

## Onderzoeksmethoden geïntegreerd bosbeheer



# **Onderzoeksmethoden geïntegreerd bosbeheer**

**Methoden voor het bepalen van de consequenties van beheersbeslissingen**

**J.K. van Raffe**

**K. Kramer**

**A.F.M. Olsthoorn**

**A. Oosterbaan**

**Alterra-rapport 1106**

**Alterra, Wageningen, 2004**

## REFERAAT

Raffe, J.K. van, K. Kramer, A.F.M. Olsthoorn & A. Oosterbaan, 2004. *Onderzoeksmethoden geïntegreerd bosbeheer; Methoden voor het bepalen van de consequenties van beheersbeslissingen* Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1106. 48 blz. 3 fig.; 2 tab.; 22 ref.

Om beheersbeslissingen te kunnen nemen, hebben beheerders inzicht nodig in de gevolgen van hun keuzen. Het betreft hier de gevolgen voor het terrein en de functievervulling en de financiële consequenties. De benodigde kennis komt deels uit onderzoek dat Alterra verricht. Om in de toekomst beter in staat te zijn dit onderzoek uit te voeren, wordt in dit rapport een overzicht gegeven van de methoden die Alterra daarbij kan gebruiken en wordt aangegeven wat de voor- en nadelen van deze methoden zijn.

Trefwoorden: geïntegreerd bosbeheer, onderzoek, onderzoeksmethoden, maatregelen, terreinkenmerken, functies, functievervulling, kosten en opbrengsten

ISSN 1566-7197

Dit rapport kunt u bestellen door €18,- over te maken op banknummer 36 70 54 612 ten name van Alterra, Wageningen, onder vermelding van Alterra-rapport 1106. Dit bedrag is inclusief BTW en verzendkosten.

© 2004 Alterra

Postbus 47; 6700 AA Wageningen; Nederland

Tel.: (0317) 474700; fax: (0317) 419000; e-mail: [info.alterra@wur.nl](mailto:info.alterra@wur.nl)

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

Alterra aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

# Inhoud

Woord vooraf	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	13
1.1 Aanleiding	13
1.2 Doel	13
1.3 Onderzoek naar variabele dunning	13
1.4 Werkwijze en leeswijzer	14
2 Consequenties van maatregelen	15
3 Methoden	21
3.1 Terreinkenmerken	21
3.1.1 Literatuurstudie	21
3.1.2 Experimenten in proefvelden	23
3.1.3 Eenmalige en herhaalde veldmetingen	25
3.1.4 Modellen	27
3.1.5 Expert judgement	29
3.2 Financiën	30
3.2.1 Bestaande kostennormen	31
3.2.2 Zelf normen verzamelen	32
3.3 Functievervulling	34
3.3.1 Houtproductie	34
3.3.2 Natuur	36
3.3.3 Recreatie	37
4 Conclusies	39
Literatuur	43
Bijlage 1 Functies, motieven, productdoelen, enz.	47



## Woord vooraf

In het kader van LNV-programma 381 wordt onderzoek uitgevoerd naar geïntegreerd bosbeheer. Het onderzoeksproject Geïntegreerd bosbeheer bevat een groot aantal deelonderzoeken. Eén daarvan is het onderzoek 'Onderzoeksmethoden' geweest. Binnen dit project is verkend over welke methoden Alterra beschikt om de consequenties van beheerskeuzen in beeld te brengen. In dit rapport staan de resultaten van deze verkenning. Met dit rapport moet het in de toekomst beter mogelijk maken de juiste methode of combinatie van methoden te selecteren voor het onderzoek waarin bepaalde beheerskeuzen of beheersstrategieën moeten worden beoordeeld.

Jaap van Raffe, Koen Kramer, Ad Olsthoorn en Anne Oosterbaan





## Samenvatting

### *Inleiding*

Om beslissingen te kunnen nemen, hebben beheerders inzicht nodig in de consequenties van hun keuzen. Dit geldt zeker ook voor de beheerskeuzen. Dit zijn keuzen over een uit voeren maatregel of een serie van maatregelen (een beheersstrategie). Veel onderzoek is daarom gericht op het verkrijgen van informatie over de impact van een bepaalde maatregel en de impact van mogelijke alternatieven. Het gaat daarbij doorgaans om de consequenties op de wat langere termijn (20 - 100 jaar) - en het gaat om de gevolgen voor het bos (structuur e.d.), de functievervulling (doelen recreatie, natuur en houtproductie) en de financiële resultaten. Het onderzoek op dit vlak heeft tot nu toe nog niet altijd tot bevredigende resultaten geleid. Een belangrijke reden is dat niet altijd de meest geschikte methode werd gebruikt. Om in de toekomst in het kader van het project Geïntegreerd bosbeheer effectiever en doelmatiger onderzoek te kunnen doen, is dit verkennende onderzoek uitgevoerd. Het doel van dit onderzoek is:

Aangeven welke methoden beschikbaar zijn om de consequenties van beheerskeuzen te kunnen bepalen en van deze methoden de voor- en nadelen kort beschrijven.

Dit onderzoek is geen uitgebreide studie. Het is een inventarisatie van de methoden die Alterra beschikbaar heeft om de consequenties van beheerskeuzen inzichtelijk te maken.

### *Methoden om de gevolgen voor het terrein te bepalen*

Voor het bepalen van de impact van maatregelen op het terrein bestaan verschillende methoden. Deze zijn:

- literatuurstudie;
- experimenten;
- veldmetingen;
- modellen;
- expert judgement.

De betrouwbaarheid van goed uitgevoerde experimenten is hoog. Literatuurstudies, modelstudies en veldmetingen kunnen betrouwbare resultaten opleveren. Het hangt echter van de vraag af of dit het geval is. Voor sommige vragen is er bijv. te weinig geschikte literatuur of is het model niet (goed/voldoende) geparametriseerd. De betrouwbaarheid van veldmetingen wordt beperkt doordat het vaak lastig is precies te achterhalen welke maatregelen er in het verleden zijn uitgevoerd. Effecten die pas na wat langere tijd of na meerdere ingrepen optreden, zijn daardoor niet goed te bepalen. De betrouwbaarheid van expert judgement is niet heel erg hoog, omdat het meningen betreft.

Experimenten en expert judgement kunnen in principe gebruikt worden voor het beantwoorden van alle vragen. Modellen zouden in principe voor veel (alle) vragen

gebruikt kunnen worden. Het beschikbare model voor bosontwikkeling (ForGEM) is echter nog in ontwikkeling. In de nabije toekomst zal het een waardevol instrument blijken voor onderzoekers en voor een aantal situaties is het dat nu al.

De tijdsduur dat resultaten beschikbaar komen is bij de meeste methoden relatief kort. Binnen enkele weken tot enkele maanden kan een antwoord worden gegeven op een vraag. Veldmetingen kunnen soms vertraging oplopen, omdat in bepaalde perioden van het jaar geen metingen kunnen worden uitgevoerd (bijv. in de winter als de ondergroei (deels) is verdwenen). Experimenten duren doorgaans erg lang. Om de consequenties van een beheersstrategie te kunnen testen, is veel tijd nodig.

De kosten van literatuurstudie en expert judgement zijn relatief laag. Dit geldt ook voor modellen als ze voor de vraagstelling zijn geparаметriseerd. Is dat niet het geval dan zullen veldmetingen nodig zijn om dat te doen, wat hoge kosten met zich mee brengt. Veldmetingen zijn arbeidsintensief en kosten daarom relatief veel geld. Voor experimenten geldt min of meer hetzelfde en bovendien duren ze vaak lang en moet er meerdere malen worden gemeten.

### ***Methoden om de financiële consequenties te bepalen***

De financiële consequenties van beheer kunnen worden gebaseerd op basis van normen. Dit kunnen bestaande normen zijn of normen die voor een specifieke vraag zijn verzameld. Voor wat betreft de kosten, ligt een keuze voor het gebruik van bestaande normen voor de hand. Bestaan deze niet, dan is het noodzakelijk nieuwe normen op te stellen. Voor kostennormen levert het uitvoeren van tijdstudies de meest objectieve normen op. Ervaringscijfers van aannemers en nacalculatiegegevens geven een beeld van de markt en niet van de bedrijfseconomische kosten van een maatregel. De opbrengsten van een scenario kunnen worden berekend op basis van de prijs van een bepaald product. Alterra beschikt over een aantal indicatieve productprijzen. Als deze niet voldoen, dan zullen nieuwe normen (prijzen) moeten worden opgevraagd bij beheerders of aannemers.

### ***Methoden om de functievervulling te bepalen***

Het bepalen van de functievervulling is lastig. Een probleem is om aan te geven wat precies onder functievervulling verstaan wordt. Eigenlijk kan alleen de beheerder zelf vertellen welke functiedoelen hij nastreeft. Als duidelijk is wat verstaan wordt onder functievervulling is nog wel een probleem om aan te geven welke indicatoren relevant zijn om vast te stellen in welke mate een functie wordt vervuld. Dit geldt in iets sterkere mate voor de functie natuur, maar toch ook voor de functies recreatie en houtproductie.

Voor de houtproductie kan voor wat betreft de functievervulling gekeken worden hoeveel hout een beheersscenario oplevert. Dit is een goede methode als op een wat langere termijn wordt gekeken. Voor een korte-termijnstudie is het geen goede methode, omdat niet goed rekening wordt gehouden met de gevolgen op de wat langere termijn. In dat geval zou gekeken kunnen worden naar opstandskennmerken die de productie beïnvloeden (die een indicatie kunnen zijn voor de toekomstige houtproductie). Het bepalen van de sortimenten die geoogst kunnen worden, blijkt in de praktijk niet eenvoudig en zeker niet eenduidig. Welke sortimenten daadwerkelijk worden geoogst, hangt sterk af van de vraag van de industrie. In plaats van naar de hoeveelheid hout te kijken, kan eventueel ook worden gekeken naar de financiële

opbrengsten. Eigenlijk wordt dan niet naar de vervulling van de houtproductiefunctie gekeken, maar naar de financiële doelstelling m.b.t. hout.

Over een goede indicator voor de functievervulling natuur kan heel lang worden gediscussieerd. Een mogelijke indicator is biodiversiteit, maar hoe moet biodiversiteit worden gedefinieerd? Een optie is om inzichtelijk te maken welke soorten (planten en/of dieren) beheer kan opleveren. Het beheer leidt dan tot een bepaald bos met specifieke kenmerken en de vraag is dan voor welke soorten het terrein geschikt is. Dit kan worden bepaald d.m.v. literatuurstudie, eenmalige en/of herhaalde veldopnamen, modellen en expert judgement.

Als over het vervullen van de functie recreatie wordt gepraat, dan gaat het in het kader van deze methodenstudie vooral om de beleving. Het bepalen van de belevingswaarde van een stuk bos blijkt niet eenvoudig. Veel factoren beïnvloeden de beleving. Naast lokale terreinkenmerken (dik hout, boomsoorten, diameterverdeling e.d.) spelen ook omgevingsfactoren een rol. Er zijn twee methoden om de beleving in te schatten: op basis van het totale 'plaatje' (methode De Boer et al.) en op basis van individuele factoren. Vooral meer variatie zou tot een hogere waardering moeten leiden. In de praktijk is dit echter niet zo eenvoudig. Soms worden opstanden die monotoon zijn hoog gewaardeerd (beukenbos) en bossen met veel variatie laag.



# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding

Om beslissingen te kunnen nemen, hebben beheerders inzicht nodig in de consequenties van hun keuzen. Dit geldt zeker ook voor de beheerskeuzen. Dit zijn keuzen over een uit voeren maatregel of een serie van maatregelen (een beheersstrategie). Veel onderzoek is daarom gericht op het verkrijgen van informatie over de impact van een bepaalde maatregel en de impact van mogelijke alternatieven. Het gaat daarbij doorgaans om de consequenties op de wat langere termijn (20 - 100 jaar) - en het gaat om de gevolgen voor het bos (structuur e.d.), de functievervulling (doelen recreatie, natuur en houtproductie) en de financiële resultaten. Het onderzoek op dit vlak heeft tot nu toe nog niet altijd tot bevredigende resultaten geleid. Een belangrijke reden is dat niet altijd de meest geschikte methode werd gebruikt.

## 1.2 Doel

Om in de toekomst in het kader van het project Geïntegreerd bosbeheer effectiever en doelmatiger onderzoek te kunnen doen, is dit verkennende onderzoek uitgevoerd. Het doel van dit onderzoek is:

Aangeven welke methoden beschikbaar zijn om de consequenties van beheerskeuzen te kunnen bepalen en van deze methoden de voor- en nadelen kort beschrijven.

Dit onderzoek is geen uitgebreide studie. Het is een inventarisatie van de methoden die Alterra beschikbaar heeft om de consequenties van beheerskeuzen inzichtelijk te maken.

Om te laten zien hoe de informatie uit dit verslag kan worden gebruikt, wordt voor 1 specifiek probleem (een onderzoek naar variabele dunning) aangegeven of en hoe de verschillende methoden kunnen worden toegepast. In § 1.3 is over dat onderzoek meer te lezen.

## 1.3 Onderzoek naar variabele dunning

Variabel dunnen is een wijze van dunnen, waarbij binnen een opstand over het oppervlak niet gelijkmatig, maar gevarieerd wordt gedund. Het doel hiervan is om een gevarieerdere opstand te krijgen, zowel qua beeld (lichte, donkere gedeelten, met en zonder verjongingsgroepen) als natuurwaarde (boomsoorten, ondergroei, fauna e.d.). Dit betekent dat een (relatief) homogene opstand na een variabele dunning gedeelten heeft die ongedund zijn gebleven, gedeelten die licht zijn gedund en

gedeelten die sterk zijn gedund. Ook open plekken kunnen in de opstand voorkomen. Ten aanzien van variabele dunning zijn er nog tal van onduidelijkheden. De eerste is of variabele dunning qua kosten en doelrealisatie gunstiger uitvalt dan 'traditionele' dunningsvormen. Daarbij aansluitend is het de vraag hoe dan vanuit het oogpunt van kostendoelrealisatie variabele dunning uitgevoerd zou moeten worden. Het gaat dan vooral om vragen als: op welke schaal zou gevarieerd moeten worden, en hoe intensief moeten verschillende plekken gedund worden om effecten te zien.

In het kader van programma 381 (Functieervulling natuur, bos en landschap) zal onderzoek worden gedaan naar variabele dunning. Gekeken zal worden wat de kosteneffectiviteit is van verschillende varianten van variabele dunning t.o.v. 'reguliere' dunning. Zoals in de vorige paragraaf al is gezegd, wordt in dit rapport het onderzoek naar variabele dunning gebruikt als voorbeeld hoe je kunt komen tot een geschikte onderzoeksmethode voor een specifiek probleem op basis van de informatie die in dit rapport is samengebracht.

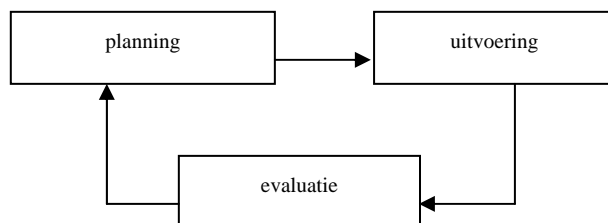
#### **1.4 Werkwijze en leeswijzer**

Allereerst is gekeken welke informatie een beheerder nodig heeft om beheerskeuzen te kunnen maken. De informatie daarover is beschreven in hoofdstuk 2. Vervolgens is aangegeven welke onderzoeksmethoden gebruikt kunnen worden om deze informatie te verkrijgen. De onderzoeksmethoden zijn onderscheiden op basis van de informatie die de methode kan opleveren en de daadwerkelijke methode. Elke methode wordt kort beschreven en bij elke methode wordt aangegeven wat de voor- en nadelen zijn (betrouwbaarheid, verwachte uitkomsten, randvoorwaarden e.d.). De informatie over de methoden is verkregen uit de literatuur en van onderzoekers die ervaringen hebben opgedaan met de methoden. De resultaten van deze verkenning is vastgelegd in hoofdstuk 3. In dit hoofdstuk is onderscheid gemaakt tussen de impact op het terrein, kosten en functieervulling. In hoofdstuk 4 staan tot slot de conclusies.

## 2 Consequenties van maatregelen

### *Planning en uitvoering*

Geïntegreerd bosbeheer is in de Onderzoeksvisie Geïntegreerd Bosbeheer (Raffe et al., 2003), die is opgesteld in het kader van het project geïntegreerd bosbeheer, gedefinieerd als een beheersvorm of -methode en niet een bedrijfsfilosofie. Door het zo te benoemen, wordt het mogelijk het begrip geïntegreerd bosbeheer te operationaliseren. Beheer is te zien als een rationeel en cyclisch bedrijfsproces. Een beheerder bedenkt eerst wat hij wil en hoe hij dat wil bereiken. Hij maakt een plan. Vervolgens wordt het plan uitgevoerd. En na afloop van de uitvoering worden het plan en de uitvoering geëvalueerd. Dit levert weer informatie op voor beslissingen over het daarna te voeren beheer. Zie ook Figuur 1.



Figuur 1. Een cyclisch bedrijfsvoeringsproces

### *Functies, productdoelen, terreindoelen, maatregelen en middelen*

In de planning bepaalt een beheerder wat hij wil bereiken en hoe hij dat wil doen. In dit proces zijn een aantal onderdelen te herkennen.

#### *Missie met functies*

Het proces begint met het bepalen van de missie. De missie is het algemene bedrijfsdoel. In deze missie staat wat de organisatie met haar bos wil bereiken. In dit 'eigenaarsdoel' geeft de eigenaar/beheerder<sup>1</sup> bijv. aan of hij geld wil verdienen met zijn bos (en soms ook hoeveel), of dat geld verdienen niet zo belangrijk is, maar dat het gaat om 'het algemene nut'. Daarnaast staat in de missie hoe dit eigenaarsdoel moet worden bereikt. Dat betekent in de praktijk dat wordt aangegeven welke functies (recreatie, natuur, houtproductie) het bos moet gaan vervullen.

#### *Functies en functiedoelen*

Het aangeven van de functies is niet meer dan het aangeven van een globale richting waarin een beheerder wil gaan. Die richting moet nog worden geconcretiseerd door operationele doelen op te stellen voor de verschillende functies. Deze doelen noemen we hier functiedoelen. Voorbeelden van functiedoelen zijn bijv. voor recreatie: 'openstelling voor wandelaars en fietsers (max. 500 per normdag)', voor houtproductie: '2000 m<sup>3</sup> hout oogsten per jaar' en voor natuur bijv.: 'de terugkeer van het vliegend hert'.

---

<sup>1</sup> vanaf hier wordt alleen nog gesproken van beheerder.

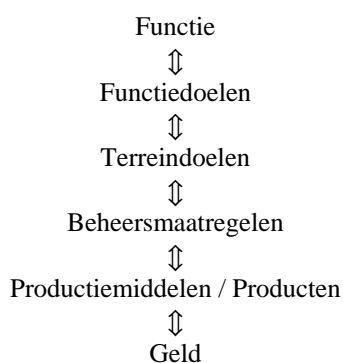
### *Van functiedoelen naar terreindoelen*

De functiedoelen zijn de doelen die de beheerder wil realiseren. Dit moet in het terrein gebeuren met het bos als productiemiddel. De beheerder moet daarom de functiedoelen gaan vertalen in zogenaamde terreindoelen. Dit zijn de terreinkenmerken die hij wil realiseren in het bos (met als doel het bereiken van de gestelde functiedoelen opdat de relevante functies naar wens worden vervuld). Deze terreindoelen gaan uiteindelijk bepalen welke maatregelen uitgevoerd moeten gaan worden.

### *Maatregelen en middelen*

De beheerder grijpt in in het bos door maatregelen uit te voeren. Nadat hij heeft bepaald wat hij in het veld wil bereiken en nadat hij de huidige situatie heeft geïnventariseerd, kan hij in principe gaan bepalen welke maatregelen hij moet gaan uitvoeren om van de huidige situatie te komen tot het gewenste streefbeeld. Gelijktijdig moet worden nagedacht welke middelen daarbij worden ingezet. Het gaat hier om de productiemiddelen zoals arbeid, materialen, machines, maar ook om de inzet van derden. Deze inzet kost uiteraard geld.

In Figuur 2 zijn de relaties tussen functies, functiedoelen, terreindoelen, maatregelen, productiemiddelen en geld nog eens schematisch weergegeven.



*Figuur 2. Relaties tussen doelen, maatregelen en middelen*

*Met functies worden hier de bosfuncties bedoeld zoals: recreatie, natuur, houtproductie etc.*

*De functies worden beschreven in de vorm van functiedoelen. Deze functiedoelen geven aan wat er concreet per functie gerealiseerd moet worden.*

*De functies moeten in het bos worden vervuld. Dit betekent dat de functiedoelen moeten worden vertaald in na te streven terreinkenmerken ofwel terreindoelen. Deze terreindoelen zijn relevante, meetbare en door het beheer beïnvloedbare grootheden betreffende de samenstelling en structuur van het bos.*

*De realisatie van terreindoelen kan worden beïnvloed door beheersmaatregelen.*

*Voor het uitvoeren van beheersmaatregelen zijn productiemiddelen nodig zoals arbeid en machines. Soms komen ook producten vrij zoals hout.*

*De inzet van productiemiddelen kost geld. De verkoop van producten levert geld op.*

Er bestaan heel veel verschillende maatregelen, terreindoelen, productiemiddelen e.d. In de Onderzoeksvisie Geïntegreerd Bosbeheer (Raffe, 2003) staan de belangrijkste genoemd. Voor de volledigheid zijn ze ook in de bijlagen van dit rapport opgenomen.



### ***Het maken van keuzen en kosteneffectiviteit***

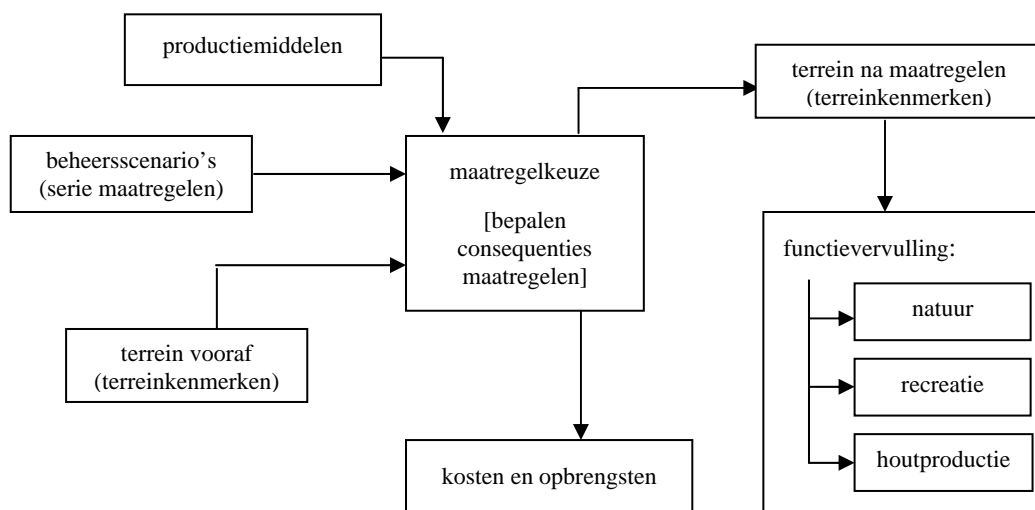
In het planningsproces moet de beheerder dus een groot aantal keuzen maken. Keuzen over wat er moet worden bereikt en hoe dit moet worden gedaan. In het kader van dit rapport gaat het om het laatste: de beheerder die moet bepalen welke maatregelen uitgevoerd moeten worden en welke middelen daarbij gebruikt gaan worden. Het weloverwogen nemen van beslissingen betekent dat een beheerder keuzen maakt op basis van inzicht in de consequenties van zijn keuzen. Hij zal willen weten wat de effectiviteit is van de keuzen en wat de kosten zijn.

#### *Effectiviteit*

Elke maatregel zal een bepaald effect hebben. Een beheerder zal bij het maken van keuzen willen weten wat dit effect is en hoe dit aansluit bij de door hem gestelde doelen. Zoals hiervoor al is aangegeven kunnen er binnen de bosbeheerplanning twee soorten doelen worden onderscheiden: functiedoelen en terreindoelen. De beheerder is daarom geïnteresseerd in twee soorten effecten. Allereerst wil de beheerder weten wat de effecten zijn van het beheer op het terrein (hoe verhouden die zich tot de terreindoelen). Daarnaast zal hij willen weten wat de effecten van het beheer op het bos betekenen voor de functievervulling (de functiedoelen).

#### *Financiële consequenties*

Naast inzicht in de effectiviteit of doelrealisatie zal de beheerder bij het maken van zijn beheerskeuzen ook rekening moeten houden met financiële consequenties van beheer. De kosten hangen samen met de inzet van productiemiddelen die weer samenhangt met de maatregelen die worden uitgevoerd. De opbrengsten hangen samen met eventueel geoogste producten. Doorgaans gaat het hier om de verkoop van hout.



*Figuur 3. De consequenties van keuzen m.b.t. maatregelen en productiemiddelen*

In Figuur 3 is de maatregelkeuze (en de keuze voor de te gebruiken middelen) schematisch weergegeven. Deze figuur toont dat een bepaald beheersscenario (inclusief de daarvoor benodigde middeleninzet) bij een bepaalde uitgangssituatie leidt tot bepaalde terreinkenmerken, een bepaalde functievervulling en bepaalde kosten en/of opbrengsten. Inzicht in deze financiële consequenties en effecten is belangrijk om te kunnen bepalen welke optie (welk beheersalternatief) het meest geschikt is gezien de gestelde doelen.

### ***Kosteneffectiviteit en onderzoek***

Een beheerder zal bij het nemen van beheersbeslissingen (de keuze voor een bepaald type maatregel in combinatie met de daarbij te gebruiken productiemiddelen) dus inzicht moeten hebben in de gevolgen voor het terrein, functievervulling, en de financiën. Sommige consequenties kan een beheerder zelf inschatten. Voor veel beslissingen ontbreekt op dit moment echter nog de kennis. Deze kennis kan worden aangevuld d.m.v. onderzoek. Conform wat er hiervoor al is gezegd, moet onderzoek worden gedaan naar:

#### **A. Effectiviteit**

- de relatie maatregel - terreinkenmerken (hoe beïnvloeden maatregelen de kenmerken van een terrein);
- de relatie terreinkenmerken - functievervulling (wat betekenen specifieke terreinkenmerken voor de functievervulling).

#### **B. Kosten**

- de relatie maatregel - inzet middelen (hier gaat het vooral om kennis over de tijd die de inzet van de productiemiddelen kost per eenheid maatregel);
- de relatie inzet middelen-kosten/opbrengsten (wat kost de inzet van productiemiddelen per tijdseenheid).

Alterra verricht al veel onderzoek op dit vlak. In de Onderzoeksvisie Geïntegreerd Bosbeheer (Raffe et al., 2003) is al globaal beschreven welke gebieden belangrijk zijn om te worden onderzocht. Zo is een aanzet gegeven tot een 'kennisbehoeftekaart' waarin allerlei te onderzoeken relaties staan beschreven (zie Tabel 1).

Tabel 1: Eerste aanzet tot een kennisbehoefstenkaart (uit: *Onderzoeksvisie Geïntegreerd Bosbeheer (Raffe et al., 2003)*). De tabel geeft geen volledig overzicht van de onderzoeksgebieden - maar toont de richting van het onderzoek

1: Relaties tussen functies (productdoelen) en terreinkenmerken (terreindoelen) (laag 1).					
terreinkenmerken	functies				
	houtproductie		natuur		recreatie
	kwantiteit hout	kwaliteit hout	diersoorten	plantensoorten	recreanten
dood hout	x		x	x	x
structuur	x	x	x	x	x
open plekken	x		x	x	x
boomsoorten	x	x	x	x	x

2: Relaties tussen terreinkenmerken en maatregelen (laag 2).				
maatregelen	terreinkenmerken			
	dood hout	structuur	open plekken	boomsoorten
dunnen		x		x
groepenkap		x	x	x
ringen	x			
inboeten				x

3: Relaties tussen maatregelen en productiemiddelen (laag 3).				
middelen	maatregelen			
	dunnen	groepenkap	ringen	inboeten
arbeid	x	x	x	x
motorkettingzaag	x	x	x	
trekker	x	x		x
inzet derden	x	x	x	x

4: Relaties tussen middelen en geld (laag 4).				
geld	middelen			
	arbeid	zaag	trekker	inzet derden
kosten	x	x	x	x

In de Onderzoeksvisie Geïntegreerd Bosbeheer is nog niets gezegd over de methoden die gebruikt moeten worden om de verschillende relaties te bekijken. Dat gebeurt in dit rapport (in hoofdstuk 3).



## 3 Methoden

Alterra kan de beheerder helpen bij het maken van beheerskeuzen door de relevante informatie over de impact op het terrein, de functievervulling en de kosten/opbrengsten te bepalen. In dit hoofdstuk wordt gekeken hoe Alterra dit kan doen (welke methoden daarbij gebruikt kunnen worden). Zoals in H 1 is aangegeven wordt volstaan met een beschrijving van de methoden die beschikbaar zijn binnen Alterra. Er wordt vooral aandacht besteed aan methoden voor het bepalen van de impact op terreinkenmerken (§ 3.1) en de kosten van maatregelen (§ 3.2). Van al de methoden die op dit vlak beschikbaar zijn, worden de voor- en nadelen toegelicht. In § 3.3 wordt op een wat minder gedetailleerde manier ingegaan op het bepalen van de gevolgen van beheer voor de functievervulling. Dit type onderzoek is nog minder uitgekristalliseerd en kent ook minder concrete methoden.

Bij alle methoden wordt apart ingegaan op de geschiktheid van de methode voor het dunningsonderzoek zoals kort beschreven in § 1.3.

### 3.1 Terreinkenmerken

De consequenties van maatregelen op de terreinkenmerken kunnen op verschillende manieren worden bepaald. In deze paragraaf komen de verschillende methoden kort aan de beurt. Het betreft:

- literatuurstudie;
- experimenten in proefvelden;
- eenmalige en herhaalde veldmetingen;
- (simulatie)modellen;
- expert judgement.

#### 3.1.1 Literatuurstudie

##### *Beschrijving:*

Literatuuronderzoek wordt vaak gedaan als voorbereiding op een onderzoeksproject, maar ook afzonderlijk literatuuronderzoek kan zeer nuttige antwoorden opleveren op een onderzoeksvraag. Evenals bij experimenteel onderzoek of veldmetingen dient de vraagstelling goed uitgewerkt te worden, tot in voldoende detail. Slechts dan kan blijken of een bron geschikt is voor het onderzoek. Een kritische bril is hierbij noodzakelijk, omdat vaak blijkt dat aantrekkelijke titels die zeer geschikt lijken, afvallen omdat aan een of meer van de voorwaarden niet is voldaan. Het gaat dan meestal om voorwaarden, die alleen door een deskundige vastgesteld kunnen worden. In de literatuur kan worden gezocht naar algemene uitspraken van ervaren personen, maar ook naar data van andere auteurs, waardoor een eigen analyse mogelijk wordt, bijvoorbeeld via vergelijking van uitkomsten bij verschillende auteurs.

Met de vraagstelling in al zijn details kan een lijst van trefwoorden worden opgesteld waarmee in de literatuur kan worden gezocht. Deze lijst zal af en toe moeten worden bijgesteld als teveel of te weinig literatuur wordt gevonden. Teveel literatuur betekent dat alsnog een handmatige schifting nodig zal zijn, die vaak niet mogelijk is als er meer dan bijvoorbeeld 200 bronnen worden aangetroffen. Vroeger werd vooral handmatig via zoektijdschriften gezocht, zoals Foresty Abstracts en Current Contents. Tegenwoordig zijn hier veel elektronische instrumenten bijgekomen via zoekprogramma's in bibliotheken en via internet. Binnen de Wageningse onderzoeksweld wordt de Wageningen Desktop Library gebruikt om te kunnen zoeken in een groot aantal tijdschriften en boeken. Uiteraard worden ook veel extra bronnen gevonden via de referenties in de artikelen zelf, waarbij kan worden terug gezocht in de literatuur. Met de vooraf bepaalde vereisten kan worden gekeken of de gevonden literatuur inderdaad bruikbaar is. Veel bronnen zullen dan alsnog afvallen.

De ervaringen uit literatuuronderzoek zijn meestal goed bruikbaar bij de voorbereiding van eigen onderzoek. Veel subsidieverstrekkers van onderzoek, NWO of de EU, vereisen dat aangetoond wordt dat er voldoende ervaring is opgebouwd, niet alleen uit eigen ervaringen (eigen bronnen) maar ook via vooronderzoek in de literatuur (bronnen van anderen).

#### *Betrouwbaarheid:*

De betrouwbaarheid van literatuuronderzoek kan zeer groot zijn, omdat de vraagstelling bij een groot aantal auteurs wordt nagelopen, maar kan niet in een getal voor de onnauwkeurigheid worden uitgedrukt. Doordat zal blijken in hoeverre conclusies uit verschillende onderzoekingen elkaar tegenspreken, kan worden geconcludeerd wat als onomstotelijk bewijs kan gelden, en waarvoor wellicht nog meer onderzoek nodig is voordat definitieve conclusies kunnen worden getrokken. Als er maar weinig geschikte bronnen worden gevonden, blijft er altijd het risico dat de conclusie onvoldoende onderbouwd is.

#### *Voor- en nadelen:*

Het grote voordeel van literatuuronderzoek is de vergelijking die gemaakt kan worden tussen vele auteurs en tussen de resultaten van vele experimenten of veldmetingen. Daarnaast is literatuuronderzoek in een korte periode uit te voeren, waardoor de kosten vaak beperkt zijn.

Nadeel kan zijn dat alleen aangesloten kan worden bij bestaande vraagstellingen, aangezien het slechts bij uitzondering mogelijk zal zijn om de data uit de bronnen op een geheel nieuwe manier te analyseren.

#### *Voorbeelden:*

Er zijn vele voorbeelden van literatuuronderzoek. Indien in de literatuur wordt gezocht op het trefwoord 'review' zal meestal een literatuuronderzoek worden aangetroffen. Ook in handboeken worden meestal veel voorbeelden uit de literatuur aangehaald. Het type vraagstelling is eindeloos. Eigen ervaring is onder andere opgedaan met onderzoek naar de effecten van bodemverzuring op eigenschappen van fijne wortels. In dit onderzoek konden zeer veel experimenten en veldgegevens op een rij worden gezet die voldeden aan de eisen van de vraagstelling (Olsthoorn &

Keltjens, in Olsthoorn, 1998). Daardoor konden de conclusies van anderen worden versterkt via eigen interpretatie van de data. Dit literatuuronderzoek heeft minimaal 800 uur gekost, maar op een andere wijze zouden de conclusies niet haalbaar zijn geweest.

#### *Variabele dunning*

Het is bij elk onderzoek zinvol de literatuur te raadplegen en te kijken wat er al bestaat aan kennis m.b.t. de te onderzoeken vraag. Ook voor het onderzoek naar variabele dunning zal een literatuurstudie worden uitgevoerd.

### **3.1.2 Experimenten in proefvelden**

#### *Beschrijving*

Bij experimenteel onderzoek wordt de te onderzoeken 'maatregel' in een statistisch verantwoorde proefopzet onderzocht. Meestal wordt de 'maatregel' in verschillende doseringen toegepast. Dit zijn dan de 'behandelingen'. Voorbeelden: niet bemesten, licht bemesten, zwaar bemesten respectievelijk niet dunnen, licht dunnen, zwaar dunnen.

Omdat de omstandigheden (bodem, microklimaat e.d.) in bossen op korte afstand aanzienlijk kunnen variëren, moeten vrijwel altijd herhalingen worden aangelegd, om betrouwbare uitspraken te kunnen doen over het effect van de behandeling. Meestal kunnen niet voldoende herhalingen binnen één blok met homogene omstandigheden worden uitgevoerd. Daarom moeten vaak meerdere blokken worden aangelegd. Een andere mogelijkheid is de aanleg van split-plotproeven. Hierbij worden de behandelingen alle in enkelvoud uitgevoerd, maar dan op veel plaatsen.

#### *Betrouwbaarheid*

Wanneer experimenten in proefvelden goed worden opgezet en uitgevoerd, kunnen zeer betrouwbare uitspraken worden gedaan over het effect van een behandeling.

#### *Voor- en nadelen*

Het grote voordeel van experimenteel onderzoek is dat storende factoren, die variatie in het effect van de behandeling veroorzaken, door een goede proefopzet zoveel mogelijk geëlimineerd kunnen worden.

Nadelen van experimenten in proefvelden zijn:

- bij bossen duurt het meestal lang, voordat effecten van maatregelen zichtbaar zijn, zodat de opname van de effecten pas een aantal jaren later uitgevoerd kunnen worden;
- er is vaak een grote oppervlakte nodig, die voor lange tijd voor het onderzoek beschikbaar moet zijn;
- de aanleg is relatief duur: eerst moeten plekken worden gezocht met homogene omstandigheden (hiervoor is vaak bodemonderzoek nodig), vervolgens moeten de blokken en de velden worden uitgezet en gemarkeerd;

- het zorgen voor continuïteit in het beheer van de proefvelden is moeilijk omdat Alterra niet de eigenaar is van de proefvelden. Soms is samenwerking met meerdere partners nodig voor voldoende mogelijkheden van beheer en onderzoek.
- door de grote variatie aan omstandigheden kunnen experimenten vaak beperkt veralgemeniseerd worden (bijv. de resultaten van experimenten op arme bodems gelden niet altijd voor rijke bodems).

#### *Voorbeelden:*

In ons land is in de bosbouw vooral in het verleden met veel succes gebruik gemaakt van experimenten in proefvelden. De volgende aspecten zijn in proefvelden onderzocht:

- bemesting (vooral in de periode 1950-1970)
- dunning (vanaf begin vorige eeuw tot ongeveer 1990)
- vermeerdering (van begin vorige eeuw tot ongeveer 1990)
- veredeling (van jaren dertig tot heden)
- groei en bosontwikkeling (vanaf begin vorige eeuw tot 1990)
- bosaanleg (ca. 1960- 1990)
- insecten en schimmels (ca. 1940 tot heden)
- natuurlijke bosverjonging (ca. 1975 tot heden).

Een overzicht van vele experimenten gericht op bosaanleg, groei en groeiplaats met bijbehorende literatuur wordt gegeven in Bartelink et al. (2001).

Opgemerkt moet worden dat, vooral door de verandering van de financieringsstructuur van het onderzoek, veel proefvelden verloren zijn gegaan, doordat er geen capaciteit beschikbaar was om ze 'bij te houden'. Meerdere oude experimenten zouden nu nog waardevolle gegevens op kunnen leveren, bijv. plantafstandenproeven en dunningsproeven. Deze proefvelden zijn voor een groot deel weer operationeel te maken, omdat de meeste in redelijk goede orde teruggevonden kunnen worden. Dit bleek uit een inspectie van enige jaren geleden van o.a. de plantafstandenproeven, die goede informatie kunnen opleveren van takafsterven bij verschillende dichtheden van het bos. Relevant voor de heterogene samenstelling van de huidige bossen. Dit is dus een andere vraagstelling dan waarvoor de proefvelden aangelegd zijn.

#### *Variabele dunning*

Experimenten in proefvelden zijn bij uitstek geschikt om de impact van maatregelen vast te kunnen stellen. Het grote probleem is dat het jaren duurt voordat het onderzoek resultaten oplevert. Hierdoor kan deze methode niet gebruikt worden om binnen het project 'Variabele dunning' dat maar 1 jaar duurt. Gezien de potentie van de methode en de bereidheid van een beheerder, zal in het kader van het onderzoek wel geprobeerd worden een proefveld tot stand te brengen en dit proefveld 1-malig op te nemen. In de toekomst kan dan gekeken worden of resultaatmetingen kunnen worden uitgevoerd.



### 3.1.3 Eenmalige en herhaalde veldmetingen

#### *Eenmalige metingen*

##### *Beschrijving:*

Veldmetingen, zonder dat vooraf een specifieke experimentele behandeling is uitgevoerd, zijn mogelijk als in het veld (bos en/of natuurgebieden) gericht situaties opgezocht kunnen worden die een antwoord op de vraagstelling mogelijk maken. Zoals bij elk type onderzoek dient de vraagstelling dus eerst helder te zijn, zodat ook de randvoorwaarden omschreven kunnen worden waaraan de veldsituatie absoluut moet voldoen. Na een eerste oriëntatie op basis van ervaringen van beheerders of onderzoekers of bijvoorbeeld de 4e bosstatistiek is een controle in het veld nodig voor de geschiktheid van de locaties voor het onderzoek.

Meestal moeten een aantal eigenschappen van het bos worden opgenomen om conclusies te kunnen trekken over relaties tussen bepaalde eigenschappen. Via correlatie-onderzoek of regressieonderzoek kunnen dan conclusies worden getrokken. Eigenschappen kunnen als continue variabele worden gemeten (met een bepaalde kwantitatieve spreiding), of in zo homogeen mogelijke klassen worden ingedeeld. In dit laatste geval is een variantie-analyse mogelijk, ongeveer als voor de behandelingen in experimenten. Voor de helderheid van de conclusies is het gunstig als de verschillen in eigenschappen tussen de locaties voldoende groot zijn. Het aantal gemeten eigenschappen mag echter niet te groot zijn, omdat dan een te groot aantal locaties nodig is om voldoende vrijheidsgraden over te houden voor de statistische analyse. Vaak is het goed om een aantal eigenschappen constant te houden, bijvoorbeeld het bodemtype, of daarvoor een beperkt aantal klassen aan te houden. Daardoor gelden de conclusies uiteraard alleen voor het onderzochte bodemtype, resp. de onderzochte bodemtypen.

Veldmetingen zijn in ons type onderzoek beter mogelijk naarmate de vraag meer met veelvoorkomend beheer te maken heeft. Voor rigoureuze vernieuwingen in beheer zullen slechts bij uitzondering voldoende locaties te vinden zijn waar dit type beheer in het verleden is uitgevoerd. Dan is het risico dat er onvoldoende herhalingen te vinden zijn. Ook bij veldmetingen zijn herhalingen noodzakelijk om eventuele afwijkingen in de groeiplaats uit te kunnen middelen (zie ook 3.1.2).

##### *Betrouwbaarheid:*

Bij veldmetingen kan een goede betrouwbaarheid worden behaald, die goed vergelijkbaar is met onderzoek in experimentele proefvelden. De betrouwbaarheid hangt vooral af van de precisie waarmee de uiteindelijke locaties worden uitgekozen. Op basis van de vraagstelling kunnen voorvereisten worden geformuleerd waaraan de locaties moeten voldoen (bijvoorbeeld bodem, bostype, voorgeschiedenis). Indien dit zorgvuldig wordt uitgevoerd zijn wetenschappelijke conclusies zeer goed mogelijk. Zoals uit de voorbeelden blijkt zijn desondanks tegenvallers mogelijk.

#### *Voor- en nadelen:*

In vergelijking met experimenten in proefvelden zijn in principe sneller resultaten te behalen, omdat de gegevens in een beperkte tijd verzameld en geanalyseerd kunnen worden. Uiteraard moet wel voldaan worden aan de gestelde randvoorwaarden (juiste type terrein) vanuit de vraag. Indien geen geschikte locaties kunnen worden gevonden, is dit type onderzoek niet mogelijk. Een ander nadeel is dat het vaak lastig is om de geschikte locaties te vinden. De 4e bosstatistiek is op dit moment nogal verouderd, en daarna is er geen vlaktedekkende bosinventarisatie meer gemaakt. Daarom is nu vaak kennis bij personen, vooral bij ervaren beheerders, nodig om potentieel geschikte locaties te vinden. Na een eerste selectie van opstanden is altijd een veldcheck nodig, om te controleren of er geen storende factoren zijn. Dit vooronderzoek kost veel tijd.

#### *Voorbeelden:*

In het kader van het vitaliteitsonderzoek is in 1994 gekeken naar omstandigheden die de vitaliteitsverschillen konden verklaren bij Douglas in Nederland. De hoofdvraag was of de vochtvoorziening via de bodem hier een grote rol in speelde. In een 25-tal opstanden zijn een groot aantal eigenschappen opgenomen die een relatie met de vitaliteit zouden kunnen hebben, zoals diverse bodemeigenschappen, naaldsamenstelling, maar ook enige eenvoudige indicatoren voor het beheer (grondvlak, Hart%) en de ligging in Nederland en het voorkomen van *Heterobasidion* (*Fomes*). Er bleek een goede relatie te leggen met de bodemchemische eigenschappen, maar juist niet met de vochtvoorziening (de vochtvoorziening bleek uiteraard wel goed samen te hangen met de groei, maar de groei niet met de naaldbezetting). Ook het voorkomen van *Fomes* bleek zeer negatief voor de vitaliteit. Dit bleek eenvoudig te bewijzen via een regressie-analyse (Olsthoorn & Maas, 1994). In dit geval bleken gegevens uit bestaande bossen goed bruikbaar om de onderzoeksvragen op te lossen.

In 2002 is geprobeerd om het effect van beheersmaatregelen op de bosontwikkeling en hiermee op de functievervulling van het bos vast te stellen in een veelvoorkomend bostype in Nederland, namelijk Grovedennenbos in de omvormingsfase. Na het veldwerk bleek dat het beheer onvoldoende gedocumenteerd was, ondanks verzekering vooraf dat deze gegevens beschikbaar waren. Daarom bleek het lastig om ondubbelzinnige conclusies te trekken over de effecten van de maatregelen op de bosontwikkeling en de functievervulling. Enige conclusies zijn terug te vinden in Van der Schaaf (2003). Er kon geen extern Alterra rapport gepubliceerd worden met eindconclusies op basis van de nu beschikbare gegevens. Dit onderstreept het belang van voldoende zekerstelling van de omstandigheden in het veld, maar ook van de voorgeschiedenis, zodat de vraagstelling daadwerkelijk beantwoord kan worden. Juist met deze ervaringen kan dit onderzoek worden herhaald, waarbij de beheersgegevens een absolute startvoorwaarde zijn voor het veldonderzoek.

#### *Variabele dunning*

Omdat binnen variabele dunning vele nuances mogelijk zijn en de effecten ervan erg afhankelijk zijn van de omstandigheden (uitgangssituatie opstand, bodem, wild, zaadbronnen enz.) leek variabele dunning bij uitstek een onderwerp dat met

statistisch goed opgezette veldmetingen onderzocht zou kunnen worden. In de praktijk bleek het echter niet mogelijk geschikte opstanden te vinden. In de opstanden die eventueel in aanmerking kwamen, leken er op het oog geen effecten te zijn, en is besloten geen metingen uit te voeren. Bovendien was er onvoldoende inzicht in de uitgevoerde beheersmaatregelen.

### ***Herhaalde metingen***

Bij dit type onderzoek behoort een herhaalde meting na een aantal jaren soms tot de mogelijkheden. De eerste meting kan dan worden gecontroleerd. Daarbij is een grotere zekerheid haalbaar, doordat de verschillen in beheer tussen de locaties beter geverifieerd zijn. Ook kan de bosontwikkeling tussen twee of meer opnamen worden onderzocht. Hierbij blijft het uitermate belangrijk dat alle factoren, die invloed kunnen hebben op de ontwikkelingsparameters, in beeld worden gebracht.

Als er op de locaties na de eerste meting gericht beheersmaatregelen zijn toegepast waarna een herhalingsmeting wordt uitgevoerd, valt deze opzet onder de noemer Experimenten in proefvelden, zie 3.1.2.

### **3.1.4 Modellen**

#### *Beschrijving:*

Bij Alterra zijn in de loop van de tijd verschillende modellen ontwikkeld die gebruikt kunnen worden om bosontwikkeling te simuleren. In het verleden werden ForGra en ForGro gebruikt. De ontwikkeling van deze modellen is echter stopgezet. Op dit moment wordt gewerkt aan het dynamische bosontwikkelingsmodel ForGEM. Dit model beschrijft de belangrijkste processen die de bosontwikkeling bepalen op een wiskundige manier, zodat het middels een computer mogelijk is deze ontwikkeling over een tijdshorizont van 10-tallen tot eventueel 100-den jaren door te rekenen. Voor vegetatie (incl. bomen) gaat het om de volgende processen: zaadproductie en –verspreiding; kieming en vestiging; groei en concurrentie om licht, nutriënten (stikstof) en water en sterfte. Daarnaast bevat ForGEM een gedetailleerde bosbeheermodule waarmee verschillende regeneratie-, verzorging-, dunning-, en oogststrategieën kunnen worden gesimuleerd. Zie ook Kramer en anderen (1999, 2001, 2003) voor een gedetailleerde weergave van nauwverwante modellen, FORSPACE en WETSPACE.

#### *Betrouwbaarheid:*

Sharpe (1990) onderscheidt voor de evaluatie van de toepasbaarheid van een model haar realisme, generaliteit en precisie.

*Realisme* van een model betreft in hoeverre de beschrijving van een proces in een model, de biologische/fysische/chemische oorzaken en gevolgen op een juiste manier beschrijft. De geanalyseerde en begrepen oorzaak-gevolg relaties worden op een correcte door het model weergegeven en de getalswaarden van de parameters van deze wiskundige beschrijvingen zijn interpreteerbaar en zijn op empirisch onderzoek gebaseerd (observationeel dan wel experimenteel).

Het individu-gebaseerde bosmodel ForGEM dat we toepassen bevat ten tijde van deze studie geen beschrijving van de ondergroei noch van de effecten van begrazing. In de praktijk blijkt dat dit belangrijke factoren zijn voor het kiemen van zaad en het opkomen van verjonging. Met andere factoren, zoals productie en dispersie van zaden, groei, en sterfte, worden al wel beschreven. Hierdoor lijkt de huidige versie van het model al redelijk geschikt om inzicht te bieden in de gevolgen van interacties tussen bijvoorbeeld beheer en bosgroei op de lange termijn.

*Generaliteit* van een model betreft hoe breed een model toepasbaar is. Dit houdt in dat de beschreven processen een dominante rol spelen onder een breed scala van omstandigheden en het model dus geldig is in al deze omstandigheden. Een model dat realistisch een proces beschrijft dat slechts sporadisch voorkomt is wel realistisch maar niet generiek.

Het bosmodel waar het hier om gaat is veel aandacht besteed die processen zo te kiezen dat het model breed toepasbaar is. Bovendien is er veel aandacht besteed de parameters zodanig te kiezen dat die goed meetbaar zijn, dan wel in de literatuur beschikbaar zijn. Het model is daardoor toepasbaar voor veel boomsoorten en onder sterk uiteenlopende omstandigheden (Nederlandse zandgrond, rivierengebied, Spaanse semi-sahel (Dehesa), mogelijk ook binnenkort in de duinen).

De *precisie* van een model, of van meetinstrument in het algemeen, betreft in hoeverre de uitkomst of meting de werkelijkheid juist weergeeft. (NB dit is iets anders dan de *accuratesse* wat weergeeft in hoeverre herhaalde metingen met elkaar overeenkomen. Bijv. herhaalde tellingen van een wildstand kunnen afhankelijk van de weersomstandigheden sterk verschillen en zijn daardoor niet bijzonder accuraat: er zijn veel waarnemingen nodig om de precisie te verbeteren).

Het bosmodel waar het hier omgaat, is voor een specifieke locatie minder precies dan een statistisch model, zoals een groei- en opbrengst tabel, of als (herhaalde) veldmetingen. Dit komt omdat er voor een specifieke locatie er vaak omstandigheden voorkomen die afwijken van het algemene beeld hetzij door toevalsprocessen, hetzij door specifieke processen en omstandigheden die daar een veel belangrijker rol spelen dan in het algemeen het geval is.

#### *Voor- en nadelen:*

Met een dynamisch bosontwikkelingsmodel is de langetermijnbosontwikkeling goed te analyseren bij een brede range van scenario's. Deze scenario's kunnen verschillen wat betreft bosbeheersmaatregelen, of klimaat (in temperatuur, neerslag en CO<sub>2</sub>-gehalte in de atmosfeer), en in de toekomst ook in stikstof depositie en hoefdierdichtheden. En dit voor een brede range van boomsoorten en bodems. Middels experimenten of langjarige monitoring is dit niet mogelijk over al deze omstandigheden.

Realistische modellen zijn in principe parameter-arm omdat ze de oorzaken en gevolgen beschrijven. Echter omdat er veel processen worden beschreven zijn er vaak toch veel metingen nodig om het gehele model te parametriseren. Om nieuwe soorten en nieuwe omstandigheden te kunnen simuleren zijn er betrekkelijk veel getalswaarden nodig om het model toe te kunnen passen.

### *Variabele dunning*

Het model ForGEM is op dit moment nog niet helemaal uitontwikkeld en bovendien niet voor alle boomsoorten gekalibreerd en/of gevalideerd. Het gebruik van procesmodellen is echter het enige instrument waarmee onderzoekers in de toekomst kunnen kijken. Voor een aantal situaties zal daarom met het model ForGEM worden bepaald wat variabele dunning oplevert op de wat langere termijn.

### **3.1.5 Expert judgement**

#### *Beschrijving:*

Een onderzoek op basis van expert judgement kan een goede manier zijn om zich op een bepaald probleem te oriënteren. Soms kan een individuele persoon zoveel kennis hebben op een bepaald gebied dat hij met zijn kennis en 'fingerspitzengefühl' kan aangeven wat de consequenties zijn van bijv. een bepaald type beheer. Een nadeel is natuurlijk wel dat het gaat om een mening.

Een meer controleerbare manier van het toepassen van expert judgement is als de ervaringen van meerdere personen bijeengebracht wordt. Dit kan gebeuren in workshops of brainstormsessies. Na de eerste oriëntatie kunnen de ideeën eventueel worden gecheckt via een of meer excursies in het veld. Deze excursies moeten goed worden voorbereid, zodat alleen locaties worden bezocht die relevant zijn voor de vraagstelling. Soms levert dit een zo duidelijk beeld op dat dit alleen via eenvoudig literatuuronderzoek gecheckt hoeft te worden, en is geen duurder experiment of veldonderzoek meer nodig. Deze manier van werken biedt vooral perspectief als er zowel onderzoekers als mensen uit de praktijk op dit terrein ervaring hebben. Op die manier kunnen veel ervaringen, ook uit de praktijk, bijeen worden gebracht. Onderzoekers kunnen door hun kritisch omgaan met de vraagstelling de ervaringen kanaliseren in de richting van betrouwbare conclusies.

Verder moet steeds in voorkomende gevallen worden bekeken of volstaan kan worden met resultaten op basis van expert judgement of dat er nog in een andere vorm aanvullend onderzoek nodig is. Meestal is expert judgement, bijvoorbeeld in combinatie met literatuuronderzoek, erg handig bij het voorbereiden van experimenten of veldonderzoek.

#### *Betrouwbaarheid:*

De betrouwbaarheid is nooit statistisch uit te drukken in een bepaalde onnauwkeurigheid. De betrouwbaarheid is geheel afhankelijk van de expert of groep experts. Sommige mensen zullen heel verantwoord conclusies trekken (wat vaak betekent dat zij eerder toegeven wanneer zij het niet weten), anderen zullen altijd een mening klaar hebben.

#### *Voor- en nadelen:*

Het grootste voordeel is dat op een snelle manier een (voorlopige) conclusie kan worden geformuleerd. Zelfs indien er een grote groep mensen bij is betrokken, zijn de kosten beperkt. Nadeel is uiteraard dat de nauwkeurigheid niet is te definiëren en

dat verkeerde conclusies mogelijk zijn. Uitzonderingen op de algemene regel zouden de conclusies in belangrijke mate kunnen bepalen. Een ander risico is dat één persoon een overheersende mening heeft. De andere personen zullen tegenwicht moeten bieden aan de dominante. Er dienen dus voldoende controles in de procedure te worden ingebouwd, waarbij in een laat stadium de conclusie zou kunnen worden verworpen wegens teveel tegenstrijdigheden in de argumenten of gevonden feiten. Dan moet alsnog worden overgegaan op andere manieren van onderzoek. Als expert judgement wordt ingezet in een oriënterende fase van een groter onderzoek is dit uiteraard geen bezwaar.

#### *Voorbeelden:*

In 2002 is met behulp van een klankbordgroep geprobeerd om antwoord te vinden op de vraag hoe een aantal dominante boomsoorten, die uitlopers vormen na afzetten, succesvol bestreden kunnen worden (bijv. Amerikaanse eik, Amerikaanse vogelkers). Met deze boomsoorten was veel ervaring met tegenvallers, bijv. na intensieve bestrijdingsmaatregelen. De onderzoekers konden steeds een aantal vragen voorleggen aan de klankbordgroep, waardoor het aantal maatregelen steeds verder beperkt werd tot de werkelijk succesvolle. Via een goed voorbereide excursie konden in het veld voorbeelden worden besproken van de betere maatregelen, en tevens van de mislukkingen. Bovendien is door discussie duidelijk geworden welke volgorde men in de overwegingen zou moeten aanhouden om te zien of bestrijding werkelijk nodig was. Daardoor kon uiteindelijk naast een aantal betrouwbare maatregelen van bestrijding een manier van redeneren worden overgedragen aan de praktijk.

#### *Variabele dunning*

Omdat variabele dunning in uiteenlopende situaties (opstanden van verschillende leeftijden, op verschillende bodemtypen, met verschillende boomsoortensamenstelling e.d.) en op nogal verschillende manieren (hoeveelheid, soorten en kwaliteiten bomen die worden verwijderd, grootte van gaatjes in het kronendak e.d.) kan worden uitgevoerd, lijkt het een geschikt onderwerp voor onderzoek d.m.v. expert judgement. Omdat het om complexe ingrepen gaat en bovendien de effecten afgelezen moeten worden aan vele terreinkenmerken, zullen voor betrouwbare uitspraken echter metingen noodzakelijk zijn.

## **3.2 Financiën**

Ten behoeve van de besluitvorming is kennis over de financiële consequenties van de beslissing van belang. Bij de financiële consequenties gaat het om: de kosten van maatregelen en eventueel de opbrengsten die met bepaalde handelingen samenhangen (de levering van een product). Om de kosten en/of opbrengsten van maatregelen te kunnen bepalen, worden normen gebruikt. Daarbij kan gebruik gemaakt worden van bestaande normen of kunnen tijdens het onderzoek normen worden verzameld. Hieronder wordt op beide 'methoden' ingegaan. De nadruk ligt daarbij op de kosten.

### 3.2.1 Bestaande kostennormen

#### *Beschrijving:*

Voor bos- en natuurbeheer is het normenboek van Staatsbosbeheer de meest geschikte bron. Dit normenboek bevat de tijdnormen en kostennormen van de meest relevante maatregelen voor bos- en natuurbeheer. De normen zijn aangegeven bij verschillende werkomstandigheden. Bij het bepalen van de kosten van een beheersscenario moet worden vastgesteld welke maatregelen/activiteiten het beheersscenario vormen en onder welke omstandigheden het werk plaatsvindt, waarna de kosten uit het normenboek kunnen worden gehaald.

Naast het Normenboek van Staatsbosbeheer bestaan er andere bronnen met informatie over de tijd en/of geld die het uitvoeren van maatregelen kost. De belangrijkste zijn:

- Het Groene Boek van het IMAG (A&F) - met tijdnormen voor de uitvoering van werkzaamheden aan groenvoorzieningen.
- GWW Kosten Groenvoorzieningen van Elsevier - met kostennormen en tijdnormen van werkzaamheden van voornamelijk gemeentelijk groen.
- Overzicht Standaardeenheidsprijzen van DLG - met voornamelijk cultuurtechnische werkzaamheden.

Voor het bepalen van de financiële houtopbrengst bestaan twee methoden:

- de prijs voor hout op stam wordt gebruikt;
- er wordt gerekend met de opbrengsten franco fabriek en daarnaast met de kosten van houtoogst.

De tweede methode is op dit moment eigenlijk geen optie meer omdat de prijzen van hout franco fabriek niet meer beschikbaar zijn. Bovendien heeft deze optie als nadeel dat bekend moet zijn hoe de verdeling van sortimenten is.

De prijzen van hout op stam zijn globaal bekend. Op dit moment beschikt Alterra niet over een database met prijzen per houtsoort en diameters en al helemaal niet van prijzen van hout op stam in bepaalde situaties (bijv. een situatie met veel ondergroei). Hierdoor is het lastiger de verschillen in opbrengsten in verschillende situaties inzichtelijk te maken. Om dit wel te kunnen doen, kan met behulp van kostennormen worden geprobeerd correcties te berekenen. Bijv. op basis van kostennormen kan worden bepaald dat de oogst bij veel ondergroei gemiddeld 2 euro per m<sup>3</sup> duurder is dan normaal, en de prijs voor hout op stam dus twee euro per m<sup>3</sup> lager zal zijn.

Als scenario's op meer dan 1 jaar betrekking hebben (gebruikelijk in het bosonderzoek) dan moet daar rekening mee worden gehouden bij het bepalen van de kosten en opbrengsten. In de praktijk betekent dit dat er 'met rente' gerekend moet worden. Dit betekent dat toekomstige kosten en opbrengsten worden gecorrigeerd en (doorgaans) worden terug gerekend naar 'jaar 0'.

#### *Betrouwbaarheid:*

Tijd- en kostennormen hebben betrekking op specifieke maatregelen onder specifieke omstandigheden. Voor die maatregelen en die omstandigheden zijn de normen van Staatsbosbeheer en andere aanbieders over het algemeen redelijk betrouwbaar. De actualiteit van de normenboeken is op dit moment een probleempunt. Tijdnormen veranderen niet zo snel, kostennormen worden snel (binnen enkele jaren) minder actueel. Op dit moment wordt op initiatief van Alterra en Staatsbosbeheer gewerkt aan een constructie/samenwerkingsverband dat moet zorgdragen dat er voor langere tijd actuele normen beschikbaar komen.

De beschikbare productprijzen zijn op dit moment slechts indicatief. Voor scenariostudies is dit doorgaans voldoende (zeker als met verschillende prijsscenario's wordt gewerkt).

#### *Voor- en nadelen:*

Het grote voordeel van het gebruik van bestaande normen is dat ze al verzameld zijn en berekeningen met deze normen dus weinig tijd en geld kosten. Het belangrijkste nadeel is dat de normen gelden voor specifieke maatregelen en omstandigheden. Vaak sluiten de normen daardoor niet helemaal aan bij de vraagstelling.

#### *Voorbeelden:*

Wieman en Hekhuis (1996) hebben met behulp van het kostennormenboek van Staatsbosbeheer de financiële consequenties berekend van kleinschalig bosbeheer.

De Jong en Van Raffe hebben de financiële consequenties doorgerekend van verschillende beheersscenario's om de verbeuking in bos tegen te gaan (in Jorritsma et al., 2001).

#### *Variabele dunning*

Zie bij Zelf kostennormen verzamelen.

### **3.2.2 Zelf normen verzamelen**

#### *Beschrijving:*

Een alternatief voor het gebruik van bestaande normen is het zelf bepalen en/of het zelf samenstellen van normen. Dit kan op verschillende manieren:

1. de kosten (opbrengsten) kunnen worden nagevraagd bij aannemers of beheerders;
2. kosten (opbrengsten) kunnen door middel van nacalculatie worden bepaald;
3. normen kunnen worden bepaald op basis van metingen.

#### ad 1. Navraag bij aannemers of beheerders

De meest directe manier om de kosten voor werkzaamheden te bepalen, is navraag te doen naar prijzen die in de vrije markt gelden. Zowel aanbieders als afnemers hebben informatie over de kosten. Aan aannemers kan er ook informatie over houtprijzen e.d worden gevraagd.



#### ad 2. Normbepaling d.m.v. nacalculatie

Op basis van de administratie van beheerders kan in sommige gevallen worden bepaald hoe duur bepaalde activiteiten zijn en wat producten opbrengen.

#### ad 3. Zelf meten van waarden

Tijdnormen kunnen worden verzameld op basis van tijdstudies, schattingen, gegevens uit arbeidsregistratie en PMTS (een techniek waarbij normen voor activiteiten worden opgebouwd uit tijden over handelingen, zoals rijden, lopen, zagen etc.). Tarieven kunnen worden berekend door de verschillende kosten van machines, arbeid e.d. bij elkaar te tellen. Voor een machine zijn dit o.a. afschrijvingskosten, rentekosten, verzekeringskosten, stallingskosten, brandstofkosten en onderhouds- en reparatiekosten. Prijzen voor hout zijn moeilijk zelf te meten.

#### *Betrouwbaarheid:*

De betrouwbaarheid van gegevens die worden verkregen van aannemers en beheerders is niet altijd goed in te schatten. De gegevens geven bovendien een beeld van de marktprijs en niet van de bedrijfseconomische kosten van een maatregel. Voor nacalculaties geldt doorgaans hetzelfde. Bovendien blijkt de administratie doorgaans niet gedetailleerd genoeg en ook te specifiek voor een bepaalde eigenaar. De betrouwbaarheid van correct uitgevoerde eigen studies is goed in het geval van tijdstudies en PMTS, de betrouwbaarheid van gegevens op basis van arbeidsregistraties is minder en de betrouwbaarheid van schattingen is twijfelachtig.

#### *Voor- en nadelen:*

Het grote voordeel van het zelf verzamelen van normgegevens is dat die precies kunnen aansluiten bij de vraagstelling. Soms is het zelf verzamelen min of meer noodzakelijk omdat er nog geen normen bestaan. Een nadeel is dat het bepalen van betrouwbare normen veel tijd en geld kost, vooral door de vereiste tijdstudies. Zoals in de vorige paragraaf al is gezegd, wordt op dit moment gewerkt aan een constructie/samenwerkingsverband dat moet zorgdragen dat er voor langere tijd actuele normen beschikbaar komen. Als dit van de grond komt, kan ook beter worden gezorgd dat er normen komen die aansluiten bij huidige onderzoeksvragen. Prijzen voor hout zijn moeilijk zelf te meten.

#### *Voorbeelden:*

Een onderzoek waarbij nieuwe normen zijn verzameld, is de studie naar de kosten van beheer van natte en vochtige graslanden met aangepaste machines (Jong et al., 2003). In het kader van deze studie zijn kostennormen opgesteld voor het beheer met nieuwe machines waarvoor nog geen normen bestonden.

#### *Variabele dunning*

Voor het dunningsonderzoek zijn deels bestaande normen te gebruiken. Er zijn redelijk goede normen voor handmatig vellen van verschillende boomsoorten en diameters. Deze normen zijn opgesteld voor monocultures en daardoor minder geschikt voor het bepalen van de kosten in een gemengd bos. Ook bestaan er weinig geschikte normen indien met een harvester wordt gedund. Voor gemengde opstanden en opstanden met ondergroei etc. zouden nieuwe normen verzameld

moeten worden. Hetzelfde geldt voor dunningen die worden uitgevoerd met een harvester. In het kader van het project Geïntegreerd bosbeheer wordt momenteel data verzameld om deze normen op te kunnen stellen. Binnenkort komen dus nieuwe normen beschikbaar.

### 3.3 Functievervulling

Het bos kan verschillende functies vervullen. De belangrijkste zijn houtproductie, natuur en recreatie. De functievervulling wordt in belangrijke mate bepaald door de kenmerken van het terrein. Van de kenmerken van een terrein kan dus de functievervulling worden afgeleid. Nu is er nog maar weinig onderzoek gedaan naar de relatie tussen terreinkenmerken en functies. In deze paragraaf wordt daarom kort aangegeven welke methoden op dit moment wel beschikbaar zijn. Ook wordt kort aangegeven welke terreinkenmerken relevant zijn voor en bepaalde functie. Hierbij is onder andere gebruik gemaakt van de Onderzoeksvisie Geïntegreerd bosbeheer (Raffe et al., 2003). In bijlage 1 is een overzicht te vinden van terreinkenmerken en de functies die deze terreinkenmerken beïnvloeden.

#### 3.3.1 Houtproductie

##### *Geogst hout en resterende opstand*

###### *Volume (en kwaliteit) totaal*

De houtproductie is een van de functies van geïntegreerd bos. Een maat voor de functievervulling kan het geproduceerde hout zijn. Het kan gaan om volume totaal, volume van een bepaalde houtsoort of volume van een bepaald sortiment (zaaghout, papierhout e.d.). De relatie met de terreinkenmerken is in de eerste gevallen (volume totaal, volume per boomsoort) groot. Je kunt eenvoudig voor een bepaalde situatie op een bepaald tijdstip aangeven wat het volume is dat geogst is/wordt en dat nog resteert. Relevante terreinkenmerken zijn in dat geval:

- boomsoorten, en
- staande houtvoorraad.

Bekend moet zijn welke boomsoorten en welke volumes de beheersalternatieven opleveren. Het volume kan eventueel worden bepaald op basis van lengte en diameter. Methoden om die gegevens te bepalen zijn in de paragraaf 3.1 besproken.

###### *Sortimenten*

Het bepalen van het volume van een bepaald sortiment is doorgaans minder eenvoudig. Dit vereist in ieder geval een extra stap. Methoden die eventueel gebruikt kunnen worden, zijn:

1. literatuurstudie naar rekenregels;
2. expert judgement.

ad 1. Rekenregels

Van der Vegt heeft in 1999 gekeken welke sortimenten in welke hoeveelheden vrij kunnen komen uit oogst op basis van de eisen aan sortimenten. Hiervoor zijn verschillende rekenmethoden opgesteld. Een algemeen probleem dat werd geconstateerd is dat de sortimenten die uit een stam worden gezaagd, sterk afhangen van de vraag naar bepaalde sortimenten. De rekenregels leveren alleen informatie op over wat kan bij de gebruikte eisen aan sortimenten, maar niet wat het beheer echt zal opleveren.

#### ad 2. Expert judgement

Als alternatief voor rekenregels is het mogelijk de mening van experts (bijv. aannemers) te vragen. Ook hier zal het probleem zijn dat de keuzen over de te verkrijgen sortimenten eigenlijk meer een kwestie van vraag is dan van aanbod. In vergelijking met rekenregels is deze methode minder objectief, maar als de mening van de expert in het veld wordt gevraagd over een bepaalde opstand, wel specifiek.

#### *Indicatoren*

Door gebruik te maken van modellen kan in de tijd worden gekeken hoeveel hout er uit een bos komt. Dit geeft een betere beeld van de functievervulling dan een momentopname. Maatregelen zijn namelijk vaak gericht op het verbeteren van de oogstvolume in de toekomst.

Als er geen modellen zijn om de lange-termijneffecten vast te stellen, kan ook worden gekeken naar indicatieve terreinkenmerken, zoals:

- boomsoortensamenstelling;
- kroonbedekking;
- menging soorten;
- diameterverdeling;
- bedekking ondergroei/verjonging;
- soorten ondergroei/verjonging;
- bodem;
- grondwaterstand;
- pH;
- aantal geschikte productieboomen/toekomstboomen (stamrechtheid e.d.).

Deze terreinkenmerken geven inzicht in de potentie van de resterende opstand. In de praktijk zal het niet eenvoudig zijn om op basis van een inventarisatie van dit soort terreinkenmerken een schatting te kunnen maken van de mate van de toekomstige houtproductie. Daarvoor ontbreken op dit moment de handvatten. Bij een onderzoek zal het dus blijven bij een weergave van de waarden van de bovengenoemde terreinkenmerken.

#### *Financiële opbrengsten*

Hout wordt in het algemeen geoogst om geld te verdienen. In plaats van het houtvolume, kan daarom ook de financiële opbrengst van hout als maat voor de vervulling van de houtproductiefunctie dienen. Feitelijk wordt dan de houtproductiefunctie vervangen door een financiële doelstelling m.b.t. hout. Meer informatie is te vinden in § 3.2.

### *Variabele dunning*

In het onderzoek naar variabele dunning zal geprobeerd worden een inschatting te maken van de gevolgen van variabel dunning voor de houtproductiefunctie. Dit zal gebeuren op basis van literatuurstudie, expert judgement en modelstudies. In ieder geval zal gekeken worden naar de hoeveelheid hout die kan worden geoogst en naar de kwaliteit van het hout (of de resterende opstand m.b.t. de houtproductie) voor zover dat mogelijk is.

### **3.3.2 Natuur**

Over een goede indicator voor de functievervulling natuur kan heel lang worden gediscussieerd. Een mogelijke indicator is biodiversiteit, maar hoe moet biodiversiteit worden gedefinieerd? Een optie is inzichtelijk te maken welke soorten (planten en/of dieren) beheer kan opleveren. Het beheer leidt dan tot een bepaald bos met specifieke kenmerken en de vraag is dan voor welke soorten het terrein geschikt is. Dit kan op verschillende manieren worden bepaald:

- literatuurstudie
- eenmalige en/of herhaalde veldopnamen
- modellen
- expert judgement

In § 3.1 zijn deze methoden al besproken voor het bepalen van de invloed op terreinkenmerken. De dingen die daar zijn gezegd, gelden min of meer ook hier. Enkele aanvullingen zijn wel te maken:

#### *Flora*

Er is al veel bekend over de relatie tussen terreinkenmerken en ondergroei. Het betreft vooral de relatie van planten met bodemvruchtbaarheid, pH en vochthuishouding. Minder is bekend over de relatie met bijv. lichthuishouding. Voor maatregelen die de lichtinval beïnvloeden (zoals dunnen) is daardoor minder goed aan te geven wat de consequenties zijn.

#### *Fauna*

De Jong et al. (2002) hebben gevonden dat de gegevens over de geschiktheid van een terrein voor bepaalde diersoorten op basis van de kenmerken van dat terrein slechts gefragmenteerd beschikbaar zijn en niet de gehele range van relevante terreinkenmerken dekken. Relevante terreinkenmerken zijn:

- Horizontale bosstructuur (verdeling boomfase, dichte fase, jonge fase en open plekken);
- Boomsoortenverdeling boomfase;
- Kroonbedekking;
- Bedekking struiklaag onder kroon;
- Dikke bomen;
- Dood hout;
- Bosrandlengte;

- A-biotiek.

De Jong et al. hebben de beschikbare gegevens gecombineerd met expertkennis en deze gegevens gemodelleerd. Het model met de naam 'Indicator' kan gebruikt worden om de geschiktheid voor diersoorten te bepalen. De data en de methodiek worden momenteel gevalideerd. Het lijkt een geschikte en goedkope methode om in de toekomst iets te kunnen zeggen over de functievervulling natuur voor wat betreft het realiseren van een geschikt habitat voor diersoorten. Zeker als het model in de toekomst beschikbaar komt voor gebruikers die met hun opmerkingen het model steeds verder kunnen helpen verbeteren.

#### *Variabele dunning*

In het onderzoek naar variabele dunning zal geprobeerd worden een inschatting te maken van de gevolgen van variabele dunning voor de natuurfunctie. Daarbij zal gekeken worden naar de gevolgen voor de geschiktheid de vegetatie op basis van literatuurstudie en expert judgement en m.b.v. het programma Indicator worden gekeken wat de gevolgen zijn voor de geschiktheid van het terrein voor een aantal diersoorten.

### **3.3.3 Recreatie**

Als over het vervullen van de functie recreatie wordt gepraat, dan gaat het in het kader van deze methodenstudie vooral om de beleving. De Boer et al. (2001) hebben gekeken hoe de belevingswaarde van bosbeelden kan worden bepaald. De basis is een database met waarderingen van bosbeelden. Bij elk bosbeeld zijn de waarden voor een aantal terreinkenmerken vastgelegd. In een (scenario)studie moeten de waarden van die terreinkenmerken worden berekend of gemeten, waarna de waardering van de betreffende opstand opgezocht kan worden. De terreinkenmerken die onderscheiden worden, zijn:

- Kroonlaag:
  - bedekking;
  - soort(en);
  - hoogte;
  - plantverband;
  - dbh;
- Tweede laag:
  - bedekking;
  - soort(en);
  - hoogte;
  - plantverband;
- Kruidlaag:
  - bedekking;
  - soort(en);
- Algemeen:
  - seizoen;
  - dood hout.

De studie van De Boer et al. is de enige studie waarin bosbeelden als geheel zijn gewaardeerd. Bij andere studies is vooral naar specifieke terreinkenmerken gekeken, zoals ondergroei, menging e.d. Deze studies laten zien dat variatie (in boomsoorten, diameters, ondergroei etc.) hoog wordt gewaardeerd door recreanten. Het nadeel van het gebruik van individuele kenmerken om te bepalen hoe hoog de belevingswaarde is van een bos, is dat een bosbeeld bestaat uit een combinatie van kenmerken en het sommeren van waarderings van individuele kenmerken niet leidt tot een betrouwbare waardering van een bosbeeld. Zo blijkt uit de studie van De Boer et al. dat oud beukenbos hoog wordt gewaardeerd, terwijl dit type bos maar weinig variatie kent. Een nadeel van de database van De Boer et al. is dat deze nog maar beperkt gevuld is. Het aantal relevante opstandskenmerken is bovendien groot. In de onderzoeksvisie worden genoemd: verdeling ontwikkelingsfasen, grootte gaten/horsten, markante bomen, dood hout, bedekking boomlaag, boomsoorten, menging soorten, diameterverdeling, menging diameters, bedekking struiklaag, soorten struiklaag, bedekking kruidlaag en soorten kruidlaag.

Het bepalen van de belevingswaarde is ook met een methode zoals die van de Boer et al. niet voor 100% betrouwbaar. Een probleem is dat de beleving vaak samenhangt met details. Ondergroei is mooi, maar iets teveel ondergroei of ondergroei van de verkeerde soorten geeft weer een rommelig en slecht gewaardeerd bosbeeld. Beleving is bovendien subjectief. Het wordt beïnvloed door tal van factoren. Belangrijk is bijv. dat een recreant rekening zal houden met de omgeving. Met deze omgeving is in principe geen rekening te houden bij het bepalen van de impact van een specifieke maatregel.

In geval van studies kan gekozen worden om aanvullend belevingsonderzoek te doen. Als het onderzoek plaatsvindt aan opstanden die ook gemeten worden, dan kunnen die opstanden worden gefotografeerd. Als met modellen wordt gewerkt, moeten opstanden worden gevonden die lijken op de resultaten van de modelruns. Deze foto's moeten dan worden beoordeeld door het publiek. Dit kan op de manier van De Boer et al. (met referentiefoto's) of door de foto's die in het kader van het onderzoek zijn gemaakt. Dit onderzoek kost redelijk veel tijd en geld. Een alternatief is expert judgement. Een expert moet dan beoordelen wat de belevingswaarde is. De database van De Boer et al. kan dan mogelijk als basis dienen.

#### *Variabele dunning*

In het onderzoek naar variabele dunning zal geprobeerd worden een inschatting te maken van de gevolgen van variabele dunning voor de recreatiefunctie en dan met name voor de beleving. Verwacht wordt dat dit niet eenvoudig zal zijn. De effecten op de beleving zullen worden ingeschat tijdens een expertmeeting en door de resultaten van de modelstudies te toetsen aan de hand van bestaande kennis over de beleving van terreinen (o.a. methode De Boer).

## 4 Conclusies

Alterra doet onderzoek naar de gevolgen van een bepaalde maatregel of beheersstrategie (reeks van maatregelen). Het gaat daarbij om de gevolgen voor het terrein (structuur e.d.), de gevolgen voor de functievervulling (doelen recreatie, natuur en houtproductie) en de financiële consequenties.

In dit rapport zijn de methoden beschreven die Alterra op dit moment beschikbaar heeft om de gevolgen zichtbaar te maken. Niet elke methode is altijd even geschikt. Om een goede keuze te kunnen maken uit de beschikbare methoden is een gedetailleerde uitwerking van de vraagstelling cruciaal. Het is belangrijk te weten wat wel en wat niet bekend moet worden. Omdat elke methode bepaalde voor- en nadelen heeft, is een combinatie van methoden vaak de beste optie.

In het algemeen kan gezegd worden dat het bepalen van de gevolgen voor het terrein en de financiële consequenties goed mogelijk is. Het bepalen van de functievervulling is in het algemeen veel lastiger.

### *a. Terrein*

Voor het bepalen van de gevolgen van maatregelen op het terrein bestaan verschillende methoden. In Tabel 2 zijn deze genoemd. In de tabel is ook aangegeven wat de belangrijkste kenmerken (voor- en nadelen) van de methoden zijn.

*Tabel 2: Methoden om de impact op het terrein te kunnen bepalen en de kenmerken van deze methoden.*

methode	betrouwbaarheid	inzetbaarheid	oplevertijd	kosten
lit.studie	laag-hoog	niet altijd	kort	laag
experimenten	hoog	altijd	zeer lang	zeer hoog
veldmetingen	laag-hoog	niet altijd	kort - lang	hoog
modellen	laag-hoog	niet altijd	kort	laag - hoog
expert judgement	laag	altijd	zeer kort	laag

De betrouwbaarheid van goed uitgevoerde experimenten is hoog. Literatuurstudies, modelstudies en veldmetingen kunnen betrouwbare resultaten opleveren. Het hangt echter van de vraag af of dit het geval is. Voor sommige vragen is er bijv. te weinig geschikte literatuur of is het model niet (goed/voldoende) geparametriseerd. De betrouwbaarheid van veldmetingen wordt beperkt doordat het vaak lastig is precies te achterhalen welke maatregelen er in het verleden zijn uitgevoerd. Effecten die pas na wat langere tijd of na meerdere ingrepen optreden, zijn daardoor niet goed te bepalen. De betrouwbaarheid van expert judgement is niet heel erg hoog, omdat het meningen betreft.

Experimenten en expert judgement kunnen in principe gebruikt worden voor het beantwoorden van alle vragen. Modellen kunnen voor veel (alle) vragen gebruikt worden. Het beschikbare model voor bosontwikkeling (ForGEM) is echter nog in ontwikkeling. In de nabije toekomst zal het een waardevol instrument blijken voor onderzoekers en voor een aantal situaties is het dat nu al.

De tijdsduur dat resultaten beschikbaar komen is bij de meeste methoden relatief kort. Binnen enkele weken tot enkele maanden kan een antwoord worden gegeven op een vraag. Veldmetingen kunnen soms vertraging oplopen, omdat in bepaalde

perioden van het jaar geen metingen kunnen worden uitgevoerd (bijv. in de winter als de ondergroei (deels) is verdwenen). Experimenten duren doorgaans erg lang. Om de consequenties van een beheersstrategie te kunnen testen, is veel tijd nodig.

De kosten van literatuurstudie en expert judgement zijn relatief laag. Dit geldt ook voor modellen als ze voor de vraagstelling zijn geparаметriseerd. Is dat niet het geval dan zullen veldmetingen nodig zijn om dat te doen, wat hoge kosten met zich mee brengt. Veldmetingen zijn arbeidsintensief en kosten daarom relatief veel geld. Voor experimenten geldt min of meer hetzelfde en bovendien duren ze vaak lang en moet er meerdere malen worden gemeten.

#### *b. Financiële consequenties*

De financiële consequenties van beheer kunnen worden gebaseerd op basis van normen. Dit kunnen bestaande normen zijn of normen die voor een specifieke vraag zijn verzameld. Voor wat betreft de kosten, ligt een keuze voor het gebruik van bestaande normen voor de hand. Bestaan deze niet, dan is het noodzakelijk nieuwe normen op te stellen. Voor kostennormen levert het uitvoeren van tijdstudies de meest objectieve normen op. Ervaringscijfers van aannemers en nacalculatiegegevens geven een beeld van de markt en niet van de bedrijfseconomische kosten van een maatregel. De opbrengsten van een scenario kunnen worden berekend op basis van de prijs van een bepaald product. Alterra beschikt over een aantal indicatieve productprijzen. Als deze niet voldoen, dan zullen nieuwe normen (prijzen) moeten worden opgevraagd bij beheerders of aannemers.

#### *c. Functievervulling*

Het bepalen van de functievervulling is lastig. Een probleem is om aan te geven wat precies onder functievervulling verstaan wordt. Eigenlijk kan alleen de beheerder zelf vertellen welke functiedoelen hij nastreeft. Als duidelijk is wat verstaan wordt onder functievervulling is nog wel een probleem om aan te geven welke indicatoren relevant zijn om vast te stellen in welke mate een functie wordt vervuld. Dit geldt in iets sterkere mate voor de functie natuur, maar toch ook voor de functies recreatie en houtproductie.

Voor de houtproductie kan voor wat betreft de functievervulling gekeken worden hoeveel hout een beheersscenario oplevert. Dit is een goede methode als op een wat langere termijn wordt gekeken. Voor een korte-termijnstudie is het geen goede methode, omdat niet goed rekening wordt gehouden met de gevolgen op de wat langere termijn. In dat geval zou gekeken kunnen worden naar opstandskennmerken die de productie beïnvloeden (die een indicatie kunnen zijn voor de toekomstige houtproductie). Het bepalen van de sortimenten die geogst kunnen worden, blijkt in de praktijk niet eenvoudig en zeker niet eenduidig. Welke sortimenten daadwerkelijk worden geogst, hangt sterk af van de vraag van de industrie. In plaats van naar de hoeveelheid hout te kijken, kan eventueel ook worden gekeken naar de financiële opbrengsten. Eigenlijk wordt dan niet naar de vervulling van de houtproductiefunctie gekeken, maar naar de financiële doelstelling m.b.t. hout.

Over een goede indicator voor de functievervulling natuur kan heel lang worden gediscussieerd. Een mogelijke indicator is biodiversiteit, maar hoe moet biodiversiteit worden gedefinieerd? Een optie is om inzichtelijk te maken welke soorten (planten en/of dieren) beheer kan opleveren. Het beheer leidt dan tot een bepaald bos met



specifieke kenmerken en de vraag is dan voor welke soorten het terrein geschikt is. Dit kan worden bepaald d.m.v. literatuurstudie, eenmalige en/of herhaalde veldopnamen, modellen en expert judgement.

Als over het vervullen van de functie recreatie wordt gepraat, dan gaat het in het kader van deze methodenstudie vooral om de beleving. Het bepalen van de belevingswaarde van een stuk bos blijkt niet eenvoudig. Veel factoren beïnvloeden de beleving. Naast lokale terreinkenmerken (dik hout, boomsoorten, diameterverdeling e.d.) spelen ook omgevingsfactoren een rol. Er zijn twee methoden om de beleving in te schatten: op basis van het 'totale plaatje' (methode De Boer et al.) en op basis van individuele factoren. Vooral meer variatie zou tot een hogere waardering moeten leiden. In de praktijk is dit echter niet zo eenvoudig. Soms worden opstanden die monotoon zijn hoog gewaardeerd (beukenbos) en bossen met veel variatie laag.



## Literatuur

- Bartelink, H.H., A.F.M. Olsthoorn, A. Oosterbaan en S.M.J. Wijdeven 2001. Overzicht van een eeuw onderzoek naar groei en opstandsontwikkeling in relatie tot groeiplaats en beheer. Alterra-rapport 256, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte, Wageningen, 53 p.
- Boer, T.A., E. Gerritsen en J.K. van Raffe, 2001. Beleving van bosbeelden. Een methode voor het bepalen van de belevingswaarde van bosbeelden en de resultaten van een pilotonderzoek uitgevoerd met deze methode. Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra-rapport 250.
- Jong, J.J. de, R.C. van Apeldoorn, F.A. Bink, D.A. Jonkers, A.A. Mabelis, J.G. de Molenaar, H. Sierdsema, A.H. P. Stumpel en B. Verboom, 2002. Fauna en terreinkenmerken van bos. Een studie naar de relatie tussen terreinkenmerken en de geschiktheid van bos als habitat voor een aantal diersoorten. Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra-rapport 565.
- Jong, J.J. de & J.K. van Raffe, 2003. Methoden voor het opstellen van kostennormen voor bosbouw en natuurbeheer. Alterra, Wageningen. Alterra-rapport 742
- Jong, J.J. de & J.K. van Raffe, 2003. Op weg naar actuele kostennormen voor bos- en natuurbeheer; Behoeften en mogelijkheden in kaart gebracht. Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra-rapport 928.
- Jong, J.J. de, A.H. Schaafsma, E.J.M. Aertsen & F.Th. Hoksbergen, 2003. Machines voor beheer van natte graslanden. Een studie naar de kosten van beheer van natte en vochtige graslanden met aangepaste machines. Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Rapport nr. 747.
- Jorritsma, I.T.M., J.J. de Jong, J.K. van Raffe & A.F.M. Olsthoorn, 2001. Opkomst of ondergang van de beuk; een modelstudie naar de effecten van beheer op de bosontwikkeling en functievervulling. Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Rapport nr. 747.
- Kramer, K. et al. 1999. Het model WETSPACE. *In* Dynamische interacties tussen hoefdieren en vegetatie in de Oostvaardersplassen Ed. G.W.T.H. Groot Bruinderink, Wageningen, pp. 45-57.
- Kramer, K., H. Baveco, R.J. Bijlsma, A.P.P.M. Clerkx, J. Dam, J. van Goethem, T.A. Groen, G.W.T.A. Groot Bruinderink, I.T.M. Jorritsma, J. Kalkhoven, A.T. Kuiters, D. Lammertsma, R.A. Prins, M. Sanders, R. Wegman, S.E. van Wieren, S. Wijdeven and R. van der Wijngaart. 2001. Landscape forming processes and diversity of forested landscapes - description and application of the model FORSPACE. Alterra Report 216, Wageningen, The Netherlands, p. 168 pp.

Kramer, K., T.A. Groen and S.E. van Wieren 2003. The interacting effects of ungulates and fire on forest dynamics: an analysis using the model FORSPACE. *Forest Ecology and Management*. 181:205-222.

LEI, 2003, Bedrijfsuitkomsten in de Nederlandse particuliere bosbouw over 2002. Den Haag, LEI.

Olsthoorn, A.F.M. & Keltjens, W.G. 1998 Effects of soil acidification and nitrogen enrichment on fine root density of Douglas-fir on sandy soils: 1. Critical review of literature data. In: Olsthoorn, A.F.M. 1998 Soil acidification effects on fine root growth of Douglas-fir on sandy soils. Proefschrift Wageningen Agricultural University, Wageningen, ook: IBN Scientific Contributions 12, 153p.

Olsthoorn, A.F.M. & G.J. Maas 1994 Relaties tussen vitaliteitskenmerken, groeiplaats, ziekten en herkomst bij Douglas. Rapport IBN-DLO, Wageningen, No 115, 83p.

Oosterbaan, A., A.F.M. Olsthoorn en C.A. van den Berg 2003. Beheersingsstrategieën voor Amerikaanse vogelkers, Amerikaanse eik en esdoorn. Alterra-rapport 836, Wageningen. 66 p.

Raffe, J.K. van, & R.J.A.M. Wolf, 2000. Bedrijfsplanning geïntegreerd bosbeheer. Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra-rapport 051.

Raffe, J.K. van, J.J. de Jong, R.J.A.M. Wolf & R.A.M. Schrijver, 2002. Bedrijfsdiagnose bosbedrijven. Een methode voor bedrijfsonderzoek. Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra-rapport 440.

Raffe, J.K. van, C.J.M. van Vliet, J.J. de Jong, A.F.M. Olsthoorn, S.M.J. Wijdeven, M.N. van Wijk, A. Oosterbaan, C.A. van den Berg, H. van Blitterswijk, R.C. van Apeldoorn, P.J.M. Hillegers & G.W. Tolkamp, 2003. Onderzoeksvisie Geïntegreerd Bosbeheer. Wageningen, Alterra. Intern rapport.

Schaaf, J., van der, 2003 De relatie tussen de bossamenstelling en beheersingrepen in ongelijkjarige, gemengde bossen. Scriptie Leerstoelgroep Bosecologie en Bosbeheer, Wageningen Universiteit, Wageningen, 75p.

Sharpe, P.J.H. 1990. Forest modeling approaches: compromises between generality and precision. *In* Process modeling of forest growth responses to environmental stress Eds. R.K. Dixon, R.S. Mehdahl, G.A. Ruark and W.G. Warren. Timber Press, pp. 180-191.

Staatsbosbeheer, 2000. Normenboek Staatsbosbeheer 2000 - 2001. Normen voor de uitvoering van werkzaamheden in Bosbouw, Natuurbeheer en Landschapsverzorging. Driebergen, Staatsbosbeheer, 141 p.

Vegt, R. van den, 1999. Over zaaghout en andere sortimenten; Methoden om te kunnen bepalen welke sortimenten uit rondhout kunnen worden gehaald, op basis van de eisen aan de topdiameter, de voetdiameter en de lengte van mogelijke sortimenten. Velp, Internationale Agrarische Hogeschool Larenstein. Stageverslag.

Wieman, E.A.P. & H.J. Hekhuis, 1996. Bedrijfseconomische consequenties en functievervulling van kleinschalig bosbeheer; Modelberekeningen en praktijksituaties. Wageningen, IBN-DLO. IBN-rapport 205.



## Bijlage 1 Functies, motieven, productdoelen, enz.

De motieven die een eigenaar kan hebben voor het bosbezit zijn:

- instandhouden bos (familiebezit);
- verkrijgen van inkomsten / vergroten vermogen / verkrijgen fiscaal voordeel;
- eigen genot van de eigenaar;
- verkrijgen aanzien en status;
- dienen algemeen nut.

Functies die het bos kan vervullen zijn traditioneel bijv. natuur, recreatie en houtproductie. Van Raffe et al. (2002)<sup>2</sup> noemen de volgende functies (en de motieven waarbij die functies passen).

Tabel 3: Functies en eigenaarsmotieven

Functionies	Motieven
(Hout)productie	verkrijgen van inkomsten
Natuurbehoud/-ontwikkeling	algemeen nut verkrijgen van inkomsten
Recreatieobject	eigen genot algemeen nut
Jachtgebied	verkrijgen van inkomsten eigen genot verkrijgen van inkomsten
Landschap	eigen genot algemeen nut
Cultuurgoed (object)	eigen genot algemeen nut
CO <sub>2</sub> -vastlegging	algemeen nut verkrijgen van inkomsten
Watervanggebied	algemeen nut verkrijgen van inkomsten
Beleggingsobject	vergroten vermogen
Fiscaal object	behalen fiscaal voordeel
Familiebezit	instandhouden familiebezit
Statusobject	verkrijgen aanzien en status

De functies worden beschreven in de vorm van productdoelen. Deze productdoelen geven aan welke producten het bosbedrijf wil gaan leveren. Ze zeggen daardoor iets over de gewenste functievervulling van het bos.

Tabel 4: Productdoelen

functie	productdoel	beschrijving
Houtproductie (H)	gewenste oogstvolume [soort, klasse, hh]	gewenste oogstvolume, eventueel opgesplitst naar boomsoort en kwaliteitsklasse
Jacht (J)	afschot [soort en hh]	te schieten wild

<sup>2</sup> Raffe, J.k. van, J.J. de Jong, R.J.A.M. Wolf en R.A.M. Schrijver, 2002. Bedrijfsdiagnose bosbedrijven: Een methode voor bedrijfsonderzoek. Alterra, Wageningen. Alterra-rapport 440.

functie	productdoel	beschrijving
Recreatieobject (R)	Gewenst recreatief gebruik [soort recreatie, openstelling, aantal recreanten]	Gewenste aantal recreanten per type en periode
Natuur - planten (P)	plantensoorten [soort, aantal]	gewenste plantensoorten
Natuur - dieren (D)	diersoorten [soort, aantal]	gewenste diersoorten

De functies moeten vervuld worden in het terrein. Beheer is het beïnvloeden van terreinkenmerken. De functiedoelen/productdoelen moeten daarom worden vertaald in streefdoelen op het niveau van het terrein. Deze doelen noemen Van Raffe & Wolf (2000) terreindoelen.

Tabel 5: Terreinkenmerken (minder relevante terreinkenmerken zijn in grijs weergegeven).

terreinkenmerken		beschrijving	bijv.	Functie*	opm.
Voor planningseenheid:					
Bodem	bodemtype	bodemtype		HP	1
	grondwaterstand	grondwaterstand		HP	1
	voedingstoestand [nutriënt nutriëntenniveau]	voedingstoestand per nutriënt niveau aangeven	12 mg /100 g dg	HP	2
	pH	zuurgraad	6	HP	2
Horizontale structuur	ontwikkelingsfasen	bedekking ontwikkelingsfasen	bos / boomfase stakenfase dichte fase jong bos / jonge fase open terrein / open fase misschien ook combinaties noemen	HJRPD	3
	grote gaten/horsten	grote van eventuele gaten / horsten	d 20 - 30 m	HJRPD	
toekomstbomen	productiebomen	aantal productiebomen per ha	80	H	
	markante bomen recreatie	aantal markante bomen per ha t.b.v. recreatie	10	R	
	broedbomen etc.	aantal bomen per ha t.b.v. fauna	2	D	
dood hout	staande stammen	aantal dode stammen per ha van een bepaalde diam. klasse	10	RPD	
	liggende stammen	aantal dode stammen per ha van een bepaalde diam. klasse	10	RPD	
(oud) bos / boomfase					
Boomlaag	bedekking:			HRJPD	4



terreinkenmerken		beschrijving	bijv.	Functie*	opm.
	kroonsluiting/ grondvlak	opp. aandeel kroon grondvlak bomen	50% 15 m2		
	boomsoorten [soorten, aandeel]	boomsoorten in de kroonlaag	gr. den of licht hout of inheems 20-40%	HRPD	
	menging boomsoorten	wijze menging	groepsgewijs, boomsgewijs	PRD	
	diameterverdeling	spreiding diameterklassen	dun 30% dik 70%	HRD	
	menging diameters	wijze menging	groepsgewijs, boomsgewijs ongemengd	HRD	
	voorraad	aantal m3 hout (evt. per soort?)	200 m3	HR	5
	bijgroei	bijgroei per ha	7 m3 / ha.jr	H	6
struiklaag / verjonging	bedekking	opp. aandeel struiklaag in het bosdeel / boomfase	50%	HJRPD	
	soorten [soorten, aandeel]	boomsoorten in de verjonging	gr. den of licht hout of inheems 20-40%	HJRPD	
kruidlaag	bedekking	opp. aandeel kruidlaag in het bosdeel	50%	JRPD	7
	soorten [soorten, aandeel]	boomsoorten in de verjonging	gr. den of licht hout of inheems 20-40%	HJRPD	7
<b>jong bos (jonge fase - dichte fase)</b>					
jong bos	bedekking	opp.aandeel jong bos in het open deel	50%	HRPD	
	boomsoorten [soorten, aandeel]	boomsoorten in de kroonlaag	gr. den of licht hout of inheems 20-40%	HRPD	
<b>gaten (open plekken / open fase)</b>					
struiken / verjonging	bedekking	opp.aandeel struiklaag in het open deel	10%	HRPD	
	soorten [soorten, aandeel]	boomsoorten in de verjonging	gr. den of licht hout of inheems 20-40%	HJRPD	
strooisel/minerale grond	bedekking	opp. aandeel minerale grond in het open deel	50%	HP	8
kruidlaag	bedekking	opp. aandeel kruidlaag in het bosdeel	50%	JRPD	7
	soorten [soorten, aandeel]	boomsoorten in de verjonging	gr. den of licht hout of inheems 20-40%	HJRPD	7
<b>algemen eisen</b>					
stabiliteit/aantastin- gen	stabiliteit (h/d)	stabiliteit van de dominante bomen	70 - 80	H	9
	aantastingen	aandeel aantastingen in de	max 20% van de opstand aangetast	HPD	9

terreinkenmerken		beschrijving	bijv.	Functie*	opm.
		opstand			
kwaliteitseisen toekomstbomen	kwaliteit	kwaliteit toekomstbomen	2/5 eindhoogte recht	H	9
<b>Voor bos/grotere eenheid</b>					
wegen/voorzienin gen	wegen [type, aantal]	aantal m weg	8 m. wandelpad / ha	HRPD	10
	voorzieningen [type, aantal]	aantal recr. voorzieningen	1 picknickbank per 100 ha	R	10
wild / diersoorten	soort, aantal	wildstand / fauna	35 zwijnen / 1000 ha	HJ	10

\* H=houtproductie, J=jacht, R=recreatie, P=planten/flora, D=dieren/fauna

De terreinkenmerken die worden nagestreefd moeten worden gerealiseerd door het beheer ofwel door middel van beheersmaatregelen. De verschillende beheersmaatregelen die binnen geïntegreerd bosbeheer relevant zijn, zijn:

Tabel 6: Maatregelen

<b>Maatregelen</b>
<b>Beheer en leiding</b>
<b>Planning en evaluatie</b>
beheersvisie
beheersplan
werkplan
<b>Toezicht houden</b>
<b>Bosverjonging</b>
terreinvoorbereiding
afrasteren (wilddruk)
inplanten
inboeten
<b>Bosverzorging</b>
zuiveren / dunnen zonder opbrengsten
bestrijding ongewenste soorten
opsnoeien
ringen
<b>Houtoogst</b>
toekomstbomen aanwijzen, blesen en meten
dunnen
eindkap (groepen of boomsgewijs)
<b>Faunabeheer</b>
wildbeheer
jachttoezicht
beheer doelsoorten fauna
<b>Vegetatiebeheer</b>
beheer vegetatie
beheer doelsoorten flora
<b>Bijzondere elementen</b>
beheer hakhout
beheer lanen
<b>Beheer duurzame productiemiddelen</b>
beheer wegen en paden
aanleg hekken en rasters
aanleg recreatieve voorzieningen

Om de maatregelen uit te kunnen voeren zijn middelen nodig. Inzicht in de benodigde middelen is belangrijk om keuzen te kunnen maken uit beheersalternatieven. Er kunnen verschillende soorten middelen worden onderscheiden:

- geld;
- productiemiddelen (arbeid, machines, materialen);
- organisatie (procedures om maatregelen uit te voeren);
- kennis.

In het algemeen wordt bij het uitvoeren gedacht aan de eerste twee items. Om de maatregelen uit te kunnen voeren zijn productiemiddelen nodig (machines, arbeid en bepaalde vlottende productiemiddelen) en de inzet hiervan kost geld. Beide zijn voor de keuze van maatregelen relevant.

De financiële kosten/opbrengsten kunnen worden gekoppeld aan kostensoorten (de aard van de ingezette middelen), maar ook aan de producten die het beheer oplevert (kostendragers, zoals natuurwaarden, recreatieve waarden etc.) en aan bedrijfsprocessen (kostenplaatsen, zoals administratie, verjonging, houtoogst, planning etc.). Van Raffe et al. (2002) concluderen dat het bepalen van de kosten op kostensoorten- en (in iets mindere mate) op kostenplaatsenniveau eenvoudig is en veel informatie oplevert. Ook het bepalen van de kosten voor verschillende kostendragers is in theorie zinvol. In de praktijk is het echter erg lastig om kosten en opbrengsten goed toe te rekenen.