulen en welvingen voorkomen (geom-code R10/R11, L14). Op de bodemkaart wordt deze laatste categorie gronden met de code AMm aangegeven. In oude geulen of andere laagtes kunnen moerige gronden en veengronden voorkomen die overeenkomen met vergelijkbare gronden binnen de hogere zandgronden.

3.4 Afzettingen van ingesneden rivieren zonder terrassen (ri3)

Het stroomdal van de Overijsselse Vecht behoort eveneens tot het Riviereengebied. De afzettingen van de Vecht zijn echter relatief zandig afgezet en vaak rijk aan ijzer. In het verleden zijn veel van deze zanden weer verstoven waardoor rivierduinen zijn ontstaan. Ten oosten van Ommen indiceert de geomorfologische kaart de Vechtafzetting als beekdalafzettingen. De eerste rivieroverstromingsvlakten (geom-code M25) komen voor vanaf een paar kilometer ten westen van Ommen. Wij hebben de geomorfologische kaart als criterium gebruikt om een standplaats toe te kennen aan het Riviereengebied of aan de Hogere zandgronden (i.e. beekdalafzettingen). Ter hoogte van Dalfsen worden de eerste oeverwallen (geom-code K25) en uiterwaarden (geom-code L15-16) onderscheiden op de geomorfologische kaart. Ten westen van Mariënborg komen regelmatig oude meanderruggen en geulen van de Vecht op de geomorfologische kaart (L14) voor. Deze gronden zijn zeer gradiëntrijk en op relatief korte afstand kunnen veel verschillende bodemtypen voorkomen die alleen in een detailkartering goed zijn weer te geven. Op de Bodemkaart van Nederland (1 : 50 000) worden deze gronden als associatie van kleiige (AFk) of zandige (AFz) ijzerrijke (roodoornige) vechtdalgronden aangegeven zijn. Rivierkleigronden komen in het Vechtdal stroomopwaarts van Hardenberg voor en binnen de bodemassociatie AFk tot ca 5 km ten Westen van Ommen. Kleipakketten zijn in het Vechtdal niet dik en komen stroomafwaarts van Ommen voornamelijk voor als kleidekken (< 40 cm). Een groot deel van het Vechtdal wordt bodemkundig getypeerd als vrij jonge relatie weinig verweerde Hydro- of Xerozandvaaggronden. Vlak langs de Vecht zijn deze overwegend leemarm en op iets grotere afstand lemig. Ten oosten van Zwolle komt in de lagere delen plaatselijk een kleidek voor op de zandgronden.

Wegens de sterke overeenkomsten van afzettingen in het Vechtdal met ecoseries van de hogere zandgronden (o.a. beekdalen: hz5b, hz5e, hz5f en hz5g, landduinen hz2a en oude bouwlanden hz3c) is deze ecosectie verder uitgewerkt volgens de indeling van de hogere zandgronden (hz..).

In het Vechtdal, maar ook elders in het riviereengebied, binnen beekdalen van de hogere zandgronden en lokaal in het laagveengebied, komen bodems voor met een ijzerrijke bovengrond (toevoeging f...). In deze bovengronden is door ijzerhoudende kwel in de loop der eeuwen een grote hoeveelheid ijzer geaccumuleerd. Vanwege het grote fosfaatbindend vermogen van deze bodems zijn ijzerrijke varianten van primaire standplaatsen onderscheiden (...f). Dit onderscheid is niet gemaakt voor kalkhoudende varianten van primaire standplaatsen omdat daar fosfaat ook al door de kalk gebufferd wordt.

4. Zeekleigebied

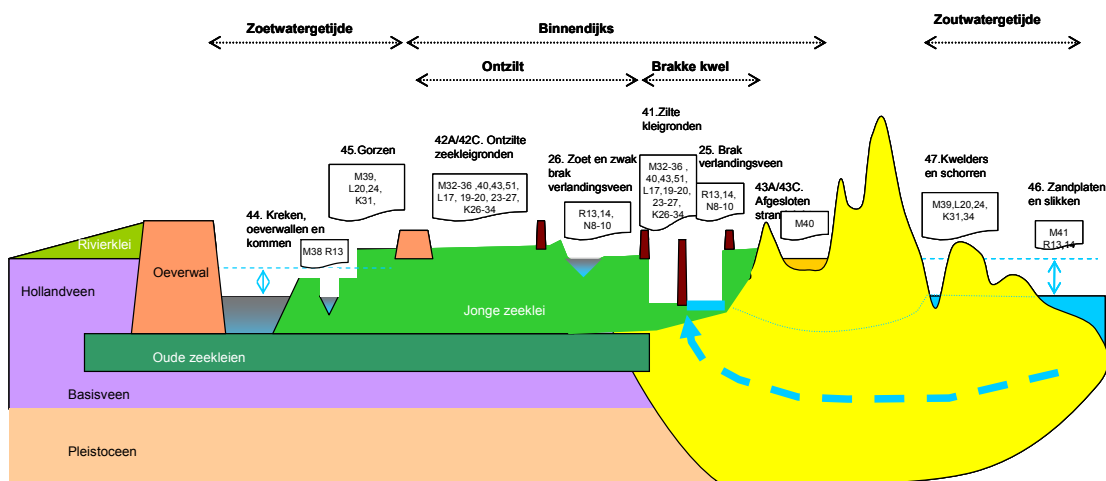
Ecoregio en ecosecties

Het zeekleigebied is een jong landschap dat in het Holoceen is gevormd onder invloed van zee- of getijdeafzettingen. Deze afzettingen zijn onder invloed van eb- en vloedwerking afgezet in zoute of zoete milieus en lopen uiteen van fijn zand via overwegend zavel tot zware klei. Binnen het zeekleigebied onderscheiden we twee ecosecties op basis van de aan- of afwezigheid van getijdewerking: i) binnendijkse en ii) buitendijkse zeekleigebieden. Voor de ecosystemontwikkeling is deze vorm van hydrodynamiek van primair belang (figuur 8).

Zeekleigebied:

Overzicht primaire standplaatsen met nummercode

En hun globale positie in het zeekleigebied met de code volgens de Geomorfologische Kaart van Nederland (witte kaders);



Figuur 8

Schematische overzicht van de indeling van het Zeekleigebied in ecosecties, ecoseries en primaire standplaatsen.

4.1. Binnendijkse zeekleigebieden (zk1)

Gebieden die door dijken en/of duinen zijn afgeschermd van getijdewerking rekenen we tot de Binnendijkse ecosectie. Doorgaans zijn deze gebieden ingericht als polders, droogmakerijen of afgesloten zeearmen, zoals IJsselmeer en Lauwersmeer. Richting het binnenland gaan de binnendijkse zeekleigebieden geleidelijk over in laagveen- of rivierafzettingen. In het laagveengebied kunnen daardoor bovengronden met zeekleiafzetting voorkomen. Op de grens met pleistocene zanden of kleien zijn door erosieve werking van het zeewater vaak abrasievlakten ontstaan gekenmerkt door mengsels van pleistocene zanden of kleien en mariene kleien.

Binnen deze ecosectie worden drie ecoseries onderscheiden. Het belangrijkste onderscheid tussen deze ecoseries is het zoutgehalte en de textuur die gekoppeld is aan de hoogteligging in relatie tot de bodemontwikkeling. Het zoutgehalte vertaalt zich ecologisch naar zouttolerante en -intolerante begroeiingen. Meestal zijn de binnendijkse zeekleigronden ontzilt. Bij diep gelegen polders kan vanuit de ondergrond of getijdewateren zoute of brakke kwel optreden. Dit is niet af te leiden uit de geomorfologische kaart of bodemkaart. Hiervoor zullen andere informatiebronnen geraadpleegd moeten worden, met name over waterkwaliteit.

Textuur en hoogteligging vertalen zich ecologisch naar de factor vochtbeschikbaarheid en redoxcondities. Het substraat kan bestaan uit zavel, klei of moerig materiaal (gemoernde gronden). De textuur is te herleiden uit de legenda van de bodemkaart.

Alle zeekleigronden worden op de bodemkaart aangegeven met de code M gevolgd door een tweede letter en een 2-delige cijfercode. Bodems met een ongerijpte (meestal natte) bovengrond krijgen de code MO, met een ongerijpte ondergrond de code Mo. Gerijpte kleigronden met hydromorfe kenmerken hebben de code Mv of Mn. Kleigronden met een eerdlaag hebben de code pM. De textuurklasse wordt weergegeven door het eerste cijfer. Wij hebben twee textuurklassen onderscheiden: zavelgronden (8% < lutumgehalte < 25%) met de bodemcode M.1., M.2. of M.5. en kleigronden (lutumgehalte >25%) met de bodemcode M.3., M.4., M.8. Het tweede deel van de cijfercode is een indicatie voor het textuurverloop.

Zeekleigronden kunnen kalkarm (bodemcode M...C) tot kalkrijk (M...A) zijn. In zijn algemeenheid geldt dat gebieden die voor 1200 AD bedijkt zijn (oudland) kalkarm zijn. Nieuwland, bedijkt na 1200, is vrijwel altijd kalkrijk. Evenals rivierklei- zijn zeekleigronden mineralogisch rijk en hebben daardoor een lage verwerings-snelheid en een hoge kationenadsorptiecapaciteit (CEC) in vergelijking met zandgronden. Toch is er een duidelijk verschil waarneembaar tussen kalkrijke (kalkklasse A) en kalkarme kleigronden (kalkklasse C). Bij kalkrijke kleigronden (en zandgronden) is de zuurgraad in de bovengrond gebufferd rond pH 6,5 à 7. In kalkarme kleigronden ontbreekt de kalkbuffer en is de zuurgraad in de bovengrond ca 1,5 pH-eenheden lager (zie ook figuur 14). De zuurbuffer is hier afhankelijk van uitwisseling van kationen aan het adsorptiecomplex, waarbij de zuurgraad gebufferd wordt op waarden rond pH-KCl = 5. Om deze reden worden zowel kalkrijke als kalkarme varianten van de primaire standplaatsen onderscheiden.

De drie door ons onderscheiden ecoseries in het binnendijkse Zeekleigebied zijn:

4.1.1 Brakke zavelig tot kleiige zee- of getijdeafzettingen (zk1a).

Op de geomorfologische kaart wordt deze serie aangegeven met de geom-code M (vlaktes) of L (welvingen), R (geulen) en N (laagtes). Het betreft over het algemeen de wat zwaardere zavel en kleigronden. De volgende geom-codes rekenen we tot deze ecoserie M32-36, M40,43, 51, L17,19/20, 23-27. R13/14 (Geulen), N8-10 (laagtes). Binnen deze ecoserie worden primaire standplaatsen onderscheiden op basis van substraat en voorkomen van openwater.

4.1.2 Ontzilte zavelige of kleiige zee en getijde afzettingen (zk1b)

De hoogteligging en daarmee de inundatieduur bepalend voor nader onderscheid tussen lager gelegen geulen (geom-code R13, 14) en laagtes (N8-10) en hoger gelegen vlaktes (M, L) of ruggen (K). Binnen de geulen en laagtes worden primaire standplaatsen onderscheiden op basis van open water of verlanding (zoete kleimoerassen) en aanwezigheid van kalk

4.1.3 Vlaktes en ruggen in zoete zee- of getijdeafzettingen (zk1c).

Binnen de vlaktes kunnen ruggen als herkenbare langgerekte structuren voorkomen. Voor ruggen wordt op de geomorfologische kaart de geom-code K gebruikt (K26-34). Het betreft over het algemeen wat hogere gronden met een wat lichtere textuur: zavel tot maximaal lichte klei (Mn3.) Binnen deze ecoserie zijn kalkrijke en kalkarme varianten mogelijk die tot verschillende primaire standplaatsen worden gerekend.

4.2 Buitendijkse zeekleigebieden (zk2)

Naast een binnendijkse onderscheiden we ook een buitendijkse ecosectie, die gekenmerkt wordt door getijdewerking. Ook deze sectie bestaat uit zand-, zavel- of kleiafzettingen in zoete of zoute milieus. Deze gebieden staan bekend onder uiteenlopende namen. Op het laagste gelegen niveau gaat het om onbegroeide zandplaten en slikken of wadden. Hoger op komen begroeide kwelders, gorzen of schorren voor. Elk van deze gebieden kunnen doorsneden zijn met getidekreeken, die verantwoordelijk zijn voor de vorming van het reliëf. Langs deze kreeken vormden zich hoger gelegen zandige kreekruggen. Tussen de kreekruggen komen lager gelegen delen voor die zich opvulden met slib (vgl. komgronden Rivierengebied). De kreeken zelf kunnen in tweede instantie ook weer opgevuld zijn met slib.

Min of meer analoog aan de vorige ecosectie worden de ecoseries onderscheiden op basis van het zoutgehalte en primaire standplaatsen op basis van hoogteligging en getijdeinvloed binnen de ecoserie. Hoewel buitendijkse zeekleigebieden in principe onder invloed van zout zeewater staan, zijn door de Deltawerken vergelijkbare ecoseries onder invloed van (ver)zoet(end) water ontstaan. We onderscheiden twee ecoseries: het zoetwater- en zoutwatergetijde landschap. Binnen elk van deze ecoseries is overstromingsfrequentie doorslaggevend voor onderscheid tussen dagelijkse overstromde onbegroeide vlaktes of incidentele overstromde begroeide vlaktes.

4.2.1 Strandvlaktes, zandplaten en slikken of kreken en oeverwallen (zk2a).

Hieronder verstaan we onbegroeide laaggelegen zandplaten die bij elke vloed overstromen. Op de geomorfologische kaart wordt deze eenheid in het zoutwatergetijdegebied met de geom-code M41 aangegeven. In het zoetwatergetijde gebied gaat het ook om M38 en R13.

4.2.2 Kwelders en schorren of gorzen (met welvingen) en kwelderwallen (zk2b)

Door opslibbing hoger gelegen terreindelen die nog slechts incidenteel worden overstromd en dan begroeid zijn. Op de geomorfologische kaart worden deze slibrijke vlaktes met de geom-codes M39 of L20, L24 (welvingen) of K31 (kwelderwallen) en K34 (Getij-oeverwal) aangegeven. De kwelders en schorren worden doorsneden door een stelsel van kreken, die relatief laaggelegen en deels dichtgeslibd kunnen zijn (R13/14). Deze worden dagelijks gevuld met water en horen bij de vorige eenheid.

5. Duin- en kustzandgebied

Ecoregio en ecosecties

De duinen vormen een dynamisch landschap waar geomorfologische en hydrologische processen een belangrijke rol spelen (Van Oosten, 1986). Onder invloed van golfwerking worden kalkhoudende (schelpfragmenten) strandwallen afgezet, die bestaan uit mariene zanden. De oudste duinen zijn op strandwallen gevormd door verstuiving. Door duinafslag kan de zee weer inbreken en kunnen sluffers met een getijde werking ontstaan. Doorbraken kunnen in tweede instantie weer dicht stuiven, waardoor afgesloten strandvlaktes en valleien ontstaan (primaire duinvalleien). Ook door uitstuiving kunnen (secundaire) duinvalleien ontstaan. Door overstuiving kan in oudere binnenduinen weer een nieuwe bodemontwikkeling ontstaan. In het door de wind en hellingprocessen gevormde reliëf zorgen hydrologische processen voor verdere bodemvorming in het kalkrijke sediment. In deze oorspronkelijk kalkrijke duinen vindt onder invloed van infiltrerend regenwater ontkalking en in de kalkarme duinen verzuring plaats. Zonder aanvoer van kalk verloopt het proces van ontkalking snel. Ca. 50 jaar oude duinen kunnen al enkele decimeters ontkalkt zijn. Bij het vaststellen van de actuele situatie in de duinen is de ontkalkingsdiepte en de zuurgraad van de bovengrond een belangrijk onderscheidend kenmerk.

Ten zuiden van Bergen (Rhenodunaal district) zijn de duinen kalkrijker dan ten noorden (Waddendistrict). Wij zouden dit daarom ecosubregio's kunnen noemen. Deze kalkgrens is echter niet hard en wordt in de Landschapsleutel daarom niet als relevant onderscheiden. Net zoals in het Rhenodunaaldistrict ontkalkte duinen kunnen voorkomen in het Waddendistrict kalkrijke afzettingen aanwezig zijn. Het belangrijkste verschil tussen beide subregio's is dat in het waddendistrict ontkalking en verzuring sneller verlopen dan in het kalkrijkere Rhenodunaal. Bodemkundig wordt in die zin geen onderscheid gemaakt tussen kalkarme (bodemcode Zd..C) en kalkrijke duinen (code Zd..A) dat in beide gevallen wordt gesproken van vaaggronden. Bij de vaaggronden wordt op basis van hydromorfe kenmerken in combinatie met de relatieve hoogteligging onderscheid gemaakt naar bodemvorming onder droge of natte omstandigheden. Duinlichamen bestaan daarom voornamelijk uit duinvaaggronden (bodemcode Zd), terwijl vlakvaaggronden (Code Zn) doorgaans gebonden zijn aan duinvalleien.

Op de geomorfologische kaart worden als de belangrijkste eenheden van het kust- en duinlandschap genoemd: de hoge (>5 m) en lage (< 5m) kustduinen met bijbehorende vlakten (geom-code ..C1 resp. .L7), afgesloten strandvlaktes (geom-code M40), afgegraven vlaktes (M49), strandwallen (K28, 39) en zeestrand- of kustduinglooiingen (geom-code H). De bodemontwikkeling in de duinen is van groot belang voor de vegetatieontwikkeling en hangt daar vaak ook sterk mee samen. Voor een goed begrip levert de bodemkaart van Nederland schaal 1 : 50 000 onvoldoende informatie en is een gedetailleerde bodemkaart noodzakelijk, vooral voor het onderscheid in organische stofgehalten van het duinzand. Daarnaast zijn aanvullende informatie over ontkalkingsdiepte, zuurgraad van de bovengrond en het humusprofiel noodzakelijk om de actuele situatie goed in beeld te krijgen. Wij onderscheiden drie ecosecties: i) dynamische of blonde duingebied, ii) het statische of grijze duingebied en iii) de laagtes en vlaktes (figuur 9).

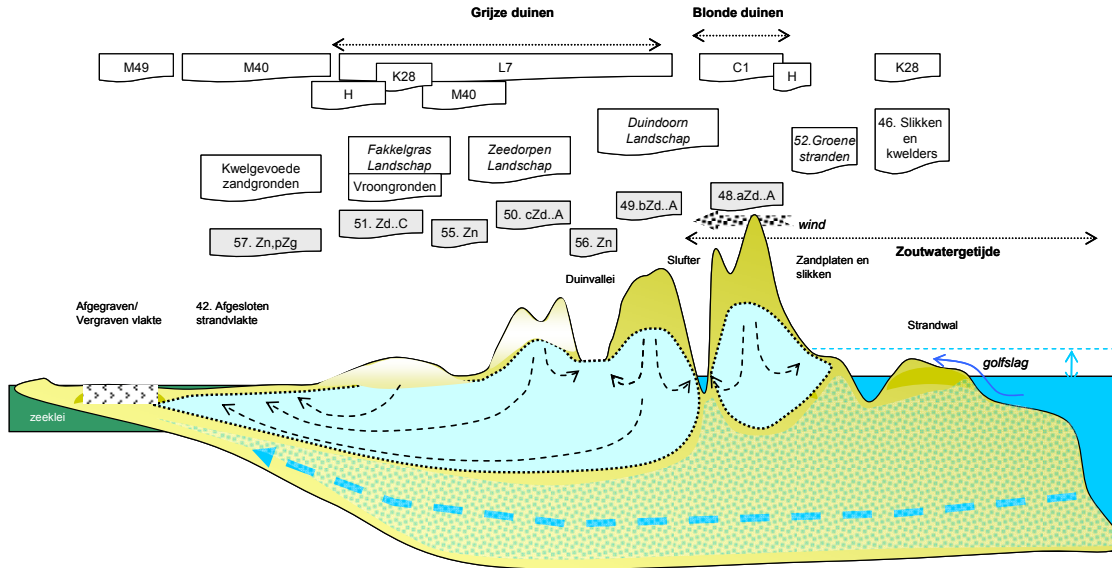
5.1 Blonde duinen (du1)

Via vestiging van het zouttolerante biestarwegras kan op de strandwallen een primaire duinvorming starten waarbij steeds meer zand wordt ingevangen. Bij verdere ophoging vestigen zich op den duur zoutmijdende pionierbegroeiingen met helm en zandhaver. Deze planten zijn door hun specifieke wortelstelsel in staat veel zand vast te houden en steeds weer boven het zand uit te groeien. Deze zone wordt op de geomorfologische kaart aangegeven als zeestrandglooiingen (H13) en kustduinglooiingen (H16). Dit proces gaat door totdat de zandaanvoer afneemt en het duin stabiliseert. Deze primaire duinen die het dichtst bij de zeereep zijn gelegen worden wel de 'Blonde duinen' genoemd. Op de geomorfologische kaart zijn deze blonde duinen doorgaans te herkennen aan de geom-code ..C1, maar ze kunnen ook voorkomen binnen de eenheid .L7 (lage kustduinen en bijbehorende vlakten en laagten). We onderscheiden slechts één ecoserie in deze sectie: kalkrijke jonge duinen (du1a).

Kust en Duinzandgebied:

Overzicht primaire standplaatsen met nummercode

En hun globale positie in het gebied met de code volgens de Geomorfologische Kaart van Nederland



Figuur 9

Schematische overzicht van de indeling van het Kust- en duinzandgebied in ecosecties, ecoseries en primaire standplaatsen.

5.2 Grijze duinen (du2)

Na de dynamisch 'blonde' fase ontwikkelen zich onder kalkrijke, maar humusarme omstandigheden (bodemcode bZd..) struwelen met Duindoorn. Duindoorn is in staat stikstof uit de lucht te binden. Bij een geleidelijk minder dynamisch en droger milieu kan zich in het nog steeds kalkrijke zand Duindoorn vestigen, waardoor een bodemontwikkeling op gang komt waarbij steeds meer organische stof in de bodem wordt vastgelegd. Dit uit zich in de vorm van een grijzige humeuze minerale bovengrond. Het zijn door de primaire duinen beschutte vaak wat minder hoge 'binnen of midden' duinen. Op de geomorfologische kaart is deze fase te herkennen aan de geom-code .L7. Binnen deze ecosectie onderscheiden we twee ecoseries: kalkrijke en ontcalcite oude (binnen)duinen

5.2.1 Kalkrijke (binnen)duinen (du2a)

Vanwege het dominante voorkomen van Duindoornstruwelen werden deze gronden door Doing (1988) tot het Duindoornlandschap gerekend. Onder invloed van begrazing kan de struweelvorming stagneren en ontwikkelt zich duingrasland. Onvermijdelijk lot van kalkrijke duinen is ontcalcining. Onder een kalkgehalte van 0.3% (pHKCl<7) en een ontcalciningdiepte van > 50 cm groeit geen Duindoorn meer. Duindoorn vestigt zich bij voorkeur op noordhellingen met een wat gunstiger microklimaat (vocht). Op zuidhellingen ontwikkelen zich voornamelijk droogte resistente (korst) mossen met o.a. duinsterretje. Bodemkundig zijn de kalkrijke duinen te herkennen aan de bodemcode Zd..A.

Dicht tegen de zeereep aan kunnen de met struweel begroeide duinen nog incidenteel overstoven raken met kalkrijk zand. In dergelijke organischstof- en kalkrijke bodems ontwikkelen zich wat voedselrijkere begroeiingen met struweel van dauwbraam (Dauwbraamlandschap). Bodemkundig kunnen deze standplaatsen op gedetailleerde bodemkaarten getypeerd worden met de bodemcode cZd..A. Ook onder invloed van de mens kan de bovengrond plaatselijk met organische stof zijn aangerijkt (bodemcode EZ: enkeerdgronden). Nabij dorpen

ontwikkelde zich daardoor het zeedorpenlandschap. Min of meer analoog aan het dauwbraamlandschap zijn de begroeiingen afhankelijk van de regelmatige aanvoer van organisch materiaal (o.a. bemesting, akkerbouw, afval uit visnetten) in combinatie met kalk.

5.2.2 Ontkalkte (binnen) duinen of Vroongronden (du2b)

Na ontkalking van de bovengrond vestigen zich begroeiingen met Fakkелgras als dominante soort (Fakkелgraslandschap). Ontkalkte gronden worden op de bodemkaart aangegeven met de bodemcode Zd., zonder toevoeging voor kalkverloop. Onder kalkarme of volledig ontkalkte omstandigheden op zuidhellingen ontwikkelen zich schrale begroeiingen met Buntgras en kortmossen, waarbij nauwelijks humusvorming in de bodem plaatsvindt. Met name in de noordelijke kalkarme duinen van het Waddendistrict is dit Buntgraslandschap prominent aanwezig. Op noordhellingen met een iets gunstiger microklimaat kan een vegetatie met kraaiheide en eikvaren tot ontwikkeling komen. Op beschutte plaatsen kan zich bij afwezigheid van begrazing een fragmentair Berken-Populierenbos vormen. Bij minerale gronden kan ontkalking of verzuring leiden tot een steeds minder actief bodemleven en een steeds minder goede strooiselafbraak, waardoor strooisel accumuleert op het maaiveld. Door voortschrijdende verzuring ontwikkelt de bodem zich uiteindelijk in de richting van een podzol. Voor echte podzolen is het duinlandschap echter veelal nog te jong. Alleen in het oude duingebied van Texel komen wel podzolgronden voor. Wel kunnen overgangen tussen vaaggronden en podzolen voorkomen: micropodzolen, die kenmerkend zijn voor duinheiden. Zure en basenarme gronden hebben een wat oligotrofer karakter, waarop zich ten slotte ook struikheide kan ontwikkelen (Duinheide).

In de oude duinen in het rheno-dunaal district komen langs de binnenduintrand in het relatief rijkere zand vorst-vaaggronden (bodemcode Zb21) voor. Om deze bodemontwikkeling te kunnen onderscheiden is een gedetailleerde bodemkaart met informatie over ontkalkingsdiepte, zuurgraad en humusprofiel nodig. Bij het beoordelen van de actuele situatie zijn met name ontkalkingsdiepte en pH verloop van belang.

De bodemontwikkeling en vegetatiesuccessie in ontkalkte duinen gaat uiteindelijk in de richting van de landduinen (regio hz2) en de leemarme dekzandgronden (regio hz3).

5.3 Duinvalleien en strandvlakten (du3)

Laagtes en vlaktes (met evt. ruggen) worden op de geomorfologische kaart aangegeven met de geom-code K of M. Daarnaast kunnen ook valleien en laagtes voorkomen binnen de blonde (geom-code C) en grijze duinen (geom-code L). Belangrijk criterium is dat het grondwater een belangrijke rol heeft gespeeld bij de verdere bodemvorming (figuur 9). Kenmerkend hiervoor in het duingebied zijn de vlakvaaggronden (bodemcode Zn) of moerige gronden (V, W). Vlakvaaggronden hebben door hun lage ligging een minder diepe grondwaterstand en een hydromorf karakter. Onder invloed van regenwater, grondwater of (brak)zeewater kan een verschillende bodem- en vegetatieontwikkeling tot stand komen (Grootjans et al. 1995). In deze ecosectie onderscheiden we drie ecoseries.

5.3.1 Zoutwatergetijde landschap (du3a)

Delen van het duinlandschap die nog incidenteel door zeewater worden overstroomd zijn begroeid met zouttolerante vegetatietypen die ook bij de kwelders en slikken van het zeekeilandschap werden beschreven. Hier kunnen de zgn. groene stranden tot ontwikkeling komen. In deze ecoserie vindt enige overlap plaats met het in het zeekeigebied (regio zk) behandelde zoutwatergetijdeland (regio zk2b).

5.3.2 Vlaktes met zandige getijde afzettingen (du3b)

Bij de vlakke zandige zee- en getijdeafzettingen kunnen diverse primaire standplaatsen worden onderscheiden. De vochttoestand en de kalkrijkdom van het substraat vormen een belangrijke differentiërende factor. Er kan langdurig open water voorkomen met een brak of zoet karakter, waardoor een moerasontwikkeling op gang kan komen. Onder minder natte tot vochtige omstandigheden kunnen kalkrijke of door kwelgevoede zandgronden voorkomen. In deze hydromorfe bodems vindt door een hoge pH een snelle strooiselomzetting door een actief bodemleven plaats, waarbij stabiele humus met een lage C/N verhouding wordt gevormd. In jonge duinvalleien vindt nog weinig homogenisatie van humus met de minerale ondergrond plaats door afwezigheid van regenwormen. Hierdoor kan zich een dunne of dikkere moerige bovengrond van baserijk, goed gehumificeerd strooisel (bodemcode vWz) vormen die scherp is afgegrensd van de minerale zandondergrond. Afwezigheid van wormen kan hier een gevolg zijn van zwak brakke omstandigheden of door beperkte migratie. Op de oudere en beter ontwaterde duinen vindt deze 'veen'vorming niet plaats en hebben zich onder invloed van regenwormen vaak beek- of gooreerdgronden ontwikkeld. Deze baserijke gronden hebben een mesotroof karakter. Door een toenemende regenwaterinvloed kan een basenarme of zure veenontwikkeling tot ontwikkeling komen.

In de ondergrond van vlakten en laagtes met zandige getijdeafzettingen kunnen klei- of veenlagen voorkomen. Dat is bijvoorbeeld het geval op overgangen naar het zeekleigebied (regio zk) of het laagveengebied (regio lv), of bij overstoven veentjes. Deze lagen kunnen van invloed zijn op de grondwaterstromingen, waardoor neerslagwater stagneert of kwelwater uittreedt. Bij het opstellen van een ecohydrologische systeemanalyse van een duingebied is het belangrijk inzicht te hebben in het voorkomen van dergelijke lagen. Op de bodemkaart van Nederland schaal 1 : 50.000 zijn deze lagen meestal niet terug te vinden. Daarvoor is een gedetailleerde bodemkaart nodig, gebaseerd op voldoende diepe boringen.

5.3.3 Vlaktes met kleiige getijde afzettingen (du3c)

Op oude strandvlaktes of laagten kan bij latere doorbraken van de zee een kleilaagje zijn afgezet op de zandgronden. Op de overgang naar het zeekleigebied (regio zk) kunnen ingesloten laagtes voorkomen met zeekleigronden. Hier komen standplaatsen met vochtige zeekleigronden met een matig eutroof karakter voor die ook in het zeekleilandschap werden onderscheiden.

6. Heuvelland

Ecoregio's

De ecoregio Heuvelland omvat het zuidelijk deel van de provincie Limburg. De noordelijke grens loopt van Berg aan de Maas (ten westen van Sittard) langs Nieuwstadt naar Koningsbosch (niet ver van de Duitse grens). Deze lijn komt overeen met de noordelijke begrenzing van de lössgordel (met o.a. brikgronden) en wordt niet duidelijk door het reliëf bepaald. Het eigenlijke 'heuvelland' begint iets zuidelijker: onder Sittard bij de Kollenberg.

De gehele regio, met inbegrip van het meest noordelijke, relatief laag gelegen deel, bestaat uit een afwisseling van min of meer vlak gelegen terreingedeelten van verschillende hoogte (terrassen en plateauterrassen) en al dan niet diep ingesneden beek- en rivierdalen. Het is daarmee eerder een dalen- dan een echt heuvellandschap.

Kenmerkend voor dit landschap is dat vrijwel alle terreingedeelten (terrassen s.l., hellingen en dalbodems) afgedekt zijn door een pakket löss (hetzij in situ, hetzij verspoeld). Dit geldt tot op zekere hoogte ook voor de dalbodems van de grotere beken (Rode beek, Geleenbeek, Jeker, Geul, Gulp, Eyserbeek, Sinselbeek en Worm). De dalbodems bestaan hier uit fluviatiele kleien en zavels die sterk zijn bijgemengd met verspoelde löss. Slechts twee deelregio's hebben een geheel ander karakter:

- de laagst gelegen rivierdalbodems langs de Maas (geom-code: T4 en T5);
- de Brunssumer heide e.o. met miocene zanden (bodemkaart: o.a. Y, Hn, Hd, Zn, Zg) en veengronden (bodemkaart: Vc en Vz) en de geringe oppervlakten met oude, grof zandige, fluviatiele afzettingen bij Ubachsberg (bodemkaart: FG).

De mogelijkheden voor natuurontwikkeling in deze deelgebieden wijkt sterk af van die in de rest van het Heuvelland. Beide deelgebieden kunnen beter beschouwd worden als enclaves van andere ecoregio's: respectievelijk het riviereengebied en de hogere zandgronden.

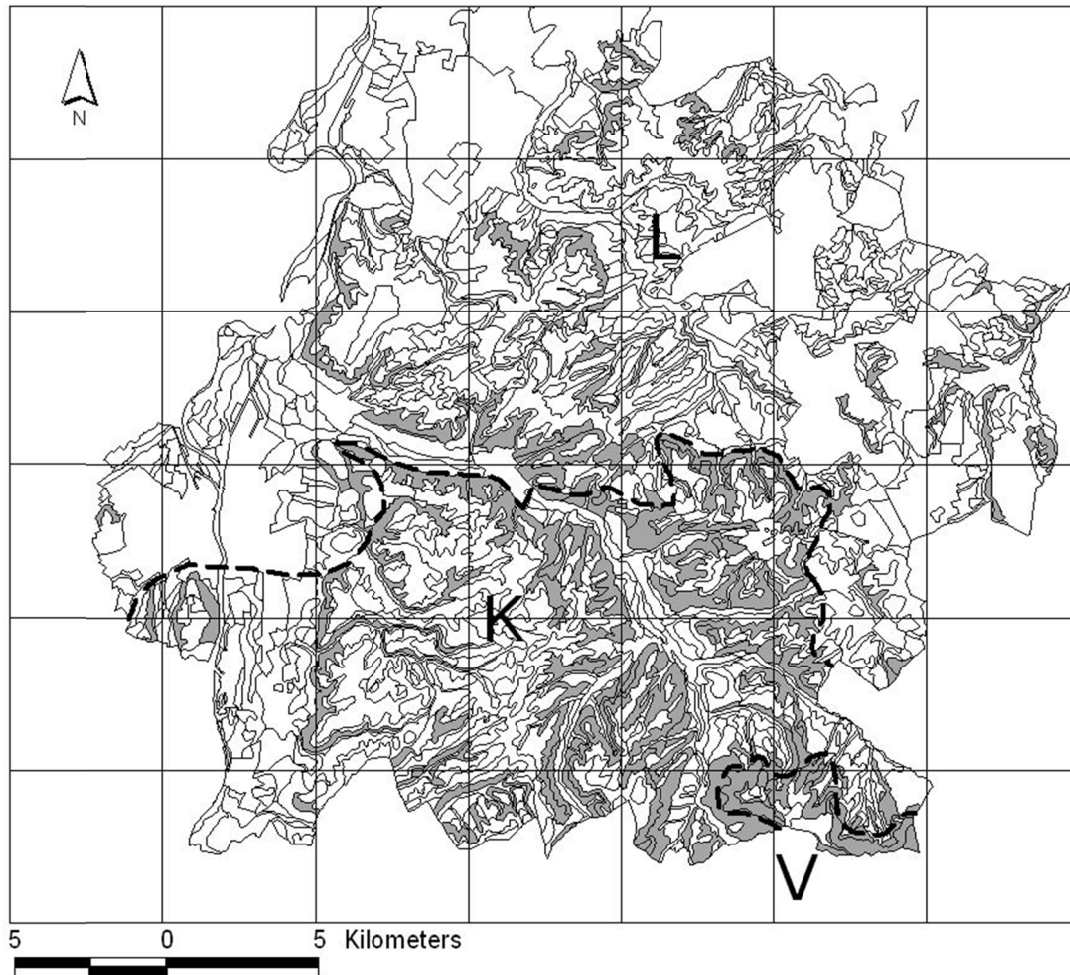
Ecodistricten

Binnen de systematiek van de Landschapsleutel worden ecodistricten (het schaalniveau tussen ecoregio's en ecosecties) niet systematisch onderscheiden. Ook voor het Heuvelland geldt dat de ecoregio direct wordt opgedeeld in ecosecties. Toch kan het tussenliggende niveau van de ecodistricten helpen de landschappelijk structuur van het Heuvelland inzichtelijker te maken.

Hierboven zagen wij dat het heuvelland als geheel wordt gekenmerkt door een specifieke geomorfologie en door de aanwezigheid van een pakket lössleem dat vrijwel de gehele oppervlakte van het gebied afdekt. Onder deze deken van löss is echter sprake van een grote verscheidenheid aan typen moedermateriaal die het gevolg is van afzettingen uit verschillende geologische perioden en die door tektoniek en erosie hun vorm en ligging hebben gekregen. Bovendien is de lössleem op de hellingen onder invloed van hellingprocessen (solifluctie en colluviatie) voor een belangrijk deel verplaatst en gemengd met andere typen moedermateriaal zoals terrasmateriaal en kalkbrokjes. De dikte van dit pakket varieert sterk van plek tot plek, met name op de hellingen, en bepaalt zo in hoeverre het onderliggend (of doorgemengd) materiaal van invloed is op de primaire groeiplaatsen en daarmee op de mogelijkheden voor natuurontwikkeling (Hommel et al., 2010).

De aanwezigheid van de verschillende typen moedermateriaal aan of nabij het maaiveld is bepalend voor de verderop te bespreken indeling in ecoseries en primaire groeiplaatsen. Aangezien de meeste van deze typen moedermateriaal een beperkte verspreiding hebben in het Heuvelland, geldt dit automatisch ook voor een deel van de ecoseries en primaire groeiplaatsen. Dit leidt tot een indeling in drie ecodistricten (figuur 10): 1) Lössdistrict, 2) Kalkdistrict en 3) Vuursteendistrict. De grenzen tussen deze deelgebieden zijn in het algemeen duidelijk, als gevolg van tektonische processen en de daarmee samenhangende breuklijnen in de ondergrond.

De ecodistricten zoals weergegeven in figuur 10 perken het aantal mogelijkheden bij het vaststellen van ecoseries en primaire groeiplaatsen sterk in en kunnen daarmee van praktisch nut zijn voor de gebruiker.



Figuur 10

Ecodistricten in het Zuid-Limburgse heuvelland. In grijs aangegeven: hellingcomplexen. L (lössdistrict): löss en terrasafzettingen; K (kalkdistrict): kalksteen, löss, terrasmateriaal en zeer plaatselijk vuursteeneluvium; V (vuursteendistrict): vuursteeneluvium, löss en glauconietklei (bron: Bobbink et al., 2008). Van NW naar ZO is de positie van een landschappelijke doorsnede aangegeven waarop figuur 20 is gebaseerd.

Ecosecties

Het onderscheid in ecosecties berust op de belangrijkste verschillen in geomorfologische eenheden binnen het Heuvelland. Er worden drie ecosecties onderscheiden:

- terrassen incl. plateauterrassen (T)
- hellingen (H)
- dalen (D)

6.1 Terrassen (hl1)

Terrassen zijn min of meer vlakke, relatief (dwz ten opzichte van de directe omgeving) hoog gelegen terreingedeelten. De hoogte van de terrassen varieert sterk en loopt trapsgewijs op van circa 50 m + NAP in het noordwesten tot meer dan 300 m + NAP in het zuidoosten. Naar hun ontstaanswijze kunnen zij worden ingedeeld in mariene en fluviatiele terrassen. De eerste zijn beperkt tot het uiterste zuiden van het heuvelland, waar zij min of meer samenvalt met de door tectoniek en afvlakking ontstane 'schiervlakte' (o.a. plateau van Vijlen; geom-code: D1). De fluviatiele terrassen zijn voor het overgrote deel ontstaan door het zich trapsgewijs inslijten in het landschap van de Maas en haar voorgangers (Waubach-Maas, Oost-Maas, West-Maas). Alleen het gebied rond Koningsbosch in het noordoosten ligt op een Rijnterras. Deze genetische indeling is ecologisch echter niet erg relevant. Hetzelfde geldt voor de indeling in hoogterras ('plateaus') en middenterras ('tussenterassen' en 'dalwandterrassen').

De geomorfologische kaart legt de grens tussen de relatief vlakke terrassen en de hellingen ('dalwanden') bij een hellingshoek van 2%. Op de bodemkaart 61/62 worden vlakken met hellingen van < 2% aangegeven met hellingklasse A. Helaas worden op de bodemkaart van het noordelijk deel van het heuvelland (59/60) geen hellingklassen aangegeven. Ook lijkt de kartering van de hellingklassen op bodemkaart 61/62 niet overall even nauwkeurig. Zo is het plateau van Vijlen (ten onrechte?) gekarteerd als hellingklasse B (2-5%). In dergelijke gevallen zijn de veldsituatie en de aanduiding op de geomorfologische kaart doorslaggevend. De belangrijkste legenda-eenheden op de geomorfologische kaart zijn D1, E5, E6, E7 en H15. De op de kaart onderscheiden schiervlakte en lössglooiingen worden hier bij de terrassen gerekend.

6.2 Hellingen (hl2)

Hellingen zijn de terreingedeelten tussen terras en dal met een hellingspercentage van > 2%. Op de bodemkaart 61/62 worden deze hellingen aangegeven met hellingklasse B t/m F. Ook hier geldt overigens dat de veldsituatie en de aanduiding op de geomorfologische kaart doorslaggevend zijn. De belangrijkste legenda-eenheden op de geomorfologische kaart zijn A2 en A4.

6.3 Dalen (hl3)

Dalen zijn min of meer vlakke, relatief (dwz ten opzichte van de directe omgeving) laag gelegen en door watererosie ontstane terreingedeelten. Indien in het dal permanent stromend water aanwezig is spreken we van een beekdal, zo niet van een droogdal. Laatstgenoemde situatie komt in het Heuvelland veel voor.

De grens tussen hellingen en dalen kan weer gelegd worden bij een hellingshoek van 2%. Op de bodemkaart 61/62 worden vlakken met hellingen van < 2% aangegeven met hellingklasse A, maar niet in de beekdalen. Het ontbreken van een hellingcode kan hier dus als indicator voor de aanwezigheid van een beekdal worden opgevat. Hetzelfde geldt voor de aanwezigheid van een code voor de grondwatertrap (ook op de bodemkaart van het noordelijk deel van het heuvelland (59/60) waarop helemaal geen hellingklassen zijn aangegeven). Op beide bodemkaarten worden coderingen voor de grondwatertrap namelijk beperkt tot de dalen. Voor terrassen en hellingen wordt geen grondwatertrap vermeld. Er is hier plaatselijk sprake van schijngrondwaterspiegels. Dit fenomeen wordt bij bodemkarteringen vanouds sterk onderbelicht. Overigens geldt ook hier dat in geval van twijfel de veldsituatie en de aanduiding op de geomorfologische kaart doorslaggevend zijn. De belangrijkste legenda-eenheden op de geomorfologische kaart zijn R, S en T met diverse voor- en achtervoegsels.

Ecoseries

Het onderscheid in ecoseries berust vooral op de aard van het moedermateriaal in de ondergrond voor zover dit van belang is voor de vegetatieontwikkeling. De grenswaarden kunnen hierbij van geval tot geval verschillen.

De belangrijkste typen moedermateriaal die - al dan niet afgedekt door een dun pakket andersoortig materiaal - binnen het heuvelland van invloed zijn op de vegetatieontwikkeling worden in tabel 1 opgesomd in volgorde van ouderdom. Hierbij worden vuursteeneluvium en kleefarde, beide in feite verweringsproducten van kalksteen,

als afzonderlijke typen moedermateriaal beschouwd. De herkenning van deze verschillende typen moedermateriaal in de ondergrond kan problemen in de praktijk opleveren. De plaats in het landschap in combinatie met enkele veldkenmerken kan echter uitsluitsel geven. In het hoofdstuk protocollen wordt hier nader op ingegaan. Figuur 11 geeft een overzicht van de verschillende ecodistricten met de globale positie van de primaire standplaatsen

Binnen de drie ecosecties worden tien ecoseries onderscheiden:

Vier ecoseries worden voor de terrassen onderscheiden:

- Leemgronden op terrassen (hl1a)
- Terrassen met lössdek op niet verspoeld terrasmateriaal (hl1b)
- Terrassen met lössdek op vuursteeneluvium (hl1c)
- Terrasresten in glauconiet klei (hl1d)

Voor de hellingen worden vier ecoseries onderscheiden:

- Leemgronden op hellingen (hl2a)
- Hellingen met dek van verspoelde löss op terrasmateriaal (hl2b)
- Kalksteenhellingen (hl2c)
- Hellingen in tertiaire klei en glauconietklei (hl2d).

Voor de dalen worden twee ecoseries onderscheiden:

- Droogdalen en kleine beekdalen in löss (hl3a)
- Grote beekdalen (hl3b).

Tabel 1

Voorkomen van verschillende typen moedermateriaal in ondiepe ondergrond (< 120 cm -mv).

| | Ecodistrict | Ecosectie | Kalk* |
|------------------|--------------------|------------------|--------------|
| glauconietklei | K ** | T, H | + (-) |
| kalksteen | K, V | H | + |
| Vuursteeneluvium | V | T, H | - |
| leefaarde | K, V | H | - (+) |
| tertiaire klei | L | H | + (-) |
| terrasmateriaal | L, K, V | T, H | - |
| lössleem | L, K, V | T, H, D | -/+ |
| holocene klei | L, K | D | -/+ |
| veen*** | L, K | D | -/+ |

* bruist met verdunde HCl; glauconietklei veelal sterk bruisend o.i.v. bovenliggende kalksteen

** beperkt tot zuidoostelijk deel: overgang naar V-district

*** omschrijving beperkt tot veen in Zuid-Limburgse beekdalen

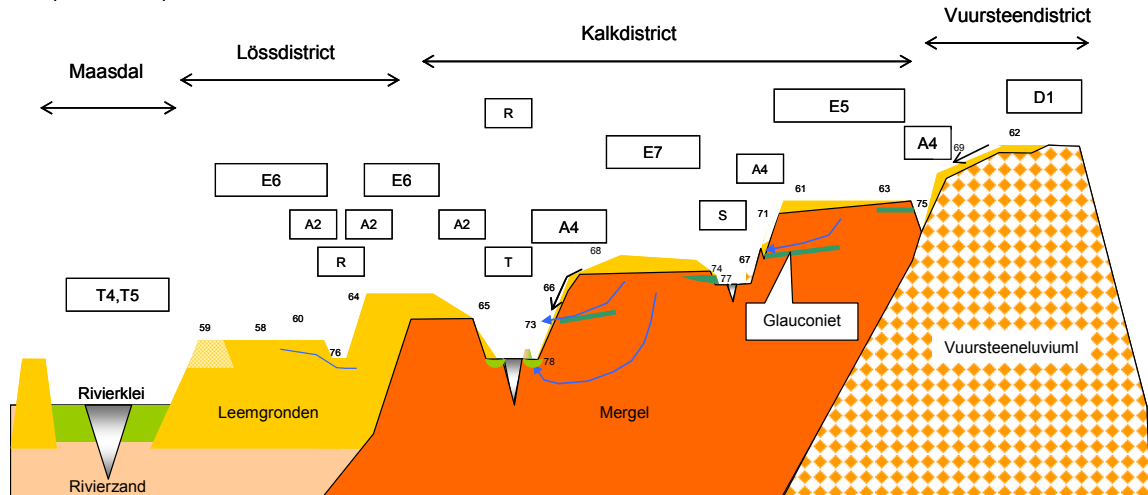
Codering ecodistricten: L: lössdistrict, K: kalkdistrict, V: vuursteendistrict

Heuvelland:

Overzicht primaire standplaatsen met nummercode

En hun globale positie in het heuvelland met de code volgens de Geomorfologische Kaart van Nederland (witte kaders);

| Legenda | |
|--|---|
| 58 Terrassen met siltige leembodem zonder hydromorfe kenmerken | 73 Kwelzones en bronnen |
| 59 Terrassen met zandige leembodem zonder hydromorfe kenmerken | 74 Hellingen met glauconiet klei |
| 60 Terrassen met stagnerende leembodem | 75 Droge dalbodem (in droogdalen en kleine beekdalen) |
| 61 Terrassen met lössdek op niet verspoeld terrasmetaal | 76 Natte laagte (in droogdalen en kleine beekdalen) |
| 62 Terrassen met lössdek op vuursteeneluvium | 77 Moerasige laagte (in kleine beekdalen) |
| 63 Terrassen met glauconietklei | 78 Kwelgevoede kommen |
| 64 Kalkarme lösshellingen | |
| 65 Kalkrijke lösshellingen | |
| 66 Hellingen met kalkarm hellingmateriaal of solifluctiedek | * Niet weergegeven |
| 67 Hellingvoeten en dalopvullingen met kalkrijk colluvium | |
| 68 Hellingen met dek van verspoelde löss op terrasmetaal | |
| 69 Hellingen met dek van verspoelde löss op mergel | |
| 70 Hellingen met ondiepe kalkverwering * | |
| 71 Kalkvanden | |
| 72 Hellingen met kalkarm hellingmateriaal of solifluctie op ondiepe mergel * | |



Codering ecoseries: T: terrassen en plateauterrassen, H: hellingen, D: dalen

Figuur 11

Overzicht van de positie van primaire standplaatsen (met nummercode) in de verschillende ecodistricten (zie figuur 10 voor transect).

Primaire standplaatsen

Binnen de tien ecoseries worden uiteindelijk 27 verschillende primaire standplaatsen onderscheiden. Hierbij spelen vooral bodemkundige en hydrologische kenmerken een rol. De belangrijkste worden weergegeven in tabel 2.

Tabel 2

Onderscheidende kenmerken binnen ecoseries.

Kenmerken primaire standplaats:

Vooraf van belang bij:

Bodem:

textuur löss
textuur dalbodem
dikte lössdek
dikte dek terrasmetaal en/of vuursteen
kalkgehalte löss
kalkgehalte oeverwallen
erosieproduct

diepe lössbodems op terrassen
grote beekdalen
hellingen en terrasranden
hellingen
hellingen
grote beekdalen
hellingvoeten; grubben (smalle, ravijnachtige droogdalen)

Hydrologie:

aanwezigheid kwel
hydromorfe kenmerken löss
vochttoestand dalbodem

bronhellingen; kommen grote beekdalen
diepe lössbodems op terrassen
beekdalen; droogdalen

Bijlage 2 Format Inrichtingsadvies

Inrichtingsadvies SKNL-project

Auteur: Pagina 3 van 15

Datum:

Dienst Landelijk Gebied, Regio-Oost

Inhoudsopgave

| | |
|---|-----------|
| SAMENVATTING | 2 |
| 1 INLEIDING | 4 |
| 2 GEBIEDSANALYSE | 4 |
| 2.1 INLEIDING | 4 |
| 2.2 LIGGING EN OMSCHRIJVING PROJ.CTGEBIED | 5 |
| 2.3 ABIOTISCHE BESCHRIJVING | 5 |
| 2.3.1 <i>Gesteente (Beschrijving ondergrond)</i> | 5 |
| 2.3.2 <i>Reliëf en expositie (Reliëf en hoogteligging)</i> | 5 |
| 2.3.3 <i>Hydrologie</i> | 6 |
| 2.3.4 <i>Bodem</i> | 7 |
| 2.3.5 <i>Bodemchemie (Nutriëntenhuishouding)</i> | 8 |
| 2.4 ANTROPOGENE INVLOED (LANDSCHAP EN CULTUURHISTORIE) | 8 |
| 2.4.1 <i>Historische natuurwaarden en cultuurhistorie</i> | 8 |
| 2.4.2 <i>Huidig landgebruik</i> | 8 |
| 2.5 BIOTISCHE BESCHRIJVING (FLORA EN FAUNA) | 8 |
| 2.5.1 <i>Vegetatie en flora</i> | 8 |
| 2.5.2 <i>Fauna</i> | 9 |
| 2.6 RUIMTELIJKE KWALITEIT | 9 |
| 3 BELEID EN WENSEN | 9 |
| 3.1 BELEID | 9 |
| 3.1.1 <i>NBP</i> | 9 |
| 3.1.2 <i>Natura2000</i> | 9 |
| 3.2 WENSEN VAN DE AANVRAGER | 10 |
| 3.3 WENSEN EN ONTWERPEISEN T.A.V. DE RUIMTELIJKE KWALITEIT | 10 |
| 3.4 WENSEN EN BELEIDSDOELSTELLINGEN OVERIGE PARTIJEN | 10 |
| 3.4.1 <i>Waterschap.</i> | 10 |
| 3.4.2 <i>Aanliggende NBO</i> | 10 |
| 4 INRICHTING EN BEHEERTYPEN | 10 |
| 4.1 SYNTHESE | 10 |
| 4.2 KANSEN EN KNELPUNTEN EN CONSEQUENTIES VOOR NATUURONTWIKKELING | 10 |
| 4.2.1 <i>Kansen</i> | 10 |
| 4.2.2 <i>Knelpunten en oplossingen</i> | 10 |
| 4.2.3 <i>Keuze, consequenties en onzekerheden</i> | 11 |
| 4.3 INRICHTINGSMAATREGELEN | 11 |
| 4.4 BEHEER | 11 |
| LITERATUUR EN BRONNEN | 12 |
| BIJLAGE 1 GEGEVENS DINOLOKET | 13 |
| BIJLAGE 2 BODEMPROFIELEN | 14 |
| BIJLAGE 3 ONTGINNINGSGESCHIEDENIS EN CULTUURHISTORIE | 15 |

Auteur:

Datum:

Dienst Landelijk Gebied, Regio-Oost

Pagina 3 van 15

Bijlage 3 Toelichting Waterbeheersmaatregelen

| Watertype | Nieuwe maatregel | Stuurfactor | Stuurfactor 2 |
|------------|---|------------------------------------|-----------------------------|
| beek | Meandering ontwikkelen | Afvoerdynamiek | |
| beek | Loofbos ontwikkelen | Afvoerdynamiek | |
| beek | Drainage (open of gesloten) verminderen of verwijderen (naar rechts opschuiven) | Afvoerdynamiek | |
| beek | Drainage (open of gesloten) verminderen of verwijderen idem | Afvoerdynamiek | |
| sloot | Onderhoud optimaliseren | Onderhoud | |
| sloot | Bergingscapaciteit gebiedseigen water vergroten | Waterpeil | |
| beek | Drainage (open of gesloten) verminderen of verwijderen idem | Afvoerdynamiek | |
| beek | Loofbos ontwikkelen | Afvoerdynamiek | |
| beek | Infiltratie regenwater bevorderen | Afvoerdynamiek | |
| beek | Infiltratie regenwater bevorderen | Afvoerdynamiek | |
| beek | Infiltratie regenwater bevorderen | Afvoerdynamiek | |
| beek | Infiltratie regenwater bevorderen | Afvoerdynamiek | |
| beek | Waterontrekking verminderen/stoppen | Basisafvoer | |
| beek | Waterontrekking verminderen/stoppen | Basisafvoer | |
| beek | Waterontrekking verminderen/stoppen | Basisafvoer | |
| beek | Waterontrekking verminderen/stoppen | Basisafvoer | |
| beek | Waterontrekking verminderen/stoppen | Basisafvoer | |
| beek | Waterontrekking verminderen/stoppen | Basisafvoer | |
| beek | Waterontrekking verminderen/stoppen | Basisafvoer | |
| beek | Waterontrekking verminderen/stoppen | Basisafvoer | |
| beek | Waterontrekking verminderen/stoppen | Basisafvoer | |
| beek | Voorkom aantasting als gevolg etc. geen uitleg | Basisafvoer | |
| beek | Oorspronkelijk stroomgebied herstellen | Basisafvoer | |
| beek | Retentie vergroten | Afvoerdynamiek | Algemeen bij afvoerdynamiek |
| beek | Retentie vergroten | | |
| beek | Retentie vergroten | | |
| beek | Retentie vergroten | | |
| beek | Retentie vergroten | | |
| beek | Nevengeul aanleggen | Afvoerdynamiek | |
| beek | Meststoffentoevoer verminderen | Nutrienten en organische belasting | |
| beek | Meststoffentoevoer verminderen | Nutrienten en organische belasting | |
| beek | Meststoffentoevoer verminderen | Nutrienten en organische belasting | |
| beek | Vervalt | Nutrienten en organische belasting | |
| beek | Meststoffentoevoer verminderen | Nutrienten en organische belasting | |
| beek | Oppervlakkige afstroom tegengaan | Nutrienten en organische belasting | Afvoerdynamiek |
| beek/sloot | Bufferzone aanleggen | Nutrienten en organische belasting | |

| Watertype | Nieuwe maatregel | Stuurfactor | Stuurfactor 2 |
|------------------|---|------------------------------------|------------------------------------|
| beek/sloot | Oppervlakkige afstroom tegengaan | Nutrienten en organische belasting | |
| beek | Huishoudelijke lozingen saneren | Nutrienten en organische belasting | |
| beek | Huishoudelijke lozingen saneren | Nutrienten en organische belasting | |
| beek | Verschralen/plaggen | Verschralen/plaggen | |
| beek | Verschralen/plaggen | Verschralen/plaggen | |
| beek | Overstorten saneren | Nutrienten en organische belasting | Afvoerdynamiek |
| beek | Overstorten saneren | Nutrienten en organische belasting | Afvoerdynamiek |
| beek | Overstorten saneren | Nutrienten en organische belasting | Afvoerdynamiek |
| beek | RWZI saneren | Nutrienten en organische belasting | |
| beek | RWZI saneren | Nutrienten en organische belasting | |
| beek | Helofytenfilter aanleggen | Nutrienten en organische belasting | |
| beek | Toxische verontreinigingen tegengaan | Toxische stoffen | |
| beek | Toxische verontreinigingen tegengaan | Toxische stoffen | |
| beek/sloot | Toxische verontreinigingen tegengaan | Toxische stoffen | |
| beek/sloot | Profielverdediging verwijderen | Profielverdediging | |
| beek | Profielverdediging verwijderen | Profielverdediging | |
| beek | Profielverdediging verwijderen | Profielverdediging | |
| beek/sloot | Profielverdediging verwijderen | Profielverdediging | |
| beek/sloot | Profielverdediging verwijderen | Profielverdediging | Toelichting |
| beek | Meandering ontwikkelen | Profiel | |
| beek | Meandering ontwikkelen | Profiel | |
| beek | Meandering ontwikkelen | Profiel | |
| beek | Meandering ontwikkelen | Profiel | |
| beek | Micromeanders ontwikkelen | Profiel | |
| beek | Micromeanders ontwikkelen | Profiel | |
| beek | Substraatvariatie verbeteren | Profiel | |
| beek | toelichting bij profielingrepen | | |
| beek | Profiel verkleinen | | |
| beek | Profiel verkleinen en accoladeprofiel aanleggen | Profiel en afvoerdynamiek | |
| beek | Substraatvariatie verbeteren | Lokale oplossing bij profiel | |
| beek/sloot | Natuurlijk profiel creëren/substraatvariatie verbeteren | Profiel | |
| beek | Stuw verwijderen/vervangen | Stuw | |
| beek | Stuw verwijderen/vervangen | Stuw | |
| beek | Stuw verwijderen/vervangen | Stuw | |
| beek | Profielverdediging verwijderen | Profielverdediging | |
| beek, bjes | Oevers beschermen | Profiel | |
| beek | Houtige vegetatie ontwikkelen | Schaduw | |
| beek | Houtige vegetatie ontwikkelen | Schaduw | |
| beek | Houtige vegetatie ontwikkelen | Schaduw | |
| sloot | Onderhoud optimaliseren | Onderhoud | |
| sloot | Onderhoud optimaliseren | Onderhoud | |
| sloot | Onderhoud optimaliseren | Nutrienten en organische belasting | |
| sloot | Bergingscapaciteit gebiedseigen water vergroten | Waterpeil | Nutrienten en organische belasting |
| sloot | Bergingscapaciteit gebiedseigen water vergroten | Waterpeil | Nutrienten en organische belasting |
| beek/sloot | Toxische verontreiniging tegengaan | Toxische stoffen | |
| beek/sloot | Horse-shoe wetlands aanleggen | Nutrienten en organische belasting | |
| sloot | Oppervlakkige afstroom tegengaan | Nutrienten en organische belasting | |

| Watertype | Nieuwe maatregel | Stuurfactor | Stuurfactor 2 |
|------------------|---|---|------------------------------------|
| sloot | Oppervlakkige afstroom tegengaan | Nutrienten en organische belasting | |
| sloot | Onderhoud optimaliseren | Onderhoud | |
| sloot | Natuurlijk profiel creëren | Profiel staan deze wel goed uitgelijnd? | |
| | | Hoort bij de tweede regel | |
| sloot | Natuurlijk profiel creëren | Profiel | |
| sloot | Bergingscapaciteit gebiedseigen water vergroten | Waterpeil | |
| sloot | Bergingscapaciteit gebiedseigen water vergroten | Waterpeil | |
| nvt | Baggeren optimaliseren | | |
| sloot | Bergingscapaciteit gebiedseigen water vergroten | Waterpeil | |
| sloot | Bergingscapaciteit gebiedseigen water vergroten | Nutrienten en organische belasting | |
| beek/sloot | Toxische verontreiniging tegengaan | Toxische stoffen | |
| beek/sloot | RWZI verbeteren | Nutrienten en organische belasting | |
| beek | Substraatvariatie verbeteren | Profiel | |
| sloot | Onderhoud optimaliseren | Onderhoud | |
| sloot | Bergingscapaciteit gebiedseigen water vergroten | Nutrienten en organische belasting | |
| beek | Nevengeul aanleggen | Afvoerdynamiek | |
| beek | Substraatvariatie verbeteren | Profiel | |
| sloot | Onderhoud optimaliseren | Onderhoud | |
| beek | Meandering ontwikkelen | Profiel | |
| beek | Meandering ontwikkelen | Profiel | |
| beek | Profielverdediging verwijderen | Profielverdediging | |
| beek | Oorspronkelijk stroomgebied herstellen | Basisafvoer | |
| beek/sloot | Bufferstrook aanleggen | Nutrienten en organische belasting | |
| beek | Stuw verwijderen/vervangen | Stuw | |
| sloot | Bergingscapaciteit gebiedseigen water vergroten | Waterpeil | |
| beek | Drainage verwijderen/verminderen | Basisafvoer | Afvoerdynamiek |
| sloot | Natuurlijk profiel creëren | Profiel | |
| sloot | Bergingscapaciteit gebiedseigen water vergroten | Waterpeil | Nutrienten en organische belasting |
| sloot | Bergingscapaciteit gebiedseigen water vergroten | Nutrienten en organische belasting | |
| | Beregenen met effluent/Infiltratie gezuiverd effluent | Basisafvoer | |
| beek/sloot | Helofytenfilter aanleggen | Nutrienten en organische belasting | |
| beek | Meandering ontwikkelen | Profiel | |
| beek | Houtige vegetatie ontwikkelen | Schaduw | |
| beek/sloot | Huishoudelijke lozingen saneren | Nutrienten en organische belasting | |
| beek | Hydrologische bufferzone aanleggen | | |
| beek | Infiltratie regenwater bevorderen | Afvoerdynamiek | |
| beek | Inundatiezone ontwikkelen | Afvoerdynamiek | |
| sloot | Bergingscapaciteit gebiedseigen water vergroten | Nutrienten en organische belasting | Waterpeil |
| sloot | Onderhoud optimaliseren | Onderhoud | |
| beek/sloot | Verschralen | Nutrienten en organische belasting | |
| beek | Meandering ontwikkelen | Profiel | |
| beek/sloot | Meststoffentoevoer verminderen | Nutrienten en organische belasting | |
| beek | Micromeanders ontwikkelen | Profiel | |
| beek/sloot | Toxische verontreiniging tegengaan | Toxische stoffen | |
| sloot | Natuurlijk profiel creëren | Profiel | |
| sloot | Natuurlijk profiel creëren | Profiel | |
| beek | Nevengeul aanleggen | Afvoerdynamiek | |
| sloot | Onderhoud optimaliseren | Onderhoud | |

| Watertype | Nieuwe maatregel | Stuurfactor | Stuurfactor 2 |
|------------------|--|------------------------------------|----------------------|
| beek | Substraatvariatie verbeteren | Profiel | |
| beek | Profiel verdedigen | Profielverdediging | |
| sloot | Onderhoud optimaliseren | Onderhoud | |
| beek | Onderhoud en schoning achterwege laten | Onderhoud | |
| beek | Profiel verkleinen | Profiel | |
| beek | Meandering ontwikkelen | Profiel | |
| beek | Meandering ontwikkelen | Profiel | |
| beek | Meandering ontwikkelen | Profiel | |
| beek/sloot | Overstorten saneren | Nutrienten en organische belasting | |
| beek/sloot | Overstorten saneren | Nutrienten en organische belasting | |
| beek | Retentie vergroten | Basisafvoer | |
| sloot | Bergingscapaciteit gebiedseigen water vergroten | Waterpeil | |
| sloot | Bergingscapaciteit gebiedseigen water vergroten | Waterpeil | |
| sloot | Bergingscapaciteit gebiedseigen water vergroten | Waterpeil | |
| sloot | Bergingscapaciteit gebiedseigen water vergroten | Waterpeil | |
| sloot | Bergingscapaciteit gebiedseigen water vergroten | Waterpeil | |
| beek | Retentie vergroten | | |
| beek | Substraatvariatie verbeteren | Profiel | |
| beek | Profiel verkleinen | Profiel | |
| sloot | Natuurlijk profiel creëren | Profiel | |
| beek | Retentie vergroten | Afvoerdynamiek | |
| beek | Retentie vergroten | Afvoerdynamiek | |
| beek/sloot | RWZI saneren | Nutrienten en organische belasting | |
| beek/sloot | RWZI saneren | Nutrienten en organische belasting | |
| beek | Micromeanders ontwikkelen | Profiel | |
| beek | Oorspronkelijk stroomgebied herstellen | Basisafvoer | |
| beek | Substraatvariatie verbeteren | Profiel | |
| sloot | Bergingscapaciteit gebiedseigen water vergroten | Waterpeil | |
| beek | Stuw verwijderen/vervangen | Stuwing | |
| beek/sloot | Verschralen/plaggen | Nutrienten en organische belasting | |
| beek/sloot | Verschralen/plaggen | Nutrienten en organische belasting | Toxische stoffen |
| beek | Stuw verwijderen/vervangen | Stuwing | |
| sloot | Toxische verontreiniging tegengaan | Toxische stoffen | |
| beek | Meandering ontwikkelen | Profiel | |
| beek/sloot | Bergingscapaciteit gebiedseigen water vergroten/drainage verminderen uitlijnen | Waterpeil/Afvoerdynamiek | |
| beek | Meandering ontwikkelen | Profiel | |
| beek/sloot | Profiel verkleinen/Natuurlijk profiel ontwikkelen | Profiel | |
| sloot | Natuurlijk profiel creëren | Profiel | |
| sloot | Natuurlijk profiel creëren | Profiel | |
| beek | Profiel verkleinen | Profiel | |
| sloot | Bergingscapaciteit gebiedseigen water vergroten | Waterpeil | |
| beek/sloot | Wateronttrekking wijzigen | Basisafvoer | |
| beek | Meststoffen toevoer verminderen | Nutrienten en organische belasting | |
| sloot | Onderhoud optimaliseren | Onderhoud | |
| beek | Profiel | Profiel | |
| beek/sloot | Verschralen/plaggen | | |
| beek | Profiel verkleinen | Profiel | |
| sloot | Natuurlijk profiel creëren | Profiel | |

| Watertype | Nieuwe maatregel | Stuurfactor | Stuurfactor 2 |
|------------------|---|------------------------------------|------------------------------------|
| beek/sloot | Profielverdediging verwijderen | Profiel | |
| beek | Retentie vergroten | Afvoerdynamiek | |
| beek | Meandering ontwikkelen | Profiel | |
| beek | Nevengeul aanleggen | Afvoerdynamiek | |
| beek | Stuw verwijderen/vervangen | Stuw | |
| beek/sloot | Drainage verwijderen/verminderen | | |
| beek/sloot | Profiel verkleinen | Profiel | |
| beek/sloot | Profiel verkleinen | Profiel | |
| beek | Drainage verwijderen/verminderen | Afvoerdynamiek | |
| beek | Herstellen oorspronkelijk beektraject | Basisafvoer | |
| beek | Bevorderen infiltratie | | |
| sloot | Bergingscapaciteit gebiedseigen water vergroten | Waterpeil | Nutrienten en organische belasting |
| sloot | Bergingscapaciteit gebiedseigen water vergroten | Waterpeil | Nutrienten en organische belasting |
| sloot | Onderhoud optimaliseren | Onderhoud | |
| beek | Houtige vegetatie ontwikkelen | Schaduw | |
| beek | Stuw verwijderen/vervangen | Stuw | |
| beek/sloot | Profielverdediging verwijderen | Profielverdediging | |
| beek/sloot | Wateronttrekking verminderen/stoppen | | |
| beek/sloot | Wateronttrekking verminderen/stoppen | | |
| beek | Retentie vergroten | Afvoerdynamiek | |
| beek | Profielverdediging verwijderen | Profiel | |
| beek | Meandering ontwikkelen | Profiel | |
| beek | Meandering ontwikkelen | Profiel | |
| beek | Meandering ontwikkelen | Profiel | |
| beek | Micromeanders ontwikkelen | Profiel | |
| beek | Onderhoud achterwege laten | Onderhoud | |
| sloot | Natuurlijk profiel creëren | Profiel | |
| beek | Nevengeul aanleggen | Afvoerdynamiek | |
| beek | Drainage verwijderen/verminderen | | |
| beek | Herstellen oorspronkelijk beektraject | Basisafvoer | |
| beek | Nevengeul aanleggen | Afvoerdynamiek | |
| beek | Stuw verwijderen/vervangen | | |
| sloot | Bergingsca | | |
| beek/sloot | Bergingscapaciteit gebiedseigen water vergroten | | |
| beek/sloot | Helofytenfilter aanleggen | Nutrienten en organische belasting | |
| beek/sloot | RWZI saneren | Nutrienten en organische belasting | |
| beek/sloot | Helofytenfilter aanleggen | | |
| beek/sloot | Wateronttrekking verminderen/stoppen | Basisafvoer | |
| beek/sloot | Wateronttrekking verminderen/stoppen | | |
| beek/sloot | Wateronttrekking verminderen/stoppen | | |
| beek | Infiltratie bevorderen | | |
| sloot | Onderhoud optimaliseren | Onderhoud | |
| sloot | Onderhoud optimaliseren | Onderhoud | |
| beek | Inundatiezone ontwikkelen | Afvoerdynamiek | |
| beek/sloot | Profielverdediging verwijderen | Profielverdediging | |



Alterra is onderdeel van de internationale kennisorganisatie Wageningen UR (University & Research centre). De missie is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen negen gespecialiseerde en meer toegepaste onderzoeksinstituten, Wageningen University en hogeschool Van Hall Larenstein hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 40 vestigingen (in Nederland, Brazilië en China), 6.500 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de vooraanstaande kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen natuurwetenschappelijke, technologische en maatschappijwetenschappelijke disciplines vormen het hart van de Wageningen Aanpak.

Alterra Wageningen UR is het kennisinstituut voor de groene leefomgeving en bundelt een grote hoeveelheid expertise op het gebied van de groene ruimte en het duurzaam maatschappelijk gebruik ervan: kennis van water, natuur, bos, milieu, bodem, landschap, klimaat, landgebruik, recreatie etc.

Meer informatie: www.alterra.wur.nl