

Fysiotopen van Nederland

Een nieuwe standplaatsindeling op basis van abiotische kenmerken

R. de Waal

Inleiding

In een eerder artikel in *Stratiotes* van Schaminée & Hennekes (2003) is de rol van de fysiotoop-indeling besproken in het biologische informatiesysteem SynBioSys. In dit artikel worden de uitgangspunten en de achtergronden van deze indeling toegelicht.

De abiotiek is in hoge mate verklarend voor het voorkomen van plantensoorten en vegetatietypen. Deze abiotiek wordt meestal aangeduid met behulp van een standplaatstypologie (fysiotopentypologie). Een belangrijk uitgangspunt voor een indeling in de fysiotopen is dat deze alleen op strikt abiotische factoren is gebaseerd waardoor een zuivere, onafhankelijke koppeling met de vegetatietypen mogelijk wordt.

De fysiotopen worden onderscheiden op basis van abiotische factoren die relevant zijn voor verschillen in plantengroei. Een bepaald fysiotooptype vormt daardoor de unieke groeiplaats voor een of meer vegetatietypen.

De meeste indelingen kennen een hiërarchisch structuur. Ook de fysiotopenindeling met zijn onderscheid in fysisch geografische regio's, series en fysiotopen laat een dergelijke structuur zien (Schaminée & Hennekes 2003). De meeste van deze hiërarchische indeling zijn tot stand gekomen vanuit een 'top-down' benadering waarbij men Nederland als het ware eerst vanuit de helikopter indeelt en na de landing het detailniveau beschrijft. Vele helikopters landen echter nooit. Voorbeelden van een dergelijke indeling (die overigens wel tot op een vrij gedetailleerd niveau afdaalt) zijn de indelingen van ecoregio's-ecodistricten-

ecoseries-ecotopen en geotopen zoals die te vinden zijn bij Klijn (1990) en de indeling die ten grondslag ligt aan de Landschaps-ecologisch Kartering Nederland (De Waal 1995). Een benadering waarbij het ruimtelijk overzicht voorop staat voorziet in de behoefte aan overzicht vanuit de planologie en het ruimtelijke beleid. Deze werkteerijnen vragen om overzichten op een grove schaal. In het kennissysteem SynBioSys daarentegen wordt een benadering gevolgd op meer gedetailleerd niveau vanuit de veldkennis van abiotische factoren op standplaatsniveau. De fysiotopenindeling die deel uitmaakt van Synbiosys is vervolgens wel geplaatst in een op hoger niveau functionerend landschappelijk raamwerk, dat ontleend is aan een deel van de genoemde bestaande landschapsindelingen.

Fysiotoop en standplaatstype

Het kwantificeren van abiotische kenmerken leidt meestal tot een reeks van waarden die samen een continuüm vormen. Er is geen sprake van individuen, zoals bij plantensoorten of van een associatie van soorten, zoals bij vegetatietypen. Dit houdt in dat de variatie in standplaatsen theoretisch gezien oneindig is en een indeling afhankelijk is van de toepassing. Om in algemene zin iets over standplaatsen van plantensoorten en vegetatietypen te kunnen zeggen worden *standplaatstypen* onderscheiden. Meestal wordt de term standplaats in deze context gebruikt. Een standplaatstype komt dan overeen met het begrip fysiotoop zoals dat door Schoevers (1982) gedefinieerd wordt: 'Een ruimtelijk begrensde abiotische eenheid met een

karacteristieke homogeniteit'. Een simpele definitie die veel ruimte overlaat aan verdere invulling, vooral wat betreft het schaalniveau en de plaats in een landschappelijke hiërarchie (Klijn 1995). Het gebruik van een daarop gelijkende term 'geotoop' is in dit verband af te raden wegens de verschillende uitwerkingen die in het verleden aan dit begrip zijn gegeven (Schoevers 1982; De Waal 1995).

De definitie van de verwante term 'landschap' is behalve op abiotische kenmerken ook gebaseerd op biotische elementen (Zonneveld 1990). In de meeste landschapsindelingen zijn de eenheden op een hoog hiërarchisch niveau wel strikt abiotisch gedefinieerd (Visscher 1972, Zonneveld 1985, Klijn & Udo de Haes 1990; De Waal 1995). Dit is de reden dat de fysiotopenindeling van SynBioSys op de hogere niveaus niet veel verschilt van de andere veel gebruikte landschapsindelingen.

Het begrip fysiotoop is hier gedefinieerd als: *een ruimtelijke eenheid met een specifiek complex van abiotische factoren, die bepalend is voor het ter plekke voorkomen van een zeker vegetatietype*. Om praktische redenen dekt de fysiotopenindeling niet alle lokale en kleine abiotische verschillen. We verkiezen het begrip fysiotoop boven het begrip 'standplaats' dat beter gereserveerd kan worden het aangeven van het specifieke milieu.

Fysiotopenindeling

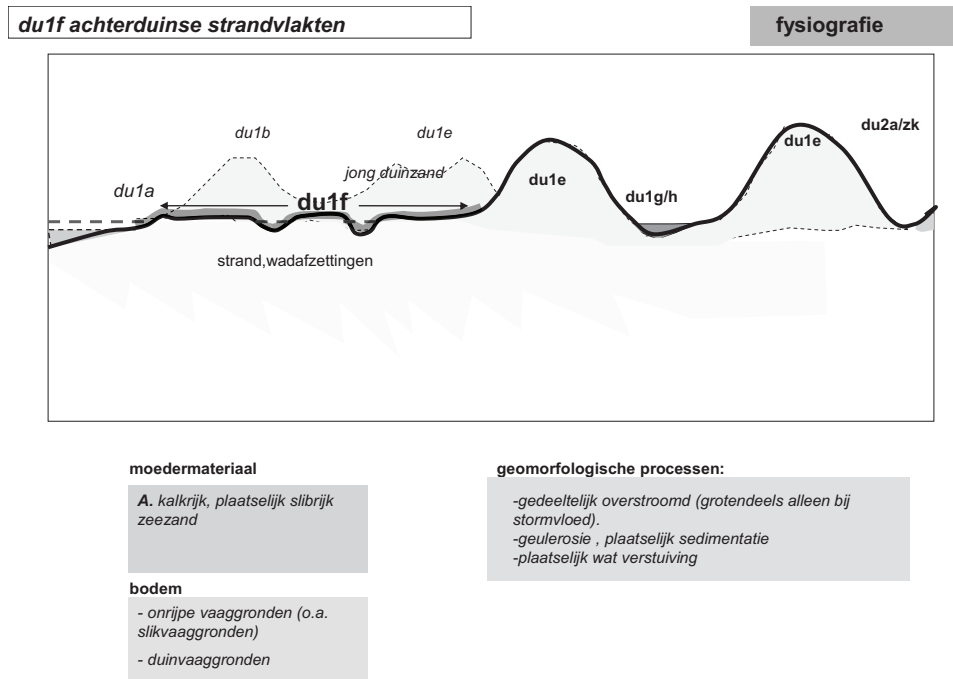
De fysiotopenindeling in het kennis-systeem SynBioSys is dus gebaseerd op abiotische factoren die relevant zijn voor de verschillen tussen begroeiingstypen. Het gaat vooral om de abiotische factoren die zich manifesteren in en rond de wortelzone van de vegetatie. De onderscheiden fysiotopen komen grotendeels overeen met die van de groeiplaatsindeling zoals beschreven in het project *Bosecosystemen van*

Nederland, waarvan de resultaten tot op heden slechts voor een deel zijn gepubliceerd (Stortelder et al. 1998; Wolf et al. 2001). Op de hogere niveaus komt de indeling overeen met die van de hiërarchische landschapsindeling van LKN (De Waal 1995), die weer gebaseerd is op de ecodistricten en ecoregios van Klijn en Udo de Haes (1990). In een aantal gevallen waren voor de indeling en beschrijving van de fysiotopen onvoldoende basisgegevens (in het veld bepaalde abiotische gegevens) voorhanden. In deze gevallen is door extrapolatie van LKN-gegevens en interpretatie van de Bodemkaart van Nederland 1 : 50.000 (o.a. Staring Centrum 1990) en gegevens uit het geomorfologische LKN-bestand (Maas 1996) de fysiotopenclassificatie voltooid. Het onderscheiden van een bepaald fysiotootype wordt in eerst instantie niet bepaald door de karteerbaarheid maar door het eigen karakter van de daarop groeiende vegetatie.

Fysiotopen als 'kalksteenwanden' of 'bronnen' zijn in de praktijk even duidelijk te onderscheiden als een stuwwal maar hebben een veel kleiner, meestal moeilijk karteerbaar ruimtebeslag. Het gebeurt vaak dat bij landschapsindelingen de kaartschaal zo prominent is dat veel belangrijke ecosystemen worden weggegeneraliseerd. De in SynBioSys opgenomen overzichtkaarten van de fysiotopen geven niet meer en niet minder dan een overzicht van de kilometercellen waarin de fysiotopen (ook de kleine) voorkomen.

De fysiotopen in SynBioSys

De tabel 1 t/m 6 geven het overzicht van van de fysiotopen die binnen SynBioSys worden onderscheiden. Elke fysiotoop in dit systeem is voorzien van een (fictieve) doorsnede met informatie over moeder-materiaal, dominante geomorfologische processen en bodem (zie Figuur 1). In het schema 'bodemeigenschappen' is

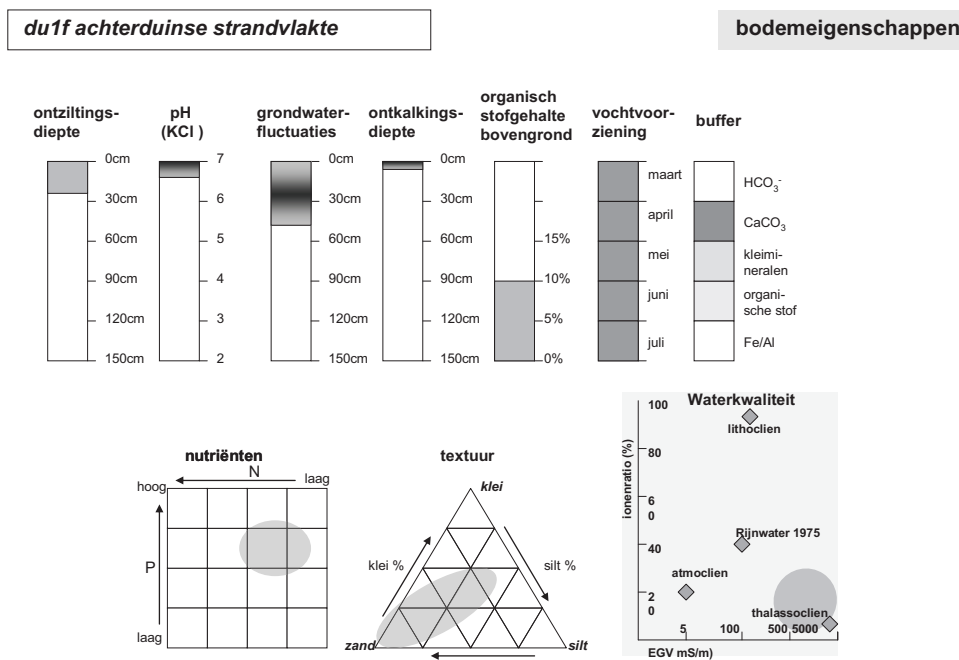


Figuur 1 Doorsnede fysiotoop met basisinformatie

informatie weergegeven over onder andere pH(KCl), grondwater, en textuur (zie Figuur 2). In een derde schema zijn de meest voorkomende humusprofielen voor zowel bos (indien aanwezig) als korte vegetatie afgebeeld (zie Figuur 3).

De informatie in de eerste twee schema's heeft geheel of gedeeltelijk betrekking op de dominante factoren die de eigenschappen van het fysiotoop bepalen. In termen van Jenny (1941, 1980) de onafhankelijke factoren (Stortelder et al. 1998; Kemmers & De Waal 1999). Overigens kunnen in verschillende fysiotoop ook verschillende factoren dominant zijn. Zo is op de kalkrijke hellingen in de heuvellandregio het moedermateriaal dominant en bepalen in de ondiepe veenwateren de waterkwaliteit en -kwantiteit de eigenschappen van het fysiotoop. Welke differentiërende gegevens het meest bepalend zijn wordt toegelicht in de begeleidende teksten in

SynBioSys. Het humusschema is toegevoegd omdat het humusprofiel als grensvlak tussen de abiotiek en de biotiek in ecologisch opzicht een grote rol speelt (Stortelder et al., 1998, Kemmers et al., 2002). Het humusprofiel (Van Delft et al., 2007) weerspiegelt beter dan de bodem het resultaat van het op elkaar inwerken van actuele ecosysteemfactoren. Ponge (2003) gaat zelfs zover de belangrijkste verschillen tussen terrestrische bosecosystemen te kwalificeren in termen van humusvormen. Hij onderscheidt Mull-, Moder- en Morsystemen. Humusontwikkeling wordt vooral in gang gezet door vegetatieontwikkeling. In tal van gevallen blijkt humusontwikkeling, hoewel in allereerste instantie in gang gezet door de vegetatie, sneller reageert op veranderingen in het abiotisch milieu dan de vegetatie zelf (De Waal 2000). In eerste instantie wordt de humusontwikkeling



Figuur 2 Bodemeigenschappen van een fysiotop

gestuurd door enerzijds de plantengroei en anderzijds het moedermateriaal, maar na verloop van tijd kan het humusprofiel net als de vegetatie een autonome ontwikkeling doormaken (successie-reeksen) en vindt er terugkoppeling plaats. De vegetatie, het humusprofiel en een deel van de minerale bodem maken deel uit van een elkaar beïnvloedend complex van factoren, de afhankelijke factoren.

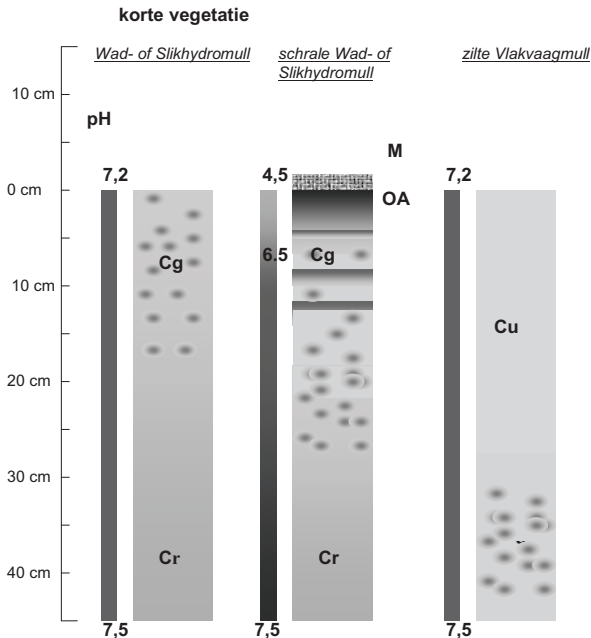
Indeling van fysisch-geografische regio's en fysiotopen

Binnen het fysiotopensysteem worden er zes fysisch geografische regio's onderscheiden, die in grote lijnen overeenkomen met de bekende fysisch-geografische en landschapsindelingen (Zonneveld 1990; Klijn 1995; De Waal 1995). De regio's (ecoregio's of fysisch-geografische regio's) verschillen van elkaar in geologische gesteldheid. Bepalende factoren hierbij zijn: geologische ouderdom, vormings-

processen, moedermateriaal en hydrologisch systeem.

1. Het Heuvelland

Het Heuvelland wordt gekarakteriseerd door mergel- en vuursteenformaties, die bedekt zijn met terrasafzettingen en Laat-Pleistocene lössafzettingen. In de loop van de geologische geschiedenis heeft dit landschap zijn vorm en reliëf gekregen door tektonische processen (opheffing en daling van segmenten van het aardoppervlak) en deels daarmee samenhangende erosieprocessen, zoals insnijding van rivieren en beken. Het Heuvelland is op grond van reliëfgebonden terreinvormen onderverdeeld in sublandschappen. De grote hydrologische verschillen komen ook op dit niveau naar voren. Binnen elk sublandschap liggen weer andere dominante processen ten grondslag aan het onderscheid in fysiotopen. Op de plateaus en hellingen bepalen verschillen in moedermateriaal en bodemvorming en



Figuur 3 humusprofielen van het fysiotoop "Achterduinse strandvlakten". De gehanteerde indeling van humusvormen is volgens Van Delft et al. (2007)

het al dan niet voorkomen van helling-processen de standplaatsverschillen. In de dalen zijn vooral erosie- en sedimentatie-processen en de hydrologische gesteldheid onderscheidend.

2. De hogere zandgronden

De regio van de hogere zandgronden heeft in het Laat-Pleistoceen vorm gekregen. Zowel moedermateriaal als terreinvormen zijn ontstaan tijdens, tussen en vlak na de ijstijden. In uitzonderlijke gevallen dateert het moedermateriaal van voor de ijstijden (bijv. oude terrasleem binnen fysiotoop hz1c). Alle vormingsprocessen zijn gerelateerd aan landijs, smeltwater en windwerking, en vonden plaats onder relatief droge koude omstandigheden gedurende de ijstijden. Latere processen als hoogveenvorming, beekinsnijdingen en zandverstuivingen legden de laatste hand aan het huidige landschap. De regio is

onderverdeeld in subregio's of districten die gekenmerkt worden door verschil in ontstaanswijze en de daaraan gekoppelde fijner onderscheid in moedermateriaal en hydrologische gesteldheid. De fysiotoopen zijn op grond van geomorfologische en bodemkundige gesteldheid (reliëf, relatieve hoogteligging, textuur, vocht- en waterhuishouding) van elkaar onderscheiden.

Het onderscheid van de fysiotoop 'oude bouwlanden' ('essen') wekt wellicht de indruk dat landgebruik hier als onderscheidend kenmerk is gebruikt. Dit is echter niet het geval. Het zijn hier de in zekere mate onveranderlijke geworden kenmerken van de bodem ('plaggenbodem'), ontstaan door eeuwenlang opbrengen van onder andere plaggen en stalmest, die een eigen fysiotoop rechtvaardigen.

Tabel 1 Fysiotopen van het Heuvelland

sublandschap	code	fysiotop
plateaus en plateauranden	hl1a	kleefaarde- en lössplateaus
	hl1b	plateauresten en -randen met terrasafzettingen
	hl1c	vuursteenplateaus en plateauranden
hellingen	hl2a	kalksteenwanden en -richels
	hl2b	droge kalkrijke hellingen
	hl2c	kalkarme hellingen op kalksteen
	hl2d	kalkarme löss- en groenzandhellingen
dalen	hl3a	bronnen en kwelrijke bovenlopen
	hl3b	kloofvormige dalen (grubben)
	hl3c	beekdalen en colluviale dalen
	hl3d	beeklopen

Tabel 2 Fysiotopen van de Hogere zandgronden

sublandschap	code	fysiotop
glaciale gebieden	hz1a	leemhoudende stuwwallen
	hz1b	leemarme stuwwallen en puinwaaiers
	hz1c	keileem- en terrasleemopduikingen
stuifzandgebieden	hz2a	landduinen
	hz2b	forten en overstoven laagten
	hz2c	uitgestoven laagten
dekzandgebieden	hz3a	leemarme, droge dekzandgebieden
	hz3b	lemige dekzandgebieden en dekzand op leem
	hz3c	oude bouwlanden
	hz3d	vochtige dekzandlaagten
	hz3e	grondwater gevoede vennen
	hz3f	regenwater gevoede vennen
hoogvenen	hz4a	hoogveendijken en restruggen
	hz4b	levend hoogveen
	hz4c	overgangsvenen
	hz4d	veenwijken
beekdalen	hz5a	brongebieden
	hz5b	natte beekdalen
	hz5c	verdroogde beekdalen
	hz5d	geïsoleerde beekdalen
	hz5e	benedenlopen van beekdalen
	hz5f	beekoeverwallen en lage rivierduinen
	hz5g	beeklopen
	hz5h	lemige beekvlakten

3. Het rivierengebied

Deze regio is nader onderverdeeld op grond van binnen en buitendijkse ligging en op basis van overstromingsduur en rivierdynamiek (Wolf et al. 2000). De dynamische uiterwaarden kenmerken zich door een frequente invloed van stromend rivierwater. In de overige uiterwaarden is de invloed van de rivier incidenteel merkbaar bij extreem hoge standen van het rivierpeil. De waarden en terrassen zijn ‘verstilde’ rivierlandschappen waarin de rivierinvloed hooguit indirect merkbaar is (zoals door dijkkwel) of incidenteel na calamiteiten als dijkdoorbraken. Op fysiotoopniveau is relatieve hoogteligging met daaraan gekoppelde fijnere indeling in overstromingsduur en dynamiek

doorslaggevend. De standplaatsen worden dus vooral bepaald door het samenhangende complex van de kenmerken overstromingsduur, overstromingsdynamiek, grondwaterstand en textuur (zand of kleiige afzettingen). Deze factoren worden bepaald door de bedijking, ligging ten opzichte van de rivier en relatieve hoogteligging.

4. De kustduinen

De kustduinregio kenmerkt zich door zandige substraten met weinig variatie in ontstaanswijze, korrelgrootte en minerale samenstelling. De regio is ontstaan door invloed van brandings- en windprocessen. De invloed van de zee is ook merkbaar in klimatologische verschillen ten opzichte

Tabel 3 Fysiotopen van het Rivierengebied

sublandschap	code	fysiotop
dynamische uiterwaarden	ri1a	rivierlopen
	ri1b	rivierstranden
	ri1c	lage oeverwallen en stroomruggen
overige uiterwaarden	ri2a	strangen en wielen
	ri2b	laaggelegen uiterwaardvlakten
	ri2c	hooggelegen uiterwaardvlakten en tichelrestruggen
	ri2d	hoge oeverwallen, rivierduinen en hellingvoeten
	ri2e	rivierdijken
waarden en terrassen	ri3a	hooggelegen waarden en terrassen
	ri3b	kommen en laagten
	ri3c	binnendijkse tichelgaten
	ri3d	geïsoleerde rivierarmen

Tabel 4 Fysiotopen van de Kustduinen

sublandschap	code	fysiotop
jonge duinen	du1a	stranden
	du1b	zeereep
	du1c	kroften en schurvelingen
	du1d	droge kalkrijke duinen
	du1e	droge kalkarme duinen
	du1f	groene stranden en achterduinse strandvlakten
	du1g	vochtige duinvalleien
	du1h	duinmeren- en moerassen
oude duinen	du1k	bedijkte strandvlakten
	du2a	strandwallen
	du2b	vochtige strandvlakten

van landinwaarts gelegen regio's. Naast meer wind is er, gemiddeld ook sprake van een meer gematigd temperatuur-regime. Op microschaal kunnen overigens wel duidelijk temperatuurverschillen optreden. Vooral binnen de jonge duinen is van de invloed van de zee (wind, zout-, invloed) belangrijk. Ontkalking van het kalkrijke (ten zuiden van Bergen aan zee) en minder kalkrijke duinzand (ten noorden van Bergen) en actuele duinvormingsprocessen hebben geleid tot wezenlijke verschillen in de duinvegetatie. Kenmerk van de jonge duinen is dat bodemprocessen als ontkalking en podzolvorming veel sneller verlopen dan in de regio van de hogere zandgronden. Plaatselijk, zoals bij 'kroften en schurvelingen' en bij bedijking, zijn door menselijke invloed de eigenschappen van de hydrologie en of bodem beïnvloed. De oude duinen zijn merendeels ontkalkt en in hoge mate door de mens omgevormd. De voor de jonge duinen kenmerkende dynamiek en ontwikkelingssnelheid van de bodem ontbreken hier.

5. Het laagveen gebied

De laagveenregio is onderverdeeld op basis van waterkwantiteit, waterkwaliteit en daarmee samenhangende trofiegraad van het veen. In het veenweidegebied is de grondwaterstand te laag voor veenvorming op grote schaal. De kunstmatig laaggehouden grondwaterstand draagt bij aan een constant proces

van veraarding en mineralisatie van het veen op, waardoor een daling van het maaiveld optreedt (ca. 0,5 tot 1 cm/j). In de veenmoerassen en de veenwateren (ondiepe plassen en petgaten) is de veenvorming nog volop in gang. Vooral de mate waarin eutroof en basenrijk water dan wel oligotroof regenwater invloed hebben, bepalen de eigenschappen van deze fysiotopen (Stortelder et al. 1998). Binnen het laagveengebied is het moedermateriaal aan verandering onderhevig door veranderingen in waterstand en waterkwaliteit.

6. Het zeeklei- en getijdengebied

Deze regio is ontstaan door sedimentatie- en erosieprocessen die samenhangen met de werking van getijden. Afzetting van kalkrijke zeeklei (of in sommige gevallen van meestal siltig zeezand) vindt, buitendijks, nog steeds plaats. In een groot deel van deze regio behoort de getijdeninvloed door indijking of afdamming echter tot het verleden. In de polders en droogmakerijen worden de grondwaterstanden meestal kunstmatig beheerst. Onderscheid is hier te maken op grond van textuur (klei of zand), kalkrijkdom, brakwaterinvloed en relatieve hoogteligging (terpen en dijken). Kreken en inlagen en afgesloten zeearmen zijn geologisch gezien jong, en er is nog nauwelijks sprake bodemvorming (o.a. rijping). Er is nog duidelijke invloed van de zee merkbaar (bijvoorbeeld zout in grondwater of

Tabel 5 Fysiotopen van het Laagveengebied

sublandschap	code	fysiotoop
veenweidegebied	lv1a	zoete veenweiden
	lv1b	brakke veenweiden
	lv1c	overgangsvenen
veenmoerassen	lv2a	veenwateren
		zoete veenoevers
		brakke veenoevers legakkers en bovenlanden

Tabel 6 Fysiotopen van het Zeeklei- en Getijdengebied

sublandschap	code	fysiotop
inpolderingen en droogmakerijen	zk1a	kleimoerassen
	zk1b	kalkrijke kleipolders
	zk1c	kalkarme kleipolders
	zk1d	brakke kleipolders
	zk1e	zandige polders
	zk1f	terpen en dijken
krekken en inlagen	zk2a	poelen en krekken
	zk2b	kreekranden en kleiige platen
	zk2c	zandige platen en oeverwallen
afgesloten zeearmen	zk3a	kreek en plaatranden
	zk3b	zandige platen
zoetwatergetijdengebied	zk4a	lage aanwassen
	zk4b	aanwassen onder matige getijdeinvloed
	zk1a	aanw. en oeverwallen onder geringe getijdeinvloed
zoutwatergetijdengebied	zk1a	laagten en kommen
	zg1a	slikken
	zg1b	lage kwelder
	zg1c	kleiige hoge kwelder
	zg1d	zandige hoge kwelder
	zg1e	kwelderranden

gebonden in de bodem). Het is in feite een verstilde versie van het oorspronkelijke buitendijkse landschap. De geomorfologische terreinvormen die bepalend zijn voor hoogteligging en microreliëf en daarmee voor ecologische verschillen, zijn hier nog aanwezig. Sommige fysiotopen, zoals zandige platen, vertonen grote overeenkomsten met bedijkte strandvlakten of zelfs duinvalleien.

Het getijdengebied wordt onderverdeeld in het zoetwatergetijdengebied en het zoutwatergetijdengebied. In het zoetwatergetijdengebied is het getij, weliswaar vaak getemperd, nog wel aanwezig. Het is eigenlijk een overgangslandschap tussen het rivierengebied en het zeekleigebied. Weliswaar treden eb en vloed op, maar de waterkwaliteit wordt bepaald door de aanvoer van rivierwater. Extreme waterstanden worden bepaald door springtij en stormvloed, maar ook door hoge afvoeren van de rivier. Sedimentatie - en erosie processen worden eveneens

door een combinatie van rivier en getijdewerking bepaald. De bodems van de zoetwatergetijde-fysiotopen zijn zonder uitzondering kleiig, rijk aan organische stof en meestal kalkrijk. Op plaatsen met grote getijde invloed treedt door frequente wisseling van zuurstofrijke en zuurstofarme omstandigheden ontkalking van de bovengrond op (Zonneveld 1960; Wolf et al. 2002)

Het zoutwatergetijdengebied wordt door zout water en getijdenwerking bepaald. Verschillen in hoogteligging, sedimentatie (zandige of kleiige fysiotopen) en frequentie van overstoming met zout water zijn hier onderscheidend voor de fysiotopen.

Discussie

De fysiotopenindeling voor SynBioSys is gebaseerd op abiotische gegevens. Doel is het aanbieden van een abiotisch systeem dat een voorspellende waarde heeft voor de vegetatieontwikkeling. Abiotische factoren die hiervoor niet relevant zijn

worden buiten beschouwing gelaten. Dit heeft als gevolg dat op fysiotooniveau eenheden voorkomen die in andere landschapsindelingen niet worden onderscheiden. Hierbij gaat het vooral om kleine eenheden, die om reden van karteerbaarheid en schaal in de meeste landschapsindelingen buiten beschouwing worden gelaten. Probleem is dat nog niet elke fysiotop voldoende is gefundeerd is door voldoende abiotische gegevens. Bovendien bestaan er nog kennishiaten inzake de vraag welke factoren het meest relevant zijn. De indeling zoals die nu in SynBioSys is opgenomen, moet dan ook niet als definitief gezien worden. In de toelichtingen bij de fysiotopen in SynBioSys is al op verschillende plekken aangegeven welk verder onderscheid in fysiotopen zinvol is als meer gegevens beschikbaar komen. Een ander probleem is dat bepaalde fysiotopen elkaar niet voldoende uitsluiten, bijvoorbeeld zandige polders (zeekleigebied) en bedijkte strandvlakten (kustduinen). Dit is terug te voeren op de begrenzing van de hogere indelingsniveaus, die er toe leidt dat sterk op elkaar lijkende eenheden op verschillende plaatsen van het systeem kunnen voorkomen. Doordat de fysiotopen die op de kaart als vlakjes zijn afgebeeld, gebaseerd zijn op puntgegevens, moeten de overzichtskaarten met enige terughoudendheid gebruikt worden. Voor een echte betrouwbare fysiotopenkaart ontbreekt nog veel adequate ruimtelijke informatie. Een veelbelovend aspect bij de koppeling van fysiotopen en de daarop voorkomende vegetatietypen zijn de ontwikkelingsreeksen (successiereksen van de vegetatie gekoppeld aan humusontwikkelingsreeksen).

Physiotopes of the Netherlands. A new site classification on basis of abiotic characteristics

Most landscape classifications are based on a top-down approach in which the

hierarchy of the landscape-levels form the main framework. Especially on the most detailed level these classifications are not optimal for use as a site-typology for vegetation analyses. Within the framework of the 'expert system' SynBioSys a more suited system of landscape units in the Netherlands is developed. The so-called physiotopes are purely based on detailed abiotic site information (a bottom-up approach). To identify the most relevant abiotic discriminating factors information of both biotic and abiotic information from exactly the same site has been used. On the higher level the physiotope types are discriminated in terms of geological and geomorphological characteristics. On the lowest level soil and local hydrology are the discriminating factors. Besides some chemical figures about the soil of each site-type, the information on the most common humus forms is added.

Literatuur

- Delft, S.P.J. van, R.W. de Waal, R.H. Kemmers, P. Mekking & J. Sevink (2007). *Field Guide Humus Forms. Description and classification of humus forms for ecological applications*. Alterra, Wageningen; IBED, Universiteit van Amsterdam, Amsterdam.
- Jenny, H.(1941). *Factors of soil formation*. McGraw-Hill, New York.
- Jenny, H. ,1980. *The Soil Resource. Origin and behaviour*. Ecological Studies 37. Springer-Verlag, New-York.
- R.H. Kemmers & R.W. de Waal (1999). *Ecologische typering van bodems. Deel 1. Raamwerk en humusvormtypologie*. Rapport 667. Alterra. Wageningen
- R.H.Kemmers, R.W. de Waal , S.P.J. van Delft & P. Mekking (2002). *Ecologische typering van bodems*. Landschap 19: 89-103.
- Klijn, F., H.A. Udo de Haes (1990).

- Hiërarchische ecosysteem-classificatie; voorstel voor een eenvoudig begrippenkader* Landschap 7 : 215-235.
- Klijn J.A. (1995). *Hierarchical concepts in landscape ecology and its underlying disciplines (the unbearable lightness of a theory?)*. SC-DLO rapport 100. Wageningen.
- Klijn, F. & R.W. de Waal (1992). *Ecologische bodemclassificatie. Een pragmatische aanpak vanuit de standplaatsbenadering*. Landschap 9: 175-187.
- Ponge, Jean-Francois (2003). Humus forms in terrestrial ecosystems: a Framework to biodiversity. *Soil Biology & Biochemistry* 35: 935-945. Pergamon.
- Schaminée, J.H.J., & S.M. Hennekens (2003): *SynBioSys: de ontwikkeling van een biologisch informatiesysteem ten behoeve van natuurbeheer, natuurbeleid en natuurontwikkeling*, Stratiotes nr 27: 28-38.
- Schoevers, P. (1982). *Landschapstaal*. Mededelingen Werkgemeenschap Landschapsecologisch onderzoek.
- Staring Centrum (1990). *Bodemkaart van Nederland. 1 : 50 000. blad 61,62*. Staring Centrum, Wageningen.
- Stortelder, A.H.F., P.W.F.M. Hommel, R.W. de Waal, K.W. van Dort, J.G. Vrieling & R.J.A.M. Wolf. (1998). *Broekbossen. Bosecosystemen van Nederland 1*. KNNV Uitgeverij, Utrecht.
- Visscher, H.A. (1972). *Het Nederlandse landschap. Een typologie t.b.v. het milieubeheer*. Het spectrum, Utrecht-Antwerpen.
- Waal, R.W. de (1984). *Toelichting 1:50.000 bodemkaart Zuid- Limburg*. Universiteit van Amsterdam/PPD-Limburg, Amsterdam/Maastricht.
- Waal, R.W. de (1995). *Landschaps-ecologische kartering van Nederland: Landschap: Toelichting bij het data-stand LANDSCHAP van het LKN-project*. LKN-rapport nr 5. DLO-Staring - Centrum, Wageningen.
- Waal, R.W. de, 1999. *Humus als abiotische parameter. Een haalbaarheidsstudie*. Werkdocument IKC-Natuurbeheer W 173. Wageningen
- Waal, R.W. de & R.H. Kemmers (2000). *Humus als "early warning" voor verdroging en verzuring*. Vakblad natuurbeheer. 39.
- Wolf, R.J.A.M., A.H.F. Stortelder, R.W. de Waal, K.W. van Dort, S.M. Hennekens, P.W.F.M. Hommel, J.H.J. Schaminee, & J.G. Vrieling (2001). *Ooibossen. Bosecosystemen van Nederland 2*. KNNV Uitgeverij, Utrecht.
- Zonneveld, I.S.(1960). *De Brabantse Biesbosch. Een studie van bodem en vegetatie van een zoetwater-getijdedelta*. Dissertatie, Wageningen.
- Zonneveld, I.S.(1990). *Scope and concepts of Landscape Ecology as an Emerging Science* in Zonneveld. I.S., R.T.T.. Forman (ed.), *Changing Landscapes: An Ecological Perspective*. Springer-Verlag, New York.
- Zonneveld, J.I.S.(1985). *Levend land. De geografie van het Nederlandse landschap*. Bohn, Scheltema & Holkema, Utrecht.