

Permanente kwadraten in Nederland

N.A.C. Smits, L. van Duuren, E. Hazebroek en J.H.J. Schaminée

In Nederland bestaat een lange traditie van onderzoek aan permanente kwadraten, dat wordt verricht om veranderingen in de vegetatie te bestuderen. Reeds in de jaren dertig werden de eerste van dergelijke proefvlakken uitgezet, door onderzoekers als Jan Vlieger, Gideon Kruseman en Eduard van Zinderen Bakker. Vlieger en Kruseman legden permanente kwadraten (PQ's) bij IJdoorn en op Texel om de gevolgen van de afsluiting van de Zuiderzee te observeren, en Van Zinderen Bakker volgde door middel van permanente kwadraten de vegetatieontwikkeling in het Naardermeer. In de daarop volgende jaren heeft dit type onderzoek in ons land een grote vlucht genomen.

De groeiende belangstelling voor monitoring in ons land, onder meer in het kader van het Netwerk Ecologische Monitoring (NEM), resulteert in een groeiende behoefte naar een overzicht van de aanwezige permanente kwadraten in ons land. Een van de meetnetten van het NEM is het Landelijk Meetnet Flora - Milieu- en Natuurkwaliteit (LMF-M&N), een samenwerkingsverband tussen provincies, rijksoverheid en terreinbeheerders. Het doel van dit meetnet is om vragen vanuit het beleid te beantwoorden. Dit meetnet omvat een gestratificeerde steekproef met een groot aantal proefvlakken. Binnen dit PQ-meetnet, waarvan dit jaar de eerste resultaten zijn te verwachten, bestaat behoefte aan reeksen van gegevens van ouder datum dan 1999. Door terug te grijpen op het verleden kan men sneller een beeld van veranderingen geven en inzicht verwerven over vroegere ontwikkelingen. Tevens kunnen dergelijke gegevens een bij-

drage leveren aan het vaststellen van de beoogde referentie voor het jaar 1950, die als maatstaf wordt genomen voor de huidige trends. Vorig jaar zijn wij begonnen met de inventarisatie van oude PQ-reeksen, en het onderhavige artikel doet hiervan verslag. Bij deze inventarisatie werd getracht vragen te beantwoorden als: waarom is het desbetreffende PQ uitgezet, hoe vaak en door wie is het proefvlak opgenomen, is de exacte locatie bekend en is het PQ gemarkeerd, zijn de gegevens geautomatiseerd, en wie is bronhouder van de gegevens.

Het gebruik van permanente kwadraten

Permanente kwadraten worden door ons gedefinieerd als 'proefvlakken waarvan de omtrek nauwkeurig is gemarkeerd in het veld en waarvan de vegetatie meer dan eenmaal is opgenomen'. De vegetatieopname omvat een volledige soortenlijst van het proefvlak met een schatting van de abundantie volgens een vaste schaal. Door de metingen in de loop van de tijd te herhalen is het mogelijk om veranderingen in de vegetatie nauwkeurig te volgen en kan bijvoorbeeld worden bepaald of bepaalde natuurdoelen worden gehaald.

De redenen om permanente kwadraten uit te zetten en de vegetatieontwikkeling te volgen zijn uiteenlopend. Grosso modo zijn vier motieven te onderscheiden; vaak is uiteraard sprake van een combinatie van deze motieven. De belangrijkste drijfveer is vermoedelijk het in beeld brengen van (spontane) successie, waarvan het eerder genoemde onderzoek van Van Zinderen Bak-

ker uit het Naardermeer een voorbeeld is. Deze onderzoeker probeerde vast te stellen hoe snel de verlanding in laagveenplassen verloopt. Ook het door het RIVON (later RIN, IBN en thans Alterra) opgezette netwerk van permanente kwadraten in Nederland, dat jarenlang is opgenomen door mensen als Chris van Leeuwen en Ger Londo, past min of meer in deze categorie, evenals het onderzoek van Ton Roozen op Terschelling (Roozen & Westhoff 1985; Leendertse et al. 1997). Een tweede reden om met permanente kwadraten te werken is het volgen van effecten op de vegetatie door veranderingen in beheer. Voorbeelden hiervan zijn de permanente kwadraten van Jan Bakker op Schiermonnikoog en Terschelling (Bakker 1989; Bakker et al. 2001a, 2001b) en in het stroomdal van de Drentsche Aa alsmede het onderzoek van Alterra naar de effecten van vraat door wilde dieren in de Kroondomeinen op de Veluwe door Geert Groot Bruinderink (Kuiters & Slim 2001), en in Cranendonck tussen Eindhoven en Weert, door Pieter Slim (Van de Laar & Slim 1981), waarbij gebruik wordt gemaakt van uitrasteringen (exclosures). De experimentele permanente kwadraten van Jo Willems in het Gerendal zijn eveneens voorbeelden van het tweede motief (Willems 1980; Willems et al. 1993). Deze zijn neergelegd om de gevolgen van eutrofiëring te onderzoeken. Dit onderzoek is begonnen in 1970 en loopt dus al ruim dertig jaar. Deze kwadraten zijn bemest met nitraat, fosfaat, kalium, calciumcarbonaat, of koemest, waarna de effecten van de diverse bemestingswijzen worden gevolgd. Een derde groep van kwadraten is uitgezet om de effecten van maatregelen in het kader van herstelbeheer of natuurontwikkeling te volgen. Te denken valt hierbij aan het schonen van vennen en duinvalleien, het verhogen van de grondwaterstand of het graven van nevengeulen. Het onderzoek van Londo (1971) naar de vegetatieontwikkeling van het Vogelmeer

is hiervan een van de eerste voorbeelden. Het zijn vooral terreinbeherende instanties (met name Natuurmonumenten en Staatsbosbeheer) die deze kwadraten laten instellen. Een vierde en tamelijk omvangrijke groep betreft de permanente kwadraten die zijn uitgezet om de gevolgen van grote milieu-ingrepen te documenteren. Al eerder noemde we de permanente kwadraten van Vlieger en Kruseman bij IJdoorn en op Texel, waarmee de effecten van de afsluiting van de Zuiderzee op de vegetatie konden worden vastgesteld. Vanaf 1950 heeft Victor Westhoff dit onderzoek voortgezet en tot in 1964 zijn hier vrijwel jaarlijks opnamen gemaakt (Westhoff 1969; Westhoff & Sýkora 1979). Het belang van deze reeks werd toen al onderkend, getuige een brief die Westhoff in 1966 schreef aan het Staatsbosbeheer (zie Figuur 1). Het omvangrijkste archief in deze categorie betreft de permanente kwadraten van Beeftink (het zogenaamde Delta-archief), uitgevoerd in dienst van het Delta-Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek (Beeftink 1980; 1987). Dit instituut (thans Centrum voor Estuariene en Mariene Oecologie; NIOO-CEMO) deed in de jaren zestig onder andere met behulp van 412 permanente kwadraten uitgebreid onderzoek naar de gevolgen van de uitvoering van de Deltawerken op de vegetatie. Momenteel worden nog enkele van deze permanente kwadraten door Natuurmonumenten opgenomen. In deze categorie vallen ook de zogenaamde Ameland-PQ's die worden gevolgd om de eventuele effecten van de bodemdaling als gevolg van gasboringen in de Waddenzee in beeld te brengen (Dankers et al. 1987). Als voorbeelden van 'gemengde motieven' tenslotte noemen we hier de PQ-reeksen van Ies Zonneveld, Jan Boerboom en Jacques de Smidt. Zonneveld begon in 1950 met het instellen van een reeks permanente kwadraten in het zoetwatergetijdengebied van de Brabantse Biesbosch om een beter begrip te verkrijgen van de voortschrij-

Ministerie van Landbouw en Visserij
STAATSBOSBEHEER

Rijksinstituut voor Veldbiologisch
Onderzoek ten behoeve van het
Natuurbehoud (RIVON)

Laan van Beek en Royen 40-41, Zeist.
Telefoon 03404-16351
Postrekening 54430 Utrecht.

Aan: geadresseerde

Ons kenmerk:
R 23 986/VW

Onderwerp: permanente kwadraten IJdoorn.

Bijlagen: -2-

Zeist, 18 juli 1966.

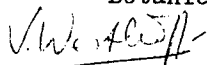
De oudste permanente kwadraten van Nederland, die min of meer regelmatig zijn opgenomen, zijn de in 1933 door de Heren Dr. G. Kruseman en Ir. J. Vlieger uitgezette kwadraten aan de Zuiderzeekust bij IJdoorn, gem. Amsterdam. Het onderzoek daarvan wordt sinds 1950 door mij verricht, incidenteel in samenwerking met genoemde initiatiefnemers en voorts met Mevrouw L. Hannessen - Bergman en de Heren Dr. M.J. Adriani, J. van Dijk en P.A. Bakker.

Daar het onbevredigend en bovendien gevaarlijk is, de waardevolle gegevens van dit onderzoek in enkelvoud te bewaren, heb ik de betreffende tabellen laten vermenigvuldigen. Ik zend U hierbij een exemplaar toe en hoop, dat dit Uw belangstelling zal hebben. Ik verzoek U, deze tabellen goed te bewaren. Ik heb er geen bezwaar tegen, dat ze eventueel aan derden ter inzage worden gegeven.

Op het in 1965 gehouden symposion "Experimentelle Pflanzensoziologie" te Rinteln van de Association Internationale de Phytosociologie heb ik mede namens Dr. M.J. Adriani een voordracht gehouden over het onderzoek van deze permanente kwadraten, getiteld "Langjährige Beobachtungen an Aussüßungsdauerprobenflächen an der Küste der ehemaligen Zuiderzee".

Het is de bedoeling, dat deze voordracht in 1967 in de handelingen van dit symposion wordt gepubliceerd.

Het Hoofd van het RIVON,
Namens deze,
Het Hoofd van de Afdeling
Botanie,



(Dr. V. Westhoff.)

Figuur 1. Een brief die Westhoff in 1966 schreef aan Staatbosbeheer over de permanente kwadraten bij IJdoorn.

dende successie, terwijl deze kwadraten later (na de afsluiting van het Haringvliet in 1970) als belangrijke referentie zouden gelden voor de ingrijpende veranderingen in de plantengroei die plaatsvonden als gevolg van het grotendeels terugdringen van de invloed van de zee in dit gebied (Zonneveld 1960, 1999). Jan Boerboom heeft een omvangrijk PQ-netwerk uitgezet in het duingebied Meijendel, mede met het oog op de daar aanwezige duinwaterwinning en infiltratie met rivierwater (Boerboom 1960). Momenteel worden deze kwadraten nog steeds opgenomen, thans onder leiding van Harrie van der Hagen. De permanente kwadraten van Jacques de Smidt (De Smidt 1977, 1995) hebben betrekking op de heidevegetatie in ons land; behalve voor onderzoek naar de cyclische successie van de heide in relatie tot gevoerd beheer (inclusief brandbeheer) was dit netwerk bedoeld om eventuele effecten van luchtverontreiniging op de vegetatie in kaart te brengen.

De inventarisatie

Wij hebben getracht een zo compleet mogelijk overzicht te verkrijgen van de in ons land uitgezette permanente kwadraten en van ieder PQ zijn zoveel mogelijk relevante gegevens verzameld (zie Figuur 2). De meeste aandacht is uitgegaan naar oude, langdurig gevolgde PQ's, omdat deze het meeste perspectief bieden voor implementatie in het meetnet. Allereerst zijn uit het meer dan 350.000 opnamen tellende databestand van de Landelijke Vegetatie Databank (LVD) alle permanente kwadraten geselecteerd en vervolgens, na controle, in een afzonderlijk databestand opgenomen. Ter aanvulling op dit bestand is vervolgens de grote terreinbeherende instanties (Staatsbosbeheer, Natuurmonumenten, Provinciale Landschappen) gevraagd medewerking aan dit project te leveren,

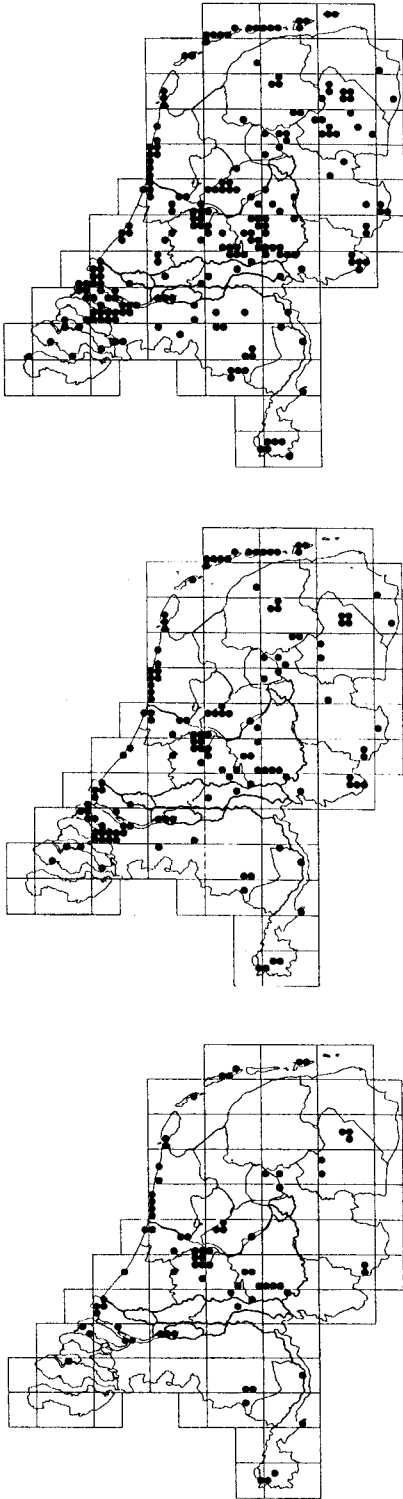
evenals diverse waterschappen, waterleidingbedrijven en provincies. Bovendien is een groot aantal personen, van wie bekend is dat ze in dit verband actief zijn (geweest), rechtstreeks benaderd. Vooral zij hebben er veel toe bijgedragen dat oude tijdreeksen boven water gehaald zijn.

Resultaten

Het huidige PQ-bestand omvat ongeveer 6000 reeksen van permanente kwadraten, die (in overeenstemming met onze definitie) minimaal tweemaal zijn opgenomen. Meer dan 2500 hiervan zijn minstens vijf keer opgenomen, en 1500 daarvan tien keer of vaker (Figuur 3, 4 en 5). Wanneer we kijken naar de biotopen waarin de permanente kwadraten liggen (Figuur 6), zien we dat de meeste kwadraten zijn uitgezet in grasland, langs de kust, in pionierbegroeiingen en in bos. Sommige reeksen bestaan uit 'gemengde reeksen', bijvoorbeeld wanneer het permanent kwadraat in het begin grasland was en later via een struweelfase in bos is overgegaan. Een analyse van de permanente kwadraten in relatie tot het eerste jaar en het (voorlopig) laatste jaar van opnemen (Figuur 7 en 8) laat zien dat permanente kwadraten allerminst tot het verleden behoren. Van het totale aantal van 6000 kwadraten werden er bijna 1300 in de afgelopen vijf jaar uitgezet, terwijl er bijna 3500 de afgelopen vijf jaar nog zijn opgenomen. Figuur 7 laat verder zien dat de periode 1965-1974 een bloeiperiode moet zijn geweest voor het onderzoek aan permanente kwadraten. Zo zijn veel van de RIN RIVON-PQ's, de permanente kwadraten van Voorne (Dick van der Laan) en veel van de permanente kwadraten van de Universiteit Groningen (Jan Bakker) juist in die periode opgezet.

uniek nr.:	uniek PQ-bestandsnummer, vanaf 0001
project:	8 lettercode, 5 voor project, 3 voor het volgnummer (bijv. Biesb001); zo mogelijk verwijzen de eerste twee of drie letters van de codering naar de auteur/databank in TURBOVEG
(TV)PQ nr:	het veld PQ-nummer (indien ingevoerd in TURBOVEG: TVPQ-nummer)
auteur:	diegene die de opnamen heeft gemaakt
locatie:	locatiebeschrijving
tijdsspanne:	van welk jaar tot welk jaar opgenomen
jaren:	jaartallen, waarin het PQ is opgenomen
# kr:	aantal keren (jaren) opgenomen
X:	x-coördinaat
Y:	y-coördinaat
bloknr:	bloknummer
biotoop:	w = water, m = moeras, gm = getijdemoeras, r = ruigte, g = grasland, k = kruidachtige vegetatie, kw = kwelder, s = struweel, b = bos, bb = broekbos, h = heide, z = zilte vegetatie, mu = muurvegetatie, sl = schraalland, d = duinen, tv = trilveen, st = stuifzanden
C veg.type:	code volgens 'De Vegetatie van Nederland'
N veg.type:	naam volgens 'De Vegetatie van Nederland'
eigenaar:	eigenaar van het terrein
geaut.:	n = niet geautomatiseerd, j = wel geautomatiseerd
e. kopie:	is er een elektronische kopie in de Landelijke Vegetatiedatabank aanwezig? j = ja, n = nee
p. kopie:	is er een papieren kopie in de Landelijke Vegetatie Databank aanwezig? j = ja, n = nee
volledigheid:	v = volledig (met mossen), o = alleen hogere planten
bron:	locatie van de brongegevens
reden:	reden van pq (belangrijk item, noem ten minste 5 voorbeelden)
beschikbaarheid:	n = niet beschikbaar, j = beschikbaar, e = eventueel, j** = beschikbaar na overleg met auteur, j*** = beschikbaar, indien er gemeenschappelijk over gepubliceerd wordt
methode:	opnamemethode, volgens TV-codering
markering:	markering van PQ in het veld (noem ten minste 5 voorbeelden)
status:	wordt het PQ nog steeds opgenomen? (a = actief, v = verlaten)
publicatie:	is het PQ gepubliceerd? j = ja, n = nee, ? = onduidelijk
publ. nr:	zo ja, publicatienummer
PG nr:	indien ingevoerd, de opnamenummers uit TURBOVEG; indien ergens anders geautomatiseerd: verwijzing daarnaar
pt:	permanent transect (met een codenr. wordt vervolgens aangeduid hoe de afzonderlijke PQ's liggen)

Figuur 2. Kenmerken die in de inventarisatie zijn opgenomen.



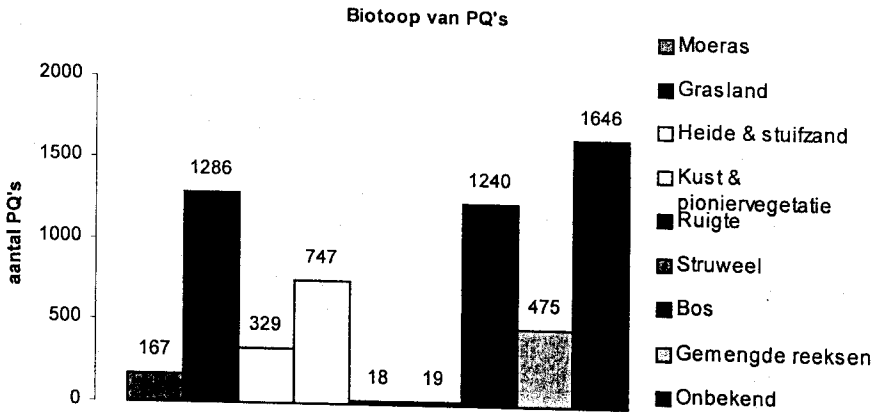
Figuur 3, 4 en 5. Verspreiding van PQ's in Nederland, totaalbeeld (Figuur 3), PQ's die ten minste 5 keer (Figuur 4) dan wel tenminste 10 keer (Figuur 5) zijn opgenomen

Toepassingen

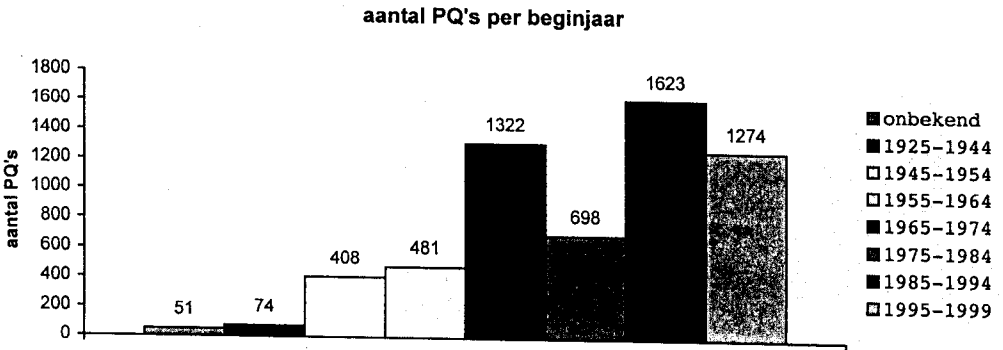
De inventarisatie van in Nederland opgenomen PQ-reeksen heeft inzicht verschaft in de bruikbaarheid van dergelijke reeksen voor het vaststellen van een landelijk beeld van de milieu- en natuurkwaliteit. In een volgende fase zullen de data operationeel worden gemaakt, dat wil zeggen dat de afzonderlijke opnamen van de voor het landelijke florameetnet bruikbare tijdreeksen geautomatiseerd beschikbaar zullen komen. Daarnaast biedt deze inventarisatie voorbeelden van bepaalde soorten vegetatieontwikkeling, zogenaamde referentiebeelden, die bruikbaar zijn bij natuurontwikkeling en onmisbaar bij projecten die ontwikkelingstrajecten beschrijven, zoals 'Wegen naar Natuurdoeltypen' (Schaminée & Jansen 1998, 2001). Een derde en laatste toepassing van dit overzicht ligt bij wetenschappelijke studies zoals het NWO-project 'biodiversiteit', waarin met behulp van de tijdreeksen onderzoek zal worden gedaan aan het voorkomen van soorten in bepaalde vegetatietypen. Door onderlinge vergelijking van opnamen uit opeenvolgende jaren kan inzicht verkregen worden in de fluctuatie in het voorkomen van soorten binnen een vegetatietype, het zogenaamde 'knipperlichtgedrag van soorten'.

Dankwoord

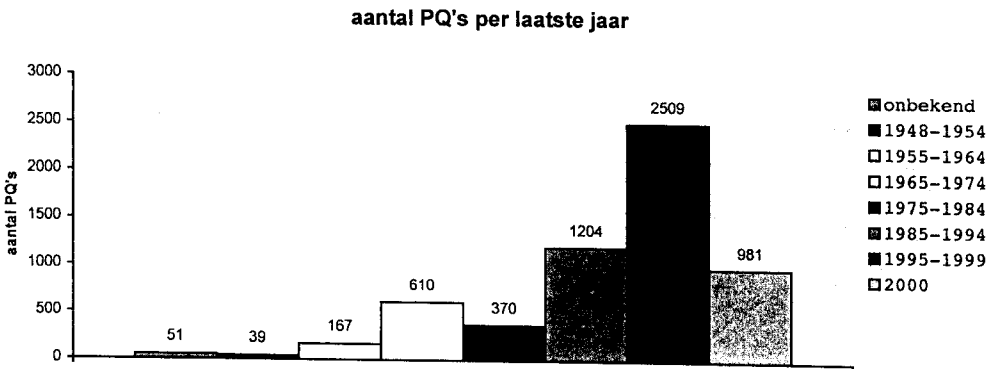
Slechts dankzij de bereidwillige medewerking van velen kon de hier gepresenteerde inventarisatie tot stand worden gebracht. Lang niet in alle gevallen was het mogelijk om het gevraagde overzicht van permanente kwadraten direct te geven,



Figuur 6. Biotopen waarin de PQ's zijn gelegen.



Figuur 7. Eerste jaar waarin het PQ is opgenomen.



Figuur 8. Laatste jaar waarin het PQ is opgenomen.

maar vroeg het heel wat uurtjes aan uitzoeking. De volgende personen willen wij met name noemen: Jan Bakker, Wim Beeftink, André de Bonte, Sandra Clerkx, Ton Denter, Rudy van Diggelen, Ab Grootjans, Harrie van der Hagen, Ad van Hees, Berco Hoegen, Luuc Jans, John Janssen, Ruud Jonker, Rita Ketner-Oostra, Bas Koutstaal, Dick van der Laan, Ger Londo, Thomas de Meij, Wim de Munck, Bert Maes, Bert van Os, Emiel Ott, W. Peters, Pieter Slim, Jacques de Smidt, Bart van Tooren, Yzaak de Vries, Wieger Wamelink, Eddy Weeda, Jaap Wiegers, Jo Willems en wijlen Victor Westhoff.

Permanent plots in the Netherlands

As a base for the new vegetation classification of the Netherlands a national vegetation database was developed, which now contains about 350,000 computerised relevés. These relevés were used as a source for an inventory of permanent plots in the Netherlands. This inventory resulted in a data base containing about 6,000 permanent plots. More than 2,500 of these permanent plots have been sampled at least 5 times, and about 1,500 of them at least 10 times.

The data base of permanent plots gives an insight in vegetation succession, fluctuations within plant communities, and the effects of changes of the environment. Furthermore it is used for the Network of Ecological Monitoring, in which permanent plots will be used to monitor certain vegetation types throughout the Netherlands to follow changes in the environment. When old plots are recorded again, these long sequences of vegetation data will directly supply information of the past situation.

Literatuur

Bakker, J.P. (1989). Nature management by

grazing and cutting. On the ecological significance of grazing and cutting regimes applied to restore former species-rich plant communities in the Netherlands. Dissertatie Rijksuniversiteit Groningen. Kluwer, Dordrecht/Boston/London, 400 pp.

Bakker, J.P., D. Bos & Y. de Vries (2001a). To graze or not to graze: that is the question. In: K. Essink, M. van Leeuwe, A. Kellermann & W. Wolff (eds). Ministry of Agriculture, Nature Management and Fisheries (in press).

Bakker, J.P., J. Elzinga & Y. de Vries (2001b). Effects of long-term cutting in a grassland system: possibilities for restoration of plant communities on nutrient-poor soils. *Applied Vegetation Science*.

Beeftink, W.G. (1980). Vegetation dynamics. Proceedings of the Second Symposium of the Working Group on Succession Research on Permanent Plots, Yerseke, October 1-3, 1975. Junk, The Hague/Boston/London, 134 pp.

Beeftink, W.G. (1987). Vegetation responses to changes in tidal inundation of salt marshes. In: J. van Andel et al. (red.), *Disturbance in grasslands - causes, effects and processes*. Junk, Dordrecht, pp. 97-117.

Boerboom, J.H.A. (1960). *De plantengemeenschappen van de Wassenaarse Duinen*. Dissertatie, L.H. Wageningen. Tevens verschenen als: *Meded. Landbouwhogeschool Wageningen* 60-10, 135 pp.

Dankers, N., K.S. Dijkema & G. Londo (1987). De ecologische effecten van bodemdaling op Ameland. RIN-rapport 87/14, Leersum, 90 pp.

Dijkema, K.S., J.H. Bossinade, A. Nicolai, J. Frankes, K. Haan, H. Jongerius, P. Leusink & H. Venema (2000). *Beheer van kwelderwerken. Verslag monitoring kwelderwerken Waddenkust Fri-*

- esland en Groningen 1999-2000. Alterra/Rijkswaterstaat, Texel/Leeuwarden.
- Kruseman, G. & J. Vlieger (1940a). Het botanisch reservaat IJdoorn in 1940. Correspondentieblaadje Zuiderzee-onderzoek 5: 78-79.
- Kruseman, G. & J. Vlieger (1940b). Verslag van de excursie op 23-25 augustus 1940 naar de botanische reservaten op Texel. Correspondentieblaadje Zuiderzee-onderzoek 5: 80-83.
- Kuiters, A.T. & P.A. Slim (2001). Bosverjonging onder invloed van wilde hoefdieren in het Staatsdomein bij het Loo – resultaten van 10 jaar onderzoek aan exclosures. Alterra-rapport 165, Wageningen, pp.
- Laar, J.A.J. van de & P.A. Slim (1981). Veranderingen op verlaten landbouwgronden in de Baronie Cranendonck met behulp van begrazing door IJslandse pony's. Brabants Landschap (57): 5-10 en (58): 25-38.
- Leendertse, P.C., A.J.M. Roozen & J. Rozema (1997). Long-term changes (1953-1990) in the salt marsh vegetation at the Boschplaat on Terschelling in relation to sedimentation and flooding. *Plant Ecology* 132: 49-58.
- Londo, G. (1971). Patroon en proces in duinvalleivegetaties langs een gegraven meer in de Kennemerduinen. Dissertatie, K.U. Nijmegen. Tevens verschenen als: *Verhandelingen* 2, Rijksinstituut voor Natuurbeheer. Cuyk, 279 pp.
- Roozen, A.J.M. & V. Westhoff (1985). A study on long-term salt-marsh succession using permanent plots. *Vegetatio* 61: 23-32.
- 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, 320 pp.*
- 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, 364 pp.*
- Schaminée, J.H.J., A.H.F. Stortelder & V. Westhoff (1995a). *De Vegetatie van Nederland 1. Inleiding tot de plantensociologie: grondslagen, methoden en toepassingen. Opulus, Uppsala/Leiden, 296 pp.*
- Schaminée, J.H.J., E.J. Weeda & V. Westhoff (1995b). *De Vegetatie van Nederland 2. Plantengemeenschappen van wateren, moerassen en natte heiden. Opulus, Uppsala/Leiden, 358 pp.*
- Schaminée, J.H.J., A.H.F. Stortelder & E.J. Weeda (1996). *De Vegetatie van Nederland 3. Plantengemeenschappen van graslanden, zomen en droge heiden. Opulus, Uppsala/Leiden, 356 pp.*
- Schaminée, J.H.J., E.J. Weeda & V. Westhoff (1998). *De Vegetatie van Nederland 4. Plantengemeenschappen van de kust en van binnenlandse pioniermilieus. Opulus, Uppsala/Leiden, 346 pp.*
- Smidt, J.T. de (1977). *Heathland vegetation in the Netherlands. Phytocoenologia* 4: 258-316.
- Smidt, J.T. de (1995). The imminent destruction of Northwest European heaths due to atmospheric nitrogen deposition. In: D.B.A. Thompson et al. (red.), *Heaths and moorland: Cultural landscapes. Scottish Natural Heritage, Edinburgh, pp. 34-45.*
- Stortelder, A.H.F., Schaminée, J.H.J. & P.W.F.M. Hommel (1999). *De Vegetatie van Nederland 5. Plantengemeenschappen van ruigten, struwelen en bossen. Opulus, Uppsala/Leiden, 372 pp.*
- Vlieger, J. (1938). *Onderzoek van de bota-*

- nische reservaten bij Durgerdam en op Texel. *Correspondentieblaadje Zuiderzee-onderzoek* 5: 5-11.
- Westhoff, V. (1969). Langjarige Beobachtungen an Aussüßungs-Dauerprobeflächen beweideter und unbeweideter Vegetation an der ehemaligen Zuiderzee. In: R. Tüxen (ed.), *Experimentelle Pflanzensoziologie*. Junk, Den Haag, pp. 246-253.
- Westhoff, V. & K.V. Sýkora (1979). A study of the influence of desalination on the *Juncetum gerardii*. *Acta Botanica Neerlandica* 28: 505-512.
- Willems, J.H. (1980). Observations on North-West European limestone grassland communities. V. An experimental approach to the study of species diversity and aboveground biomass in chalk grassland. *Proceedings of the Koninklijke Nederlandse Akademie voor Wetenschappen Series C* 83: 279-306.
- Willems, J.H., R.K. Peet & L. Bik (1993). Changes in chalk-grassland structure and species richness resulting from selective nutrient additions. *Journal of Vegetation Science* 4: 203-212.
- Zinderen Bakker, E.M. van (1942). *Het Naardermeer. Een geologische, historische en botanische Landschapsbeschrijving van Nederlands oudste natuurmonument*. Amsterdam, 255 pp.
- Zonneveld, I.S. (1960). *De Brabantse Biesbosch. Een studie van bodem en vegetatie van een zoetwatergetijdendelta*. Dissertatie, L.H. Wageningen. *Bodemkundige studies* 4, Wageningen, 210 pp.
- Zonneveld, I.S. (1999). *De Biesbosch een halve eeuw gevolgd. Van hennip tot netelbos en verder. De vierde dimensie van de vegetatie en de bodem van de Brabantse Biesbosch (1949-1998)*. Uniepers, Abcoude, 223 pp.