



Bosplanten in de Moervaartvallei

Een casestudie voor bossen op kalkrijke alluviale bodems

De Moervaartvallei in Oost-Vlaanderen is een cultuurlandschap, bestaande uit een afwisseling van akkers, graslanden en bossen. Het bosareaal is sterk gefragmenteerd en heeft een verscheiden historiek en beheergeschiedenis. De alluviale bodems zijn uniek door het plaatselijke voorkomen van variabele hoeveelheden moeraskalk ('gyttja') en worden afgewisseld door zandige donken. De bossen in de Moervaartvallei staan bekend om hun voor de regio uitzonderlijke botanische waarde en in deze bijdrage wordt nagegaan welke factoren de soortensamenstelling precies bepalen.

Het is bekend dat de soortensamenstelling van bosvegetaties wordt bepaald door complexe interacties van verschillende factoren. Naast biotische en abiotische variabelen (bijvoorbeeld nutriëntengehalte, textuur en pH van de bodem, waterhuishouding) heeft ook de mens in het cultuurlandschap een niet te verwaarlozen invloed op de soortensamenstelling van bossen. Het is echter zelden eenvoudig om het individuele belang van de verschillende factoren in te schatten. In een deelgebied van de Moervaartvallei werd getracht de soortenrijkdom en -samenstelling van de bossen te verklaren aan de hand van omgevingsvariabelen, die verband houden met historiek, beheer en bodemeigenschappen. Omdat de Moervaartvallei uniek is door het voorkomen van moeraskalk in de oppervlakkige bodemlagen, wordt specifiek ingegaan op de relatie met de kalkrijkdom van de bodem. Ook de vegetatie van de oudste bossen in het gebied wordt meer in detail bestudeerd.

Landschapontwikkeling

De benaming Moervaart slaat op een door de mens bedijkte en rechtgetrokken waterloop die momenteel het kanaal Gent-Terneuzen verbindt met het stroomopwaarts gelegen deel van de Durme, een zijrivier van de Schelde in het noorden van Oost-Vlaanderen (figuur 1). De Moervaartvallei maakt deel uit van de Vlaamse vallei en vormt geografisch gezien een 16 km lange en 2 tot 4 km brede

laagte in het landschap, waarvan de hoogteligging varieert tussen 3,5 en 5 meter (Verstraeten & De Smet, 1999). Oorspronkelijk verliep de afwatering van de Vlaamse vallei via verwilderde lopen van Schelde, Durme en Leie in noordwestelijke richting naar zee. Toen zich in de laatglaciale periode, tussen 11.000 en 12.000 jaar geleden, de dekzandrug Maldegem-Stekene vormde, werd deze afwateringsweg geblokkeerd, waarna een uitgestrekt meer ontstond ter hoogte van de huidige Moervaartvallei. Aan het eind van het Laatglaciaal baande het opgehouden water zich een weg doorheen de Boomse kleicuesta en ontstond het Doorbraakdal van Hoboken (Van Strydonck & De Mulder, 2000), wat aanleiding gaf tot een drainage van het meer via de huidige lopen van Moervaart/Durme en Schelde. Sinds de Durme bij de aanleg van het Kanaal Gent-Terneuzen in 1820 werd afgesneden van zijn natuurlijke bovenlopen en in 1955 te Lokeren werd afgedamd, wordt het water met behulp van pompen westwaarts afgevoerd naar het Kanaal Gent-Terneuzen.

De Moervaartvallei is een uitzonderlijk alluviaal gebied dankzij het verspreid voorkomen van moeraskalk (gyttja). Deze carbonaatrijke laag ('kalklaag') werd in het laatglaciale meer afgezet en de dikte ervan varieert naar gelang de diepte van het meer (Van Eetvelde, 1995). Bovenop het pleistoceen zand en de kalklaag bevindt zich nog een dun laagje zeepklei, waarop een laag rivierafzettingen van va-

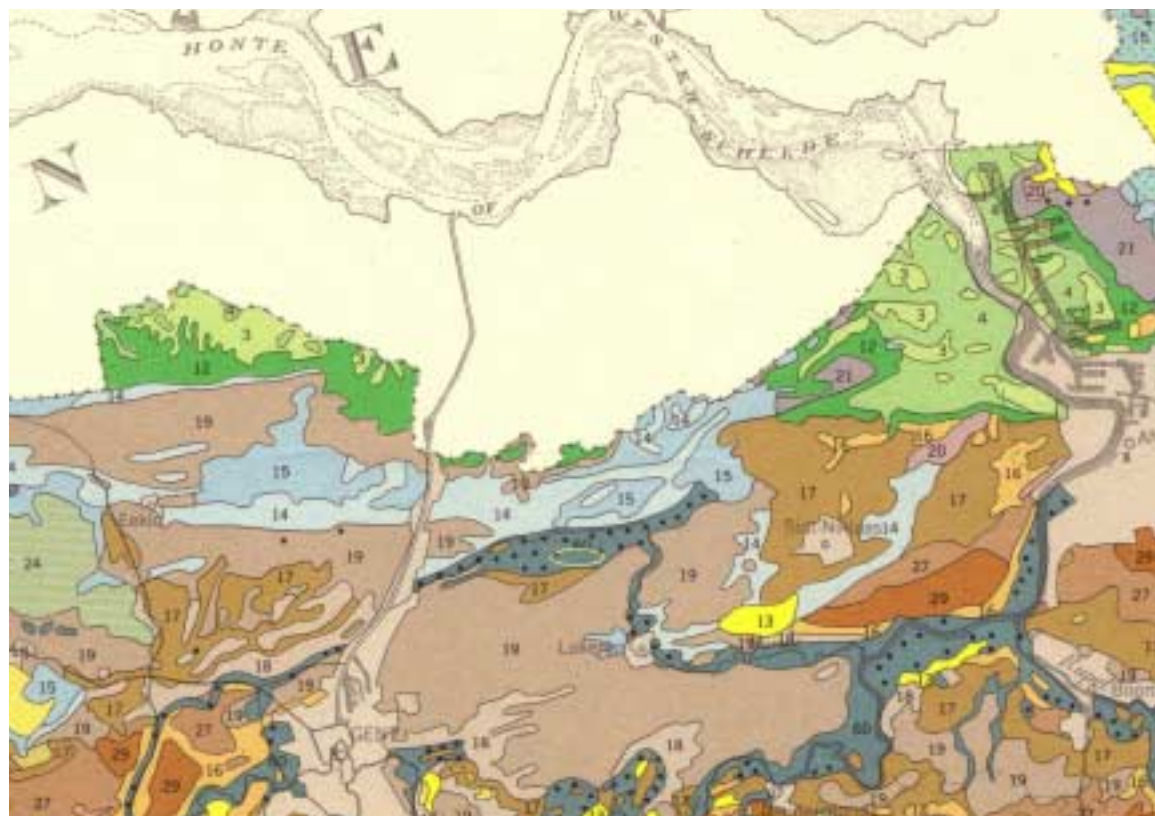
ARNE VERSTRAETEN,
HANS BAETÉ, LUC DE
KEERSMAEKER, KRIS
VANDEKERKHOVE,
MARTIN HERMY,
MYRIAM DUMORTIER,
NANCY VAN CAMP &
NOËL LUST

Ir. A. Verstraeten Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (Inbo), Gaverstraat 35, 9500 Geraardsbergen, België
arne.verstraeten@inbo.be
Lic. H. Baeté Inbo
Ir. L. De Keersmaeker Inbo
Ir. K. Vandekerkhove Inbo
Prof. Dr. M. Hermy Universiteit Leuven
Dr. Ir. M. Dumortier Inbo
Ir. N. Van Camp Universiteit Gent
Prof. Dr. Ir. N. Lust Universiteit Gent

Foto Arne Verstraten
Pompstation uit 1930 dat water van de Olentgracht (voor in beeld) in de Zuidlede (achter het station) pompt. Het waterpeil in de Zuidlede ligt ruim 1 meter boven het maaiveld van de alluviale bodems in de Moervaartvallei

Figuur 1 Ligging van het studiegebied (geel omcirkeld) in de Moervaartvallei op de bodemassociatiekaart van België (Marechal & Tavernier, 1971). De belangrijkste bodemassociaties in de omgeving van het studiegebied zijn: droge (14) en vochtige (15) zand- en lemig-zandgronden met B horizont, natte zand- tot licht-zandleemgronden met B horizont (17), een complex van 15 en 17 (19) en natte kalkrijke alluviale gronden zonder profielontwikkeling (60)

Figure 1 Situation of the study area (encircled in yellow) in the valley of the Moervaart on the Belgian soil association map (Marechal & Tavernier, 1971). The most frequently found soil associations in the neighbourhood of the study area, are: dry (14) and humid (15) sandy and loamy-sandy soils with B horizon, wet sandy to light sandy loam soils with B horizon, a complex of 15 and 17 (19) and wet calcareous alluvial soils without profile development



riabele dikte en met een fijnere textuur voorkomt, plaatselijk afgewisseld met veen (Verbruggen, 1971). Hier en daar komen lage rivierduinen ('donken') voor, die iets hoger gelegen zijn en dus niet overstroomd werden, zodat daar het pleistocene zand dagzoomt (Van Eetvelde, 1995).

Occupatiegeschiedenis

Omstreeks het jaar 1200 werd aan de noordoostelijke rand van de Moervaartvallei de abdij van Boudelo gesticht, waarvan het abtjodomein aan het einde van de 13^e eeuw ongeveer 1000 hectare besloeg (Baeté, 2006a). De monniken bouwden een waterloppennet uit voor veentranspor-

ten (brandstof) vanuit Zeeland richting Gent. Hieraan dankt de Moervaart ('moer' = turf, veen) zijn naam. Ten westen van de huidige Boudelomeers en Vette-meers lagen gronden waar de abdij van Sint-Baafs – en later het Bisdome van Gent – een recht van tienden bezat (Baeté, 2006a). Doordat de meeste gronden er tot omstreeks 1930 moerassig bleven, is de Moervaartvallei grotendeels gespaard gebleven van bebouwing. De Horenbault-kaart uit de tweede helft van de zestiende eeuw laat wel een vrij intensief graslandgebruik en een uitgebreid netwerk van grachten zien (Baeté 2006b). De in cultuur gebrachte gronden betroffen enerzijds voornamelijk wei- en hooi-



landen, die tijdens de winterperiode periodiek overstroonden ('meers') en anderzijds gronden die beweid werden zonder hooien ('etting') (Baeté, 2006b). Op de gebiedsdekkende Kabinetskaart van de Oostenrijkse Nederlanden, opgemaakt door graaf De Ferraris tussen 1771 en 1778, is te zien dat veel van de laaggelegen gronden in de Moervaartvallei als grasland in gebruik waren, terwijl de akkers en bossen vooral gesitueerd waren op de hoger gelegen zandgronden buiten de vallei (figuur 2). Bepaalde valleigronden van het abdijdomein waren op dat moment al wel door de monniken bebost, onder meer in het huidige bosreservaat De Heirnisse en de daaraan grenzende

Fondatie van Boudelo en Vette-meers. Deze bebossingen vonden waarschijnlijk kort voor de opmaak van de Ferraris-kaart plaats, aangezien een pachtboek uit 1740 bijna geen bos vermeldt (Beaurain 2000), met uitzondering van enkele hoger gelegen zandige donken (Baeté, 2004; 2005). Momenteel bestaat de Moervaartvallei in grote lijnen uit een afwisseling van graslanden, akkers en kleine tot middelgrote bosfragmenten, die een zeer uiteenlopende leeftijd en gebruiksgeschiedenis hebben. Oorspronkelijk bestonden de meeste bossen uit inheems loofhout, hoofdzakelijk Grauwe abeel. Ze waren meestal voorzien van rabatten (Tack *et al.*, 1993), een stelsel van greppels en rug-

Figuur 2 Digitale afdruk van de Ferrariskaart (1771-1778) voor het gebied rond Eksaarde en Moerbeke. Binnen de vallei komen hoofdzakelijk graslanden voor, terwijl de akkers en bossen zich op de hoger gelegen zandgronden buiten de vallei situeren. Copyright NGI

Figure 2 Reproduction of the Ferraris map (1771-1778), representing the area around Eksaarde and Stekene. Grassland is mainly located on the alluvial soils in the valley, while arable land and forest are located on the higher sandy soils. Copyright NGI

gen aangelegd ten behoeve van de ontwatering en werden volgens het Primitief Kadaster (situatie ca. 1834) in veel gevallen als hakhout uitgebraat. Een aantal wilgenbossen wordt ook nu nog steeds als griend beheerd voor de mandenvlechterij, de laatste restanten van een oude traditie in de streek. In de loop van de 20^e eeuw werden meer en meer populieren aangeplant, zowel op voormalige graslanden als in oude hakhoutbossen. Op dit moment nemen de populierenaanplantingen ongeveer 30% van het totale bosbestand in, de overige bossen zijn nog steeds voornamelijk gemengde loofhoutbestanden, met uitzondering van enkele fijnsparaanplantingen.

Studiegebied

Het gebied waar de studie werd uitgevoerd ligt centraal in de Moervaartvallei en omvat de gebieden die op de topografische kaart met de toponiemen 'Etbos' en 'Tussen twee Leden' staan aangeduid (figuur 1). Deze oude toponiemen zijn veelzeggend: 'et' staat voor 'laten eten' en wijst op gronden waarop dieren werden gehoed en 'lede' staat voor een kunstmatig aangelegde waterweg gebruikt voor turftransport (Audenaert & Van Campenhout, 1998), hier de twee waterlopen die een deel van het gebied begrenzen: de Zuidlede (noorden) en de Olentgracht (zuiden). Dit gebied is op enkele boerderijen na volledig gespaard gebleven van bebouwing en is interessant omdat het bosfragmenten van uiteenlopende leeftijd bevat, variërend van percelen die sinds het opmaken van de Ferraris-kaart zeker permanent bebost zijn gebleven, tot recent gevormde bossen, die alleen op de jongste topografische kaart als bos zijn ingekleurd. In tegenstelling tot de domeinen van Boudelo (Beaurain, 2000) en van het Bisdom van Gent (Horenbault-kaart), zijn van het studiegebied geen oudere gegevens beschikbaar, zodat het onbekend is hoe oud de oudste bossen daar in werkelijkheid zijn.

Verzamelde gegevens

Binnen de perimeter van het studiegebied werden de bossen onderverdeeld in bosfragmenten met een unieke voorgeschiedenis wat betreft grondgebruik. Deze is bepaald aan de hand van zeven historische kaarten uit de jaren: 1771-1778, 1850, 1869, 1938, 1968, 1980 en 1992. Daarvan werden 168 bosfragmenten in de zomer van 1999 en 2000 geïnventariseerd op de aan- of afwezigheid van 203 bosplantensoorten, volgens een lijst opgesteld door Tack *et al.*, (1993). Bosplanten worden hierbij gedefinieerd als kruidachtige planten en struiken die voornamelijk in bossen voorkomen, wat een vrij ruime definitie is. Ieder bosfragment werd volledig op systematische wijze doorlopen, waarbij extra aandacht werd besteed aan plaatsen met afwijkende biotoopkenmerken, zoals beken, grachten, bospoelen, rabatten, open plekken en bospaarden. Tezelfdertijd werden een aantal bosbouwkundige en omgevingsvariabelen genoteerd, zoals kroonsluiting (<1/3, 1/3 tot 2/3 of >2/3), ontwikkelingsfase (jongwas, dichtwas, staakhout, boomhout of oude bomen), beheertype (hakhout, middelhout of hooghout) en heterogeniteit in het horizontale en het verticale vlak.

In de helft van de bosfragmenten (n=84) werden 5 mengstalen van de bodem genomen (bodemmonsters binnen hetzelfde bosfragment die gemengd zijn om de invloed van het toeval te verkleinen). Van deze stalen werd de pH(CaCl₂) bepaald, alsook het gehalte aan koolstof (methode van Walkley en Black), het gehalte organisch materiaal (berekend uit het koolstofgehalte), het gehalte aan fosfor door colorimetrie (Kuo, 1996) en het stikstofgehalte volgens de methode van Kjeldahl (Karla & Maynard, 1991).

Op basis van kaartmateriaal werden voor ieder bosfragment een aantal bijkomende gegevens afgeleid: het historische landgebruik (bos, grasland, akkerland of andere zoals aangeduid op de historische kaarten), de aanwezige

bodemseries (textuur, drainageklasse en profielontwikkeling), de oppervlakte en de omtrek.

Analyse

In een eerste stap werd door middel van correlatieanalyse nagegaan welke omgevingsvariabelen in verband staan met de rijkdom aan bosplantensoorten. Hiervoor werd de beperkte dataset van 84 bosfragmenten geselecteerd, zodat ook de resultaten van de bodemanalyses konden worden gebruikt. De correlaties werden voor de continue variabelen berekend door middel van de Pearson-correlatie en voor variabelen van het type 1/0 (aan- en afwezigheid) met een niet-parametrische Wilcoxon rank-sum test (Siegel & Castellan, 1988; Kent & Coker, 1996). Variabelen van het type 1/0 die minder dan 6 keer de score 1 of 0 hadden werden niet meegenomen, omdat de test in dat geval de significantie overschat.

Vooraf werd nagegaan of variabelen onderling sterk met elkaar gecorreleerd waren. Indien de correlatie sterk was ($r > 0,30$; $p < 0,01$) werd van beide slechts één variabele meegenomen voor verdere analyse, omdat de tweede variabele in dat geval weinig extra informatie verschaft. Toch was het niet altijd eenvoudig om in dat geval een keuze te maken, vermits beide variabelen soms zinvolle informatie inhielden. In totaal bleven na analyse 7 variabelen over die in voldoende mate ($r < 0,30$; $p < 0,01$) onafhankelijk van elkaar zijn en alle significant met soortenrijkdom gecorreleerd zijn.

Een -test werd uitgevoerd om te bepalen of in oude bossen vaker rabatten voorkomen dan in jonge bossen.

Om na te gaan of de gemeten pH-waarden zich ook weerspiegelen in de aanwezige vegetatie, werd een vergelijking gemaakt met de gemiddelde score van de indicatorwaarde van Ellenberg (R) voor de bodemreactie (Ellenberg *et al.*, 1992). Vermits Ellenberg niet voor alle plantensoorten een waarde opgeeft, werd de door Hill *et al.* (1999) aangepas-

te en uitgebreide lijst gebruikt. Voor ieder bosfragment werd de gemiddelde R-waarde berekend voor alle waargenomen bosplantensoorten. De bosplanten werden op basis van die indicatorwaarde ingedeeld in basenminnende soorten (R-waarde > 5) en zuurtolerante soorten (R-waarde ≤ 5). Om de soortensamenstelling van de oudste bossen in het gebied te onderzoeken werd vervolgens berekend hoe frequent elke soort in de oude bosfragmenten aanwezig is, ten opzichte van het totaal aantal bosfragmenten (aantal waarnemingen in oude bosfragmenten / totaal aantal waarnemingen $\times 100$). Oude bosfragmenten werden binnen het kader van dit onderzoek gedefinieerd als bosfragmenten die zeker sinds 1850 (Vandermaelenkaart) ononderbroken bebost zijn. Na weglating van 1 fijnsparaanplanting werden op die manier 39 bosfragmenten weerhouden, waarvan er 11 zeker sinds Ferraris (1771-1778) permanent bebost zijn.

Resultaten

De 7 onafhankelijke variabelen die een significante correlatie vertonen met soortenrijkdom zijn weergegeven in tabel 1.

Het totaal aantal jaren dat een perceel sinds Ferraris bebost bleef, is het sterkst gecorreleerd met een hoge soortenrijkdom ($r = 0,54$; $p < 0,01$). Ook oppervlakte, voormalig

Tabel 1 Significant met soortenrijkdom gecorreleerde variabelen (onderlinge correlatie $r < 0,3$), geordend volgens dalende positieve correlatie (Pearson correlatie of Wilcoxon rank-sum test). Het teken voor de correlatiecoëfficiënt (+ of -) duidt op een positief, respectievelijk negatief verband met de soortenrijkdom

Table 1 Variables correlated significantly with species richness (mutual correlation $r < 0,3$), classified according to decreasing positive correlation (Pearson correlation or Wilcoxon rank-sum test). The symbol in front of the correlation coefficient (+ or -) indicates a positive or negative relationship with species richness

Correlatie met soortenrijkdom			
Variabele	Pearson r	Wilcoxon rank-sum (z-score)	N
Aantal jaren bebost sinds Ferraris	+0,541**		
Oppervlakte	+0,282**		
Open plek > 10m aanwezig		+2,594**	9
Hakhout aanwezig		+2,558*	23
Griend		-2,132*	6
Fosforconcentratie	-0,308**		
Z-textuur (% van de oppervlakte)	-0,326**		

* = $p < 0,05$; ** = $p < 0,01$

Tabel 2 Basenminnende (R>5) en zuurtolerante (R≤5) bossoorten in bosfragmenten die zeker sinds 1850 bebost zijn, gerangschikt volgens dalende presentie in oude bosfragmenten (aantal waarnemingen in oude bosfragmenten / totaal aantal waarnemingen x 100), met het totaal aantal waarnemingen (Ntot) en hun zaadverspreidingswijze (ORN: ornithochoren, ANE: anemochoren, BAR: barochoren, EPI: epizoöchoren, MYR: myrmecochoren, HYD: hydrochoren, VEG: vegetatief). Oud-bossoorten (Hermey *et al.*, 1999) zijn gemarkeerd met (*)

Table 2 Basophilous (R>5) and acidophilous (R≤5) forest plant species in forest fragments forested at least since 1850, classified in order of decreasing presence in old forest fragments (number of observations in old forest fragments / total number of observations x 100), with the total number of observations and their seed dispersal strategy (ORN: ornithochores, ANE: anemochores, BAR: barochores, EPI: epizoöchores, MYR: myrmecochores, HYD: hydrochores, VEG: vegetative reproduction). Ancient woodland species (Hermey *et al.*, 1999) are marked with (*)

Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	presentie	Ntot	verspreiding	R
<i>Prunus spinosa</i>	Sleedoorn	70	10	ORN	7
<i>Chaerophyllum temulum</i>	Dolle kervel	67	3	MYR	7
<i>Polygonatum multiflorum</i> (*)	Gewone salomonszegel	59	32	ORN	7
<i>Viola riviniana</i>	Bosviooltje	50	34	ANE	7
<i>Circaea lutetiana</i> (*)	Groot heksenkruid	50	14	EPI	7
<i>Brachypodium sylvaticum</i> (*)	Boskortssteel	50	12	ANE	6
<i>Ribes uva-crispa</i>	Kruisbes	50	10	ANE	7
<i>Poa nemoralis</i> (*)	Schaduwgras	50	6	BAR, EPI	6
<i>Fragaria vesca</i>	Bosaardbei	50	4	ORN	6
<i>Rhamnus catharticus</i> (*)	Wegedoorn	47	17	ANE	7
<i>Paris quadrifolia</i> (*)	Eenbes	41	32	ORN	7
<i>Epilobium angustifolium</i>	Gewoon wilgeroosje	40	20	ORN	6
<i>Ribes nigrum</i>	Zwarte bes	39	18	ORN	6
<i>Solanum dulcamara</i>	Bitterzoet	38	48	ORN	7
<i>Lapsana communis</i>	Akkerkool	37	49	ANE, HYD	7
<i>Stachys sylvatica</i> (*)	Bosandoorn	35	40	ANE	7
<i>Crataegus monogyna</i>	Eenstijlige meidoorn	33	54	ORN, HYD	7
<i>Alliaria petiolata</i>	Look-zonder-look	33	15	ANE	7
<i>Calamagrostis epigejos</i>	Gewoon struisriet	33	15	ORN	7
<i>Carex sylvatica</i> (*)	Boszegge	33	3	ANE, HYD	6
<i>Viburnum opulus</i> (*)	Gelderse roos	33	95	ORN	6
<i>Scrophularia nodosa</i> (*)	Knopig helmkruid	32	99	ANE	7
<i>Moehringia trinerva</i>	Drienerfmuur	32	114	MYR	7
<i>Ribes rubrum</i>	Rode bes	31	71	ORN	7
<i>Cornus sanguinea</i> (*)	Rode kornoelje	31	13	ORN	7
<i>Geum urbanum</i>	Geel nagelkruid	30	110	EPI	7
<i>Calamagrostis canescens</i>	Hennegras	29	48	EPI	7
<i>Listera ovata</i> (*)	Grote keverorchis	29	59	MYR	7
<i>Euonymus europaeus</i> (*)	Wilde kardinaalsmuts	29	7	ANE	8
<i>Sambucus nigra</i>	Vlier	26	149	ORN	7
<i>Cardamine flexuosa</i>	Bosveldkers	25	8	ORN	6
<i>Hedera helix</i>	Klimop	25	8	ORN	7
<i>Humulus lupulus</i>	Hop	24	109	ANE	7
<i>Ranunculus ficaria</i>	Speenkruid	24	63	MYR	6
<i>Cirsium oleraceum</i>	Moesdistel	20	5	ANE	7
<i>Primula elatior</i> (*)	Slanke sleutelbloem	20	5	BAR	7
<i>Corylus avellana</i> (*)	Hazelaar	14	22	EPI, ANE	6

Zuurtolerante soorten (R≤5)					
Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	presentie	Ntot	verspreiding	R
<i>Luzula multiflora</i>	Veelbloemige veldbies	100	3	ANE, MYR	3
<i>Teudrium scorodonia</i>	Valse salie	100	2	ANE, HYD	4
<i>Ceratocarpus claviculata</i>	Rankende helmblom	100	1	ORN	4
<i>Maianthemum bifolium</i> (*)	Dalkruid	100	1	VEG	3
<i>Anemone nemorosa</i> (*)	Bosanemoon	80	5	EPI, HYD	5
<i>Holcus mollis</i>	Zachte witbol	67	6	MYR, VEG	3
<i>Athyrium filix-femina</i> (*)	Wijfjesvaren	64	28	ANE	5
<i>Dryopteris carthusiana</i> (*)	Smalle stekelvaren	58	24	ANE	5
<i>Fragula alnus</i>	Sporkehout	50	38	ORN	5
<i>Dryopteris filix-mas</i> (*)	Mannetjesvaren	50	24	ANE	5
<i>Pteridium aquifolium</i> (*)	Adelaarsvaren	50	2	MYR	3
<i>Dryopteris dilatata</i>	Brede stekelvaren	48	56	ANE	4
<i>Lonicera periclymenum</i> (*)	Wilde kamperfoelie	46	57	ORN	5
<i>Hypericum dubium</i>	Kantig hertshooi	28	29	ANE	5

(*) oud-bossoorten volgens de lijst van Hermey *et al.* (1999).

(*) old forest plant species according to the list of Hermey *et al.* (1999).

hakhoutbeheer en de aanwezigheid van een open plek (>10m) zijn significant gecorreleerd met een hoge soortenrijkdom. Grienden hebben een gemiddeld lagere soortenrijkdom. Ook een hoge fosfaatrijkdom en het aandeel van de bosoppervlakte met een zandbodem (Z-textuur) zijn negatief gecorreleerd met een hoge soortenrijkdom. De pH van de bodem bleek negatief gecorreleerd met soortenrijkdom ($r=-0,22$; $p<0,05$; $n=84$), maar werd niet meegenomen bij de analyse omwille van de sterke correlatie met de bebossingduur ($r=-0,39$; $p<0,01$).

In bosfragmenten die sinds 1850 bebost zijn, komen significant vaker rabatten voor dan in jongere bossen ($p<0,01$).

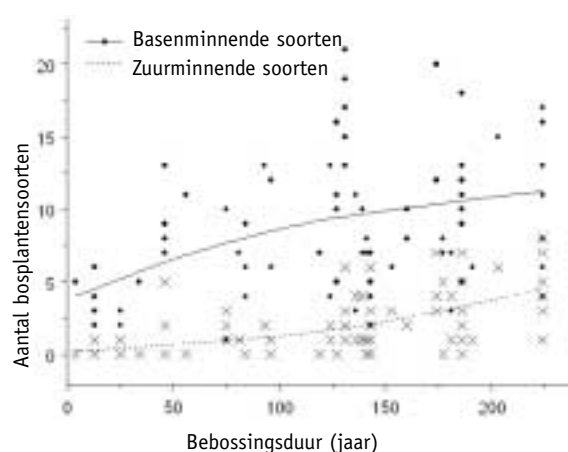
De indicatorwaarden van Ellenberg voor de bodemreactie (R) zijn sterk positief gecorreleerd met de gemeten pH-waarden ($r=0,56$; $p<0,01$). De gemiddelde R-waarde is lager naarmate de bebossingduur langer is ($r=0,29$; $p<0,05$).

De presentie van basenminnende bossoorten ($R>5$) en zuurtolerante bossoorten ($R\leq 5$) in de oude bosfragmenten is weergegeven in Tabel 2.

Discussie

Omgevingsvariabelen en soortenrijkdom

De sterk positieve correlatie van de bebossingduur met de soortenrijkdom (figuur 3) is een gevolg van het trage verloop van de vegetatieontwikkeling in bossen. Jonge bossen worden slechts zeer geleidelijk door bosplanten gekoloniseerd, vooral omdat hun zaden ter plaatse moeten geraken, maar ook omdat bepaalde groeivereisten (bodemonwikkeling, bosklimaat) vervuld moeten zijn (Verheyen & Hermy, 2002). De individuele kolonisatiecapaciteit van bosplanten is afhankelijk van hun zaadverspreidingswijze. Soorten waarvan de zaden verspreid worden door wind, water of vogels kunnen in korte tijd relatief grote afstanden overbruggen, maar vele oud-bos-



Figuur 3 Aantal bosplantensoorten (zuurtolerante soorten: $R\leq 5$; basenminnende soorten: $R>5$) in functie van de bebossingduur

Figure 3 Number of forest plant species (acidophilous species: $R\leq 5$; basophilous species: $R>5$) in relation to forest age

soorten (bosplanten die gebonden zijn aan plaatsen die sinds de Ferrariskaart van ca. 1770 ononderbroken bebost zijn) zijn afhankelijk van vegetatieve vermeerdering, kortafstandsverspreiding door mieren of de zwaartekracht (De Keersmaecker *et al.*, 1999; Hermy *et al.*, 1999). Bovendien bemoeilijkt de sterke versnippering van het bosareaal de migratie van bosplanten, zodat geïsoleerde bosfragmenten slechts langzaam gekoloniseerd worden (Grashof-Bokdam & Geertsema 1998).

Het effect van de andere omgevingsvariabelen is moeilijk te begroten, omdat ze allemaal in min of meerdere mate gecorreleerd zijn met de bebossingduur (maar $r<0,3$). Die samenhang met de bebossingduur is deels te verklaren met het beheer van de bossen dat in de loop van de geschiedenis grondig gewijzigd is. Vroeger werden de bossen in het gebied bij hun aanleg vaak van rabatten voorzien en als hakhout uitgebaat (Baeté *et al.*, 2004). Momenteel is het hakhoutbeheer zo goed als stilgevallen en voltrekt zich een langzame ontwikkeling naar hooghout, maar in de meeste oude bossen zijn de rabatten en restanten van de oude hakhoutstructuren nog duidelijk zichtbaar (figuur 3). Anderzijds werden de zandige donken

Figuur 4 Laatglaciale moeraskalk (fragmenten met witte kleur) in rabat

Foto **Hans Baeté**

Figure 4 Late-glacial lime (white fragments) in ridges

eerder bebost dan de alluviale bodems, wat af te leiden is uit de Ferraris-kaart (figuur 2). Deze hoger gelegen en drogere, relatief arme zandbodems zijn van nature zuurder dan alluviale bodems. Ook is het gebruik van meststoffen in de landbouw in de loop van de 20^e eeuw sterk toegenomen, waardoor het fosfaatgehalte van de bodem veel hoger is in recente dan in oude bossen (De Keersmaecker *et al.*, 2004).

Ondanks het dominante effect van de bebossingduur helpen ook de andere omgevingsvariabelen de soortensamenstelling mee verklaren. De positieve correlatie van hakhoutbeheer en de aanwezigheid van een open plek (>10m) met de soortenrijkdom is bijvoorbeeld te danken aan de grotere variatie in lichtcondities. De gemiddeld lagere soortenrijkdom van grienden is te verklaren door de sterke verstoring die het frequent (in sommige gevallen jaarlijks) kappen van de wilgentenen met zich meebrengt. De negatieve correlatie van de fosforconcentratie van de bodem met de soortenrijkdom volgt uit de vaststelling dat fosfor in voldoende lichtrijke omstandigheden de groei van concurrentiekrachtige ruigtekruiden als Grote brandnetel bevordert (De Keersmaecker *et al.*, 2004). Het feit dat drogere relatief arme gronden van nature soortenarmer zijn dan alluviale bodems verklaart de negatieve correlatie van een zandige textuur met de soortenrijkdom, terwijl de positieve correlatie met de bosoppervlakte volgt uit het naar verwachting grotere aantal verschillende habitattypes naarmate de oppervlakte van het bos toeneemt.

Belang van moeraskalk

Het effect van de aanwezigheid van moeraskalk (figuur 4) op de soortensamenstelling werd bestudeerd aan de hand van de gemeten pH-waarden en de indicatorwaarden van Ellenberg voor de bodemreactie (R). De gemeten pH-waarden zijn sterk negatief gecorreleerd met de bebossingduur: in heel wat recent beboste graslanden werd een



hoge pH-waarde gemeten (7 tot 7,5), terwijl in de meeste oude bossen de pH varieert tussen 3 en 4. Hierdoor is het effect van de aanwezigheid van moeraskalk op de soortenrijkdom van de bosvegetatie niet eenduidig af te leiden uit de gemeten pH-waarden. Ook de R-waarden zijn sterk gecorreleerd met de bebossingduur. Het dominante effect van de bebossingduur wordt geïllustreerd door figuur 3, waarin te zien is dat in oude bossen (zuurder) zowel significant meer zuurtolerante bosplantensoorten ($R \leq 5$) als basenminnende bosplantensoorten ($R > 5$) voorkomen dan in jonge bossen ($p < 0,01$). Het aantal basenminnende soorten (37, waarvan 15 oud-bosplanten) is echter veel hoger dan het aantal zuurtolerante soorten (14, waarvan 7 oud-bosplanten) in de oude bossen, wat erop wijst dat de aanwezigheid van moeraskalk inderdaad een belangrijke invloed heeft op de soortensamenstelling van de bosvegetatie. Bemerking hierbij is wel dat de kolonisatie van bossoorten sneller verloopt op kalkrijke bodem dan op zure bodem (Hermy, 1985). Het is opmerkelijk dat de bodem in de oude bossen zuurder is, omdat de bodem in alluviale bossen normaal gezien



goed gebufferd is en een natuurlijke verzuring hier niet te verwachten valt. Een mogelijke verklaring is dat de pH-waarden het resultaat zijn van de analyse van een mengstaal (gemengde grondmonsters), waardoor slechts een globale waarde per bosfragment werd bepaald en alle aanwezige lokale variatie uitgemiddeld. Binnen eenzelfde

bosbestand komen waarschijnlijk inderdaad significante pH-verschillen voor, omdat de dikte van de laag moeras-kalk vrij sterk van plaats tot plaats varieert, tussen 0 cm (zandige donken) en 30 cm (Verstraeten & De Smet, 1999). De bodemkaart is echter onvoldoende nauwkeurig om kleine lokale verschillen aan te duiden. Ook menselijk in-

Figuur 5 Beeld van de rabatten in één van de oudere hakhoutbosjes

foto Arne Verstraeten

Figure 5 View of the ridges and ditches in one of the older coppiced woods

Figuur 6 Eenbes en Grote keverorchis zijn twee soorten die hoge eisen stellen aan habitat (kalkrijke bodem) maar die relatief goed in staat zijn tot langeafstandsverspreiding

foto Arne Verstraeten

Figure 6 *Paris quadrifolia* and *Listera ovata* are two species with high requirements for habitat quality (calcareous soil) but that can bridge large distances relatively easy



grijpen heeft mogelijk het ontstaan van lokale pH-verschillen in de hand gewerkt. In veel van de oude bossen werden immers rabatten aangelegd, waarbij de oppervlakkige bodemlagen grondig verstoord werden (figuur 5). In het gebied komt veel kalkrijke kwel voor, die wordt afgevangen in de greppels en de omliggende grachten, waardoor mogelijk een hogere kalkconcentratie in de greppels voorkomt. Anderzijds werden vanaf 1930 verschillende pompstations in het gebied geïnstalleerd, wat zorgde voor een merkbare verdroging (Verstraeten & De Smet, 1999; Baeté, 2006a). Daardoor is de invloed van opgestuwd regenwater toegenomen, wat vooral op de hoger gelegen ruggen plaatselijk tot verzuring kan hebben geleid. Analyse van meerdere bodemstalen per bosfragment, waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen greppels en ruggen, is evenwel nodig om deze hypothese te bevestigen.

Soorten van oude bosfragmenten

In de Moertvaartvallei komen nauwelijks permanent beboste locaties voor; de meeste bossen in zijn pas na 1750 ontstaan. In Vlaanderen spreekt men vaak van 'oude' bossen indien deze op alle beschikbare historische kaarten (vaak tot en met Ferraris, 1771-1778) als bos zijn ingekleurd (Honay *et al.*, 1998; Hermy *et al.*, 1999). Een aantal bosopstanden in het studiegebied voldoet, zoals al eerder vermeld, aan die definitie. Welke soorten komen daar voor?

Een aantal varens uit de zuurtolerante soortengroep behoort tot de frequent voorkomende – aanwezig in meer dan 20% van de oude bosfragmenten – oud-bossoorten: Smalle stekelvaren, Mannetjesvaren en Wijfjesvaren. Ook Wilde kamperfoelie is in de oude bossen algemeen aanwezig. Andere oud-bossoorten uit deze groep, die in een beperkt aantal bosfragmenten voorkomen, zijn Bosanemoon, Dalkruid en Adelaarsvaren.

De zuurtolerante soorten komen voornamelijk voor op de gemiddeld iets zuurdere en drogere plaatsen in het ge-

bied. Dit zijn enerzijds de natuurlijke zandige donken die verspreid in het gebied voorkomen en anderzijds de ruggen van rabatten die in 16 van de oude bosfragmenten voorkomen.

Binnen de basenminnende soortengroep zijn Knopig helmkruid, Gelderse roos, Gewone salomonszegel, Grote keverorchis, Bosandoorn, Eenbes en Wegedoorn de meest frequent voorkomende oud-bossoorten. Minder frequent voorkomend zijn: Groot heksenkruid, Boskortsteel, Rode kornoelje, Hazelaar, Schaduwgras, Wilde kardinaalsmuts, Boszegge en Slanke sleutelbloem.

De basenminnende bosplanten zijn te vinden op plaatsen waar een voldoende hoge concentratie moeraskalk in de bodem voorkomt. In de praktijk zijn dit de alluviale bodems en randen van greppels, waar het ook vochtiger is dan op de zandige ruggen.

Wanneer de zaadverspreidingswijze van deze bossoorten wordt beschouwd (tabel 2), valt op dat het overgrote deel van de frequent voorkomende soorten bestaat uit windverspreiders (anemochoren) en planten met bessen die door vogels kunnen worden verspreid (ornithochoren). Soorten van beide groepen kunnen zich relatief gemakkelijk over grote afstanden verspreiden. Soorten die voor hun verspreiding aangewezen zijn op de zwaartekracht (barochoren), mieren (myrmecochoren) of op vegetatieve vermeerdering via wortelstokken of uitlopers, en die hierdoor een veel beperkter kolonisatiecapaciteit hebben, komen slechts sporadisch voor. Dit kan verklaard worden door het feit dat de 'oude' bossen in de Moervaartvallei eigenlijk vrij recent zijn ontstaan en geïsoleerd liggen van locaties die wél permanent bebost gebleven zijn.

In sommige oudere bosjes met rabatten werd vastgesteld dat Eenbes zeer frequent voorkomt, waarbij duizenden individuen plaatselijk bijna de ganze bodem bedekken (figuur 6). Daartussen groeit – vaak talrijk – Grote keverorchis. Het feit dat deze twee soorten plaatselijk zo massaal



Foto Jan van der Staaten, slanke sleutelbloem
www.saxifraga.nl

voorkomen is mogelijk te verklaren door het ontbreken van concurrentie door andere bosplanten die in oude bossen elders in Vlaanderen wel frequent voorkomen, zoals Bosanemoon, Bosbingelkruid, Daslook, Muskuskruid, Witte klaverzuring en Gele dovenetel.

Conclusies

De bossen in de Moervaartvallei zijn relatief recent – in de loop van de 18^{de} eeuw en later – ontstaan. Toch toont de hogere soortenrijkdom van de oudste bossen aan dat er al een duidelijk leeftijdeffect aanwezig is. Alle andere on-

derzochte variabelen, waaronder de pH van de bodem, zijn in zekere mate met de bebossingduur gecorreleerd, waardoor hun effect niet eenduidig aan te tonen is. Het effect van de aanwezigheid van moeraskalk kon op basis van de pH niet worden aangetoond, omdat per bosfragment een mengstaal (gemengd bodemmonster) werd geanalyseerd, terwijl de Ellenberg-indicatorwaarden aangeven dat binnen de individuele bosfragmenten een vrij grote variatie in kalkrijkdom voorkomt. De vegetatie van de meeste oude bossen bevat immers zowel basenminnende

($R > 5$) als zuurtolerante ($R \leq 5$) soorten. De meeste bosplantensoorten zijn anemochoren of ornithochoren, die zich vrij snel over grote afstand kunnen verspreiden. Barochoren, myrmecochoren en hoofdzakelijk vegetatief verspreidende soorten komen weinig voor. Dat spoort met historisch-ecologisch onderzoek: bossen in de Moervaartvallei zijn pas in de loop van de 18^{de} eeuw aangelegd.

Summary

Forest plant species in the Moervaart valley

Arne Verstraeten, Hans Baeté, Luc De Keersmaecker, Kris Vandekerckhove, Martin Hermy, Myriam Dumortier, Nancy Van Camp & Noël Lust
Moervaart valley, forest plant species, diversity, lime, history

The impact of forest age (indicating the number of years of continuous forest cover), historical forest management and soil conditions were studied on the forest plant species richness and composition of 168 forest fragments in the Moervaart valley. The Moervaart valley is a large alluvial plain in the north of Flanders which originated from the natural drainage of a lake at approximately 11.000 BC and where gytja (lime) is locally present. Historical-ecological research indicated that the area was managed as grassland (both pasture and meadow) during medieval times, while forest was absent. Grassland was gradually afforested from the 18th century onwards. Analysis of the floristic composition indicated that forest age was the dominant factor explaining

species richness. Older forests contained both more acidophilous and basophilous species than younger forests, suggesting a large internal variation in soil acidity caused by the presence of a pattern of ridges. However, this could not be confirmed by soil pH measurements, as analysis was performed on a mixture of soil samples for each fragment. Dispersal characteristics of the inventoried woodland species confirmed that the Moervaart valley has not been permanently covered by forest. Most of the woodland species in the oldest forests, appeared to be relatively fast colonizing anemochores and ornithochores, while slow colonizing barochores, myrmecochores and plants with vegetative reproduction were almost absent.

Literatuur

- Audenaert, N. & N. Van Campenhout, 1998.** Over de geschiedenis van Eksaarde. Stad Lokeren. Drukkerij Scheerders van Kerchove's.
- Baeté, H., 2004.** Het belang van historiek en archeologie voor de monitoring van de bosreservaten: enkele voorbeelden. De Heirnisse. Bosreservatennieuws 4: 7.
- Baeté, H., B. Christiaens, L. De Keersmaecker, M. Esprit, P. Van de Kerckhove, K. Vandekerckhove & R. Walleyn, 2004.** Bosreservaat Heirnisse. Basisrapport. Situering, standplaats, historiek en onderzoek. December 2004. IBW Bb R 2004.018. Geraardsbergen.
- Baeté, H., 2005.** De vorige levens van twee Ferrarisbossen. De Heirnisse: een stokoude herdgang? Bosreservatennieuws 5: 10.
- Baeté, H., 2006a.** De historiek van de Fondatie. Deel 2: Over 'Baudeloo mersschen' en draaibomen. Durme- en Scheldeland 9 (1): 6-8.
- Baeté, H., 2006b.** De historiek van de Fondatie. Deel 3: De Sinaaise etting. Durme- en Scheldeland 9 (2): 12-14.
- Beaurain, Y., 2000.** Het klooster van Boudelo 1700-1800. Licentiaatsverhandeling geschiedenis. Universiteit Gent.
- Eetvelde, V. van, 1995.** De Moervaartdepressie: een landschapsgenetische en beleids-geografische benadering op mesoniveau. Licentiaatsverhandeling Faculteit Wetenschappen. Universiteit Gent.
- Ellenberg, H., H.E. Weber, R. Düll, V. Wirth, W. Werner & D. Paulissen, 1992.** Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. Scripta Geobotanica 18: 1-248.
- Grashof-Bokdam, C.J. & W. Geertsema, 1998.** The effect of isolation and history on colonization patterns of plant species in secondary woodland. Journal of Biogeography 25: 837-846.
- Hill, M.O., J.O. Mountford, D.B. Roy & R.G.H. Bunce, 1999.** Ecofact2a. Ellenberg's indicator values for British plants. Centre for Ecology and Hydrology. United Kingdom.
- Hermey, M., 1985.** Ecologie en fytosociologie van oude en jonge bossen in Binnen-Vlaanderen. Doctoraatsthesis. Universiteit Gent.
- Hermey, M., O. Honnay, L. Firbank, C.J. Grashof-Bokdam & J.E. Lawesson, 1999.** An ecological comparison between ancient and other forest plant species of Europe, and the implications for forest conservation. Biological Conservation 91: 9-22.
- Honnay, O. & M. Hermey, 1998.** Hiërarchisch geordende soortengroepen: Concept en implicaties voor het natuurbehoud. Landschap 15/1: 5-17.
- Karla, Y.P. & D.G. Maynard, 1991.** Methods manual for forest soil and plant analysis. For. Can. Northwest Reg. North. For. Cent., Edmonton, Alberta. Inf. Rep. NOR-X-319.
- Keersmaecker, L. de, L. Martens, K. Verheyen, M. Hermey, A. de Schrijver & N. Lust, 2004.** Impact of soil fertility and insolation on diversity of herbaceous woodland species colonizing afforestations in Muizen forest (Belgium). Forest Ecology and Management. 188: 291-304.
- Keersmaecker, L. de, K. Verheyen & M. Hermey, 1999.** Verspreiding van Bosanemoon in het Muizenbos (B) als voorbeeld van kolonisatie door oud-bosplanten. De Levende Natuur 100 (5): 183-185.
- Kent, M. & P. Coker, 1996.** Vegetation description and analysis: a practical approach. New York. John Wiley & Sons Inc.
- Kuo, S., 1996.** Phosphorus. Methods for soil analysis. Part 3. Chemical methods. Wisconsin, USA. Soil science of America book series, number 5.
- Marechal, R. & R. Tavernier, 1971.** Atlas van België, kaartblad 11b: pedologie – bodemassociaties. Getekend en gedrukt in het Militair Geografisch Instituut, uitgegeven door het Nationaal Comité voor Geografie.
- Siegel, S. & N.J. Castellan, 1988.** Non Parametric Statistics for the Behavioral Sciences, Second Edition. Mc. Graw-Mill Book Company.
- Strydonck, M. van & G. de Mulder, 2000.** De Schelde – verhaal van een rivier. Leuven. Uitgeverij Davidsfonds.
- Tack, G., P. Van den Bremt & M. Hermey, 1993.** Bossen van Vlaanderen. Een historische ecologie. Leuven. Uitgeverij Davidsfonds.
- Verbruggen, C., 1971.** Postglaciale landschapsgeschiedenis van zandig Vlaanderen. Doctoraatsverhandeling. Universiteit Gent.
- Verheyen, K. & M. Hermey, 2002.** Recruitment and growth of forest herbs with different colonization capacity, an experimental approach. In: K. Verheyen. The relative importance of seed and recruitment limitation of vascular plants in secondary forest succession. Doctoraatsthesis. K.U.Leuven.
- Verstraeten, A. & I. De Smet, 1999.** Groen Lokeren. Een beeld van natuur en landschap in Lokeren, Daknam en Eksaarde. Stad Lokeren. Drukkerij Scheerders van Kerchove's.