

STRUCTUUR EN ONTWIKKELING VAN HET OOIBOS IN HOCHTER BAMPD

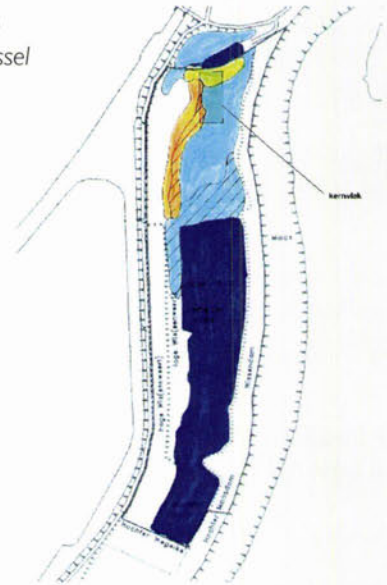
Kris Van Looy (Instituut voor Natuurbehoud), Kris Kenzeler (Katholieke Hogeschool Kempen) & Rienk-Jan Bijlsma (Alterra), p.a. Instituut voor Natuurbehoud, Kliniekstraat 25, B-1070 Brussel

De ontwikkeling van ooibos in de Maasvallei is een belangrijk element in de natuurontwikkeling die voor de Grensmaasvallei uitgetekend wordt. Om de relatie na te gaan tussen bosontwikkeling en overstroming, bodem, beheer en inrichting, vormt het ontwikkelende ooibos in Hochter Bampd een uitgelezen kans. Waar de ontwikkeling van het ooibos in overstromingsgebieden in Vlaanderen en Nederland vaak weinig kans krijgt, zien we in Hochter Bampd een ongeremde bosontwikkeling met een zeer groot aandeel jong Essenbos. Deze verjonging vormde reeds het onderwerp van een uitgebreid onderzoek in 1994. Een herhaling van dit onderzoek leek uitermate interessant, zowel om de ontwikkelingen te kunnen schetsen als om mogelijke effecten van het sindsdien ingeschaalde begrazingsbeheer te kunnen beschrijven. Daarnaast zijn er onder-tussen gedetailleerde gegevens beschikbaar over de verwachte effecten van het Grensmaasproject op het gedrag van de rivier, zodat ook prognoses over de effecten op de bosontwikkeling mogelijk worden.

ALGEMENE KENMERKEN BOS-STRUCTUUR HOCHTER BAMPD

Om de ontwikkeling van ooibos binnen het Grensmaasysteem te volgen werd geopteerd om een onderzoeksplot in één van de

boeiendste ooibossen van de Maasvallei te leggen, namelijk het Wissenbos van Hochter Bampd. Dit ooibos komt in aanmerking omdat het nog frequent overstroomt. Er treedt daarnaast een gevarieerde bosontwikkeling op. De gebruikte methodiek volgt de gestand-



FIGUUR 1
Bosgemeenschappen in Hochter Bampd en aanduiding van de kernvlakte.

- wilgstruweel (*Sal. triandrae*)
- schietwilgbos (*Sal. albo-fragilis*)
- elzen-schietwilgbos
- essen-iepenbos (*Ulmox-fraxinetum*)
- elzenrijk essen-iepenbos
- waterplas

aardiseerde methode voor bosstructuuranalyse van KOOP, uitgewerkt in de SILVISTAR-programmatuur (KOOP 1989).

In het Wissenbos werd een kernvlakte afgebakend van 100 m lang en 50 m breed. (figuur 1) Binnen deze kernvlakte werd van alle bomen (zo'n 1200 in totaal) de coördinaten van stam en kruin genoteerd. Aan de hand van deze gegevens kan een driedimensionaal beeld gecreëerd worden van het onderzochte bos en kan een goed beeld gegeven worden van de structuur en soortensamenstelling van het bos (figuur 2). Binnen de kernvlakte gebeurde een gedetailleerde opname van kruidlaag, verjonging en begrazingseffecten. Het kernvlak werd in acht eenheden opgesplitst. Voor de vegetatieopname werden in elk van de acht delen 2 vierkanten van 5 bij 5 m bepaald. Binnen deze plots werden een aantal waarnemingen gedaan: de onderbegroeiing werd genoteerd, er werd gekeken naar de verjonging van de



FOTO 1
Het oude schietwilggenbos met Reuzenbalsemien in de ondergroei (foto: Kris van Looy).

TABEL I

Een overzicht van de overstromingskarakteristiek binnen de kernvlakte.

Boseenheid	Ouderdom	Hoogte	Overstromingsduur	Overstromingsfrequentie	Overstromingskans in vegetatie seizoen
0 - 20 m	14 jaar	42,0 - 41,8	5 dagen	1 / jaar	1 / 5 jaar
20 - 60 m	22 jaar	41,7 - 41,5	12 dagen	1 / jaar	1 / 3 jaar
60 - 100 m	35 jaar	41,5 - 40,7	18 dagen	2 / jaar	1 / 2 jaar (oud schietwilgbos) 1 / 1 jaar (balsemienstuk)

boomsoorten en de dichtheid van het kroondek en de totale bedekkingsgraad van d plots.

DEELGEBIEDEN BINNEN HET KERVLAK

Voor de goede beschrijving van het Wissenbos werd het kernvlak in 3 deelgebieden opgedeeld. Deze opdeling gebeurde op basis van het onderscheid in ouderdom van de ver-

schillende stukken. Dit was noodzakelijk om uitspraken te kunnen doen over de relatie tussen de bosstructuur en standplaatskenmerken zoals overstromingsfrequentie (hydrodynamiek), bodemkenmerken en het effect van de grazers. De onderscheiden deelgebieden zijn duidelijk af te lezen uit een doorsnede van de kernvlakte (figuur 3).

VAN 0 TOT 20 M

Hier is een zeer dicht stakenbos aanwezig. De leeftijd van de bomen in de bovenetage

bedraagt 14 jaar. De wilgen kiemden als pioniers op een pas afgewerkt stuk van de aanvulling van de grindplas. Dezelfde historiek kennen ook de overige stukken van het bos, ze vestigden volgens de afwerking van de grote grindplas. Deze zone benoemen we binnen de gangbare nomenclatuur als een esserijk **wilgenstruweel** (*Salicion triandrae viminalis*). Voor de nomenclatuur verwijzen we naar VAN LOOY & PETERS, elders in dit nummer.

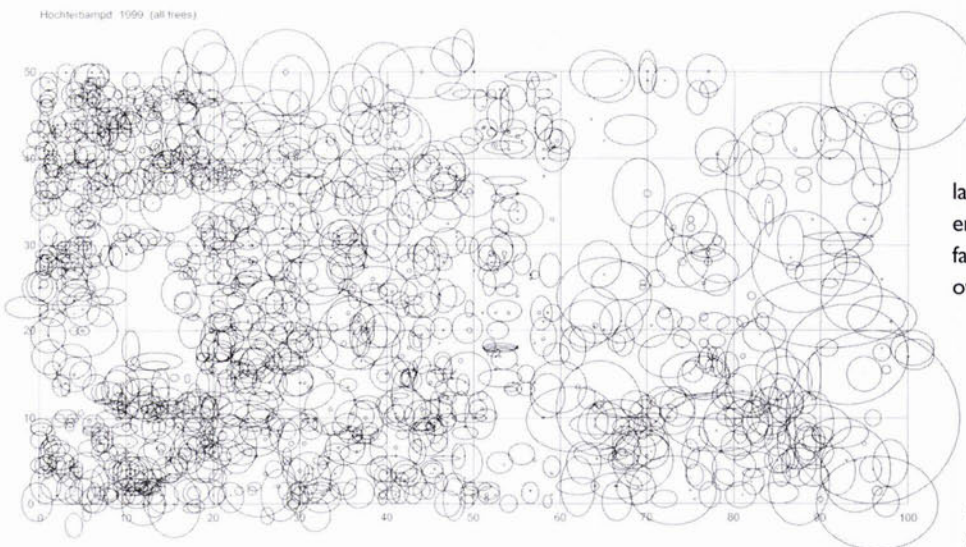
VAN 20 TOT 60 M

Deze zone is zo'n 8 jaar ouder dan de eerste. De Schietwilg domineert hier en deze strook behoort tot het **schietwilgen-oobos** (*Salicetum albo-fragilis*).

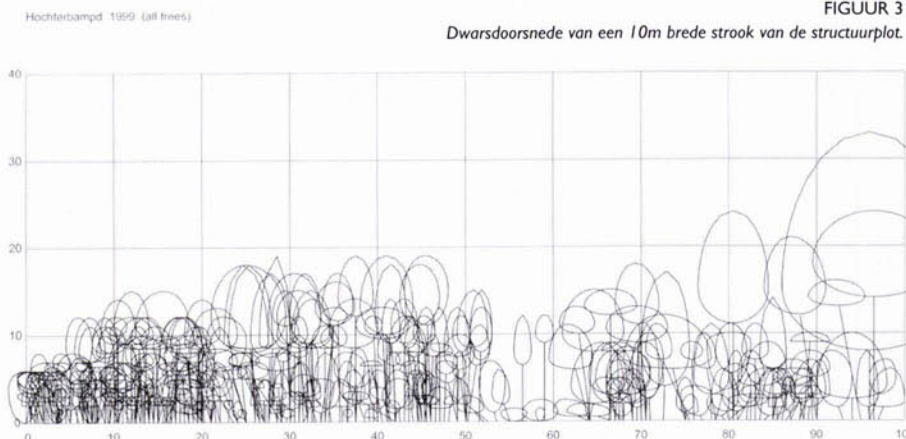
VAN 60 TOT 100 M

Dit is het oudste stuk van de kernvlakte; de leeftijd schommelt hier tussen de 30 en 35 jaar. Hier gaat een laaggelegen **schietwilgen-oobos** over in een hoger gelegen elzenrijk **essen-iepen-oobos** (*Fraxino-Ulmetum-alnetosum*).

FIGUUR 2
Overzicht bosstructuur opname kernvlakte.



FIGUUR 3
Dwarsdoorsnede van een 10m brede strook van de structuurplot.



OVERSTROMINGSEFFECT

Omdat de overstromingen een zeer belangrijke invloed hebben op de samenstelling en structuur van oobos, bekijken we eerst dit facet van naderbij. We bekijken aspecten als overstromingsduur, overstromingsfrequentie en of de overstromingen al dan niet in het vegetatie seizoen plaatsvinden (tabel I).

Voor de samenstelling van de bosgemeenschappen is vooral de overstroming tijdens het groeiseizoen een belangrijke factor. In het grootste deel van de kernvlakte ontwikkelt het pionierbos zich naar een hardhoutoobos. De bijmenging van overstromingsgevoelige soorten zoals Gewone es, Zomereik, Gewone esdoorn en Eénstijlige meidoorn ontbreekt enkel in de zone die elk voorjaar nog een periode onder water staat.

BRANDNETELS

Ook op de vegetatie in de kruidlaag heeft de overstromingsinvloed een groot effect. Omwille van de mogelijke invloed op verjonging, werd de aanwezigheid van ruigtekruiden en in het bijzonder de brandnetelbedekking in relatie tot kroonsluiting en overstromingsduur bekeken (figuur 4).

De overstroming in het vegetatie seizoen verklaart het verminderen van de brandnetelbedekking in het laagstgelegen deel (8). In het Essen-lepenbos verklaart het dichte kroondek het ontbreken van Grote brandnetel. Vooral in het ingestuikte stuk van het Schietwilgenbos zijn de omstandigheden voor de brandnetels optimaal. Er is een grote voedselrijkdom door de frequente overstroming, geen overstroming in het groeiseizoen en voldoende licht.

VERJONGING EN ONTWIKKELING VAN BOSGEMEENSCHAPPEN

Kieming en vestiging van boomsoorten wordt beïnvloed door factoren als overstroming, dichtheid van de kruidlaag, grondwater en begrazing. Belangrijk is echter de vaststelling dat dit een periodiek proces is, dat alleen in bepaalde jaren optreedt en gestuurd wordt door de in de tijd variabele overstromingspatronen.

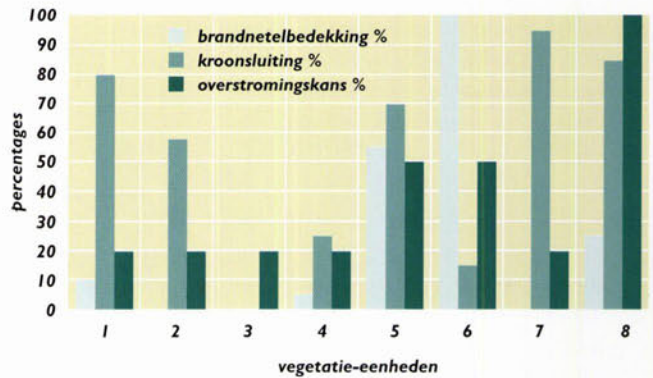
De problematische situatie van bosverjonging in rivierbossen wordt algemeen toegeschreven aan een antropogeen verstoorde rivierdynamiek (SIEBEL 1998). De argumentatie dat een onregelmatig overstromingspatroon verjonging tegenhoudt klopt echter slechts ten dele. Het belemmert inderdaad een continue verjonging. Zoals in vele bostypes het geval is, zal echter in het rivierbos op geregelde tijdstippen (met tussenperiodes van 3 – 5 - 15 of zelfs 50 jaar) een gunstige situatie voor verjonging ontstaan, juist bevorderd door het uitzonderlijke overstromingspatroon (BROWN 1997), waardoor het bos periodieke vestigings- en verjongingsgolven kent. Zo ontstonden in het Wissenbos de duidelijke leeftijdsgroepen (zoals in de meeste pionierbostypes te zien is).

Voor rivierbossen in referentiesystemen zoals de Rijn, de Loire en de Allier (DISTER e.a. 1989, CARBIENER e.a. 1990, SCHNITZLER 1997, TRÉMOLIÈRES e.a. 1998), is zowel een situatie met continue verjonging, die door SIEBEL als streefbeeld voor ooibos wordt aangegeven, als het bostype van Hochter Bampd dat schoksgewijs verjongt, aanwezig.

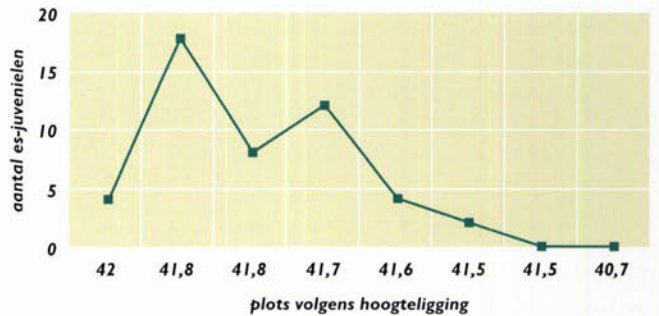
VERJONGING VAN GEWONE ES

De studie uitgevoerd in 1994 door VILMAR DIJKSTRA en HENK SIEBEL, naar de verjonging van Gewone es in het gebied, werd binnen de

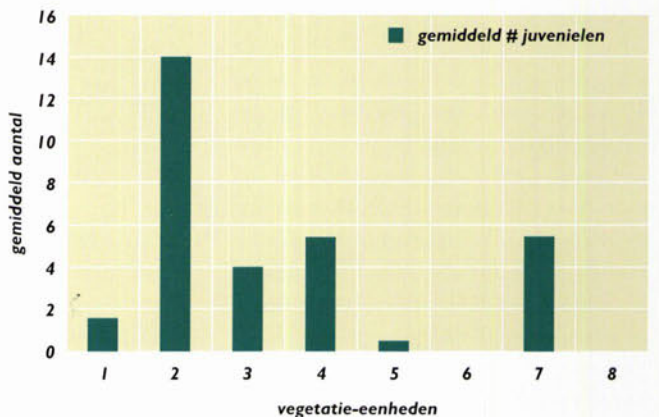
FIGUUR 4
Brandnetelbedekking, kroonsluiting en overstromingskans per eenheid van het kernvlak.



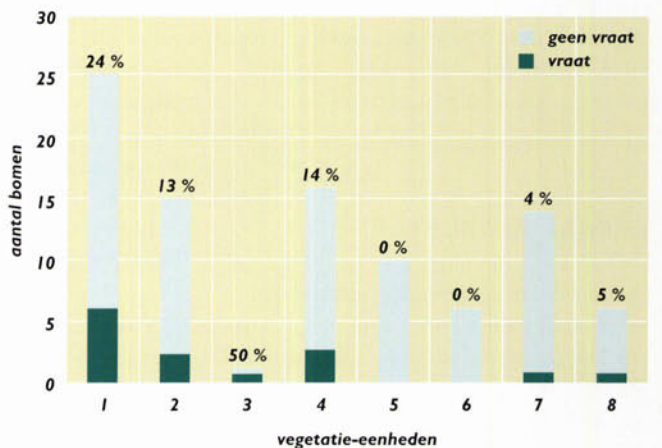
FIGUUR 5
Het aantal Gewone es-juvenielen per are per plot.



FIGUUR 6
Het gemiddeld aantal juvenielen per plot in de vegetatie-eenheden.



FIGUUR 7
Het aandeel vraat (%) per plot in de verschillende vegetatie-eenheden.



structuurplot herhaald. De dichtheid aan verjonging werd opgenomen. Deze kwam mooi overeen in aantallen en ruimtelijke spreiding in het bos. De verschillen volgens hoogteligging en invloed van kruidlaagbedekking gaven

hetzelfde beeld te zien. Dit betekent dat het gebied nog steeds een uitzonderlijke verjonging aan hardhoutsoorten (niet enkel de Gewone es, maar ook meidoorns en eik) kent. De belangrijkste invloedsfactor die HENK SIE-

BEL aangeeft voor de verjonging in oobos (SIEBEL & BOUWMA 1998), namelijk de ruigtekruidenontwikkeling, blijkt uit dit onderzoek minder essentieel dan de rivierdynamiek zelf.

Laten we de verjonging van Gewone es eens in detail bekijken. De verjonging van de Gewone es is in Hochtter Bampd immers een opmerkelijk fenomeen. Waar de ontwikkeling van het hardhoutoobos in overstromingsgebieden in Vlaanderen en Nederland zeer traag is of zelfs volledig ontbreekt, zien we in Hochtter Bampd een ontzettend snelle bosontwikkeling met een zeer groot aandeel es-verjonging. Essen worden tot de hardhoutsoorten gerekend en de aanwezigheid van jonge essen in een zachthoutpionierbos geeft aan dat het oobos stilaan overgaat in een hardhoutoobos.

De grafiek die wij verkregen (figuur 5) komt perfect overeen met de situatie in 1994 (DIJKSTRA 1995) De verjonging van es stelt toch wel wat eisen aan het gebied. Vooral de hoogteligging is voor de uitbreiding van Gewone es zeer belangrijk. Volgens DIJKSTRA kiemt de Gewone es overall, maar de sterfte van kiemlingen op de lagere delen is hoger vanwege de langere en frequentere overstromingen. Op het hoge gedeelte van de kernvlakte bevindt de grondwatertafel zich daarentegen te diep, zodat ook hier minder kiemlingen kunnen uitgroeien tot volwassen bomen. Vandaar de duidelijke relatie tussen de es-verjonging en de hoogteligging.

Ook de aantallen essen en es-verjonging in het jonge en oude wilgenbos komen nog goed overeen met de gegevens uit 1994. Hieruit kunnen we besluiten dat de begrazing, die in 1994 is begonnen, weinig of geen invloed heeft op de verjonging en de door-groei van es naar de bovenetage.

BEGRAZINGSBEHEER

Het verwachte en vaak aangehaalde negatieve effect van grazers op bosverjonging, valt op Hochtter Bampd dus wel mee. In de meest begraasde stukken treffen we namelijk het grootste aandeel verjonging aan (figuur 6 en 7), is er de beste structuurverdeling over de verschillende lagen aanwezig en komt een goede doorgroei van gevoelige (door de grazers felbegeerde) soorten zoals Gewone es en Zomereik voor. Het onderzoek naar de verjonging van Gewone es toonde dit reeds aan.



FOTO 2

In het laagste deel van het Wissenbos ontwikkelt zich een elzenrijk wilgenbos (foto: Kris van Looy).

Het soms hoge aandeel aan dood hout heeft meestal niets te maken met de begrazing. Hoewel de grazers een boompje soms lelijk toetakelen is dit meestal niet dodelijk voor de plant. In zone I is vooral de hoge dichtheid en de sterke concurrentie om licht en voedsel de reden voor de aftakeling van bomen. In de oudere delen is het vooral een gebrek aan licht, maar nu omwille van de soms zeer grote Schietwilgen die het gebied domineren en bijna geen andere soorten toelaten onder hun dichte kruinen. Een deel van de kernvlakte bestaat ook reeds uit ingestuikt wilgenbos. In dit deel komen de grazers helemaal niet, aangezien het gebied volledig afgesloten ligt door omgevallen bomen. Zo ontstaat reeds zeer snel een natuurlijke variatie tussen zones met sterke en zwakke invloed van de begrazing.

Het belangrijkste argument vóór de inschakeling van begrazing in bos is de structuurdiversiteit die door de grazers versterkt wordt. De open plek binnen de kernvlakte is gemaakt door de grazers en ze houden deze ook open. Vooral in de jonge fase van de bosontwikkeling zullen de grazers dus bijdragen

in het ontstaan van diversiteit in de structuur van het oobos. Deze diversiteit zal evenwel doorheen de hele bosontwikkeling blijven doorwerken.

PROGNOSES GRENSMAASPROJECT

OVERSTROMINGSFREQUENTIE EN -DUUR

Wat de geplande ingrepen in het gebied betreft, was de oorspronkelijke bedoeling om in Hochtter Bampd een nevengeul te maken die permanent meestroomde. Aangezien er al een grote plas aanwezig is, zou men alleen maar op twee plaatsen de dam hoeven te verlagen. Dit plan moest al snel opgegeven worden, omdat bij het bestuderen van de randvoorwaarden (maximale dieptes en ondergrondse lagen) en ecologische doelstellingen bleek dat dit niet de ideale oplossing zou zijn. Daarom werd besloten om de plas in te richten als een hoogwatergeul. Dit is een geul die pas met de Maas mee begint te stromen vanaf een bepaalde hoge waterstand; in dit geval

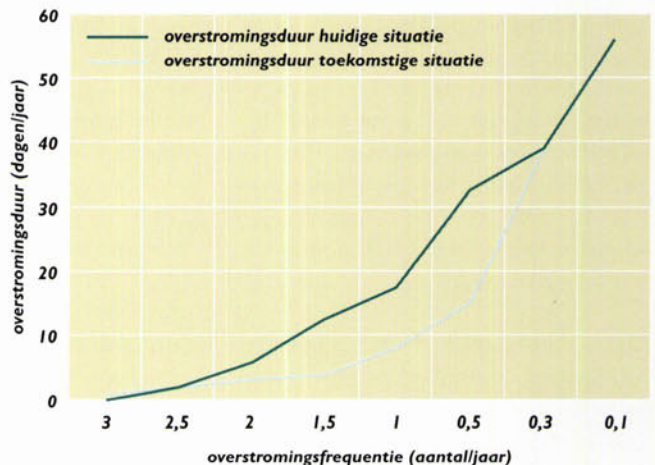
vanaf een debiet van 350 m³/s. De uitstroomopening stroomafwaarts werd zo bepaald dat de plas nooit helemaal droog valt.

De belangrijkste ingreep in Hochter Bampd zal het verlagen van de zomerdijk worden. Die dam zorgt nu nog voor een ongunstig overstromingspatroon met overdadige slibafzettingen als gevolg. Niet alleen de aftakking in het zuiden en de uitstroomopening in het noorden, maar een groot stuk van de dam zal verlaagd worden tot een niveau van ongeveer 40 m TAW. Aangezien onze structuurplot loopt van 40,7 tot 42 m TAW, zal de ontwatering van het gebied na een hoogwater vlotter verlopen. Hierdoor zal er alleen nog slibafzetting optreden in lokale depressies.

Bij het verlagen van de oever zal de schommeling van het waterpeil en de dur van overstromingen nauwer aansluiten bij deze in de rivier zelf. Figuur 8 beschrijft de verandering in overstromingskarakteristieken (overstromingsfrequentie en -duur) in het lagere deel van de plot bij uitvoering van het Grensmaas-project. Bij lage waterafvoeren zal er weinig of geen verschil te merken zijn met de huidige situatie. Bij hogere debieten zal, dankzij de verbreding van de Maas, de waterstand dalen. Toch zal deze daling in de waterstand weinig of geen invloed hebben op de overstromingsfrequentie van het Wissenbos. Zonder de afgravingen zou de daling inderdaad zorgen voor minder en kortere overstromingen. De verlaging van de zomerdijk zorgt er echter voor dat het gebied vlotter en dus sneller kan overstroomen. De combinatie van deze effecten geeft volgens de huidige berekeningen (verhanglijnen Ruw Ontwerp) een status quo voor de overstromingsfrequentie ter hoogte van het Wissenbos. De overstromingsduur daarentegen zal wel degelijk veranderen.

Figuur 8 geeft deze verandering van de overstromingsduur in het lagere gedeelte van de kernvlakte weer in relatie met de overstromingsfrequenties. Het belangrijkste effect naar de bosontwikkeling is dat in de middenzone van overstromingsfrequenties (hoogwaterpieken van zo'n 1000-1500m³/s, met ongeveer een jaarlijkse frequentie) de overstromingsduur sterk zal afnemen, aangezien het gebied ook vlotter zal ontwateren. Dit heeft directe gevolgen voor de sedimentatie en erosie in het gebied, evenals voor de ontwikkeling van het bos, zowel voor wat betreft de vestiging en groeikansen van houtige soorten als van kruidachtigen.

FIGUUR 8
Huidige en voorspelde relatie tussen de overstromingsduur en -frequentie voor het lagere deel van de kernvlakte.



We zien dus een duidelijke verkorting van de overstromingsduur. Zo zal, op plaatsen waar er bijvoorbeeld twee keer per jaar een overstroming plaatsvindt, de duur verkorten van 6 of 7 dagen op dit moment naar slechts 2 of 3 dagen. Alleen op de hoogste en laagste delen zal er weinig of geen verandering qua overstromingsduur te verwachten zijn.

VERSCHUIVING BOSGEMEENSCHAPPEN

De tolerantie van bosgemeenschappen ten aanzien van overstromingen, werd door DISTER beschreven voor de middenlooptrajecten van de Rijn en de Allier (tabel II). De onderscheiden bostypes in het Wissenbos, komen niet volledig overeen met de indeling van Dister. Dit is begrijpelijk aangezien de beschreven bosenheden in Hochter Bampd ontwikkelingsstadia vormen van de alluviale bosgemeenschappen die Dister onderscheidt.

Het Schietwilgen-ooibos bestaat momenteel uit een zuivere ontwikkeling van het Salicetum albo-fragilis. Toch zien we een evolutie naar verschillende andere types in functie van de hoogteligging. Een groot deel van het laaggelegen wilgenbos ontwikkelt zich momenteel tot een Elzenbroekbos. In de hogere randen van het bos komt een Elzen-

rijk essen-iepenbos in ontwikkeling voor. Nog hoger vinden we de typische vorm van Essen-iepenbos. Het esserijk Wilgenstruweel is eveneens een ontwikkelingsstadium van een Essen-iepenbos, overeenkomend met de overstromingsduurklasse die Dister aangeeft. Het Elzenrijk essen-iepenbos treffen we in smalle stroken aan met een overgang van Elzenrijk essen-iepenbos op de lagere delen en hoger de droge Essen-iepenbosontwikkeling.

De huidige situatie in het lagere deel van het Wissenbos, is een mengvorm van zachthoutpionierbos en moerasbos. We hebben dit Elzenrijk wilgenbos genoemd. Voor de soorten van een moerasbos (Alnetum) is het gebied overwegend te dynamisch, voor de typische zachthoutbossoorten staat de bodem dan weer net te lang onder water en is de slibafzetting een probleem. Van deze gestoorde, voedselrijke situatie profiteren verstoringssoorten zoals Grote brandnetel (Urtica dioica) en Reuzenbalsemien (Impatiens glandulifera).

De ontwikkelingen van verschillende bostypes zullen in de toekomst duidelijker uitgesplitst worden, met accentuering van de variatie aan sedimentatie en overstromingsduur. Bij de uitvoering van het Grensmaas-

TABEL II
Overzicht van bostypes en overstromingsduur volgens DISTER, 1980.

Bostype	Overstromingsduur (dagen/jaar)	
Alnetum glutinosae	Elzenbroekbos	150-250
Salicetum albo-fragilis	Schietwilgenbos	110-190
Fraxino-Ulmetum alnetosum	Elzenrijk essen-iepenbos	50-90
Fraxino-Ulmetum impatiensosum	Essen-iepenbos met Impatiens glandulifera	20-50
Fraxino-Ulmetum typicum	Typische essen-iepenbos	3-14

project zal het onderscheid tussen moerasbos en zachthoutbos duidelijker naar voren kunnen treden. Ruimtelijk zal er een sterkere differentiatie ontstaan: grotere oppervlaktes met hardhout- en zachthoutoobos zullen ontstaan, terwijl het momenteel aanwezige moerasbostype zal teruggedrongen worden tot beperkte zones langs de te vormen hoogwatergeul.

Dit komt beter overeen met het beeld van rivierbosontwikkeling langs grindige middenlooprivieren dat we als streefbeeld voor het Grensmaasproject hadden gesteld. Dat er mogelijk, door de uitvoering van het project, een aantal soorten zullen verdwijnen van hun huidige voorkomen (bv. moerassoorten in de zones die dynamischer worden), of bomen zullen afsterven (elzen in de dynamischer zones), moeten we zien als een overgang van de huidige suboptimale situatie naar een eindtoestand die het streefbeeld van rivierbosontwikkeling moet benaderen.

We kunnen dus vanuit deze gebiedsprognoses besluiten dat met de uitvoering van het Grensmaasproject het hardhoutoobos verder zal ontwikkelen en zelfs zal uitbreiden. De elzenrijke wilgenbosontwikkeling langs de plas zal waarschijnlijk grotendeels terug in samenstelling verschuiven naar een dynamisch zachthoutoobos op basis van wilgen. De moerasontwikkeling kan enkel voortgaan in de lagere delen langs de grote plas, waar momenteel ook reeds depressies aanwezig zijn met moerasontwikkeling.

CONCLUSIE

Het onderzoek van de bosstructuur van het Wissenbos van Hochter Bampd geeft een duidelijk beeld van de ontwikkeling van een rijk geschakeerd oobos, waar de structuurdiversiteit en de verjonging duidelijk in relatie staan met de aanwezige overstromingskarakteristieken. Uit het onderzoek komt ook naar voor dat het begrazingsbeheer geen

negatief effect heeft op de verjonging en ontwikkeling van hardhoutoobos vanuit het aanwezige wilgenpionierbos. De begrazing heeft eerder een positief effect op de structuurvariatie binnen het bos.

De verlaging van de zomerdijk langs de Maas zoals in het Grensmaasproject voorzien, zal vooral de overstromingsduur wijzigen in het Wissenbos. Vooral bij middelhoge waterpieken (1000 - 1500 m³/s) is dit effect zeer uitgesproken. Door de waterstands daling zullen de hoger gelegen delen van het winterbed iets minder frequent overstromen. Het areaal hardhoutbos zal nog iets toenemen. Het effect van de rivierdynamiek in de lagere delen zal daarentegen sterk vergroten. De moerasbosontwikkeling wordt teruggedrongen tot zones op enige afstand van de rivier.

Voor het bos in Hochter Bampd is er dus een veelzijdig effect te verwachten, waarbij de effectieve gevolgen op bos- en kruidlaagontwikkeling nog moeilijk te voorspellen zijn. De aangegeven veranderingen in overstromingskarakteristiek zorgen alleszins wel voor een sterkere differentiatie van de bosontwikkelingen, overeenkomend met de geschetste ontwikkelingen langs de grindrivieren.

SUMMARY

STRUCTURE AND DEVELOPMENT OF THE FLOODPLAIN FOREST OF HOCHTER BAMPD

The analysis of the forest structure in the developing floodplain forest of Hochter Bampd aimed at indicating the relationships between the forest structure and species composition on one hand and the river dynamics and management on the other hand. A detailed survey on recruitment and grazing effect resulted in a positive evaluation of the development of the diversity in structure and composition of the floodplain forest. A prospection on the impact of the planned nature development programme, showed a differentiation in the forest types

and a areal growth for the river forest communities. The overall conclusion for the Common Meuse restoration programme, is that there's high potential for floodplain forest recovery.

LITERATUUR

- BROWN, A.G., 1997. Biogeomorphology and diversity in multiple-channel river systems. *Global Ecology and Biogeography Letters* 6: 179-185.
- BROWN, A.G.; D. HARPER & G.F. PETERKEN, 1997. European floodplain forests: structure, functioning and management. *Global Ecology and Biogeography Letters* 6: 169-178.
- CARBIENER, R. & A. SCHNITZLER, 1990. Evolution of major pattern models and processes of alluvial forest of the Rhine in the rift valley (France/Germany). *Vegetatio* 88: 115-129.
- DIJKSTRA, V.A.A., 1995. De vestiging van Gewone es (*Fraxinus excelsior*) in een zachthoutoobos langs de Grensmaas. Vakgroep bosbouw Landbouww Universiteit Wageningen, i.s.m. Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO). Wageningen.
- DISTER, E., 1980. Bemerkungen zur ökologie und soziologische Stellung der Auenwälder am nördlichen Oberrhein (Hessische Rheinaue). *Colloques phytosociologiques IX; les forêts alluviales*. Strasbourg 1980: 343-363.
- DISTER, E.; P. OBRDLIK; E. SCHNEIDER & E. WENGER, 1989. Zur ökologie und Gefährdung der Loire-Auen. *Natur und Landschaft* 64 (3): 95-99.
- KISTENEICH, S., 1993. Die auenbegleitenden Scharzerlen- und Stieleichen-Hainbuchenwälder des Bergischen Landes. *Dissertationes botanicae*, band 209. J. Cramer, Berlin Stuttgart.
- KOOP, H., 1989. Forest dynamics, SILVI-STAR: a comprehensive monitoring system, Springer Berlin Heidelberg New York.
- OBERDORFER, E., 1992. *Süddeutsche Pflanzengesellschaften*. Teil IV: Wälder und Gebüsch. G. Fischer Verlag Jena.
- PAUTOU, G. & J. WUILLOT, 1989. La diversité spatiale des forêts alluviales dans les îles du Haut-Rhône Français. *Bull. Ecol.* 20 (3): 211-230.
- SIEBEL, H.N., 1998. Floodplain forest restoration. Tree seedling establishment and tall herb interference in relation to flooding and shading. *IBN Scientific Contributions* 9, Wageningen.
- SIEBEL, H.N. & I.M. BOUWMA, 1998. The occurrence of herbs and woody juveniles in a hardwood floodplain forest in relation to flooding and light. *Journal of Vegetation Science* 9: 623-630.
- SCHNITZLER, A., 1997. River dynamics as a forest process: interaction between fluvial systems and alluvial forests in large European river plains. *The Botanical Review* 63(1): 40-64.
- TRÉMOLIÈRES, M.; J.-M. SÁNCHEZ-PÉREZ; A. SCHNITZLER & D. SCHMITT, 1998. Impact of river management history on the community structure, species composition and nutrient status in the Rhine alluvial hardwood forest. *Plant Ecology* 135: 59-78.