

32/uu6 (502) zc e x

**BIBLIOTHEEK  
STARINGGEBOUW**

**Fysiotopentypologie voor beekdallandschappen**

**Een ruimtelijke schematisering van het beekdallandschap voor het  
Geïntegreerd Ruimtelijk Evaluatie-Instrumentarium voor  
Natuurontwikkelings-Scenarios (GREINS)**

**R.H. Kemmers  
F.J.E. van der Bolt**

**Rapport 502**



**DLO-Staring Centrum, Wageningen, 1997**

**- 2 JUNI 1997**

Urn 035966 \*

## REFERAAT

Kemmers, R.H. en F.J.E. van der Bolt, 1997. *Fysiotopentypologie voor beekdallandschappen; een ruimtelijke schematisering van het beekdallandschap voor het Geïntegreerd Ruimtelijk Evaluatie-Instrumentarium voor Natuurontwikkelings-Scenarios (GREINS)*. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 502. 36 blz.; 4 fig.; 4 tab.; 20 ref.; 1 aanhangsel; 1 kaart.

Voor de ontwikkeling van het Geïntegreerd Ruimtelijk Evaluatie-instrumentarium voor Natuurontwikkelings-Scenario's is een ruimtelijke schematisering van beekdallandschappen ontworpen, gebaseerd op een fysiotopentypologie. Combinaties van de onafhankelijke factoren - moedermateriaal, drainagetoestand en basenrijkdom - vormen de basis voor de fysiotopentypologie. Met behulp van klassen kunnen fysiotootypen worden onderscheiden. Alle onafhankelijke factoren worden herleid uit bodemkundige informatie. De criteria die zijn gebruikt om bodemkenmerken aan klassen toe te kennen, worden beschreven. Via een vertaalsleutel worden bodemtypen toegewezen aan fysiotootypen. Een fysiotopenkaart van het studiegebied van de Drentse Aa wordt gepresenteerd.

Trefwoorden: bodem, ecohydrologie, fysiotoop, geografisch informatiesysteem, natuurontwikkeling

ISSN 0927-4499

Tevens verschenen als NBP-onderzoeksrapport 11

©1997 DLO-Staring Centrum, Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied (SC-DLO)  
Postbus 125, 6700 AC Wageningen.  
Tel.: (0317) 474200; fax: (0317) 424812; e-mail: postkamer@sc.dlo.nl

Niets uit deze uitgave mag worden veelevoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLO-Staring Centrum.

DLO-Staring Centrum aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

## **Inhoud**

	blz.
Woord vooraf	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	13
2 Theorie van het toegepaste ecosysteemconcept	15
2.1 Ecohydrologische benadering	15
2.2 Onafhankelijke factoren en fysiotopten	16
2.3 Afhankelijke factoren en ecotopen	17
3 Methodiek voor de ontwikkeling van de fysiotoptypologie	19
3.1 Uitgangspunten	19
3.2 Differentiërende kenmerken	20
3.2.1 Indicaties voor basenrijkdom	21
3.2.2 Indicaties voor drainagetoestand	23
3.2.3 Indicaties voor moedermateriaal	23
3.3 Sleutel voor toewijzing bodemtypen aan fysiotooptypen	24
4 Resultaten en discussie	27
4.1 Fysiotoptypologie	27
4.2 Fysiotoptenkaart	28
4.3 Verificatie	29
4.3.1 Basenrijkdom	30
4.3.2 Conclusie	30
4.4 Discussie	31
Literatuur	33
<b><i>Aanhangsels</i></b>	
1 Sleutel voor toewijzing van bodemtypen aan fysiotooptypen	35
<b>Kaart</b>	
Fysiotoptenkaart van het stroomgebied van de Drentse Aa	37

## **Woord vooraf**

Op 6 november 1992 en 23 juli 1993 heeft de toenmalige Directie Wetenschap en Technologie van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij aan de Dienst Landbouwkundig Onderzoek opdracht verleend tot het uitvoeren van het verdiepend onderzoek naar de mogelijkheden van natuurontwikkeling. Dit onderzoek vindt plaats in het kader van het deelprogramma natuurontwikkeling, dat wordt uitgevoerd ten behoeve van de realisatie van het Natuurbeleidsplan.

De Drentse Aa vormt het proefgebied van het verdiepend onderzoek. Een belangrijke bouwsteen voor het GREINS is de ruimtelijke schematisering van beekdallandschappen die gebaseerd is op een fysiotopentypologie. Deze bouwsteen vormt de basis voor het GIS en het datamodel waarmee natuurontwikkelingsscenario's kunnen worden gegenereerd en geëvalueerd.

DLO-Staring Centrum was verantwoordelijk voor de realisatie van deze bouwsteen.

## Samenvatting

Ter ondersteuning van het Natuurbeleidsplan (NBP) werd in het DLO-onderzoeksprogramma 'Natuurontwikkeling' een aantal verkennende studies verricht naar mogelijkheden voor natuurontwikkeling. Bij deze verkenningen werd de behoefte gesignaleerd aan een algemeen bruikbare methode om op regionale schaal scenario's voor natuurontwikkeling te genereren en te evalueren afhankelijk van andere vormen van landgebruik en milieu-omstandigheden. De methode diende prioritair ontwikkeld te worden voor het beekdallandschap.

De verdiepende fase van het onderzoeksprogramma 'Natuurontwikkeling' heeft tot doel een instrument te ontwikkelen dat in staat is in ruimtelijke scenario's een evaluatie op te nemen van de kansrijkdom voor natuurontwikkeling op basis van standplaatsfactoren, vegetatie-eigenschappen en natuurwaarden, die met ecosysteemmodellen zijn berekend. Hiertoe wordt in een methodische studie een Geïntegreerd Ruimtelijk Evaluatie-instrumentarium voor Natuurontwikkelings-Scenario's (GREINS) ontwikkeld via programmatische samenwerking tussen AB-DLO, IBN-DLO en SC-DLO. De ecosysteemmodellen simuleren de ontwikkeling van de vegetatie in relatie tot de vocht-, nutriënten- en zuurhuishouding op regionale schaal over een tijdspanne van 100 jaar als functie van beheersscenario's, en scenario's voor water- en milieubeleid. De invoer- en uitvoergegevens van de modellen zijn ondergebracht in een centrale database, die gekoppeld is aan een geografisch informatiesysteem (GIS). Het GIS zal worden aangestuurd door een datamodel waarmee de scenario's worden gegenereerd. De modelmatige benadering en de koppeling aan een GIS hebben consequenties voor de ruimtelijke schematisering. Om de communicatie tussen de modellen te waarborgen is een ruimtelijke rekeneenheid noodzakelijk. Hiertoe werd in een vroeg stadium een project geformuleerd om de ruimtelijke structuur van het beekdallandschap te schematiseren op basis van ecosysteemvormende factoren. Dit rapport vormt de rapportage van dit project.

Bij de ruimtelijke schematisering van het beekdallandschap is onderscheid gemaakt in afhankelijke en onafhankelijke ecosysteemfactoren, die elk op een verschillend schaalniveau operationeel zijn. De toestandvariabelen die samenhangen met de grondsoort, de drainagebasis en de waterkwaliteit worden niet beïnvloed door de zich ontwikkelende vegetatie en daarom als onafhankelijk beschouwd. Patroon-informatie over deze factoren wordt weergegeven in verspreidingskaarten van fysiotoepen. Fysiotoepen zijn homogene eenheden van bepaalde combinaties van primaire (onafhankelijke) factoren. De standplaatsfactoren die door de simulatiemodellen worden berekend, zijn een functie van primaire factoren en de vegetatie en derhalve afhankelijk van aard. Combinaties van afhankelijke factoren (pH, basentoestand, nutriëntentoestand, vochttoestand) en vegetatiesuccessiestadium vormen ecotopen. Ecotopen zijn variabel, waardoor ook hun verspreidingspatroon variabel is binnen een fysiotoop. De wijze waarop ecotopen zich ontwikkelen en de patronen die daaruit volgen, zijn afhankelijk van de modelberekeningen. De ruimtelijke schematisering voor het hydrologische model is tot op zekere hoogte gebaseerd op

de fysiotoopenkaart. Omdat de ruimtelijke resolutie van het hydrologisch model kleiner is dan die van het fysiotoop, is een overlay van het eindige-elementen-netwerk van het regionale hydrologische model met de fysiotoopenkaart gemaakt. Als resultaat van deze overlay ontstaan zgn. hyfy's, die de basiseenheid vormen voor modelberekeningen.

Bij de ontwikkeling van een fysiotoopentypologie voor een beekdallandschap is zoveel mogelijk aansluiting gezocht bij gangbare indelingen. De fysiotoopentypologie is gebaseerd op drie variabelen, die elk in een aantal klassen zijn verdeeld. De fysiotoopen zijn getypeerd naar diepte van de geologische grondwaterspiegel (5 klassen), basenrijkdom van het grondwater op GLG-niveau (3 klassen) en moedermateriaal (3 klassen). Deze gegevens zijn afgeleid uit de bodemkaart (1 : 50 000) en zijn derhalve gebiedsdekkend beschikbaar.

Informatie over de aard van het moedermateriaal en de diepte van de drainagebasis is rechtstreeks afgeleid uit de bodem- of grondwatertrappenkaart. Vlakdekkende informatie over de basenrijkdom van het grondwater ontbreekt. Deze informatie is herleid uit een landschapsecologische interpretatie van de bodemkaart. Door te veronderstellen dat bodemkenmerken die samenhangen met de basenbezetting informatie verstrekken over de basenrijkdom van het grondwater tijdens de bodemgenese, kunnen patronen in de basenrijkdom van het grondwater in principe worden afgelezen uit de bodemkaart. Aldus worden de patronen voor de verbreiding van watertypen gebaseerd op bodemkundige patronen.

Als criterium voor klassegrenzen tussen moedermateriaal is het substraattypen gekozen dat aan het maaiveld dagzoomt. Klassegrenzen van de drainagetoestand zijn gebaseerd op de gemiddeld laagste grondwaterstand. Criteria voor onderscheid van klassen in basenrijkdom zijn ontleend aan bodemkundige informatie over de verteringsgraad van organische stof, de aan- of afwezigheid van podzoleringsprocessen, de aanwezigheid van veenvormende soorten en de ruimtelijke positie van bodemtypen in het landschap.

Omdat van de fysiografische factor 'basenrijkdom' geografische informatie ontbreekt en indirecte criteria voor toedeling aan basenklassen zijn toegepast, is een beperkte verificatie uitgevoerd van de toewijzing van de basenrijkdomklassen aan fysiotooptypen. Voor de verificatie is een eenmalige bemonstering uitgevoerd van het grondwater op plaatsen die volgens de criteria van toedeling tot een bepaald fysiotooptypen behoren. Van 47 locaties is het freatisch grondwater bemonsterd en geanalyseerd op pH, EGV en macro-ionen. De monsters zijn vergeleken met de referentiemonsters voor regenwater (AtW) en grondwater (LiAng). Het blijkt dat verschillen in pH, Ca-concentratie en ionenratio (IR) van de geanalyseerde monsters significant verklaard kunnen worden uit gehanteerde klasse-indelingen van het volledige fysiotoopmodel. Op vergelijkbare wijze blijkt de similariteit van de geanalyseerde monsters met lithotroof (rLi) en atmotroof water (rAt) voor 67% resp. 64% uit het volledige fysiotoopmodel te kunnen worden verklaard. Op basis van deze summier verificatie werden de criteria voor toewijzing van bodemtypen aan basenklassen daarom niet meer bijgesteld.

Tenslotte is voor de toewijzing van bodemtypen aan fysiotooptypen een vertaalsleutel ontwikkeld. Met behulp van de vertaalsleutel zijn bodemeenheden uit het digitale bestand van de bodemkaart toegewezen aan fysiotooptypen en via een ARC-INFO procedure omgezet in een fysiopenkaart. Fysiotooptypen zijn via unieke codes gekoppeld aan de fysiopenkaart. De fysiopenkaart heeft een polygoonstructuur.

# 1 Inleiding

## *Aanleiding*

In de eerste fase van het DLO-onderzoeksprogramma 'Natuurontwikkeling' zijn de mogelijkheden voor natuurontwikkeling verkend in vier verschillende landschapstypen (Prins, 1993; Rademakers, 1993; Van der Hoek & Higler, 1993; Vertegaal et al., 1993). Daarbij is de behoefte gesignaleerd aan een algemeen bruikbare methode om op regionale schaal de mogelijkheden van natuurontwikkeling te verkennen afhankelijk van andere vormen van landgebruik en milieu-omstandigheden. Gegeven de complexiteit van deze problematiek voor de beekdalen is ervoor gekozen in de verdiepende fase van het onderzoeksprogramma deze methode prioritair te ontwikkelen voor dit landschapstype (DLO & RUG, 1992).

De te ontwikkelen methode diende een instrument op te leveren dat een hulpmiddel is bij het identificeren van natuurdoelen, randvoorwaarden en kansrijke gebieden op grond van ecologische kenmerken en bij het opstellen van inrichtings- en beheersrichtlijnen voor natuurontwikkeling bij verschillende scenario's van klimatologische, atmosferische en waterhuishoudkundige beïnvloeding (DLO & RUG, 1993). Gekozen werd voor een modelmatige aanpak op een regionaal schaalniveau met aandacht voor zowel het naasthogere als het naastlagere schaalniveau en een tijdsperiode van tenminste 50 jaar. Het verkrijgen van inzicht in onderliggende processen werd belangrijker geacht dan toepassing van de resultaten in concrete projecten. Als studiegebied werd het stroomgebied van de Drentse Aa gekozen.

## *Probleemstelling*

In een vroeg stadium diende voor het model-instrumentarium een ruimtelijke structuur ontworpen te worden, waarin de relaties tussen de verschillende modellen in samenhang met geografische componenten zijn verdisconteerd. Deze structuur moest de basis vormen voor het geografisch informatiesysteem (GIS) en een daaraan gekoppelde database. De eenheden van het GIS dienden ruimtelijk homogeen te zijn en de fysieke eenheid te vormen voor de verschillende modelberekeningen. Via een unieke code moeten zij als rekenkundige eenheid binnen de database en het GIS identificeerbaar zijn. Een belangrijke randvoorwaarde bij natuurontwikkeling is dat de ruimtelijke schematisering aansluit bij de belangrijkste ecosysteemvormende factoren en rekening houdt met eventuele veranderlijkheid daarvan in afhankelijkheid van de vegetatieontwikkeling. Het probleem is dat bestaande geografische informatie onvoldoende onderscheid maakt naar ecosysteemafhankelijke en -onafhankelijke factoren en daarom niet is toegesneden op ecologische vraagstukken en analyses.



### ***Doelstelling***

De doelstelling van dit project was een ruimtelijke schematisering voor een beekdallandschap te ontwerpen, die gebaseerd is op een standplaatstypologie waaraan de belangrijkste ecosysteemvormende processen op regionale schaal ten grondslag liggen. Een dergelijke typologie dient rekening te houden met het onderscheid in afhankelijke en onafhankelijke ecosysteemfactoren. Daarbij diende zoveel mogelijk gebruik gemaakt te worden van bestaande informatie en extrapolatie naar andere beekdalen mogelijk te zijn.

### ***Leeswijzer***

Hoofdstuk 2 beschrijft de ecosysteemtheorie die ten grondslag heeft gelegen aan de ontwikkelde fysiotoptypologie. Hoofdstuk 3 vormt de feitelijke verantwoording van de methode die is toegepast om een fysiotoptypologie voor beekdallandschappen te ontwikkelen. Na een inleiding worden in paragraaf 3.2 de differentiërende kenmerken, basenrijkdom, drainagetoestand en moedermateriaal besproken en worden de criteria genoemd die zijn gehanteerd voor toedeling aan klassen. Voor geografische informatie over de drainagetoestand en het moedermateriaal zijn bodemkaarten gebruikt. In paragraaf 3.3 wordt de sleutel gepresenteerd voor toewijzing van bodemtypen aan fysiotoptypen. In hoofdstuk 4 worden de resultaten gepresenteerd in de vorm van een fysiotoptypologie en een fysiotoptopenkaart van het studiegebied. Vervolgens worden de resultaten besproken van de verificatie van de toedeling van basenrijkdomklassen aan de fysiotoptypen. Tenslotte volgt een discussie over de toewijzing van fysiotoptypen aan basenrijkdomklassen, de actualiteit van de bodemkaart, het kenmerk voor de drainagebasis en de invloed van bemesting op substraateigenschappen.

## **2 Theorie van het toegepaste ecosysteemconcept**

Bij natuurontwikkeling is onderscheid aanwezig tussen standplaatsfactoren die tijdens de ecosysteemontwikkeling veranderen en factoren die niet veranderen. De veranderlijke factoren zijn afhankelijk van het type vegetatie dat zich ontwikkelt. Zij kunnen door het dynamische karakter van de vegetatie in ruimte en tijd niet als basis worden genomen voor een ruimtelijke schematisering van een gebied dat ingrijpend kan gaan veranderen door natuurontwikkeling. Wel bepaalt de vegetatie in de loop der tijd de eigenschappen van de standplaats steeds nadrukkelijker. Bij de ruimtelijke schematisering van het studiegebied kan daarom slechts worden uitgegaan van de onveranderlijke standplaatsfactoren. Om onderscheid mogelijk te maken is bij de ruimtelijke schematisering uitgegaan van een ecosysteemconcept, waarbij beide typen factoren, die elk op een verschillend schaalniveau operationeel zijn, in beschouwing worden genomen.

### **2.1 Ecohydrologische benadering**

Het gekozen concept voor de ecosysteemontwikkeling sluit nauw aan bij het ecosysteemconcept volgens Jenny (1961), waarbij onafhankelijke of primaire factoren en afhankelijke of secundaire factoren worden onderscheiden. Onder Nederlandse omstandigheden wordt aan de hydrologie een dermate grote invloed toegekend dat wel van een ecohydrologische benadering van het ecosysteemconcept kan worden gesproken (Kemmers, 1993).

De ecohydrologische benadering veronderstelt dat de belangrijkste vegetatiekundige variatie op regionale schaal een functie is van de onafhankelijke factoren moedermateriaal (litho-functie) en topografie c.q. hydrologie (topofunctie). De vegetatieontwikkeling van een standplaats wordt aangestuurd door een hiërarchisch stelsel van processen, die in verschillende ecosysteemcompartimenten verlopen (fig. 1).

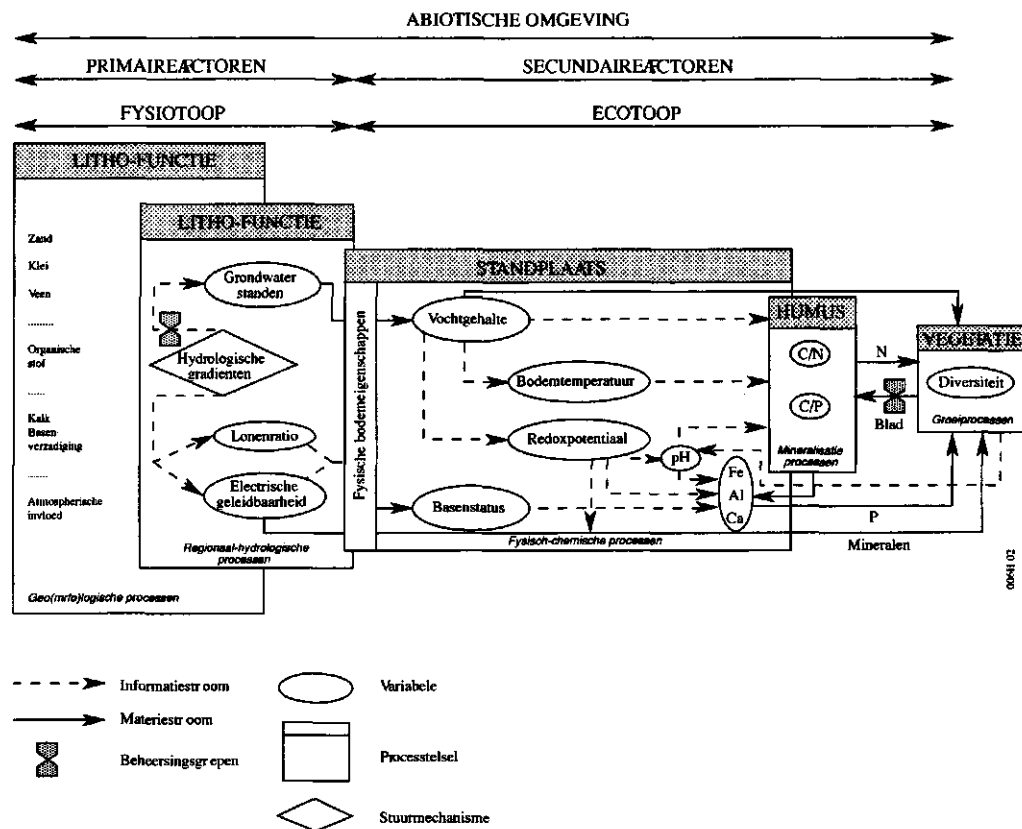


Fig. 1 Hiërarchisch stelsel van processen en factoren dat van invloed is op de vegetatieontwikkeling

## 2.2 Onafhankelijke factoren en fysiotoopen

Op regionaal niveau zijn geo(morfo)logische en regionaal-hydrologische processen van dominante invloed op de bodem- en vegetatieontwikkeling. De belangrijkste toestandsvariabele die informatie verstrekt over de litho-functie is de aard van het moedermateriaal. Voor de topo-functie gaat het om toestandsvariabelen die samenhangen met de kwantitatieve en kwalitatieve waterhuishouding, grondwaterstanden en -amplitudo's respectievelijk ionenratio en elektrische geleidbaarheid van het grondwater. De toestandvariabelen die samenhangen met de litho-functie en de topo-functie worden niet beïnvloed door de zich ontwikkelende vegetatie en worden daarom als onafhankelijk beschouwd. Alleen onder invloed van menselijk ingrijpen (ontgronding, egalisatie, ontwatering etc.) zijn deze factoren te beïnvloeden. Patrooninformatie over deze factoren wordt weergegeven in verspreidingskaarten van fysiotoopen. Fysiotoopen zijn homogene eenheden van bepaalde combinaties van primaire (onafhankelijke) factoren (Cajander, 1925; Vos & Stortelder, 1988).

Het gevolg van deze benadering is dat bij de ruimtelijke schematisering van het studiegebied fysiotoopgrenzen niet veranderen. De verspreiding en begrenzing van fysiotopten is constant in de tijd. Zij manifesteren zich op regionale schaal en kunnen alleen door regionale hydrologische processen worden gemodificeerd. Daarnaast kunnen zij op lokale schaal wel door inrichtingsmaatregelen worden beïnvloed.

### **2.3 Afhankelijke factoren en ecotopen**

Binnen een fysiotoop wordt door bodemvormende processen de primaire factor moedermateriaal gemodificeerd, waardoor op lokale schaal secundaire of afhankelijke factoren tot ontwikkeling komen. De belangrijkste bron die de omvorming van moedermateriaal op gang brengt, is het organisch materiaal dat als strooisel vanuit de vegetatie het bodemcompartiment binnenkomt. Deze omvorming vindt plaats onder invloed van fysisch-chemische en biologische processen in de bodem van de standplaats. Via deze processen controleren de potentiaalverschillen en waterkwaliteitskenmerken de vocht-, redox-, temperatuur- en basentoestand in de wortelzone. Deze toestandsvariabelen controleren op hun beurt decompositie- en humificatieprocessen in het humuscompartiment, waarbij nutriënten voor de vegetatie beschikbaar komen. Afhankelijk van vegetatiebeheer en -ontwikkeling zal meer of minder strooisel naar het humuscompartiment stromen, waardoor het organischestofgehalte van het humuscompartiment en daarmee de adsorptiecapaciteit, de warmtecapaciteit en de vochtcapaciteit wordt beïnvloed (Kemmers et al., 1995). De afhankelijke standplaatsfactoren, die zich dus vooral in het humuscompartiment manifesteren, zijn daarom een functie van onafhankelijke (of primaire) factoren en de vegetatie.

Combinaties van afhankelijke factoren en vegetatiesuccessiestadium vormen ecotopen (zie fig. 2). Via het beheer (maaien, begrazen, niets doen) kan gestuurd worden in de vegetatie- en bodemontwikkeling. Tijdens de vegetatiesuccessie kunnen daarom op lokaal schaalniveau binnen een fysiotoop verschillende ecotooptypen tot ontwikkeling komen. Binnen een fysiotoop kunnen daardoor op een fijner schaalniveau ecotoopgrenzen veranderen (zie fig. 2). De afhankelijke factoren die bepalend zijn voor de aard van het ecotoop kunnen alleen veranderen door simulatieberekeningen met lokale standplaatsmodellen.

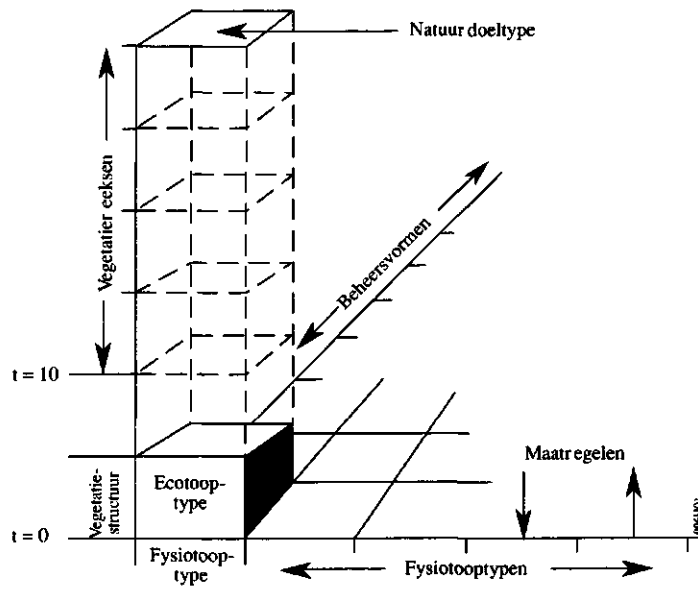


Fig. 2 Het verband tussen fysiotopten, beheer en ecotopen (Bron: Harms et al., 1995)

### **3 Methodiek voor de ontwikkeling van de fysiotopentypologie**

Dit hoofdstuk gaat in op de methodische aspecten die een rol hebben gespeeld bij de ontwikkeling van een standplaatstypologie gebaseerd op onveranderlijke factoren. Een dergelijke typologie wordt een fysiotopentypologie genoemd. In de volgende paragrafen worden eerst de uitgangspunten op een rij gezet die aan de ontwikkeling van de typologie ten grondslag hebben gelegen. Vervolgens passeren de differentiërende kenmerken de revue, waarop de typologie is gebaseerd. In paragraaf 3.3 wordt een sleutel gepresenteerd volgens welke de bodemtypen van de bodemkaart 1 : 50 000 zijn toegewezen aan fysiotootypen. Tenslotte wordt de daaruit voortgekomen fysiotopenkaart van het studiegebied gepresenteerd.

#### **3.1 Uitgangspunten**

Voor de ruimtelijke schematisering van het beekdallandschap is als uitgangspunt het ecosysteemconcept van Jenny (1961) gekozen, dat in hoofdstuk 2 is beschreven. Als basiseenheid voor de ruimtelijke schematisering bij natuurontwikkeling wordt het fysiotoop gebruikt. Fysiotoopeigenschappen zijn onafhankelijk van ecosysteemprocessen in de tijd, zodat hun begrenzing niet verandert. Wel kunnen binnen een fysiotoop, afhankelijk van het beheer (zie fig. 2), veranderingen ontstaan in de afhankelijke bodemfactoren, waardoor nadere differentiatie ontstaat op het niveau van ecotopen.

Bij de ontwikkeling van een fysiotopentypologie is zoveel mogelijk aansluiting gezocht bij gangbare indelingen. Klijn et al. (1995) hebben een integraal kader ontwikkeld waarbinnen op verschillende schaalniveaus indelingen worden onderscheiden volgens een hiërarchisch principe. Op de hoogste schaalniveaus (1 : > 2 000 000) worden op basis van fysiografische criteria ecoregio's onderscheiden (zie tabel 1). Ecodistricten worden ingedeeld op basis van geologische en topografische (c.q. hydrologische) criteria (1 : > 500 000). Ecodistricten bestaan hoofdzakelijk uit hydrologisch samenhangende systemen. Daarbinnen kunnen op basis van geomorfogenetische processen ecosecties worden onderscheiden, wat ongeveer overeenkomt met het schaalniveau van stroomgebieden (1 : > 100 000).

Het laagste schaalniveau dat door Klijn et al. wordt onderscheiden is dat van de ecoserie. Het concept 'ecoserie' sluit nauw aan bij de definitie van het begrip fysiotoop: een ruimtelijke eenheid die homogeen is in een bepaalde combinatie van relatief stabiele abiotische (i.e. primaire) factoren, die onafhankelijk zijn van veranderingen in de vegetatie (Klijn & Udo de Haes, 1990). Op dit niveau zijn in het kader van de Landschapsecologische Kartering Nederland (LKN; De Waal, 1992) ecologische interpretaties van de Nederlandse Bodemkaart gemaakt (De Bakker & Schelling, 1989).

*Tabel 1 Ecosysteemclassificatie volgens Klijn et al. (1995), geïllustreerd met voorbeelden uit de studie over de Drentse Aa*

Naam	Schaal	Criterium	Voorbeeld
Ecoregio	1 : 2 000 000	Fysiografie	Noordelijk zandgebied
Ecodistrict	1 : 500 000	Topografie, hydrologie	Drents Plateau
Ecosectie	1 : 100 000	Geomorfologie	Stroomgebied Drentse Aa
Ecoserie	1 : 50 000	Primaire factoren	Natte zandgronden
Ecotoop	1 : 25 000	Vegetatie structuur	Heideveld

Differentiërende criteria voor het onderscheiden van fysiotooptypen (paragraaf 3.2) sluiten aan bij de criteria die zijn gehanteerd voor de Landschapsecologische Kartering van Nederland (LKN). Omdat de fysiotoptypologie voor beekdalen een regionale verbijzondering is van de op nationale schaal uitgevoerde LKN, kunnen er verschillen optreden tussen klassegrenzen.

### **3.2 Differentiërende kenmerken**

Een praktisch argument bij de ontwikkeling van de typologie is geweest dat het aantal fysiotooptypen zo beperkt mogelijk gehouden diende te worden. De reden hiervoor is dat elk fysiotooptype het startpunt is voor een serie modelberekeningen, die snel in omvang kan groeien naarmate meer fysiotoptypen worden onderscheiden. Voor de ontwikkeling van de fysiotoptypologie zijn drie (onafhankelijke) factoren gekozen, die elk in een aantal klassen zijn verdeeld. De fysiotoptypen zijn getypeerd naar diepte van de geologische grondwaterspiegel (5 klassen), basenrijkdom van het grondwater op GLG-niveau (3 klassen) en nutriëntvoorraden c.q. moedermateriaal (4 klassen).

Bij de keuze van kenmerken en de klassegrenzen is zoveel mogelijk rekening gehouden met beschikbare geografische informatie, zodat ook een kaartbeeld van de verspreiding van fysiotooptypen in het stroomgebied kan worden vervaardigd. De beschikbare informatie is ontleend aan bodemkaarten (1 : 50 000) van de kaartbladen 12 West, 12 Oost, 17 West en 17 Oost. Informatie over de aard van het moedermateriaal en de diepte van de drainagebasis is rechtstreeks afgeleid uit de bodem- of grondwatertrappenkaart. Informatie over de basenrijkdom is tot stand gekomen middels een landschapsecologische interpretatie van de bodemkaart.

Figuur 3 geeft een schematisch overzicht van de positie, het moedermateriaal en de waterkwaliteit van bodemtypen langs een gradiënt dwars op het beekdal. Deze schematisering heeft het uitgangspunt gevormd voor de fysiotoptypologie.

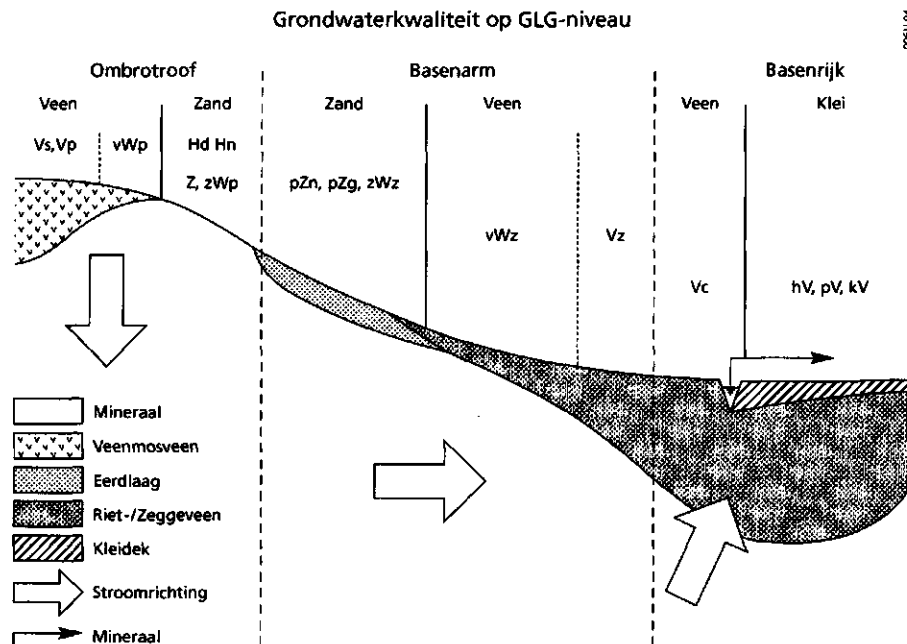


Fig. 3 Positie, grondwaterkwaliteit op GLG-niveau en moedermateriaal van bodemtypen langs een beekdal

### 3.2.1 Indicaties voor basenrijkdom

De basenrijkdom van het grondwater is verdeeld in drie klassen: ombrotroof, basenarm en basenrijk grondwater. Deze watertypen kunnen in hun algemeenheid getypeerd worden met monsters van referentiewatertypen volgens Van Wirdum (1991): respectievelijk Atmotroof water uit Witteveen (AtWtv), Lithotroof water van Hoge Duvel op de Veluwe (LiHdu) en Lithotroof water uit Angeren nabij Nijmegen (LiAng). Deze referentiemonsters omsluiten het traject waarbinnen vrijwel de gehele variatie van watertypen van de pleistocene zandgronden kan worden aangetroffen.

#### *Geografische patronen*

Vlakdekkende informatie over de basenrijkdom van het grondwater ontbreekt. Door te veronderstellen, dat bodemkenmerken die samenhangen met de basenbezetting informatie verstrekken over de basenrijkdom van het grondwater tijdens de bodemgenese, kunnen patronen in de basenrijkdom van het grondwater in principe worden afgelezen uit de bodemkaart. Aldus zijn de patronen voor de verbreiding van watertypen gebaseerd op bodemkundige patronen. Dit hoeft overigens niet te betekenen dat in de actuele situatie de basenrijkdom van het grondwater nog steeds invloed uitoefent op processen in de wortelzone (Kemmers et al., 1995).



Aan het bodemclassificatiesysteem van de Bakker & Schelling (1989) zijn indicaties van de basenrijkdom tijdens de bodemvorming ontleend. Fysiotopen die onder invloed van infiltratie of lithotrofe kwel staan kunnen in principe gemakkelijk worden onderscheiden:

- Podzoleringsprocessen (zowel in veen- als in zand- en kleigronden) wijzen op infiltratie en het voorkomen van ombrotrofe systemen met een zeer lage basenbezetting.
- De aanwezigheid van veenvormende plantensoorten (Sphagnum-, zegge-, riet-, broekveen) verstrekken, via indicatiewaarden van plantensoorten voor milieuomstandigheden, informatie over de basenrijkdom tijdens veenvorming.
- De verteringsgraad van organische stof kan in een aantal gevallen als indelingscriterium worden gebruikt. Onder basenrijke omstandigheden leidt een intensief bodemleven tot een goede vertering van strooisel en homogenisatie van de afbraakproducten met dieper gelegen bodemhorizonten (veraarding):
  - eerdveengronden vs. rauwveengronden,
  - minerale eerdgronden vs. podzolgronden.

De aanwezigheid van een minerale of moerige eerdlaag is daarom beschouwd als een indicatie voor basenrijke omstandigheden tijdens de bodemvorming. Door kenmerken te combineren zijn indicaties voor de basenrijkdom vaak nog te versterken.

#### ***Lokale en regionale kwel***

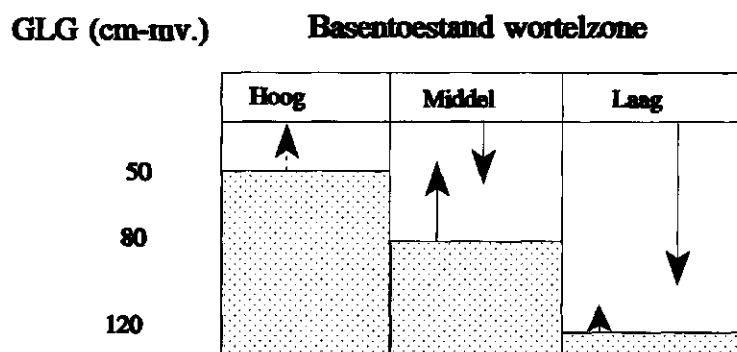
Veel moeilijker is het om binnen lithotrofe systemen nader onderscheid te maken tussen basenarme en basenrijke fysiotopen. Hiervoor zijn verschillende criteria gekozen:

- Morfologische kenmerken die in verband kunnen worden gebracht met de ruimtelijke positie van een bodem in het landschap. Evenals Everts & De Vries (1991) hebben wij dikke (vaak bolvormige) veengronden (V) in verband gebracht met regionale basenrijke kwel. Dunne veengronden (Vz: zand binnen 1,20 m - mv.) zijn in verband gebracht met lokale (basenarme) kwel. Vanaf de beekdalflank naar de beek zal de dikte van de moerige bovengrond o.h.a. toenemen (beekeerd, broekeerd, dunne en dikke made/vlierveengronden). In dezelfde richting zal de invloed van basenarme lokale kwel verschuiven naar basenrijke regionale kwel.
- Gronden met kleidekken als gevolg van inundaties worden verondersteld onder basenrijke omstandigheden te zijn gevormd. Dit is terug te voeren op het verschijnsel dat rivierwater in principe een lithogeen karakter heeft.

#### ***Invloed van de drainagebasis***

Naarmate de drainagebasis van een fysiotop met basenrijk grondwater lager is, zal het aandeel van regenwater in het bovenste grondwater toenemen en een verschuiving plaatsvinden van basenrijke naar basenarmere omstandigheden in de wortelzone. Omgekeerd resulteert een hoge drainagebasis in een snelle oppervlakkige afvoer van het regenwater, waardoor het aandeel regenwater beperkt blijft. De actuele basentoestand in de wortelzone zal daardoor mede afhankelijk zijn van de drainagebasis. De diepte van de drainagebasis (bijbenadering af te leiden uit de GLG) is een indirecte maat voor de capaciteit van een bodem om het jaarlijkse neerslagoverschot

te bergen. Naarmate de GLG dieper is, zal er meer neerslagwater geborgen kunnen worden waardoor de basenrijkdom van het water door menging afneemt. Als referentiediepte voor de basenrijkdom van het fysiotoop is daarom het GLG-niveau aangehouden (zie fig. 4).



*Fig. 4 Schematizing van drainageniveaus en grondwaterkwaliteit op GLG-niveau ter berekening van de basenstatus van de wortelzone met het standplaatsmodel*

### 3.2.2 Indicaties voor drainagetoestand

Als variabele voor de drainagetoestand is gekozen (Kemmers et al., 1995b) voor de Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG), omdat dit kenmerk het meest aansluit bij de 'geologische grondwaterspiegel' die door Jenny (1961) als belangrijkste factor van de topo-functie wordt beschouwd. Deze variabele is uit Gt-informatie af te leiden. Bij hogere Gt-klassen valt de GLG weg als onderscheidend criterium en is de GHG als criterium toegevoegd. Voor de drainagetoestand zijn vijf klassen onderscheiden.

### 3.2.3 Indicaties voor moedermateriaal

Voor de factor moedermateriaal zijn substraateigenschappen en nutriëntvoorraden als criterium gekozen. Er is een grof onderscheid gemaakt tussen klei, arm zand, rijk zand en veen. Als criterium is gekozen voor het substraattypen dat aan het maaiveld dagzoomt, omdat de samenstelling van de wortelzone de schakel met de vegetatie vormt. Bij moerige gronden (W) is daarom de bovengrond doorslaggevend. Aldus zijn moerige gronden met een zandige bovengrond (zW.) aan zandig moedermateriaal en met een moerige bovengrond (vW.) aan weinig moedermateriaal toegekend. Een uitzondering op deze regel vormen de zanddekken op veengronden (zV.) Dergelijke situaties zijn steeds toegekend aan weinig moedermateriaal, omdat het percentage organische stof in dergelijke profielen dermate hoog is dat chemische eigenschappen er sterk door worden bepaald. In het systeem van de Bakker en Schelling (1989)

kunnen kleidekken die op veen zijn afgezet worden onderscheiden via lettertoevoeging (kV..., pV..., hV...). Steeds zijn deze situaties aan kleiig moedermateriaal toegekend. Veelal wijst dit op inundaties in benedenlopen. Ook keileem is als kleisubstraat opgevat als er sprake is van dagzomen.

Bij de zandgronden is een nader onderscheid gemaakt naar rijkdom op basis van de dikte van de humeuze bovengrond: gronden met een cultuurdek zijn rijker getypeerd dan overeenkomstige gronden zonder cultuurdek. Het onderscheid naar verschil in voorraden nutriënten loopt ten dele parallel aan de verschillen in substraateigenschappen. Er is van uitgegaan dat in veengronden een aanzienlijk grotere voorraad nutriënten ligt opgeslagen dan in zand of kleigronden.

### 3.3 Sleutel voor toewijzing bodemtypen aan fysiotootypen

Op basis van de hierboven aangegeven criteria zijn bodemtypen geclusterd tot fysiotopen op basis van overeenkomst in moedermateriaal c.q. nutriëntenvoorraad, drainagetoestand en basenrijkdom. Voor toedeling van gronden aan fysiotopen is als uitgangspunt de bodem- en Gt-kaart genomen. Voor het gebied van de Drentse Aa is daarbij tevens gebruik gemaakt van de kennis die door Everts & De Vries (1991) in hun proefschrift bijeen is gebracht. Voor de toedeling is een vertaalsleutel ontwikkeld, die is opgenomen in aanhangsel 1. Open water (vennen, gegraven plassen) is niet in de vertaalsleutel opgenomen. De naamgeving van de fysiotopen volgens de code uit de vertaalsleutel is vermeld in tabel 2.

Tabel 2 Fysitootypen

Legenda eenheid	Naam
111	Ombrotrofe venen
211	Ombrotrofe natte veengronden
311	Ombrotrofe vochtige veengronden
411	Ombrotrofe wisselvochtige veengronden
511	Ombrotrofe verdroogde veengronden
112	Gegraven plassen met regenwater
212	Natte heidegronden
312	Vochtige heidegronden
412A	Wisselvochtige arme heidegronden
412B	Wisselvochtige rijke heidegronden
512A	Droge arme heidegronden
512B	Droge rijke heidegronden
121	Basenarme venen
221	Natte beekbegeleidende dunne veengronden
321	Vochtige beekbegeleidende dunne veengronden
421	Wisselvochtige beekbegeleidende dunne veengronden
521	Verdroogde beekbegeleidende dunne veengronden
122	Gegraven plassen met lokale kwel
222	Natte beekbegeleidende zandgronden
322	Vochtige beekbegeleidende zandgronden
422	Wisselvochtige beekbegeleidende zandgronden
522	Droge beekbegeleidende gronden

*Vervolg tabel 2*

<b>Legenda eenheid</b>	<b>Naam</b>
131	Basenrijke venen
231	Natte beekbegeleidende dikke veengronden
331	Vochtige beekbegeleidende dikke veengronden
431	Wisselvochtige beekbegeleidende dikke veengronden
531	Verdroogde beekbegeleidende dikke veengronden
133	Overstromingsvenen
233	Natte overstromingsgronden
333	Vochtige overstromingsgronden
433	Wisselvochtige keileemgronden
533	Droge keileemgronden

## 4 Resultaten en discussie

### 4.1 Fysiotopentypologie

Met behulp van de vertaalsleutel (aanhangsel 1) zijn bodemeenheden uit het digitale bestand van de bodemkaart via een ARC-INFO- procedure toegekend aan de fysiotoptypen. Elk fysiotoptype heeft een code. In tabel 3 is een overzicht gegeven van de onderscheiden fysiotoptypen met toegewezen bodemtypen van de bodemkaart (1 : 50 000).

Tabel 3 Toedeling van bodemtypen aan fysiotoptypen

Gt	GLG	GHG	Ombrotroof grondwater		Basenarm grondwater		Basenrijk grondwater	
			Veen	Zand	Veen	Zand	Veen	Klei
				Rijk				
I	Inund. < 50	-	Vs 111		Vz 121		Vc 131	kVc 133
				112		122		
II II*	50-80	-	(i)Vs aVp (i)Vp vWp 211		aVz Vz vWz AB ABV 221	pZg 222	aVc Vc zVc 231	hVc hVz pVc 233
				212		222		
III III* IV	80-120	-	zVs zVp vWp Vs iVp iVs aVp 311	zWp Hn 312	aVz Vz vWz zVz iVz 321	pZn zWz pZg 322	aVc (i)Vc 331	hVc hVz pVc kVc kVz KX 333
V V*	> 120	< 40	(i)Vp vWp 411	Hn Zn 412A	cHn 412B	aVz vWz 421	pZn pZg 422	aVc KX 433
VI VII VIII	> 120	> 40	vWp zWp iWp 511	zWp Hn Y Hd Zn Zd Zb 512A	cY cHn cHd zEz 512B	vWz iVz 521	zWz pZg pZn 522	KX 533

## 4.2 Fysiotoopenkaart

Fysiotootypen zijn via unieke codes gekoppeld aan de fysiotoopenkaart. De fysiotoopenkaart is achter in dit rapport toegevoegd. Uit een conceptversie van de fysiotoopenkaart bleek dat enkele categorieën uit het digitale bodembestand niet gecoverd werden met de vertaalsteutel. Dit betreft de categorieën:

- gronden met een veenkoloniaal dek (i..) en,
- associaties van gronden. Deze categorieën zijn in tweede instantie via een handmatige selectie toegekend aan de fysiotootypen.

Bij het vaststellen van de uitgangssituatie doet zich een aantal problemen voor. Door landbouwkundig gebruik, beheer en hydrologische maatregelen in het verleden kunnen de fysiotoopen sterk beïnvloed zijn. Deze beïnvloeding heeft vooral betrekking op 1) secundaire factoren zoals voedingstoestand (nutriëntenvoorraden), en basentoestand van de bodem of 2) de primaire factor hydrologie.

- 1) Door het bodemgebruik is de differentiatie van de secundaire factoren in de uitgangssituatie vervlakt. De consequentie hiervan is dat in de uitgangssituatie een grote eenvormigheid in 'ecotopen' aanwezig zal zijn in agrarische gebieden. Dergelijke ecotopen zullen over het algemeen een voedselrijk en zuurgraadneutraal karakter dragen en gekenmerkt worden door landbouwkundige gewassen. Aldus kunnen ecotopen zijn ontstaan die niet 'passen' binnen het ideaal-typische kader van hun fysiotoop. De uitgangssituatie bij natuurontwikkeling is rijker dan op basis van het fysiotootype verwacht mag worden.
- 2) Bij ijking van het hydrologisch model aan de uitgangssituatie kan het voorkomen dat de geografische invoergegevens voor het model niet consistent blijken te zijn (bijv. combinatie van Gt, vegetatie en geohydrologie etc.), waardoor de GLG volgens de modelberekeningen niet overeenstemt met de GLG volgens de geografische informatie. Dit kan ertoe leiden dat op basis van de modelberekening bepaalde fysiotoopen aan een ander type toegeedeeld moeten worden.

In tabel 4 is voor de uitgangssituatie het oppervlakte aandeel van de verschillende fysiotootypen over het studiegebied aangegeven. De totale oppervlakte van het studiegebied bedraagt 29 277 hectare.

Uit tabel 4 blijkt dat bepaalde fysiotootypen niet of nauwelijks voorkomen. Van enkele is het voorkomen zeer onwaarschijnlijk vanwege de onverenigbaarheid van primaire factoren. Zo is de combinatie van een lage Gt met zand als moeder materiaal onwaarschijnlijk, omdat onder permanent natte omstandigheden een venig substraat tot ontwikkeling gekomen zal zijn. Als gevolg van inrichtingsmaatregelen kunnen deze typen bij bepaalde scenario's alsnog ontstaan. Zo is het denkbaar dat als gevolg van vernatting of bouwvoorverwijdering de categorie fysiotootypen met een Gt I op zand in oppervlakte zullen toenemen.

Tabel 4 Procentuele aandelen van de verschillende fysiotooptypen in het studiegebied. Tussen haakjes is de verdeling van het type over het aantal kaartvlakken aangegeven

Gt	Ombrotroof			Basenarm		Basenrijk	
	Veen	Zand		Veen	Zand	Veen	Klei
I							
II	0,60 (4)			0,98 (11)		1,2 (8)	
III,IV	0,70 (12)	0,34 (9)		7,85 (31)	1,80 (23)	0,25 (3)	0,52 (2)
V	2,08 (20)	17,88 (85)	0,11 (2)	0,11 (1)	5,22 (33)		0,90 (13)
VI,VII,VIII	0,91 (7)	49,76 (97)	8,65 (40)	0,02 (1)	0,12 (2)		0,01 (1)

### 4.3 Verificatie

Voor geografische informatie over moedermateriaal en drainagetoestand is gebruik gemaakt van bestaande bronnen. Nadere verificatie voor het moedermateriaal is niet uitgevoerd. Wel blijkt bij een vergelijking met een gedetailleerde bodemkartering van het gebied tussen Assen, Schoonlo en Rolde (Stiboka, 1952) bepaalde fysiotooptypen (wisselvochtige en droge rijke heidegronden) te kunnen bestaan uit een basenrijkere en een basenarmere component. Het betreft gronden met een plaggendek (rijke zandgronden) op beekdalflanken. Op detailkaarten blijkt dat onder deze plaggendekken zowel 'beekleemgronden' als podzolgronden kunnen voorkomen. Op eenzelfde wijze blijkt dat droge fysiotooptypen op de keileemplateau's natte componenten kunnen hebben door de aanwezigheid van vennen, die kleiner zijn dan het oplossend vermogen van de bodemkaart (1 : 50 000). Dergelijke schaalproblemen zijn onvermijdelijk en vormen met name een probleem bij de koppeling met vegetatiekundige gegevens, die vaak op een gedetailleerder niveau zijn verzameld. Bij de ijking van het Natuurtechnisch Model zullen hiervoor ad hoc oplossingen moeten worden bedacht.

De drainagetoestand kan door veroudering van de Gt-informatie niet meer actueel zijn. Verificatie is niet uitgevoerd.

Omdat van de fysiografische factor 'basenrijkdom' geografische informatie ontbreekt en indirecte criteria voor toedeling aan basenklassen zijn toegepast, is een beperkte verificatie uitgevoerd van de toewijzing van de basenklassen aan fysiotooptypen.

### 4.3.1 Basenrijkdom

Voor de verificatie is een eenmalige bemonstering uitgevoerd van het grondwater op plaatsen die volgens de criteria van toedeling tot een bepaald fysiotoop behoren (Klap et al., in voorb.). Van ca. 50 locaties is het freatisch grondwater bemonsterd en geanalyseerd op pH, EGV en macro-ionen. De monsters zijn vergeleken met de referentiemonsters voor regenwater (AtW) en grondwater (LiAng).

Het blijkt dat verschillen in pH, Ca-concentratie en ionenratio (IR) van de geanalyseerde monsters significant ( $P < 0,001$ ) verklaard kunnen worden uit gehanteerde klasse-indelingen van het volledige fysiotoop-model. Voor alle drie de variabelen geldt dat 41% van de variantie verklaard kan worden uit verschillen in drainagetoestand, moedermateriaal en basenrijkdom. Het verschil tussen de waarden van de klassen 'atmotroof' en 'basenarm' blijkt daarbij echter duidelijk groter te zijn dan het verschil tussen de klassen 'basenarm' en 'basenrijk'.

Op vergelijkbare wijze blijkt de similariteit van de geanalyseerde monsters met zowel lithotroof (rLiAng) als atmotroof water (rAtW) voor 54% uit het volledige fysiotoopmodel te kunnen worden verklaard ( $P < 0,001$ ).

Op basis van het 'fysiotoopmodel' werd de hydrochemische samenstelling van de drie onderscheiden basenklassen uit de fysiotoopentypologie vastgesteld. De aldus berekende ion-concentraties worden als onderrandvoorwaarde gebruikt bij de berekeningen van het model SMART2.

Het zonder meer toekennen van de kleigronden aan de basenklasse 'basenrijk', ongeacht hun landschappelijke positie blijkt op basis van de uitgevoerde bemonstering niet terecht te zijn. Dit leidt met name voor fysiotooptype 433, gekenmerkt door keileemgrond, tot een te hoge inschatting van de basenstatus. De fout die hierdoor ontstaat heeft betrekking op maximaal 0,9% van het studieareaal.

### 4.3.2 Conclusie

- De verklaarde variantie op basis van een eenmalige bemonstering na een regenrijke periode werd bevredigend gevonden. Op basis van deze summier verificatie werden de criteria voor toewijzing van bodemtypen aan basenklassen daarom niet meer bijgesteld.
- De onderrandvoorwaarden van de waterkwaliteit van fysiotooptypen ten behoeve van het model SMART2 konden worden afgeleid met een regressiemodel.
- De toewijzing van keileemgronden aan de basenklasse 'basenrijk' is onbevredigend.



#### 4.4 Discussie

Een impliciete veronderstelling bij het toewijzen van klassen voor basenrijkdom is de koppeling aan de verblijftijd van het grondwater in de lithosfeer. Deze relatie is zeker niet eenduidig en wordt mede beïnvloed door de rijkdom van het doorstroomde sediment aan verweerbaar kalk. Uitsluitel hierover ontstaat door uitgebreide meetcampagnes van de waterkwaliteit. In beperkte mate is dit voor de verificatie uitgevoerd. Hierbij bleek weliswaar dat slechts een deel van de variatie in de chemische variabelen kan worden verklaard uit de gehanteerde basenklassen, maar ook dat het onderscheid tussen basenrijk en basenarm water niet groot, maar wel significant is.

Een belangrijk probleem is om vast te stellen in hoeverre een fysiotoop in de actuele situatie nog voldoet aan een toegekende klasse voor de basenrijkdom. Door recente menselijke ingrepen in het hydrologische systeem zal de drainagebasis plaatselijk zijn gedaald. Hierdoor zal in veel gevallen de actuele basenbezetting van bodems in basenrijke fysiotopten lager zijn dan tijdens de bodemvorming. Voor deze bodems geldt dat hun secundaire eigenschap 'basentoestand van de wortelzone' niet meer overeenkomt met de primaire factor 'basenrijkdom van het grondwater'. De indeling van deze bodems aan een fysiotooptype is echter steeds gebaseerd op de status van de primaire factor. Als referentiediepte voor de basenrijkdom van het fysiotoop is daarom het GLG-niveau aangehouden. Omdat SMART2 een eenlagig model is, wordt in de modelberekeningen de onderzijde van de wortelzone als referentiediepte aangehouden. Via berekeningen met SMART2, dat wordt gevoed met hydrologische fluxen, wordt de basentoestand in de wortelzone definitief vastgesteld. Het model rekent met vaste onder- en boven-randvoorwaarden voor de chemische samenstelling van resp. het grondwater en het regenwater. Door verschuivingen in de waterbalans worden de betreffende watertypen meer of minder gemengd en varieert de basenstatus.

Als maat voor de drainagebasis is de GLG gekozen. De GLG is de grondwaterstand waarnaar het regionale hydrologische systeem terugvalt in de zomerperiode en wordt ook wel de geologische grondwaterspiegel genoemd. Van de hydrologische variabelen waarvan geografische gegevens beschikbaar zijn is de GLG als meest onafhankelijke ecosysteemfactor op te vatten. Deze factor is sterk afhankelijk van de geohydrologische configuratie van stroomgebieden en is sterker gebufferd naarmate het hydrologische systeem omvangrijker is. Veel hydrologische maatregelen grijpen aan op de drainagebasis, die sterk gecorreleerd is aan de GLG. In natte kwelgebieden leidt een verlaging van de drainagebasis veelal tot een verschuiving in de waterbalans, waarbij de berging van neerslagwater toeneemt en de oppervlakkige afvoer afneemt. Deze verschuiving hoeft niet tot een verlaging van de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG) te leiden, maar leidt wel tot een verandering in de basentoestand van de standplaats. In de praktijk van dosis-effectstudies wordt de GVG vaak gebruikt, omdat een goede relatie aanwezig is met de vochtindicatiewaarde van plantensoorten (Runhaar, 1989). Omdat de GVG als maat voor de vochtvoorraad in een profiel sterk wordt beïnvloed door de verdamping, is de GVG eerder op te vatten als een secundaire afhankelijke factor dan een primaire factor. Omdat de basenstatus van de bodem mede gecontroleerd wordt door de GLG is de GLG een belangrijk hydrologisch kenmerk voor een fysiotooptypologie.

Bij het onderscheiden van de aard van het moedermateriaal doet zich het probleem voor dat het substraat verrijkt kan zijn met meststoffen door landbouwkundig gebruik. De uitgangssituatie voor eventuele natuurontwikkeling kan op basis van de fysiotopenkaart daardoor gunstiger worden ingeschat dan in werkelijkheid het geval is. Zo kunnen binnen ombrotrofe fysiotopen, waar onder natuurlijke omstandigheden voedselarme ecotooptypen tot ontwikkeling komen, door landbouwkundig gebruik voedselrijke omstandigheden zijn ontstaan. Door afgraving van de bovengrond of via het immobiliseren van nutriëntvoorraden door vernatting kan door inrichtingsmaatregelen hierin verandering worden aangebracht. Verwacht wordt dat zonder inrichtingsmaatregel bij natuurontwikkeling op termijn de primaire factoren de richting van de ecosysteemontwikkeling weer zullen gaan bepalen. Simulatieberekeningen met standplaatsmodellen zullen moeten duidelijk maken of deze ontwikkeling ook daadwerkelijk optreedt. In alle situaties wordt via modelsimulaties een evenwichts-nutriënten-situatie voor de uitgangstoestand berekend. Via modelberekeningen zal vervolgens voor de natuurontwikkelingsscenario's de afhankelijke factor nutriëntentoestand worden berekend, waarin de uitgangssituatie van het fysiotop is verdisconteerd.

## Literatuur

Bakker, H. de & J. Schelling, 1989. Systeem van bodemclassificatie voor Nederland: de hogere niveaus. 2<sup>e</sup> gewijzigde druk. Pudoc, Wageningen.

Bolt, F. J.M. van der, in voorb. Geïntegreerd Ruimtelijk Evaluatie Instrumentarium voor Natuurontwikkelings-Scenario's (GREINS); Regionale hydrologische modellering van het stroomgebied van de Drentse Aa. Wageningen, DLO Staring Centrum. Rapport 519.

Cajander, A.K., 1925. The theory forest types. Acta For. Fenn. 29, 3: 1-108.

Everts, F.H., & N.P.J. de Vries, 1991. De vegetatieontwikkeling van beekdalsystemen; een landschapsecologische studie van enkele Drentse beekdalen. Groningen, Historische uitgeverij.

Harms, W.B., W.C. Knol & J. Roos-Klein Lankhorst, 1995. Het LEDESS-model: een gebiedsgericht kennismodel bij scenario's voor natuurontwikkeling. In: Schoute, J.F.Th. et al. (eds.), Waarheen met het landelijk gebied. Alphen aan den Rijn, Samson HD Tjeenk Willink.

Hoek, W. van der & B. Higler, 1993. Natuurontwikkeling in beken en beekdalen; verkennende studie naar de mogelijkheden van natuurontwikkeling in beek- en beekdalsystemen. Wageningen, DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek. NBP-onderzoeksrapport 3.

Jenny, H., 1961. Derivation of state factor equations of soils and ecosystems. Proc. Soil Sci. Soc.Am. 25, 5.

Kemmers, R.H., 1993. Staalkaarten voor een ecologische landevaluatie. Landschap 10, 1.

Kemmers, R.H., P.C. Jansen & P. Mekking, 1995a. Humus form profiles and ecohydrological systemsanalysis. In: Schoute, J.F.Th. et al. (eds), Scenario studies for the rural environment. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers.

Kemmers, R.H., J.M.J. Gieske, P. Veen & L.M.L. Zonneveld, 1995b. Standaard meetprotocol verdroging; voorlopige richtlijnen voor monitoring van anti-verdrogingsprojecten. Lelystad: RIZA; Zoetermeer: Hageman Verpakkers. NOV-rapport 15.1

Klap, J.M., J. Kros & W.A. de Boer, in voorb. De chemische samenstelling van bodem en grondwater in het stroomgebied van de Drentse Aa. Wageningen. DLO Staring Centrum. Rapport

Klijn, F., R.W. de Waal & J.H. Oude Voshaar, 1995. Ecoregions and ecodistricts: ecological regionalisations for the Netherlands' Environmental Policy. *Environmental Management* 19, 6: 797-813.

Klijn, F. & H.A. Udo de Haes, 1990. Hierarchische ecosysteemclassificatie; voorstel voor een eenduidig begrippenkader. *Landschap* 7, 4: 215-233.

Prins, A.H., 1993. Laagvenen; een verkenning van mogelijkheden voor natuurontwikkeling. Wageningen, DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek. NBP-onderzoeksrapport 5.

Rademakers, J.G.M., 1993. Natuurontwikkeling uiterwaarden & ecologische onderzoek; een verkennende studie. Wageningen, DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek. NBP-onderzoeksrapport 2.

Runhaar, J., 1989. Toetsing ecotopensysteem; relatie tussen de vochtindicatie van de vegetatie en grondwaterstanden. *Landschap* 6, 2: 129-146.

Vertegaal, C.T.M., N.M. van Gelderen, E.G.M. Louman & G. van Ommering, 1993. Natuurontwikkeling in de duinen; kennis en kennislacunes. Wageningen, DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek. NBP-onderzoeksrapport 4.

Vos, W. & A.H.F. Stortelder, 1988. Vanishing Tuscan landscapes. Amsterdam, University of Amsterdam, Thesis.

Waal, R.W. de, 1992. Landschapsecologische kartering van Nederland; bodem en grondwatertrappen. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 132.

Wirdum, G. van, 1991. Vegetation and Hydrology of Floating Rich Fens. Ph. D. thesis, University of Amsterdam. Maastricht, Datawyse.

#### ***Niet-gepubliceerde bronnen***

DLO & RUG, 1992. Deelprogramma natuurontwikkeling; de as van de ecologische hoofdstructuur; verdiepende fase. Wageningen, DLO/Rijksuniversiteit Groningen, Interne notitie.

DLO & RUG, 1993. Deelprogramma natuurontwikkeling; onderzoeksvragen voor de verdiepende fase. Wageningen, DLO/Rijksuniversiteit Groningen, Interne notitie.

Stiboka, 1952. Bodemkaart (1 : 10 000) van een deel van de Gemeente Rolde.

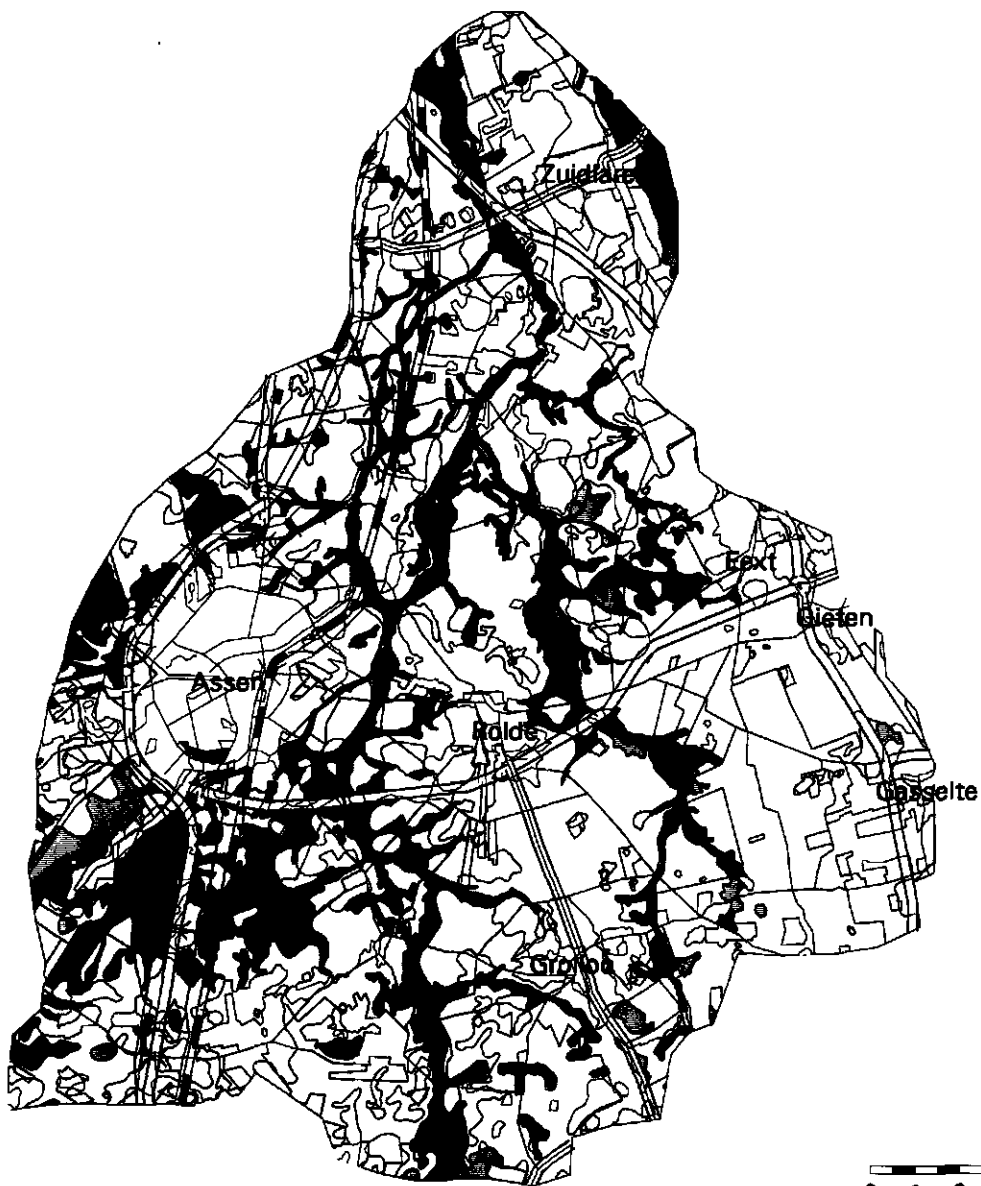
## Aanhangsel 1 Sleutel voor toewijzing van bodemtypen aan fysiotooptypen

Onderstaande tabel vormt een sleutel waarmee bodemtypen van de bodemkaart 1 : 50 000 kunnen worden toegewezen aan fysiotooptypen. Het systeem is gebaseerd op beslissingen die gemaakt moeten worden tussen twee mogelijkheden. Onder de kolom 'Omschrijving' wordt de keuzemogelijkheid aangegeven, die met ja of nee beantwoord kan worden. Onder de kolom 'Fysiotooptypen' wordt aangegeven of de keus leidt tot toewijzing aan een fysiotooptype of dat het zoekproces voortgezet moet worden door volgende keuzen. In dit laatste geval wordt via een nummer doorverwezen naar een volgnummer in de kolom 'Omschrijving' etc. Onder de kolom 'code' wordt een getal aangegeven waarmee het fysiotooptype wordt geïdentificeerd voor het geografisch informatiesysteem (zie ook tabel 3).

Omschrijving	Fysiotooptype	Code
1 Gronden met Gt I Gronden met Gt > I	Veevormende gronden (2) (5)	
2 Met een kleidek (kVc) Zonder kleidek	Overstromingsvenen (3)	133
3 Sphagnumveen (Vs) Geen sphagnumveen	Ombrotrofe venen (4)	111
4 Veepakket < 1,20m Veepakket > 1,20m	Basenarme venen Basenrijke venen	121 131
5 Gronden met Gt II Gronden met Gt > II	Natte gronden (6) (11)	
6 Zandgronden of moerige gronden met een zandige bovengrond Veengronden of moerige gronden met een moerige bovengrond	(7) (8)	
7 Podzolgronden Overige gronden	Natte heidegronden Natte beekbegeleidende zandgronden (o.i.v. basenarm grondwater)	212 222
8 Veengronden met kleiïge eerdlaag of kleidek Zonder kleïnvloeden	Natte overstromingsgronden (9)	233
9 Podzolprofiel binnen 1.20 m - mv. of sphagnumveen (Vs) Geen podzolprofiel	Ombrotrofe natte veengronden (10)	211
10 Moerige bovengrond dunner dan 1,20m (.z)  Moerige bovengrond dikker dan 1,20m (.c)	Natte beekbegeleidende dunne veengronden  Natte beekbegeleidende dikke veengronden	221 231
11 Gronden met Gt III of IV Gronden met Gt > IV	Vochtige fysiotoopen (12) (17)	
12 Zandgronden of moerige gronden met een zandige bovengrond Veengronden of moerige gronden met een moerige bovengrond	(13) (14)	
13 Podzolgronden Overige gronden	Vochtige heidegronden Vochtige beekbegeleidende zandgronden (o.i.v. basenarm grondwater)	312 322
14 Veengronden met kleiïge eerdlaag of kleidek Zonder kleïnvloeden	Vochtige overstromingsgronden (15)	333

Vervolg

Omschrijving	Fysiotootype	Code
15 Podzolprofiel binnen 1,20 m - mv. of Sphagnumveen (Vs) Geen podzolprofiel	Ombrotrofe vochtige veengronden (16)	311
16 Moerige bovengrond dunner dan 1,20m (.z)	Vochtige beekbegeleidende dunne veengronden	321
Moerige bovengrond dikker dan 1,20m (.c)	Vochtige beekbegeleidende dikke veengronden	331
17 Gronden met Gt V	Wisselvochtige fysiotopten (18)	
Gronden met Gt > V	(24)	
18 Keileemgronden	Wisselvochtige keileemgronden (19)	433
Overige gronden		
19 Zandgronden of moerige gronden met een zandige bovengrond	(20)	
Veengronden of moerige gronden met een moerige bovengrond	(22)	
20 Eerdgronden en moerige gronden	Wisselvochtige beekbegeleidende zandgronden (o.i.v. basenarm grondwater)	422
Overige gronden	(21)	
21 Met cultuurdek	Wisselvochtige rijke heidegronden	412B
Zonder cultuurdek	Wisselvochtige arme heidegronden	412A
22 Podzolprofiel binnen 1,20 m - mv. of sphagnumveen (Vs)	Ombrotrofe wisselvochtige veengronden (23)	411
Geen podzolprofiel		
23 Moerige bovengrond dunner dan 1,20m (.z)	Wisselvochtige beekbegeleidende dunne veengronden	421
Moerige bovengrond dikker dan 1,20m (.c)	Wisselvochtige beekbegeleidende dikke veengronden	431
24 Gronden met Gt > V	Droge gronden	
25 Keileemgronden	Droge keileemgronden (26)	533
Overige gronden		
26 Zandgronden of moerige gronden met een zandige bovengrond	(27)	
Veengronden of moerige gronden met een moerige bovengrond	(29)	
27 Eerdgronden en moerige gronden	Droge beekbegeleidende zandgronden (o.i.v. basenarm grondwater)	522
Overige gronden	(28)	
28 Met cultuurdek	Droge rijke heidegronden	512B
Zonder cultuurdek	Droge arme heidegronden	512A
29 Podzolprofiel binnen 1,20 m - mv. of Sphagnumveen (Vs)	Ombrotrofe verdroogde veengronden (30)	511
Geen podzolprofiel		
30 Moerige bovengrond dunner dan 1,20m (.z)	Verdroogde beekbegeleidende dunne veengronden	521
Moerige bovengrond dikker dan 1,20m (.c)	Verdroogde beekbegeleidende dikke veengronden	531



0 1 2 3 km

Gt	GLG	Ombroetroof		Basenam		Basenrijk		
		Veen	Zand	Veen	Zand	Veen	Zand	Klei
II/II*	50-80							
III/III*/IV	80-120							
V/V*	> 120		412					
VI/VI/VIII	> 120		512	521				533

Stroomgebied Drentse Aa  
Fysiotopenkaart

SC- DLO/IBN- DLO

