

Inventarisatie van de natuurlijke verjonging van de dominante boomsoorten in het bosgebied van het nationale park 'De Hoge Veluwe'

L. Jans

IBN-rapport 018

Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek

Wageningen

ISSN: 0928-6888

1993

VOORWOORD

De Stichting Het Nationale Park 'De Hoge Veluwe' geeft aan haar bossen een multifunctionele doelstelling. Naast de bestaande houtproductie- en wildbeheersfunctie is er tegenwoordig duidelijk een natuur- en recreatiefunctie bijgekomen.

Vanuit deze achtergrond is er bij de beheerders van het park een groeiende belangstelling voor een bosbeheersysteem waarin natuurlijke verjonging een belangrijke rol speelt.

Om inzicht te krijgen in de huidige mogelijkheden van die natuurlijke verjonging is de natuurlijke verjonging van de dominante boomsoorten in het bosgebied van 'De Hoge Veluwe' geïnterviewd.

De inventarisatie van de natuurlijke verjonging in het nationale park 'De Hoge Veluwe' is mogelijk gemaakt door een financiële bijdrage van de Stichting 'Vrienden van De Hoge Veluwe'.

Voor adviezen en kritisch commentaar bedank ik: ir B. Berents, ing. B.L. Boers (De Hoge Veluwe), ir J. Bokdam (LUW), ir H. Diemont (IBN-DLO), dr ir H. Koop (IBN-DLO), ing. A. Oosterbaan (IBN-DLO), ing. A.J. Snijders (De Hoge Veluwe), ir S. van der Werf (IBN-DLO) en ir M. Wallis de Vries (LUW).

Voor hulp tijdens veldwerk bedank ik Boris Berents, Tom den Boer en Miriam Scherpenisse.

De resultaten van dit onderzoek zullen voor de Stichting Het Nationale Park 'De Hoge Veluwe' van nut zijn bij de beleidsbepaling over hoe de verschillende functies van het park het beste gecombineerd kunnen worden.

Ir Luc Jans

Wageningen, februari 1993

INHOUD

VOORWOORD	3
SAMENVATTING	7
SUMMARY	9
1. INLEIDING	11
1.1. Aanleiding en achtergrond van het onderzoek	11
1.2. Doel	11
1.3. Concrete vraagstellingen	12
2. METHODEN	13
2.1. Veldwerk	13
2.1.1. Onderzoeksgebied	13
2.1.2. Bemonsteringsmethode	16
2.1.3. Verzamelde gegevens	17
2.2. Gegevensverwerking en resultatenweergave	18
3. RESULTATEN	20
3.1. Beschrijving van de bosstructuur en de bodem van de acht strata	20
3.1.1 Algemeen	20
3.1.2 Vliegdennenbos (A)	21
3.1.3 Overig spontaan bos (B)	23
3.1.4 Cultureel naaldbos (C)	23
3.1.5 Cultureel loofbos (D)	24
3.2. Natuurlijke verjonging van de dominante boomsoorten	24
3.2.1. Algemeen	24
3.2.2. Natuurlijke verjonging van de zeven onderzochte soorten in de verschillende zones van het studiegebied	24
3.2.3. Natuurlijke verjonging van de zeven onderzochte soorten in de verschillende hoogteklassen	28
3.3. Factoren die aan de natuurlijke verjonging van bomen ten grondslag liggen	29

3.3.1. Algemeen	29
3.3.2. Actuele soortensamenstelling van het omringende bos	30
3.3.3. Bedekkingsgraad van de bodemvegetatie	31
3.3.4. Bedekkingsgraad van de boomlaag	32
3.3.5. Dikte van de strooisellaag	33
3.3.6. Aanwezigheid van grote herbivoren	34
4. DISCUSSIE	36
4.1. Algemeen	36
4.2. Sampling-methode en veldwerk	36
4.3. Huidige aantallen en ruimtelijke verspreiding van de natuurlijke verjonging	37
4.3.1. Algemeen	37
4.3.2. Vergelijking met eerder onderzoek naar natuurlijke verjonging	38
4.4. Natuurlijke verjonging van de onderzochte soorten	39
4.5. Analyse van de factoren die de natuurlijke verjonging beïnvloeden	40
4.5.1. Algemeen	40
4.5.2. Actuele soortensamenstelling van het omringende bos	40
4.5.3. Bedekkingsgraad van de bodemvegetatie	41
4.5.4. Bedekkingsgraad van de boomlaag	41
4.5.5. Dikte van de strooisellaag	42
4.5.6. Aanwezigheid van grote herbivoren	43
4.6. Gevolgen voor het bosbeheer	44
5. CONCLUSIES	46
6. AANBEVELINGEN	47
LITERATUUR	49
NIET-GEPUBLICEEERDE BRONNEN	50
BIJLAGEN	51
A Basisgegevens van de opnamen	53
B Toelichting van de toegepaste statistische technieken	59
B1 Berekening van de gemiddelde aantallen natuurlijke verjonging voor het gehele studiegebied	
B2 Statistische toetsing van de aangetroffen verschillen in aantallen na- tuurlijke verjonging	
C Beschrijving van enkele interessante "excursieplekken"	61

SAMENVATTING

Omdat natuurlijke verjonging van bos een steeds belangrijker aspect in het beheer van het nationale park 'De Hoge Veluwe' is geworden, is de natuurlijke verjonging van de dominante boomsoorten van het park geïnteriseerd. Het doel van de inventarisatie was het verkrijgen van betrouwbare schattingen van de huidige aantallen en de verspreiding van de natuurlijke verjonging van de dominante boomsoorten in het bosgebied van het park, alsmede aanwijzingen over de factoren die aan deze aantallen en verspreiding ten grondslag liggen. De invloed van de grote herbivoren op de natuurlijke verjonging heeft daarbij extra aandacht gekregen.

Hiertoe is een 'stratified random sampling' uitgevoerd waarbij behalve onderscheid in vier bostypen ook onderscheid in binnen en buiten de wildbaan (aan- of afwezigheid van grote herbivoren) is gemaakt.

In de 289 opname-plots (van 100 m²) zijn behalve gegevens over de aantallen natuurlijke verjonging per hoogteklasse per soort ook gegevens over de factoren die de natuurlijke verjonging bepalen verzameld.

De resultaten van de inventarisatie tonen aan dat de natuurlijke verjonging sterk geclusterd voorkomt (ter illustratie: 78% van het bosgebied van 'De Hoge Veluwe' bevat slechts vijf of minder individuen kleiner dan 5 m van de zeven onderzochte soorten per 100 m² die door natuurlijke verjonging zijn gevestigd). Omdat de factoren die van invloed zijn op de natuurlijke verjonging in meer of mindere mate gekoppeld zijn, is de invloed van de afzonderlijke factoren er niet altijd uit te lichten.

Met name onder het Vliegdennebos komt weinig natuurlijke verjonging voor. De eentonige vegetatie en arme bodem leiden ertoe dat slechts Grove den zich daar redelijk goed verjongt, hetgeen inherent is aan dit bosstype.

De natuurlijke verjonging van met name Douglas en Beuk blijkt duidelijk afhankelijk te zijn van de aanwezigheid van volwassen bomen van dezelfde soort in de nabije omgeving.

De resultaten maken ook aannemelijk dat een hoge bedekkingsgraad van de bodemvegetatie sterk belemmerend kan werken op de natuurlijke verjonging. Vooral de dichte grasmatten van Bochtige smele onder de Vliegdennebossen en onder de Cultuurlijke naaldbossen blijkt te resulteren in lagere aantallen natuurlijke verjonging.

Dat de openheid van het bos van belang is voor de natuurlijke verjonging is al vaak aangetoond en wordt door deze inventarisatie bevestigd.

De continu hoge dichtheid van grote herbivoren in 'De Hoge Veluwe' heeft ertoe geleid dat de natuurlijke verjonging aanzienlijke problemen heeft om zich te vestigen. Deze invloed wordt kwantitatief duidelijk gemaakt doordat een deel van het park niet toegankelijk is voor de grote herbivoren en de twee deelgebieden dus goed vergeleken kunnen worden.

Er zal een omvormingsbeheer toegepast moeten worden om de ruimtelijke variatie in bosstructuur te verhogen. Door grotere variatie in leeftijd van de bomen en in soortensamenstelling van het bos heeft de natuurlijke verjonging

meer kans. Het verlagen van de hoge dichtheid van de grote herbivoren lijkt noodzakelijk om van een goede natuurlijke verjonging verzekerd te zijn. Een andere mogelijkheid lijkt het toestaan van een sterke fluctuatie in de hoogte van de wildstand.

SUMMARY

INVENTORY OF THE NATURAL REGENERATION OF THE DOMINANT TREE SPECIES IN THE FORESTED AREA OF THE 'HOGE VELUWE' NATIONAL PARK

Because natural forest regeneration is becoming a more and more important aspect of the management of the "Hoge Veluwe" National Park an inventory of the natural regeneration of the dominant tree species was done.

The aim of the inventory was to get reliable estimates of the present numbers and distribution of the natural regeneration of the dominant tree species in the park, as well as indications about the influencing factors of this natural regeneration. The influence of the large herbivores on natural regeneration has got special attention.

For this purpose a stratified random sampling has been carried out. Besides a distinction in four forest types, a distinction in inside and outside the game preserve (presence and absence of large herbivores) has been made.

In the 289 sampling plots (of 100 m²) data about the natural regeneration per height class per species are recorded. Besides that data about the influencing factors have been recorded.

The results of the inventory show a strong clustered pattern of the natural regeneration (for instance, 78% of the forested area of the park contains five or less individuals smaller than 5 m of the seven species studied per 100 m² which are established by natural regeneration).

Because the factors influencing the natural regeneration are more or less joined, the separate effects are not always clear.

Especially under the natural pine forests small numbers of natural regeneration occur. The monotonous vegetation and the poor soils cause that only *Pinus sylvestris* regenerates relatively well.

The natural regeneration of particularly *Pseudotsuga menziesii* and *Fagus sylvatica* seems to be clearly related to the presence of adult trees of the same species in its neighbourhood.

The results show that a high percentage cover of the herblayer can impede the natural regeneration. Especially a dense grass layer of *Deschampsia flexuosa* under the natural and semi-natural pine forests obstructs the natural regeneration.

The continuous high density of large herbivores in the 'Hoge Veluwe' has resulted in the low numbers of natural regeneration. This influence was made quantitatively clear by comparing the two different parts of the park (presence and absence of large herbivores).

A slight transformation management seems to be necessary to enlarge the spatial variation in forest structure. By a larger variation in age of the trees and in the species composition the natural regeneration of the forest has more chance to succeed. It seems that the density of large herbivores has to be reduced or that a larger fluctuation of that density has to be allowed.

1. INLEIDING

1.1. Aanleiding en achtergrond van het onderzoek

De aandacht voor natuurlijke verjonging van bossen als beheersvorm is de laatste jaren in Nederland en daarbuiten flink toegenomen (Koop, 1986; Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, 1990; Londo, 1991). Vanwege bedrijfseconomische en bosteeltkundige, maar vooral ook vanwege ecologische en natuurbeheermotieven, gaan steeds meer terreinbeherende instanties over tot een bosbeheersysteem waarin natuurlijke verjonging een essentiële rol speelt (zeker als het betreffende bosgebied ook een duidelijke functie heeft voor natuur of recreatie). Men hanteert dus steeds minder kunstmatige verjonging (aanplant) of kunstmatige bezaaiing in het bosbeheersysteem.

Ook bij de Stichting het Nationale Park 'De Hoge Veluwe' is er een toenemende belangstelling om grotere arealen bos te beheren volgens een bosbeheersysteem waarin natuurlijke verjonging van groot belang is. Voor goede beleidsbeslissingen over zo'n beheersvorm met natuurlijke verjonging is het van belang om een goed overzicht te hebben over de huidige status en de te verwachte mogelijkheden van deze natuurlijke verjonging. De behoefte aan concrete cijfers hierover vormde de belangrijkste aanleiding voor het uitvoeren van deze inventarisatie. Aanwijzingen dat er door veranderingen in het wildbeheer in het park grote veranderingen in deze natuurlijke verjonging aan het optreden zijn, versterken de noodzaak van concrete gegevens over de natuurlijke verjonging.

1.2. Doel

Deze grote behoefte aan concrete gegevens over de natuurlijke verjonging van de dominante boomsoorten in het nationale park 'De Hoge Veluwe' heeft geleid tot de volgende doelstelling:

'Het verkrijgen van betrouwbare schattingen van de huidige aantallen en verspreiding van de natuurlijke verjonging van de boomsoorten:

- *Pinus sylvestris* L. (Grove den)
- *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco (Douglas)
- *Fagus sylvatica* L. (Beuk)
- *Quercus robur* L. (Zomereik)
- *Quercus petraea* (Mattuschka) Lieblein (Wintereik)
- *Betula pendula* Roth (Ruwe berk)
- *Betula pubescens* Ehrh. (Zachte berk)

in het bosgebied van het nationale park 'De Hoge Veluwe', alsmede aanwijzingen over de factoren die aan deze aantallen en verspreiding ten grondslag liggen'.

Dit project heeft voornamelijk een inventariserend karakter. Daarnaast heeft het ook een duidelijke hypothese-genererende waarde voor de factoren die

aan de natuurlijke verjonging ten grondslag liggen. Hierdoor kan vervolgonderzoek naar relaties tussen beheer en ecologische gevolgen heel gericht worden aangepakt.

Omdat het grootste beheersvraagstuk op korte termijn de regulatie van de grote herbivoren (edelherten, moeflons en wilde zwijnen) is, zal de invloed van het wild op de natuurlijke verjonging extra aandacht krijgen.

1.3. Concrete vraagstellingen

Vanuit dit doel zijn de volgende concrete vragen geformuleerd:

- Wat zijn de aantallen individuen natuurlijke verjonging in de verschillende bostypen van het Nationale Park 'De Hoge Veluwe' van de soorten Grove den, Douglas, Beuk, Zomereik, Wintereik, Ruwe berk en Zachte berk?
 - Hoe liggen de aantallen individuen natuurlijke verjonging voor de verschillende hoogteklassen? Treden er belangrijke soortverschillen op?
 - Welke aanwijzingen over de invloed van de grote herbivoren op de natuurlijke verjonging komen naar voren?
 - Zijn er aanwijzingen dat ook andere abiotische of biotische factoren van invloed zijn op de aantallen individuen en verspreiding van de natuurlijke verjonging?
-

2. METHODE

2.1. Veldwerk

2.1.1. Onderzoeksgebied

Het Nationale Park 'De Hoge Veluwe' ligt in de provincie Gelderland (52°05' NB; 5°50' OL) en beslaat een oppervlakte van ongeveer 5.500 ha (waarvan 500 ha buiten de rasters ligt). Uitgebreide beschrijvingen van dit terrein en zijn omgeving zijn onder meer te vinden in Dijkhuizen *et al.* (1976), Ten Houte de Lange (1977) en Post (1987). Onze inventarisatie heeft zich beperkt tot het bosgebied van 'De Hoge Veluwe' zoals dat in 1992 door Oldeman & Tol (1993) gekarteerd is. Het bosgebied beslaat volgens deze kaart een totale oppervlakte van ongeveer 2.750 ha. Hierbij is het gedeelte van het park dat buiten de buitenste rasters ligt niet meegenomen bij de inventarisatie.

Oldeman & Tol (1993) hebben bij het construeren van de vegetatiekaart van 1992 de indeling gevolgd, zoals die door Post (1987) voor de vegetatiekaart van 1981 is gemaakt. Op beide kaarten worden tien bostypen onderscheiden. Dit is vooral gebeurd aan de hand van structuurkenmerken die op luchtfoto's te zien zijn.

Spontane bossen

- 22 open middelhoog vliegdennenbos
- 23 open hoog vliegdennenbos
- 24 gesloten middelhoog vliegdennenbos
- 25 gesloten hoog vliegdennenbos
- 26 open loofbos
- 27 gesloten loofbos
- 28 open naald-loofbos
- 29 gesloten naald-loofbos

Antropogene bossen

- 30 naaldbos
- 32 loofbos

Voor de precieze criteria van de indeling zoals die gehanteerd is verwijs ik naar Post (1987).

Voor onze inventarisatie zijn de volgende vereenvoudigingen toegepast:

- De vier typen vliegdennenbos (22, 23, 24 en 25) zijn samengevoegd tot het bostype 'Vliegdennenbos' (A).
- De twee typen spontane loofbossen zijn samengevoegd met de twee spontane naald-loofbostypen tot 'Overig spontaan bos' (B).
- Het type antropogeen naaldbos zal voortaan aangeduid worden met 'Cultuurlijk naaldbos' (C).
- Het type antropogeen loofbos zal voortaan aangeduid worden met 'Cultuurlijk loofbos' (D).

Bovenstaande indeling is gebruikt bij de stratificatie van het gebied omdat deze kaart van Oldeman & Tol (1993) de enige recente kaart met een geschikte

schaal was. Van goede alternatieven zoals bijvoorbeeld de Potentiële Natuurlijke Vegetatie (Van der Werf, 1991) was geen recent kaartmateriaal beschikbaar.

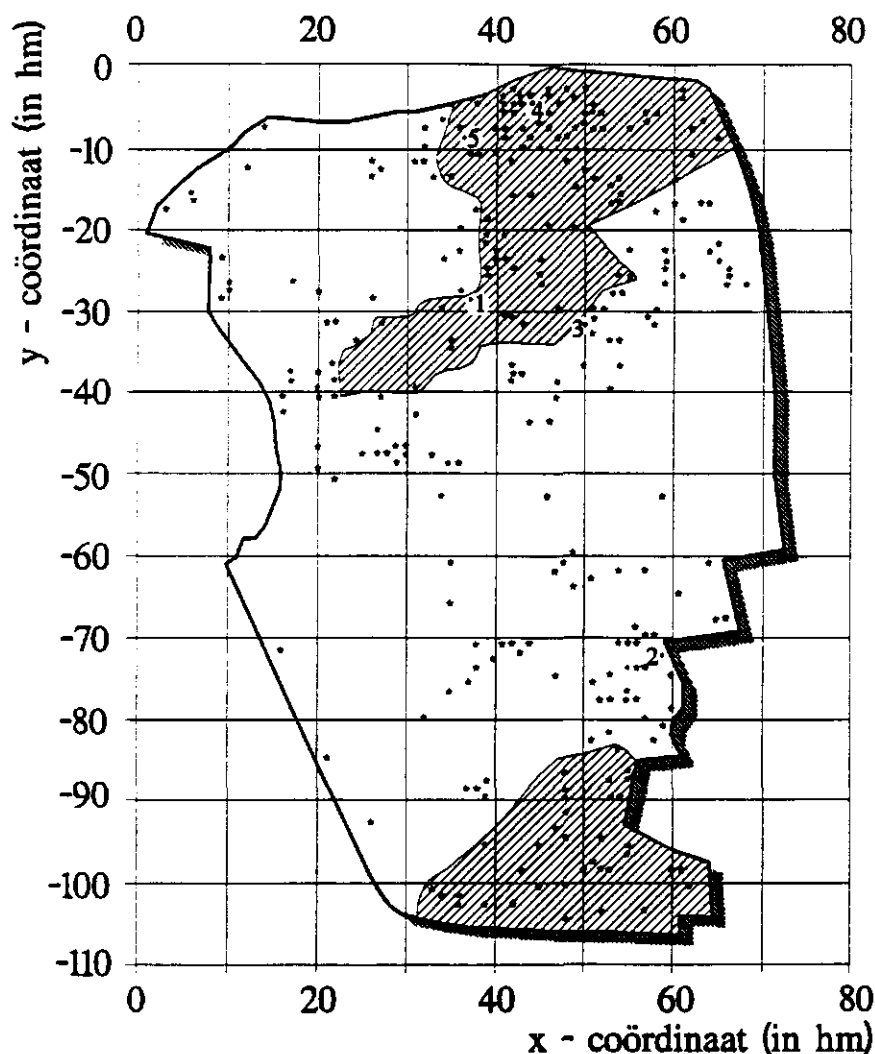


Fig. 1. Het Nationale Park 'De Hoge Veluwe' met de lokaties van de opnamepunten (*). $N = 289$. Schaal: 1:75.000. Het gebied buiten de wildbaan is gearceerd. De cijfers '1' tot en met '5' verwijzen naar de "excursieplekken" zoals beschreven in Bijlage C.

De vier boszones zijn ingedeeld in binnen en buiten de 'wildbaan' zodat er in totaal acht zones (strata) zijn onderscheiden. Hierbij beslaat het gebied 'Binnen wildbaan' dat deel van het park dat niet extra omrasterd is. Hierdoor kunnen de grote herbivoren (edelherten, moeflons en wilde zwijnen) daar

vrijelijk foerageren (fig. 1). 'Buiten wildbaan' is dat gebied dat wel extra omraasterd is (het noord- en zuidoosten van het park), waardoor er met uitzondering van reeën geen grote herbivoren aanwezig zijn. 72% van het bosgebied van het park ligt binnen de wildbaan en de resterende 28% ligt buiten de wildbaan (tabel 1). Opgemerkt dient te worden dat het Vliegdennebos (A) en het Cultuurlijk naaldbos (C) het overgrote deel (75%) van het bosgebied bedekken (tabel 1).

Tabel 1. De geïnventariseerde oppervlaktes van de acht onderscheiden strata, en de wegingsfactoren, de factoren waarmee totale gebiedsgemiddelden berekend dienen te worden (zie §2.2).

Stratum	Code	Totale oppervlakte (ha) ¹	Oppervlakte dat re- cent ge- kapt of aangeplant is (ha) ²	Geïnventari- seerde op- pervlakte: Absoluut (ha) en pro- centueel (%)	We- gings- factor
Vliegdennebos bin- nen wildbaan	A1	960	15	945 (36,7)	0,367
Vliegdennebos bui- ten wildbaan	A2	75	0	75 (2,9)	0,029
Totaal vliegdenne- bos	At	1035	15	1020 (39,6)	0,396
Overig spontaan bos binnen wildbaan	B1	135	5	130 (5,0)	0,050
Overig spontaan bos buiten wildbaan	B2	60	5	55 (2,1)	0,021
Totaal overig spontaan bos	Bt	195	10	185 (7,2)	0,072
Cultuurlijk naald- bos binnen wildbaan	C1	730	50	680 (26,4)	0,264
Cultuurlijk naald- bos buiten wildbaan	C2	310	80	230 (8,9)	0,089
Totaal cultuurlijk naaldbos	Ct	1040	130	910 (35,3)	0,353
Cultuurlijk loofbos binnen wildbaan	D1	90	0	90 (3,5)	0,035
Cultuurlijk loofbos buiten wildbaan	D2	390	20	370 (14,4)	0,144
Totaal cultuurlijk loofbos	Dt	480	20	460 (17,9)	0,179
Gehele bosgebied	T	2750	175	2575 (100,0)	1,000

1. Bepaald met de vegetatiekaart van Oldeman & Tol (1993).

2. Geschat aan de hand van de bezochte opnamepunten.

Recent gekapte of aangeplante opstanden zijn buiten beschouwing gelaten (tabel 1). Voor 'recent gekapt' gold een criterium van 1 jaar (hetgeen de periode is tussen het tijdstip van het maken van de luchtfoto's, aan de hand waarvan de vegetatiekaart is gemaakt, en het tijdstip van veldbezoek). Voor het wel of niet 'recent' ingeplant zijn, gold een criterium dat alle aangeplante of ingezaaide opstanden die lager dan 8 m waren ten tijde van het veldbezoek niet zijn meegenomen bij de inventarisatie. Dit zal ongeveer overeenkomen met 15 tot 20 jaar oude opstanden.

2.1.2. Bemonsteringsmethode

De bemonstering (voortaan het Engelse 'sampling') is uitgevoerd volgens de zogenaamde "stratified random sampling method" (Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974; Cochran, 1977; De Vries, 1986). De acht boszones vormen de verschillende strata. Binnen deze strata zijn de opnamepunten bepaald door met een random-generator op een grid (van lijnen om de 100 m) willekeurig een x- en een y-coördinaat te bepalen die binnen het betreffende stratum liggen. Op deze kruispunten zijn de opnamen gemaakt.

Tabel 2. Het aantal opnamen en de sampling-dichtheid (aantal opnamen per 10 ha) voor de acht strata.

Stratum	Code	Aantal opnamen	Sampling-dichtheid (aantal opnamen per 10 ha)
Vliegdennenbos binnen wildbaan	A1	55	0,6
Vliegdennenbos buiten wildbaan	A2	30	4,0
Totaal vliegdennenbos	At	85	0,8
Overig spontaan bos binnen wildbaan	B1	31	2,4
Overig spontaan bos buiten wildbaan	B2	30	5,5
Totaal overig spontaan bos	Bt	61	3,3
Cultuurlijk naaldbos binnen wildbaan	C1	40	0,6
Cultuurlijk naaldbos buiten wildbaan	C2	31	1,3
Totaal cultuurlijk naaldbos	Ct	71	0,8
Cultuurlijk loofbos binnen wildbaan	D1	33	3,7
Cultuurlijk loofbos buiten wildbaan	D2	39	1,1
Totaal cultuurlijk loofbos	Dt	72	1,6
Gehele bosgebied	T	289	1,1

De sampling-dichtheid varieert voor de verschillende strata (tabel 2). Omdat efficiënte statistische verwerking een minimaal aantal van 30 opnamen vereist, is er voor gekozen om voor elk stratum de dichtheid net zo lang te verhogen totdat zeker 30 opnames in het betreffende stratum gemaakt zouden worden. Omdat in eerste instantie de dichtheid voor alle strata gelijk was (om gemakkelijk tussentijdse resultaten te kunnen berekenen) ligt het aantal opnamen voor sommige strata ver boven de 30 (tabel 2).

Op deze door stratified random sampling bepaalde punten (fig. 1) zijn opname-plots van 20 bij 5 m (100 m^2) uitgelegd, waarbij het gekozen punt op het midden van de korte zijde is gelocaliseerd. Van daaruit is afwisselend in noordelijke, oostelijke, zuidelijke en westelijke richting de plot uitgelegd.

Als de opname-plot precies op de grens van twee verschillende zones bleek te liggen, dan werd de opname toch in die plot gemaakt. Dat zal tot een kleine hoeveelheid ruis aanleiding hebben gegeven. Als de plot echter gedeeltelijk met een verharde weg of een cultureel gebied dat buiten beschouwing werd gelaten (bijv. grasland, kapvlakte of aanplant) samenviel, dan werd de plot in een andere richting gelegd, zodanig dat de plot wel in zijn geheel binnen het te onderzoeken gebied viel.

Er is gekozen voor rechthoekige plots (20 bij 5 m) in plaats van vierkante (10 bij 10 m), omdat bij een sterk geclusterd voorkomen van individuen de sampling-variantie kleiner is bij rechthoekige plots dan bij vierkante plots (Kenkel *et al.* 1989). Rechthoekige plots vergroten echter wel de kans op grensoverschrijdingen van het type zoals hierboven beschreven is.

2.1.3. Verzamelde gegevens

Binnen de 289 geïnventariseerde plots werden de volgende gegevens opgenomen:

- De aantallen individuen natuurlijke verjonging van de soorten:
 - *Pinus sylvestris* L. (Grove den)
 - *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco (Douglas)
 - *Fagus sylvatica* L. (Beuk)
 - *Quercus robur* L. (Zomereik)
 - *Quercus petraea* (Mattuschka) Lieblein (Wintereik)
 - *Betula pendula* Roth (Ruwe berk)
 - *Betula pubescens* Ehrh. (Zachte berk).
- Hierbij werd onderscheid gemaakt in drie hoogteklassen: 10-50 cm, 50-200 cm en 200-500 cm.
- Een schatting van de bedekkingsgraad van de bodemvegetatie/grasmat. Vier klassen: 0-25%, 25-50%, 50-75% en 75-100%. -Dominante soorten van de bodemvegetatie.
 - Een schatting van de bedekkingsgraad van het bos. Vier klassen: 0-25%, 25-50%, 50-75% en 75-100%. Hierbij werd de uitwendige bedekking ofwel kroonprojectie gehanteerd.
 - Een schatting van de gemiddelde hoogte van het bos. Vier klassen: minder dan 10 m, tussen de 10 en 15 m, tussen de 15 en 20 m en meer dan 20 m.
 - Een schatting van de mate van wildschade/wildvraat. Drie klassen: geen wildschade, enigszins wildschade en veel wildschade.
-

- Een schatting van de dikte van de strooisellaag (H0). Dit werd gedaan door op vijf plaatsen verspreid over de plot de dikte van de strooisellaag te schatten. Hiervan werd later het gemiddelde bepaald.

Voor gegevens over de omringende bomen werden de plots uitgebreid met een strook van 5 m aan weerszijden van de oorspronkelijke plots. Daardoor ontstond een oppervlakte van 300 m². In deze vergrote plots werden per soort de aantallen bomen (hoger dan 5 m die met hun stamvoet in de plots stonden) geteld. Hierbij werden naast de al eerder genoemde zeven soorten ook alle andere boomsoorten meegenomen.

Eén en dezelfde persoon maakte de opnamen in de periode van 5 tot en met 29 oktober 1992. Op enkele dagen assisteerde iemand.

2.2. Gegevensverwerking en resultatenweergave

Met behulp van de gegevensverwerkingsprogramma's Lotus-123 en SPSS/PC+ werden de verzamelde gegevens verwerkt en bewerkt.

Omdat de aantallen individuen natuurlijke verjonging een negatief binomiale verdeling (variantie groter dan het gemiddelde) te zien geven (vanwege het geclusterd voorkomen), zijn *gemiddelde* aantallen slechts gedeeltelijk geschikte parameters voor de beschrijving van die data. De mediaan kan in sommige gevallen hier beter geschikt voor zijn. De gemiddelden mogen voor het beschrijven van een data-set gewoon gebruikt worden. Echter voor het toetsen van verschillen, bijvoorbeeld binnen of buiten de wildbaan, zullen de data eerst getransformeerd moeten worden om zo tot een normale verdeling van de data te komen (Fowler & Cohen, 1990). Een log-transformatie is daarvoor het geschiktste, omdat de variantie groter is dan het gemiddelde (zie bijlage B2). Voor het berekenen van een populatie-gemiddelde aan de hand van subpopulaties (zoals in deze inventarisatie het geval is) kan een median-berekening niet toegepast worden. Een (rekenkundig) gemiddelde is dan de enige mogelijkheid (Fowler & Cohen, 1990).

Omdat de sampling-dichtheden van de acht strata variëren, zijn de gemiddelde aantallen voor het gehele bosgebied van "De Hoge Veluwe" niet gelijk aan het normale rekenkundige gemiddelde van de aantallen binnen die acht strata, maar gelijk aan het *gewogen* gemiddelde van de waarden voor de strata. Hierbij geldt dat de relatieve oppervlakte van de verschillende strata de wegingsfactoren aangeeft (tabel 1) (Cochran, 1977).

Precieze uitleg over de gehanteerde statistische methoden met betrekking tot deze gewogen gemiddelden volgt in Bijlage B1.

De frequentieverdeling van het aantal individuen natuurlijke verjonging per opname voor het gehele studiegebied wordt ook berekend door weging van de frequentieverdelingen van de acht afzonderlijke strata. Hierdoor vormt de uiteindelijke frequentieverdeling een goede afspiegeling van het gehele studiegebied.

Voor de berekening van de betrouwbaarheidsintervallen van de gemiddelden voor het gehele gebied zijn ook extra omrekeningen toegepast (bijlage B1).

Voor de gegevens van de bedekkingsgraad van de bodemvegetatie en het bos en van de hoogte van het bos kunnen geen gemiddelden berekend worden, omdat deze gegevens op een ordinale schaal verzameld zijn. Ze zijn bewerkt tot staafdiagrammen, waarbij de strata ook weer een verschillend gewicht hebben meegekregen tijdens het samenvoegen van de gegevens voor de verschillende strata.

Voor het weergeven van de reacties van de zeven soorten op de bedekkingsgraad van de bodemvegetatie en het bos zijn de gemiddelde aantallen natuurlijke verjonging per soort per bedekkingsgraadklasse in een grafiek weergegeven. Hierbij is het gemiddelde per soort van alle opnamen tezamen op '1' gesteld en zijn de waarden voor de verschillende klassen van bedekkingsgraad ten opzichte van dit gemiddelde weergegeven.

De frequentieverdelingen van de opnamen 'Binnen wildbaan' en 'Buiten wildbaan' voor de verschillende diktes van de strooisellaag zijn zodanig omgerekend dat binnen en buiten de wildbaan de vier bostypen in dezelfde verhoudingen voorkomen. Daardoor is een goede vergelijking mogelijk.

3. RESULTATEN

3.1. Beschrijving van de bosstructuur en de bodem van de acht strata

3.1.1. Algemeen

In deze paragraaf worden resultaten van deze inventarisatie aangevuld met literatuurgegevens, voornamelijk uit de recent verschenen publikatie: 'Bosgemeenschappen' van Van der Werf (1991). Er wordt nog niet ingegaan op resultaten van de natuurlijke verjonging van de boomsoorten uit onze inventarisatie.

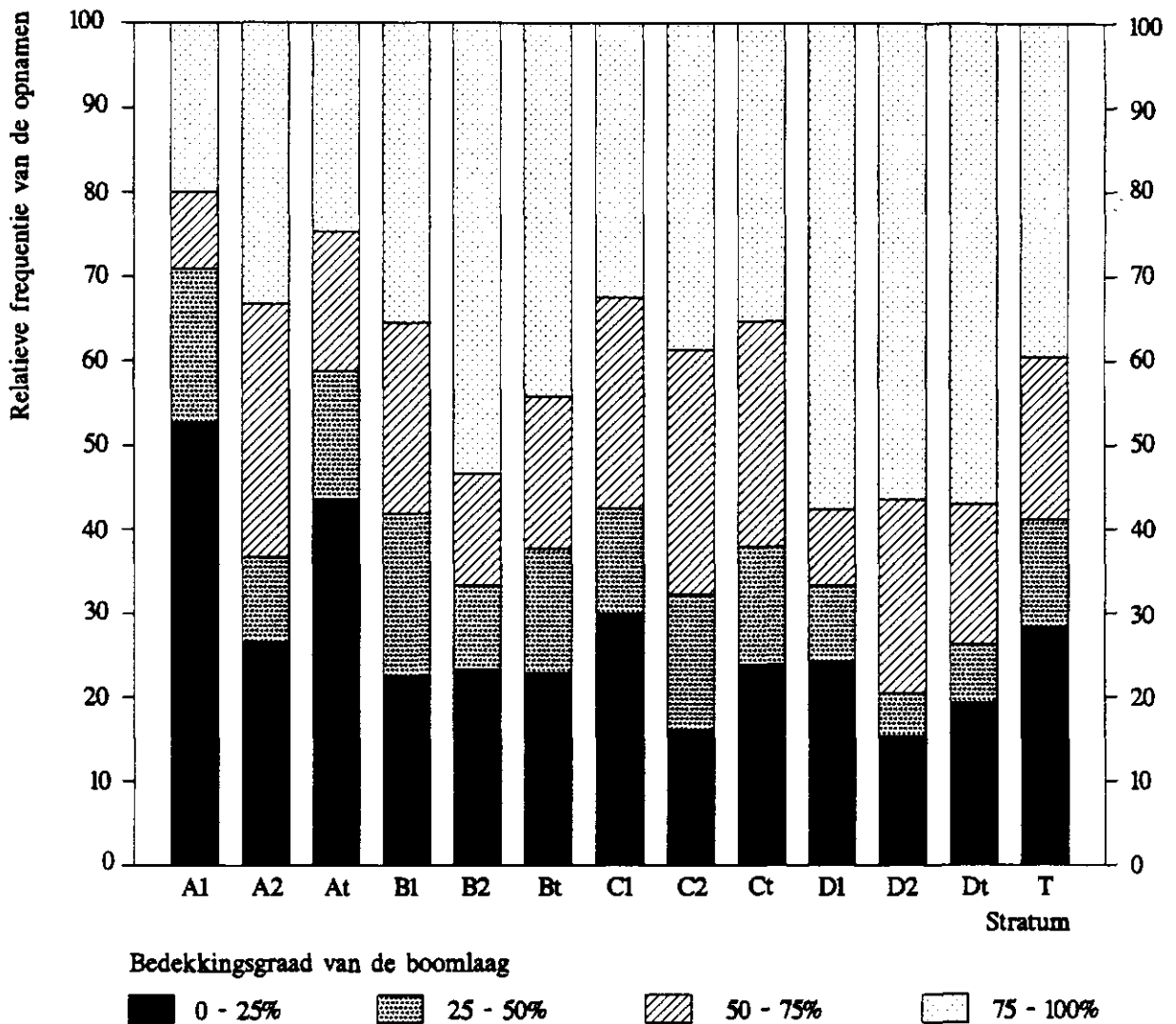


Fig. 2. De relatieve frequentie (%) van de opnamen (N = 289) in de verschillende klassen van bedekkingsgraad van de boomlaag voor de verschillende strata.

3.1.2. Vliegdennenbos (A)

Dit bostype bevindt zich voornamelijk binnen de wildbaan. Het is een open bostype (meer dan 40% van het gebied van dit type heeft een bedekkingsgraad van minder dan 25%; fig. 2) met een veelal dichte bodemvegetatie/grasmat (onder 60% van dit bostype is de bedekkingsgraad van de bodemvegetatie meer dan 75%; fig. 3). De hoogte van dit bostype varieert van 5 tot 20 m, maar is bijna altijd minder dan 15 m (fig. 4). Naast Grove den komen er vrijwel geen andere boomsoorten in voor, behalve soms onderstandige bomen zoals Lijsterbes (*Sorbus aucuparia*) of Vuilboom (*Frangula alnus*). Bochtige smele (*Deschampsia flexuosa*) vormt voor het overgrote deel de bodemvegetatie, met veelal meer dan 75% van de bodembedekking. Verder komen Blauwe bosbes (*Vaccinium myrtillus*), Pijpestrootje (*Molinia caerulea*) en Struikheide (*Calluna vulgaris*) in beperkte aantallen voor.

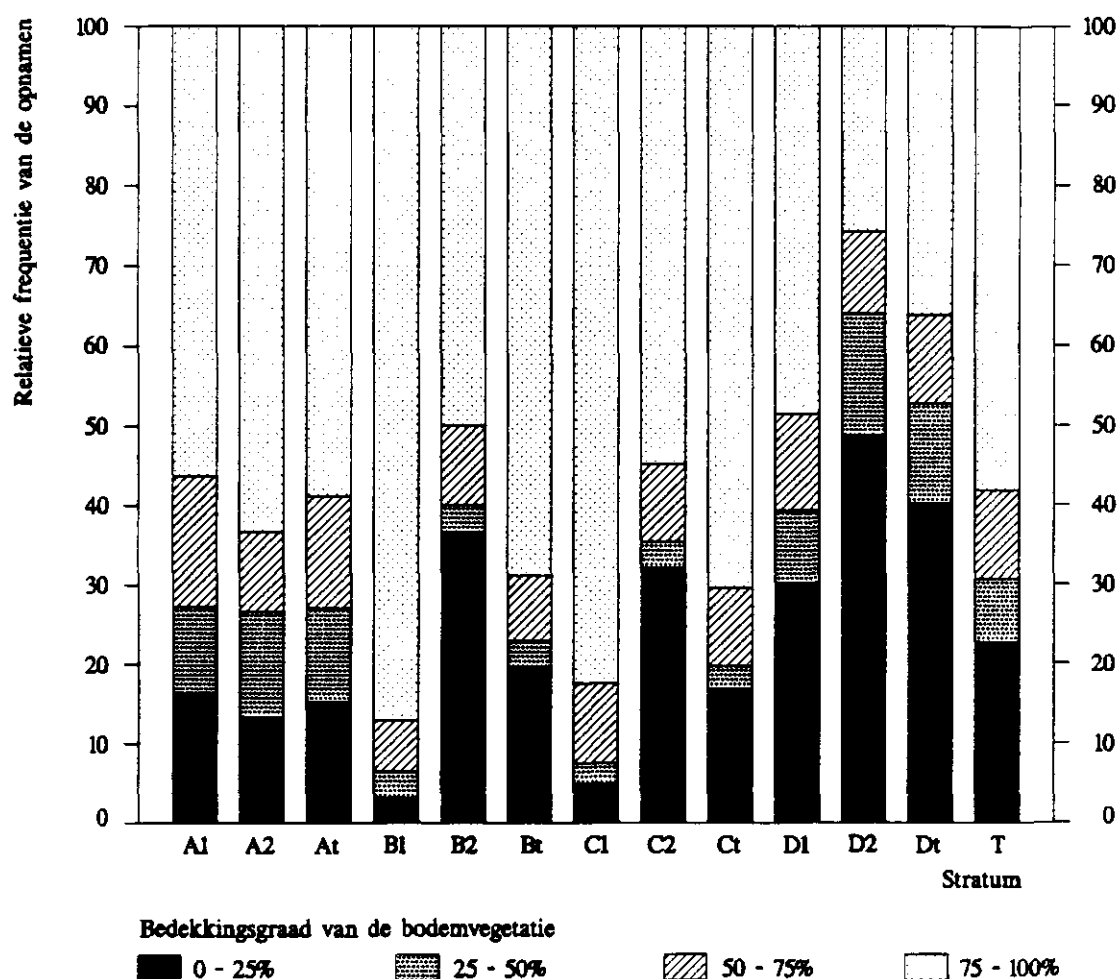


Fig. 3. De relatieve frequentie (%) van de opnamen (N = 289) in de verschillende klassen van bedekkingsgraad van de bodemvegetatie voor de verschillende strata.

In de bostypologie van Van der Werf (1991) moet het grotendeels gezien worden als een Kussentjesmos-Dennenbos (*Leucobryo-Pinetum*). Voor een klein deel valt het onder het Berken-Zomereikenbos (*Betulo-Quercetum*) (Van der Werf, pers. med.).

De bodems (arme, droge gronden) worden veelal als Duinvaaggronden getypeerd (o.a. Van der Werf, 1991).

Van der Werf geeft aan dat onder dit bostype vrijwel alleen Grove den zich goed verjongt. Gedurende de successie zal zeer langzaam de natuurlijke verjonging van enkele andere loofbomen een kans krijgen. Bij een kroonsluiting van meer dan 70% is natuurlijke verjonging echter zeer slecht mogelijk (Van der Werf, 1991).

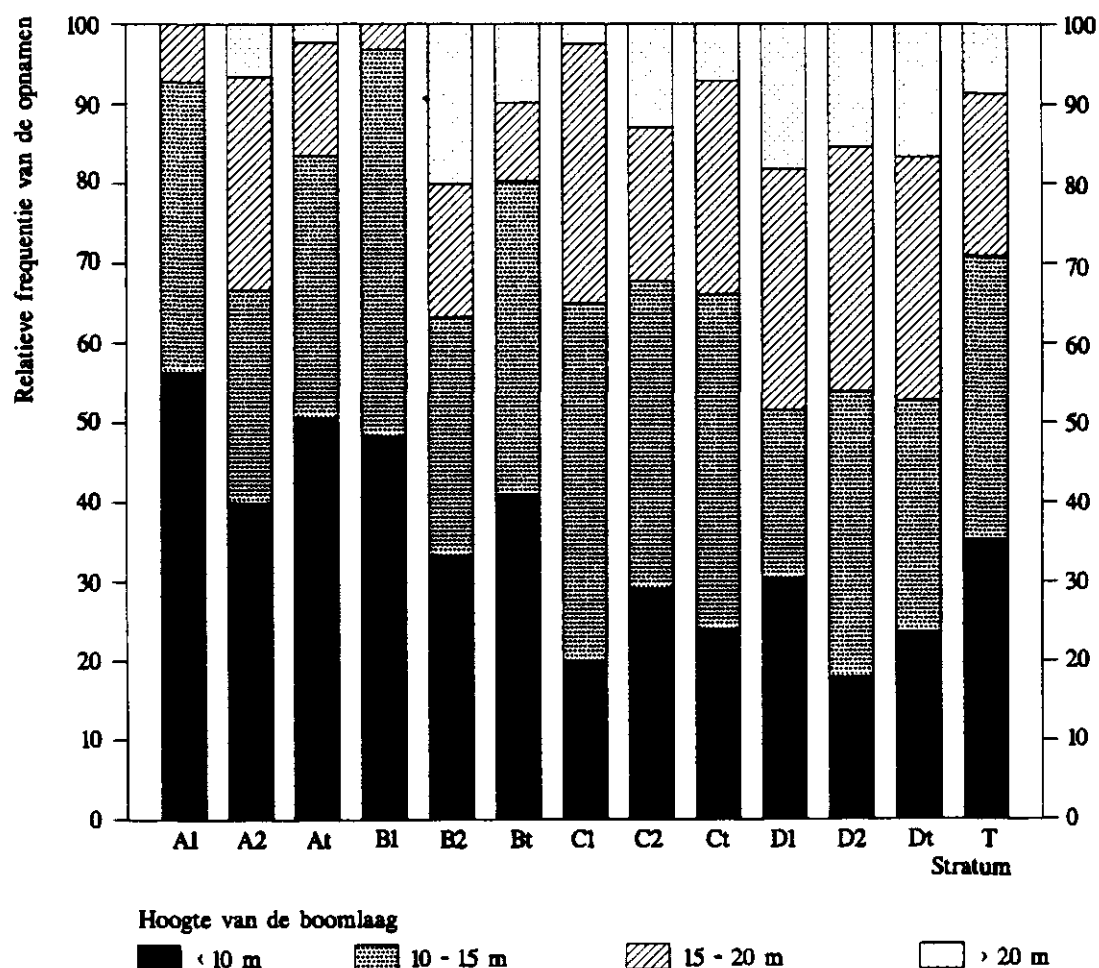


Fig. 4. De relatieve frequentie (%) van de opnamen (N = 289) in de verschillende klassen van de hoogte van de boomlaag voor de verschillende strata.

De strooisellaag in dit bostype bleek een gemiddelde dikte van $3,6 \pm 0,5$ cm (95%-betrouwbaarheidsinterval) te hebben.

3.1.3. Overig spontaan bos (B)

Dit bostype bestaat slechts een klein deel van het park (tabel 1). Dit type is eigenlijk een samenvoeging van berken- en eikenbossen en valt naar de typologie van Van der Werf (1991) voornamelijk onder de typen Droog Berken-Zomereikenbos (*Betulo-Quercetum*, droge subassociatiegroep) en Vochtig Berken-Zomereikenbos (*Betulo-Quercetum*, subassociatie *molinietosum*).

Het zijn veelal redelijk gesloten bossen (50% van het bos van dit type heeft een bedekkingsgraad van meer dan 75%; fig. 2). De hoogte van de boomlaag is vaak niet meer dan 15 m (fig. 4). Naast Zomereik en Ruwe berk komen in de boomlaag slechts sporadisch Wintereik, Zachte berk of Grove den voor. De bedekkingsgraad van de bodemvegetatie is hoog (70% heeft een bodemvegetatiebedekking van meer dan 75%; fig. 3). De bodemvegetatie wordt veelal gevormd door Bochtige smeie, Blauwe bosbes en Pijpestrootje.

Van der Werf (1991) geeft aan dat verjonging van dit bostype voornamelijk via open plekken gebeurt. Hierbij krijgen met name loofbomen zoals Zomereik, Ruwe berk en Zachte berk een kans zich te verjongen.

Het type komt veelal voor op voedselarme, zeer zure, leemarme zandgronden (Van der Werf, 1991) (veldpodzolgronden, haarpodzolgronden of duinvaaggronden).

De eigen metingen van de dikte van de strooisellaag geven een gemiddelde dikte van $3,9 \pm 0,3$ cm weer.

3.1.4. Cultureel naaldbos (C)

Van dit type bevindt zich het grootste deel binnen de wildbaan. Het zijn veelal aangeplante bossen van Grove den, Corsikaanse en Oostenrijkse den (*Pinus nigra* var. *nigra* en var. *maritima*) of Douglas. De bedekkingsgraad van het bos is redelijk hoog (meer dan 60% van het gebied heeft een bedekkingsgraad van meer dan 50%; fig. 2). De bossen van dit type zijn enigszins hoger dan die van de vorige twee typen (in 30% van het gebied is het bos hoger dan 15 m; fig. 4).

De bodemvegetatie heeft veelal een zeer hoge bedekkingsgraad (70% van het gebied heeft een bodemvegetatiebedekking van meer dan 75%; fig. 3). Het betreft hier vooral Bochtige smeie en in mindere mate Blauwe bosbes.

De bodems zijn vooral arme zandgronden (variërend van duinvaaggronden tot podzolgronden).

Voor inpassing in de typologie van Van der Werf (1991), die gebaseerd is op de potentiële natuurlijke vegetatie, moet met name naar de ondergroei en de bodem gekeken worden. Een groot deel van het gebied van dit stratum valt dan onder de typen Kussentjesmos-Dennenbos (*Leucobryo-Pinetum*) en Droog Berken-Zomereikenbos (*Betulo-Quercetum*).

De eigen metingen van de dikte van de strooisellaag geven een gemiddelde dikte van $3,5 \pm 0,5$ cm.

3.1.5. Cultureel loofbos (D)

Een groot deel van dit bostype is buiten de wildbaan gelegen. De bossen variëren van aangeplante Beukenlanen en -bossen tot aangeplante opstanden van Amerikaanse eik, Ruwe berk of Zomereik. De bedekkingsgraad van deze bossen is hoog (bijna 60% van het gebied heeft een bedekkingsgraad van meer dan 75%; fig. 2). Ook de gemiddelde hoogte van deze bossen is groot (bijna 50% van het gebied heeft een bos met een hoogte van meer dan 15 m; fig. 4).

De bodemvegetatie van dit bostype daarentegen, heeft een zeer lage bedekkingsgraad (meer dan 40% van dit gebied heeft een bodemvegetatiebedekking van minder dan 25%). Bij het wel aanwezig zijn van een bodemvegetatie varieert de soortensamenstelling zeer sterk (Bochtige smele, loofboom-kiemplanten, Blauwe bosbes, Vlier, Lijsterbes e.d.).

Het grootste deel van dit type zal volgens de typologie van Van der Werf (1991) bestempeld worden als Vochtig Berken-Zomereikenbos (*Betulo-Quercetum*, subassociatie *molinetosum*). Enkele kleinere delen vallen onder het Droog Wintereiken-Beukenbos (*Fago-Quercetum petraeae*). Volgens Van der Werf blijft de natuurlijke verjonging van de bomen beperkt tot de echte grote open plekken, omdat de kroonsluiting van het opgaande bos te groot is om voldoende licht door te laten voor de verjonging.

Dit bostype staat veelal op de wat minder arme bodems van het park (haarpodzolgronden). De eigen strooisellaagmetingen geven een gemiddelde dikte van $4,4 \pm 0,5$ cm.

3.2. Natuurlijke verjonging van de dominante boomsoorten

3.2.1. Algemeen

De frequentieverdeling van het aantal individuen natuurlijke verjonging per opname voor het gehele studiegebied (fig. 5) laat zien dat er in een erg groot deel van het gebied vrijwel geen natuurlijke verjonging voorkomt. Ter illustratie: 78% $((125+100)/289 * 100\%)$ van het bosgebied van 'De Hoge Veluwe' bevat slechts 5 of minder individuen kleiner dan 5 m van de zeven onderzochte soorten per 100 m, die door natuurlijke verjonging gevestigd zijn. De sterk negatief binomiale verdeling (fig. 5) geeft goed aan dat de natuurlijke verjonging sterk geclusterd voorkomt. Grote oppervlaktes bevatten vrijwel geen natuurlijke verjonging en op kleine specifieke plaatsen bevindt zich veel verjonging.

3.2.2. Natuurlijke verjonging van de zeven onderzochte soorten in de verschillende zones van het studiegebied

In de tabellen 3, 4 en 5 zijn de gemiddelde aantallen natuurlijke verjonging per 100 m² per soort en per stratum weergegeven voor respectievelijk hoogteklaas- se 1 (10-50 cm), hoogteklaas 2 (50-200 cm) en hoogteklaas 3 (200-500 cm).

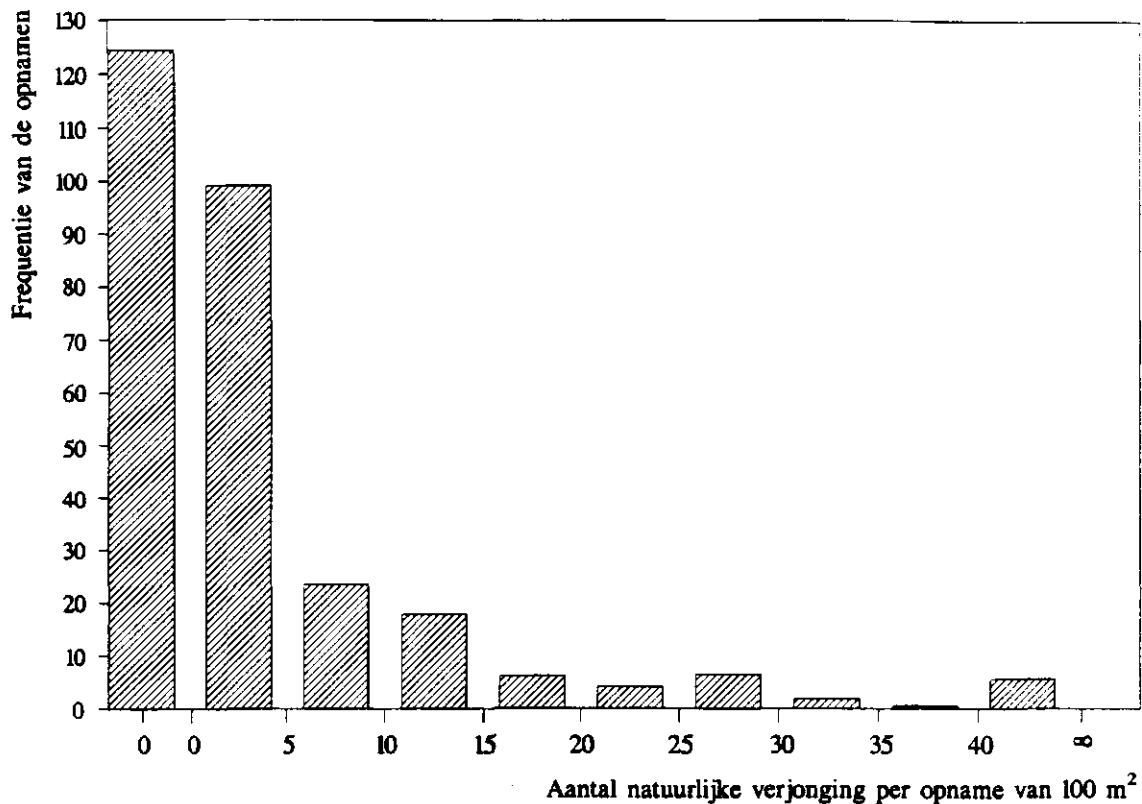


Fig. 5. Frequentieverdeling van het aantal individuen natuurlijke verjonging ($N = 289$) per opname (van 100 m^2) van het gehele bosgebied van 'De Hoge Veluwe' voor de zeven onderzochte boomsoorten tezamen. De drie (hoogte)klassen zijn samengevoegd. De verschillende strata zijn gewogen aan de hand van hun relatieve aandeel in het studiegebied.

Uit deze tabellen komen aanwijzingen naar voren over de mogelijkheden van de zeven soorten om zich te verjongen in de verschillende bostypen. De aantallen natuurlijke verjonging van de Grove den zijn vooral in het Cultureel loofbos laag, terwijl ze voor de andere drie bostypen ongeveer in dezelfde grootte-orde liggen.

De Douglas geeft in het Vliegdennenbos daarentegen vanwege de arme bodem juist lage aantallen te zien en ongeveer even grote aantallen in de overige drie typen.

De Beuk toont een zeer duidelijke preferentie voor het Cultureel loofbos. Ook in het Cultureel naaldbos en in het Overige spontane bos komt er wat natuurlijke verjonging van de Beuk voor, maar in het Vliegdennenbos is vrijwel geen natuurlijke verjonging van de Beuk waar te nemen.

De Zomereik geeft geen overduidelijke preferentie aan. Wel blijken de aantallen individuen natuurlijke verjonging van de Zomereik in het Vliegdennenbos laag te zijn.

Samenvoeging van de twee berkesoorten, maakt duidelijk dat deze twee

soorten zich het sterkst verjongen in het Overige spontane bos. Ook in het Culturele naaldbos komen redelijke aantallen natuurlijke verjonging van deze berken voor.

Tabel 3. De gemiddelde aantallen individuen natuurlijke verjonging in hoogteklaas 1 (10-50 cm) per opname (van 100 m²) van de zeven onderzochte boomsoorten uitgesplitst naar de verschillende strata.*

Boomsoort Stratum	Grove den	Douglas	Beuk	Zomereik	Wintereik	Inlandse eik ¹	Ruwe berk	Zachte berk	Berk ²	Alle soorten tezamen
A1	0,7	0,0	0,0	0,2	0,0	0,2	0,0	0,1	0,1	1,0
A2	0,2	0,6	0,3	1,2	0,0	1,2	0,1	0,1	0,2	2,4
At	0,7	0,0	0,0	0,3	0,0	0,3	0,0	0,1	0,1	1,1
B1	1,5	0,0	0,1	3,3	0,0	3,3	0,3	0,5	0,8	5,6
B2	0,0	1,2	1,4	2,0	0,0	2,0	0,0	0,4	0,4	5,1
Bt	1,1	0,4	0,5	2,9	0,0	2,9	0,2	0,5	0,7	5,5
C1	0,2	0,0	0,9	1,0	0,0	1,0	0,2	0,2	0,4	2,5
C2	1,3	1,4	0,7	1,8	0,0	1,8	0,3	0,4	0,6	5,9
Ct	0,5	0,4	0,8	1,2	0,0	1,2	0,2	0,2	0,4	3,3
D1	0,4	0,2	1,2	1,7	0,0	1,7	0,1	0,1	0,2	3,7
D2	0,2	0,2	5,4	1,6	0,0	1,7	0,0	0,1	0,1	7,6
Dt	0,3	0,2	4,6	1,7	0,0	1,7	0,0	0,1	0,1	6,9
T	0,6	0,2	1,2	1,0	0,0	1,0	0,1	0,2	0,3	3,2

* Voor het bepalen van de gemiddelden van de samengevoegde strata en die van het gehele gebied is de weging toegepast zoals die is uitgelegd in §2.2 en bijlage B1.

¹. In deze kolom zijn de Zomereik en de Wintereik samengevoegd

². In deze kolom zijn de Ruwe berk en de Zachte berk samengevoegd

Tabel 4. De gemiddelde aantallen individuen natuurlijke verjonging in hoogteklasse 2 (50-200 cm) per opname (van 100 m²) van de zeven onderzochte boomsoorten uitgesplitst naar de verschillende strata.*

Boomsoort Stratum	Grove den	Douglas	Beuk	Zomer- eik	Wintereik	Inlandse eik	Ruwe berk	Zachte berk	Berk ²	Alle soor- ten teza- men
A1	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,8
A2	0,2	0,6	0,0	0,2	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	1,0
A3	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,8
B1	1,7	0,0	0,1	0,2	0,0	0,2	1,2	0,1	1,2	3,2
B2	0,5	3,0	0,1	0,6	0,0	0,6	0,1	0,3	0,5	4,6
B3	1,3	0,9	0,1	0,3	0,0	0,3	0,9	0,1	1,0	3,6
C1	0,8	0,0	0,7	0,5	0,0	0,5	0,0	0,0	0,1	2,0
C2	1,4	1,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,5	0,0	0,5	3,2
C3	1,0	0,3	0,5	0,4	0,0	0,4	0,2	0,0	0,2	2,3
D1	0,4	0,9	0,5	0,6	0,0	0,6	0,0	0,0	0,1	2,5
D2	0,4	0,2	0,9	0,3	0,0	0,3	0,1	0,0	0,1	1,9
D3	0,4	0,4	0,8	0,4	0,0	0,4	0,1	0,0	0,1	2,0
T	0,8	0,2	0,3	0,2	0,0	0,2	0,1	0,0	0,2	1,8

Tabel 5. De gemiddelde aantallen individuen natuurlijke verjonging in hoogteklasse 3 (200-500 cm) per opname (van 100 m) van de zeven onderzochte boomsoorten uitgesplitst naar de verschillende strata.*

Boomsoort Stratum	Grove den	Douglas	Beuk	Zomer- eik	Wintereik	Inlandse eik ¹	Ruwe berk	Zachte berk	Berk ²	Alle soor- ten teza- men
A1	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5
A2	0,9	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1
A3	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5
B1	0,1	0,0	0,3	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,6
B2	0,1	0,3	0,1	0,4	0,0	0,4	0,2	0,0	0,2	1,1
B3	0,1	0,1	0,3	0,2	0,0	0,2	0,1	0,0	0,1	0,7
C1	0,7	0,0	0,3	0,2	0,0	0,2	0,1	0,0	0,1	1,2
C2	0,5	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,7	2,3
C3	0,6	0,3	0,2	0,1	0,0	0,1	0,2	0,0	0,2	1,5
D1	0,2	1,3	0,0	0,4	0,0	0,4	0,1	0,0	0,1	1,9
D2	0,3	0,0	0,3	0,0	0,1	0,1	0,3	0,0	0,3	1,0
D3	0,3	0,3	0,3	0,1	0,0	0,1	0,3	0,0	0,3	1,2
T	0,5	0,2	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	1,0

* Voor het bepalen van de gemiddelden van de samengevoegde strata en die van het gehele gebied is de weging toegepast zoals die is uitgelegd in §2.2 en bijlage B1.

¹.In deze kolom zijn de Zomereik en de Wintereik samengevoegd

².In deze kolom zijn de Ruwe berk en de Zachte berk samengevoegd

3.2.3. Natuurlijke verjonging van de zeven onderzochte soorten in de verschillende hoogteklassen

In tabel 6 zijn de gemiddelde aantallen individuen natuurlijke verjonging over het gehele bosgebied opnieuw weergegeven. Ook zijn de totalen van de drie hoogteklassen tezamen aangegeven.

Tabel 6. De gemiddelde aantallen individuen natuurlijke verjonging per opname (van 100 m²) van de zeven onderzochte boomsoorten uitgesplitst voor de drie hoogteklassen (in cm). N.B. Het zijn gewogen gemiddelden van de acht strata.

Hoogte- klasse (cm)		10-50	50-200	200- 500	Drie hoog- te- klas- sen teza- men
Grove den	Gemiddelde	0,6	0,8	0,5	1,8
	95%-betrouwbaarheidsin- terval	0,3- 0,9	0,4- 1,2	0,3- 0,7	1,2- 2,5
Douglas	Gemiddelde	0,2	0,2	0,2	0,6
	95%-betrouwbaarheidsin- terval	0,1- 0,4	0,1- 0,4	0,0- 0,3	0,3- 0,9
Beuk	Gemiddelde	1,2	0,3	0,1	1,6
	95%-betrouwbaarheidsin- terval	0,0- 2,4	0,0- 0,7	0,0- 0,3	0,1- 3,2
Zomereik	Gemiddelde	1,0	0,2	0,1	1,3
	95%-betrouwbaarheidsin- terval	0,8- 1,3	0,1- 0,4	0,0- 0,1	0,9- 1,7
Winter- eik	Gemiddelde	0,0	0,0	0,0	0,0
	95%-betrouwbaarheidsin- terval	0,0- 0,0	0,0- 0,0	0,0- 0,0	0,0- 0,0
Inlandse eik ¹	Gemiddelde	1,0	0,2	0,1	1,3
	95%-betrouwbaarheidsin- terval	0,8- 1,3	0,1- 0,4	0,0- 0,2	0,9- 1,7
Ruwe berk	Gemiddelde	0,1	0,1	0,1	0,4
	95%-betrouwbaarheidsin- terval	0,0- 0,2	0,0- 0,2	0,0- 0,2	0,2- 0,6
Zachte berk	Gemiddelde	0,2	0,0	0,0	0,2
	95%-betrouwbaarheidsin- terval	0,1- 0,2	0,0- 0,1	0,0- 0,0	0,1- 0,3
Berk ²	Gemiddelde	0,3	0,2	0,1	0,6
	95%-betrouwbaarheidsin- terval	0,1- 0,4	0,0- 0,3	0,0- 0,2	0,3- 0,8
Alle soorten tezamen	Gemiddelde	3,2	1,8	1,0	6,0
	95%-betrouwbaarheidsin- terval	1,8- 4,6	1,2- 2,3	0,6- 1,4	4,1- 7,9

¹. In deze rij zijn de Zomereik en de Wintereik samengevoegd

². In deze rij zijn de Ruwe berk en de Zachte berk samengevoegd

Verder zijn de 95%-betrouwbaarheidsintervallen aangegeven. Aangenomen mag worden dat de werkelijke gebiedsgemiddelden voor 95% zekerheid binnen deze grenzen liggen. Opvallend in deze tabel is dat het gemiddeld aantal individuen natuurlijke verjonging afneemt met de hoogteklaas, ondanks een toenemende klassebreedte (respectievelijk 40, 150 en 300 cm). Voor de laagste klasse is het gemiddeld aantal individuen natuurlijke verjonging per 100 m² 3,2, terwijl dit voor de hoogste klasse 1,0 is. Deze tendens gaat echter niet voor alle soorten even sterk op. Het blijken met name de loofbomen te zijn die deze sterke afname met de hoogte te zien geven. De naaldbomen Grove den en Douglas geven voor de drie hoogteklassen ongeveer gelijke aantallen.

De absolute aantallen individuen natuurlijke verjonging geven aan dat in de laagste klasse de soorten Berk en Zomereik het meeste voorkomen, terwijl in de twee hoogste klassen de Grove den in verreweg de grootste aantallen voorkomt.

De onder- en bovengrens van de betrouwbaarheidsintervallen liggen veelal op plus en min een half gemiddelde (tabel 6). Alleen de Beuk geeft veel bredere intervallen. Blijkbaar is de variatie in aantallen van deze soort in deze inventarisatie aanmerkelijk hoger dan die van de andere soorten.

3.3. Factoren die aan de natuurlijke verjonging van bomen ten grondslag liggen

3.3.1. Algemeen

De belangrijkste factoren die de mate van de natuurlijke verjonging van bomen kunnen bepalen (o.a. Oosterbaan, 1987; Fanta, 1982):

- actuele vegetatiesamenstelling (boomsoortensamenstelling; aanwezigheid zaadbomen)
- bedekkingspercentage van de bodemvegetatie/grasmat
- licht (kwaliteit en kwantiteit)
- bodemtype (met voornaamste variabele: "voedselrijkdom")
- strooisellaag (de dikte en de bedekkingsgraad)
- temperatuur van de bodem
- vochtigheid van de bodem
- aanwezigheid herbivoren
- vorst (vooral bij Inlandse eik en Beuk)

In deze studie is getracht de belangrijkste factoren te betrekken bij de inventarisatie. Gezien de aard van de inventarisatie, was het een eis dat gegevens over de betreffende factor snel en redelijk betrouwbaar bepaald moesten kunnen worden. Daardoor is geen aandacht besteed aan het bodemtype en aan de temperatuur en vochtigheid van deze bodem. Voor de factoren licht en strooisellaagdikte is met een snelle schatting volstaan.

3.3.2. Actuele soortensamenstelling van het omringende bos

*Tabel 7. Het gemiddeld aantal individuen natuurlijke verjonging per soort bij aan- en afwezigheid van 'zaadbomen' in de directe omgeving.**

Boomsoort	"Zaadboom" aanwezig in directe omgeving	"Zaadboom" afwezig in directe omgeving	P
Grove den	2,0	1,3	< 0,05
Douglas	9,9	0,3	< 0,01
Beuk	8,6	0,4	< 0,01
Zomereik	3,0	1,5	< 0,01
Wintereik	0,1	0,0	> 0,05
Inlandse eik	3,0	1,5	< 0,01
Ruwe berk	0,8	0,3	> 0,05
Zachte berk	0,8	0,3	> 0,05
Berk	1,3	0,5	< 0,05

*De directe omgeving is gedefinieerd als het gebied binnen de vergrote plot van 300 m² rondom de natuurlijke verjongingsplot van 100 m². P is de kans dat een dergelijk verschil bij deze inventarisatie optreedt, terwijl er in werkelijkheid geen verschil is (zie bijlage B2). De statistische significantie is bepaald na log-transformatie van de oorspronkelijke data (bijlage B2).

In een analyse van de invloed van deze factor is getracht de correlatie tussen natuurlijke verjonging van de verschillende soorten en de aanwezigheid van volwassen individuen (zaadbomen) van de betreffende soorten aan te geven. De verschillen in gemiddelde aantallen individuen natuurlijke verjonging per soort, aan- en afwezigheid van zulke zaadbomen blijken voor de meeste soorten statistisch significant te zijn (tabel 7). De verschillen variëren van een factor 2 (Grove den en Inlandse eik) tot een factor 30 (Douglas en Beuk). Daarmee lijkt aannemelijk gemaakt dat de aanwezigheid van zaadbomen in de directe omgeving van grote invloed is op de aantallen individuen natuurlijke verjonging van de betreffende soort.

3.3.3. Bedekkingsgraad van de bodemvegetatie

De invloed van de dichtheid van de bodemvegetatie/grasmat op de natuurlijke verjonging varieert sterk voor de verschillende soorten (fig. 6).

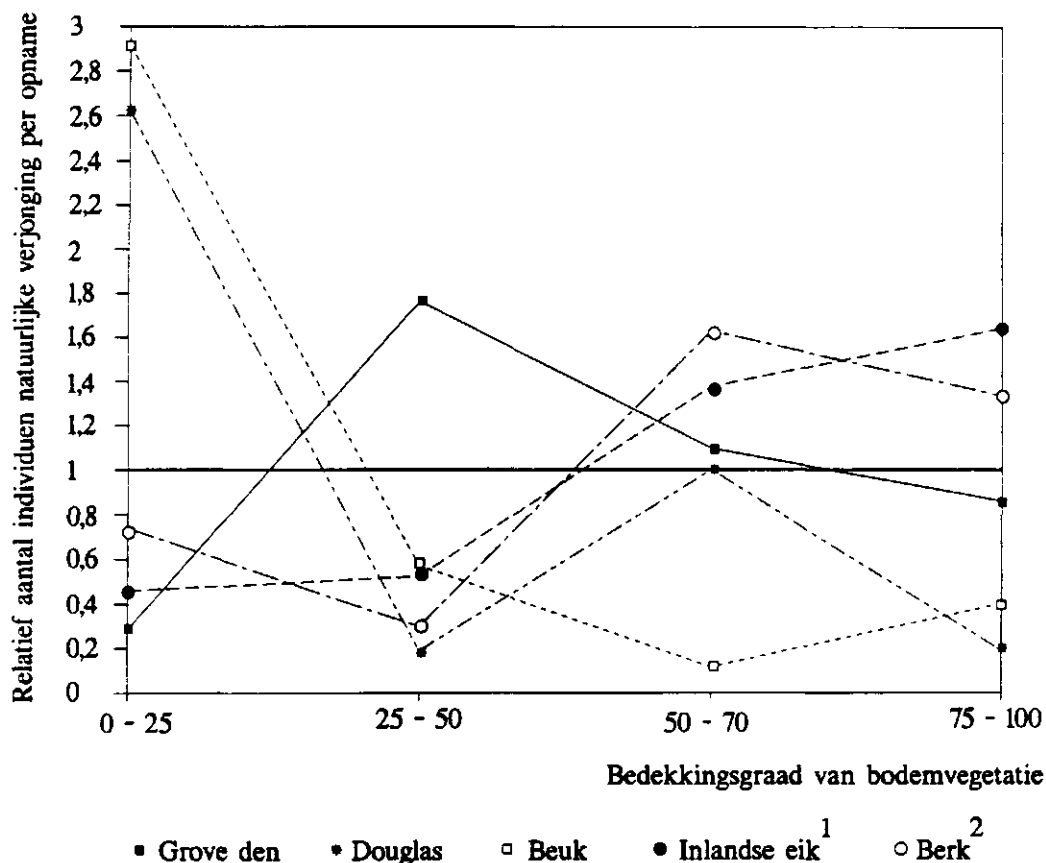


Fig. 6. Het relatieve aantal individuen natuurlijke verjonging per opname per soort voor vier klassen van bedekkingsgraad (%) van de bodemvegetatie.*

*Het gemiddeld aantal individuen natuurlijke verjonging per soort van alle opnamen tezamen is op '1' gesteld en de afzonderlijke waarden voor de verschillende klassen van bedekkingsgraad zijn ten opzichte van dit gemiddelde weergegeven.

¹De Zomereik en de Wintereik zijn samengevoegd

²De Ruwe berk en de Zachte berk zijn samengevoegd

De natuurlijke verjonging van de Beuk en de Douglas blijkt voornamelijk onder bossen met een lage bedekkingsgraad van de bodemvegetatie voor te komen, terwijl die van de Inlandse eik en de Berk vooral onder bossen met een hoge bedekkingsgraad van de bodemvegetatie voorkomt. De resultaten geven voor de Grove den een lichte preferentie aan voor bossen met een bedekkingsgraad van de bodemvegetatie tussen de 25 en 50%. Het moge duidelijk zijn dat de mate van bedekking van de bodemvegetatie sterk afhankelijk is van de mate van bedekking van de boom- en struiklaag.

3.3.4. Bedekkingsgraad van de boomlaag

De bedekkingsgraad (kroonprojectie) van de bomen bepaalt voor een groot deel de hoeveelheid licht die beschikbaar is voor de natuurlijke verjonging.

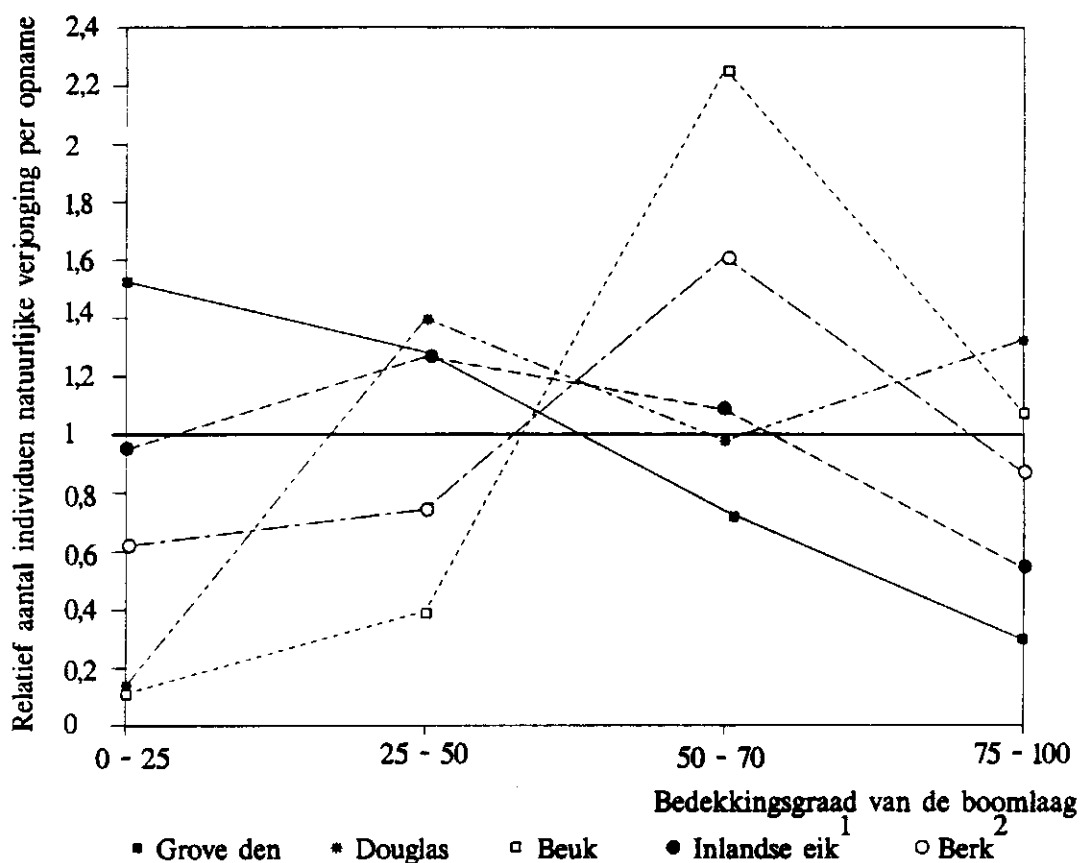


Fig. 7. *Het relatieve aantal individuen natuurlijke verjonging per opname per soort voor vier klassen van bedekkingsgraad (%) van het bos.**

*Het gemiddeld aantal individuen natuurlijke verjonging per soort van alle opnamen tezamen is op '1' gesteld en de afzonderlijke waarden voor de verschillende klassen van bedekkingsgraad zijn ten opzichte van dit gemiddelde weergegeven.

¹De Zomereik en de Wintereik zijn samengevoegd

²De Ruwe berk en de Zachte berk zijn samengevoegd

De natuurlijke verjonging van de Beuk, Berk en Douglas blijkt voornamelijk in redelijk gesloten bossen voor te komen, terwijl die van de Grove den een duidelijke voorkeur voor open bossen heeft (fig. 7). De Inlandse eik lijkt geen duidelijke voorkeur te hebben.

3.3.5. Dikte van de strooisellaag

De analyse van de invloed van de dikte van de strooisellaag op het aantal individuen natuurlijke verjonging, geeft aan dat het totaal van de natuurlijke verjonging laag is bij een zeer dunne of een zeer dikke strooisellaag (fig. 8). Er heeft geen analyse plaatsgevonden van het effect van de strooisellaagdikte op de afzonderlijke soorten.

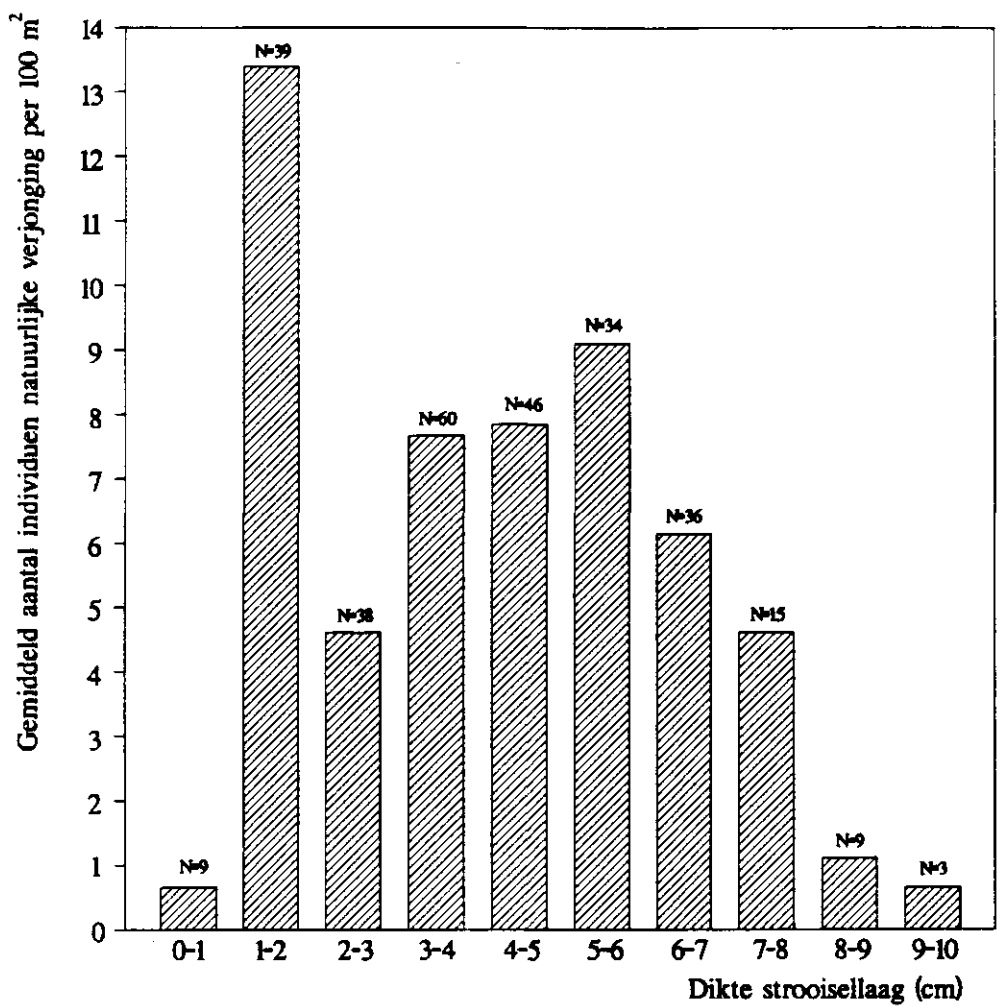


Fig. 8. Het gemiddeld aantal individuen natuurlijke verjonging per opname voor verschillende diktes van de strooisellaag (in cm). Weergegeven is het totale aantal individuen natuurlijke verjonging (alle soorten, alle hoogteklassen). N is het aantal opnamen met die strooiseldikte.

Ook geven de resultaten van deze inventarisatie een significant dünnere strooisellaag binnen de wildbaan dan er buiten (fig. 9). Dit geldt voor alle vier de bostypen en met een hoge significantiegraad ($P = 0,01$). Blijkbaar zorgt het wild er voor dat door betreding en wroeten de gemiddelde dikte van de strooisellaag dun blijft/wordt.

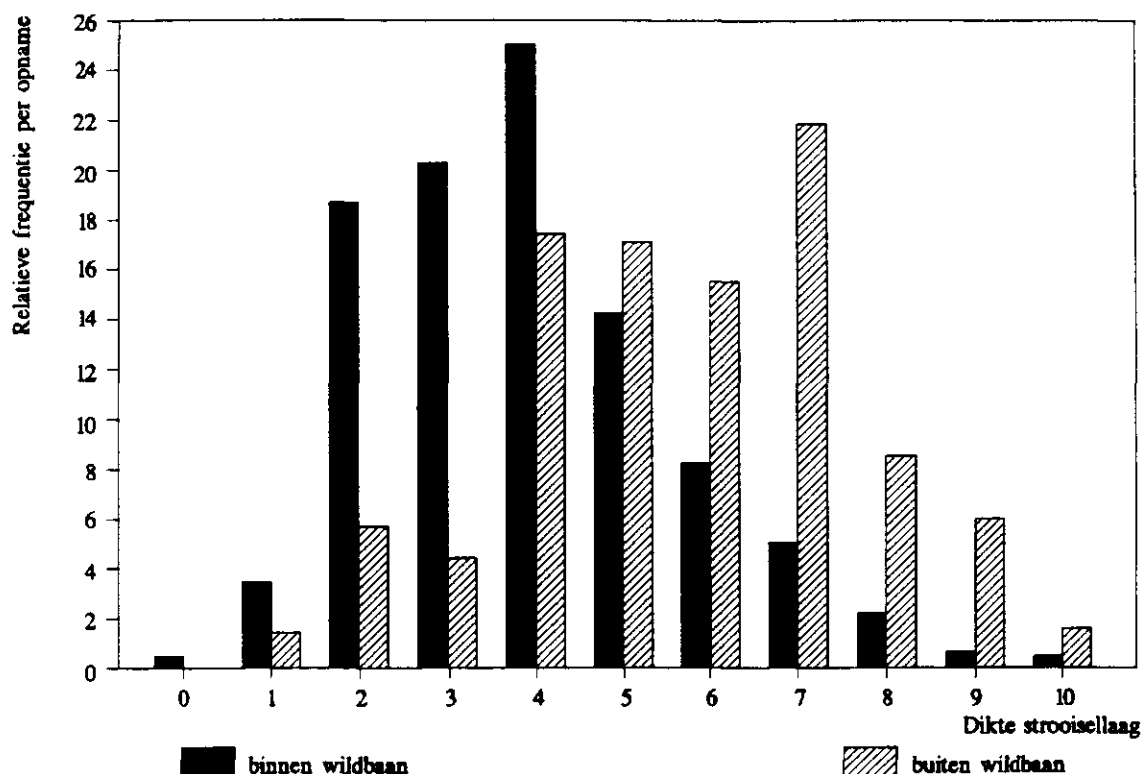


Fig. 9. Relatieve frequentie (%) van de aantallen individuen natuurlijke verjonging ($N = 289$) per opname voor verschillende diktes van de strooisellaag (in cm) voor binnen en buiten de wildbaan.

3.3.6. Aanwezigheid van grote herbivoren

De invloed van de aanwezigheid van grote herbivoren op de natuurlijke verjonging komt duidelijk naar voren bij de analyse van de verschillen tussen de gemiddelde aantallen individuen natuurlijke verjonging binnen en buiten de wildbaan (tabel 3, 4 en 5). Hieruit blijkt dat binnen de wildbaan de aantallen individuen natuurlijke verjonging vrijwel altijd lager liggen dan buiten de wildbaan. Alleen de verschillen tussen de totale aantallen individuen natuurlijke verjonging (alle soorten en alle hoogteklassen) zijn getest op hun significantiewaarde (tabel 8). Daaruit blijkt dat de verschillen in natuurlijke verjonging in het Vliegdennenbos en in het Cultureel naaldbos statistisch significant zijn.

Tabel 8. De gemiddelde (en mediane) aantallen natuurlijke verjonging van de zeven onderzochte soorten tezamen voor de vier verschillende bostypen binnen en buiten de wildbaan.

Bostype	Code	Binnen de wildbaan	Buiten de wildbaan	P
Vliegdennenbos	A	2,3 (0)	4,5 (2)	< 0,05
Overig spontaan bos	B	9,4 (3)	10,8 (4)	> 0,05
Cultuurlijk naaldbos	C	5,7 (2)	11,4 (10)	< 0,01
Cultuurlijk loofbos	D	8,1 (4)	10,5 (2)	> 0,05

* P is de kans dat een dergelijk verschil bij deze inventarisatie optreedt, terwijl er in werkelijkheid geen verschil is.

** De statistische significantie is bepaald na log-transformatie van de oorspronkelijke data (zie bijlage B2).

4 DISCUSSIE

4.1. Algemeen

Gezien het inventariserende karakter van dit onderzoek ligt de waarde van de in het vorige hoofdstuk gepresenteerde resultaten voornamelijk op het beschrijvende vlak. Aanwijzingen voor verklaringen en concrete verbanden komen er echter wel uit naar voren. Deze kunnen echter alleen een hypothese-genererende waarde hebben.

4.2. Sampling-methode en veldwerk

Het voordeel van de 'stratified random sampling' methode is de verkleining van de variantie van de data door gebruik te maken van het gegeven dat de variabiliteit binnen de slim gekozen strata kleiner is dan tussen die strata. Door deze sampling per stratum is de totale variantie van de parameters voor het gehele gebied laag gehouden. Ook is er op deze manier voor gezorgd dat alle bostypen (inclusief de typen met een kleine oppervlakte) voldoende bemonsterd zijn om betrouwbare uitspraken te kunnen doen. De parameters kunnen voor elk stratum apart bepaald of geschat worden.

Omdat voor de stratificatie van het studiegebied van deze inventarisatie gebruik is gemaakt van een zeer gedetailleerde vegetatiekaart, was het bepalen van de juiste samplingpunten binnen de juiste strata een tijdrovend onderdeel. Mede omdat gewerkt is met de concept-versie van de vegetatiekaart. De definitieve gedrukte kaart was nog niet gereed. Aangezien deze definitieve kaart met behulp van een Geografisch InformatieSysteem (GIS) gemaakt wordt, zullen toekomstige inventarisaties minder tijd kosten, vanwege het sneller kunnen bepalen van de samplingpunten. Met behulp van de digitaal opgeslagen kaart zal veel efficiënter en ook preciezer gewerkt kunnen worden. Ook bij de verwerking van de gegevens en het leggen van verbanden zal sneller gewerkt kunnen worden.

De keuze van de boomsoorten is gemaakt in overleg met de beheerders van het park 'De Hoge Veluwe'. Tijdens de inventarisatie is getracht onderscheid te maken in Zomereik (*Quercus robur*) en Wintereik (*Q. petraea*). Gezien de bastaardering van deze twee soorten kon dit onderscheid in het veld niet altijd op een snelle en betrouwbare manier gemaakt worden. Vandaar dat bij alle getoonde resultaten de parameters voor Zomer- en Wintereik ook altijd zijn gemiddeld/samengevoegd onder de soort: 'Inlandse eik'. Hier vallen dan ook meteen alle bastaarden onder.

Ook met betrekking tot het onderscheid tussen Ruwe berk (*Betula pendula*) en Zachte berk (*B. pubescens*) traden dergelijke problemen op. Hier werd het onderscheiden van beide soorten echter voornamelijk bemoeilijkt doordat (door het late tijdstip in het seizoen: oktober) de bladeren van deze soorten vaak al verdord en afgevallen waren. Onderscheiden van de soorten zonder gebruik te kunnen maken van de bladeren bleek niet altijd snel mogelijk. Vandaar dat voor de presentatie van resultaten van deze twee berkesoorten

ook gekozen is voor een middeling/samenvoeging en dit maal onder de naam: 'Berk'.

4.3. Huidige aantallen en ruimtelijke verspreiding van de natuurlijke verjonging

4.3.1. Algemeen

Het sterk geclusterd voorkomen van de natuurlijke verjonging (fig. 5) komt duidelijk overeen met de verwachtingen, omdat bekend is dat natuurlijke verjonging vaak afhankelijk is van open plekken in het kronendak (Londo, 1991; Koop, 1981; Van der Werf, 1991). Voor de Veluwe is door Fanta (1982) dezelfde sterke afhankelijkheid van open plekken aangetoond.

Dit geclusterd voorkomen van de natuurlijke verjonging maakt een snelle inventarisatie moeilijk: door de grote variatie in ruimte (en tijd) zullen er meer opnamen gemaakt dienen te worden om tot eenzelfde betrouwbaarheid te komen.

Ook tijdens de data-analyse moet men er terdege rekening mee houden dat door deze clustering de frequentieverdeling van het aantal individuen natuurlijke verjonging niet overeenkomt met een normale verdeling. Het is een sterk negatief binomiale verdeling, waardoor gemiddelde waarden niet altijd zinvol zijn. Door één enkele uitschieter kan het gemiddelde sterk beïnvloed worden. Opnamenummer 13, bijvoorbeeld, heeft 205 individuen die door natuurlijke verjonging zijn ontstaan en dit is ruim meer dan het aantal van de op één na talrijkste opname (opnamenummer 271: 83 individuen). Zeker bij het berekenen van gemiddelden van subpopulaties (met relatief lage N), kan deze uitschieter veel invloed hebben op het gemiddelde.

In de meeste gevallen zijn echter toch de gemiddelde waarden weergegeven omdat deze waarden gemakkelijker te berekenen en te interpreteren zijn. Voor het statistisch vergelijken van gemiddelden van (sub)populaties dienen de data echter eerst getransformeerd te worden. Dit sterk negatief binomiale karakter van de verdeling dient dus steeds betrokken te worden bij de analyse van de resultaten.

De gesloten boomlaag veroorzaakt voor een deel de grote oppervlakte met vrijwel geen natuurlijke verjonging (fig. 5) Bij het Nationale Park 'De Hoge Veluwe' spelen echter ook enkele andere factoren een rol. Door de lage variabiliteit in bosstructuur (door eentonigheid in leeftijdsopbouw en soortensamenstelling) is de variatie van de ruimtelijke dynamiek gering. Juist een gevarieerde structuur en dynamiek staan borg voor voldoende verjonging van het bos (Londo, 1991; Van der Werf, 1991; Koop, 1981).

Naast dit aspect geeft Londo (1991) aan dat verjonging op zeer voedselarme stuifzanden (zoals een groot deel van 'De Hoge Veluwe') schaars en traag zal gebeuren. Dit is echter een natuurlijk gegeven (Londo, 1991).

Een derde factor die de natuurlijke verjonging sterk kan remmen is de hoge stand van grote herbivoren (Londo, 1991). Ook dit lijkt voor 'De Hoge Veluwe' het geval (zie 4.5.6). Deze grote herbivoren kunnen ook invloed hebben op de ruimtelijke verspreiding van de natuurlijke verjonging, bijvoorbeeld omdat de dieren in en om rustgebieden veel vaker foerageren.

4.3.2. Vergelijking met eerder onderzoek naar natuurlijke verjonging

De gemiddelde aantallen natuurlijke verjonging (tabel 6) voor het gehele bosgebied van 'De Hoge Veluwe' liggen laag in vergelijking met andere bronnen (Fanta, 1982; Van Breemen *et al.*, 1981; Mennega, 1983). Een precieze vergelijking is lastig omdat wisselende hoogteklassen worden aangehouden. Behalve dat geven andere bronnen (bijv. Fanta, 1982) vaak geen gebiedsgemiddelden, maar slechts enkele opnamen van het gebied, die veelal niet voldoende representatief voor het gehele gebied zijn.

De resultaten van Fanta (1982) zijn gebaseerd op tellingen van de natuurlijke verjonging tussen de 2 en 15 jaar oud. Ruwweg zal dit overeenkomen met de natuurlijke verjonging tussen 0,1 m en 5 tot 10 m. Ze zijn dus redelijk te vergelijken met de resultaten van dit onderzoek.

Bij de vergelijking zijn de volgende studiegebieden van Fanta meegenomen:

- Leuvenumse bos: stuifzandaccumulaties; duinvaaggrond; aangelegd Grove-dennenbos
- Zwolse bos: haarpodzolgrond; aangelegd Grove-dennenbos
- Landgoed Petrea: haarpodzolgrond; aangelegd Grove-dennenbos
- De Imbos: haarpodzolgrond; aangelegd Grove-dennenbos
- Hagenau: duinvaaggrond; aangelegd bos van Grove den en Douglas

Deze vijf studiegebieden zijn qua abiotische en biotische omstandigheden redelijk vergelijkbaar met de bostypen A en C van deze studie.

Deze inventarisatie komt voor de strata A en C uit op een natuurlijke verjonging van ongeveer twee individuen Grove den per 100 m², terwijl Fanta (1982) op ongeveer tien keer zo veel uitkomt.

Voor de Douglas zijn de resultaten van Fanta te gevarieerd om tot een goede vergelijking te kunnen komen.

De gegevens over de Beuk en de Berk blijken wel redelijk vergelijkbaar en geven in de publikatie van Fanta slechts iets hogere aantallen aan dan in deze inventarisatie.

De aantallen voor de Inlandse eik liggen op ongeveer gelijke hoogte.

Een studie van Van Breemen *et al.* (1981), eveneens in het bosgebied van het Nationale Park 'De Hoge Veluwe', geeft voor de situatie van 1981 resultaten van de Grove-denverjonging. Van deze studie bleken de oorspronkelijke data op korte termijn niet achterhaalbaar, zodat vergelijking met hun data alleen mogelijk is aan de hand van de kaarten uit het rapport. Schattingen hieruit geven aantallen natuurlijke verjonging van de Grove den die al gauw een factor 5 hoger liggen dan de aantallen uit deze inventarisatie van 1992.

Met het achterhalen van de basisgegevens van de studie van Van Breemen *et al.* (1981) zou een mooie mogelijkheid ontstaan om een goede kwantitatieve vergelijking te maken in aantallen individuen natuurlijke verjonging van met name de Grove den in het bosgebied van het Nationale Park 'De Hoge Veluwe' tussen de jaren 1981 en 1992.

4.4. Natuurlijke verjonging van de onderzochte soorten

Grove den

De Grove den blijkt zich in alle bostypen van het park redelijk te verjongen. Qua absoluut aantal overstijgt de Grove den de andere onderzochte soorten. 'De Hoge Veluwe' is nog steeds een geschikt milieu voor de Grove den.

Van der Werf (1991) en Ten Houte de Lange (1977) geven aan dat de verjonging van de Grove den met name in het Droog Berken-Zomereikenbos (*Betulo-Quercetum*) en in het Kussentjesmos-Dennenbos (*Leucobryo-Pinetum*) verwacht dient te worden. Voor de indeling van onze inventarisatie zal dat dus inhouden dat met name in het spontane Vliegdennenbos en in het Cultuurlijke naaldbos verjonging van de Grove den verwacht kan worden.

De Grove den blijkt zich het sterkst te verjongen in relatief open bossen (fig. 7), hetgeen ook door Schütz & van Tol (1990) wordt aangegeven. De Grove den heeft behoefte aan warmte en licht, want in een kil en vochtig milieu vallen de jonge planten ten offer aan de schimmel Denneschot (*Lophodermium pinastri*) (Schütz & Van Tol, 1990).

De aanwezigheid van zaadbomen in de zeer nabije omgeving blijkt slechts een licht grotere kans op natuurlijke verjonging te geven, hetgeen waarschijnlijk aangeeft dat de verspreiding van de zaden van de Grove den voldoende efficiënt is.

Douglas

De Douglas lijkt zich, met uitzondering van het Vliegdennenbos, overal te verjongen. Schütz & Van Tol (1990) geven aan dat de Douglas zich vooral verjongt in redelijk gesloten bossen. De resultaten van deze inventarisatie bevestigen dit (fig. 7). De Douglas lijkt zich in de Cultuurlijke loofbossen uit te breiden, waarschijnlijk doordat het één van de weinige soorten is die zich onder een redelijk gesloten kronendak toch kan verjongen. In een eentonig gesloten loofbos hebben de meeste loofboomsoorten te weinig kans om zich te verjongen.

De sterke afhankelijkheid van de aanwezigheid van zaadbomen (tabel 8) bindt de verjonging van Douglas sterk aan de aanwezigheid van volwassen/zaaddragende opstanden.

Beuk

De Beuk lijkt een uitgesproken voorkeur voor de Cultuurlijke (loof)bossen te hebben. De goede natuurlijke verjonging van Beuk onder cultuurlijke loofbossen, zoals eiken- of berkenaanplant, wordt ook aangegeven door Van der Werf (1991) en Ten Houte de Lange (1977). Het is een soort die een sterke voorkeur heeft voor het Wintereiken-Beukenbos. De sterke afname van de aantallen met een hogere hoogteklasse (tabel 6) kan duiden op een sterke wildvraat, hoewel het voor een belangrijk deel een natuurlijk proces is dat er veel kleine kiemplanten zijn en dat steeds minder individuen een grotere hoogte bereiken. Onder gesloten beukenbossen is de Beuk zelf de enige die zich redelijk kan handhaven. Jonge beuken kunnen jaren 'wachten' op meer licht om dan ineens hard te groeien. De andere loofhoutsoorten zijn nog sterker afhankelijk van open plekken (Van der Werf, 1991).

De Beuk blijkt zich met name te verjongen onder bossen met een lage bedekkingsgraad van de bodemvegetatie. Vaak betreft dit echter oude beukenbossen die door hun gesloten kroonlaag niet veel mogelijkheden bieden

voor natuurlijke verjonging.

Inlandse eik

De Inlandse eik geeft geen duidelijke verschillen in aantallen natuurlijke verjonging voor de verschillende bostypen. Alleen voor de hoogste klasse (2-5 m) blijkt dat de Inlandse eik zich slechter verjongt in het Vliegdennenbos dan in de andere bostypen. De aanwezigheid van zaadbomen in de directe omgeving lijkt geen harde voorwaarde voor de natuurlijke verjonging van de Inlandse eik te zijn (goede zaadverspreiding door vogels en eekhoorns) (tabel 7).

Ook voor een bepaalde openheid van het bos blijkt de Inlandse eik geen duidelijke voorkeur te hebben. Uit fig. 6 blijkt wel dat de verjongingskansen van de Inlandse eik veel beter zijn als er een redelijk dichte mat bodemvegetatie is (meer dan 50% bedekking). De dichte mat bodemvegetatie werkt niet belemmerend op de verjonging van de Inlandse eik, omdat het zaad voldoende mogelijkheden heeft om door die laag heen te komen.

Berk

De aantallen individuen natuurlijke verjonging van de Berk liggen het hoogste in het Overig spontaan bos. Ook Van der Werf (1991) en Ten Houte de Lange (1977) geven aan dat de Berk thuishoort in dergelijke Berken-Zomereikenbossen. Fig. 6 en fig. 7 lijken aan te geven dat de Berk zich het beste verjongt in redelijk gesloten bossen met een hoge bedekkingsgraad van de bodemvegetatie. De afhankelijkheid van zaadbomen in de directe omgeving is voor de Berk redelijk groot, hetgeen wijst op een niet al te beste zaadverspreiding.

4.5. Analyse van de factoren die de natuurlijke verjonging beïnvloeden

4.5.1. Algemeen

De resultaten van deze studie geven duidelijke aanwijzingen over de factoren die de aantallen individuen natuurlijke verjonging beïnvloeden. Door het inventariserende karakter van deze studie lopen de factoren veelal complex door elkaar. De invloed van elke afzonderlijke factor is dan ook moeilijk expliciet uit de resultaten te halen.

Eén van de belangrijkste bepalende factoren is de bodem (ouderdom, ontwikkeling van het bodemprofiel, voedselrijkdom; Fanta, 1982). Deze factor is echter niet meegenomen tijdens de inventarisatie. Het ontbrak ook aan tijd om met behulp van een gedetailleerde bodemkaart een analyse van de invloed van deze factor te maken.

4.5.2. Actuele soortensamenstelling van het omringende bos

Uit tabel 8 is gebleken dat de natuurlijke verjonging sterk samenhangt met de aanwezigheid van volwassen bomen van dezelfde soort in de directe omgeving. Met name de Douglas en de Beuk geven een zeer sterke afhankelijkheid te zien. Of deze afhankelijkheid veroorzaakt wordt doordat de natuurlijke verjonging afhankelijk is van voldoende zaad of dat deze komt doordat de natuurlijke verjonging en de volwassen bomen eenzelfde abiotisch milieu

prefereren, is niet verder te bepalen met deze gegevens. Daarvoor zal veel gerichter onderzoek nodig zijn. De sterke afhankelijkheid van Douglas en Beuk komt sterk overeen met de veldindruk. Zij verjongen zich vrijwel uitsluitend in de nabijheid van volwassen bomen. De natuurlijke verjonging van deze soorten zal zo een voorspelbaar ruimtelijk verspreidingspatroon geven, hetgeen goed gebruikt kan worden bij het opstellen van beheers- of inrichtingsplannen.

Boers (pers. med.) geeft aan dat de natuurlijke verjonging van Grove den vooral onder Berk voorkomt en de natuurlijke verjonging van Berk vooral onder Grove den. De resultaten van deze inventarisatie bevestigen dat er meer natuurlijke verjonging van de Grove den is als er volwassen berken in de directe omgeving staan (gemiddeld 2,8 per 100 m² tegenover 1,1 per 100 m² bij afwezigheid van Berk). Voor de Berk lijkt deze inventarisatie echter op het tegengestelde te wijzen (bij aanwezigheid van Grove den is het gemiddelde aantal berkenverjonging 0,5 per 100 m² en bij afwezigheid 1,2 per 100 m²).

De geringe afhankelijkheid van de natuurlijke verjonging van de Inlandse eik van zaadbomen in de directe omgeving wordt door Fanta (1982) ook aangegeven en verklaard met de verspreiding van de vruchten (eikels) door vogels.

4.5.3. Bedekkingsgraad van de bodemvegetatie

De invloed van de bodemvegetatie op de natuurlijke verjonging is sterk verschillend voor de verschillende soorten. Douglas en Beuk blijken zich bij een lage bedekkingsgraad van de bodemvegetatie veel massaler te verjongen dan bij een hoge bedekkingsgraad. De kiemplanten van deze soorten hebben blijkbaar sterke concurrentie van de andere ondergroei.

In grote delen van het bosgebied van 'De Hoge Veluwe' bevindt zich een dichte mat van Bochtige smeie die de Grove den en Berk hindert bij hun verjonging (fig. 6 en Fanta, 1982).

Volgens Fanta (1982) komt de natuurlijke verjonging in bossen met een dichte Bochtige smeie mat vooral voor op open plekjes in die dichte grasmat.

De bodemvegetatie kan echter ook een gunstige werking op de natuurlijke verjonging hebben, doordat het tot een beter microklimaat (met o.a. mossen) kan leiden.

Als het wild erbij wordt betrokken, is het duidelijk dat in een natuurlijke situatie een dichte grasmat toch geen belemmering hoeft te zijn, omdat het wild (bijv. wilde zwijnen en edelherten) borg staat voor voldoende open plekken in de bodemvegetatie (Schütz & Van Tol, 1990).

4.5.4. Bedekkingsgraad van de boomlaag

Ook de analyse met betrekking tot de openheid van het bos geeft verschillende resultaten voor de verschillende soorten (fig. 7). Voor 'De Hoge Veluwe' lijkt op te gaan dat op de plekken waar weinig volwassen bomen van een bepaalde soort staan (ongunstig milieu?) ook de verjonging niet optimaal aanslaat.

Bij een heel hoge bedekkingsgraad van het bos blijken er echter ook relatief lage aantallen natuurlijke verjonging te zijn.

De hoogste aantallen zijn te vinden onder bossen met een bedekkingsgraad

van de boomlaag van 50-75%. Ook hier dient de complexiteit in gedachten gehouden te worden.

Dat de natuurlijke verjonging profiteert van open gaten in het bos, is iets dat door vele studies is aangetoond (Koop, 1981; Oldeman, 1990; Londo, 1991). Optimale natuurlijke verjonging vindt plaats op een open plek binnen in een bos(opstand).

Fanta (1982) geeft aan dat het bodemtype de mate van afhankelijkheid van de natuurlijke verjonging van open plekken mede bepaalt. Op rijkere bodems lijkt die afhankelijkheid kleiner dan op armere bodems.

4.5.5. Dikte van de strooisellaag

De strooisellaag lijkt van essentiële invloed op de natuurlijke verjonging van de boomsoorten (fig. 8). Op een zeer dikke strooisellaag (8 cm) en op een zeer dunne strooisellaag (1 cm) blijken slechts lage aantallen natuurlijke verjonging voor te komen. Waarschijnlijk hinderen dikke strooisellagen de natuurlijke verjonging aanzienlijk en geeft een dunne strooisellaag een te ongunstig microklimaat om goed te kunnen verjongen. Deze resultaten laten opmerkelijke verschillen zien met een onderzoek van Mennega (1983) in hetzelfde gebied. Zijn onderzoek lijkt al serieuze problemen voor de natuurlijke verjonging aan te geven bij een strooisellaagdikte van meer dan 3,5 cm. Verder tonen zijn resultaten dat ook bij een hele dunne strooisellaag (1 cm) er een behoorlijk aantal individuen natuurlijke verjonging voorkomt. Deze verschillen zullen waarschijnlijk veroorzaakt zijn doordat Mennega alleen de Grove den in zijn onderzoek betrok, terwijl in onze inventarisatie van 1992 het effect van de strooisellaagdikte op de verjonging van de zeven boomsoorten tezamen is geanalyseerd. De afzonderlijke soorten kunnen best heel anders reageren op een verschillende dikte van de strooisellaag. Het zou echter ook te maken kunnen hebben met een systematische overschatting van de strooisellaagdikte onzerzijds of een systematische onderschatting door Mennega.

Het probleem van een te dikke strooisellaag (vooral onder Beuk), ook aangegeven door Fanta (1982), geeft vaak aanleiding tot oppervlakkige bodembewerking als bosbouwkundige ingreep. Onder natuurlijke omstandigheden zal het wild (o.a. wilde zwijnen) echter zorgen voor voldoende ruimtelijke variatie in de dikte van de strooisellaag, waardoor de natuurlijke verjonging toch kan aanslaan op een bodem met een overwegend dikke strooisellaag (Schütz & Van Tol, 1990; Groot Bruinderink *et al.*, 1988). De resultaten van deze inventarisatie die een significant dunnere strooisellaag binnen de wildbaan dan er buiten aangeven (fig. 9) bevestigen dit uitgangspunt. Op deze manier kan een hoge wilddruk toch positief werken op de natuurlijke verjonging van het bos.

De piek in aantallen individuen natuurlijke verjonging bij een strooisellaagdikte van 1-2 cm, zoals die in fig. 8 naar voren komt, is een goede illustratie van de problematiek van de *gemiddelde* aantallen natuurlijke verjonging (4.3). Uitschieters beïnvloeden de gemiddelden sterk. Dat is bij deze piek duidelijk het geval: de twee opnamen met de hoogste aantallen (respectievelijk 205 en 83) vallen beide in deze categorie.

4.5.6. Aanwezigheid van grote herbivoren

De invloed van grote herbivoren op de natuurlijke verjonging komt het best naar voren bij de analyse van de verschillen in aantallen natuurlijke verjonging binnen en buiten de wildbaan. Tabel 8 geeft voor de vier bostypen een consequent lager gemiddeld aantal individuen natuurlijke verjonging binnen dan buiten de wildbaan aan, ofschoon alleen de verschillen voor de bostypen Vliegdennenbos en Cultureel naaldbos statistisch significant zijn. Ook hier geldt dat de resultaten geen harde bewijzen leveren voor de oorzaak van deze verschillen, onder andere doordat de abiotische en biotische aspecten van de bostypen binnen en buiten de wildbaan niet geheel gelijk zijn (zie fig. 2, 3 en 4). Sterke aanwijzingen levert het echter wel op.

Voor meer hypothese-toetsende resultaten dienen lokaties binnen en buiten de wildbaan onderzocht te worden die in hun Potentiële Natuurlijke Vegetatie of bodemprofiel identiek zijn. Een nog beter toetsende aanpak is de methode zoals die in een huidige studie van de vakgroep Natuurbeheer van de Landbouwwuniversiteit Wageningen gehanteerd wordt. In deze studie worden op verschillende plaatsen identieke permanente kwadraten vlak naast elkaar gelegd, waarbij telkens één van de twee omrasterd is. Hierdoor is alleen de factor wild verschillend voor de twee plots. De definitieve resultaten van dit onderzoek zijn echter nog niet bekend. Voorlopige resultaten lijken behoorlijk in overeenstemming met de resultaten van deze studie (Bokdam, pers. med.).

Ook Fanta (1982) geeft resultaten over de invloed van wild op de natuurlijke verjonging. Daaruit blijkt dat Douglas en Ruwe berk weinig te lijden hebben van wildvraat en dat de Inlandse eik, Beuk, Zachte berk en Grove den het meest worden aangevreten.

Londo (1991) geeft aan dat grote herbivoren in natuurlijke dichtheden (zonder bijvoeren e.d.) het bos als geheel nooit zullen bedreigen in zijn voortbestaan. Slechts plaatselijk kunnen ze boomverjonging vertragen of verhinderen. Ze vergroten de ruimtelijke variatie in het bos. Als bijvoorbeeld voor de sportjacht of de recreatie de dichtheid op een onnatuurlijk hoog niveau wordt gehouden, dan kunnen de grote herbivoren wel degelijk een bedreiging voor het bos vormen (Londo, 1991).

De dichtheid in het Nationale Park 'De Hoge Veluwe' is inderdaad erg hoog. De bijvoeding van de grote herbivoren wordt afgebouwd, maar gebeurt nog steeds. Ook de aanwezigheid van wildakkers kan als een vorm van bijvoeding worden beschouwd. Op basis van deze bijvoeding zijn continu hoge dichtheden te verwachten. Momenteel ligt de voorjaarsstand (minimale stand) van de edelherten in het park op 260 stuks. Tot drie jaar geleden werd dit aantal op 165 gehouden. Deze 260 stuks op 3.500 ha (7,5 per 100 ha) is inderdaad hoog in vergelijking met andere gebieden.

Een vergelijking met de dichtheden die in de literatuur worden gegeven is moeilijk omdat er erg veel variatie in biotoop, voedselaanbod, verstoring, etc. is. Ook is vaak erg beperkt aangegeven of er wordt bijgevoerd. De hierna volgende vergelijkingen hebben dus slechts indicatieve waarde.

Een publikatie van het Rijksinstituut voor Natuurbeheer (1983) geeft als optimale situatie zonder bijvoeden 250 edelherten in een gebied van 10.000 ha (2,5 per 100 ha). Fanta (1982) komt voor verschillende gebieden op dichtheden van 25 edelherten op 2.500 ha (Leuvenumse bos: 1,0 per 100 ha) en 120 edelherten op 2.400 ha (De Imbos: 5,0 per 100 ha). Fanta geeft echter

niet aan of bijvoeding in deze gebieden plaatsvindt. Groot-Bruinderink *et al.* (1988) geven voor de Veluwezoom/Deelerwoud en omgeving een edelherten-dichtheadadvies van 2,0 per 100 ha (zonder bijvoeden; bij aanwezigheid van damherten). Groot Bruinderink *et al.* (1988) geven ook aan dat in het Nationaal Park De Veluwezoom bij een dichtheid van 4,0 edelherten per 100 ha eik en beuk zich slechts in zeer geringe mate verjongen.

De dichtheid van grote herbivoren op 'De Hoge Veluwe' is extra hoog omdat er ook 300 moeflons in het park leven. De voedselkeuze van deze dieren verschilt wel iets van de edelherten, maar zij vergroten toch duidelijk de totale wilddruk.

Het aantal wilde zwijnen op 'De Hoge Veluwe' ligt op ongeveer 60. Over de natuurlijke dichtheid van wilde zwijnen is niet veel bekend. Het Rijksinstituut voor Natuurbeheer (1983) geeft voor een gemengd bos in Polen 1,7 stuks per 100 ha en voor bossen in Duitsland 1-4 stuks per 100 ha. Voor de Veluwezoom/Deelerwoud en omgeving geven Groot-Bruinderink *et al.* (1988) een adviesdichtheid van 1,5 per 100 ha (zonder bijvoeden). Fanta (1982) geeft dichtheden die in dezelfde orde van grootte liggen als op 'De Hoge Veluwe', maar waarschijnlijk zal er ook in deze gebieden bijgevoerd worden. De Hoge Veluwe wijkt sterk af van de bossen zoals omschreven in de publikatie van het Rijksinstituut voor Natuurbeheer (1983). De bodems zijn veel voedselarm, waardoor de natuurlijke dichtheid van wilde zwijnen veel lager zal liggen. Voor reeën zijn er te weinig betrouwbare kwantitatieve gegevens over de dichtheden in het park bekend om een vergelijking te kunnen maken. Het dient extra benadrukt te worden dat de reeën overal in het park voorkomen, dus ook in het deel dat als 'buiten wildbaan' is aangeduid.

Voor bosgebieden in New Forest, Groot-Britannië (Peterken & Tubbs, 1965) en in Tanzania (Prins, pers. med.) is aangetoond dat de natuurlijke verjonging van de bomen in hele duidelijke cohorten plaatsvindt. Vele jaren heeft de verjonging geen kans vanwege een hoge begrazingsdruk, maar eens in de zoveel jaar krijgt de bosverjonging plotseling veel kansen door een plotseling sterke afname van de wilddruk. In New Forest vooral om sociaal-economische redenen en in Tanzania door ziekten en plagen in de herbivorenpopulatie. Dit lijkt te bevestigen dat slechts een *continu* hoge wildstand de natuurlijke verjonging van een bos kan bedreigen.

4.6. Gevolgen voor het bosbeheer

De keuze voor een bosbeheersysteem met meer aandacht voor natuurlijke verjonging sluit duidelijk aan bij de huidige tendens in de maatschappij om tot een meer natuurlijk beheer van de bossen te komen (Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij 1990). Omdat vanwege vele randvoorwaarden in het park volledig spontane/natuurlijke ontwikkeling niet plaats kan vinden zal het beheer in het park duidelijk regulerend en controlerend moeten zijn. De verschillende functies van het park zullen alle tezamen het optimale beheer bepalen, waarbij bepaalde functies tegenstrijdig met elkaar kunnen zijn.

Verjonging van het bos door natuurlijke verjonging van de verschillende bomen zal binnen het Nationaal Park 'De Hoge Veluwe' goed moeten kunnen werken. Dat de natuurlijke verjonging nu toch beperkt lijkt te zijn, wordt met name veroorzaakt door de weinig gevarieerde bosstructuur en door de continu hoge wildstand. Ten aanzien van deze wildstand zou men moeten kiezen voor of

een continu lage wildstand of voor een sterk fluctuerende wildstand. In het eerste geval is er altijd wel wat verjonging die er in slaagt om boven de vraathoogte uit te groeien en in het tweede geval zal er eens in de zoveel jaar voldoende gelegenheid zijn voor die bosverjonging.

Een omvormingsbeheer om de variatie in de bosstructuur te verhogen, zoals bijvoorbeeld Londo (1991), Koop (1986) en Siebel (1992) aangeven, kan een goede aanpak zijn om tot een meer natuurlijke verjonging van het bos te komen.

5. CONCLUSIES

- * De gehanteerde methode geeft snel betrouwbare resultaten over de aantallen natuurlijke verjonging. Het is een geschikte methode om bijvoorbeeld om de vijf jaar te herhalen, zodat een goede monitoring van de natuurlijke verjonging van het bos kan plaatsvinden.
 - * De natuurlijke verjonging van de zeven onderzochte boomsoorten komt sterk geclusterd voor. Grote delen van het studiegebied bevatten zeer weinig individuen kleiner dan 5 m, die door natuurlijke verjonging zijn gevestigd (ter illustratie: 78% van het gebied heeft niet meer dan vijf individuen kleiner dan 5 m per 100 m²).
 - * Binnen de wildbaan, waar grote aantallen edelherten en moeflons voorkomen, liggen de aantallen natuurlijke verjonging significant lager dan buiten de wildbaan.
 - * Onder het Vliegdennenbos van 'De Hoge Veluwe' komt aanmerkelijk minder natuurlijke verjonging voor dan onder de andere bostypen van het park. De natuurlijke verjonging blijft hier vrijwel beperkt tot Groveden, terwijl in de andere bostypen de soorten Douglas, Beuk, Inlandse eik en Berk ook in redelijke aantallen voorkomen.
 - * De soorten Douglas en Beuk zijn sterk afhankelijk van de aanwezigheid van volwassen bomen in de directe nabijheid. Inlandse eik en Groveden zijn daar veel minder van afhankelijk.
 - * De dichte mat van Bochtige smele werkt op veel plaatsen belemmerend op de natuurlijke verjonging van de bomen.
 - * Een te dunne (1 cm) of een te dikke (8 cm) strooisellaag blijkt een ongunstige invloed te hebben op de natuurlijke verjonging van de bomen.
 - * Door de continu hoge dichtheid van grote herbivoren (edelherten en moeflons) lijken de aantallen en verspreiding van de natuurlijke verjonging niet voldoende om het bos te verjongen.
-

6. AANBEVELINGEN

- Een vergelijkbare inventarisatie dient over ongeveer vijf jaar (minimaal 3) uitgevoerd te worden. Afhankelijk van het te voeren beheer zullen er al veranderingen te detecteren zijn.
Door een regelmatige inventarisatie aan de hand van deze methode kunnen de processen ten aanzien van de natuurlijke verjonging van het bos goed gevolgd worden.
 - Met de op korte termijn beschikbare digitale ruimtelijke informatie van 'De Hoge Veluwe' in de vorm van een Geografisch InformatieSysteem kan een uitgebreide analyse plaatsvinden van de relaties tussen bodem, vegetatietype en beheerseenheid enerzijds en de natuurlijke verjonging anderzijds. Hier liggen duidelijk mogelijkheden om met dezelfde data-set extra inzicht in de problematiek van de natuurlijke verjonging van 'De Hoge Veluwe' te krijgen. Door gebruik te maken van zo'n GIS kunnen zeer arbeidsintensieve vergelijkingen snel en betrouwbaar plaatsvinden en kunnen de effecten van de afzonderlijke factoren meer expliciet worden aangetoond.
 - Om een goede vergelijking met de situatie in het verleden te maken, kan het zeer zinvol zijn alle moeite te doen om de basisgegevens van Van Breemen *et al.* (1981) te achterhalen. Deze gegevens hebben betrekking op de natuurlijke verjonging in het bosgebied van 'De Hoge Veluwe' in het jaar 1981. Alleen bij de beschikking over de basisgegevens kan er een mooie kwantitatieve vergelijking plaatsvinden.
 - Meer hypothese-toetsend onderzoek naar de relatie tussen de aanwezigheid van wild en de natuurlijke verjonging is noodzakelijk. Bijvoorbeeld door het in detail vergelijken van plekken binnen en buiten de wildbaan die sterk op elkaar lijken in abiotische en biotische omstandigheden.
 - Over het beheer van de grote herbivoren in het park zullen duidelijke beslissingen genomen moeten worden. Een continu lage wildstand of een sterk fluctuerende wildstand zal naar alle waarschijnlijkheid in een betere natuurlijke verjonging resulteren.
 - De natuurlijke verjonging van het bos zal beter slagen als er tijdelijk een omvormingsbeheer wordt toegepast, waarbij de ruimtelijke variatie in bosstructuur wordt vergroot.
-

LITERATUUR

- Cochran, W. G. 1977. Sampling techniques. 3rd edition. New York, Wiley. 428 pp.
- Dijkhuizen, S., H. Schimmel & R. Westra. 1976. Ontdek de Veluwe. IVN. 288 p.
- Fanta, J. 1982. Natuurlijke verjonging van het bos op droge zandgronden. Wageningen, Rijksinstituut voor onderzoek in de Bos- en Landschapsbouw 'De Dorschkamp'. Rapport nr. 301. 236 p.
- Green, R.H. 1979. Sampling design and statistical methods for environmental biologists. New York, Wiley. 257 pp.
- Fowler, J. & L. Cohen. 1990. Practical statistics for field biology. Buckingham, Open University Press. 227 pp.
- Houte de Lange, S.M. ten (ed.). 1977. Rapport van het Veluwe-onderzoek. Een onderzoek van natuur, landschap en cultuurhistorie ten behoeve van de ruimtelijke ordening en het recreatiebeleid. Wageningen, Pudoc. 263 p.
- Kenkel, N.C., P. Juhász-Nagy & J. Podani. 1989. On sampling procedures in population and community ecology. *Vegetatio* 83(1/2): 195-207.
- Koop, H. (1981). Vegetatiestructuur en dynamiek van twee natuurlijke bossen: het Neuenburger en Hasbrucher Urwald. Verslagen van Landbouwkundige Onderzoekingen 904. Wageningen, Pudoc. 112 p.
- Koop, H. 1986. Omvormingsbeheer naar natuurlijk bos: een paradox? *Nederlands Bosbouw tijdschrift* 58(1/2): 2-11.
- Londo, G. 1991. Natuurtechnisch bosbeheer. Natuurbeheer in Nederland 4. Wageningen, Pudoc. 190 p.
- Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij. 1990. Natuurbeleidsplan, regeringsbeslissing. Den Haag, SDU.
- Mueller-Dombois, D. & H. Ellenberg. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. New York, Wiley. 547 pp.
- Oldeman, P. & G. Tol. 1993. Vegetatiekaart van 'De Hoge Veluwe' 1992. Wageningen, Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek.
- Oldeman, R.A.A. (1990). *Forests: elements of silvology*. Berlin, Springer-Verlag. 624 pp.
- Oosterbaan, A. 1987. Een onderzoek naar de invloed van bekalking en oppervlakkige grondbewerking op natuurlijke verjonging van beuk (*Fagus sylvatica*). Wageningen, Rijksinstituut voor onderzoek in de Bos- en Landschapsbouw
-

- 'De Dorschkamp'. Rapport nr. 488. 29 p.
- Peterken, G.F. & C.R. Tubbs. 1965. Woodland regeneration in the New Forest, Hampshire, since 1650. *The Journal of Applied Ecology* 2: 159-170.
- Post, M. 1987. Toelichting op de vegetatiekaart (1981) van het nationale park De Hoge Veluwe. Arnhem, Rijksinstituut voor Natuurbeheer. Rapport 87/25. 49 p.
- Rijksinstituut voor Natuurbeheer. 1983. Natuurbeheer in Nederland. Dieren. Wageningen, Pudoc. 423 p.
- Schütz, P.R. & G. van Tol. 1990. Aanleg en beheer van bos en beplantingen. 3edruk. Wageningen, Pudoc. 504 p.
- Siebel, H.N. 1992. Omvorming naar een meer natuurlijk bos in het Spanderswoud. Evaluatie van tien jaar omvormingsbeheer en start van monitoring van de bosontwikkeling. Wageningen, Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek. Rapport 92/8. 118 p.
- Vries, P.G. de. 1986. Sampling theory for forest inventory: a teach-yourself course. Berlin, Springer. 399 pp.
- Werf, S. van der. 1991. Bosgemeenschappen. Natuurbeheer in Nederland 5. Wageningen, Pudoc. 375 p.

Niet-gepubliceerde bronnen

- Breemen, G. van, R. van Buren, R. Gerats, W. den Hartog, G. Spek, J. Stolp, M. Zonderwijk & W. Menkveld. 1981. Vliegden. Een onderzoek naar vliegden in het nationaal park 'De Hoge Veluwe'. Velp, HBCS. Scriptie. 100 p.
- Groot Bruinderink, G.W.T.A., M.H. den Boer & E. Hazebroek. 1988. Dichtheden van grofwild in een groot Veluws leefgebied (een voorlopig advies). Intern RIN-rapport nr. 88/40. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem. 38 p.
- Mennega, A.A. (1983). Natuurlijke verjonging van grove den (*Pinus sylvestris*). Rijksuniversiteit Utrecht, Vakgroep Fysische Geografie. Scriptie. 29 p.
-

BIJLAGEN

[illegible]

[illegible]

[illegible]

BIJLAGE B. TOELICHTING VAN DE TOEGEPASTE STATISTISCHE TECHNIEKEN

B1 BEREKENING VAN DE GEMIDDELDE AANTALLEN NATUURLIJKE VERJONGING VOOR HET GEHELE STUDIEGEBIED

Voor de statistische berekeningen met betrekking tot de "stratified random sampling" zijn met name Cochran (1977), Green (1979) en De Vries (1986) gevolgd. De gemiddelde aantallen natuurlijke verjonging voor het gehele studiegebied zijn via de volgende parameters en formules berekend.

L : aantal strata; genummerd $h = 1, \dots, L$

x_{yh} : aantal individuen van soort y in een opname in stratum h

$\bar{x}_{yh}$: gemiddeld aantal individuen van soort y per opname van stratum h

W_h : wegingsfactor van stratum h

$$\sum_h^L W_h = 1$$

De wegingsfactoren van de acht strata zijn bepaald aan de hand van hun oppervlakteverhoudingen in het studiegebied (tabel 1).

W_h : oppervlakte stratum h /oppervlakte totale studiegebied

$\bar{x}_y$: gemiddeld aantal individuen van soort y per opname voor het gehele studiegebied

$$\bar{x}_y = \sum_h^L (W_h * \bar{x}_{yh})$$

Aangezien tijdens de inventarisatie onderscheid is gemaakt in drie verschillende hoogteklassen van de natuurlijke verjonging, kunnen de hierboven beschreven parameters per hoogteklasse apart berekend worden.

De betrouwbaarheidsintervallen, die weergegeven zijn in tabel 6, zijn berekend door de variantie van het gemiddelde aantal individuen van de soort voor het gehele studiegebied ($s^2(\bar{x}_y)$) te vermenigvuldigen met een factor 1,96, hetgeen 95%-betrouwbaarheidsintervallen oplevert. Dit houdt in dat het voor 95% zeker is dat het echte gebiedsgemiddelde binnen $\bar{x}_y - 1,96 * s^2(\bar{x}_y)$ en $\bar{x}_y + 1,96 * s^2(\bar{x}_y)$ ligt.

De varianties zijn volgens onderstaande formules berekend.

N_h : aantal opnamen in stratum h

N : aantal opnamen in het gehele studiegebied

$s^2_{\bar{x}_{yh}}$: variantie van het gemiddeld aantal individuen van soort y per opname van stratum h

$s^2(\bar{x}_y)$: variantie van het gemiddeld aantal individuen van soort y per opname voor het gehele studiegebied

$$s^2(\bar{x}_y) = \sum_h^L ((W_h^2 * s^2_{\bar{x}_{yh}}) / N_h)$$

B2 STATISTISCHE TOETSING VAN DE AANGETROFFEN VERSCHILLEN IN AANTALLEN NATUURLIJKE VERJONGING

Voor de toetsing van de aangetroffen verschillen in aantallen natuurlijke verjonging bij aan- en afwezigheid van "zaadbomen" (tabel 7) is gebruik gemaakt van de t-test, zoals beschreven in Fowler & Cohen (1990). Hiervoor zijn de absolute aantallen natuurlijke verjonging logaritmisch getransformeerd. Deze transformatie is noodzakelijk vanwege het sterk negatief binomiale karakter van de verdeling van het aantal individuen per opname. Omdat er in de data-set opnamen zitten met "0" individuen (en een ¹⁰log van 0 betekenisloos is), dienen voor de log-transformatie eerst alle waarden met "1" verhoogd te worden. Na deze transformatie kwam de verdeling genoeg met de normale verdeling overeen om de t-toets toe te passen zonder risico dat er serieuze fouten optreden. Dezelfde technieken zijn toegepast bij de analyse van de verschillen in aantallen natuurlijke verjonging binnen en buiten de wildbaan (tabel 8).

BIJLAGE C BESCHRIJVING VAN ENKELE INTERESSANTE "EXCURSIEPLEKKEN"

Aan de hand van de hieronder beschreven excursieplekken kan een goed beeld verkregen worden van de problematiek van de natuurlijke verjonging in het park. De lokaties van de excursieplekken zijn aangegeven in fig. 1.

1. Verschil in natuurlijke verjonging onder Vliegdennenbos binnen en buiten de wildbaan

Nabij opname nr. 1 is goed het verschil te zien tussen de natuurlijke verjonging binnen en buiten de wildbaan. Dit punt ligt vlakbij het raster dat de afscheiding vormt tussen beide gedeelten. Langs het daar gelegen voetpad is goed te zien dat binnen de wildbaan er veel minder ondergroei van allerlei struiken en bomen is dan buiten de wildbaan.

2. Verschil in natuurlijke verjonging onder spontaan loofbos binnen de wildbaan van het park en buiten het park

In het oosten van het park is een mooi verschil te zien tussen het bos in het park en het bos net buiten het park (op het vliegveldterrein). Het betreft hier loofbos met dezelfde soortensamenstelling, maar met grote verschillen in ondergroei, doordat op het vliegveldterrein geen grote herbivoren aanwezig zijn. De structuur van de ondergroei van het bos is op het vliegveldterrein veel gevarieerder.

3. Geslaagde beukenverjonging onder Cultureel naaldbos

Nabij opname nr. 205 zijn verschillende beuken met een hoogte van 3 tot 5 m aanwezig. Beuken onder de 2 m zijn er echter vrijwel niet. Naar alle waarschijnlijkheid hebben de beuken in een tijd van lagere begrazingsdruk (drie jaar en langer geleden) de kans gezien zich te verjongen en boven de kritieke hoogte uit te groeien voordat de begrazingsdruk toenam. Het vrijwel afwezig zijn van beuken lager dan 2 m duidt hier sterk op.

4. Zeer gering aantal natuurlijke verjonging onder het Vliegdennenbos

In het gebied Siberië (vlakbij St. Hubertus), buiten de wildbaan, is goed te zien dat ook bij de afwezigheid van edelherten en moeflons de aantallen natuurlijke verjonging niet hoog zijn. De arme bodem, de dichte grasmatten en de eentonige bosstructuur resulteren in een zeer beperkt aantal individuen natuurlijke verjonging.

5. "Massale" Douglas-verjonging in de Culturele bossen

Nabij St. Hubertus zijn verschillende stukken te zien waar de Douglas zich vrij massaal uitbreidt. Ze komt in grote aantallen voor zowel in de ondergroei van het aangeplante naaldbos als in die van het aangeplante loofbos. De directe afhankelijkheid van zaadbomen is vaak zeer duidelijk te zien. Douglas breidt zich vanuit de volwassen opstanden uit.

Het bestellen van IBN-rapporten

IBN-rapporten kunnen besteld worden door overschrijving van het verschuldigde bedrag op gironummer 94 85 40 of banknummer 53.91.05.988 van het Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO) te Wageningen. Vermeld op de overschrijving: IBN-rapport ... en naam en afleveradres (als die afwijken van de naam en adres op de overschrijving).

Gebruik geen verzamelgiro omdat het adres van de besteller niet op onze bijschrijving komt zodat het bestelde niet kan worden toegezonden.

- 001 M.S.S. Lavaleije & N. Dankers 1993. Voorstudie naar de effecten van de garnalenvisserij op de bodemfauna, met advies over te sluiten gebieden en uit te voeren onderzoek. 36 p. f 10,-.
- 002 A.F.M. van Hees 1993. 'Tussen de Goren' bosreservaat Chaam; bossamenstelling en structuur in de steekproefcirkels. 93 p. f 25,-.
- 003 G.J.D.M. Müskens & S. Broekhuizen 1993. Migratie bij Nederlandse dassen *Meles meles* (L., 1758). 33 p. f 10,-.
- 004 P.F.M. Verdonchot, J.A. Schot & M.R. Scheffers 1993. Potentiële ecologische ontwikkelingen in het aquatisch deel van het Dinkelsysteem; onderdeel van het NBP-project Ecologisch onderzoek Dinkelsysteem. 128 p. f 35,-.
- 005 M.A. Elbers & P.E.T. Douben 1993. Effecten van stoffen op de Nederlandse natuur; een inventarisatie. 92 p. f 25,-.
- 006 J.J.W.M. Brouns, C. van der Kraan, E. Schurink, K.W. Smilde & H.J.P.A. Verkaar 1993. Saneringstechnieken in het landelijke gebied. 76 p. f 20,-.
- 007 W. Schuring, A. Boekestein, K. Hulsteijn & F. Thiel 1993. De verdamping van stadsbomen; huidmondjesfrequenties en -afmetingen van enige voor het stedelijk groen interessante boomsoorten. 39 p. f 10,-.
- 008 A.L.J. Wijnhoven 1993. Biologisch-ecologische studie 'De Warande' Oosterhout; de effecten van de bouw van 14 grote woonhuizen op de actuele en potentiële natuurwaarden van het zuidelijk deel van het recreatieoord 'De Warande'. 23 p. f 10,-.
- 009 P.J.W. Hinssen 1993. Planning, gebruik en beheer van de stedelijke groene ruimte; een verkenning van de ontwikkelingen in de openbare groene ruimte, kwalitatief en kwantitatief, en een aanzet tot een systematiek voor de planning en evaluatie. 65 p. f 20,-.
- 010 C.D. Léon 1993. Kwaliteit van en herstelparameters voor chemisch belaste ecosystemen. 185 p. f 45,-.
- 011 F.J.J. Niewold 1993. Raamplan voor behoud en herstel van de leefgebieden van korhoenders (*Tetrao tetrix*) in Midden-Brabant. 158 p. f 35,-.
- 012 H. Siepel et al. 1993. De internationale betekenis van Nederland voor de fauna; 1. de terrestrische fauna. 234 p. f 60,-.
- 013 H.C. Greven (red.) 1993. Bermbeheer Zuid-Holland; de ontwikkeling van een beslismodel voor ontwikkeling van natuurlijke vegetaties in wegbermen. 76 p. f 20,-.
- 014 F.J.J. Niewold 1993. Effectiviteit bij de muskusrattenbestrijding; muskusratenvangsten tijdens een onderzoek naar onbedoeld gevangen dieren. 46 p. f 15,-.
- 015 H.N. Siebel 1993. Bosontwikkeling in de Lauwersmeer; de te verwachten gevolgen van de veranderingen in de waterhuishouding voor de bosontwikkeling in het Ballastplaatbos, het Diepsterbos en het Zomerhuisbos. 28 p. f 10,-.

- 016 L.N.J. van den Bergh, A.L. Spaans & J.E. Winkelman 1993. De mogelijke hinder van een 25 MW windpark voor vogels op twee potentiële lokatie in Noord-Groningen. 95 p. (verschijnt januari 1994)
- 017 S.W.L. Stevens 1993. "La carte s'il vous plaît?"; kaarten van de compartimenten van het Nationaal Bosbegrazingsonderzoek. 76 p. f 64,-.
- 018 L. Jans 1993. Inventarisatie van de natuurlijke verjonging van de dominante boomsoorten in het bosgebied van het nationale park "De Hoge Veluwe". 61 p. f 15,-.
- 019 N.H. Edelenbosch & P.W. Goedhart 1993. Een methode voor het bepalen van het aanwezige volume per rondhoutsortiment in een partij hout die op stam verkocht wordt; een studie voor de grove den. 43 p. f 15,-.
- 020 N.C.M. Maes 1993. Genetische kwaliteit inheemse bomen en struiken; deelproject: randvoorwaarden en knelpunten bij behoud en toepassing van inheems genenmateriaal. 88 p. f 25,-.