

SynBioSys: de ontwikkeling van een biologisch informatiesysteem ten behoeve van natuurbeheer, natuurbeleid en natuurontwikkeling

J.H.J. Schaminée & S.M. Hennekens

De geschiedenis van het vegetatieonderzoek kent verschillende perioden, die elk worden gekenmerkt door eigen vraagstellingen, benaderingen en methoden. Het vakgebied heeft een lange traditie, die haar oorsprong vindt in de beschrijvende plantengeografie. In de eerste helft van de negentiende eeuw stelden onderzoekers als Alexander von Humboldt (1769-1859) de eerste classificatiesystemen samen. Ze baseerden zich op allerhande ecologische en geografische gegevens, die ze hadden verzameld op hun botanische reizen. De indelingen die vaak grote gebiedsdelen omvatten en soms zelfs de gehele wereld, waren geheel kwalitatief van aard. In dezelfde traditie staan de vegetatiekaarten van Grisebach (1872) en Schimper (1898). Kort daarop ontwikkelden zich de eerste kwantitatieve methoden, waarbij de vegetatie in het veld werd bestudeerd aan de hand van steekproeven. De verzamelde gegevens werden daarna in onderlinge samenhang geanalyseerd. Er ontstonden verschillende scholen, waarbij de Frans-Zwitserse school van Braun-Blanquet in ons land de meeste navolging heeft gekregen (zie Westhoff et al. 1995). De kennis werd samengevat in vegetatiekundige overzichten, waarvan de oudste in ons land dateren van de jaren dertig en veertig van de voorbije eeuw (Vlieger 1937; Westhoff et al. 1942, 1946), gevolgd door het bekende overzicht van

Westhoff en Den Held uit 1969. In de periode daarna volgde een verdieping in de ecologie van de plantengemeenschappen, mede dankzij de opkomst van vakgebieden als de ecohydrologie en de experimentele plantencologie. Het huidige computertijdperk heeft een nieuwe fase ingeluid die gericht is op integratie, zowel wat betreft de biologische en daaraan gelieerde disciplines zelf als in hun relatie tot de maatschappij. Om het wat plastisch uit te drukken: er bestaat momenteel een dringende behoefte aan compilatie in hapklare brokken.

Een gedegen kennisonderbouwing werd mogelijk doordat de afgelopen tien jaar veel informatie is bijeengebracht over de plantengroei van Nederland. Niet alleen de vijfde serie 'De Vegetatie van Nederland' (Schaminée et al. 1995-1998; Stortelder et al. 1999) en de vierde serie 'Atlas van plantengemeenschappen van Nederland' (Weeda et al. 2000-2003; het vierde deel zal in het najaar van 2004 verschijnen), maar ook de boekenreeks 'Biosystemen van Nederland' (Stortelder et al. 1998; Wolf et al. 2001) en de rapporten 'Wegen naar Natuurdoeltypen' (Schaminée & Jansen 1998, 2001) moeten in dit verband worden genoemd. De basis voor genoemde overzichten wordt gevormd door de 'Landelijke Vegetatie Databank' (LVD), waarin tot nu toe meer dan 400.000 vegetatieopna-

men in geautomatiseerde vorm zijn opgeslagen, inclusief 35.000 zogenaamde historische beschrijvingen die dateren uit de periode vóór 1970 (zie Schaminée & Van 't Veer 2000). De informatie van alle individuele opnamen wordt opgeslagen met behulp van het computerprogramma Turboveg (<http://www.synbiosys.alterra.nl/turboveg>), dat thans zowel in Nederland als daarbuiten de standaard is voor invoer en onderhoud van dergelijke vegetatiekundige gegevens (Hennekens 1995; Hennekens & Schaminée 2001). Met dit programma kunnen tevens selecties worden gemaakt en bewerkingen worden uitgevoerd.

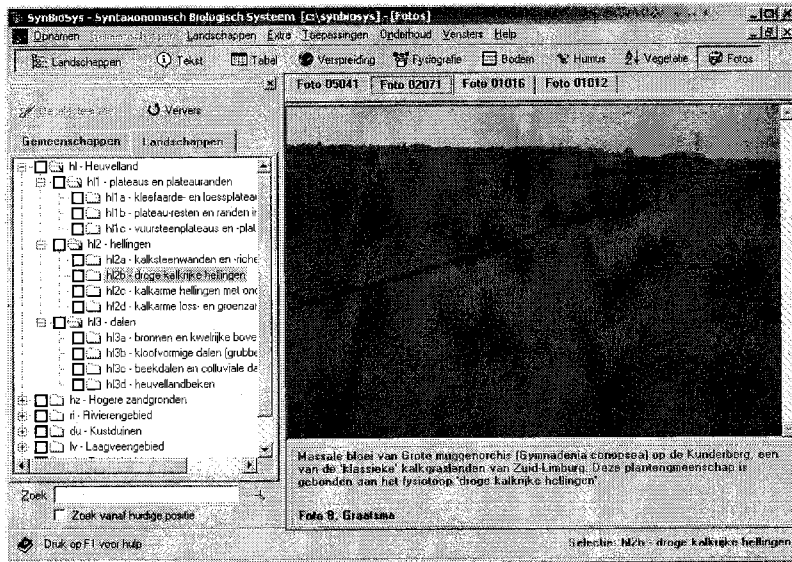
Een uitvoerig gedocumenteerd overzicht van alle plantengemeenschappen in Nederland, uitgebreide kennis van de verspreiding ervan, de landelijke vegetatiedatabank en adequate computerprogrammatuur: het moment was aangebroken om de beschikbare informatie en inzichten te integreren in een 'kennissysteem vegetatie', dit ten behoeve van natuurbeheer, natuurontwikkeling en landschapsinrichting.

SynBioSys Nederland

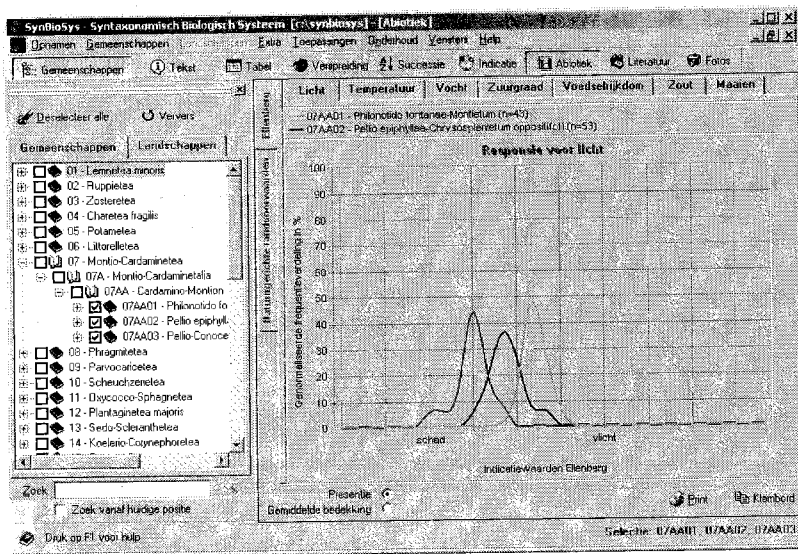
Een vijftal jaren geleden werd in ons land begonnen met de opzet van een dergelijk informatiesysteem, dat de naam SynBioSys draagt (<http://www.synbiosys.alterra.nl>). Deze naam is een afkorting van 'syntaxonomisch biologisch systeem', waarmee tot uitdrukking wordt gebracht dat het computerprogramma zich richt op het niveau van de levensgemeenschap en dat classificatiesystemen daarvoor een basis vormen. Het kennissysteem kent twee verschillende niveaus: de vegetatie en het landschap. Met betrekking tot het landschapsniveau wordt een analyse van het Nederlandse landschap gepresenteerd uitgaande van een hiërarchische indeling in fysisch-geografische regio's, series en fysiotopten (Afbeelding 1). Voorbeelden van fysisch-geografische regio's zijn het Rivierengebied, het Duinge-

bied, het Laagveengebied, de Hogere zandgronden en het Heuvelland. Fysiotopten zijn gedefinieerd als landschappelijke eenheden met een min of meer gelijke gesteldheid ten aanzien van klimaat, bodem en waterhuishouding. Ter verduidelijking wordt hier de indeling van de fysisch-geografische regio Heuvelland toegelicht. Binnen deze regio, die min of meer samenvalt met Zuid-Limburg, worden drie series onderscheiden, te weten 'plateaus', 'hellingen' en 'dalen'. De serie hellingen is onderverdeeld in vier fysiotopten: 'kalksteenwanden en kalksteenrichels', 'droge kalkrijke hellingen', 'droge kalkarme hellingen met het kalkgesteente ondiep in de ondergrond' en 'kalkarme löss- en groenzandhellingen'. Verderop zullen we aan de hand van enkele voorbeelden toelichten welke informatie binnen SynBioSys per fysiotoop wordt gepresenteerd. Op het eerste niveau van het kennissysteem, de vegetatie, wordt van iedere plantengemeenschap uit ons land informatie gegeven over soortensamenstelling, ecologie, successie, zonerings, verspreiding en natuurbeheer, en wel door middel van teksten, areaalkaarten, tabellen, foto's, aquarellen, relevante literatuur en allerhande diagrammen (Afbeelding 2). Ook hierop komen we nog terug. Het kennissysteem biedt de mogelijkheid te kiezen voor een weergave van de wetenschappelijke dan wel de Nederlandse namen van plantensoorten en plantengemeenschappen.

Het 'hart' van het kennissysteem wordt gevormd door identificatieprogrammatuur, waarmee de gebruiker kan beoordelen met welke plantengemeenschappen zijn eigen gegevens (in de vorm van soortenlijsten, vegetatieopnamen of vegetatietabellen) de grootste verwantschap vertoont. Het fundament van het systeem wordt gevormd door de eerder genoemde landelijke vegetatiedatabank.



Afbeelding 1. Het openingsscherm van het onderdeel 'landschap' van het kennissysteem, tonende de indeling en een foto van het fysiotoop 'droge kalkrijke hellingen'.



Afbeelding 2. Het openingsscherm van het onderdeel 'vegetatie' van het kennissysteem, tonende de indeling en de ecologische responsiecurves voor de factor licht van een drietal brongemeenschappen.

Voorbeelden

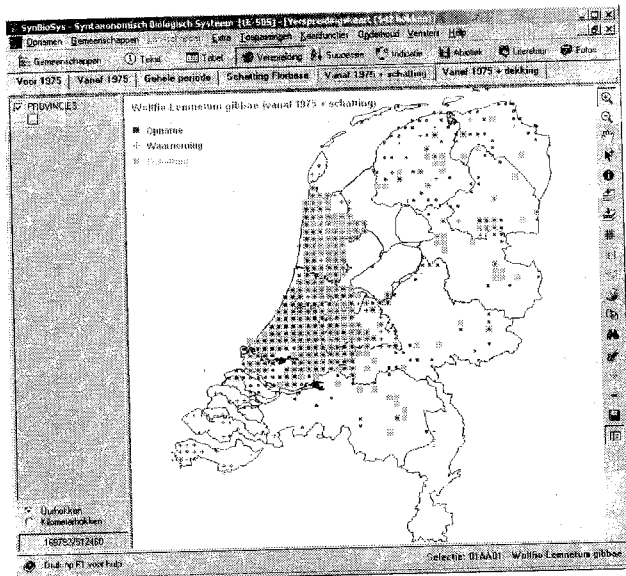
Een eerste voorbeeld betreft het krijthellinglandschap van Zuid-Limburg, dat een aantal bijzondere plantengemeenschappen herbergt. Het kalkgesteente zit hier ondiep in de ondergrond, op grond waarvan het eerder genoemde fysiotoop 'droge, kalkrijke hellingen' wordt onderscheiden. In woord en beeld wordt ingegaan op de geologie, de bodemgesteldheid en de waterhuishouding van dit fysiotoop. De verspreiding ervan wordt toegelicht evenals de ligging in het landschap (Afbeelding 3). Er wordt een opsomming gegeven van de aanwezige plantengemeenschappen, waarbij de gemeenschappen die door het natuurbeleid als bijzonder waardevol worden aangemerkt, afzonderlijk zijn aangegeven. In een diagram wordt getoond hoe de verschillende plantengemeenschappen in onderling verband met elkaar staan, in termen van successie en vervanging (Afbeelding 4). Van belangrijk geachte ontwikkelings-trajecten kan specifieke informatie worden opgevraagd, niet alleen over de veranderingen in de samenstelling van de vegetatie, maar ook over die in de populatie van broedvogels en dagvlinders. Bovendien worden de verschuivingen in standplaatsomstandigheden (voedselrijkdom, zuurgraad en vochttoestand) in beeld gebracht.

Een tweede voorbeeld gaat in op de verspreiding van de plantengemeenschappen van ons land. Zo kan de verspreiding van het *Wolffio-Lemnetum gibbae* (Associatie van Bultkroos en Wortelloos kroos) in de periode na 1975 worden getoond, of desgewenst de verspreiding van vóór 1975 dan wel de verspreiding over de gehele periode (Afbeelding 5). Deze eendenkroosgemeenschap van voedselrijk en gewoonlijk stilstaand water blijkt in ons land het meest voor te komen in veenweidegebieden en zeekleigebieden. Daarbuiten komt ze ook

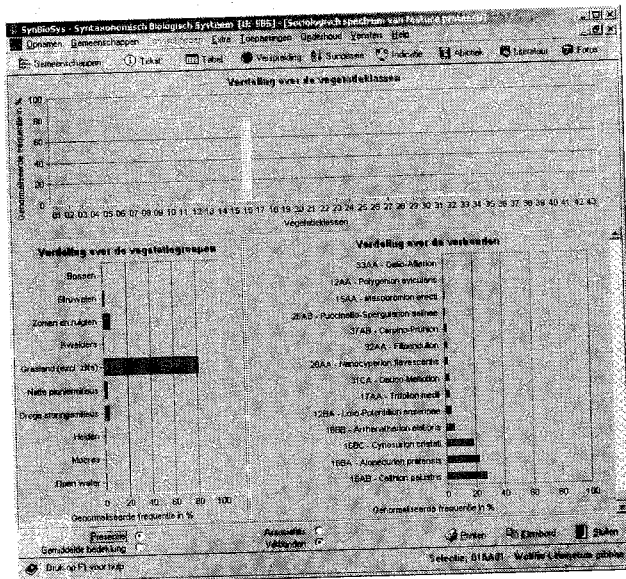
veel voor in het rivierengebied, maar op de hogere zandgronden is ze betrekkelijk zeldzaam en in Zuid-Limburg ontbreekt ze. Als gevolg van watervervuiling en bemesting is deze plantengemeenschap de laatste jaren al met al sterk toegenomen. Het is tevens mogelijk om op basis van verspreidingsgegevens van individuele soorten een schatting te presenteren van de plekken waar de gemeenschap vermoedelijk eveneens voorkomt, maar waarvan geen plantensociologische gegevens beschikbaar zijn. Op het scherm kan een lijst van alle basisgegevens worden opgevraagd. Van groot belang is dat in SynBioSys niet met zogenaamde 'hardbakken' beeldinformatie wordt gewerkt maar met bestanden van basisgegevens, die voortdurend aangevuld en verbeterd kunnen worden, zodat steeds de meest up-to-date verspreidingsbeelden bestudeerd kunnen worden.

Toepassingen

Naast een encyclopedisch gedeelte bezit SynBioSys ook de mogelijkheid (1) nieuwe kennis te genereren door het met elkaar verbinden van gegevensbestanden en (2) de informatie ruimtelijk te presenteren én te analyseren door gebruik te maken van Geografische Informatie Systemen (GIS). Het in beeld brengen van de sociologische indicatiewaarde van soorten is een voorbeeld van de eerstgenoemde toepassing. Op basis van de vegetatietabellen is het mogelijk om voor iedere soort na te gaan in welke mate deze in de afzonderlijke vegetatietypen voorkomt (Schaminée & Stortelder 2000). Zo kan een soort in een bepaalde plantengemeenschap heel veel voorkomen, maar daarvoor toch weinig indicatief zijn, terwijl omgekeerd een weinig frequente soort een hoge indicatiewaarde kan hebben. Een soort als *Plantago lanceolata* (Smalle weegbree) is in vrijwel alle opnamen van het *Gentiano-Koelerietum*



Afbeelding 5. Verspreiding van het *Wolffio-Lemnetum gibbae* (Associatie van Bultkroos en Wortelloos kroos) in Nederland in de periode 1975-1999, waarbij tevens is aangegeven in welke atlasblokken deze plantengemeenschap vermoedelijk ook voorkomt op basis van de aanwezigheid van kenmerkende soorten.



Afbeelding 6. Sociologisch spectrum van *Festuca pratensis* (Beemdlangbloem), een grassoort die het meest voorkomt in gemeenschappen van de *Molinio-Arrhenatheretea* (Klasse der matig voedselrijke graslanden).

(Kalkgrasland) aanwezig, maar heeft slechts een indicatiewaarde van 4 %; een zeldzame soort als *Galium pumilum* (Kalkwalstro) heeft echter een indicatiewaarde van 57 % en een nog zeldzamere soort als *Gentianella ciliata* (Franjgentiaan) een indicatiewaarde van zelfs 100 %. Laatstgenoemde soort komt in ons land volgens de tabellen dus alleen in het *Gentiano-Koelerietum* voor. Het moge duidelijk zijn dat de sociologische indicatiewaarden vaak tot verdere nuancering van het inzicht in het 'gedrag' van planten zal leiden. In het kennisstelsel SynBioSys is dergelijke informatie op verschillende manieren op te vragen. Zo kan van iedere soort een spectrum op klasseniveau worden gevraagd, een verdeling over de verschillende formaties (zoals grasland, kwelders en bos), en een 'toppen' van de associaties waarvoor de soort de hoogste indicatiewaarden heeft. Als voorbeeld kijken we naar de *Festuca pratensis* (Beemdlangbloem; Afbeelding 6). Deze soort wordt veelal geassocieerd met glanshaverhooilanden en kamgrasweiden, terwijl zij behalve in dergelijk matig droge graslanden ook veel blijkt voor te komen in vochtige tot natte graslanden. De getallen op verbondsniveau laten zien dat de waarden voor het *Calthion palustris* (28 %) en voor de graslanden van het *Alopecurion pratensis* (23 %) zelfs hoger zijn dan die voor het *Cynosurion cristati* (19 %) en het *Arrhenatherion elatioris* (6 %).

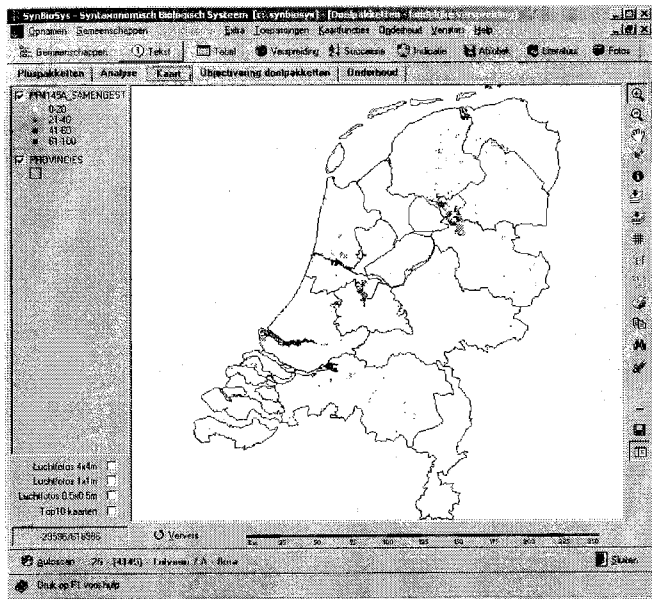
De 'module DLG' en de 'website Natura 2000' zijn voorbeelden van toepassingen waarbij GIS wordt ingezet. Met behulp van een voor de Dienst Landelijk Gebied (DLG) ontwikkelde module binnen SynBioSys kunnen aanvragen van zogenaamde pluspakketten in het kader van het Programma Beheer op hun deugdelijkheid worden getoetst. Hiertoe zijn de desbetreffende pakketten vertaald in termen van plantengemeenschappen en doelsoorten,

waarna – onder gebruikmaking van een 1x1 km raster – gekeken wordt waar deze soorten en gemeenschappen in ons land voorkomen dan wel waar deze voor zouden kunnen komen op basis van bodemgesteldheid en waterhuishouding. Het onderzoek resulteert in een groot aantal kaartbeelden, die onderling gewogen kunnen worden. De dichtheid van stippen neemt af naarmate hogere eisen worden gesteld aan het aantal plantengemeenschappen en doelsoorten dat in een km-hok moet voorkomen. Op grond van de afzonderlijke kaarten en hun wegging wordt de waarschijnlijkheid berekend dat een bepaald pluspakket voor een gegeven plek relevant is (Afbeelding 7).

De 'website Natura 2000' (<http://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000>) gaat uit van de 141 gebieden die in ons land zijn aangemeld in het kader van de Habitatrichtlijn als bijdrage aan het netwerk Natura 2000, dat garant dient te staan voor het behoud van de biodiversiteit in Europa (zie Janssen & Schaminée 2003). De website biedt de mogelijkheid om van ieder habitatrichtlijngebied een detailkaart op te vragen en daaraan verbonden basisgegevens (plantensoorten, vegetatieopnamen, plantengemeenschappen, landschapstypen), zoals die zijn opgeslagen in respectievelijk Florbase, de Landelijke Vegetatie Databank, het vegetatiedeel van SynBioSys en het landschappendeel van SynBioSys (Afbeelding 8). De informatie wordt gepresenteerd op het niveau van kilometerblokken.

Een blik in de toekomst

Het aardige van een kennisstelsel is dat het eigenlijk nooit af is, en zo zal de komende jaren ongetwijfeld verder worden gesleuteld aan SynBioSys, op basis van nieuwe gegevens, nieuwe technieken, maar ook omdat er nieuwe vragen op ons afkomen. Interessant zijn ook de ontwikkelingen elders. In het verlengde van de gang van



Afbeelding 7. De kansrijkdom van het pluspakket Trilveen uit het Programma Beheer op basis van verschillende biotische en abiotische kaarten en hun onderlinge weging.

Landelijke Vegetatie Databank Alterra - Microsoft Internet Explorer provided by Koningin Wilhelmina - Sun Microsystems

Address: [http://www.synbiosys.alterra.nl/np/biosys/metadata.asp?mhokker=\(255554,255555,311513,311514,311515,311522,311524,311525](http://www.synbiosys.alterra.nl/np/biosys/metadata.asp?mhokker=(255554,255555,311513,311514,311515,311522,311524,311525)

Totaal aantal vegetatieopnamen in de Landelijke Vegetatie Databank: 410678
Geselecteerd aantal opnamen: 75

Bevestigingslocatie	Datatum	Opnamernummer	Jaar	Code VVN	Naam plantengemeenschap	Kmhouz	X	Y	Opmerkingen
Alterra	Ede	5320	1963	03R005	R3 Potamogeton pectinatus et Elodea nuttallii [Fragipolanden]	255555	124759	475230	
Alterra	Eddy2	330699	1979	32A.A01C	Vakereen-Flupendrietem symphylogoen	255555	124710	475300	grasland, intensief, gemaait en afgevoerd
Alterra	Fit	33034	1990	30A.A02C	Carex elongata-Abutilon rubrocrinites	311514	123600	474000	Botshol/BES code: 3034
Alterra	Bes	53157	1990	43R003	R3 Rubus fruticosus [Betulion subsectata]	311514	123500	474000	Botshol/BES code: VR11
Alterra	Ede	53128	1990	40P003	R3 Rubus fruticosus [Betulion pubescentis]	311514	123700	474000	Botshol/BES code: VR12
Alterra	Jan2	28659	1964	16R003	R0 Carex panicea-Succisa pratensis-[Junco- Molken]	311514	123000	474000	Botshol, voormalig blauw grasland op Damp Elaggenloot in de boek van de VRIJLIDERS sinterklaas selectie op SIPRA.05.07 en VRIJLIDERS Botshol, nu water vaarschapelijk op andere 2
Alterra	Toep	20162	1992	D1A.A01A	Wolffia-Lampetum typicum	311514	123000	474000	Botshol, sloot bij haarden Elabof (nu, Vw onderstaalag/p.a.Sham.1.10)
Alterra	Provincie	41158	1928	03P013	Ranunculus repens	311514	123800	474000	
Alterra	Ruut	63315	1996	D3A.A03B	Najasium spumosa [Najasietogoen]	311514	122800	474000	Botshol/staten afgevoerd Pontdelle code
Alterra	Ruut	63317	1996	03A003	Mycophylla-Flupendrietem [Ranunculion]	311514	123520	474000	Botshol

Afbeelding 8. Een kleine selectie van vegetatieopnamen uit de Landelijke Vegetatie Databank die betrekking hebben op het habitatrichtlijngebied Botshol.

zaken in Nederland vindt momenteel overleg plaats om een kennisstelsel te ontwikkelen in Groot-Brittannië (SynBioSys UK) en in Zuid-Afrika voor het Kruger Nationaal Park (SynBioSys Kruger), terwijl er op dit moment al druk gewerkt aan een Europees kennisstelsel (SynBioSys Europe). Voor het vegetatiedeel van het Europese stelsel wordt hierbij uitgegaan van het recent gepubliceerde 'European overview of phytosociological alliances' (Rodwell et al. 2002), terwijl op het niveau van het landschap wordt aangesloten bij de eveneens recente 'Karte der natürlichen Vegetation Europas' (Bohn et al. 2000, 2003). De veelheid aan soorten, de diversiteit aan levensgemeenschappen en de verscheidenheid aan landschapstypen maken dat dit geen eenvoudige opdracht is, en de benodigde databestanden zijn zeer omvangrijk, maar gedachtig het aan Willem de Zwijger toegeschreven motto: "Men hoeft niet te hopen om te ondernemen, noch te slagen om te volharden", is het beoogde project met veel energie aangepakt.

Summary

Several steps in the scientific development of vegetation research can be distinguished. For a long time, most work emphasized inventory and description, at first merely using qualitative approaches, but later acquiring an increasingly quantitative character. As time progressed, a better understanding of the ecology of plant communities became a major topic, reflected in the development of research branches like ecophysiology, landscape ecology and experimental ecology. Recently, effort has focused on the integration of knowledge from different disciplines. This is a demanding and difficult task, for which computer models and so-called expert systems prove to be helpful tools. The recently developed Dutch expert system SynBioSys (Syntaxonomical

Biological System) is an outcome of such a process. The system is operational both on the community and on the landscape level. It is based on the National Vegetation Classification of the Netherlands, for which the fifth and final volume was published only two years ago. This new classification relies on more than 400,000 phytosociological relevés, collected between 1929 and the present. The software package Turboveg, a comprehensive database management system, was designed for input, processing and presentation of these phytosociological data. Modelled after the Dutch expert system SynBioSys, in the near future, the compilation of a European expert system is planned, based on national vegetation databases, in combination with the new syntaxonomic overview on alliances and classes by the European Vegetation Survey and the recently-published European map of natural vegetation.

Literatuur

- Bohn, U., G. Gollub & C. Hettwer (2000). *Karte der natürlichen Vegetation Europas. Maâstab 1:2.500.000. Band 2 und 3: Legende und Karten*. Bundesamt für Naturschutz, Bonn-Bad Godesberg.
- Bohn, U., G. Gollub, C. Hettwer et al. (2003). *Karte der natürlichen Vegetation Europas. Maâstab 1:2.500.000. Band 1: Erläuterungstext*. Bundesamt für Naturschutz, Bonn-Bad Godesberg.
- Grisebach, A. (1872). *Die Vegetation der Erde nach ihrer klimatischen Anordnung*. Leipzig.
- Hennekens, S.M. (1995). *TURBO(VEG). Programmatuur voor invoer, verwerking en presentatie van vegetatiekundige gegevens. Gebruikershandleiding*. Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Wageningen.
- Hennekens, S.M. & J.H.J. Schaminée (2001). TURBOVEG, a comprehensive

- data base management system for vegetation data. *Journal of Vegetation Science* 12: 589-591.
- Janssen, J.A.M. & J.H.J. Schaminée (2003). *Europese Natuur in Nederland. Habitattypen*. Uitgeverij KNNV, Utrecht.
- Rodwell, J.S., J.H.J. Schaminée, L. Mucina, S. Pignatti, J. Dring & D. Moss (2002). *The diversity of European Vegetation. An overview of phytosociological alliances and their relationships to EUNIS habitats*. EC-LNV report, Wageningen.
- Schaminée, J.H.J. & A.J.M. Jansen (1998, red.). *Wegen naar Natuurdoeltypen. Ontwikkelingsreeksen en hun indicatoren ten behoeve van herstelbeheer en natuurontwikkeling (sporen A en B)*. Rapport 26, IKC-Natuurbeheer, Wageningen.
- Schaminée & A.J.M. Jansen (2001, red.). *Wegen naar Natuurdoeltypen 2. Ontwikkelingsreeksen en hun indicatoren voor herstelbeheer en natuurontwikkeling (sporen B en C)*. Rapport 46, Directie Natuurbeheer, Wageningen.
- Schaminée, J.H.J. & A.H.F. Stortelder (2000). De ene boterbloem is de andere niet. De sociologische indicatiewaarde van plantensoorten, toegelicht aan de hand van het geslacht *Ranunculus*. *Stratiotes* 20: 5-19.
- Schaminée, J.H.J., A.H.F. Stortelder, E.J. Weeda & V. Westhoff (1995-1998). *De Vegetatie van Nederland, deel 1-4*. Opulus, Uppsala/Leiden.
- Schaminée, J.H.J. & R. van 't Veer (2000, red.). *Honderd jaar op de knieën. De geschiedenis van de plantensociologie in Nederland*. Opulus Press Nederland, Noordwolde.
- Schimper, A.F.W. (1898). *Pflanzen-Geographie auf physiologischer Grundlage*. Jena.
- Stortelder, A.H.F., P.W.F.M. Hommel & R.W. de Waal (1998; red.). *Bosecosystemen van Nederland 1. Broekbossen*. KNNV Uitgeverij, Utrecht.
- Stortelder, A.H.F., J.H.J. Schaminée & P.W.F.M. Hommel (1999). *De Vegetatie van Nederland, deel 5*. Opulus, Uppsala/Leiden.
- Vlieger, J. (1937). Aperçu sur les unités supérieures des Pays-Bas. *Nederlands Kruidkundig Archief* 47: 335-353.
- Weeda, E.J., J.H.J. Schaminée & L. van Duuren (2000-2003). *Atlas van Plantengemeenschappen in Nederland, deel 1-3*. KNNV Uitgeverij, Utrecht.
- Westhoff, V., J.W. Dijk & H. Passchier (1942). *Overzicht der plantengemeenschappen in Nederland*. Bibliotheek van den Jeugdbond voor Natuurstudie, 's-Graveland.
- Westhoff, V., J.W. Dijk & H. Passchier (1946). *Overzicht der plantengemeenschappen in Nederland*. Tweede druk bewerkt door V. Westhoff, met medewerking van G. Sissingh. Amsterdam.
- Westhoff, V. & A.J. den Held (1969). *Plantengemeenschappen in Nederland*. Thieme, Zutphen.
- Westhoff, V., J.H.J. Schaminée & K.V. Sýkora (1995). De geschiedenis van de plantensociologie in Nederland. In: J.H.J. Schaminée et al., *De Vegetatie van Nederland 1. Inleiding tot de plantensociologie -grondslagen, methoden en toepassingen*. Opulus, Uppsala/Leiden, pg. 33-52.
- Wolf, R.J.A.M., A.H.F. Stortelder & R.W. de Waal (2001; red.). *Bosecosystemen van Nederland 2. Ooibossen*. KNNV Uitgeverij, Utrecht.