Wageningen 1990
De Dorschkamp Rapport 615

De bossen van de Utrechtse Heuvelrug

classificatie van bos-ecosystemen op basis van groeiplaats, boomsoort en ondergroei

redactie **A.H.F. Stortelder P.W.F.M. Hommel**
met bijdragen van **A.P.P.M. Clerkx, A.F.M. van Hees, C.M.A. Hendriks, A.J.J. Lemaire, W. Vos, J.G. Vrielink**

De Dorschkamp
Instituut voor Bosbouw en Groenbeheer
Staring Centrum
Instituut voor onderzoek van het Landelijk Gebied

Inhoudsopgave

Voorwoord 5

Deel I Overzicht van bos-ecosystemen 9

1 **Handleiding voor de gebruiker** 9
- 1.1 Inleiding 9
- 1.2 Toelichting op de sleutels voor het determineren van de bos-ecosystemen van de Utrechtse Heuvelrug 9

2 **Determinatie-sleutels voor de bos-ecosystemen van de Utrechtse Heuvelrug** 11
- Sleutel 1: Determinatie van bos-ecosystemen via de primaire groeiplaats 13
- Sleutel 2: Determinatie van bos-ecosystemen via het vegetatietype 23

3 **Systematische beschrijving van de onderscheiden bos-ecosysteemtypen per primaire groeiplaats** 31
- Primaire groeiplaats I: Rijke oude bouwlanden 33
- Primaire groeiplaats II: Rijke gronden binnen het stuwwalcomplex en arme oude bouwlanden 41
- Primaire groeiplaats III: Arme gronden binnen het stuwwalcomplex en rijke stuifzandgronden 51
- Primaire groeiplaats IV: Vochtige tot natte dekzanden en uitgestoven laagten 63
- Primaire groeiplaats V: Droge dekzanden en arme stuifzanden 71

Deel II Onderzoek 79

1 **Inleiding** 81
- 1.1 Probleem- en doelstelling 81
- 1.2 Aansluiting bij ander onderzoek 82
- 1.3 Algemene beschrijving van het gebied 82

2 **Theoretische achtergronden** 83
- 2.1 Inleiding 83
- 2.2 Ontwikkeling van bos-ecosystemen 83
- 2.3 Levensvormen en levensvormenspectra 84
- 2.4 Ecosysteemclassificatie 87

3 **Werkwijze** 89
- 3.1 Algemene beschrijving van de methode 89
- 3.2 Selectie en toetsing van opname-punten 89
- 3.3 Veldwerkmethoden 90
- 3.4 Computer-technieken 92

4 **De componenten van het ecosysteem** 95
- 4.1 De onafhankelijke factoren 95
  - 4.1.1 Klimaat 95
  - 4.1.2 Relief en waterhuishouding 95
  - 4.1.3 Moedermateriaal 95
  - 4.1.4 Flora 96
  - 4.1.5 Bosgeschiedenis 97
  - 4.1.6 Bosbeheer 98
- 4.2 De afhankelijke factoren 99
  - 4.2.1 Bodem 99
  - 4.2.2 Humusvormen 100
  - 4.2.3 Vegetatie 104
  - 4.2.4 Spontane verjonging 113
  - 4.2.5 Groei 116

5 **Relaties tussen de ecosysteem-componenten** 117
- 5.1 Inleiding 117
- 5.2 Relaties met de vegetatie 117
  - 5.2.1 Relatie tussen vegetatie en onafhankelijke factoren van het abiotisch milieu 117
  - 5.2.2 Relatie tussen vegetatie en beheer/bosgeschiedenis 119

5.2.3 Relatie tussen vegetatie en bodemontwikkeling 121
5.2.4 Relatie tussen vegetatie/opstand en humus 121
5.3 Relaties met spontane verjonging 122
5.3.1 Relatie tussen spontane verjonging en onafhankelijke factoren van het abiotisch milieu 122
5.3.2 Relatie tussen spontane verjonging en bosbeheer (opstandstype) 123
5.3.3 Relatie tussen spontane verjonging en humus 124
5.4 Relaties met boomgroei 124
5.5 Overzicht van geselecteerde onafhankelijke factoren 125

6 Groeiplaatsclassificatie 127
6.1 Integratie van geselecteerde onafhankelijke factoren tot primaire groeiplaatsen 127
6.2 Relatie tussen primaire groeiplaats en humus 129
6.3 Relatie tussen primaire groeiplaats en vegetatie 129
6.4 Relatie tussen primaire groeiplaats en verjonging 130
6.5 Relatie tussen primaire groeiplaats en boomgroei 131

7 Classificatie van bos-ecosystemen 133
7.1 Classificatie op basis van primaire groeiplaats, dominante boomsoort en vegetatietype 133
7.2 Ordening van bos-ecosystemen in afhankelijkheid van tijd en beheer 135

LITERATUUR 143

VOORWOORD

Van mei 1988 tot en met mei 1989 is er in een gemeenschappelijk project door De Dorschkamp, Instituut voor Bosbouw en Groenbeheer, en het Staring Centrum, Instituut voor onderzoek van het Landelijk Gebied, gewerkt aan een vooronderzoek naar de mogelijkheden voor het ontwikkelen van een geïntegreerde bosecosysteem-classificatie ten behoeve van het bosbeheer. Het onderzoek beoogde in eerste instantie de werkwijze voor het ontwikkelen van een bosclassificatiesysteem voor geheel Nederland in een regionale studie te toetsen. De bossen van de Utrechtse Heuvelrug bleken voor een dergelijk vooronderzoek geschikt, omdat er van dit gebied een groot aantal gegevens voorhanden waren (ongepubliceerde veldopnamen door Van Dort, Van Hees en Schönfeld, 1983 op De Dorschkamp; diverse bodemkarteringen door de voormalige Stiboka, thans onderdeel van het Staring Centrum).

Het onderzoek werd uitgevoerd door onderzoekers van beide genoemde instituten, die hierbij in personele en financiële zin werden ondersteund door Staatsbosbeheer en de Directie Bos- en Landschapsbouw van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer & Visserij.

Er is in het vooronderzoek zoveel mogelijk gewerkt volgens de werkwijze zoals voorgesteld voor de landelijke aanpak. Hiermee wordt in hoge mate aangesloten bij het werk van Vos & Stortelder (1988).

De volgende personen hebben aan de totstandkoming van dit rapport bijgedragen: S. Clerkx (Dorschkamp) bodem/humus, A. van Hees (Dorschkamp) verjonging/groei, C. Hendriks (Staring Centrum) groei, P. Hommel (Staring Centrum) vegetatie, A. Lemaire (Dorschkamp) bosbeheer, A. Stortelder (Dorschkamp) projectcoördinatie, W. Vos (Dorschkamp) humus, J. Vrielink (Staring Centrum) bodem/humus.

In de loop van het vooronderzoek werd verder in meer of mindere mate medewerking verleend door de volgende personen: A. van den Berg (Dorschkamp) informatica; G. Bikker (SBB) interpretatie groei; A. Ebregt (tekeningen), K. Ettema (SBB) beheersgegevens, Th. Giesen (literatuuronderzoek) en A. Klueck (informatica).

Teneinde vanaf het begin rekening te kunnen houden met de wensen van de toekomstige gebruikers van de onderzoeksresultaten is een begeleidingscommissie ingesteld, bestaande uit vertegenwoordigers van: Staatsbosbeheer, Directie Bos- en Landschapsbouw, Ver. tot Behoud van Natuurmonumenten, Heidemij-Beheer, Bosbureau Wageningen en de betrokken DLO-instituten (Stiboka, Dorschkamp).

Deel 1
Overzicht van de bos-ecosystemen

1
Handleiding voor de gebruiker

DEEL I OVERZICHT VAN DE BOS-ECOSYSTEMEN

1. Handleiding voor de gebruiker.

1.1 Inleiding.

Het voorliggende rapport bestaat uit twee delen: het eerste deel is een PRAKTIJK GERICHTE SAMENVATTING VAN DE RESULTATEN, het tweede deel is de WETENSCHAPPELIJKE VERANTWOORDING VAN HET ONDERZOEK.

In het eerste deel zijn drie zaken aan de orde:

1 Een tweetal determinatiesleutels die de gebruiker de mogelijkheid bieden om een concreet stuk bos (een "bosecotoop") in het veld te identificeren als een van de in deze studie onderscheiden bostypen ("bosecosystemen"). De sleutels worden voorafgegaan door een beknopte toelichting (zie 1.2).

2 Een beschrijving van elk der onderscheiden bostypen. Het gaat hierbij om een beknopte schets van het bosecosysteem ten aanzien van de verschillende hier onderzochte aspecten. De beschrijving heeft o.a. betrekking op ouderdom van het bos, voormalig grondgebruik, opstandstype, abiotisch milieu, vegetatie-structuur en plantesoortensamenstelling.

3 Een beknopte, bosbouwkundige evaluatie, in termen van groeiverwachting voor de belangrijkste boomsoorten. Waar relevant wordt aandacht besteed aan de spontane verjonging van het bos.

De beschrijvingen van de bos-ecosystemen zijn per primaire groeiplaats gebundeld.

De onderscheiden bostypen zijn geen onveranderlijke eenheden; het ene type ontwikkelt zich uit het andere door spontane processen (successie) of door veranderend bosbeheer (bijv. opstandswisseling). Om dit zichtbaar te maken zijn de onderscheiden ecosysteemtypen per primaire groeiplaats gerangschikt naar ouderdom van de bosbodem enerzijds en voormalig grondgebruik en aangeplante boomsoort anderzijds in een SYNDYNAMISCH MODEL (figuur 1 t/m 5). De typen die een samenhangende reeks vormen en uit elkaar zijn ontstaan door verschillen in beheer worden vervangingsreeksen genoemd, terwijl de typen die door spontane ontwikkeling uit elkaar ontstaan in successiereeksen geplaatst worden. In de praktijk lopen successie en vervanging door elkaar heen. Het leggen van dergelijke temporele verbanden tussen bostypen is een complexe en deels speculatieve zaak. Wij hebben ons hierbij beperkt tot de bostypen die in het kader van deze studie zijn onderscheiden. Feitelijk gaat het dus om historische ontwikkelingstendensen. Het is onduidelijk in hoeverre ze in de toekomst ook gelden, omdat het niet in alle opzichten helder is wat de ingrijpende veranderingen van de groeiplaatsen als gevolg van de milieuverontreiniging voor de verdere ontwikkeling van de ecosystemen zullen betekenen.

1.2. Toelichting op de sleutels voor het determineren van de bosecosystemen van de Utrechtse Heuvelrug.

Om in het veld een bosecotoop naar type te benoemen is een tweetal determinatiesleutels ontwikkeld. De eerste sleutel is zoveel mogelijk gebaseerd op kenmerken van het abiotisch milieu en leidt in eerste instantie tot determinatie van de primaire groeiplaats. De tweede sleutel gaat vooral uit van kenmerken van de vegetatie en leidt in eerste instantie tot de determinatie van het vegetatie-type.

De sleutels werken net als de determineersleutels in een flora. De gebruiker wordt steeds de keus geboden tussen twee mogelijke alternatieven. De keuze leidt óf direct tot een bepaald ecosysteemtype óf tot een nieuwe vraag. Steeds staat het meest onderscheidende kenmerk voorop, al dan niet gevolgd door enkele aanvullende verschillen.

In beide sleutels wordt de boomsoort doorgaans pas in een laat stadium als kenmerk gebruikt. Dit heeft het voordeel dat weinig voorkomende combinaties van primaire groeiplaats, vegetatietype en boomsoort veelal direct benoemd kunnen worden naar vegetatietype en primaire groeiplaats.

Bij de abiotische kenmerken wordt meestal uitgegaan van de aard van de ondergrond. De belangrijkste typen materiaal zijn:

- cultuurdek: homogeen donker grijs tot zwart (zelden grijsbruin) geploegd zand, veelal met stukjes baksteen of scherven;
- grindhoudend zand: een verzamelnaam voor niet-eolische pleistocene afzettingen (namelijk gestuwde fluvioglaciale en fluvio-periglaciale zanden). Behalve door de aanwezigheid van grind en stenen (in zeer wisselende hoeveelheden) zijn deze gronden veelal te onderscheiden van eolische afzettingen door korrelgrootte en kleur van de zandkorrels en plaatselijk ook door een wat hoger leemgehalte.
- eolische zanden: dekzanden en stuifzanden. Voor onderscheid met de niet-eolische gronden, zie boven. Stuifzanden kunnen van dekzanden worden onderscheiden doordat het stuifzand een wat

grauwere kleur heeft, hetgeen wordt veroorzaakt door dunne humeuze laagjes.

Het onderscheid tussen verschillende vegetatietypen is gebaseerd op hoge bedekkingen (eventueel zelfs dominantie) van een soort of soortengroep en waar mogelijk op de aanwezigheid van zgn. differentiërende soorten. Er worden hierbij twee typen van differentiërende soort onderscheiden:

- *exclusieve* soorten, (hieronder vermeld in *cursief*); deze zijn nagenoeg beperkt tot één van beide keuzemogelijkheden;
- selectieve soorten, deze hebben slechts een duidelijke voorkeur voor één van beide alternatieven.

In werkelijkheid zijn meestal niet alle genoemde differentiërende soorten tegelijkertijd aanwezig, in sommige gevallen zelfs geen enkele. Indien in dat geval geen aanvullende onderscheidende kenmerken worden genoemd, wordt de gebruiker verwezen naar de presentie-tabel in deel II (hfdst. 4).

De nomenclatuur van de vaatplanten is volgens Van der Meijden et al. (1983), die van de mossen volgens Margadant en During (1982). Beide werken worden ook aangeraden voor de determinatie van plantesoorten.

Het hier gepresenteerde classificatiesysteem is gebaseerd op een zeer groot aantal opnamen (ca. 750) verspreid over de hele Utrechtse Heuvelrug. Op basis hiervan worden de hoofdtendensen binnen de bestaande variatie aan bostypen goed in beeld gebracht:
het overgrote deel van de bossen in dit gebied kan naar type worden benoemd en in ecologische zin geïnterpreteerd. Zoals echter voor elk classificatiesysteem geldt, geeft ook dit systeem niet de volledige werkelijkheid weer. Dit betekent dat er altijd wel bossen te vinden zijn, die niet direct kunnen worden ingepast. Het betreft hier dan ofwel overgangssituaties, ofwel bostypen die zeer weinig voorkomen. In het laatste geval kan het gaan om een weinig voorkomende boomsoort of om een zeldzaam type ondergroei (bijv. boomlaag met Tsuga heterophylla, resp. een ondergroei gedomineerd door Theeboompje); ook kan het gaan om een uitzonderlijke combinatie van een boomsoort en ondergroei die beide op zich algemeen zijn (bijv. Larix-bos met ondergroei van Adelaarsvaren).

Door de matrix-structuur van de ecosysteem-typologie en het werken met twee determinatiesleutels (één vanuit de groeiplaats en één vanuit de vegetatie) kunnen dergelijke zeldzame bostypen, die hier niet zijn opgenomen, op eenvoudige wijze binnen het systeem worden ingepast wanneer dit wenselijk is. Overgangsvormen kunnen (bijv. bij karteringen) als zodanig worden aangegeven.

2
Determinatiesleutels voor de bos-ecosystemen van de Utrechtse Heuvelrug

SLEUTEL 1.
Determinatie van bos-ecosystemen via de primaire groeiplaats.

1a. Cultuurdek dikker dan 50 cm aanwezig. Geen hoge bedekking (>25 %) van Adelaarsvaren of Bochtige smele. Opstandstype: variabel, maar nooit Den of Larix.
⇒ *Groeiplaats-I* 9
b. Overige gronden. Vaak met hoge bedekking van Bochtige smele of (minder algemeen) van Adelaarsvaren. Opstandstype: variabel, maar nooit Linde of Esdoorn. 2

2a. Matig dik cultuurdek (30 tot 50 cm) aanwezig. Geen hoge bedekking (> 25%) van Blauwe bosbes of Adelaarsvaren; soms met hoge bedekking van Gladde witbol; indien hoge bedekking van Bochtige smele, dan *geen* Struikheide, Dopheide of Cladonia soorten. 3
b. Overige gronden, geen of dun (< 30 cm) cultuurdek. Geen hoge bedekking van Gladde witbol; mogelijk een hoge bedekking van Blauwe bosbes of Adelaarsvaren; in de lichtere bossen komt Bochtige smele veelal voor met een hoge bedekking (begeleidende soorten variabel). 4

3a. Cultuurdek 30 - 50 cm dik in (zwak) lemig zand. Geen hoge bedekking (> 25 %) van Bochtige smele. Opstandstype: variabel, maar nooit Den of Larix.
⇒ *GroeiplaatsI* 9
b. Cultuurdek 30 - 50 cm dik in leemarm zand. Plaatselijk hoge bedekking van Bochtige smele. Opstandstype: variabel.
⇒ *Groeiplaats II* 17

4a. Grindhoudende zanden aan het oppervlak. Geen hoge bedekking (> 25%) van Pijpestrootje; soms wel hoge bedekking van Gladde witbol; bij hoge bedekking van Bochtige smele: *zeer zelden* Struikheide, Dopheide of Cladonia soorten. 5
b. Niet-grindhoudende (eolische) zanden aan het oppervlak. Mogelijk een hoge bedekking van Pijpestrootje; geen hoge bedekking van Gladde witbol; in de lichtere bossen is een hoge bedekking van Bochtige smele algemeen (begeleidende soorten variabel). 6

5a. (Zwak) lemige, grindhoudende zanden aan het oppervlak. Mogelijk een hoge bedekking van Gladde witbol of Blauwe bosbes.
⇒ *Groeiplaats-II* 17
b. Leemarme grindhoudende zanden aan het oppervlak; geen hoge bedekking van Gladde witbol of Blauwe bosbes.
⇒ *Groeiplaats-III* 33
6a. Eolische zanden met binnen 120 cm -m.v. grindhoudende zanden. Geen hoge bedekking van Pijpestrootje.
⇒ *Groeiplaats-III* 33
b. Overige eolische zanden. Soms een hoge bedekking van Pijpestrootje; geen hoge bedekking van Blauwe bosbes of Amerikaanse vogelkers of voorkomen van Gewone esdoorn in de struiklaag. 7

7a. Vochtige, leemarme of zwak lemige eolische zanden (GHG <80 cm -m.v.); overwegend dekzanden. Veelal een hoge bedekking (> 25%) van grassen, met name van Pijpestrootje; bij een hoge bedekking van Bochtige smele ontbreken Struikheide, Dopheide en Cladonia-soorten.
⇒ *Groeiplaats-IV* 49
b. Droge, leemarme of zwak lemige eolische zanden (GHG > 80 cm -m.v.). Geen hoge bedekking van Pijpestrootje. 8

8a. Stuifzanden op een podzolprofiel, ontwikkeld in dekzand en beginnend tussen 40 en 120 cm -m.v. Mogelijk een hoge bedekking van Amerikaanse vogelkers.
Opstandstype: variabel.
⇒ *Groeiplaats-III* 33

b. Overige droge eolische zanden: stuifzanden zonder podzolprofiel in de ondergrond of met een podzolprofiel dieper dan 120 cm -m.v., als ook dekzanden. Geen hoge bedekking van Amerikaanse vogelkers.
Opstandstype: variabel, maar geen Larix of Fijnspar.
⇒*Groeiplaats-V* 56

Groeiplaats I:

Meest voorkomende gronden: Enkeerdgronden en Loopodzolgronden (cY23, zEZ21, cY30).

9a. (1, 3) Hoge bedekking (>25%) van Amerikaanse vogelkers in kruid- en/of struiklaag; overige constante soorten: Wilde lijsterbes (struiklaag), Bochtige smele, Gewoon gaffeltandmos en Klauwtjesmos. Opstandstype: Eik.
⇒ *Vegetatietype 8: Gemeenschap van Amerikaanse vogelkers*
..... *Ecosysteemtype* **I.8.ei**

b. Geen hoge bedekking van Amerikaanse vogelkers. Opstandstype: variabel..... **10**

10a. Hoge bedekking (> 25%) van Gladde witbol; differentierende soorten: *Wilde kamperfoelie, Drienerfmuur, Ruw beemdgras,* Gladde witbol, Gewoon struisgras, Schapezuring, Braam.
Constante soorten: Zomereik (struiklaag), Wilde lijsterbes (struiklaag), Amerikaanse vogelkers (struiklaag), Beuk (kruid- en struiklaag) Gladde witbol, Wilde kamperfoelie, Gewoon struisgras, Bochtige smele, Braam en Klauwtjesmos. Opstandstype: Eik.
⇒ *Vegetatietype 10: Gemeenschap van Gladde witbol en Wilde kamperfoelie*
..... *Ecosysteemtype* **I.10.ei**

b. Geen dominantie van Gladde witbol. Opstandstype: variabel..... **11**

11a. Zeer lage bedekking van de kruidlaag en/of dominantie van mossen.
Opstandstype: Fijnspar, Douglasspar, Eik of Beuk; doorgaans ongemengd. **12**

b. Ondergroei niet zeer schaars; geen dominantie van mossen. Opstandstype: Eik, Beuk, Esdoorn en Linde; vaak gemengd met Den, Douglasspar, etc. **15**

12a. Opstandstype: Beuk. Constante soorten: Gewone esdoorn (struiklaag), Zomereik (struiklaag), Beuk (struiklaag), Berk (struiklaag), Drents krenteboompje (struiklaag), Wilde lijsterbes (struiklaag), Amerikaanse vogelkers (struiklaag) en Gewoon sterremos.
⇒ *Vegetatietype 11: Gemeenschap van Gewone esdoorn en Drents krenteboompje*
..... *Ecosysteemtype* **I.11.ei/bu**
..... (variant met ongemengde boomlaag van Beuk)

b. Opstandstype: Fijnspar, Douglasspar of Eik. Constante soorten: Amerikaanse vogelkers (struiklaag), Wilde lijsterbes (struiklaag), Klauwtjesmos, Gewoon sterremos, Geklauwd platmos en Pluisjesmos.
⇒ *Vegetatietype 9: Gemeenschap van Klauwtjesmos en Rimpelmos* **13**

13a. Loofbossen (Eik). ..... *Ecosysteemtype* **I.9.ei**

b. Naaldbossen (Fijnspar of Douglasspar)..... **14**

14a. Opstandstype: Fijnspar. ..... *Ecosysteemtype* **I.9.fs**

b. Opstandstype: Douglasspar..... *Ecosysteemtype* **I.9.dg**

15a. Differentiërende soorten: *Gewone esdoorn* (struiklaag), *Taxus* (struiklaag), *Aalbes, Kruisbes* en Klimop. Constante soorten: Gewone esdoorn (struiklaag), Beuk (struiklaag) en Klimop. Opstandstype: Esdoorn, Linde (vaak gemengd).
⇒ *Vegetatietype 12: Gemeenschap van Gewone esdoorn en Klimop*
..... *Ecosysteemtype* **I.12.esd/li**

b. Differentiërende soorten: Drents krenteboompje (struiklaag), *Blauwe bosbes, Bochtige smele, Gewoon gaffeltandmos, Kussentjesmos, Pluisjesmos,* Klauwtjesmos. Opstandstype: Eik of Beuk (veelal gemengd, ook met Grove den) **16**

16a. Differentiërende soorten: *Ruwe berk* (struiklaag), Blauwe bosbes, *Kussentjesmos, Bronsmos, Peermos, Bos-kronkelsteeltje,* Gewoon gaffeltandmos en Klauwtjesmos. Constante soorten: Ruwe berk, Wilde lijsterbes (struiklaag), Blauwe bosbes, Bochtige smele, Gewoon gaffeltandmos, Kussentjesmos en Klauwtjesmos. Opstandstype: Beuk (veelal gemengd met Grove den).
⇒ *Vegetatietype 7: Gemeenschap van Blauwe bosbes en Kussentjesmos*
..... *Ecosysteemtype* **I.7.bu/gd**

b. Differentiërende soorten: *Gewone esdoorn* (struiklaag), *Tamme kastanje* (struiklaag), *Gewone vlier* (struiklaag), Drents krenteboompje (struiklaag), *Rankende helmbloem, Vogelmuur, Wilde kamperfoelie, Grote brandnetel, Gewone hennepnetel* en Braam. Constante soorten: Gewone esdoorn (struiklaag), Zomereik (struiklaag), Beuk (struiklaag), Berk (Betula spec., struiklaag), Drents krenteboompje (struiklaag), Wilde lijsterbes (struiklaag), Amerikaanse vogelkers (struiklaag) en Gewoon sterremos. Opstandstype: Eik of Beuk (veelal gemengd).
⇒ *Vegetatietype 11: Gemeenschap van Gewone esdoorn en Drents krenteboompje*
..... *Ecosysteemtype* **I.11.ei/bu**

Groeiplaats II:

Meest voorkomende gronden: Hóltpodzolgronden, Haarpodzolgronden, Laarpodzolgronden en Kamppodzolgronden (Y23, Y21, Y30, cHn21, cHd21, Hd21, Hd30).

17a. (3, 5) Hoge bedekking (> 25%) van *Adelaarsvaren*; overige constante soorten: Grove den, Klauwtjesmos. Opstandstype: Den.
⇒ *Vegetatietype 3: Gemeenschap van Adelaarsvaren*
..... *Ecosysteemtype* **II.3.gd**

b. Adelaarsvaren doorgaans ontbrekend, nooit met hoge bedekking. Opstandstype: variabel **18**

18a. Hoge bedekking (> 25%) van Amerikaanse vogelkers in kruid- en of struiklaag; overige constante soorten: Wilde lijsterbes (struiklaag), Bochtige smele, Gewoon gaffeltandmos en Klauwtjesmos. Opstandstype: Den of Eik.
⇒ *Vegetatietype 8: Gemeenschap van Amerikaanse vogelkers* **19**

b. Geen hoge bedekking van Amerikaanse vogelkers. Opstandstype: variabel **20**

19a. Opstandstype: Den ..... *Ecosysteemtype* **II.8.gd**

b. Opstandstype: Eik ..... *Ecosysteemtype* **II.8.ei**

20a. Hoge bedekking (> 25%) van grassen **21**

b. Geen hoge bedekking van grassen **28**

21a. Hoge bedekking (> 25%) van Gladde witbol; differentiërende soorten: *Wilde kamperfoelie, Drienerfmuur, Ruw beemdgras*, Gladde witbol, Gewoon struisgras, Schapezuring, Braam. Constante soorten: Zomereik (struiklaag), Wilde lijsterbes (struiklaag), Amerikaanse vogelkers (struiklaag), Gladde witbol, Wilde kamperfoelie, Gewoon struisgras, Bochtige smele, Braam en Klauwtjesmos. Opstandstype: Eik of Den.
⇒*Vegetatietype 10: Gemeenschap van Gladde witbol en Wilde kamperfoelie* 22
b. Hoge bedekking (> 25%) van Bochtige smele. Differentiërende soorten: *Grove den* (struiklaag), *Blauwe bosbes, Kussentjesmos en Kantmos*. Constante soorten: Bochtige smele, Berk (Betula spec.), Wilde lijsterbes, Bronsmos, Klauwtjesmos en Gewoon gaffeltandmos. Opstandstype: Den, Larix, Eik of Beuk 23

22a. Opstandstype: Eik. Constante soorten: zie boven (21a), maar ook: Beuk (kruid- en struiklaag) ..... *Ecosysteemtype* **II.10.ei**
b. Opstandstype: Den. Constante soorten: zie boven (21a), maar ook: Groot laddermos ..... *Ecosysteemtype* **II.10.gd**

23a. Hoge bedekking van *Blauwe bosbes* (veelal > 25%). Overige differentiërende soorten: alleen Beuk (struiklaag). Opstandstype: Den, Larix, Eik of Beuk.
⇒*Vegetatietype 4: Gemeenschap van Bochtige smele en Blauwe bosbes* 24
b. Geen hoge bedekking van Blauwe bosbes. Differentiërende soorten: Sporkehout (struiklaag), Amerikaanse vogelkers (struiklaag), Zachte berk (struiklaag) en Rankende helmbloem. Opstandstype: Den of Larix.
⇒*Vegetatietype 6: Gemeenschap van Bochtige smele en Brede stekelvaren* 27

24a. Naaldbossen 25
b. Loofbossen 26

25a. Opstandstype: Den. ..... *Ecosysteemtype* **II.4.gd**
b. Opstandstype: Larix ..... *Ecosysteemtype* **II.4.la**

26a. Opstandstype: Beuk ..... *Ecosysteemtype* **II.4.bu**
b. Opstandstype: Eik ..... *Ecosysteemtype* **II.4.ei**

27a. Opstandstype: Den ..... *Ecosysteemtype* **II.6.gd**
b. Opstandstype: Larix ..... *Ecosysteemtype* **II.6.la**

28a. (20) Zeer lage bedekking van de kruidlaag en/of dominantie van mossen. Opstandstype: Fijnspar, Douglasspar of Beuk; doorgaans ongemengd 29
b. Ondergroei niet zeer schaars; geen dominantie van mossen. Opstandstype: Eik en/of Beuk; niet zelden gemengd; in gemengde opstanden ook wel Den, Douglasspar, etc. 32

29a. Loofbossen (Beuk) 30
b. Naaldbossen (Fijnspar of Douglasspar) 31

30a. Differentiërende soorten: *Ruwe berk* (struiklaag), *Pijpestrootje, Bronsmos*, Blauwe bosbes, Gewoon gaffeltandmos en Klauwtjesmos.
⇒ *Vegetatietype 4: Gemeenschap van Bochtige smele en Blauwe bosbes* ..... *Ecosysteemtype* **II.4.bu**
b. Differentiërende soorten: *Gewone esdoorn* (struiklaag), *Tamme kastanje* (struiklaag), *Gewone vlier* (struiklaag), Amerikaanse vogelkers (struiklaag), Drents krenteboompje (struiklaag), *Hulst* (struiklaag), *Rankende helmbloem, Wilde kamperfoelie, Grote*

brandnetel, Gewone hennepnetel, Braam, Vogelmuur en *Gewoon sterremos*.
⇒*Vegetatietype 11: Gemeenschap van Gewone esdoorn en Drents krenteboompje*
.....*Ecosysteemtype* **II.11.ei/bu**
(variant met ongemengde boomlaag van Beuk)

31a. Differentiërende soorten: *Grove den* (struiklaag), *Ruwe berk* (struiklaag), *Amerikaanse eik* (struiklaag), *Bos-kronkelsteeltje, Breekblaadje*, Fraai haarmos en Kussentjesmos. Constante soorten: Grove den,Zomereik, Wilde lijsterbes, Bochtige smele, Fraai haarmos, Peermos, Kussentjesmos, Pluisjesmos, Klauwtjesmos en Gewoon gaffeltandmos. Opstandstype: Fijnspar.
⇒*Vegetatietype 5 : Gemeenschap van Klauwtjesmos en Bos-kronkelsteeltje*
..... *Ecosysteemtype* **II.5.fs**

b. Differentiërende soorten: *Gewone vlier* (struiklaag), *Gladde witbol, Schapezuring, Rimpelmos*, Fijn laddermos, Geklauwd platmos. Constante soorten: Amerikaanse vogelkers (struiklaag), Wilde lijsterbes (struiklaag), Klauwtjesmos, Gewoon sterremos, Geklauwd platmos en Pluisjesmos. Opstandstype: Douglasspar.
⇒*Vegetatietype 9: Gemeenschap van Klauwtjesmos en Rimpelmos*
..... *Ecosysteemtype* **II.9.dg**

32a. (28) Differentiërende soorten: *Ruwe berk* (struiklaag), Blauwe bosbes, *Kussentjesmos, Bronsmos, Peermos, Bos-kronkelsteeltje*, Gewoon gaffeltandmos en Klauwtjesmos. Constante soorten: Ruwe berk, Wilde lijsterbes (struiklaag), Blauwe bosbes, Bochtige smele, Gewoon gaffeltandmos, Kussentjesmos en Klauwtjesmos. Opstandstype: Beuk (veelal gemengd met Grove den).
⇒ *Vegetatietype 7: Gemeenschap van Blauwe bosbes en Kussentjesmos*
.....*Ecosysteemtype* **II.7.bu/gd**

b. Differentiërende soorten: *Gewone esdoorn* (struiklaag), *Tamme kastanje* (struiklaag), *Gewone vlier* (struiklaag), Drents krenteboompje (struiklaag), *Rankende helmbloem, Vogelmuur, Wilde kamperfoelie, Grote brandnetel, Gewone hennepnetel* en Braam. Constante soorten: Gewone esdoorn (struiklaag), Zomereik (struiklaag), Beuk (struiklaag), Berk (struiklaag), Drents krenteboompje (struiklaag), Wilde lijsterbes (struiklaag), Amerikaanse vogelkers (struiklaag) en Gewoon sterremos. Opstandstype: Eik of Beuk (veelal gemengd).
⇒ *Vegetatietype 11: Gemeenschap van Gewone esdoorn en Drents krenteboompje*
.....*Ecosysteemtype* **II.11.ei/bu**

Groeiplaats III:

Meest voorkomende gronden: Haarpodzolgronden en Duinvaaggronden (Hd21, Hd30, Zd21).

33a. (5, 6, 8) Hoge bedekking (> 25%) van *Adelaarsvaren*; overige constante soorten: Grove den, Klauwtjesmos. Opstandstype: Den.
⇒ *Vegetatietype 3: Gemeenschap van Adelaarsvaren*
.....*Ecosysteemtype* **III.3.gd**

b. Adelaarsvaren doorgaans ontbrekend, nooit met hoge bedekking. Opstandstype: variabel..... **34**

34a. Hoge bedekking (> 25%) van Amerikaanse vogelkers in kruid- en of struiklaag; overige constante soorten: Wilde lijsterbes (struiklaag), Bochtige smele, Gewoon gaffeltandmos en Klauwtjesmos. Opstandstype: Eik of Den.
⇒*Vegetatietype 8: Gemeenschap van Amerikaanse vogelkers*..... **35**

b. Geen hoge bedekking van Amerikaanse vogelkers. Opstandstype: variabel..... **36**

35a. Opstandstype: Eik ..... *Ecosysteemtype* **III.8.ei**
b. Opstandstype: Den ..... *Ecosysteemtype* **III.8.gd**

36a. Hoge bedekking (> 25%) van grassen (Bochtige smele) **37**
b. Geen hoge bedekking van grassen **41**

37a. Differentiërende soorten: Grove den (struiklaag), Struikheide, Bos-kronkelsteeltje en *Cladonia*-soorten. Opstandstype: Den (veelal met Berk) of Larix.
⇒ *Vegetatietype 2: Gemeenschap van Bochtige smele en Struikheide* **38**
b. Differentiërende soorten: Beuk (struiklaag), *Blauwe bosbes* (indien met hoge bedekking!), *Brede stekelvaren, Groot- en Fijn laddermos, Geklauwd platmos*, en *Gewoon sterremos*. Opstandstype: Den of Larix **39**

38a. Opstandstype: Den (veelal met Berk) ..... *Ecosysteemtype* **III.2.gd/be**
b. Opstandstype: Larix ..... *Ecosysteemtype* **III.2.la**

39a. Hoge bedekking van *Blauwe bosbes* (veelal > 25%). Overige differentiërende soorten: Beuk (struiklaag). Opstandstype: Den.
⇒*Vegetatietype 4: Gemeenschap van Bochtige smele en Blauwe bosbes* ..... Ecosysteemtype **III.4.gd**
b. Geen hoge bedekking van Blauwe bosbes. Differentiërende soorten: Sporkehout (struiklaag), Amerikaanse vogelkers (struiklaag), Zachte berk (struiklaag) en Rankende helmbloem. Opstandstype: Den of Larix.
⇒*Vegetatietype 6: Gemeenschap van Bochtige smele en Brede stekelvaren* **40**

40a. Opstandstype: Den ..... *Ecosysteemtype* **III.6.gd**
b. Opstandstype: Larix ..... *Ecosysteemtype* **III.6.la**

41a. (36) Zeer lage bedekking van de kruidlaag en/of dominantie van mossen. Opstandstype: Beuk, Den, Larix, Fijnspar of Douglasspar; doorgaans ongemengd **42**
b. Ondergroei niet zeer schaars; geen dominantie van mossen. Opstandstype: Eik en/of Beuk; niet zelden gemengd; in gemengde opstanden ook wel Den, Douglasspar, etc. **47**

42a. Loofbossen (Beuk; ongemengd). Constante soorten: Gewone esdoorn (struiklaag), Zomereik (struiklaag), Beuk (struiklaag), Berk (struiklaag), Drents krenteboompje (struiklaag), Wilde lijsterbes (struiklaag), Amerikaanse vogelkers (struiklaag) en Gewoon sterremos. Differentiërende soorten: *Gewone esdoorn* (struiklaag), *Tamme kastanje* (struiklaag), *Grote brandnetel* en *Gewone hennepnetel.*
⇒*Vegetatietype 11: Gemeenschap van Gewone esdoorn en Drents krenteboompje* (variant met ongemengde boomlaag van Beuk)
b. Naaldbossen **43**

43a. Differentiërende soorten: *Grove den* (struiklaag), *Ruwe berk* (struiklaag), *Amerikaanse eik* (struiklaag), *Bos-kronkelsteeltje, Breekblaadje,* Fraai haarmos en Kussentjesmos. Constante soorten: Grove den, Zomereik, Wilde lijsterbes, Bochtige smele, Fraai haarmos, Peermos, Kussentjesmos, Pluisjesmos, Klauwtjesmos en Gewoon gaffeltandmos. Opstandstype: Den, Larix, Fijnspar of Douglasspar.
⇒*Vegetatietype 5 : Gemeenschap van Klauwtjesmos en Bos-kronkelsteeltje* **44**
b. Differentiërende soorten: *Gewone vlier* (struiklaag), *Gladde witbol, Schapezuring, Rimpelmos,* Fijn laddermos, Geklauwd platmos. Constante soorten: Amerikaanse vogelkers (struiklaag), Wilde lijsterbes (struiklaag), Klauwtjesmos, Gewoon sterremos, Geklauwd platmos en Pluisjesmos. Opstandstype: Douglasspar.

⇒*Vegetatietype 9: Gemeenschap van Klauwtjesmos en Rimpelmos* ..... *Ecosysteemtype* **III.9.dg**

44a. Sparrenbossen (Fijnspar; Douglasspar) **45**
b. Overige naaldbossen (Den; Larix) **46**

45a. Opstandstype: Fijnspar ..... *Ecosysteemtype* **III.5.fs**
b. Opstandstype: Douglasspar ..... *Ecosysteemtype* **III.5.dg**

46a. Opstandstype: Den ..... *Ecosysteemtype* **III.5.gd**
b. Opstandstype: Larix ..... *Ecosysteemtype* **III.5.fs**

47a. (41) Differentiërende soorten: *Ruwe berk* (struiklaag), Blauwe bosbes, *Kussentjesmos, Bronsmos, Peermos, Bos-kronkelsteeltje,* Gewoon gaffeltandmos en Klauwtjes- mos. Constante soorten: Ruwe berk, Wilde lijsterbes (struiklaag), Blauwe bosbes, Bochtige smele, Gewoon gaffeltandmos, Kussentjesmos en Klauwtjesmos. Opstandstype: Eik of Beuk (veelal gemengd met Grove den).
⇒ *Vegetatietype 7: Gemeenschap van Blauwe bosbes en Kussentjesmos* **48**
b. Differentiërende soorten: *Gewone esdoorn* (struiklaag), Tamme kastanje (struiklaag), *Gewone vlier* (struiklaag), Drents krenteboompje (struiklaag), *Rankende helmbloem, Vogelmuur, Wilde kamperfoelie, Grote brandnetel, Gewone hennepnetel* en Braam. Constante soorten: Gewone esdoorn (struiklaag), Zomereik (struiklaag), Beuk (struiklaag), Berk (Betula spec., struiklaag), Drents krenteboompje (struiklaag), Wilde lijsterbes (struik- laag), Amerikaanse vogelkers (struiklaag) en Gewoon sterremos. Opstandstype: Eik en/of Beuk (veelal gemengd).
⇒*Vegetatietype 11: Gemeenschap van Gewone esdoorn en Drents krenteboompje* ..... *Ecosysteemtype* **III.11.ei/bu**

48a. Opstandstype: Eik (veelal gemengd met Grove den) ..... *Ecosysteemtype* **III.7.ei/gd**
b. Opstandstype: Beuk (veelal gemengd met Grove den) ..... *Ecosysteemtype* **III.7.bu/gd**

Groeiplaats IV:

Meest voorkomende gronden: Veldpodzolgronden en Vlakvaaggronden (Hn21 III,V,VI, Zn21 V,VI).

49a. (7) Hoge bedekking (> 25%) van *Adelaarsvaren*; overige constante soorten: Grove den, Klauwtjesmos. Opstandstype: Den.
⇒*Vegetatietype 3: Gemeenschap van Adelaarsvaren* ..... *Ecosysteemtype* **IV.3.gd**
b. Adelaarsvaren doorgaans ontbrekend, nooit met hoge bedekking. Opstandstype: variabel **50**

50a. Hoge bedekking (> 25%) van grassen **51**
b. Geen hoge bedekking van grassen **54**

51a. Hoge bedekking (> 25%) van Pijpestrootje. Differentiërende soorten: *Pijpestrootje* (indien met hoge bedekking) en Dopheide. Constante soorten: Pijpestrootje, Grove den, Zachte berk, Klauwtjesmos, Gewoon gaffeltandmos, Fraai haarmos, Bronsmos en Bos-kronkelsteeltje. Opstandstype: vooral Den (veelal met Berk), ook wel Larix.
⇒*Vegetatietype 1: Gemeenschap van Pijpestrootje* **52**
b. Hoge bedekking (> 25%) van Bochtige smele; Differentierende soorten: Sporkehout (struiklaag) en *Liggend walstro.* Opstandstype: Den of Larix.
⇒*Vegetatietype 6: Gemeenschap* van *Bochtige smele en Brede stekelvaren* **53**

52a. Opstandstype: Den (veelal met Berk) ..... *Ecosysteemtype* **IV.1.gd/be**
b. Opstandstype: Larix ..... *Ecosysteemtype* **IV.1.la**

53a. Opstandstype: Den (veelal met Berk) ..... *Ecosysteemtype* **IV.6.gd/be**
b. Opstandstype: Larix ..... *Ecosysteemtype* **IV.6.la**

54a. (50) Zeer lage bedekking van de kruidlaag en/of dominantie van mossen. Differentiërende soorten: *Zachte berk* (struiklaag), *Douglasspar* (struiklaag), *Smalle stekelvaren en Breekblaadje.* Constante soorten: Grove den, Zomereik, Wilde lijsterbes, Bochtige smele, Fraai haarmos, Peermos, Kussentjesmos, Pluisjesmos, Klauwtjesmos en Gewoon gaffeltandmos. Opstandstype: Den of Douglasspar.
⇒ *Vegetatietype 5 : Gemeenschap van Klauwtjesmos en Bos-kronkelsteeltje* **55**
b. Ondergroei niet zeer schaars; geen dominantie van mossen. Differentiërende soorten: Beuk (struiklaag) en Blauwe bosbes (plaatselijk met hoge bedekking). Constante soorten: Ruwe berk, Wilde lijsterbes (struiklaag), Blauwe bosbes, Bochtige smele, Gewoon gaffeltandmos, Kussentjesmos en Klauwtjesmos. Opstandstype: Beuk (veelal gemengd met Grove den).
⇒ *Vegetatietype 7: Gemeenschap van Blauwe bosbes en Kussentjesmos* ..... *Ecosysteemtype* **IV.7.bu/gd**

55a. Opstandstype: Den ..... *Ecosysteemtype* **IV.5.gd**
b. Opstandstype: Douglasspar ..... *Ecosysteemtype* **IV.5.dg**

GroeiplaatsV:

Meest voorkomende gronden: Haar- en Veldpodzolgronden en Vlakvaaggronden (Zn21 VII, Hn21 VII, Hd21).

56a. (8) Hoge bedekking (25%) van *Adelaarsvaren*; overige constante soorten: Grove den, Klauwtjesmos. Opstandstype: Den.
⇒ *Vegetatietype 3: gemeenschap van Adelaarsvaren* ..... *Ecosysteemtype* **V.3.gd**
b. Adelaarsvaren doorgaans ontbrekend, nooit dominant. Opstandstype: variabel **57**

57a. Hoge bedekking (> 25%) van grassen (Bochtige smele) **58**
b. Geen dominantie van grassen **59**

58a. Differentiërende soorten: Grove den (struiklaag), *Struikheide*, Bos-kronkelsteeltje en *Cladonia*-soorten. Opstandstype: Den (veelal met Berk).
⇒ *Vegetatietype 2: Gemeenschap van Bochtige smele en Struikheide* ..... *Ecosysteemtype* **V.2.gd/be**
b. Differentiërende soorten: *Brede stekelvaren, Groot- en Fijn laddermos, Geklauwd platmos, en Gewoon sterremos.* (Deze mossen zijn als groep differentierend, geen van de genoemde soorten komt echter frequent voor!). Opstandstype: Den.
⇒ *Vegetatietype 6: Gemeenschap van Bochtige smele en Brede stekelvaren* ..... *Ecosysteemtype* **V.6.gd**

59a. Zeer lage bedekking van de kruidlaag en/of dominantie van mossen. Differentiërende soorten: *Zachte berk* (struiklaag), *Smalle stekelvaren* en *Breekblaadje.* Constante soorten: Grove den, Zomereik, Wilde lijsterbes, Bochtige smele, Fraai haarmos, Peermos, Kussentjesmos, Pluisjesmos, Klauwtjesmos en Gewoon gaffeltandmos. Opstandstype: Den of Douglasspar; doorgaans ongemengd.
⇒ *Vegetatietype 5 : Gemeenschap van Klauwtjesmos en Boskronkelsteeltje* **60**
b. Ondergroei niet zeer schaars; geen dominantie van mossen. Differentiërende soorten: Beuk (struiklaag). Constante soorten: Ruwe berk, Wilde lijsterbes (struiklaag), Blauwe bosbes, Bochtige smele, Gewoon gaffeltandmos,

Kussentjesmos en Klauwtjesmos. Opstandstype: Eik of Beuk (veelal gemengd met Grove den).
⇒ *Vegetatietype 7: Gemeenschap van Blauwe bosbes en Kussentjesmos* **61**

60a. Opstandstype: Den ..... *Ecosysteemtype* **V.5.gd**
b. Opstandstype: Douglasspar ..... *Ecosysteemtype* **V.5.dg**

61a. Opstandstype: Eik (veelal gemengd met Grove den) ..... *Ecosysteemtype* **V.7.ei/gd**
b. Opstandstype: Beuk (veelal gemengd met Grove den) ..... *Ecosysteemtype* **V.7.bu/gd**

SLEUTEL 2
Determinatie van bos-ecosystemen via het vegetatietype.

1a. Hoge bedekking (> 25%) van *Adelaarsvaren*; overige constante soorten: Grove den, Klauwtjesmos. Opstandstype: Grove den.
⇒ *Vegetatietype 3: Gemeenschap van Adelaarsvaren* **2**
b. Adelaarsvaren doorgaans ontbrekend, nooit met hoge bedekking. Opstandstype: variabel **8**

2a. Matig dik cultuurdek (30 tot 50 cm) aanwezig.
⇒ *Groeiplaats II* ..... *Ecosysteemtype* **II.3.gd**
b. Overige gronden, geen of dun (< 30 cm) cultuurdek **3**

3a. Grindhoudende zanden aan het oppervlak. **4**
b. Niet-grindhoudende (eolische) zanden aan het oppervlak. **5**

4a. Tenminste zwak lemige grindhoudende zanden aan het oppervlak.
⇒ *Groeiplaats II* ..... *Ecosysteemtype* **II.3.gd**
b. Leemarme grindhoudende zanden aan het oppervlak.
⇒ *Groeiplaats III* ..... *Ecosysteemtype* **III.3.gd**

5a. Eolische zanden met binnen 120 cm -m.v. grind-houdende zanden.
⇒ *Groeiplaats III* ..... *Ecosysteemtype* **III.3.gd**
b. Overige eolische zanden. **6**

6a. Vochtige, leemarme of zwak lemige eolische zanden (GHG < 80 cm -m.v.). Overwegend dekzanden.
⇒ *Groeiplaats IV* ..... *Ecosysteemtype* **IV.3.gd**
b. Droge, leemarme of zwak lemige eolische zanden (GHG < 80 cm -m.v.) **7**

7a. Stuifzanden met een podzolprofiel in de ondergrond, ontwikkeld in dekzand en beginnend tussen 40 en 120 cm -m.v.
⇒ *Groeiplaats III* ..... *Ecosysteemtype* **III.3.gd**
b. Overige droge eolische zanden, met name dekzanden.
⇒ *Groeiplaats V* ..... *Ecosysteemtype* **V.3.gd**

8a. (1) Hoge bedekking (> 25%) van Amerikaanse vogelkers in kruid- en/of struiklaag; overige constante soorten: Wilde lijsterbes (struiklaag), Bochtige smele, Gewoon gaffeltandmos en Klauwtjesmos. Opstandstype: Den of Eik.
⇒ *Vegetatietype 8: Gemeenschap van Amerikaanse vogelkers* **9**
b. Geen hoge bedekking van Amerikaanse vogelkers. Opstandstype: variabel **16**

9a. Cultuurdek dikker dan 50 cm aanwezig. Opstandstype: Eik.
⇒ *Groeiplaats I* ..... *Ecosysteemtype* **I.8.ei**
b. Overige gronden **10**

10a. Matig dik cultuurdek (30 tot 50 cm) aanwezig **11**
b. Overige gronden, geen of dun (< 30 cm) cultuurdek **12**

11a. Cultuurdek 30 - 50 cm dik, in tenminste zwak lemig zand. Opstandstype: Eik.
⇒ *Groeiplaats I* ..... *Ecosysteemtype* **I.8.ei**
b. Cultuurdek 30 - 50 cm dik, in leemarm zand. Opstandstype: Den of Eik.
⇒ *Groeiplaats II* **14**

12a. Grindhoudende zanden aan het oppervlak. 13
b. Niet-grindhoudende (eolische) zanden aan het oppervlak; in de ondergrond (tussen de 40 en 120 cm) hetzij grindhoudend zand, hetzij een podzolprofiel (stuifzand op profiel).
⇒ *Groeiplaats III* 15

13a. (Zwak) lemige, grindhoudende zanden aan het oppervlak.
⇒ *Groeiplaats II* 14
b. Leemarme, grindhoudende zanden aan het oppervlak.
⇒ *Groeiplaats III* 15

14a. Opstandstype: Den. ..... *Ecosysteemtype* **II.8.gd**
b. Opstandstype: Eik. ..... *Ecosysteemtype* **II.8.ei**

15a. Opstandstype: Den. ..... *Ecosysteemtype* **III.8.gd**
b. Opstandstype: Eik. ..... *Ecosysteemtype* **III.8.ei**

16a. (8) Hoge bedekking (> 25%) van grassen. *17*
b. Geen hoge bedekking van grassen 42

17a. Hoge bedekking > (25%) van Pijpestrootje. Differentiërende soorten: *Pijpestrootje* (indien met hoge bedekking) en Dopheide. Constante soorten: Pijpestrootje, Grove den, Zachte berk, Klauwtjesmos, Gewoon gaffeltandmos, Fraai haarmos, Bronsmos en Bos-kronkelsteeltje. Groeiplaats: vochtige, leemarme of zwak lemige eolische afzettingen. (GHG < 80 cm -m.v.); overwegend dekzanden. Opstandstype: vooral Den (veelal met Berk).
⇒*Vegetatietype 1: Gemeenschap van Pijpestrootje*
⇒*Groeiplaats IV*
..... *Ecosysteemtype* **IV.1.gd/be**
b. Hoge bedekking van Gladde witbol of Bochtige smele.
Opstandstype: variabel. 18

18a. Dominantie van Gladde witbol; differentiërende soorten: *Wilde kamperfoelie, Drienerfmuur, Ruw beemdgras*, Gladde witbol, Gewoon struisgras, Schapezuring, Braam. Constante soorten: Zomereik (struiklaag), Wilde lijsterbes (struiklaag), Amerikaanse vogelkers (struiklaag), Gladde witbol, Wilde kamperfoelie, Gewoon struisgras, Bochtige smele, Braam en Klauwtjesmos; verder alleen in eikenbossen: Beuk (kruid- en struiklaag) en in dennenbossen: Groot laddermos. Groeiplaats: altijd cultuurdek aanwezig met dikte van 30 cm. Opstandstype: Eik of Den
⇒*Vegetatietype 10: Gemeenschap van Gladde witbol en Wilde kamperfoelie* 19
b. Hoge bedekking van Bochtige smele. Differentiërende soorten: *Grove den* (struiklaag), *Blauwe bosbes, Kussentjesmos* en *Kantmos.* Constante soorten: Bochtige smele, Berk, Wilde lijsterbes, Bronsmos, Klauwtjesmos en Gewoon gaffeltandmos. Groeiplaats: variabel, maar geen cultuurdekken dikker dan 50 cm of cultuurdekken van 30 - 50 cm in (zwak) lemig zand. Opstandstype: Den (veelal met Berk), Larix, Eik of Beuk 22

19a. Cultuurdek dikker dan 50 cm. Opstandstype: Eik.
⇒ *Groeiplaats I* ..... *Ecosysteemtype* **I.10.ei**
b. Cultuurdek matig dik, 30 tot 50 cm. Opstandstype: Den of Eik 20

20a. Cultuurdek 30 - 50 cm dik, in (zwak) lemig zand. Opstandstype: Eik.
⇒ *Groeiplaats I*
..... *Ecosysteemtype* **I.10.ei**
b. Cultuurdek 30 - 50 cm dik, in leemarm zand. Opstandstype: Den of Eik.
⇒ *Groeiplaats II* 21

21a. Opstandstype: Den. ..... *Ecosysteemtype* **II.10.gd**
b. Opstandstype: Eik ..... *Ecosysteemtype* **II.10.ei**

22a. (18) Differentiërende soorten: Grove den (struiklaag), *Struikheide*, Boskronkelsteeltje en *Cladonia*-soorten. Groeiplaats: geen cultuurdek dikker dan 30 cm; geen (zwak) lemige grindhoudende zanden aan het oppervlak; GHG 80 cm -m.v. Opstandstype: Den (veelal met Berk) of Larix.
⇒ *Vegetatietype 2: Gemeenschap van Bochtige smele en Struikheide* **23**
b. Differentiërende soorten: Beuk (struiklaag), *Blauwe bosbes* (indien met hoge bedekking!), *Brede stekelvaren, Groot-* en *Fijn laddermos, Geklauwd platmos, en Gewoon Sterremos.* Groeiplaats: variabel. Opstandstype: Den, Larix, Eik of Beuk **27**

23a. Leemarme, grindhoudende zanden aan het oppervlak.
Opstandstype: Den (veelal met Berk) of Larix.
⇒ *Groeiplaats III* **26**
b. Niet-grindhoudende (eolische) zanden aan het oppervlak **24**

24a. Eolische zanden met binnen 120 cm -m.v. grindhoudende zanden.
Opstandstype: Den (veelal met Berk) of Larix.
⇒ *Groeiplaats III* **26**
b. Overige eolische zanden **25**

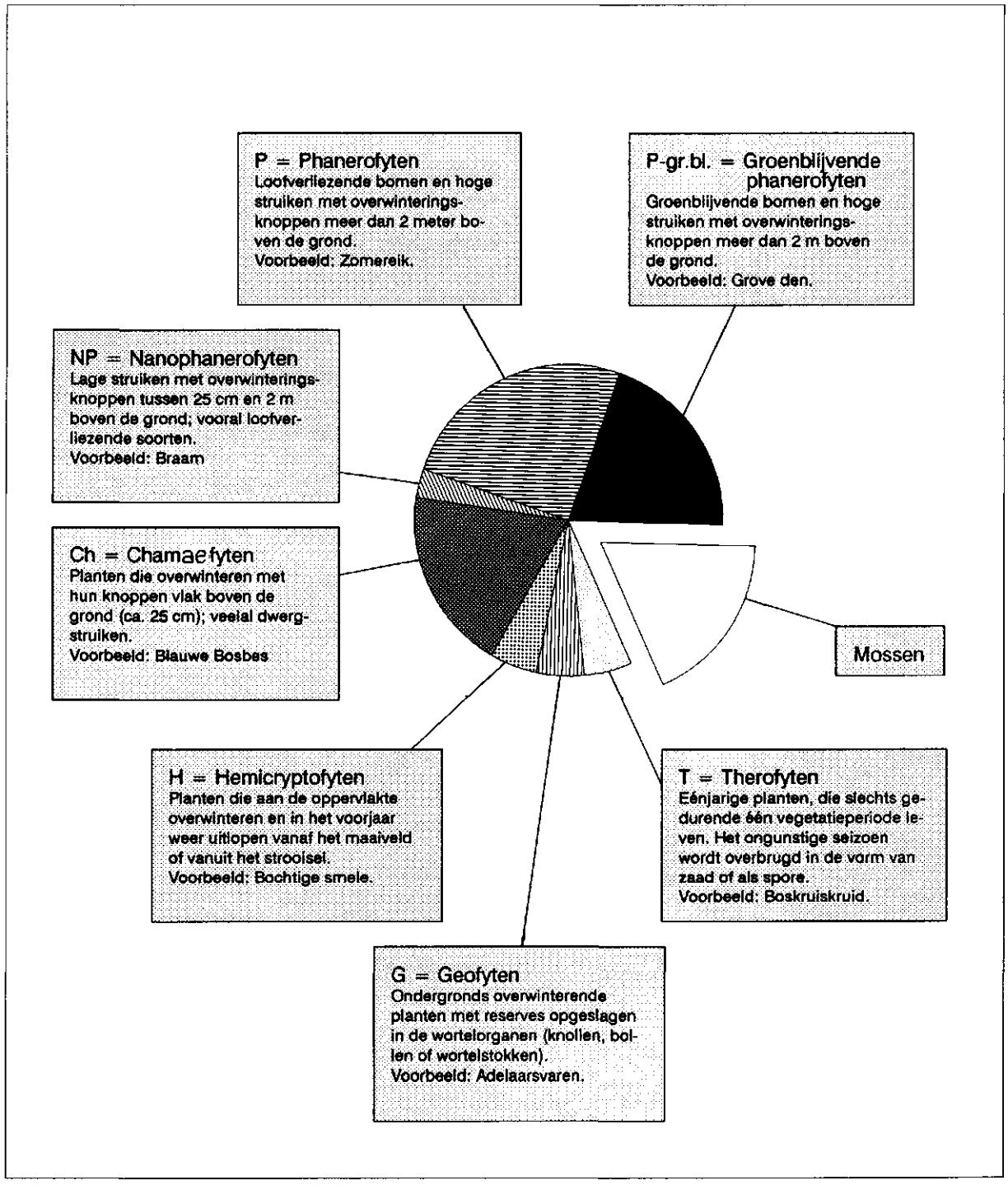
25a. Stuifzanden met een podzolprofiel in de ondergrond, ontwikkeld in dekzand en beginnend tussen 40 en 120 cm -m.v.
Opstandstype: Den (veelal met Berk) of Larix.
⇒ *Groeiplaats III* **26**
b. Overige droge eolische zanden: stuifzanden zonder podzolprofiel in de ondergrond of met een podzolprofiel dieper dan 120 cm -m.v., alsmede dekzanden. Opstandstype: Den (veelal met Berk).
⇒ *Groeiplaats V* ..... *Ecosysteemtype* **V.2.gd/be**

26a. Opstandstype: Den (veelal met Berk) ..... *Ecosysteemtype* **III.2.gd/be**
b. Opstandstype: Larix ..... *Ecosysteemtype* **III.2.la**

27a. (22) Hoge bedekking (veelal > 25%) van *Blauwe bosbes*.
Overige differentiërende soorten: alleen Beuk (struiklaag).
Groeiplaats: geen cultuurdek dikker dan 30 cm, altijd grindhoudende zanden aanwezig, hetzij aan de oppervlakte, hetzij in de ondergrond binnen 120 cm -m.v. Opstandstype: Den, Larix, Eik of Beuk.
⇒ *Vegetatietype 4: Gemeenschap van Bochtige smele en Blauwe bosbes* **28**
b. Geen hoge bedekking van Blauwe bosbes. Differentiërende soorten: Sporkehout (struiklaag), Amerikaanse vogelkers (struiklaag), Zachte berk (struiklaag) en Rankende helmbloem.
Groeiplaats: variabel (maar zie 18b). Opstandstype: Den of Larix.
⇒ *Vegetatietype 6: Gemeenschap van Bochtige smele en Brede stekelvaren* **33**

28a. Grindhoudende zanden aan het oppervlak. Opstandstype: Den, Larix, Eik of Beuk **29**
b. Niet-grindhoudende (eolische) zanden aan het oppervlak, echter wel grindhoudende zanden in de ondergrond binnen 120 cm -m.v.
Opstandstype: Den.
⇒ *Groeiplaats III* ..... *Ecosysteemtype* **III.4.gd**

29a. (Zwak) lemige, grindhoudende zanden aan het oppervlak. Opstandstype: Den, Larix, Eik of Beuk
⇒ *Groeiplaats II* **30**



Levensvormenspectra
Voor elk der onderscheiden bos-ecosysteemtypen wordt in de hierna volgende beschrijving een levensvormen-spectrum gegeven. Hierin wordt de relatieve bijdrage afgebeeld van de verschillende levensvormen aan de vegetatie (incl. opstand; zie ook Deel II, par. 2.3). Ter illustratie is hierboven een (hypothetisch) voorbeeld gegeven.

3. Systematische beschrijving van de onderscheiden bosecosyteemtypen per primaire groeiplaats

PRIMAIRE GROEIPLAATS I

RIJKE OUDE BOUWLANDEN

Bodem en grondwater

Gronden met een cultuurdek dikker dan 50 cm en gronden met een cultuurdek van 30 tot 50 cm in tenminste zwaklemig of lemig zand. Deze groeiplaats wordt aangetroffen op gestuwd materiaal en op dekzandafzettingen. Binnen de gestuwde en fluvioglaciale afzettingen komen deze gronden voor op de min of meer vlakke delen; binnen de dekzandafzettingen op de flanken van de dekzandruggen. Het grondwater speelt in de meeste gevallen geen rol van betekenis bij de vochtvoorziening van de vegetatie (grondwatertrap VII, in een enkel geval grondwatertrap VI). In het systeem van De Bakker en Schelling (1966) komt deze primaire groeiplaats overeen met de bodemtypen: enkeerd-, loopodzol- en akkereerdgronden (p.p.).

Humusvormen

In de loofbossen op deze groeiplaats worden vooral de humusvormen Mullmoder en Mull aangetroffen. Op de andere groeiplaatsen van de Utrechtse Heuvelrug zijn deze humusvormen minder algemeen. Dit geldt met name voor de Mull-vorm dat op de Heuvelrug vooral voorkomt onder oude, hoogopgaande bossen met o.a. Linde en Esdoorn in de boomlaag. Onder naaldhout (Douglas en Fijnspar) en onder gemengde bossen van Beuk en Grove den worden op deze primaire groeiplaats vooral Mormoders en Dunne moders aangetroffen. Het aandeel van de "armere" humusvormen Mor en Hemimor is gering.

Vegetatie- en opstandstypen

Op deze groeiplaats zijn bijna uitsluitend loofbossen aangetroffen. Douglas en Fijnsparbossen komen sporadisch voor, Larix en (ongemengde) Pinus-bossen ontbreken. Een karakteristiek bostype betreft de hoogopgaande, gemengde landgoedbossen met soorten als Gewone esdoorn, Beuk, Paardekastanje en Linde in de boomlaag en een ondergroei van opnieuw Gewone esdoorn en Klimop (I.12.esd/li). Zowel dit opstandstype, als dit vegetatietype wordt op geen der overige primaire groeiplaatsen van de Heuvelrug aangetroffen. Opvallend is verder het grote aandeel eikenbossen. Deze hebben vrijwel alle een hakhoutvoorgeschiedenis. Het in oppervlakte belangrijkste type voormalig hakhout (I.10.ei) wordt gekenmerkt door dominantie van Gladde witbol in de ondergroei. Het betreft hier relatief jonge aanplant van hakhout op oude bouwlanden. Oudere eikenbossen met een hakhoutvoorgeschiedenis hebben of een schaarse ondergroei, gedomineerd door mossen (I.9.ei) of een hoge bedekking van Amerikaanse vogelkers in de struiklaag (I.8.ei). Verder geldt dat op deze groeiplaats geen vegetatietypen worden aangetroffen die gedomineerd worden door Bochtige smele of Pijpestrootje, die op de overige groeiplaatsen van de Heuvelrug juist de grootste oppervlakte innemen.

Potentieel Natuurlijke Vegetatie

Het PNV type van deze primaire groeiplaats is het Droog Wintereiken-Beukenbos (Fago-Quercetum petraeae Tuxen (1937) 1955, subass. convallarietosum (zie ook Van der Werf, 1987 mscr.). Het is opvallend dat een aantal van de op deze primaire groeiplaats voorkomende bossen reeds een grote overeenkomst vertoont met het PNV-type. Dit geldt met name voor de landgoedbossen met een ondergroei van Gewone esdoorn en Klimop (I.12.esd/li), een vegetatietype dat sterk overeenkomt met de door Van der Werf onderscheiden subassociatie met Klimop. Het is te verwachten dat bij verdere spontane ontwikkeling van dit type een aantal van de meest veeleisende soorten, zoals Winterlinde, Taxus en Aalbes, uiteindelijk weer uit het systeem zal verdwijnen. Ook andere actuele vegetatietypen van deze groeiplaats vertonen een zekere overeenkomst met subassociaties van het Droog Wintereiken-Beukenbos. De door Gladde witbol gedomineerde ondergroei van de voormalige eikenhakhoutbossen (I.10.ei) kunnen bijvoorbeeld tot de subassociatie met Witbol worden gerekend. Naar verwachting zullen echter de meeste vegetatietypen bij een langdurig achterwege laten van beheer uiteindelijk convergeren tot eenzelfde type: het Fago-Quercetum petraeae convallarietosum. Dit betekent dat dominantie van Gladde witbol in voormalig eikenhakhout een tijdelijke zaak is.

Bosplanten

Kenmerkend voor de bossen op deze primaire groeiplaats is het potentieel grote aantal bosplanten. Dit heeft twee redenen. Op de eerste plaats vinden we op deze relatief rijke groeiplaats gemiddeld de oudste bossen. Op de tweede plaats heeft een aantal typische bosplanten zijn optimum in bostypen die gebonden zijn aan een rijk milieu. In de rijkere vormen van het Droog Wintereiken-Beukenbos, dat wil zeggen op deze groeiplaats, zijn deze soorten nog wel te verwachten, op armere groeiplaatsen nauwelijks meer.
Ook in de actuele bossen van deze groeiplaats is het aantal typische bosplanten duidelijk hoger dan in de

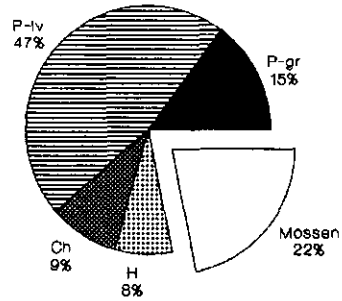
bossen van de hierna te behandelen armere groeiplaatsen. Toch ontbreken nog veel soorten, zoals de ken- en differentiërende soorten van het Wintereiken-Beukenbos (zoals resp. Wintereik en Witte klaverzuring) en andere bossoorten van de zandgronden als Dalkruid en Valse salie. De naamgevende soort van de subassociatie, het Lelietje-der-dalen, komt in de actuele bossen slechts sporadisch voor en wel in de twee "rijkste" typen met Gewone esdoorn (I.11.bu/ei en I.12.esd/li). Ook deze soort vestigt zich pas in een zeer laat stadium van de de bosontwikkeling.

Spaartelgen van Zomereik met in de ondergroei Wilde kamperfoelie en Gladde witbol; beide soorten komen veelvuldig voor in jonge bossen op voormalige akkers (I.10.ei).

Opgaand bos van Zomereik op een voormalig bouwland; de struiklaag wordt gedomineerd door Amerikaanse vogelkers (I.8.ei).

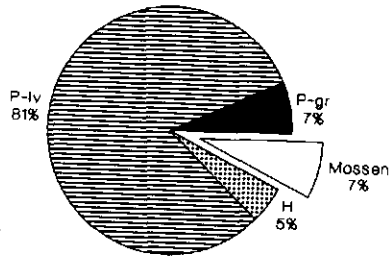
Ecosysteemtypen

I.7.bu/gd



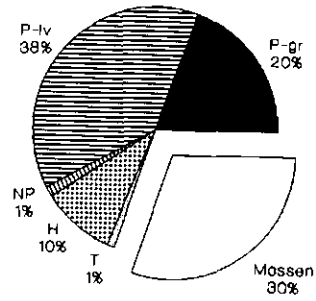
Bossen met dominantie van Beuk, soms gemengd met Grove den. Het betreft oude bossen, aangelegd voor 1900, met in de ondergroei onder andere Kussentjesmos en Blauwe bosbes. De Beuk verjongt zich goed in de gemengde opstanden, terwijl de verjonging nagenoeg afwezig is wanneer in de boomlaag uitsluitend Beuk voorkomt. In het laatste geval worden wel kiemplanten gevonden, doch deze sterven in de loop van het jaar weer af, als gevolg van wortelconcurrentie. De strooisellaag is meer dan 7,5 cm dik; de overwegende humusvormen zijn Mormoder en Dikke moder. In het levensvormenspectrum is het voorkomen van relatief veel dwergstruiken (Chamaefyten) opvallend. De groei van Grove den is goed, de Beuk groeit normaal tot goed en bereikt hier een gemiddelde hoogte van tenminste 30 meter.

I.8.ei

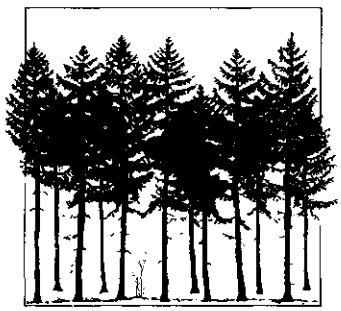


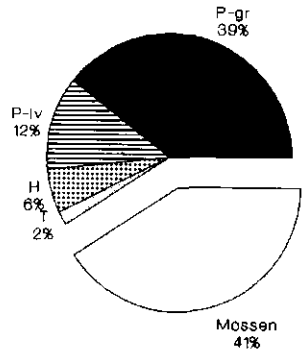
Dit bostype wordt op de Utrechtse Heuvelrug vooral aangetroffen op landgoederen. Het betreft bossen die vroeger als hakhout werden beheerd. Ze komen voor op gronden die al in 1850 onder bos lagen. In de boomlaag is de Zomereik dominant. De struiklaag is fragmentair ontwikkeld en bestaat voornamelijk uit Amerikaanse vogelkers, een soort die ook de verjonging in dit type bepaalt. Opvallend zijn de lage bedekking en de soortenarmoede van de kruidlaag. Constante soorten zijn: Bochtige smele, Gewoon gaffeltandmos en Klauwtjesmos. Het levensvormenspectrum wordt bepaald door Phanerofyten (bomen en struiken) en Hemicryptofyten ('s winters bovengronds afstervende, overblijvende kruiden). De meest voorkomende humusvormen zijn Mullmoder, gekenmerkt door een matig snelle omzetting van het strooisel (de dikte van de strooisellaag is gemiddeld 4 tot 7 cm). De groei van de Zomereik is overwegend goed. (Vergelijk ook I.9.ei).

I.9.ei



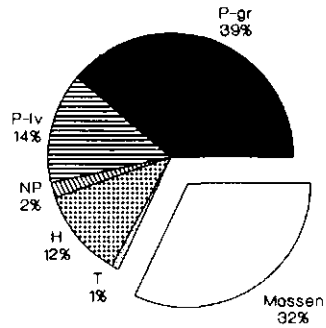
Evenals bij het vorige bos-ecosysteemtype (I.8.ei) betreft het hier voormalige hakhoutbossen van Zomereik op oude bosbodems (aangelegd voor 1850). In de huidige opstanden kan van enige menging met naaldhout sprake zijn. Struik- en kruidlaag worden gekenmerkt door zeer lage bedekkingen. Constante soorten zijn: Gewone vlier, een nitrofiele soort die in het voorgaande type ontbreekt, Amerikaanse vogelkers en Wilde lijsterbes. De mosflora is relatief soortenrijk met o.a. Rimpelmos en Geklauwd platmos. Het levensvormenspectrum is ook hier beperkt tot Phanerofyten en Hemicryptofyten. De strooisellaag wordt redelijk snel omgezet en is vrij dun (tot 5 cm). De humusvormen zijn Mullmoder en Mull. Er is sprake van een overwegend goede groei van de eik.





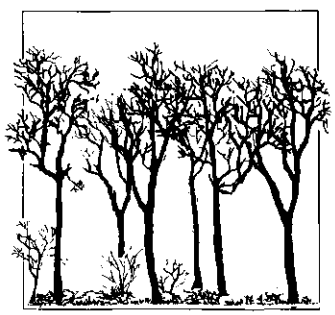
I.9.fs

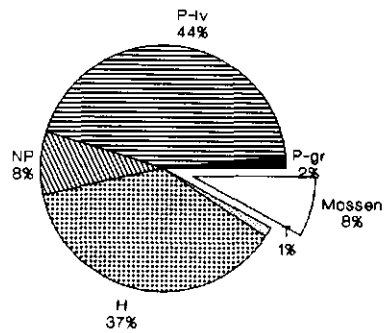
Relatief jonge bossen die na 1920 zijn aangeplant met Fijnspar op voormalige landbouwgronden. Zowel de kruidlaag als de struiklaag zijn fragmentair ontwikkeld met bedekkingen die lager zijn dan 10%. Soorten die in dit bostype de verjonging bepalen zijn Ruwe berk en Wilde lijsterbes. Evenals de kruidlaag heeft ook de moslaag weinig soorten en een lage bedekking. Vergeleken met alle andere bostypen is hier de ondergroei het minst ontwikkeld. Enerzijds is dit het gevolg aan lichtgebrek door het domineren van de Fijnspar, anderzijds met de aard van de strooisellaag. Het strooisel bestaat uitsluitend uit naalden die zeer slecht afgebroken worden, waardoor de strooisellaag weinig vocht kan vasthouden. Hierdoor krijgt ook de moslaag weinig kans. Meest voorkomende humusvormen zijn Mor en Mormoder. De groei van de Fijnspar is hier overwegend goed. De teelt van Fijnspar op deze oude bouwlanden is echter nogal riskant in verband met het regelmatig optreden van wortelrot (Heterobasilion annosus).



I.9.dg

Douglas-bossen die zijn aangeplant op voormalige eikehakhoutpercelen. De Douglas-opstand zelf dateert van na 1920; de aanleg van het voorgaande hakhout vond echter plaats voor 1850. Hoewel minder extreem dan in het voorgaande type bepaalt ook hier de dichte boomlaag mede de lage bedekkingen van struik, en kruidlaag. Ondanks de lage bedekkingen zijn alle onderscheiden levensvormen in het spectrum vertegenwoordigd. De moslaag is goed ontwikkeld met soorten als Gewoon sterremos, Geklauwd platmos, Pluisjesmos en Rimpelmos. De meest voorkomende humusvormen zijn Orthimoder en Mullmoder, hetgeen duidt op een redelijk snelle omzetting van het organisch materiaal. De verjonging bestaat voornamelijk uit Wilde lijsterbes en Ruwe berk. Ook Douglas verjongt zich hier en de groei van deze soort is goed.



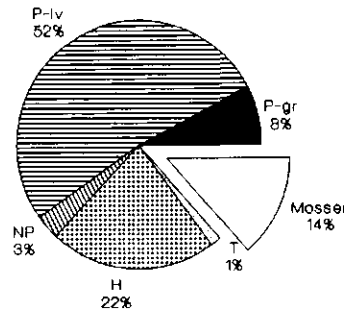


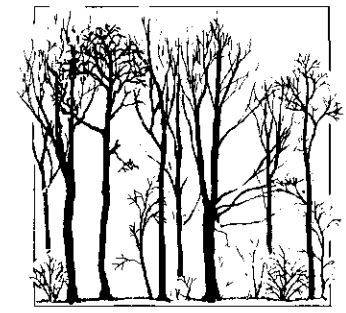
I.10.ei

Eikenbossen van dit type komen voor op landgoederen, op plaatsen die aan het begin van deze eeuw nog als bouwland in gebruik waren. Deze bossen, die thans een hoogte van meer dan 20 meter hebben bereikt, zijn eerst als hakhout in beheer geweest en later omgevormd in opgaand bos. De eik verjongt zich hier wel, maar niet in grote aantallen. Naast Zomereik komen in de struiklaag Wilde lijsterbes, Drents krenteboompje en Sporkehout regelmatig voor. Het voormalig gebruik als bouwland komt tot uitdrukking in de kruidlaag, die wordt gekenmerkt door hoge bedekkingen van grassoorten, met name Gladde witbol. Het levensvormenspectrum bevat dan ook een hoog aandeel Hemicryptofyten naast Nanophanerofyten (lage struiken als Braam en Wilde kamperfoelie) en Therofyten (eenjarige planten). De moslaag is slecht ontwikkeld door de hoge bedekking van Gladde witbol. De strooisellaag varieert in dikte van 4,5 tot 7,5 cm en de humusvorm is Mullmoder of Dunne moder. De groei van de Zomereik is hier overwegend goed.

I.11.ei/bu

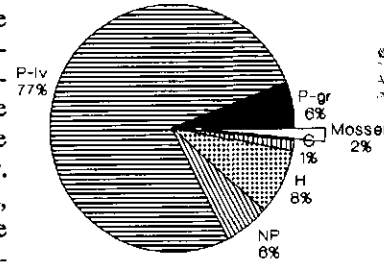
Hoog opgaande loofbossen (tot 30 meter) van Beuk, meestal gemengd met Zomereik en Gewone esdoorn, vooral voorkomend op landgoederen. De huidige opstanden dateren van na 1925; de bosbodem echter is ouder, waarbij de voorgaande generatie bos als hakhout werd beheerd. Boom- en struiklaag zijn goed ontwikkeld en gevarieerd, terwijl de kruidlaag een vrij lage bedekking heeft. In de struiklaag hebben Drents krenteboompje en Tamme kastanje hun optimum, maar ook de verjonging van Beuk, Zomereik en Gewone esdoorn bepaalt mede deze etage. In het levensvormenspectrum komen alle vormen voor, m.u.v. Geofyten (planten met bollen, knollen en wortelstokken). Bij dominantie van Beuk kunnen echter ook sporadisch Geofyten, zoals Sterhyacint en Wilde narcis voorkomen. Als gevolg van hoge dierlijke aktiviteit vindt intensieve menging plaats van het organisch materiaal met de minerale bovengrond, hetgeen leidt tot de humusvorm Mull met overgangen naar Mullmoder. Pleksgewijs vindt omzetting overwegend plaats door schimmels, hetgeen resulteert in een Mormoder. De groei van zowel Beuk als Zomereik is goed.





I.12.esd/li

Gemengde, hoog opgaande landgoedbossen die zijn aangelegd tussen 1850 en 1900 op zeer humeuze, diep bewerkte gronden. Veel voorkomende boomsoorten zijn: Zomereik, Gewone esdoorn, Beuk en Linde. De hoogte van deze boomlaag bedraagt veelal meer dan 30 meter. De struiklaag is, evenals in het vorige bostype, zeer gevarieerd met Gewone vlier, Amerikaanse vogelkers, Drents krenteboompje, Paardekastanje, Taxus, Sneeuwbes en soorten die reeds voor de boomlaag werden vermeld. De ondergroei wordt vooral bepaald door tapijten van kruipende Klimop. De totale soortensamenstelling wijst op een, voor de Utrechtse Heuvelrug, hoge voedselrijkdom van het substraat. Ook de humusvorm reflecteert dit: overwegend Mull met overgangen naar Mullmoder. Opvallend is het voorkomen van relatief veel Geofyten en Nanophanerofyten (lage struiken als Aalbes, Kruisbes en Sneeuwbes). Bochtige smele en Klauwtjesmos ontbreken in dit bostype. De groei van de betreffende boomsoorten is goed.



Toelichting bij het syndynamisch model van groeiplaats I

Uit figuur 1 valt af te leiden dat de 8 bos-ecosysteemtypen van deze groeiplaats alle ontstaan zijn door aanplant op voormalig akkerland. De relatief jonge bossen, die nog in deze eeuw werden aangeplant, betreffen opstanden van Fijnspar (I.9.fs) en Zomereik (I.10.ei). Beide bostypen worden, door hun relatief jonge leeftijd, gekenmerkt door het ontbreken van echte bosplanten. Onder de Fijnspar is de ondergroei schaars. In het eikenbos daarentegen is de ondergroei goed ontwikkeld. Dit geldt in het bijzonder voor de kruidlaag, waarin grassoorten (vooral Gladde witbol, die typisch is voor oude bouwlanden) tot hoge bedekking komen. De Fijnspar is op deze groeiplaats geen stabiel element in de bosontwikkeling; de eikenbossen (I.10.ei), die aanvankelijk als hakhout werden beheerd en via spaartelgen zijn omgevormd naar opgaand bos, kunnen overgaan in diverse andere ecosysteemtypen.

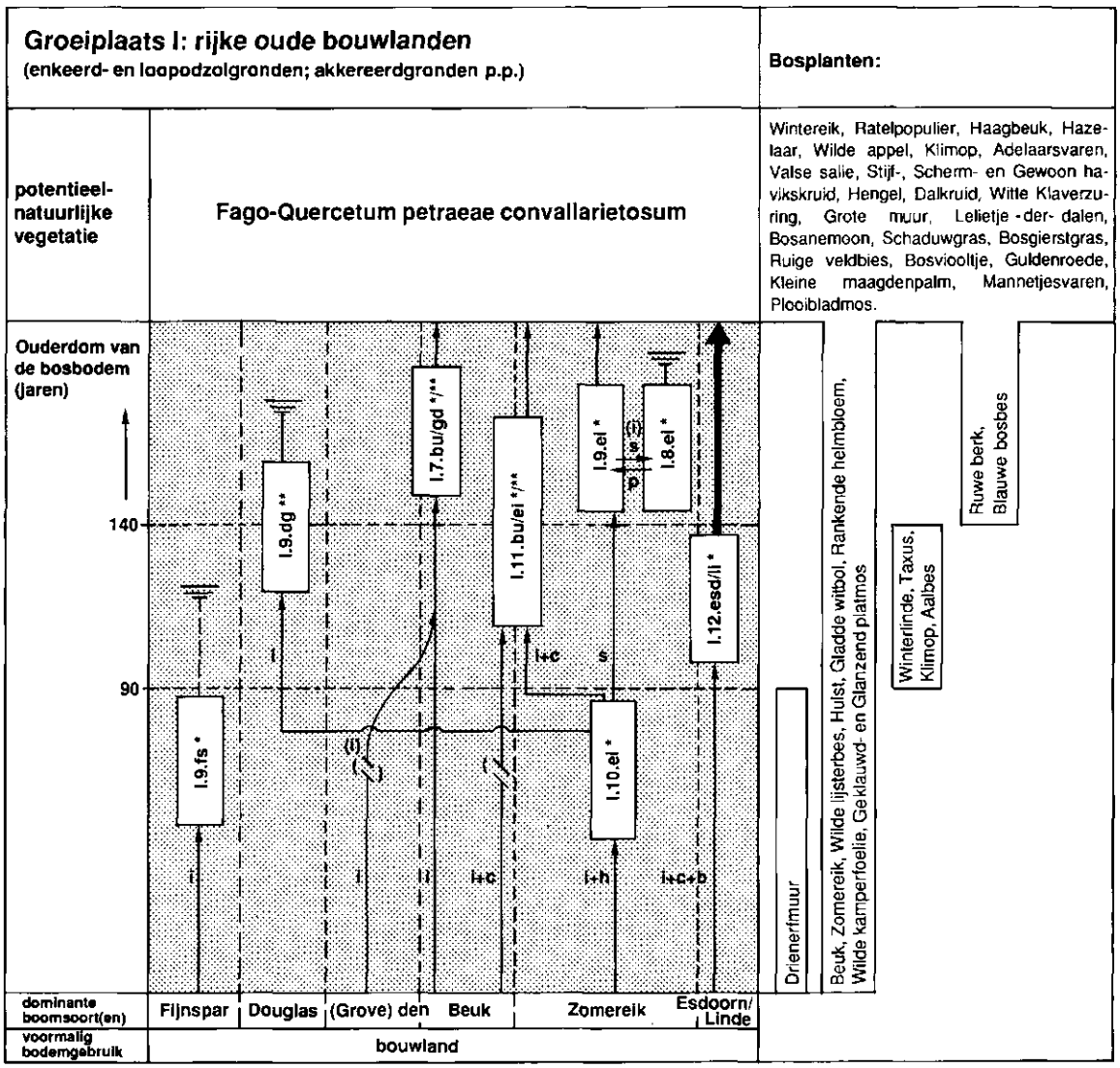
De omvorming van eikehakhout naar Douglasopstanden (van I.10.ei naar I.9.dg) door kappen en inplanten is niet van grote betekenis, d.w.z. het betreft slechts een kleine oppervlakte. De Douglas verjongt zich hier spontaan en neemt daarmee weer een belangrijk aandeel in de volgende generatie. Bij voldoende aanbod van beukezaad ontstaat een gemengde opstand van Beuk/Douglas, een combinatie die vermoedelijk lang in stand blijft.

Op landgoederen werden voormalige eikehakhout-percelen ook wel omgezet in gemengde loofbossen, vooral met Beuk. (Omzetting van I.10.ei naar I.11.bu/ei.) Vaak werd hierbij compost-bemesting toegepast en werden ook wel bolgewassen (Geofyten) ingebracht. Wanneer men een behoorlijk aandeel Zomereik in de opstanden wil handhaven, dan dient door middel van het beheer de eik te worden bevoordeeld (vrij stellen of bij aanplant een voorsprong geven op de Beuk).

Als gevolg van spontane ontwikkeling gaat I.10.ei geleidelijk over in I.9.ei, waarin mossen een veel grotere rol gaan spelen. Dit bos-ecosysteemtype kan door spontane vestiging van Amerikaanse vogelkers overgaan in I.8.ei, waarin deze soort de struiklaag vormt. In het verleden werd Amerikaanse vogelkers echter ook wel aangeplant. Door bestrijding van de vogelkers (Prunus serotina) kan I.8.ei weer overgaan in I.9.ei. Bij te sterke dunning is het risico groot dat de Prunus zich opnieuw massaal ontwikkelt groot; tevens kunnen Gewone vlier en Braam het aspect dan mede-bepalen. Indien de lichtingen voorzichtig worden uitgevoerd zal Prunus niet massaal optreden. Bij achterwege blijven van zuivering vestigt zich op de lange termijn de Beuk in zowel I.8.ei als in I.9.ei en treedt er een geleidelijke verschuiving op naar een beukenbos. De rol van de eik is hierin ondergeschikt.

Het ecosysteemtype I.7.bu/gd betreft bossen met dominantie van Beuk, al dan niet gemengd met een klein aandeel Grove den. Dit bostype komt voor op oude bosbodems (150 jaar) en kan zowel ontstaan door aanplant van Grove den, dan wel door spontane vestiging van Beuk. Voor deze laatstgenoemde mogelijkheid is een zaadbron in de directe omgeving een voorwaarde. De Grove den wordt na verloop van tijd door de Beuk verdrongen, hetgeen uiteindelijk resulteert in een min of meer zuiver Beukenbos. Hetzelfde ecosysteemtype wordt uiteraard ook verkregen door directe aanplant van Beuk. Verjonging van Beuk in dit type kan uitsluitend worden bereikt door lichtstelling (groepenkap of schermkap) of door windworp.

Bossen van het type I.12.esd/li komen uitsluitend voor op zeer humeuze gronden die meer dan 1 meter diep bewerkt zijn. Het zijn hoogopgaande gemengde bossen met naast Beuk en Zomereik ook Gewone esdoorn en Linde. Voor het handhaven van de Zomereik in de boomlaag van deze bossen zal ook hier een ondersteunend beheer nodig zijn, in de vorm van vrijstelling. Hoe de esdoorn zich in de toekomst zal gedragen in dit bostype valt moeilijk te voorspellen. Wel komt deze soort spontaan en met grote aantallen in de struiklaag voor.



beheersvormen:

- b = diepe grondbewerking
- c = compost-bemesting
- d = dunnen
- h = hakhoutbeheer
- i = inplanten
- m = bemesten
- o = geleidelijk omvormen
- p = prunus bestrijding
- r = randinvloed
- s = spontane ontwikkeling
- * = 1ste generatie
- ** = 2de generatie
- *** = 3de generatie
- // = generatiewisseling

sterke relatie, relatief snelle overgang naar PNV

stagnerende of onzekere ontwikkeling

I.9.dg** bos-ecosysteemtype

Fig. 1
Ontwikkeling van de bos-ecosysteemtypen op groeiplaats I.

Donker Fijnspar-bos op oud bouwland; de kruidlaag en ook de verjonging kunnen zich nauwelijks ontwikkelen; op de bosbodem ligt een dichte mat van mossen, vooral Fijn laddermos (I.9.fs).

Verwaarloosd landgoedbos met Esdoorn , Zomereik en Linde op dik cultuurdek; de bosbodem wordt volledig bedekt door Klimop (I.12.esd/li).

PRIMAIRE GROEIPLAATS II

RIJKE GRONDEN BINNEN HET STUWWALCOMPLEX EN ARME OUDE BOUWLANDEN

Bodem en grondwater

Gronden met een cultuurdek van 30 tot 50 cm dikte in leemarm zand en gronden met tenminste zwak lemig zand aan het oppervlak (gestuwde fluvioglaciale of fluvio-periglaciale afzettingen). De gronden met een cultuurdek komen hoofdzakelijk voor binnen de dekzandafzettingen in de vlakten en op de flanken van de dekzandruggen. De lemige zanden liggen in de vlakten en tegen de hellingen van de stuwwal. Grondwater speelt binnen deze groeiplaats nauwelijks een rol (grondwatertrap VI en VII). In het systeem van De Bakker en Schelling (1966) komt deze primaire groeiplaats globaal overeen met de bodemtypen: holtpodzol-, kamppodzol- en laarpodzolgronden en akkereerdgronden (p.p.).

Humusvormen

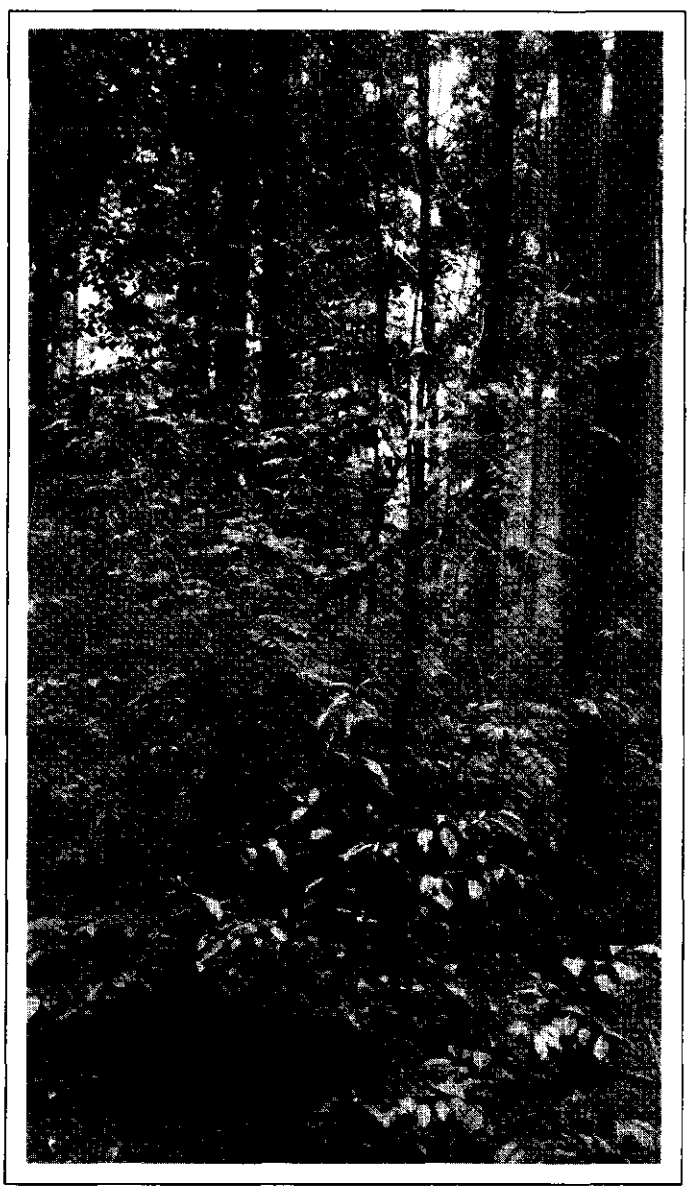
Het voorkomen van de verschillende humusvormen op deze groeiplaats is gekoppeld aan de verschillen in boomsoort en in ondergroei. In Pinus-bossen met een ondergroei van Bochtige smele komen voornamelijk Mormoder- en Dikke moder-profielen voor. In loofbossen en "donkere" naaldbossen vindt snellere omzetting plaats en worden de "rijkere" humusvormen aangetroffen. Onder eikenbossen met een ondergroei van Amerikaanse vogelkers komt bijvoorbeeld een Mullmoder-profiel voor. Zeer slechte omzetting vindt plaats in bossen van Grove den met een ondergroei van Adelaarsvaren, hetgeen resulteert in een Hemimor-profiel.

Vegetatie- en opstandstypen

Op deze groeiplaats komen zowel loof- als naaldbossen voor. Het betreft voornamelijk ongemengde opstanden. Pinus-bossen zijn het meest algemeen, maar ook opstanden van Eik, Beuk, Douglas, Fijnspar en Larix zijn aanwezig. Landgoedbossen met Linde en Gewone esdoorn worden hier niet aangetroffen. Ook in de ondergroei is een grote variatie. Alle onderscheiden vegetatietypen zijn aanwezig, met uitzondering van de ondergroei van Pijpestrootje (type 1), van "arme" Bochtige smele-matten (type 2) en van de aan landgoed-bossen gebonden Gemeenschap van Gewone esdoorn en Klimop (type 12). De "rijke Bochtige smele matten" (type 6) zijn verreweg het meest algemeen. Zij komen vooral voor onder Pinus en in mindere mate ook onder Larix. Daarnaast komt een ondergroei van Bochtige smele en Blauwe bosbes (type 4) veel voor. Dit vegetatietype is karakteristiek voor het stuwwallenlandschap en vrijwel beperkt tot deze groeiplaats. Wat betreft de ondergroei van de "donkere" naaldbossen valt op dat het "arme" mossen-type (type 5) vooral voorkomt onder Fijnspar, het "rijke" mossen-type (type 9) vooral onder Douglasspar.

Potentieel-Natuurlijke Vegetatie

Het P.N.V.-type van deze primaire groeiplaats is het Wintereiken-beukenbos (Fago-Quercetum petraeae Tuxen (1937) 1955, subass. typicum (zie ook Van der Werf, 1987 mscr.). Van de verschillende beukenbossen,



In dit Dennenbos, aan de voet van de stuwwal, vormen Amerikaanse vogelkers en Lijsterbes een dichte struiklaag (II.8.gd).

die actueel op deze groeiplaats voorkomen, vertonen de bossen met een ondergroei van Blauwe bosbes en Bochtige smele, of van Blauwe bosbes en Kussentjesmos (resp. type 4 en 7) de meeste overeenkomst met het PNV-type. Opvallend is echter dat in type 4 en 7 vrijwel alle ken- en differentiërende soorten van het Wintereiken-Beukenbos (zoals resp. Wintereik en Klimop) ontbreken. Ook het abundant voorkomen van Kussentjesmos wijst er op dat de associatie in zijn typische vorm nog niet goed ontwikkeld is.

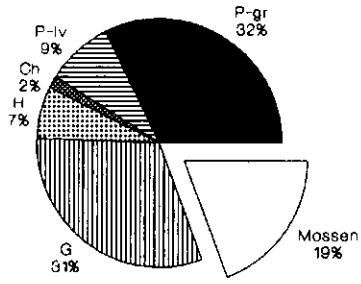
Bosplanten

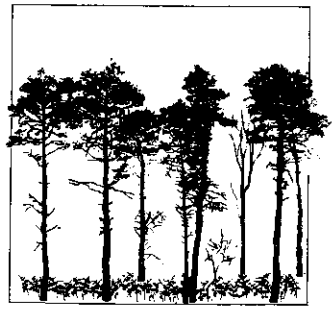
In een goed ontwikkeld Wintereiken-Beukenbos komt een groot aantal typische bosplanten voor. Het betreft hier zowel soorten die in deze associatie optimaal voorkomen (bijv. Wintereik en Gewone guldenroede), als soorten die optimaal voorkomen in bossen op rijkere standplaatsen (bijv. Klimop en Grote muur). Daarnaast zijn er nog de minder selectieve, doorgaans zeer algemene soorten, die ook in het armere Berken-Zomereikenbos groeien. Voor de actuele bossen, met inbegrip van de jongere systemen, geldt dat ze welliswaar rijk zijn aan bosplanten, maar dat het voornamelijk algemene en weinig selectieve soorten betreft, zoals Wilde lijsterbes en Blauwe bosbes.

Hoogopgaand, gemengd bos van Beuk en Zomereik met Esdoorn in de struiklaag; het ruderale karakter van de ondergroei, met onder andere Grote brandnetel, wijst op een verrijking van de groeiplaats (II.11.bu/ei).

Ecosysteemtypen

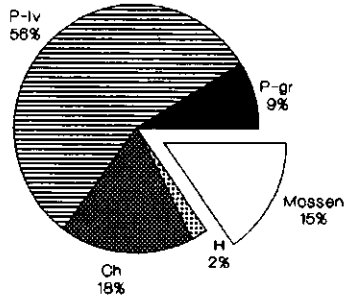
II.3.gd





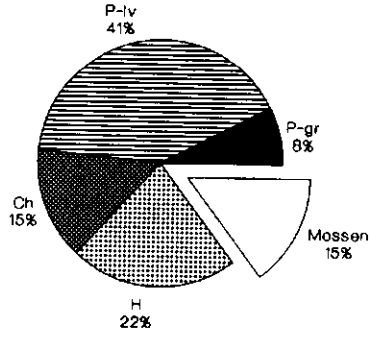
Bossen met dominantie van Grove den op plaatsen die al in de vorige eeuw bebost waren. Het betreft lichte, d.w.z. open bossen, waarbij de boomlaag circa 50% van het oppervlak bedekt. Het meest opvallende kenmerk van dit bostype is de dominantie van Adelaarsvaren in de kruidlaag. De overige kruiden komen slechts in zeer lage bedekkingen voor, mede als gevolg van het overheersende dek van Adelaarsvaren. In het levensvormenspectrum komt dit tot uitdrukking in het relatief grote aandeel Geofyten. De verjonging in dit bostype bestaat voornamelijk uit Zomereik. Daarnaast komt in de struiklaag regelmatig Sporkehout voor. Bossen met Adelaarsvaren worden in het algemeen gekenmerkt door een dikke en moeilijk afbreekbare strooisellaag, waarin de kieming van soorten wordt geremd. De humusvormen zijn dan ook Mormoder en Dikke moder. De groei van de Grove den is overwegend goed; wanneer echter de bewortelde diepte minder dan 1 meter bedraagt is de groei normaal.

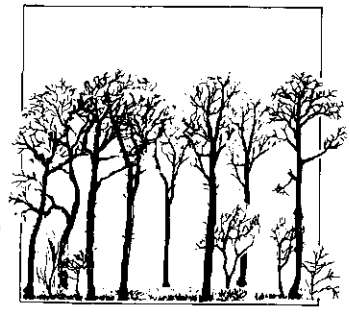
II.4.bu



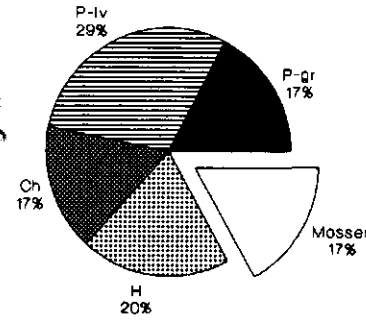
Beukenbossen die tussen 1850 en 1900 zijn aangelegd op meer dan 60 cm diep bewerkte gronden. De boomlaag is open (bedekking ca. 50%), terwijl de struiklaag goed is ontwikkeld. De kruidlaag, die gemiddeld 80% bedekt, wordt bepaald door een combinatie van Bochtige smele en Blauwe bosbes. In de struiklaag is het frequent optreden van Amerikaanse vogelkers opvallend, naast Zomereik en Beuk, die zich beide verjongen in dit bostype. De overheersende humusvorm is Orthimoder, terwijl ook Dikke moder voorkomt. De groei van de Beuk is normaal.

II.4.ei



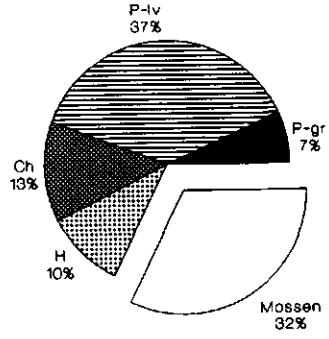


Eikenbossen die als gevolg van omvormingsbeheer zijn ontstaan uit eike-hakhoutbossen. Het komt voor op bewerkte bodemprofielen, die al voor de eeuwwisseling bebost waren. De boomlaag is min of meer gesloten, terwijl de struiklaag slechts 20% bedekt. Zowel Zomereik, Beuk alsook Ruwe berk verjongt zich hier. Ook Sporkehout komt frequent in de struiklaag voor. De kruidlaag bestaat uit een kombinatie van Blauwe bosbes en Bochtige smele, waarbij de laatstgenoemde soort abundant tot dominant is. In overeenstemming hiermee bepalen, naast de Fanerofyten (bomen en struiken), de dwergstruiken (Chamaefyten) en de bovengronds-afstervende kruiden (Hemicryptofyten) het levensvormenspectrum. De omzetting van het strooisel vindt voornamelijk plaats door dierlijke aktiviteit, in een vrij langzaam tempo, zodat hier de meest voorkomende humusvormen Orthimoder en Dikke moder zijn. De groei van de Zomereik is normaal.



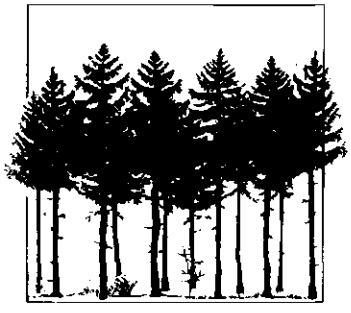
II.4.gd

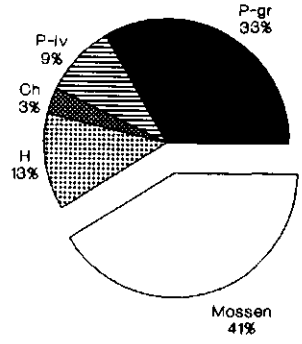
Oude opstanden van Grove den (huidige generatie dateert uit de periode voor 1925) aangelegd op onbewerkte gronden. Het betreft standplaatsen, waar voor de beplanting met Pinus een hakhoutbeheer werd gevoerd. Boomlaag en kruidlaag bedekken beide ca. 70%. De struiklaag, die vooral bepaald wordt door verjonging van Zomereik, Ruwe berk en Beuk (vergelijk ook II.4.ei) bedekt slechts 20%. De ondergroei op deze ongestoorde profielen wordt gevormd door Bochtige smele en Blauwe bosbes, beide met hoge bedekkingen (samen 70%). Ook Bronsmos kan onder Grove den tot een hoge bedekking komen. De humusvorm varieert sterk in deze bossen; De afbraak van het strooisel vindt hoofdzakelijk plaats door schimmels, hetgeen leidt tot (Hemimor en Mormoder); pleksgewijs is de dierlijke aktiviteit wat hoger, waardoor een Dunne moder kan ontstaan. De groei van de Grove den is hier overwegend goed.



II.4.la

Open Larix-bossen op onbewerkte gronden. De bosaanleg dateert van na 1925. De boomlaag is open (de bedekking van de boomlaag bedraagt slechts 40%) en de ondergroei, die bestaat uit de kombinatie Blauwe bosbes met Bochtige smele, is goed ontwikkeld en bedekt ca. 80%. Ook hier treedt verjonging op van voornamelijk Zomereik, Berk en Beuk. In het levensvormenspectrum komen, naast hoge, houtige planten (Fanerofyten), uitsluitend Chamaefyten en Hemicryptofyten voor. De afbraak van de Larix-naalden is, in combinatie met het domineren van Bochtige smele in de kruidlaag, zeer slecht en geschiedt vrijwel geheel door schimmels. Hierdoor ontstaan enorme ophopingen van organisch materiaal. De hiermee corresponderende humusvorm is Mor. De groei van de Larix is normaal.

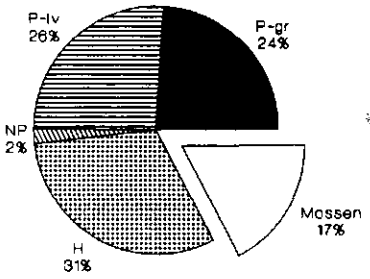




II.5.fs

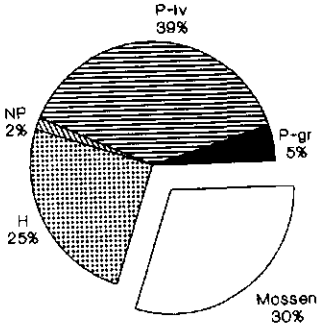
Donkere bossen met dominantie van Fijnspar, die zijn aangelegd op voormalige bouwlanden. De eerste bosaanleg dateert van voor 1850. De boomlaag is meer dan 20 meter hoog en bedekt gemiddeld ongeveer 90%, met als gevolg dat de andere vegetatielagen nauwelijks zijn ontwikkeld, de moslaag uitgezonderd. In de struiklaag komt een enkele Berk of Wilde lijsterbes tot ontwikkeling en in de kruidlaag wordt hier en daar Bochtige smele en Smalle stekelvaren aangetroffen. In de moslaag komen Klauwtjesmos en Boskronkelsteeltje frequent voor. De strooisellagen zijn dun, zodat de humusvormen tot het type Mullmoder of Mull behoren. Toch is hier sprake van een langzame omzetting van de Fijnspar-naalden. De groei van de Fijnspar is overwegend normaal.

II.6.gd



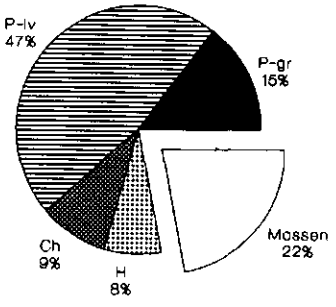
Het meest voorkomende bos-ecosysteemtype op deze primaire groeiplaats betreft Grove den-opstanden met ondergroei van Bochtige smele en Brede stekelvaren. Deze bossen zijn aangelegd tussen 1850 en 1900 op gronden met een dun cultuurdek. Dwergstruiken (Chamaefyten) ontbreken, terwijl Hemicryptofyten (overblijvende kruiden) de belangrijkste levensvorm uitmaken in de geheel gesloten kruidlaag. De struiklaag in deze open Pinusbossen komt tot een bedekking van 15% en bevat soorten als Ruwe berk, Wilde lijsterbes, Amerikaanse vogelkers en Gewone vlier. Ook Zomereik en Beuk verjongen zich hier. De humusvorm varieert van Dikke moder naar Mor en Hemimor; er is dus sprake van een langzame omzetting van het strooisel, hoofdzakelijk door schimmels. De groei van Grove den is overwegend goed. Na verloop van tijd kan de bedekking van de Amerikaanse vogelkers zodanig toenemen dat het bostype overgaat in type II.8.gd.

II.6.la

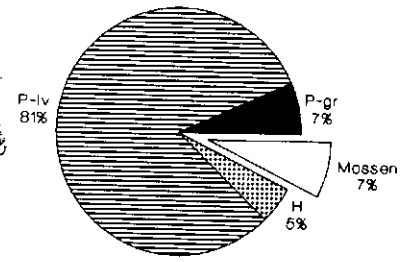


Larix-opstanden, tussen 1850 en 1900 aangelegd op heide. In tegenstelling tot type II.4.la, is de grond hier meer dan 60 cm. diep bewerkt. De boomlaag bereikt een hoogte van ruim 20 meter en bedekt ca. 70%. Struiken komen nauwelijks voor, enige verjonging van Larix uitgezonderd. De ondergroei in deze bossen wordt gekenmerkt door gesloten matten van Bochtige smele en Brede stekelvaren en een moslaag die meer dan 50% bedekt (o.a. Bronsmos, Klauwtjesmos en Gewoon gaffeltandmos). De humusvorm varieert: plaatselijk is sprake van een Mor, elders van een Mormoder of een Dikke moder. Evenals in II.4.6 veroorzaakt ook hier de combinatie van Larix-strooisel met dominantie van Bochtige smele een slechte omzetting van het organisch materiaal. De groei van de Larix is overwegend normaal.

II.7.bu/gd

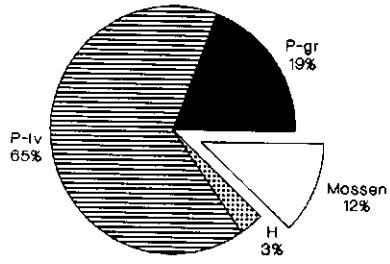


Bossen op landgoederen met dominantie van Beuk, soms gemengd met Grove den. Het betreft oude bossen, aangelegd voor 1900, met in de ondergroei onder andere Kussentjesmos en Blauwe bosbes. De Beuk verjongt zich goed in de gemengde opstanden, terwijl de verjonging nagenoeg afwezig is in monocultures van Beuk. In het laatste geval worden wel kiemplanten gevonden, doch deze sterven in de loop van het jaar weer af, als gevolg van verdroging door wortelconcurrentie. De strooisellaag is dikker dan 7,5 cm en de meest voorkomende humusvormen zijn: Mormoder en Dikke moder. In het levensvormenspectrum is het voorkomen van relatief veel dwergstruiken (Chamaefyten) opvallend. De groei van Grove den is goed, de Beuk groeit normaal tot goed en de gemeten gemiddelde hoogte in het veld bedraagt 25 meter.



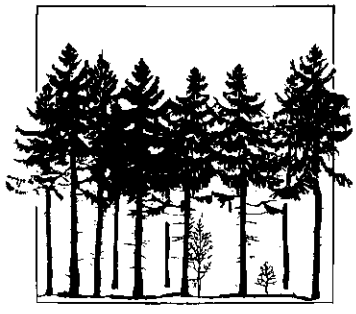
II.8.ei

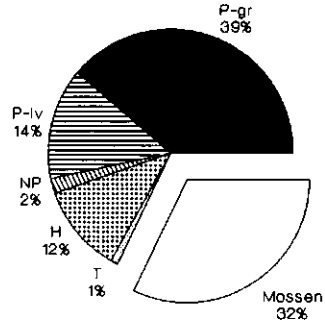
Dit bostype wordt aangetroffen op gronden die meer dan 60 cm diep bewerkt zijn. Het betreft opstanden van Zomereik op plaatsen die al in 1850 onder bos lagen en die vroeger als hakhout werden beheerd. De huidige generatie bomen is aangelegd in de periode voor 1925. De struiklaag is goed ontwikkeld en bestaat voornamelijk uit Amerikaanse vogelkers. Opvallend zijn de lage bedekking en de soortenarmoede van de kruidlaag en de moslaag. Constante soorten zijn: Bochtige smele, Gewoon gaffeltandmos en Klauwtjesmos. In het levensvormenspectrum komen naast Phanerofyten (bomen en struiken) veel Hemicryptofyten voor bovengronds afstervende, overblijvende kruiden). De meest voorkomende humusvormen zijn Mullmoder en Dunne moder. De groei van de Zomereik is normaal. Bij regelmatige bestrijding van Amerikaanse vogelkers kan dit type na verloop van tijd overgaan in type II.4.ei.



II.8.gd

Grove dennen-opstanden met Amerikaanse vogelkers in de struiklaag, aangelegd op voormalige akkers. Ook hier betreft het groeiplaatsen die al in 1850 als hakhoutbos in gebruik waren en later, nog voor de eeuwwisseling, met Grove den werden ingeplant (vergelijk o.a. II.8.ei). Behalve Amerikaanse vogelkers komen weinig struiken voor en ook de bedekking van de kruidlaag en moslaag is zeer laag. Alleen enkele triviale soorten als Bochtige smele en Klauwtjesmos komen regelmatig voor. De vrij trage omzetting van het strooisel geschiedt zowel door schimmels, alsook door dierlijke aktiviteit; de humusvorm is Mormoder. De groei van de Grove den is over het algemeen goed. Waarschijnlijk heeft het onderhavige bos-ecosysteemtype zich ontwikkeld uit het Pinus-bos met Bochtige smele en Brede stekelvaren in de ondergroei (II.6.gd).

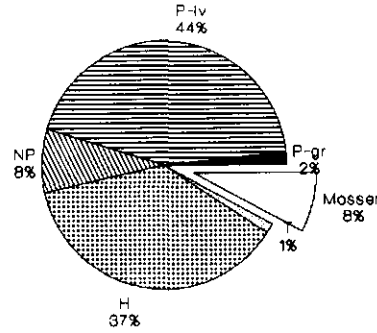


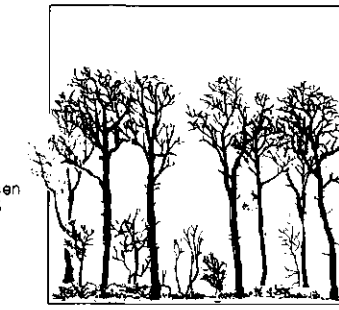


II.9.dg

Douglas-bossen die zijn aangeplant op voormalige eikehakhout-percelen. De huidige opstand dateert van na 1920; de aanleg van het voorgaande hakhout echter vond plaats voor 1900. De dichte boomlaag bepaalt mede de lage bedekkingen van struik- en kruidlaag. Desondanks zijn bijna alle onderscheiden levensvormen in het spectrum vertegenwoordigd. De moslaag is goed ontwikkeld (bedekking van ongeveer 40%) en bevat soorten als Gewoon sterremos, Geklauwd platmos, Pluisjesmos en Rimpelmos. De humusvormen variëren van Mormoder tot Mullmoder. De verjonging is schaars en bestaat uit Wilde lijsterbes en Zomereik. Ook Douglas verjongt zich hier en de groei van deze soort is overwegend normaal.

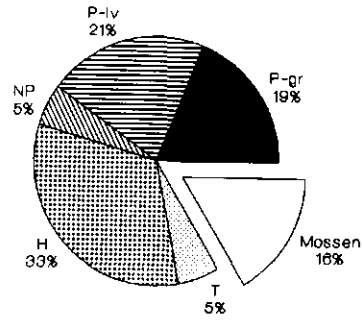
II.10.ei





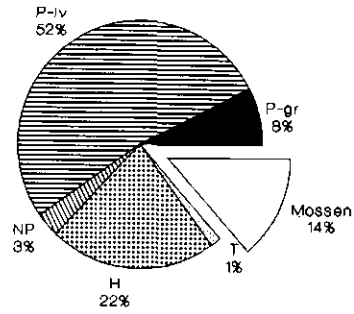
Eiken-opstanden die zijn aangeplant op landgoederen, op plaatsen die aan het begin van deze eeuw nog als bouwland in gebruik waren. De boomlaag heeft thans een hoogte van 18 meter en bedekt ca. 70%. De Zomereik verjongt zich hier in kleine aantallen. In de struiklaag komt naast Zomereik ook Beuk, Wilde lijsterbes, Drents krenteboompje en Sporkehout regelmatig voor. Het voormalig gebruik als bouwland komt tot uitdrukking in de kruidlaag, die wordt gekenmerkt door hoge bedekkingen van grassoorten, met name Gladde witbol. Het levensvormenspectrum bevat dan ook een hoog aandeel overblijvende kruiden (Hemicryptofyten) naast Nanophanerofyten (o.a. Braam en Wilde kamperfoelie) en Therofyten (eenjarige planten). De moslaag is slecht ontwikkeld, als gevolg van de hoge bedekking van Gladde witbol. De humusvorm is Mullmoder of Dunne moder, hetgeen wijst op een vrij snelle omzetting van het strooisel door dierlijke aktiviteiten. Dit laatste is eveneens een gevolg van het voormalig gebruik als bouwland. De groei van de Zomereik is hier overwegend goed. Na verloop van tijd ontstaat een meer gevarieerd bos en gaat dit type over in het type II.11.ei/bu.

II.10.gd



Grove dennenbossen die tussen 1850 en 1900 zijn aangelegd op bouwlanden. De struiklaag is goed ontwikkeld en gevarieerd met o.a. Beuk, Zomereik, Drents krenteboompje en Wilde lijsterbes. Evenals in het voorgaande bostype wordt ook hier de kruidlaag bepaald door dominantie van Gladde witbol, hetgeen zich in het levensvormenspectrum uit in het grote aandeel overblijvende kruiden (Hemicryptofyten). Ook annuellen (Therofyten) spelen een rol. Evenals in II.10.ei werkt de invloed van het voormalig gebruik als bouwland door op de snelheid waarmee het strooisel wordt omgezet: de humusvorm is Dunne moder. De groei van de Grove den is hier overwegend goed.

II.11.ei/bu



Opgaande loofbossen van Beuk, meestal gemengd met Zomereik en Gewone esdoorn, aangeplant voor 1850 op bouwlanden en voorkomend op landgoederen. In de vorige eeuw werd het bos als hakhout beheerd. Boom- en struiklaag zijn goed ontwikkeld en gevarieerd, terwijl de kruidlaag een vrij lage bedekking heeft. In de struiklaag heeft Drents krenteboompje zijn optimum, maar ook de verjonging van Beuk, Zomereik en Gewone esdoorn komen hier frequent voor. In het levensvormenspectrum komen alle vormen voor. Bij dominantie van Beuk kunnen ook Geofyten (planten met bollen, knollen en wortelstokken) zoals Sterhyacint en Lelietje-der-dalen voor komen. Door dierlijke aktiviteit vindt menging plaats van het organisch materiaal met de minerale bovengrond, hetgeen leidt tot de humusvorm Mull met overgangen naar Mullmoder. Hier en daar vindt omzetting overwegend plaats door schimmels, hetgeen resulteert in een Mormoder. De groei van de Beuk en de Zomereik is normaal tot goed.

Toelichting bij het syndynamisch model van groeiplaats II

Op deze groeiplaats, de rijke gronden binnen het stuwwalcomplex en de arme oude bouwlanden, komen 15 bos-ecosysteemtypen voor. Uit figuur 2 kan worden afgelezen dat deze zijn ontstaan door aanplant op heide of akkerland. In enkele gevallen was in 1800 al bos aanwezig.

De jongste systemen op deze groeiplaats, die nog in deze eeuw zijn aangelegd, zijn de larixbossen op heideontginningen en de eikenbossen op oud bouwland. Van beide bostypen is momenteel de eerste generatie nog aanwezig. De ondergroei van de larixbossen wordt gedomineerd door Bochtige smele, al dan niet in combinatie met Blauwe bosbes (II.6.la, resp. II.4.la). Het "rijke" Bochtige smele type met stekelvarens (II.6.la) ontstaat als gevolg van bemesting bij de bosaanleg. De eikenbossen zijn destijds aangelegd als hakhout, maar inmiddels omgevormd tot opgaand spaartelgenbos, waarin de ondergroei wordt gedomineerd door Gladde witbol (II.10.ei).

De meeste bossen op deze groeiplaats zijn aangelegd in de periode 1850 - 1900. Grove den is verreweg de meest algemene boomsoort. Ook beukenbossen komen voor; larix- en Douglasbossen zijn van weinig belang. Het betreft steeds tweede-generatie-bossen. De bossen van Grove den met een ondergroei van Bochtige smele en stekelvarens (II.6.gd) bedekken de grootste oppervlakte.

Dennenbossen met een ondergroei van Gladde witbol (II.10.gd) zijn ontstaan door omvorming uit voormalige eike-hakhoutbossen op oude bouwlanden.

Op de oudste bosbodems van deze groeiplaats, waarbij de eerste generatie bos voor 1850 werd aangelegd, heeft de vegetatie een geheel ander karakter. Het zijn overwegend loofbossen van Beuk en Eik en "donkere" naaldbossen (Douglasspar of Fijnspar), vooral van de tweede en derde generatie, al komen ook enkele oude eiken- en beukenopstanden voor van de eerste generatie. Grove den komt als dominante boomsoort in deze oude bossen nauwelijks voor en Larix ontbreekt geheel. Naar oppervlakte gemeten zijn de eikenbossen met een ondergroei van Bochtige smele en Blauwe bosbes het meest algemeen (II.4.ei). Deze ondergroei is beperkt tot oude heide-ontginningen en komt niet voor op oude bouwlanden. Opvallend is het plaatselijk optreden van dominantie van Amerikaanse vogelkers in de ondergroei, zowel onder Grove den-, als in eikenbossen (II.8.gd, resp. II.8.ei), hetgeen het gevolg lijkt van vermesting vanuit naburige landbouwgronden.

Uit figuur 2 kan verder worden afgelezen dat de eiken- en beukenbossen op groeiplaats II, voorzover niet dichtgegroeid met bospest (Amerikaanse vogelkers), zich zullen ontwikkelen in de richting van de PNV: het Droge Wintereiken-Beukenbos. In bossen waar de bospest wel kon indringen, zowel in de struiklaag als in de boomlaag, zal de verdere ontwikkeling stagneren. Ook de ontwikkeling van bossen met een ondergroei die gedomineerd wordt door Adelaarsvaren (II.3.gd) zal sterk vertraagd worden. De spontane ontwikkeling van de "donkere" naaldbossen is onzeker.

Eikenbos op gestuwd, lemig zand met hier en daar spontane opslag van Beuk; de ondergroei bestaat uit een combinatie van Blauwe bosbes en Bochtige smele (II.4.ei).

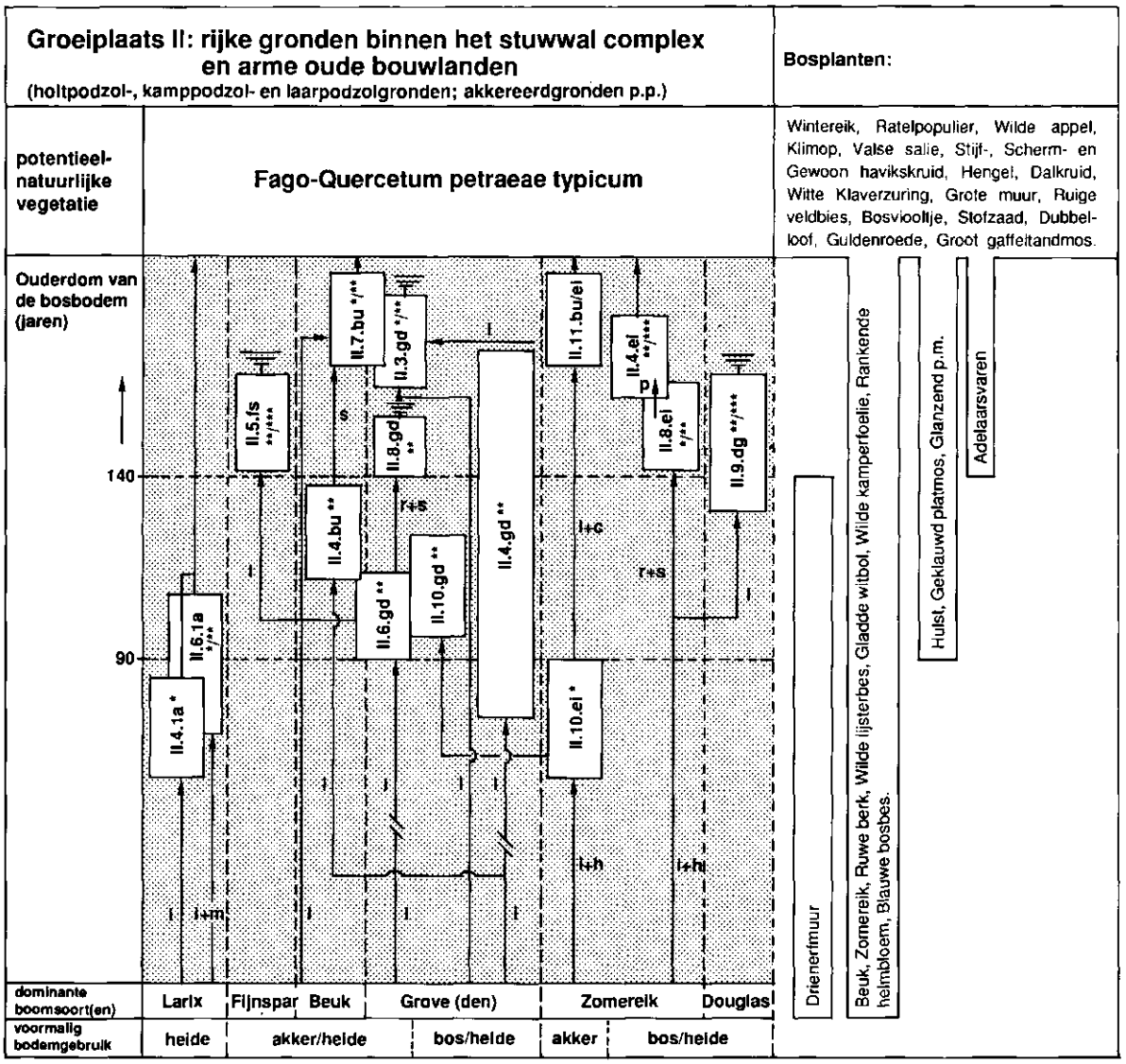


Fig. 2
Ontwikkeling van de bos-ecosysteemtypen op groeiplaats II.

PRIMAIRE GROEIPLAATS III

ARME GRONDEN BINNEN HET STUWWALCOMPLEX EN RIJKE STUIFZANDGRONDEN

Bodem en grondwater

Leemarme, gestuwde, fluvioglaciale of fluvio-periglaciale afzettingen en eolische afzettingen die dunner zijn dan 120 cm op gestuwd materiaal, alsmede stuifzandafzettingen op een podzolprofiel in dekzand beginnend tussen de 40 en 120 cm beneden het maaiveld. De stuifzanden op profiel vormen de hogere delen van de stuifzandafzettingen. De overige gronden liggen verspreid binnen het stuwwalcomplex. Grondwater speelt ook binnen deze primaire groeiplaats nauwelijks een rol (grondwatertrap VII). In het systeem van De Bakker en Schelling (1966) komt deze primaire groeiplaats overeen met de bodemtypen: haarpodzol- en duinvaaggronden (alle p.p.).

Humusvormen

De belangrijkste humustypen zijn Mormoder en Dikke moder, met name in de Pinusbossen, die grote delen van deze groeiplaats bedekken. In loofhout-, Douglas- en

Een open bos van Grove den op de helling van een stuwwal; opvallend is de massale verjonging van Beuk; een mozaïek van Blauwe bosbes en Bochtige smele bedekt de bosbodem (III.4.gd).

Fijnsparbossen komen rijkere humusvormen (met name Mullmoder) voor. Een uitgesproken Mor-profiel, de armste humusvorm, waarin nagenoeg geen omzetting heeft plaatsgevonden, wordt aangetroffen onder Larix-bos met een ondergroei van Bochtige smele.

Vegetatie- en opstandstypen

Op deze groeiplaats komt een grote variatie aan vegetatie- en opstandstypen voor. In totaal werden 16 ecosysteemtypen onderscheiden. Daarmee is op deze groeiplaats de variatie in bostypen het grootst. Alle onderscheiden opstandstypen komen voor, met uitzondering van de op landgoederen voorkomende combinatie van Esdoorn en Linde. Wat betreft de ondergroei ontbreken slechts het allerarmste en het allerrijkste type: respectievelijk de Gemeenschap van Pijpestrootje (type 1) en de Gemeenschap van Gewone esdoorn en Klimop (type 12). Zeer algemeen zijn Pinus-opstanden met een ondergroei van Bochtige smele. In tegenstelling tot de hiervoor beschreven groeiplaats (de rijkere gronden binnen het stuwwalcomplex), behoort een deel van deze "smele-tapijten" tot de voor voedselarme omstandigheden indicatieve Gemeenschap van Bochtige smele en Struikheide (type 2).

Potentieel-Natuurlijke Vegetatie

De P.N.V. van deze primaire groeiplaats is het Droog Wintereiken-Beukenbos (Fago-Quercetum petraeae Tuxen (1937) 1955 (zie ook Van der Werf, 1987 mscr.). In tegenstelling tot de twee hierboven beschreven groeiplaatsen, betreft het hier de meest arme vleugel van de associatie, overeenkomend met de door Van der Werf beschreven subassociatie "leucobryetosum". Van de actueel op deze groeiplaats voorkomende vegetatietypen vertoont de Gemeenschap van Blauwe bosbes en Kussentjesmos de grootste gelijkenis met het PNV-type, met name waar deze ondergroei voorkomt onder Beuk (III.7.bu/gd). Opvallend is echter het volledig ontbreken van ken- en differentiërende soorten van het Wintereiken-Beukenbos, zoals respectievelijk Wintereik en Witte klaverzuring.

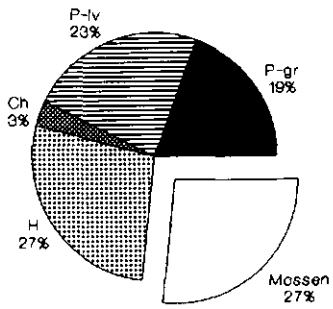
Bosplanten

In het merendeel van de bossen op deze groeiplaats, d.w.z. in de bossen die jonger zijn dan 140 jaar, blijkt nog maar een zeer beperkte hoeveelheid typische bosplanten voor te komen: Beuk, Zomereik, Ruwe berk, Wilde lijsterbes, Blauwe bosbes, Wilde lijsterbes en Adelaarsvaren. Deze laatste soort komt op deze groeiplaats al in bossen voor die tussen de 90 en 140 jaar oud zijn. In de bossen die ouder zijn dan 140 jaar komen meer soorten typische bosplanten voor. Deze oudere bossen van groeiplaats III zijn hiermee niet veel armer dan de overeenkomstige bossen op de rijkere delen van het stuwwallenlandschap (groeiplaats II). Het is echter te verwachten dat bij verdere ontwikkeling in de richting van de PNV, de verschillen met groeiplaats II weer zullen toenemen. Voor de meer selectieve soorten van het Wintereiken-Beukenbos (zoals de Gewone guldenroede, een soort van lemige gronden) en voor tal van binnen het Wintereiken-Beukenbos voorkomende Querco-Fagetea soorten (zoals Klimop) zal deze groeiplaats namelijk altijd te schraal blijven.

Gesloten grasmat van Bochtige smele met pollen Brede en Smalle stekelvaren onder Grove den: een veel voorkomend beeld op de Utrechtse Heuvelrug (III.6.gd).

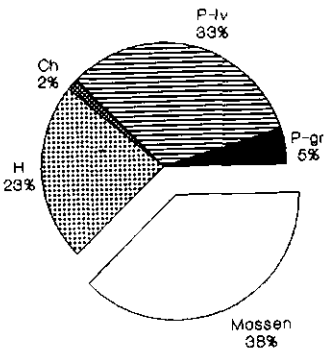
Ecosysteemtypen

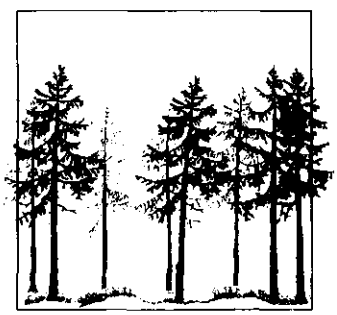
III.2.gd/be



Grove dennenbossen in meer of mindere mate gemengd met Berk, die na 1850 zijn aangelegd op stuifzand. De boomlaag is tot 20 meter hoog en heeft een vrij lage bedekking (ca. 35%). De struiklaag, die bestaat uit Berk en Zomereik, is goed ontwikkeld (bedekking tot 25%). In het spectrum overtreft de natuurlijke verjonging, die bestaat uit deze loofbomen, het aandeel van de Pinus. In de kruidlaag, die ongeveer 50% bedekt, is Bochtige smele dominant. Verder komen in de kruidlaag dwergstruiken (Chamaefyten voor), die indicatief zijn voor voedselarme omstandigheden. Het betreft vooral Struikheide en in mindere mate Blauwe bosbes en Dopheide. De humusvorm is Dikke moder, maar bij een groter aandeel van Berk in de boomlaag komen in de strooisellaag meer schimmels voor en overweegt de Mormodervorm. De groei van de Grove den is goed tot normaal.

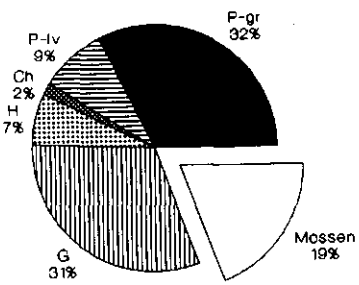
III.2.la



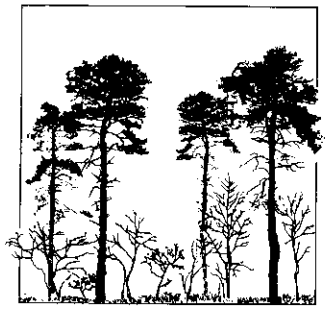


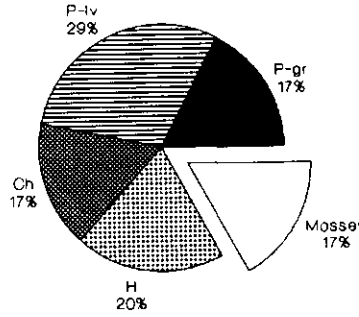
Larix-bossen die zijn aangelegd op stuifzand in de periode tussen 1850 en 1900. Zowel de boomlaag als de kruidlaag hebben een bedekking van ca. 60%. De struiklaag is nagenoeg afwezig. In de kruidlaag is Bochtige smele dominant, daarnaast komt Struikheide frequent voor. De moslaag komt in dit type tot hoge bedekking (60%), hetgeen trouwens geldt voor alle typen Larixbos op de Utrechtse Heuvelrug. De combinatie van Larix-naalden in het strooisel en dominantie van Bochtige smele in de kruidlaag leidt tot Morachtige humusprofielen. Plaatselijk komt Mormoder voor. De groei van de Larix is normaal.

III.3.gd



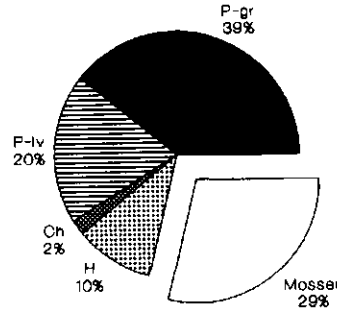
Bossen met dominantie van Grove den op gronden die al in de vorige eeuw bebost waren. Het betreft lichte, d.w.z. open bossen, waarbij de boomlaag circs 50% van het oppervlak bedekt. Het meest opvallende kenmerk van dit bostype is de dominantie van Adelaarsvaren in de kruidlaag. De overige kruiden komen slechts in zeer lage bedekkingen voor, mede als gevolg van het overheersende dek van Adelaarsvaren. In het levensvormenspectrum komt dit tot uitdrukking in het relatief grote aandeel Geofyten. De verjonging in dit bostype bestaat voornamelijk uit Zomereik. Daarnaast komt in de struiklaag regelmatig Wilde lijsterbes en Drents krenteboompje voor. Bossen met Adelaarsvaren worden in het algemeen gekenmerkt door een strooisellaag, waarin de kieming van andere soorten wordt geremd. De humusvormen zijn: Mormoder en Dikke moder, op plaatsen met hoge bedekking van Adelaarsvaren; op plekken waar de bedekking van Adelaarsvaren veel minder is kan ook Mullmoder voorkomen. De groei van de Grove den is overwegend goed.





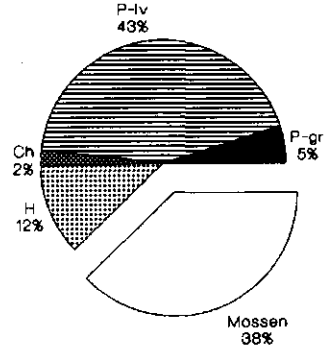
III.4.gd

Oude opstanden van Grove den die zijn aangelegd in de periode tussen 1850 en 1900 op onbewerkte gronden. Zowel de boomlaag als de struiklaag bedekken 40 tot 50%. De struiklaag wordt vooral bepaald door verjonging van Zomereik en Ruwe berk en door Wilde lijsterbes en Sporkehout. De ondergroei op deze ongestoorde profielen wordt gevormd door Bochtige smele en Blauwe bosbes, beide met hoge bedekkingen (samen ca. 90%). Ook Bronsmos kan onder Grove den tot een hoge bedekking komen. In het levensvormenspectrum komen relatief veel dwergstruiken (Chamaefyten) voor. Karakteristiek voor deze bossen is het sterk variërende humusvorm als gevolg van de mozaïek-achtige structuur van struik- en kruidlaag. De voorkomende humusvormen zijn: Mor, Hemimor, Mormoder Dikke en Dunne moder. De groei van de Grove den is hier overwegend goed.



III.5.gd

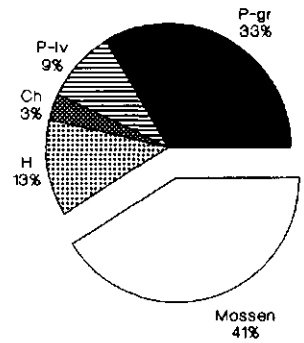
Grove dennenbossen die zijn aangelegd in de periode tussen 1850 en 1900 op heidevelden. De boomlaag heeft een hoge bedekking, terwijl de kruid- en struiklaag beide fragmentair zijn. In de kruidlaag worden frequent Smalle stekelvaren en Bochtige smele aangetroffen, terwijl in de struiklaag Wilde lijsterbes, Zomereik en Berk veel voorkomen. De moslaag heeft een hoge bedekking en wordt gekenmerkt door mossoorten die indicatief zijn voor een relatief voedselarm milieu. Overheersende humusvormen zijn Mormoder en Orthimoder. De groei van de Grove den is overwegend goed.

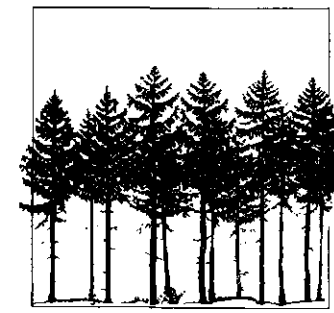


III.5.la

Larix-bossen op voormalige heidevelden en stuifzand. De bosaanleg dateert uit de periode tussen 1850 en 1900. De boomlaag bedekt ruim 70% en is meer dan 20 meter hoog. Zowel de kruid- als struiklaag hebben een lage bedekking. In de struiklaag komen Wilde lijsterbes en verjonging van Larix en Berk regelmatig voor. De moslaag is zeer goed ontwikkeld (bedekking meer dan 50%) en wordt gevormd door soorten die indicatief zijn voor een relatief voedselarm milieu (o.a. Bos-kronkelsteeltje, Breekblaadje, Fraai haarmos en Kussentjesmos). Vergeleken met de andere bos-ecosysteemtypen van groep III.5 is de bedekking van de moslaag in de Larix-bossen het hoogst (zie ook levensvormenspectrum). Het strooisel van Larix-naalden wordt langzaam afgebroken, maar anders dan in Larix-bossen met veel Bochtige smele in de ondergroei (vergelijk III.2.la) vindt hier de omzetting voornamelijk plaats door dierlijke activiteit; de humusvorm is Dikke moder. De groei van de Larix is overwegend normaal.

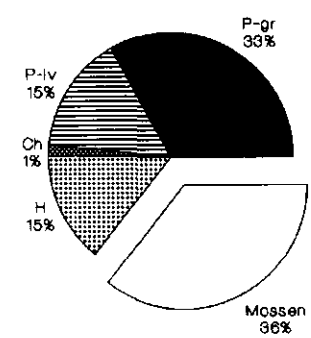
III.5.fs

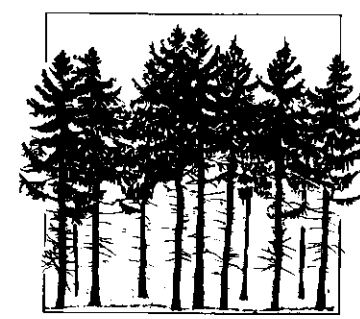




Donkere Fijnspar-bossen, die zijn aangelegd op heide en stuifzand. De bosaanleg vond plaats tussen 1850 en 1900. De boomlaag is meer dan 20 meter hoog en bedekt gemiddeld ongeveer 90%, met als gevolg dat de andere vegetatie-lagen nauwelijks zijn ontwikkeld, de moslaag uitgezonderd. In de struiklaag komt Berk en Wilde lijsterbes voor en in de kruidlaag worden onder andere Bochtige smele en Smalle stekelvaren aangetroffen. Het aantal levensvormen is beperkt, in de kruidlaag gaat het voornamelijk om aan het oppervlak overwinterende planten (Hemicryptofyten). De meest voorkomende humusvormen zijn Mullmoder en Orthimoder. Ook hier is de dikte van de strooisellaag het belangrijkste criterium op grond waarvan sprake is van Mullmoder (zie ook II.5.fs). De omzettingssnelheid is evenwel vrij laag. De groei van de Fijnspar is overwegend normaal.

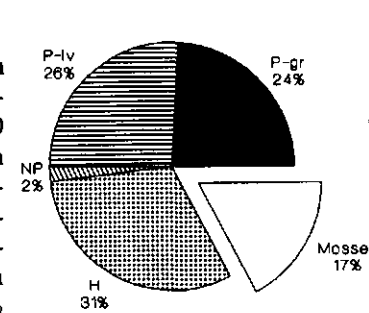
III.5.dg

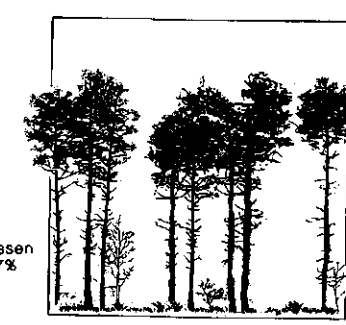




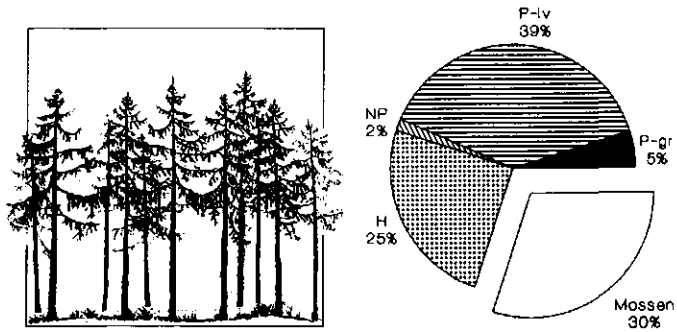
Donkere Douglas-bossen, aangelegd tussen 1850 en 1900 op heidevelden. Als gevolg van de hoge dichte boomlaag zijn struik- en kruidlaag nauwelijks aanwezig. De moslaag is enigszins ontwikkeld, met soorten als Boskronkelsteeltje, Breekblaadje en Kussentjesmos, die alle gebonden zijn aan relatief voedselarme omstandigheden (vergelijk ook III.9.dg). Het levensvormenspectrum is zeer eenvoudig, met in de kruidlaag vrijwel alleen aan het oppervlak overwinterende planten (Hemicryptofyten). Er vindt een vrij snelle omzetting van het strooisel plaats, hetgeen leidt tot de humusvorm Mullmoder. De groei van de Douglas is overwegend normaal.

III.6.gd



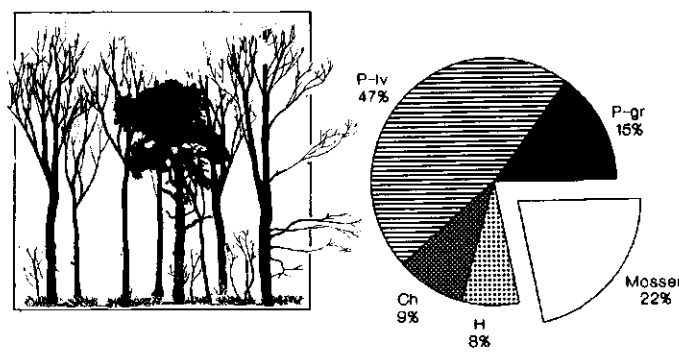


Grove dennen-opstanden met dominantie van Bochtige smele en Brede stekelvaren in de ondergroei. De bossen zijn aangelegd tussen 1850 en 1900 op heidevelden. De huidige opstanden dateren van na 1925. Dwergstruiken (Chamaefyten) ontbreken, terwijl Hemicryptofyten de belangrijkste levensvorm uitmaken in de geheel gesloten kruidlaag. De struiklaag in deze open Pinus-bossen komt tot een bedekking van 10% en bevat soorten als Zachte berk, Wilde lijsterbes en Sporkehout. Ook Zomereik en Beuk verjongen zich hier. De strooisellaag is meer dan 7,5 cm dik en de humusvorm varieert, afhankelijk van de bedekking van Bochtige smele van Mor en Hemimor bij hoge bedekking van Smele tot Moder en Dikke moder bij lage bedekking. De groei van Grove den is overwegend goed.



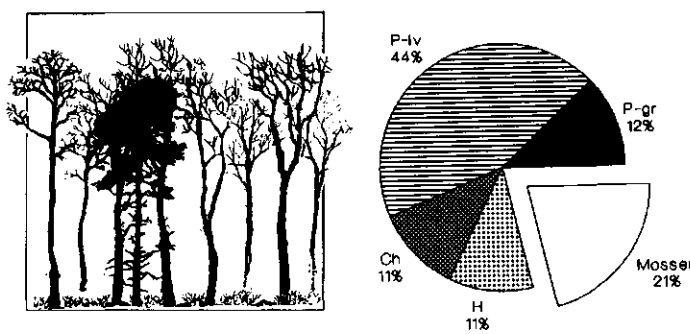
III.6.la

Larix-opstanden die tussen 1850 en 1900 zijn aangelegd op stuifzand en heide. De boomlaag bereikt een hoogte van meer dan 20 meter en bedekt ca. 70%. De struiklaag is weinig ontwikkeld, enige verjonging van Larix en Berk uitgezonderd. De ondergroei in deze bossen wordt gekenmerkt door min of meer gesloten matten van Bochtige smele en Brede stekelvaren en een moslaag die meer dan 50% bedekt (o.a. Bronsmos, Klauwtjesmos en Gewoon gaffeltandmos). De humusvorm varieert: plaatselijk, bij hoge bedekking van Smele, is sprake van een Mor of Mormoder, waar in de kruidlaag Brede stekelvaren met mossen overheersen komt een Dikke moder tot ontwikkeling. De groei van de Larix is overwegend normaal.



III.7.bu/gd

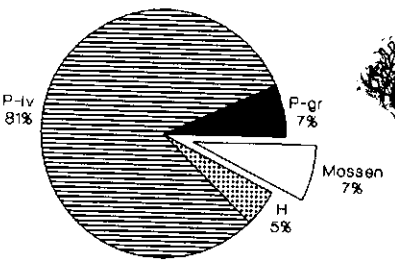
Beukenbossen die zijn aangelegd op landgoederen, met dominantie van Beuk in de boomlaag, vaak gemengd met Grove den. Het betreft oude bebossingen van voor 1900. In de ondergroei komt onder andere Kussentjesmos en Blauwe bosbes voor. Een struiklaag is nauwelijks aanwezig. De Beuk verjongt zich goed in de gemengde opstanden, terwijl de verjonging nagenoeg afwezig is wanneer in de boomlaag uitsluitend Beuk voorkomt. In het laatste geval worden wel kiemplanten gevonden, doch deze sterven in de loop van het jaar weer af, als gevolg van verdroging door wortelconcurrentie. De strooisellaag is dik. De voorkomende humusvormen zijn Mormoder en Dikke moder. In het levensvormenspectrum is het voorkomen van relatief veel dwergstruiken (Chamaefyten) opvallend. De groei van Grove den is overwegend goed, de Beuk groeit normaal en bereikt hier een gemiddelde hoogte van meer dan 25 meter. De huidige generatie dateert van voor 1900.

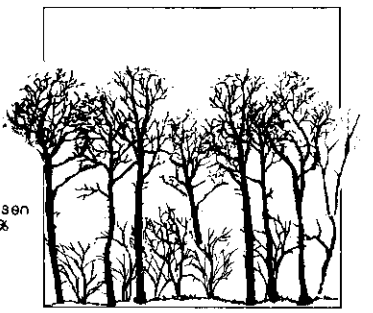


III.7.ei

Eikenbossen, soms met enige bijmenging van Grove den. Het betreft opstanden op oude bosbodems, de aanleg dateert van voor 1800. Tot in het begin van deze eeuw werd in deze bossen een hakhoutbeheer gevoerd. De ondergroei wordt gekenmerkt door het veelvuldig voorkomen van Blauwe bosbes en Kussentjesmos. De strooisellaag in deze bossen is meer dan 7,5 cm dik. Het meest voorkomende humusvorm is Mormoder of Hemimor, wanneer sprake is van bijmenging met Grove den. De groei van de Zomereik is overwegend normaal.

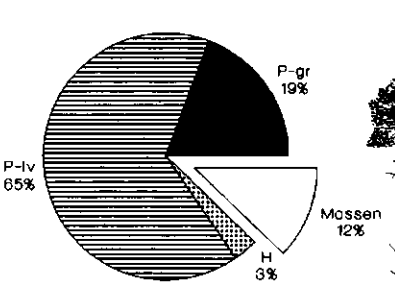
III.8.ei

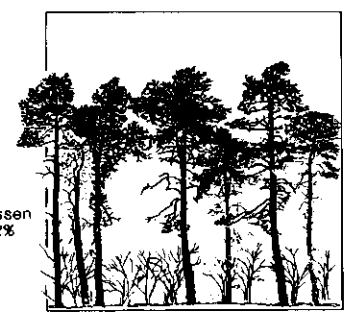




Opstanden van Zomereik, die zijn aangelegd tussen 1850 en 1900 op heide en stuifzand. In de struiklaag is Amerikaanse vogelkers dominant; daarnaast komt ook Wilde lijsterbes en Zomereik regelmatig voor. Mede als gevolg van de overheersende rol van de Amerikaanse vogelkers in deze bossen is de kruidlaag fragmentair ontwikkeld; hier en daar komt Bochtige smele en Brede stekelvaren voor. Ook de moslaag bedekt weinig. In het levensvormenspectrum overheersen dientengevolge de loofverliezende Phanerofyten (bomen en struiken). De overheersende humusvormen in deze bossen zijn Mullmoder en Dunne moder, hetgeen duidt op een relatief snelle omzetting van het organisch materiaal. De groei van de eik is normaal.

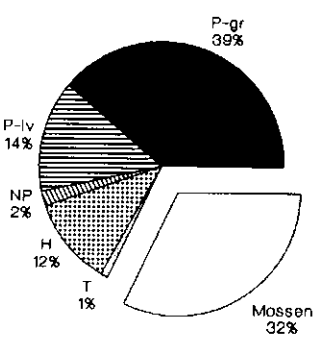
III.8.gd

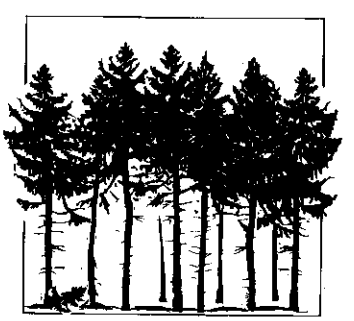




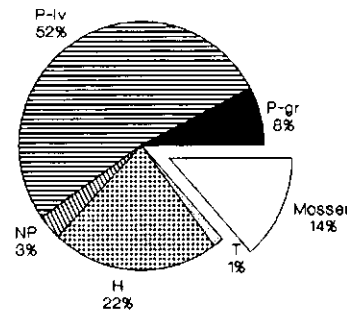
Grove dennenbossen, die tussen 1850 en 1900 zijn aangelegd op gronden die 60 tot 100 cm diep zijn bewerkt. De ondergroei bestaat voornamelijk uit Amerikaanse vogelkers. Mede als gevolg van het domineren van deze soort is het bos zeer soortenarm en hebben de kruid- en stuiklaag een lage bedekking. In het levensvormenspectrum komt dit tot uitdrukking door de overheersende rol van de bomen en struiken (Phanerofyten). De moslaag is onder Grove den iets beter ontwikkeld dan in het type III.8.ei. De groei van de Grove den is overwegend goed.

III.9.dg





Donkere Douglas-bossen die zijn aangeplant op voormalige eiken-hakhoutpercelen. De huidige opstand dateert van na 1920 De aanleg van het voorgaande hakhout echter vond plaats voor 1850. Hierbij werd de bodem 60-100 cm diep bewerkt. De boomlaag bepaalt mede de lage bedekkingen van struik- en kruidlaag. De moslaag is goed ontwikkeld (bedekking van ongeveer 40%) en bevat soorten die kenmerkend zijn voor relatief voedselrijke omstandigheden, als Gewoon sterremos, Geklauwd platmos en Rimpelmos. In het algemeen is de strooisellaag vrij dun en komen de humusvormen Mullmoder en Dunne moder voor. Plaatselijk ontwikkelen zich Mormoders, waar strooisel zich ophoopt als gevolg van slechte omzetting door schimmels. De verjonging is schaars en bestaat uit Wilde lijsterbes en Zomereik. Ook Douglas verjongt zich hier en de groei van deze soort is overwegend normaal.



III.11.ei/bu

Beukenbossen, meestal gemengd met Zomereik en Gewone esdoorn, die voor 1900 zijn aangeplant en voorkomen op landgoederen. Er heeft geen grondbewerking plaats gevonden. Boom- en struiklaag zijn goed ontwikkeld en gevarieerd, terwijl de kruidlaag een vrij lage bedekking heeft. De struiklaag wordt gevormd door Drents krenteboompje en Tamme kastanje, Beuk, Zomereik en Gewone esdoorn. In het levensvormenspectrum komen bijna alle typen voor. Bij dominantie van Beuk kunnen ook Geofyten (planten met bollen, knollen en wortelstokken) aanwezig zijn. De meest voorkomende humusvorm zijn Mull en Mullmoder. Er is sprake van een snelle omzetting van het strooisel, als gevolg van hoge dierlijke aktiviteit. Hierdoor vindt tevens een goede doormenging plaats van de organische stof met de minerale bovengrond. De groei van de Beuk en de Zomereik is normaal.

Een gemengd bos, ontstaan door spontane opslag van Beuk onder een scherm van Grove den; de schaarse ondergroei bestaat uit Blauwe bosbes en Kussentjesmos (III.7.bu/gd).

Dicht, jong Fijnspar-bos zonder kruiden en struiken; op de donkere bosbodem groeien diverse mossoorten zoals Kussentjesmos en Fraai haarmos (III.5.fs).

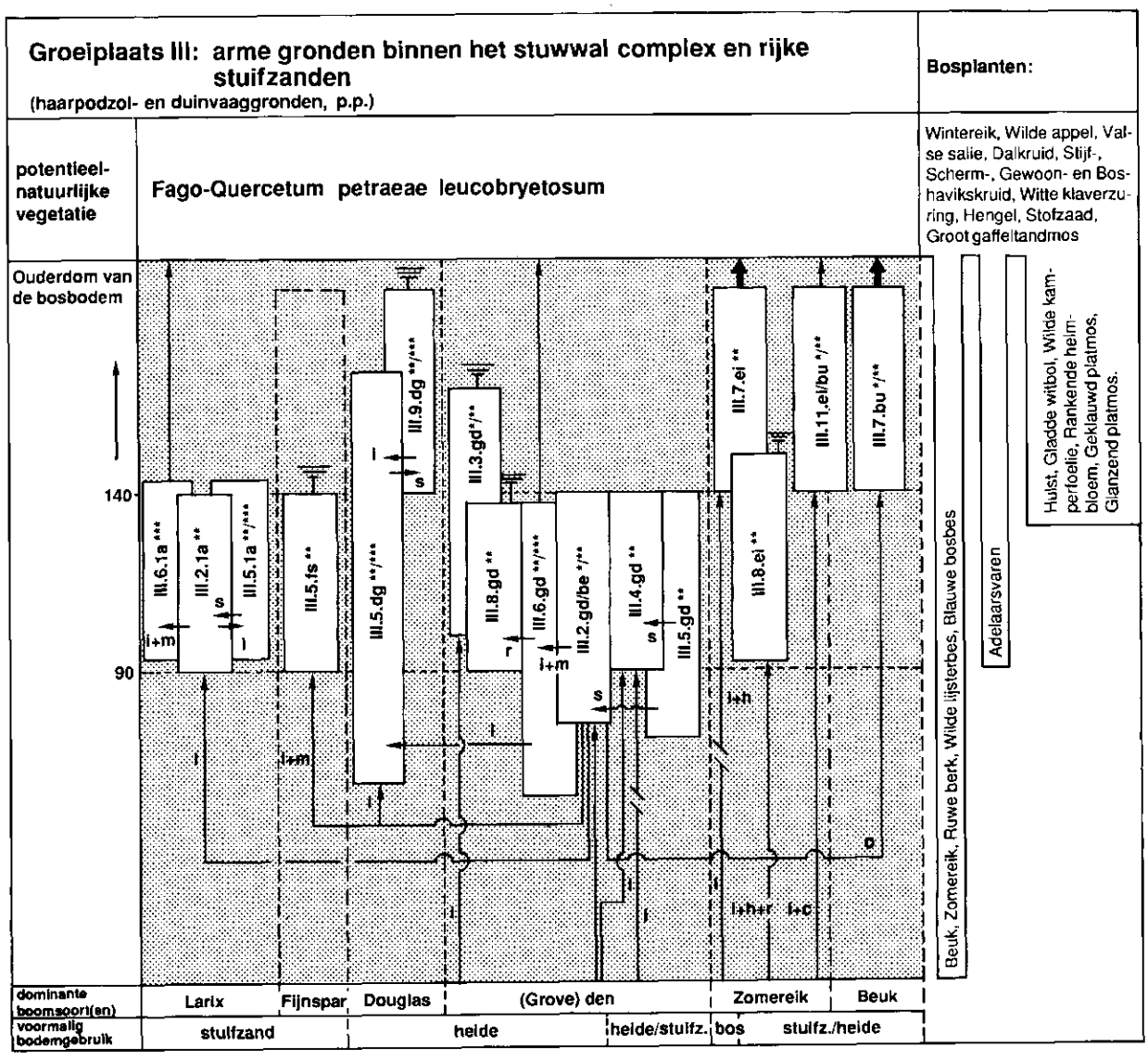
Toelichting bij het syndynamisch model van groeiplaats III

Uit figuur 3 blijkt dat er op deze groeiplaats, de arme gronden binnen het stuwwalcomplex en de rijke stuifzandgronden, vrijwel geen bossen voorkomen die pas in deze eeuw zijn aangelegd. Het merendeel van de bossen dateert uit de periode 1850 - 1900. Het betreft voornamelijk tweede-generatie bossen, die oorspronkelijk op heide- en stuifzandontginningen zijn aangelegd.

Het valt op dat in de 90 tot 140 jaar oude bossen bijna altijd een naaldhoutsoort als dominante boomsoort optreedt. Grove den is verreweg de belangrijkste soort; ook ecosysteemtypen met Larix en Fijnspar worden onderscheiden. Vooral dennenbossen met een ondergroei van Bochtige smele zijn erg algemeen. Het voorkomen van een ondergroei met Bochtige smele en stekelvarens, het "rijke" type (III.6.gd), wordt bevorderd door de bemesting bij aanleg. De combinatie van Bochtige smele en Blauwe bosbes is gekoppeld aan het stuwwallenlandschap. Een door mossen gedomineerde ondergroei in de "lichte" naaldbossen van Pinus en Larix is gebonden aan jonge, dichte en ongedunde opstanden. Onder Douglas en Fijnspar komt altijd een door mossen gedomineerde ondergroei voor: in jonge Douglas- en alle Fijnsparbossen vooral met "arme" mossen (III.5.dg, resp. III.5.fs) en in oudere Douglasbossen vooral met mossen van iets rijker milieu (III.9.dg). Het voorkomen van een struiklaag, die door Amerikaanse vogelkers wordt gedomineerd, komt voor in eiken- en dennenbossen, vooral op plaatsen waar het bos grenst aan cultuurland (III.8.gd; III.8.ei).

Op de oudste bosbodems van deze groeiplaats (bosaanleg voor 1850) komen voornamelijk loofbossen voor. Het betreft hier vooral opstanden van de tweede en derde generatie. Eikenbossen met een ondergroei van Blauwe bosbes en Kussentjesmos (III.7.ei) zijn het meest algemeen, overwegend op standplaatsen waar in 1800 al bos aanwezig was. Op plaatsen waar in de loop der tijd het bos bemest is met tuinafval, compost e.d. heeft de Gewone esdoorn zich kunnen vestigen, vooral in de struiklaag. Ook ruderale soorten (zoals Grote brandnetel), en soorten van de meer voedselrijke bossen, zoals het Lelietje-der-dalen, kunnen hierdoor optreden (III.11.bu/ei).

Het PNV-type op deze groeiplaats is het Droge Winter-eiken-Beukenbos (subass. met Kussentjesmos). De ontwikkeling van de actuele bossen in de richting van de PNV zal stagneren op plaatsen waar de ondergroei gedomineerd wordt door hetzij Adelaarsvaren (III.3.gd), hetzij Amerikaanse vogelkers (III.8.gd; III.8.ei). De spontane ontwikkeling van de Fijnspar- en Douglasbossen is onzeker.



beheersvormen:

b = diepe grondbewerking
c = compost-bemesting
d = dunnen
h = hakhoutbeheer
i = inplanten
m = bemesten
o = geleidelijk omvormen

p = prunus bestrijding
r = randinvloed
s = spontane ontwikkeling
* = 1ste generatie
** = 2de generatie
*** = 3de generatie
// = generatiewisseling

sterke relatie, relatief snelle overgang naar PNV

stagnerende of onzekere ontwikkeling

III.3.gd* bos-ecosysteemtype

Fig. 3
Ontwikkeling van de bos-ecosysteemtypen op groeiplaats III.

PRIMAIRE GROEIPLAATS IV

VOCHTIGE TOT NATTE DEKZANDEN EN UITGESTOVEN LAAGTEN

Bodem en grondwater

Leemarme tot zwak-lemige, eolische afzettingen, met een gemiddelde hoogste grondwaterstand die onder 80 cm beneden het maaiveld ligt (grondwatertrap (III, V en VI). De gronden die tot deze primaire groeiplaats behoren, vormen de relatief lage en vlakke delen binnen de dekzand- en stuifzandafzettingen. In het systeem van De Bakker en Schelling (1966) komt deze primaire groeiplaats globaal overeen met de bodemtypen: veldpodzol- en vlakvaaggrond (beide p.p.).

Humusvormen

Op deze groeiplaats komen onder Grove den en Larix vooral humusvormen voor van het Mormoder-type. Rijkere humusvormen (Orthimoder en Dunne moder) worden aangetroffen in Douglasbossen en onder Adelaarsvaren.

Vegetatie- en opstandstypen

De vochtige tot natte dekzanden en de uitgestoven laagten van de Utrechtse Heuvelrug zijn grotendeels bedekt met Pinus-bossen. Andere naaldhoutsoorten, zoals Larix en Douglasspar, zijn hier minder van betekenis en loofbossen ontbreken vrijwel.

Dennenbos met jonge berken en een dichte mat van Pijpestrootje in een vochtige uitgestoven laagte (IV.1.gd).

In vergelijking met de hierboven besproken groeiplaatsen van het stuwwallenlandschap is ook de variatie in de ondergroei klein. Slechts vijf vegetatietypen komen voor; de typen die indicatief zijn voor een relatief voedselrijk milieu (type 8 t/m 12) ontbreken. In de meeste bossen domineren grassoorten in de ondergroei; de bosbodem wordt hier ofwel bedekt door tapijten van Pijpestrootje (type 1) of van Bochtige smele (type 6). Het betreft hier het smele type met stekelvarens. Zowel de aan het stuwwallen-landschap gebonden Gemeenschap van Bochtige smele en Blauwe bosbes, als de meest oligotrafente Gemeenschap van Bochtige smele en Struikheide komen op deze groeiplaats niet voor.

Potentieel-Natuurlijke Vegetatie

Het P.N.V.-type van deze primaire groeiplaats is het Vochtig Berken-Zomereiken bos (Betulo-Quercetum roboris Tuxen (1930), 1937, subass. molinietosum).

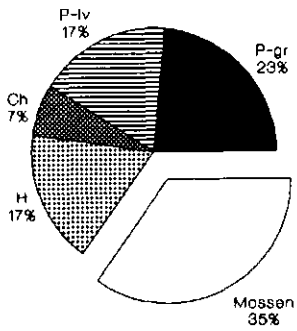
Opvallend is dat geen van de onderscheiden actuele bos-ecosysteemtypen veel gelijkenis vertoont met dit P.N.V.-type. Een ondergroei van Pijpestrootje komt alleen voor in lichte naaldbossen. Loofbossen van Zomereik en Ruwe berk ontbreken. De aanwezige loofbossen met Beuk (IV.7.bu/gd) zijn niet natuurlijk op deze groeiplaats. Bovendien wordt de groei van Pijpestrootje, een lichtsoort, in deze donkere bossen onderdrukt.

Bosplanten

Het aantal bosplanten, dat actueel voorkomt in de bossen op groeiplaats IV, is zeer beperkt. Slechts vijf soorten komen regelmatig voor; soorten die overal op de Utrechtse heuvelrug (zeer) algemeen zijn: Zomereik, Ruwe berk, Beuk, Wilde lijsterbes en Adelaarsvaren. De laatste soort is beperkt tot oude bossen (> 140 jaar). Ook het aantal typische bosplanten binnen de P.N.V. is lager dan binnen de andere P.N.V.'s op de Heuvelrug. Een hele reeks soorten van het Wintereiken-Beukenbos ontbreekt, maar ook enkele soorten die binnen het Berken-Zomereikenbos beperkt zijn tot droge standplaatsen (bijv. Valse salie) zullen zich hier naar verwachting niet vestigen.

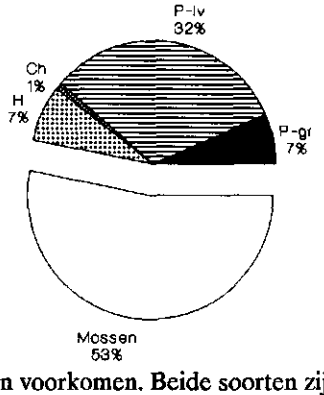
Ecosysteemtypen

IV.1.gd/be



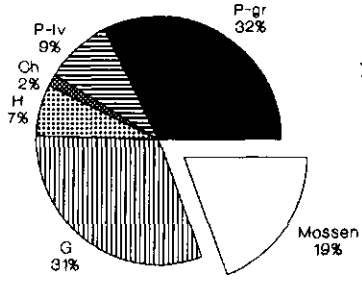
Grove dennenbossen, die tussen 1850 en 1900 zijn aangelegd op (vochtige) heidevelden. De huidige generatie bos dateert van na 1925. De bedekking van de boomlaag varieert van 50-80% en de hoogte van 14-17 meter. Het betreft bossen waarin zich in de loop der tijd spontaan Berk heeft gevestigd. De spontane verjonging bestaat verder uit Wilde lijsterbes, Sporkehout en Zomereik. Van Zomereik en Wilde lijsterbes komen echter vrijwel geen exemplaren voor die hoger zijn dan 50 cm. De kruidlaag bedekt ongeveer 80% en wordt gevormd door soorten die kenmerkend zijn voor voedselarme, vochtige tot natte milieus, zoals Dopheide en Pijpestrootje. Uit het levensvormenspectrum komt duidelijk naar voren dat zich in de loop der tijd veel loofhout gevestigd heeft. De relatieve voedselarmoede van de standplaats komt tot uitdrukking in het voorkomen van dwergstruiken (Chamaefyten). Op deze "arme" standplaatsen, waar organisch materiaal langzaam wordt afgebroken, komen dikke strooisellagen veel voor. De meest voorkomende humusvormen zijn Mormoder en Dikke moder. Toch komt plaatselijk in deze bossen "rijkere" vorm Mullmoder ook voor. De groei van de Grove den is overwegend normaal.

IV.1.la

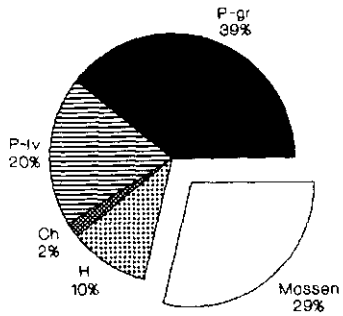


Larix-bossen, aangelegd op verstoven, relatief vochtige, niet bewerkte gronden. De aanplant van deze bossen dateert van na 1900. De boomlaag bereikt een hoogte van ongeveer 18 meter en bedekt 70%. De struiklaag is fragmentair ontwikkeld, hier en daar komt Wilde lijsterbes en Berk voor. Jonge exemplaren van de Larix zelf worden frequent aangetroffen, maar sterven naar enkele jaren weer af (de hoogte bedraagt zelden meer dan 50 cm). De kruidlaag bedekt ongeveer 75% en wordt voornamelijk bepaald door Pijpestrootje, waarin plaatselijk Dopheide kan voorkomen. Beide soorten zijn kenmerkend voor voedselarme, vochtige tot natte milieus. In het levensvormenspectrum is vooral het grote aandeel van de mossen opvallend (vergelijk ook IV.1.gd). Op deze arme standplaats verloopt de omzetting van het organisch materiaal traag, met als gevolg dat hier sprake is van dikke strooiselpakketten (humusvorm Dikke moder). Opvallend is het ontbreken van duidelijke waarneembare schimmel-aktiviteiten in het strooisel, zoals dat voorkomt bij de combinatie van Larix-strooisel en een Bochtige smele begroeiing. Kennelijk is het strooisel van Pijpestrootje gemakkelijker afbreekbaar. De groei van de Larix is slecht.

IV.3.gd

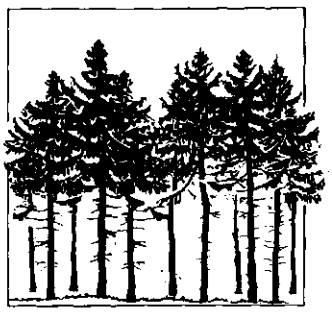


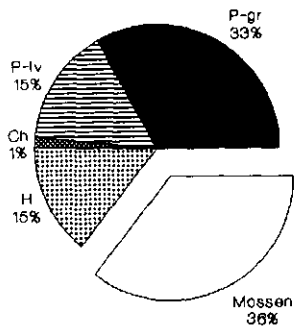
Bossen met dominantie van Grove den op plaatsen die al voor het jaar 1800 bebost waren. De bodem is meer dan 60 cm diep bewerkt. Het betreft lichte, d.w.z. open bossen, waarbij de boomlaag 60% van het oppervlak bedekt. Het meest opvallende kenmerk van dit bostype is de dominantie van Adelaarsvaren in de kruidlaag. De overige kruiden komen slechts in zeer lage bedekkingen voor, mede als gevolg van het overheersende dek van Adelaarsvaren. In het levensvormenspectrum komt dit tot uitdrukking in het relatief grote aandeel Geofyten. De verjonging in dit bostype bestaat voornamelijk uit Berk en Zomereik. Daarnaast komt in de struiklaag regelmatig Wilde lijsterbes voor. Bossen met Adelaarsvaren worden in het algemeen gekenmerkt door het voorkomen van een strooisellaag, waarin de kieming van andere soorten wordt geremd. De humusvormen zijn: Dikke moder en Mormoder. De groei van de Grove den is overwegend goed.



IV.5.gd

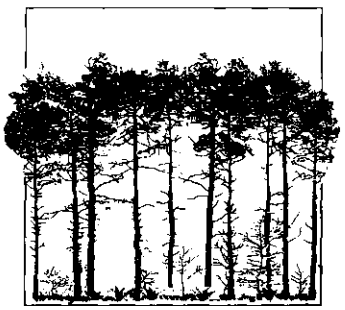
Opstanden met dominantie van Grove den, die zijn aangelegd in de periode tussen 1850 en 1900 op niet bewerkte, verstoven gronden. Kruid- en struiklaag zijn beide fragmentair ontwikkeld. In de kruidlaag worden frequent Smalle stekelvaren en Bochtige smele aangetroffen, terwijl in de struiklaag Wilde lijsterbes, Zomereik en Berk veel voorkomen. De moslaag heeft een hoge bedekking en wordt gekenmerkt door mossoorten die indicatief zijn voor een relatief voedselarm milieu. Er is sprake van slechte omzetting van het organisch materiaal (veel schimmelaktiviteit), hetgeen tot uitdrukking komt in het ontstaan van dikke strooiselagen (dikker dan 7,5 cm) en een Mormoder humusvorm. Plaatselijk is de dierlijke aktiviteit hoger, hetgeen aanleiding geeft tot het ontstaan van Orthimoders. De groei van de Grove den is overwegend goed.

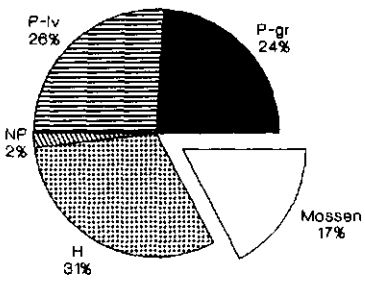




IV.5.dg

Douglas-bossen die na 1900 zijn aangelegd op heidevelden, met weinig ondergroei van hogere planten. De bodem is niet bewerkt. Als gevolg van de hoge, dichte boomlaag zijn struik- en kruidlaag nauwelijks aanwezig. De moslaag is enigszins ontwikkeld, met soorten als Bos-kronkelsteeltje, Breekblaadje en Kussentjesmos, die alle gebonden zijn aan relatief voedselarme omstandigheden. Het levensvormenspectrum is eenvoudig, met in de kruidlaag vrijwel alleen Hemicryptofyten (aan het oppervlak overwinterende planten). Het aandeel van de mossen in het spectrum is relatief hoog. Door de beperkte strooiselproduktie zijn de humusprofielen dun, ondanks de vrij trage omzetting van het strooisel. Op grond van de geringe dikte van het ectorganisch profiel zijn Mullmoder en Orthimoder hier de meest voorkomende humusvormen . De groei van de Douglas is overwegend normaal.



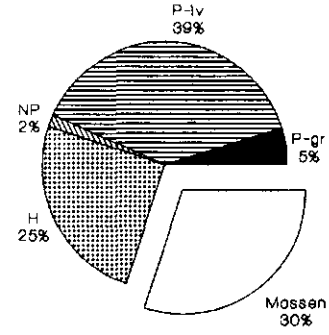


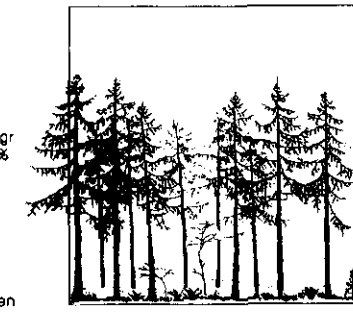
IV.6.gd

Opstanden van Grove den met dominantie van Bochtige smele en Brede stekelvaren in de ondergroei. De bossen zijn aangelegd na 1900 op heidevelden. Hemicryptofyten (voornamelijk Bochtige smele) vormen de belangrijkste levensvorm in de geheel gesloten kruidlaag. De struiklaag in deze Pinus-bossen bevat soorten als Zachte berk, Wilde lijsterbes en Sporkehout. Ook Zomereik en Beuk verjongen zich hier. Waar de afgevallen naalden van de Grove den samen met het afgestorven materiaal van Smele de strooisellaag vormt, is de afbraak van het strooisel slecht. Deze vindt dan voornamelijk plaats door schimmelactiviteit, hetgeen leidt tot de humusvormen Mor en Hemimor. Op plaatsen waar Brede stekelvaren, samen met Wilde lijsterbes en Berk een belangrijk aandeel hebben in de strooiselproduktie, worden de omstandigheden voor dierlijke decompositie gunstiger en kunnen Dikke moders ontstaan. De groei van Grove den is overwegend goed.

IV.6.la

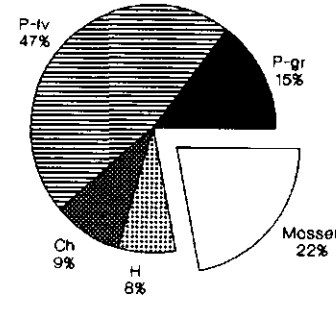
Larix-bossen die na 1900 zijn aangelegd op stuifzand en heide. De struiklaag is weinig ontwikkeld; plaatselijk is verjonging van Larix en Berk aanwezig. De ondergroei in deze bossen wordt gekenmerkt door min of meer gesloten matten van Bochtige smele en Brede stekelvaren en een moslaag die meer dan 50% bedekt (o.a. Bronsmos, Klauwtjesmos en Gewoon gaffeltandmos). De humusvorm varieert: plaatselijk is sprake van een Mor, door de combinatie van van Larixnaalden en Smele, waar Stekelvarens en mossen de overhand hebben neemt dierlijke aktiviteit toe en treden Mormoder of Dikke moder op. De groei van de Larix is overwegend normaal.

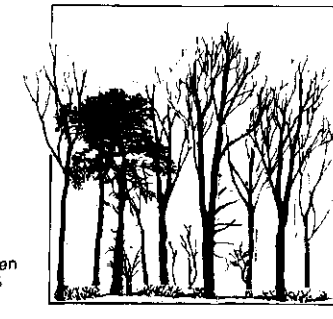




IV.7.bu/gd

Beukenbossen, veelal gemengd met Grove den. Het betreft zeer oude opstanden, waarvan de bosaanleg voor 1800 heeft plaatsgevonden (veelal op landgoederen). In de ondergroei komt onder andere Kussentjesmos en Blauwe bosbes voor. Een struiklaag is nauwelijks aanwezig. De Beuk verjongt zich goed in de gemengde opstanden, bij monocultures van Beuk is de verjonging nagenoeg afwezig. In het laatste geval worden soms wel grote aantallen kiemplanten gevonden, doch deze sterven in de loop van het jaar weer af. De strooisellaag is vrij dik. Kenmerkend hierin is het voorkomen van zowel schimmels als dierlijke aktiviteit en een vrij langzame omzetting van het strooisel. De overwegende humusvorm is mormoder. In het levensvormenspectrum is het voorkomen van relatief veel dwergstruiken (Chamaefyten) opvallend. De groei van Grove den is overwegend goed, de Beuk groeit normaal en bereikt hier een gemiddelde hoogte van meer dan 25 meter.





Toelichting bij het syndynamisch model van groeiplaats IV

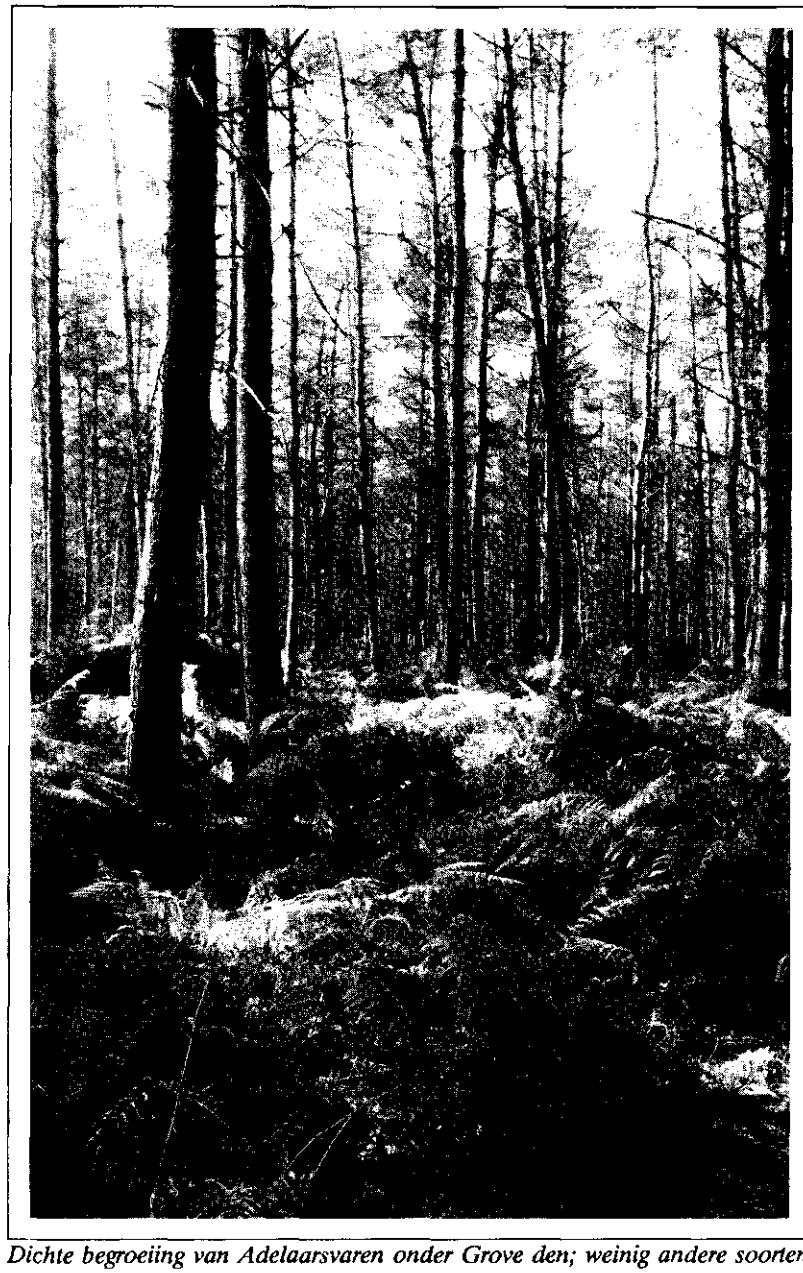
De bossen op groeiplaats IV, de vochtige tot natte dekzanden en uitgestoven laagten, zijn voornamelijk aangelegd op voormalige heidegronden en stuifzandcomplexen. Een klein deel van de bossen komt voor op standplaatsen waar in 1800 al bos stond.

In vergelijking met de hiervoor behandelde bossen van rijkere standplaatsen, is hier het aandeel jonge bossen (aangelegd na 1900) groot. Het betreft vrijwel uitsluitend naaldbossen van Pinus, Larix en Douglasspar. Zowel bossen van de eerste als van de tweede generatie komen voor. Grove den is verreweg de meest algemene boomsoort. In de ondergroei van deze dennenbossen domineert gewoonlijk Pijpestrootje (IV.1.gd). Bemesting bij aanleg kan echter dominantie van Bochtige smele veroorzaken (IV.6.gd).

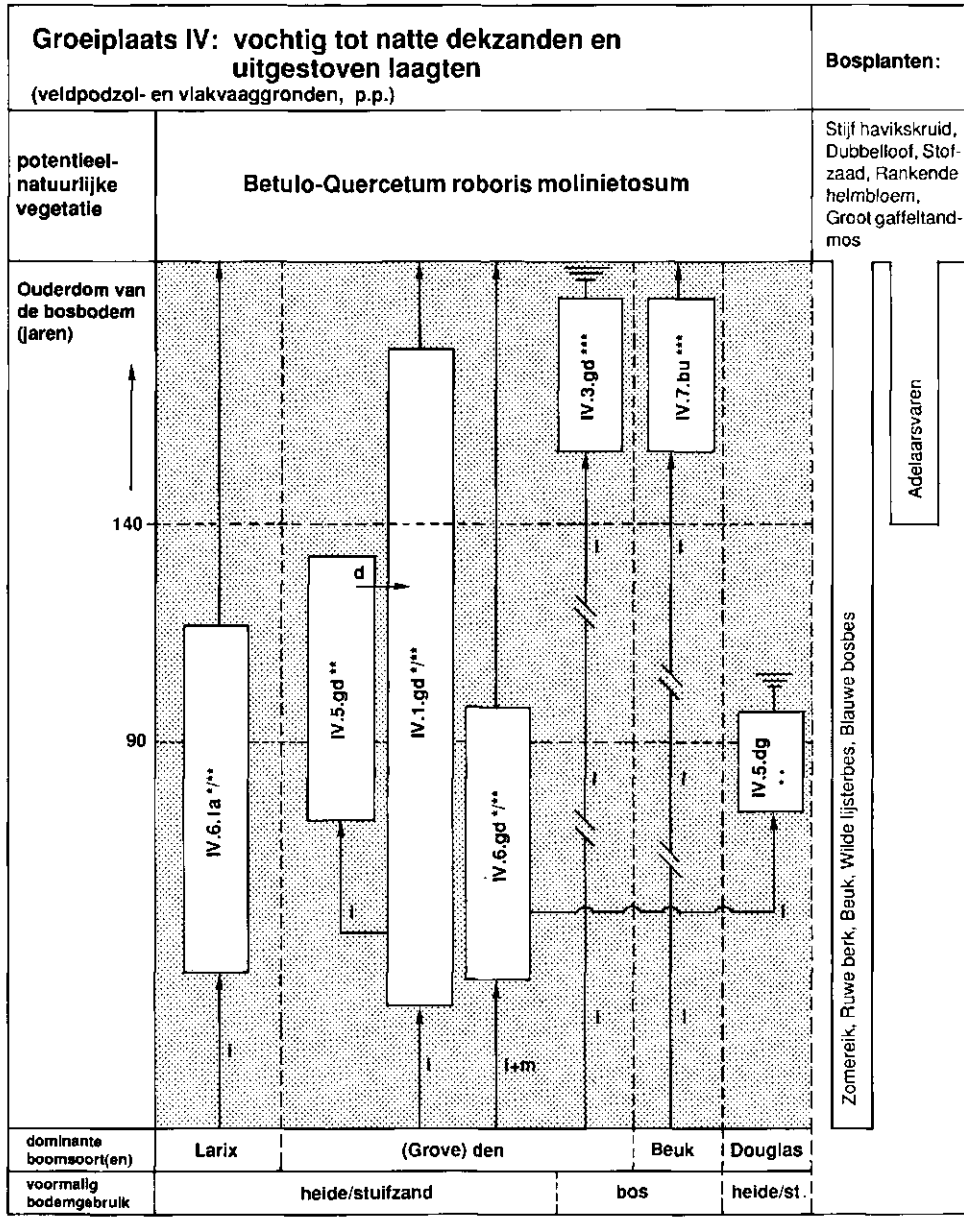
Op bosbodems ouder dan 90 jaar (aanleg eerste generatie bos tussen 1850 en 1900) komen dezelfde ecosysteemtypen voor als op de hierboven beschreven jongste bosbodems. Onder jonge, dichte en ongedunde opstanden van Grove den kunnen kruiden zich nauwelijks ontwikkelen; wel komt een goed ontwikkelde moslaag voor (IV.5.gd). Wanneer meer licht de bosbodem kan bereiken, maakt het mostapijt plaats voor een mat van Pijpestrootje (IV.1.gd).

Bosbodems ouder dan 150 jaar komen weinig voor op deze groeiplaats. Op enkele plaatsen wordt echter een tweede generatie van Grove den aangetroffen op voormalige heide- en stuifzandgronden. Ook deze bossen hebben een ondergroei van Pijpestrootje (IV.1.gd). Daarnaast komen bosbodems voor, waarop reeds in 1800 bos aanwezig was. De actuele opstand is tenminste van de derde generatie. Op deze oudste bosbodems van groeiplaats IV vinden wij onder Grove den een ondergroei van Adelaarsvaren (IV.3.gd) en onder Beuk een vegetatie van Blauwe bosbes en Kussentjesmos (IV.7.bu). In tegenstelling tot de hierboven besproken groeiplaatsen (I t/m III) vormen de vochtige tot natte dekzanden geen natuurlijke standplaats voor beukenbossen.

De PNV is het Vochtig Berken-Zomereikenbos, waarin Pijpestrootje constant voorkomt, maar niet dominant is. De actuele bossen van deze groeiplaats zijn alle nog ver van het PNV-stadium verwijderd. De ontwikkeling in de richting van de PNV van de Grove dennenbossen met een ondergroei van Adelaarsvaren (IV.3.gd) wordt sterk vertraagd.



Dichte begroeiing van Adelaarsvaren onder Grove den; weinig andere soorten kunnen zich hier vestigen (IV.3.gd).



beheersvormen:

b = diepe grondbewerking
c = compost-bemesting
d = dunnen
h = hakhoutbeheer
i = inplanten
m = bemesten
o = geleidelijk omvormen

p = prunus bestrijding
r = randinvloed
s = spontane ontwikkeling
* = 1ste generatie
** = 2de generatie
*** = 3de generatie
// = generatiewisseling

sterke relatie, relatief snelle overgang naar PNV
stagnerende of onzekere ontwikkeling
IV.5.dg** bos-ecosysteemtype

Fig. 4
Ontwikkeling van de bos-ecosysteemtypen op groeiplaats IV.

PRIMAIRE GROEIPLAATS V

DROGE DEKZANDEN EN ARME STUIFZANDEN

Bodem en grondwater

De droge dekzanden en arme stuifzanden vormen de overige eolische afzettingen. Het betreft droge humuspodzolgronden zonder podzolprofiel in de ondergrond, tenzij een dergelijk podzolprofiel dieper ligt dan 120 cm beneden het maaiveld. De humuspodzolgronden komen voor op de hoogste delen van de dekzandruggen. De stuifzanden vormen de hogere delen van het stuifzandcomplex. Grondwater speelt hier geen rol van betekenis; het betreft uitsluitend hangwaterprofielen (grondwatertrap VII).
In het systeem van De Bakker en Schelling (1966) komt deze primaire groeiplaats globaal overeen met de haarpodzol- en duinvaaggronden (p.p.), alsmede verdroogde vormen van veldpodzol- en vlakvaaggronden.

Humusvormen

Op deze groeiplaats komen onder Grove den (verreweg de meest algemene boomsoort) dikke ectorganische horizonten voor, met name de humusvormen Mormoder en Dikke moder. Onder Grove den met Adelaarsvaren treedt echter een iets snellere omzetting van organisch materiaal op, hetgeen resulteert in een humusvorm van het Orthimoder en Dunne moder-type. De totale variatie in humusvormen is hier opvallend groter dan op de vochtige tot natte dekzanden (groeiplaats IV). Een zeer arme humusvorm (Hemimor) wordt gevonden in de Eikenbossen op de deze groeiplaats; rijke Mullmoder- en Mull-profielen komen voor onder Douglas-opstanden.

Vegetatie- en opstandstypen

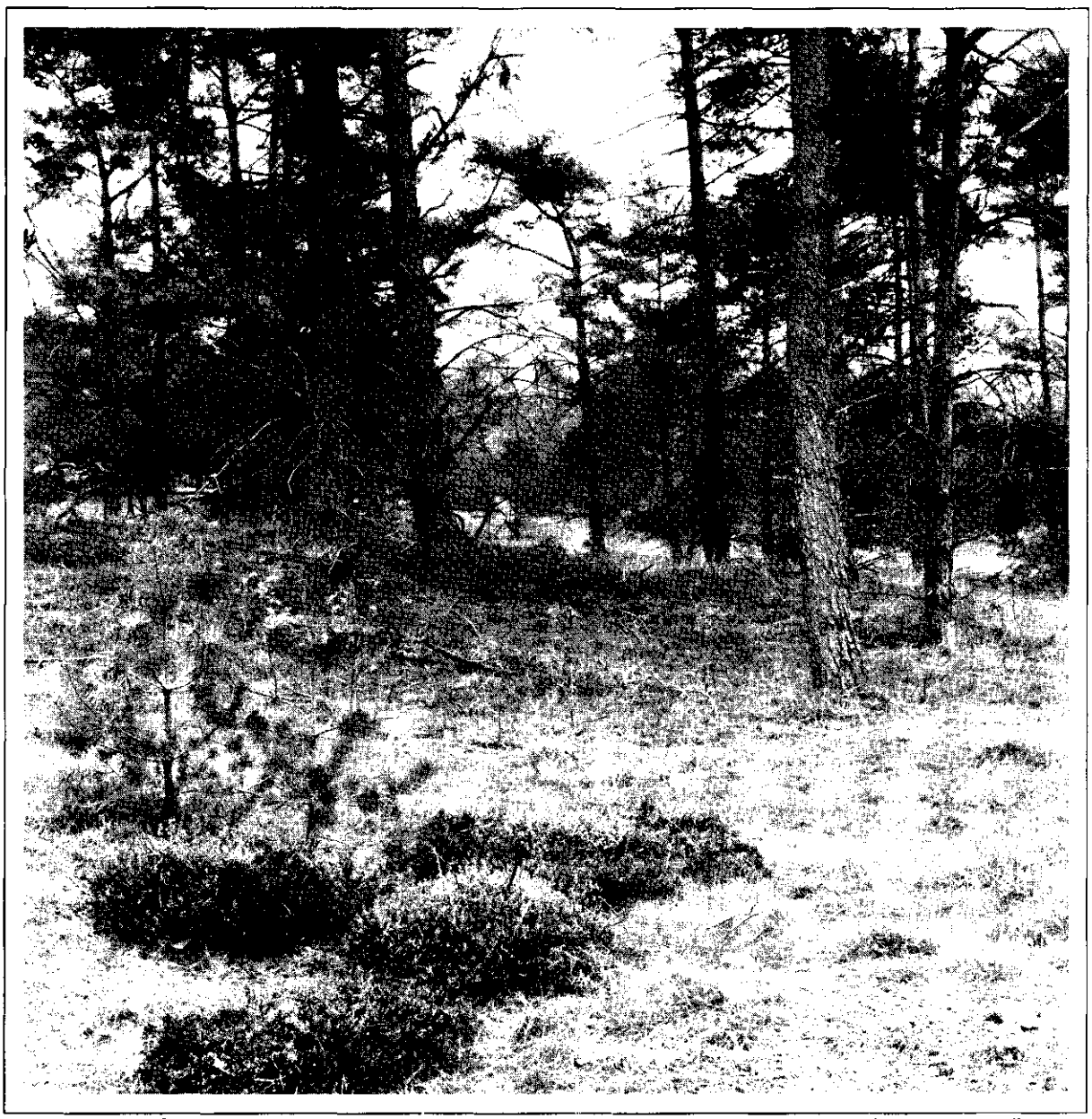
Ook op deze groeiplaats komen vooral naaldbossen voor. Pinus-bossen (met name Grove den) zijn het meest algemeen; Douglasspar komt eveneens vrij veel voor. Het areaal Larix en Fijnspar is echter verwaarloosbaar. Loofbossen zijn weinig algemeen, maar zowel Eik als Beuk komen voor, plaatselijk gemengd met Grove den. De variatie in ondergroei is beperkt tot vijf typen. Het betreft hier grotendeels dezelfde typen als beschreven voor de vochtige tot natte dekzanden (groeiplaats IV). Er zijn echter twee belangrijke verschillen. Het meest algemene vegetatietype van de vochtige tot natte dekzanden, de Pijpestrootje-velden (type 1) ontbreekt op de droge dekzanden. Op deze drogere gronden komt daarentegen de Gemeenschap van Bochtige smele en Struikheide (type 2) veelvuldig voor. De Smele-matten van de vochtige en natte dekzanden behoren alle tot het rijkere type met stekelvarens (type 6).

Potentieel-Natuurlijke Vegetatie

De P.N.V. van deze groeiplaats is het Droog Berken-Zomereikenbos (Betulo-Quercetum roboris Tüxen (1930) 1937, subass. typicum (zie ook Van der Werf, 1987 mscr.). De actuele eikenbossen met een ondergroei van Blauwe bosbes en Kussentjesmos (V.7.ei) vertonen een vrij grote overeenkomst met de P.N.V., al is het opvallend dat een aantal belangrijke soorten van bossen op zandgronden (Quercion-soorten) nog ontbreekt (bijv. Dalkruid en Valse salie).

Bosplanten

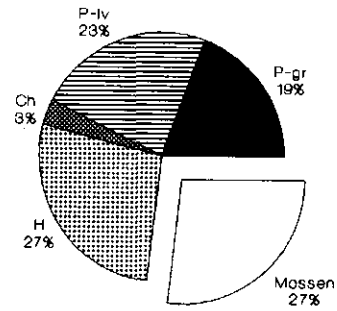
Het voorkomen van bosplanten op deze groeiplaats komt sterk overeen met de situatie zoals beschreven voor de vochtige tot natte dekzanden (groeiplaats IV). Het aantal actueel voorkomende bosplanten is zeer beperkt. Ook het aantal nieuwe vestigingen bij een ontwikkeling in de richting van de PNV is gering, in vergelijking met de ontwikkeling van de bossen op de rijkere groeiplaatsen. Sommige soorten, o.a. Valse salie, Hengel en Dalkruid, zijn echter wel op deze groeiplaats, maar niet op de vochtiger gronden (groeiplaats IV) te verwachten.



Open bos op stuifzand; de Grove den verjongt zich goed; de Struikheide op de voorgrond is karakteristiek voor dit bostype (V.2.gd).

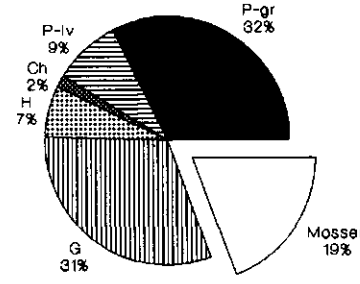
Ecosysteemtypen

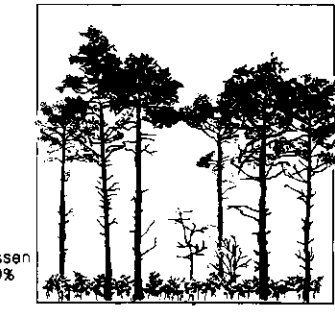
V.2.gd



Bossen met een open boomlaag van Grove den, in meer of mindere mate gemengd met Berk, aangelegd op stuifzand. De bosaanleg dateert van na 1925. De boomlaag heeft een bedekking van ongeveer 60%. De bedekking van de struiklaag, die o.a. bestaat uit Wilde lijsterbes, Berk en Zomereik, varieert van 5% tot 30%. In de kruidlaag is Bochtige smele dominant. Verder komen in de kruidlaag dwergstruiken (Chamaefyten) voor, die indicatief zijn voor voedselarme omstandigheden. Het betreft vooral Struikheide en in mindere mate Blauwe bosbes en Dopheide. De bedekking van de kruidlaag bedraagt gemiddeld 80%. De humusvorm is Dikke moder, maar bij een groter aandeel van Berk in de boomlaag is er sprake van meer schimmelaktiviteit in het strooisel en komt een Mormoder tot ontwikkeling. De groei van de Grove den is normaal.

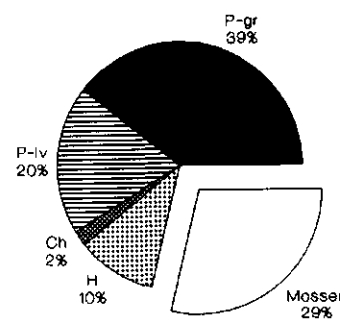
V.3.gd

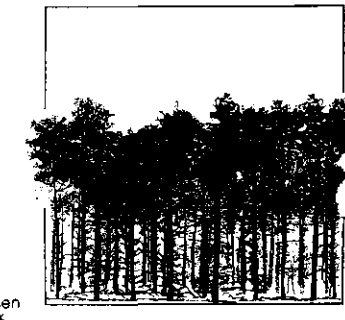




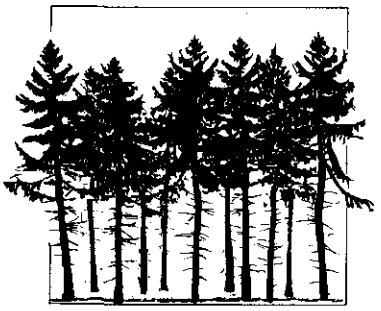
Bossen met dominantie van Grove den op plaatsen die al voor het jaar 1800 bebost waren. De huidige opstand dateert van na 1925. Het betreft lichte, d.w.z. open bossen, waarbij de boomlaag 60% van het oppervlak bedekt. Het meest opvallende kenmerk van dit bostype is de dominantie van Adelaarsvaren in de kruidlaag. De overige kruiden komen slechts in zeer lage bedekkingen voor, mede als gevolg van de overheersende Adelaarsvaren. In het levensvormenspectrum komt dit tot uitdrukking in het relatief grote aandeel Geofyten. De verjonging in dit bostype bestaat voornamelijk uit Berk. Daarnaast komt in de struiklaag regelmatig Wilde lijsterbes en Drents krenteboompje voor. In bossen met Adelaarsvaren wordt de kieming van andere soorten geremd. De strooisellaag is hier vrij dun en er is sprake van dierlijke aktiviteit in het strooisel en in de minerale bovengrond waar doormenging plaatsvindt. Het hiermee overeenkomende humustype is Dunne moder. Plaatselijk is de omzetting minder en komt een Dikke moder tot ontwikkeling. De groei van de Grove den is normaal.

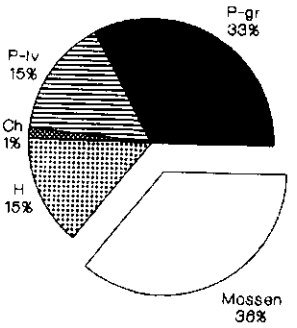
V.5.gd





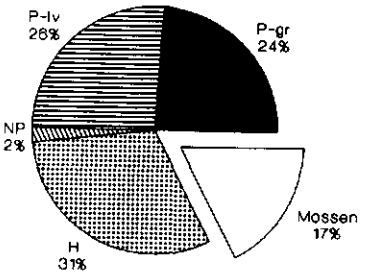
Bossen met dominantie van Grove den, die zijn aangelegd in de periode tussen 1850 en 1900 op niet bewerkte gronden. De ondergroei bestaat voornamelijk uit mossoorten die kenmerkend zijn voor voedselarme milieus. Kruid- en struiklaag zijn beide fragmentair ontwikkeld en verjonging is geheel afwezig. In de kruidlaag wordt plaatselijk Smalle stekelvaren en Bochtige smele aangetroffen. Waar de Smele dichte zoden vormt is er veel schimmelaktiviteit in het strooisel en is de afbraak slecht, hetgeen leidt tot een Mormoder humustype. Plaatselijk, tussen Stekelvarens, vindt een snellere afbraak van het organisch materiaal plaats en ontwikkelt zich een Orthimoder. De groei van de Grove den is normaal.





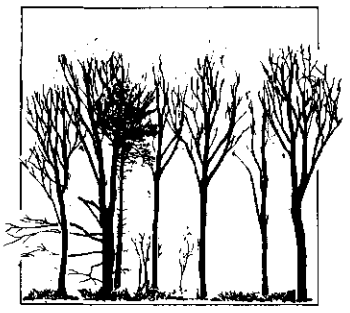
V.5.dg

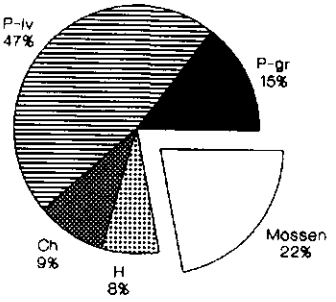
Douglas-bossen die tussen 1850 en 1900 zijn aangelegd op heidevelden, met weinig ondergroei van kruiden. Hier en daar groeit Bochtige smele en Brede stekelvaren. De bodem is niet bewerkt. Het betreft tweede generatie bos met een dichte boomlaag van ruim 20 meter hoog en met een bedekking van 95%, waardoor weinig licht tot op de bodem kan doordringen en de struik- en kruidlaag nauwelijks ontwikkeld zijn. In de moslaag komen soorten voor als Boskronkelsteeltje, Breekblaadje en Kussentjesmos, die alle gebonden zijn aan relatief voedselarme omstandigheden. Het levensvormenspectrum is eenvoudig, met in de kruidlaag vrijwel alleen Hemicryptofyten (aan het oppervlak overwinterende planten). De omzetting van het strooisel verloopt vrij snel, waardoor de strooisellaag dun blijft. De meest voorkomende humusvormen zijn Mullmoder en Orthimoder. De groei van de Douglas is normaal.



V.6.gd

Grove dennenbossen met een open boomlaag (bedekking slechts ca. 60%) en met dominantie van Bochtige smele en Brede stekelvaren in de ondergroei. De bossen zijn na 1900 aangelegd op heidevelden. De struiklaag is, evenals de kruid- en moslaag, goed ontwikkeld (bedekking 40%) en bevat soorten als Wilde lijsterbes, Zomereik en Zachte Berk. Hemicryptofyten (voornamelijk Bochtige smele) vormen de belangrijkste levensvorm in de geheel gesloten kruidlaag. De humusvorm varieert van Dikke moder, waar varens en mos de overhand hebben, naar Mor en Hemimor, waar de Smele dichte matten vormt en de omzetting van afgestorven naalden en gras slechts langzaam verlopen. De groei van de Grove den is normaal.

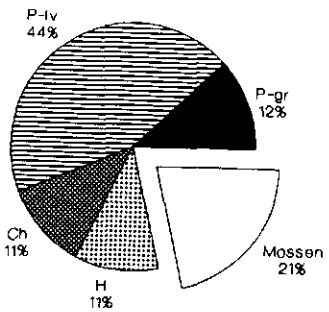


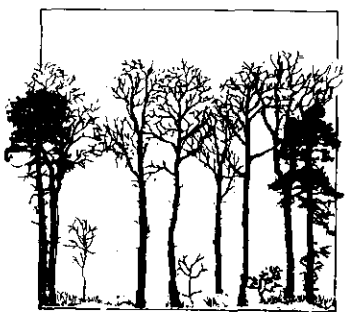


V.7.bu

Opgaande beukenbossen (25 tot 30 meter) met schaarse ondergroei, waarin onder andere Blauwe bosbes en het bultvormige Kussentjesmos regelmatig voorkomen. De bosaanleg dateert van de periode tussen 1800 en 1850. In de boomlaag komt naast Beuk ook plaatselijk Grove den voor. De bedekking van de boomlaag is hoog (ca. 95%). De struiklaag is, mede als gevolg van de dominante boomlaag, fragmentair ontwikkeld en bestaat uit een enkele jonge Beuk, Berk, Zomereik, Wilde lijsterbes of Drents krenteboompje. In het levensvormenspectrum is het voorkomen van relatief veel Chamaefyten (vnl. Blauwe bosbes) opvallend. De humusvormen in deze bossen zijn voornamelijk Mormoder en Dikke moder, gekenmerkt door dikke strooiselpakketten, als gevolg van een trage omzetting van het organisch materiaal. De groei van de beuk op deze groeiplaats is matig.

V.7.ei





Gemengde opstanden van Zomereik en Grove den, die zijn aangelegd tussen 1850 en 1900 en die aanvankelijk als hakhout werden beheerd. De gronden zijn niet diep bewerkt. De vrij lage bedekking van de boomlaag (ca. 40%) gaat gepaard met een matig ontwikkelde ondergroei. De struiklaag bestaat uit Berk, Zomereik, Beuk, Wilde lijsterbes en Sporkehout. Ook Amerikaanse eik kan in de struiklaag worden aangetroffen. De kruidlaag, die ongeveer 20% bedekt, wordt bepaald door o.a. Blauwe bosbes, Bochtige smele en Kussentjesmos. Het meest voorkomende humustype is hier Mormoder. De groei van zowel de Grove den als de Zomereik is hier matig.

Toelichting bij het syndynamisch model van groeiplaats V

Op deze groeiplaats, de droge dekzanden en arme stuifzanden, komen slechts 7 bos-ecosysteemtypen voor. Uit figuur 5 kan worden afgelezen dat deze zijn ontstaan door aanplant op heide en stuifzanden. Een zeer klein deel van de actuele bossen op deze groeiplaats staat op gronden die in 1800 al met bos begroeid waren.

Het grootste deel van de bossen op groeiplaats V is jong. Het betreft hier eerste-generatie dennenbossen, aangeplant na 1900, met een ondergroei van Bochtige smele. Twee ecosysteemtypen worden onderscheiden: Pinusbossen met als ondergroei een "arme" mat van Bochtige smele (V.2.gd) en Pinus-bossen met een "rijke" smele-mat met stekelvarens (V.6.gd). Het voorkomen van de rijke smele-matten wordt bevorderd door bemesting bij aanleg. Het arme type is op deze gronden echter veel algemener.

Ook op de iets oudere bosbodems (bosaanleg tussen 1850 en 1900) komen vooral naaldbossen voor. Het betreft voornamelijk tweede-generatie Pinus-bossen. Daarnaast komen ook Douglas-opstanden voor. Binnen de Pinus-bossen worden twee ecosysteemtypen onderscheiden: jonge, dichte opstanden met een ondergroei van mossen (V.5.gd) en oudere opstanden met een mat van Bochtige smele (V.2.gd). De door mossen gevormde ondergroei onder zowel de Douglas-opstanden, als de jonge dennenbossen behoort tot het voedselarme type (V.5.dg; resp. V.5.gd).

In bossen die voor 1850 zijn aangelegd (op deze groeiplaats zeer beperkt) behoort de actuele opstand minimaal tot de tweede generatie. Naast de op deze groeiplaats alom aanwezige dennenbossen komt op deze oudste bosbodems ook plaatselijk loofbos voor. Het betreft hier eiken- en beukenbossen, beide met een ondergroei van Blauwe bosbes en Kussentjesmos (V.7.ei; resp. V.7.bu). De alleroudste bosbodems van deze groeiplaats (waarop in 1800 al bos aanwezig was) zijn voornamelijk bedekt met opstanden van Grove den, met daaronder een ondergroei van Adelaarsvaren (V.3.gd).

Mettertijd zullen de bovengenoemde bossen zich ontwikkelen in de richting van de PNV: het Droog Berken-Zomereikenbos. De dominantie van Bochtige smele in de meeste bossen van deze groeiplaats kan dus beschouwd worden als een voorbijgaand verschijnsel, verband houdend met de relatief jonge leeftijd van de bosbodems (en bevorderd door verstoring en atmosferische stikstofdepositie). De actuele eikenbossen met een ondergroei van Blauwe bosbes en Kussentjesmos (V.7.ei) vertonen al grote gelijkenis met de PNV. De ontwikkeling van bossen van Grove den met een ondergroei van Adelaarsvaren (V.3.gd) zal stagneren.

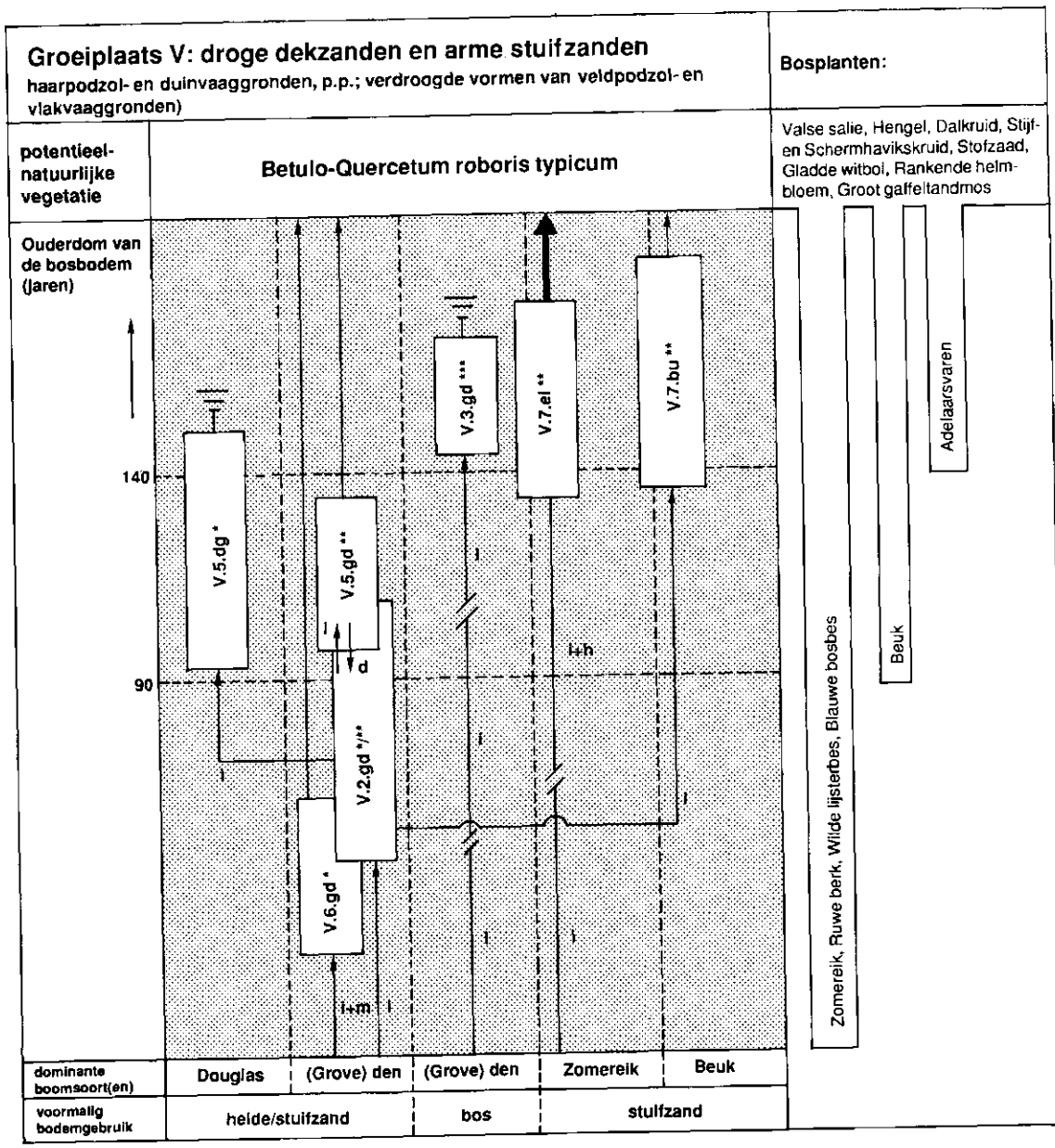


Fig. 5
Ontwikkeling van de bos-ecosysteemtypen op groeiplaats V.

Deel II
Onderzoek

Hoofdstuk 1.

Inleiding

1.1 Probleem- en doelstelling.

Onder de vlag van "bosclassificatie" zijn in het verleden in Nederland tal van indelingen van bossen gepresenteerd. Op de eerste plaats zijn er de indelingen die gebaseerd zijn op de spontane bosvegetatie. Een voorbeeld is het overzicht van de bossen zoals gegeven in het boek Plantengemeenschappen van Westhoff en Den Held (1968). Op de tweede plaats moeten de classificatie-systemen genoemd worden die uitgaan van het abiotisch milieu. Men denke hierbij aan de groeiplaatstypologie pologiepologiet.b.v. de bosbouw, zoals ontwikkeld door Firet (1986), een systeem dat berust op bosgroeiplaats-eigenschappen. Tenslotte moeten hier ook de indelingen genoemd worden die (deels) berusten op nog niet geactualiseerde kenmerken, bijvoorbeeld het overzicht van de potentieel-natuurlijke vegetatie-typen, ontwikkeld door Van der Werf (in voorbereiding) en het systeem van zgn. bosdoeltypen (Staatsbosbeheer, 1983). Onder bosdoeltypen wordt een lijst van bostypen verstaan, die men op lange termijn tot stand wil brengen.

Naast het praktische nut van genoemde en soortgelijke typologieën is er ook sprake van enige beperkingen.

1 De bestaande indelingen zijn min of meer ontwikkeld vanuit één discipline, bijv. de bosbouw, de bodemkunde, de vegetatiekunde of vanuit de bosbouwplanning. Er is duidelijk behoefte aan systematische overzichten, die vanuit meerdere invalshoeken te interpreteren zijn. Juist nu in het beleid een multifunctioneel gebruik van het bos wordt bepleit is een dergelijk indelingssysteem wenselijk. Er is tevens een toenemende belangstelling voor natuurlijke processen in het bos waarneembaar. Er wordt bijv. steeds meer gebruik gemaakt van natuurlijke verjonging voor opstandswisseling en van de kennis over de spontane vegetatie voor indirecte beoordeling van de bosbouwkundige mogelijkheden van de groeiplaats.

2 Een tweede bezwaar van sommige typologieën is dat ze zich voornamelijk richten op min of meer ongestoorde bossen. Dit geldt vooral voor plantensociologische overzichten van de bosgemeenschappen, waarin de beschreven bosassociaties vrijwel alle betrekking hebben op nagenoeg natuurlijke bossen. Dit bezwaar, van het buiten beschouwing laten van de sterk door de mens beïnvloede bossen, wordt in het bosbeheer al veel langer als een belangrijke tekortkoming ervaren.

3 Tenslotte moet hier de beperkte bruikbaarheid genoemd worden van bostypologieën, die gebaseerd zijn op de toekomstige, min of meer stabiele situatie, bijv. aangeduid als potentieel-natuurlijke-vegetatie (afgekort PNV). Een PNV-indeling van bossen en een PNV-kaart zijn weliswaar langdurig geldig, maar het probleem van de moeilijk te typeren, sterk veranderende bosecosystemen, die verreweg het grootste deel van het Nederlandse bos uitmaken, wordt hiermee uit de weg gegaan. Een dergelijk PNV-systeem is voor de beheerder van de opstand niet of maar zeer beperkt bruikbaar. De PNV-grenzen hebben eigenlijk meer betrekking op het abiotisch milieu dan op de vegetatie zelf. Verder kan men tegen het werken met potentiële bostypen aanvoeren dat hun voorkomen in de toekomst enigszins speculatief is, vooral gezien de huidige veranderingen in de uitwendig bepalende factoren.

Het signaleren van deze beperkingen is niet nieuw. Zo werd in 1984 op de eerste themadag van het Bosecosysteem-overleg onder meer geconcludeerd dat de bestaan de bostypologieën veelal gebaseerd zijn op de minst veranderlijke en best waarneembare kenmerken van het bosecosysteem, terwijl in ecologisch opzicht juist ook de sterk veranderende factoren van het ecosysteem van belang zijn. Tevens werd toen het gebrek aan inbreng vanuit de actuele functies van het bos in de gebruikelijke typologieën geconstateerd, een bezwaar dat vooral zou optreden in de sterk door de mens beïnvloede bossen.

Een en ander heeft geleid tot het voornemen om voor het Nederlandse bos een classificatiesysteem te ontwikkelen, dat met de volgende trefwoorden gekarakteriseerd kan worden:

- geïntegreerd (vegetatie, groeiplaats, beheer)
- gericht op de actuele situatie
- inzichtelijk wat betreft de ontwikkelingsmogelijkheden van de onderscheiden bostypen
- bruikbaar voor de beheerspraktijk
- bruikbaar op opstandsniveau

Onder *geïntegreerd* wordt verstaan: een ecosysteemclassificatie, d.w.z. het systeem is gebaseerd op kenmerken van zowel de levensgemeenschap, inclusief de boomlaag, alsmede op de eigenschappen van het abiotisch milieu en het bosbeheer.

De *gerichtheid op de actuele situatie* impliceert dat de typologie ook jonge en sterk gestoorde bossen omvat, zelfs als het bossysteem, afgezien van de boomlaag, voornamelijk wordt bepaald door soorten die hun opti-

mum buiten het bos hebben. Dit laatste doet zich bijv. voor in recent aangelegde populierenbossen waar de ondergroei geheel kan bestaan uit ruderale soorten, die hun optimum hebben in ruigtevegetatie.

Inzicht in de ontwikkelingsmogelijkheden van de afzonderlijke bostypen wordt geboden door de verschillende typen, in reeksen te rangschikken op grond van verschillen in ouderdom en beheervorm. De bruikbaarheid van het classificatiesysteem in de praktijk wordt bevorderd door een eenduidige, hiërarchische opzet van het classificatiesysteem met een daaraan gekoppelde determinatiesleutel. Ook het eenvoudig kunnen aflezen van de mogelijkheden van omvorming van een zeker bostype naar een ander type d.m.v. gericht beheer, komt de bruikbaarheid ten goede.

De eis van *bruikbaarheid van het systeem* op opstandsniveau vereist een daarmee corresponderende benadering in het veld. De proefvlakken die worden geselecteerd voor het beschrijven van de bosecotopen moeten derhalve homogeen zijn voor wat betreft de boomlaag (al dan niet gemengd), de struiklaag en de kruid- en moslaag. Alleen verwerking van opnamen van dergelijke homogene proefvlakken kan leiden tot een classificatiesysteem dat ook op opstandsniveau bruikbaar is.

Het ontwikkelen van een overzicht van Nederlandse bos-ecosystemen, zoals hierboven geschetst, is een omvangrijke en tijdrovende zaak. Om de methode te ontwikkelen is een voorstudie uitgevoerd op de Utrechtse Heuvelrug. Van dit gebied was een groot aantal vegetatie-opnamen voorhanden (ca. 750), zodat snel een start gemaakt kon worden en de duur van het vooronderzoek beperkt kon blijven.

Het onderzoek richt zich in principe op alle voorkomende bostypen van de Utrechtse Heuvelrug, d.w.z. zowel de sterk door de mens beïnvloede, alsook de meer natuurlijke bossen.

1.2 Aansluiting bij ander onderzoek.

De vorm van de verslaglegging van het vooronderzoek is zoveel mogelijk in overeenstemming met de voorgenomen benadering van het landelijke onderzoek. Dit betekent dat op een vergelijkbare wijze wordt aangesloten bij ander lopend onderzoek, met name bij het recent gestarte project 'Plantengemeenschappen van Nederland' van het RIN en De Dorschkamp, dat een revisie van het gelijknamige overzicht van Westhoff en Den Held (1968) beoogt.

Een ander project waarbij zoveel mogelijk aansluiting is gezocht betreft de PNV-typologie volgens Van der Werf (RIN, in voorbereiding).

Verder dient het 'Bosreservaten-onderzoek' hier vermeld te worden, evenals het Dorschkamp-werk aan een typologie van boshumusvormen.

1.3 Algemene beschrijving van het gebied.

De "Utrechtse Heuvelrug" is een gebied dat voornamelijk wordt gevormd door hogere zandgronden en strekt zich uit dwars door de provincie Utrecht van Rhenen tot Hilversum (zie fig. 1.1). De uiterste zuidpunt van het gebied wordt gevormd door de Grebbeberg aan de Nederrijn; in het noorden gaat de Heuvelrug over in de zandgronden van het Gooi. Aan de westzijde ligt het Kromme Rijn landschap en het Hollands-Utrechtse veenplassengebied. De oostgrens wordt gevormd door de Gelderse vallei, die naar het noorden overgaat in de Eemvallei.

Het gebied dankt zijn huidige, sterk geaccidenteerde vorm voor een belangrijk deel aan de stuwende werking van het landijs in de voorlaatste ijstijd, het Saalien. De hoogste stuwwallen liggen ten oosten van Doorn en bereiken daar een hoogte van meer dan 50 meter boven zeeniveau; de heuvels rond Baarn en Soestdijk komen maar net boven de 20 m +N.A.P. De totale lengte van het gebied bedraagt ruim 50 km. De breedte varieert van 2 km bij Rhenen tot ongeveer 15 km ter hoogte van Driebergen.

De belangrijkste bewoningscentra liggen van oudsher langs de flanken van de Heuvelrug. Het gebied zelf was tot in de vorige eeuw voornamelijk bedekt met heidevelden en stuifzanden. Deze laatste bereikten bij Leersum, Austerlitz en Lage Vuursche hun grootste omvang. Tegenwoordig zijn grote delen van het gebied met bos bedekt. Het betreft hier dus vooral relatief jonge bossen, d.w.z. bossen die na 1800 zijn aangeplant. Ongeveer 25% van het huidige bosareaal is zelfs na 1900 aangeplant.

Het studiegebied is uiteraard beperkt tot het beboste deel van de Heuvelrug. Op de voormalige heidevelden en stuifzanden is Grove den de belangrijkste boomsoort, op voormalige bouwlanden is dit de Zomereik en in mindere mate ook de Fijnspar. Veel opstanden van Zomereik zijn vroeger als hakhout in gebruik geweest. Vanaf 1900 is, althans op de betere gronden, een toenemende omvorming waarneembaar van het Grove dennenbos naar Larix- en Douglasbossen. Het voorkomen van opgaand loofbos van Beuk is nagenoeg beperkt tot de landgoederen

Hoofdstuk 2

Theoretische achtergronden

2.1 Inleiding.

Bossen worden gedefinieerd als ecosystemen waarin bomen aspectbepalend zijn. De natuurlijke bossen op onze breedtegraad zijn loofbossen. Het zonale bostype, d.w.z. het bostype dat onder natuurlijke omstandigheden zou overheersen, is het Beukenbos, op de voedselarme standplaatsen overgaand in Eikenbos. Beide typen worden gekenmerkt door een zeer complexe ruimtelijke structuur (Westhoff, 1976). Bossen zonder menselijke invloed worden in Europa nauwelijks nog aangetroffen. In ons land bestaat het grootste deel van het bos-areaal uit aangeplant naaldbos; het loofverliezende bos neemt slechts een klein percentage in beslag. Een zeer globale indeling, die zowel ecologisch als uit het oogpunt van het bosbeheer relevant is, betreft een onderscheid in drie categorieën (fig. 2.1) op basis van de criteria spontaniteit van de boomsoorten-samenstelling en de aard van de structuur van het bos.

	aard van de structuur	samenstelling boomsoorten
- cultuurbos	door mens bepaald	door mens bepaald
- half-natuurlijk bos	door mens bepaald	spontaan

Fig. 2.1
Indeling van bos op basis van structuur en soortensamenstelling.

Naast de factor mens (= bosbeheer) spelen ook de factoren ontwikkelingstijd en de hoedanigheid van het abiotisch milieu een belangrijke rol als verklaring voor de aanwezige bosvegetatie. Voor wat betreft de factor tijd is in dit opzicht zowel de leeftijd van de opstand van belang, alsook de periode dat op een bepaalde plaats min of meer ononderbroken bos aanwezig is geweest (Bruens et al. 1975; Rackham, 1980; Hermy, 1985). Ook voor de groeisnelheid van de betreffende boomsoorten is de periode van onafgebroken bosbeheer relevant. Er is bijv. vaak een verschil in groei tussen eerste en tweede generatie Pinus-bos op dezelfde groeiplaats.

Groeiplaats wordt hier gedefinieerd als het totaal van abiotische milieu-factoren van het bos op een bepaalde plaats, waaronder: bodem, humus, klimaat, reliëf en waterhuishouding. Deze factoren zijn mede bepalend voor de soortensamenstelling en de structuur van de levensgemeenschap van het bos, alsook voor de biomassaproductie.

2.2 Ontwikkeling van bosecosystemen.

Het complexe netwerk van factoren, dat binnen het ecosysteem op elkaar inwerkt, kan onderzoeksmatig alleen worden benaderd vanuit een tevoren vastgestelde strategie. Dit vereist een theoretisch model dat de structuur van de samenhangen binnen het ecosysteem beschrijft, een model dat dient als leidraad bij de stapsgewijze analyse en de integratie van de onderzoeksgegevens.

Twee zaken zijn hierbij aan de orde:

1 Een theoretisch model van causale dan wel correlatieve samenhangen tussen abiotische factoren, opstand, vegetatie en beheer.

2 Een theoretisch model van ecosysteem-ontwikkeling. Welke factoren spelen een beslissende rol in jonge ecosystemen, bij aanleg resp. ontstaan van bossen, waarbij het beheer veelal gericht is op productie, en welke factoren spelen een dominante rol in de oude bossen, waarbij het beheersdoel meestal gericht is op duurzame instandhouding.

Het ecosysteemmodel van Jenny (1941, 1961) is bij uitstek geschikt voor beantwoording van beide boven geformuleerde onderzoeksvragen, zoals o.m. Gigon (1975), Vos & Stortelder (1988), Pedroli et al (1988) laten zien. Door deze auteur wordt in de factoren die de ontwikkeling van het ecosysteem bepalen een onderscheid gemaakt tussen ONAFHANKELIJKE ('state factors') en AFHANKELIJKE factoren ('dependent factors') (zie ook figuur 2.2).

De onafhankelijke factoren zijn relatief constant (d.w.z. op termijn van enkele eeuwen) en determineren de richting van de ecosysteem-ontwikkeling. De afhankelijke factoren daarentegen veranderen met de ontwikkeling van het ecosysteem mee.

Volgens Jenny ontstaat elk ecosysteem in eerste instantie (fig. 2.2a) uit de direkte samenwerking van de 5 onafhankelijke factoren: macroklimaat, reliëf (inclusief de waterhuishouding), moedermateriaal, organismen (hier vooral de flora) en tijd. Daarnaast speelt de invloed van de mens, hier aangeduid met 'bosbeheer', een meer of minder belangrijke rol. Voor al deze factoren geldt dat ze het kader bepalen waarbinnen de ecosysteem-ontwikkeling zich afspeelt, maar dat ze in omge-

keerde richting niet veranderen als gevolg van deze ontwikkeling.

In het pionierstadium werken de onafhankelijke factoren direct in op het ecosysteem; er is sprake van een causaal verband. Na verloop van tijd vormen zich binnen het kader van de ONafhankelijke factoren geleidelijk de AFhankelijke factoren (zie ook de overgang fig. 2.2a naar 2.2b). Organismen vormen een steeds complexer samenhangende levensgemeenschap als gevolg van positieve terugkoppeling; uit het moedermateriaal ontstaat een bodemprofiel; het macro-klimaat wordt steeds sterker gebufferd en omgevormd naar een micro-klimaat en macro-reliëf wordt verder gedifferentieerd tot het micro-reliëf. Al deze omvormingen vinden plaats als gevolg van ontwikkelingen binnen het ecosysteem zelf.

De afhankelijke factoren gaan naarmate de tijd, en hiermee de ecosysteem-ontwikkeling, vordert een steeds bepalender rol spelen, terwijl de rol van de onafhankelijke factoren naar de achtergrond verschuift. Een voorbeeld waarbij de rol van een onafhankelijke factor na verloop van tijd zelfs geheel is uitgespeeld doet zich voor bij de ontwikkeling van hoogveen. In de eerste stadia van veenvorming speelt het moedermateriaal nog een belangrijke rol; wanneer evenwel het stadium van ombotroof hoogveen is bereikt, waarbij de vegetatie uitsluitend afhankelijk is van de neerslag met de daarin opgeloste stoffen, is de rol van deze 'state factor' geheel uitgespeeld. In de meeste ecosystemen echter blijven de onafhankelijke factoren het kader bepalen waarbinnen de afhankelijke factoren zich kunnen ontwikkelen. (fig. 2.2c)

Ook voor de bosontwikkeling geldt dat een pioniersysteem (jonge aanplant) op ongedifferentieerd moedermateriaal direct door de onafhankelijke factoren wordt bepaald. Er heeft nog geen bodemvorming plaatsgevonden en het klimaat werkt rechtstreeks in op het substraat en de pas geplante bomen. De factoren werken direct op elkaar in en er is geen sprake van stabilisering maar van verandering (eerst groeien er eenjarige kruiden, vervolgens overblijvende ruigte-soorten, dan grassen, enz.). Geleidelijk echter komen bodemvormingsprocessen op gang, de vegetatie sluit zich en de afhankelijke factoren gaan een rol spelen. Algemeen geldt dat de ene komponent de oorzaak is van de vervanging van een andere (er is sprake van een wisselwerking). Na verloop van lange tijd (bij bos wel tot honderden jaren) ontstaat een dynamisch evenwicht. Er is dan geen sprake meer van eenvoudige, causale relaties, maar van veel ingewikkelder, correlatieve verbanden, dit wil zeggen van een stabiliserende wisselwerking van factoren met negatieve terugkoppeling.
Ook voor onderzoek ten behoeve van de bosclassificatie is het model van Jenny van grote betekenis. Wij hebben immers van doen met een groot scala van jonge bosecosystemen (voornamelijk bepaald door onafhankelijke groeiplaatsfactoren) en daarnaast ook met relatief oude ecosystemen, die vooral worden bepaald door de wisselwerking tussen de afhankelijke factoren).
Voor het construeren van modellen van successie en vervanging (bosontwikkelings-modellen) bieden de onafhankelijke groeiplaatsfactoren een duurzaam kader waarbinnen veranderingen (afhankelijke factoren) kunnen worden gerangschikt. Successie wordt hier gedefinieerd als de opeenvolgende veranderingen die zich in de vegetatie spontaan voltrekken, waarbij een plantengemeenschap ontstaat of in een ander overgaat. Worden deze veranderingen door de mens geïnduceerd dan is sprake van vervanging.

2.3 Levensvormen en levensvormenspectra

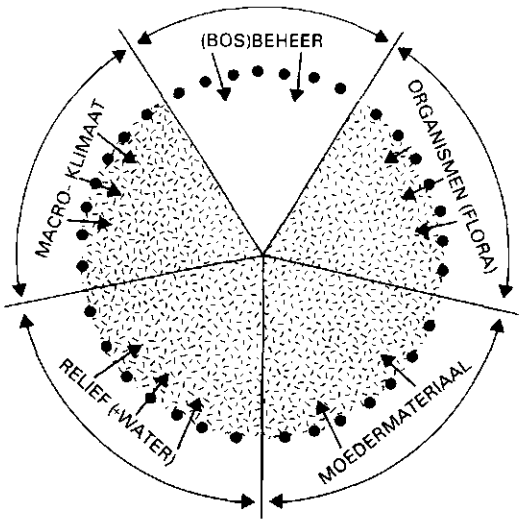
Een levensvorm kan worden gedefinieerd als een groep van plantesoorten met overeenkomstige morfologische aanpassingen aan de milieu-omstandigheden. Tal van systemen van levensvormen zijn in de loop der tijd ontwikkeld, maar het systeem van Raunkiaer (1908), dat gebaseerd is op de aanpassing van de planten aan het ongunstige jaargetijde, dus de koude winter (op onze breedte) of de droge, hete zomer (bijv. in het mediterrane gebied), is het meest bekend en het meest toegepast.

De zes belangrijkste levensvormen worden hier vereenvoudigd weergegeven:

1.Therofyten.
Eenjarige planten, die slechts gedurende één vegetatieperiode leven. Het ongunstige seizoen wordt overbrugd in de vorm van zaad of als spore.
2.Hydrofyten.
Meerjarige, ondergedoken waterplanten, overwinterend met wortelstokken of met knollen.
3.Geofyten.
Ondergronds overwinterende planten met reserves opgeslagen in de wortelorganen (knollen, bollen of wortelstokken).
4.Hemicryptofyten.
Planten die aan de oppervlakte overwinteren en in het voorjaar weer uitlopen vanuit het maaiveld of vanuit het strooisel.
5.Chamaefyten.
Deze planten overwinteren met hun knoppen vlak boven de grond (tot 25 cm). Hiertoe behoren dwergstruiken als Blauwe bosbes, Struikheide en Dopheide, maar ook vetplanten en kruipende zaadplanten.
6.Phanerofyten.
Planten met overwinteringsknoppen boven 25 cm. Vaak wordt een onderscheid gemaakt tussen Nanophanerofyten (lage struiken) en Phanerofyten s.s., (bomen en de struiken die hoger worden dan 2 meter).

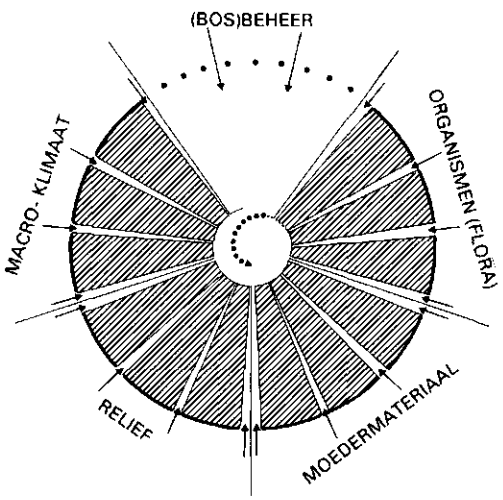
A Pionierstadium

- Causale relaties
- Geen demping
- Accent op de *onafhankelijke* factoren



B Tussenstadium

- Causale relaties
- Toenemende demping door terugkoppeling



C Eindstadium

- Correlatieve verbanden
- Maximale omvorming/demping
- Accent op de *afhankelijke* factoren

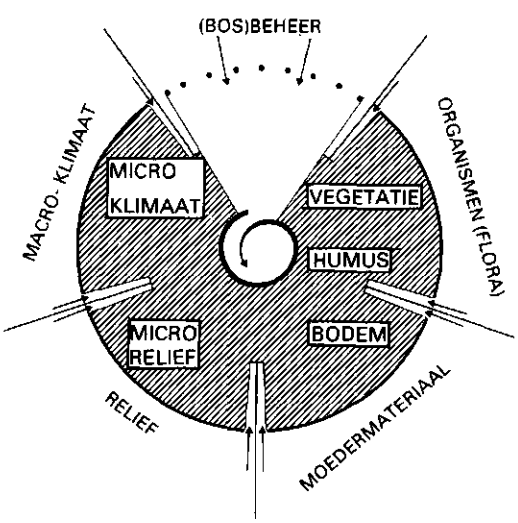


Fig. 2.2 Ecosysteemontwikkeling.

Afhankelijke factoren

De hier gegeven indeling werd door Raunkiaer (1934) en diverse andere auteurs verder uitgewerkt tot een groot aantal subtypen.

Door vast te stellen hoe groot de bijdrage is van elk van deze levensvormen aan de flora van een bepaald gebied verkrijgt men het zogenaamde levensvormenspectrum, dat een duidelijke samenhang vertoont met het klimaat van het gebied in kwestie. In de natte tropen bijvoorbeeld overheersen de Phanerofyten, in het mediterrane klimaat de Geofyten en Therofyten en in de gematigde, vochtige gebieden de Hemicryptofyten.

Levensvormenspectra worden niet alleen bepaald van de flora van grote gebieden maar ook van plantengemeenschappen. Omdat de levensvormen niet uitsluitend een uitdrukking zijn van het klimaat, maar ook van tal van andere standplaatsfactoren, wijzen dergelijke spectra vaak op interessante ecologische verbanden. Op een bepaalde groeiplaats heeft de ene levensvorm meer mogelijkheden dan de andere. Hoe extremer het milieu des te sterker deze selectie en des te duidelijker dit tot uitdrukking komt in een typisch eigen spectrum. Om levensvormenspectra van plantengemeenschappen te kunnen interpreteren wordt hieronder in het kort ingegaan op de ecologische betekenis van de verschillende levensvormen, voor zover dat voor dit onderzoek relevant is.

Op plaatsen waar het substraat regelmatig wordt verstoord als gevolg van grond-bewerking gedijen de *Therofyten*. Deze groep van planten wordt gekenmerkt door een opportunistische levenswijze. Snel kiemen, groeien en veel zaad vormen is hun strategie, want als na verloop van tijd meer concurrentiekrachtige soorten verschijnen, leggen ze al gauw het loodje. Akkeronkruiden als Klaprozen, Vogelmuur en verschillende soorten Kamille behoren tot deze levensvorm.

Geofyten zijn eveneens planten die zijn aangepast aan 'onzekere' substraten. Dit kan betrekking hebben op bewegen van het substraat, zoals dat plaats vindt in hellingbossen waar het strooisel zich geleidelijk verplaatst, op overstromen van de bodem, bijv. in rivier- en beekbegeleidende bossen of op verstoring van de grond door de mens. In al deze gevallen is ondergronds gaan een oplossing. In de wortelstokken, bollen en knollen ligt reservevoedsel opgeslagen, zodat de plant in het voorjaar in zeer korte tijd (enkele dagen) bovengronds kan uitgroeien en in bloei kan komen. Met name in bossen is deze levensvorm van belang. De Geofyten moeten hier in de korte periode tussen de winter en het tijdstip dat de bomen in blad zitten hun cyclus (van kiemen, uitgroeien, bloei en vruchtzetting) voltooien. Het starten met een sprint is in dit geval erg gunstig. Het voorjaarsaspect in onze loofbossen bestaat voornamelijk uit plantesoorten die behoren tot deze levensvorm (bijv. Speenkruid, Bosanemoon, Vogelmelk, Daslook en vele soorten varens en orchideeën).

Chamaefyten zijn kleine planten die bovengronds overwinteren. Het substraat is te voedselarm om in het najaar bovengronds af te sterven, veilig ondergronds te gaan en in het voorjaar weer een nieuw bovengronds lichaam op te bouwen, zoals de Hemicryptofyten en Geofyten doen. De strategie is om zo constant mogelijk te blijven door de seizoenen heen om op deze wijze met weinig mineralen toch rond te komen. Sommige Chamaefyten houden zelfs hun blad gedurende de winter, zoals Vossebes, Dopheide, Lavendelheide, Veenbes en Struikheide. Het is dan ook niet verwonderlijk dat deze asceten optimaal voorkomen op de armste standplaatsen als stuifzanden en hoogvenen.

Hemicryptofyten hebben op onze breedte hun optimum, vooral in de niet extreme milieus. Ze zijn minder specifiek dan de hiervoor beschreven levensvormen. Ze verdragen slechts beperkt verstoring van de bodem en komen op zeer arme groeiplaatsen niet tot hoge bedekking. Slechts weinig soorten Hemicryptofyten kunnen gedijen in donkere bossen. In alle opzichten zijn de Hemicryptofyten soorten van het midden.

Ook *Phanerofyten* en *Nanophanerofyten* hebben hun optimum op de niet extreme stand-plaatsen. Bossen en struwelen ontbreken in ons land van nature bijvoorbeeld op plaatsen met zout water en op echte hoogvenen. Daarnaast wordt het voorkomen van bomen en struiken in hoge mate bepaald door het landgebruik.

Het spreekt vanzelf dat in bos-ecosystemen deze levensvormen een grote rol spelen. Toch kan het aandeel van met name de Nanophanerofyten (struiken tot 2 meter) t.o.v. overige levensvormen in bossen sterk varieren. In het algemeen komen in de bossen op de voedselrijkere standplaatsen de Nanophanerofyten met meer soorten voor en in hogere bedekkingen dan in bossen van voedselarme milieus.

In de levensvormenspectra van de bossen van de Utrechtse Heuvelrug (zie Deel I) zijn alle genoemde levensvormen vertegenwoordigd, met uitzondering van de Hydrofyten. De mossen, die ook wel tot de Chamaefyten worden gerekend, worden in het spectrum als een aparte categorie aangegeven, in navolging van Gams (1918) (Mueller, Dombois & Ellenberg, 1974). Voor de bomen en struiken die groter zijn dan 2 meter (Phanerofyten) is een onderscheid gemaakt tussen loofverliezende en wintergroene soorten. Dit onderscheid is vooral zinvol voor een goed begrip van de naaldbossen, waar naast wintergroene soorten ook loofverliezende bomen en struiken een belangrijk aandeel in het spectrum kunnen hebben.

2.4 Ecosysteemclassificatie

In deze studie worden ecosysteemtypen onderscheiden op basis van de combinatie van primaire groeiplaats, spontane vegetatie en dominante boomsoort(en). Vos en Stortelder (1988) onderscheiden drie trends in de ecosysteem-ontwikkeling, die overeenkomen met een indeling in drie hoofdtypen.
Het betreft:

- fysiografisch bepaalde ecosystemen
- door de vegetatie gecontroleerde ecosystemen
- door het beheer bepaalde ecosystemen

Voor de meeste ecosysteemtypen geldt dat er sprake is van een samenspel van deze drie trends, waarbij meestal bij een van de drie het accent gelegd kan worden.

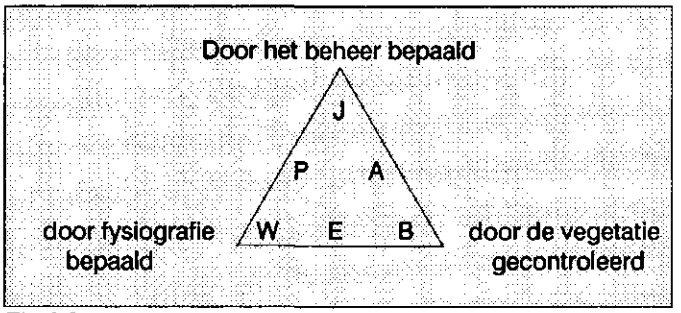


Fig. 2.3
Trends in ecosysteem-ontwikkeling met enkele voorbeelden.
(J = Jonge aanplant, P = Productiebos, A = Adelaarsvarenveld, W = Wilgenvloedstruweel, E = Eiken-Berkenbos, B = Beukenbos).

Enkele (extreme) voorbeelden worden hier toegelicht aan de hand van de overheersende levensvormen.

Een bos-ecosysteemtype dat in hoge mate door het beheer wordt bepaald is een jonge aanplant (J). De spontane vegetatie verkeert in een pionierstadium en er is nog geen sprake van omvorming van het milieu. De overheersende levensvorm is de Therofyt (eenjarige planten). De vegetatie maakt een ruderale indruk en vormt nog geen duidelijke afspiegeling van de abiotische omstandigheden.

In de wat oudere productiebossen (P) speelt naast het beheer ook de fysiografie een grote rol. Fysiografisch bepaalde ecosystemen kunnen van tweeërlei aard zijn:

A gekenmerkt door dynamisch-voedselrijk milieu;

B gekenmerkt door constante, voedselarme milieu-omstandigheden.

ad A:

Een sterk door de fysiografische factoren bepaald ecosysteem van dynamisch-voedselrijk milieu is het Wilgenvloedbos (W), zoals dat in de uiterwaarden langs de grote rivieren voorkomt. Beheersinvloeden en mogelijkheden voor omvorming van het milieu door de vegetatie spelen hier een ondergeschikte rol. Er treedt geen bodemvorming op en voortdurend wordt nieuw materiaal afgezet. Levensvormen die hier gedijen zijn Rhizoom-geofyten (bijv. Kweek, Grote brandnetel en Haagwinde) die met hun wortelstokken snel het nieuwe substraat koloniseren en ook Therofyten (eenjarigen).

ad B

Laag dynamische omstandigheden worden aangetroffen in de oude bossen op de extreem arme gronden. Het ecosysteem kan hier in stand blijven doordat de zuinig opgespaarde mineralen in de biomassa worden vastgehouden, ook gedurende de winterperiode, in de stengels en in de bladeren. Eiken-Berken bossen (E), met een ondergroei van dwergstruiken (Chamaefyten) als Vossebes, Struikheide en Bosbes, zijn hiervan een voorbeeld. Omdat in dit voorbeeld ook sprake is van zelfregulatie door de vegetatie is (E) in figuur 2.3 op het midden van de basislijn afgebeeld.

Voorbeelden van ecosystemen die in hoge mate door de vegetatie worden gecontroleerd en waarbij het beheer en de fysiografie een ondergeschikte rol spelen zijn de Beukenbossen (B) en de Adelaarsvarenvelden (A). De vegetatie heeft echter wel een zekere tijd nodig om deze rol te kunnen vervullen. Bovendien mag de standplaats niet extreem dynamisch (verstoring) of voedselarm zijn. Het vegetatie gecontroleerde ecosysteem in een gebied vertoont vaak grote overeenkomst met de overheersende climax. In ons land, en ook in het studiegebied, is de Beuk in staat om grote oppervlakten terrein, met daarbinnen betrekkelijk grote verschillen in milieu, om te vormen (habitat-transformatie) tot een Beukenbos met betrekkelijk weinig ondergroei. De overheersende levensvorm is de Phanerofyt (de beuk zelf!) met in de ondergroei enkele Geofyten en Chamaefyten. De beide laatstgenoemde levensvormen zijn het best bestand tegen stress (licht- en wortelconcurrentie). Op plaatsen waar het strooisel niet te dik is kunnen ook bultvormige mossen in deze bossen gedijen (o.a. Kussentjesmos en Pluisjesmos). Deze mossen zijn enigszins gebufferd tegen droogte, hebben net als alle mossen een beperkte biomassa en altijd groen blad. Het laatstgenoemde kenmerk is gunstig in verband met lichtconcurrentie.

Een Adelaarsvarenveld (A) is een voorbeeld van een door de vegetatie gecontroleerd ecosysteem, waarbij ook het beheer in het geding is. Immers, Adelaarsvarenvelden ontstaan vrijwel altijd als gevolg van menselijk toedoen, bijvoorbeeld kap van bos, al of niet gevolgd door tijdelijke begrazing. De levensvorm die hier overweegt is de Rhizoom-geofyt.

In beide voorbeelden (Beukenbossen en Adelaarsvarenvelden) verloopt de habitat-transformatie via het de geleidelijke opbouw van een humusprofiel, uiteindelijk met een dikke strooisellaag. De dominante soorten zijn in staat om de hieruit vrijkomende mineralen maximaal te benutten door een dichte doorworteling van de A-horizont, waardoor de vestigingsmogelijkheden voor andere soorten sterk beperkt worden.

Hoofdstuk 3

Werkwijze

3.1 Algemene beschrijving van de methode.

Bij de uitvoering van het project wordt ervan uitgegaan dat het vegetatietype een van de aspecten is op basis waarvan een indeling in bosecosystemen gemaakt kan worden. Dit houdt in dat de eerste aanzet tot een globale structuur van het te ontwikkelen classificatiesysteem kan worden verkregen op basis van bestaande vegetatieopnamen. Clustering van deze opnamen met behulp van het computerprogramma TWINSPAN (Hill, 1979) leidt, na interpretatie, tot voorlopige vegetatietypen, die worden gekenmerkt door een specifieke soortensamenstelling (zie 3.4). Het voorkomen van verschillen in de dominante boomsoort van de opstand kan aanleiding zijn tot een nadere onderverdeling van de vegetatietypen.

In een volgende stap worden de clusters geordineerd met behulp van het ordinatieprogramma DECORANA (Hill, 1973, Gauch, 1982). Met deze techniek kunnen de opnamen zodanig worden gerangschikt dat de grootste variatie in het materiaal zichtbaar wordt (zie 3.4). Na ordinatie volgt de selectie van de punten die als de beste vertegenwoordigers van het cluster kunnen worden beschouwd en in aanmerking komen om geselecteerd te worden voor een uitgebreide ecosysteemopname. Gezien het belang van de selectieprocedure voor het uiteindelijk onderzoeksresultaat, lijkt een nadere uitwerking van deze stap op zijn plaats (zie hiervoor 3.2).

De geselecteerde punten worden in het veld opnieuw en veel uitgebreider onderzocht. Het blijft echter noodzakelijk eerst in het veld te controleren of het geselecteerde bosecotoop (nog) voldoende representatief is voor het bedoelde vegetatietype (zie 3.2). Indien het gekozen punt hieraan voldoet, worden de volgende aspecten geïnventariseerd:

- algemene fysiografie
- stooisellaag (humusprofiel)
- minerale bodemprofiel
- hydrologie
- vegetatie
- groei en verjonging
- algemene opstandskenmerken.

Meer specifieke beheersaspecten, inclusief de beheersgeschiedenis, worden bepaald aan de hand van gesprekken met beheerders en studie van archieven en oude topografische kaarten (zie 3.3).
Na afronding van het veldwerk wordt, nu op meer formele wijze, nogmaals gecontroleerd of de nieuw gemaakte opnamen inderdaad representatief zijn voor de te bemonsteren vegetatietypen (zie 3.2).

Pas hierna kan met de verwerking van de verzamelde gegevens worden begonnen. Dit betekent in eerste instantie: invoer, verwerking en korte verslaglegging per onderzoeksaspect. Dan volgt de integratiefase. Voor de integratie zijn niet alle beschikbare gegevens relevant; het gaat immers om een bosclassificatie op basis van vegetatie, opstand, groei en verjonging en de factoren die de hoedanigheid daarvan bepalen. Door de indeling in vegetatietypen/opstandstypen, humustypen en groei- en verjongingstypen te correleren met de abiotische kenmerken en beheersgegevens ontstaat inzicht in de variabelen die hiervoor onderscheidend zijn. Deze analyse geschiedt met behulp van het computerprogramma DISCRIM (Ter Braak, 1982; zie verder 3.4).

In overeenstemming met de theoretische uitgangspunten (hfdst. 3), wordt binnen de relevante abiotische kenmerken een onderscheid gemaakt tussen onafhankelijke en afhankelijke factoren. Op basis van de eerste categorie worden de zogenaamde primaire groeiplaatsen gedefinieerd, die onveranderlijk zijn in de tijd. De afhankelijke factoren worden vertaald in bodem- en humustypen.

Tenslotte worden per primaire groeiplaats de BOSECOSYSTEEM-TYPEN beschreven. Het betreft voor elke groeiplaats een aantal vaste combinaties van vegetatie- en opstandstypen met daaraan gekoppeld een bepaald humus/bodemtype. Deze bos-ecosystemen worden, eveneens per groeiplaats, gerangschikt in afhankelijkheid van ontwikkelingstijd en bosbeheer. Dit resulteert in een kwalitatief ecosysteem-ontwikkelingsmodel.

Een schematisch overzicht van de gehele werkwijze wordt gegeven in fig. 3.1.

3.2 Selectie en toetsing van opname-punten.

Voor het opstellen van een eerste voorlopige vegetatietypologie voor de Utrechtse Heuvelrug m.b.v. het computerprogramma TWINSPAN (zie 3.1) is gebruik gemaakt van een bestaand bestand van 750 vegetatie-opnamen. Het betreft hier opnamen van Van Dort (1983). De sample-strategie die aan dit bestand ten grondslag ligt is deels 'stratified' (naar tijdstip en wijze van bebossing en naar voormalig grondgebruik), deels 'random' (aselecte locatie keuze binnen de bovengenoemde hoofdcategorieën).

De selectie van opnamen die voldoende representatief worden geacht om als 'ecosysteem-opnamen' herhaald te worden, is uitgevoerd met behulp van een DECORANA ordinatie (zie ook 3.4). De punten die bij ordinatie aan de rand van een puntenwolk van een cluster worden gevonden ('outlines') zijn geen typische vertegenwoordigers van het betreffende type en komen dus niet voor selectie in aanmerking. Hetzelfde geldt ook voor de opnamen die bij de voorafgaande TWINSPAN cluster-procedure randgevallen bleken, de zogenaamde 'borderlines' en 'misclassifieds'.

Zoals in par. 3.1 werd opgemerkt, is het van belang om in het veld te controleren in hoeverre de actuele situatie nog past binnen de gedefinieerde grenzen van het betreffende type. Het is mogelijk dat dit niet het geval is, vooral in gevallen waarbij tussen de eerste opname en de herhalingsopname geruime tijd is verstreken. Redenen voor verandering zijn bijvoorbeeld: natuurlijke successie, bosbouwkundige maatregelen of veranderde wild- of recreatiedruk. De beoordeling of men inderdaad van doen heeft met het beoogde vegetatietype, kan het best geschieden met behulp van een plantensociologische frequentietabel, waarin de verdeling van de soorten over de vegetatietypen worden weergegeven. De frequentietabel van de bosgemeenschappen van de Utrechtse Heuvelrug omvat 12 typen en 102 soorten (zie hoofdstuk 4).

Wanneer de verschillen tussen de onderscheiden vegetatietypen betrekkelijk gering zijn, kunnen beoordelingsfouten in het veld niet worden uitgesloten. Bovendien kunnen nieuwe gegevens en inzichten leiden tot verandering van de opvattingen omtrent de meest juiste classificatie. Derhalve dient aansluitend op het veldwerk het verzamelde opnamemateriaal nogmaals, op formele wijze, te worden geconfronteerd met het basisbestand van opnamen, waaruit de selectie werd gemaakt. In de praktijk kan deze toetsing op verschillende manieren worden uitgevoerd:

1 Door toevoeging van de herhaalde opnamen aan het basisbestand en de opnamen met uiterst laag gewicht 'mee laten lopen' in een clusterprocedure.

2 Met de hand, door vergelijking van de opnamen met de (aangepaste) frequentietabel.

3 Door middel van ordinatie van de opnamen.

De laatste methode bleek de meest bevredigende.

De resultaten van de DECORANA-ordinatie van de 73 nieuwe opnamen van de Utrechtse Heuvelrug worden weergegeven in figuur 4.2 en 4.3. Na ordinatie werd een drietal opnamen als afwijkend beoordeeld; deze opnamen zijn verder buiten beschouwing gelaten. Daarnaast bleken 4 opnamen zodanig te zijn veranderd dat ze beschouwd kunnen worden als goede vertegenwoordigers van een ander vegetatietype dan waarvoor zij in eerste aanleg voor waren geselecteerd. Zoals blijkt uit de ordinatie-diagrammen (fig. 4.2 en 4.3), kunnen de 12 vegetatietypen goed van elkaar worden onderscheiden. De clusters, die overeenkomen met de typen, zijn genummerd naar de volgorde van de projecties van de centroïden van de clusters op de eerste ordinatie-as. Aangezien de eerste as duidelijk gecorreleerd lijkt met de voedselrijkdom van de bodem, staan de typen dus min of meer geordend van arm naar relatief rijk.

3.3 Veldwerkmethoden.

Een opsomming van de kenmerken van het bosecosysteeem, die in het veld zijn opgenomen, wordt gegeven in 3.1. Hier volgt een nadere uitwerking, waarbij tevens wordt ingegaan op de technieken die gebruikt zijn en op enkele methodische beperkingen. Deze beperkingen zijn merendeels het gevolg van de korte duur en het verkennend karakter van deze voorstudie.

Wat betreft de algemene fysiografie werden o.a. locatie, hellingkenmerken en hoogte boven N.A.P. genoteerd. Ook werd aandacht besteed aan het omringend landschap: het landschapstype, de grootte van het bosgebied, de afstand tot de bosgrens en het aangrenzend grondgebruik.

Van de strooisellaag werden binnen elke ecosysteemopname enkele profielen beschreven. Het aantal (variërend van 3 tot 5) is afhankelijk van de interne heterogeniteit van het proefvlak. In het totaal zijn voor 70 ecosysteemopnamen 239 profielen onderzocht. Voor wat betreft de horizontindeling, werd de algemene gebruikte onderverdeling in L, F en H aangehouden. Van elk der horizonten werd verder genoteerd: dikte, aard van de grenzen, beworteling, eventueel aanwezigheid van schimmels en/of bodemfauna, consistentie , structuur en aard (herkomst) van het materiaal. In deze voorstudie werden geen fysische en chemische analyses verricht.

Voor de beschrijving van het minerale deel van het bodemprofiel werden profiel-kuilen van circa 120 cm diepte gegraven. Tot een diepte van circa 200 cm werd door middel van boring aanvullende informatie verzameld. Bij de beschrijving van het profiel werd uitgegaan van de standaard Stiboka-methode. Dit betekent dat per horizont de volgende kenmerken werden beschreven: dikte, geologische afzetting, verstoring (%), aard van de grens, kleur, organische stof (% en aard), textuur, beworteling, kalkklasse, verkitting, vlekking en structuur. Ook voor het minerale deel van het profiel zijn geen monsters genomen of chemische analyses ver-

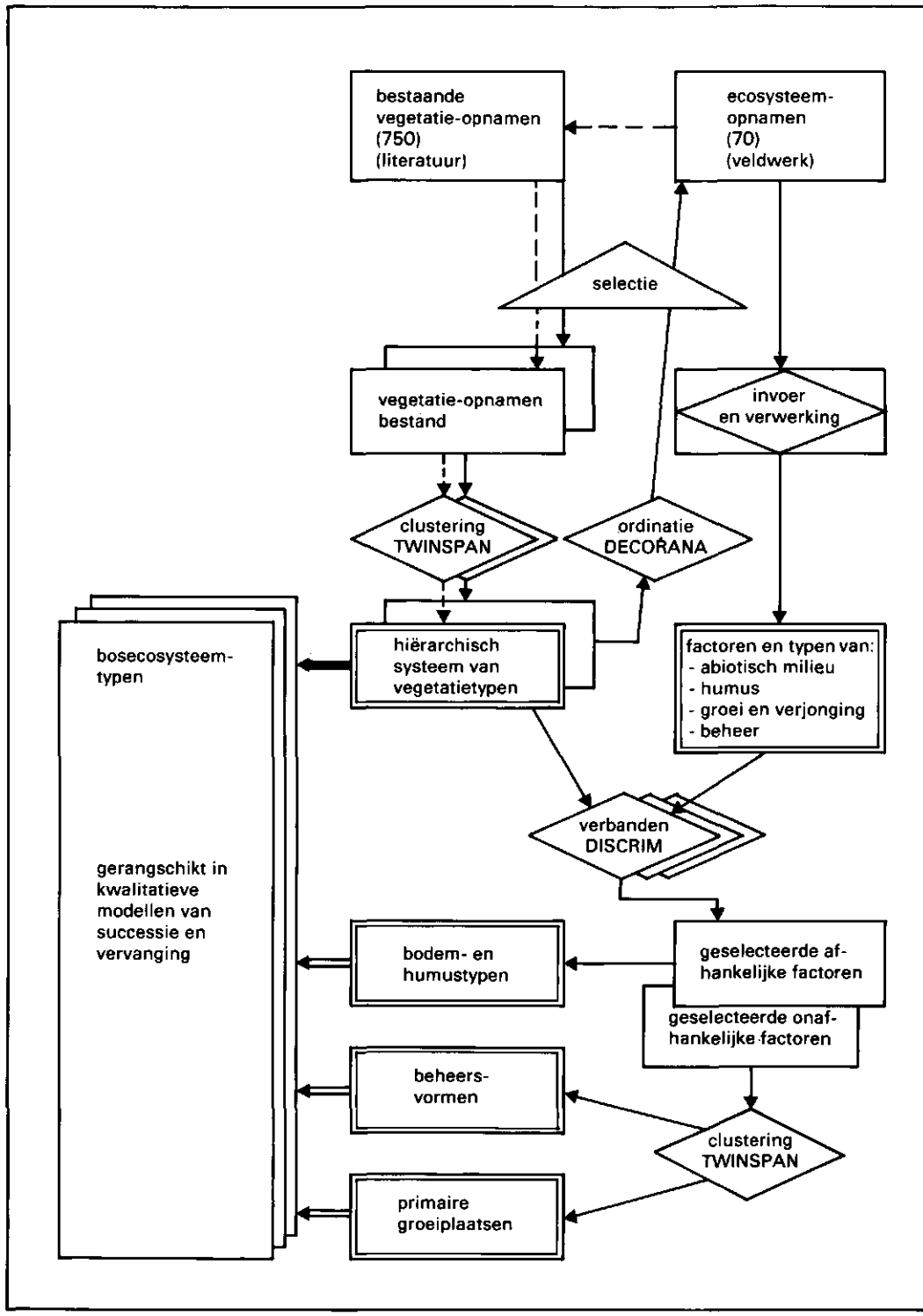


Fig. 3.1
Schematisch overzicht van de gevolgde werkwijze.

richt. De textuurbepalingen berusten op veld-schattingen.

In het overgrote deel der onderzochte gronden komt het grondwater nooit binnen 200 cm beneden het maaiveld. In alle gevallen is sprake van inzijging. Daarom is voor het vooronderzoek de bestudering van de hydrologie beperkt tot het bepalen (schatten) van de gemiddeld hoogste, laagste en voorjaars-grondwaterstand (respectievelijk GHG, GLG en GVG).

Wat betreft de vegetatie werd zowel aandacht besteed aan de structuur (hoogte en bedekking van de verschillende vegetatielagen), als aan de floristische samenstelling. Voor alle soorten hogere planten (vaatplanten en mossen) werd de abundantie/bedekking genoteerd in een negendelige schaal en de sociabiliteit in een vijfdelige schaal (Westhoff & Van der Maarel, 1973). De gemiddelde grootte van een vegetatie-opname bedroeg circa 1 are.

Bij de beschrijving van de spontane verjonging van de boomvormende soorten is uitsluitend aandacht besteed aan die individuen die ouder zijn dan 1 jaar en waar van kan worden aangenomen dat zij niet zijn geplant. Per opnamepunt is een analyse uitgevoerd in minimaal 16 en maximaal 36 'subplots' van 5x5 m. Het aantal gehanteerde subplots is afhankelijk van de dichtheid van de jonge boomvormende planten. Per individu is opgenomen: de soort, de hoogte (in klassen van 0.5 m) en de eventuele wildschade; van meerstammige individuen is het aantal stammen genoteerd en van individuen hoger dan 2 m is de diameter op borsthoogte (dbh) bepaald. Wat betreft de boomgroei werd het grondvlak (methode Bitterlich), de opper-hoogte (Schutz en Van Tol, 1981), de gemiddelde afstand tussen opeenvolgende takkransen in de (veronderstelde) lineaire groeifase van de bomen en de diameter op borsthoogte bepaald. In enkele gevallen werd ook een aanwasboring verricht. Voor de groeibepalingen werd uitgegaan van 4 geneste subplots van elk 1 are.

Als algemene opstandskenmerken tenslotte zijn voor de gehele beheerseenheid de beheersvorm, het type van menging en de verticale structuur beschreven. Daarnaast werd, eveneens voor de gehele beheerseenheid, de samenstelling en de ruimtelijke verdeling van de boomvormende soorten onderzocht. Zoals eerder vermeld, werden de belangrijkste gegevens met betrekking tot de beheers-geschiedenis en het actuele beheer niet in het veld verzameld, maar door middel van interviews en kaart- en archiefstudie achterhaald. Voor een overzicht hiervan wordt verwezen naar paragraaf 4.1.5 en 4.1.6.

3.4 Computer-technieken.

Binnen de procedure van ecosyteem-classificatie, zoals beschreven in par. 3.1, wordt van een drietal computerprogramma's gebruik gemaakt. Het betreft hier TWINSPAN (Hill, 1979), DECORANA (Hill, 1979, Gauch, 1982) en DISCRIM (Ter Braak, 1982). Op elk van deze programma's zal hieronder kort worden ingegaan.
Het programma TWINSPAN (TWo-way INdicator SPecies ANalysis) is een programma dat gebruikt wordt voor de cluster-analyse van data bestanden. Binnen dit project is de toepassing van dit programma voor de classificatie van het uitgangsmateriaal (750 vegetatieopnamen van de Utrechtse Heuvelrug) de belangrijkste. Deze clustering leidde tot de (voorlopige) vegetatietypologie waarbij 12 typen werden onderscheiden.

TWINSPAN is een voorbeeld van een divisief, hierarchisch clusterprogramma. Dit houdt in dat de procedure uitgaat van de totale populatie als een groep en deze eerst splitst in twee subgroepen. Vervolgens wordt elke subgroep afzonderlijk weer in tweeën gedeeld, enzovoorts. Welke tweedelingen op een laag splitsingsniveau nog zinvol zijn is een vraag die de onderzoeker zelf dient te beantwoorden, al levert het programma hiervoor wel een zekere indicatie in de vorm van de zogenaamde eigenwaarde van de splitsing. In het algemeen geldt dat de clusters die niet nader worden onderverdeeld en die dus overeenkomen met de gezochte typen, op verschillende niveaus van de boomstructuur aangetroffen worden. Het uiteindelijk aantal typen wordt derhalve bij interpretatie vastgesteld. Voordeel van het TWINSPAN-programma is niet alleen de grote capaciteit wat betreft de te bewerken bestanden, maar ook de vele opties die de onderzoeker kan kiezen, zoals het toekennen van extra gewicht aan afzonderlijke soorten, opnamen en bedekking/abundantie klassen. Dit maakt het bijvoorbeeld mogelijk om voor opnamen in bossen de soorten van de boomlaag (bestaande uit dominante, maar vegetatiekundig weinig interessante soorten) een geringe invloed te geven op de clustering. Een ander voordeel van TWINSPAN is dat uitspraken worden gedaan over de mate van representativiteit van de afzonderlijke opnamen voor de onderscheiden clusters (zie ook 3.2).

DECORANA (DEtrended CORrespondence ANAlysis) (Hill, 1973, Gauch, 1982), is een ordinatieprogramma dat in eerste instantie is ontworpen voor het bewerken van ecologische informatie, voor zover dit betrekking heeft op een verzameling gegevens in een verzameling van opnamen. Een set van vegetatie-opnamen is hiervan een voorbeeld. Met deze techniek kan men de opnamen zodanig rangschikken langs assen van een ordinatie-diagram dat de voornaamste variatie in het materiaal tot uiting komt.

Bij een dergelijke ordinatie wordt het opnamebestand beschouwd als een puntenwolk in een meerdimensionale ruimte. Door het maken van diagrammen kan vanuit verschillende invalshoeken de structuur van deze puntenwolk worden bezien en een goed beeld worden verkregen van de variatie en de positie van de diverse opnamepunten. Grafisch is het niet mogelijk deze variatie in een figuur weer te geven. Derhalve wordt gebruik gemaakt van een aantal complementaire diagrammen. Elk ordinatie-diagram van een puntenwolk is een tweedimensionale weergave, een projectie van alle punten in een vlak met twee haaks op elkaar staande assen. Elk van deze assen verklaart een ander deel van de variatie en in de regel kunnen de belangrijkste assen, (de assen met de laagste rangnummers) goed gecorreleerd worden met de meest relevante milieufactoren.

De DECORANA techniek is in deze studie ook gebruikt voor de beoordeling van die opname-punten van het basisbestand, die als de meest representatieve vertegenwoordigers van een onderscheiden cluster kunnen worden beschouwd. Hiertoe zijn drie ordinatie-diagrammen beoordeeld, waarbij de volgende assen zijn gecombineerd (as 1 & 2, as 1 & 3 en as 2 & 3). De punten waarvoor geldt dat ze in alle ordinatie-diagrammen in het centrum van de puntenwolk zijn gelegen zijn goede vertegenwoordigers van het betreffende cluster. Die punten echter, die bij ordinatie in een of meer diagrammen aan de rand van een puntenwolk worden weergegeven ('outlines') komen niet in aanmerking.

Discriminant analyse is een multivariate methode waarmee de verbanden tussen omgevings-variabelen en een hierarchische classificatie kunnen worden onderzocht. In het bos-ecosysteem-teemonderzoek is dit aan de orde bij de integratiefase, waarin gezocht wordt naar verklarende factoren voor de verschillende deeltypologieën. In dit onderzoek is voor deze analyse gekozen voor het programma DISCRIM, gezien de hoge mate van inzichtelijkheid van dit programma. DISCRIM is ontworpen als een modificatie van TWINSPAN en vormt hierop een logisch vervolg. Benadrukt moet worden dat het bij deze techniek gaat om het opsporen van de relaties tussen typen (op elk hierarchisch niveau) enerzijds en milieu-factoren anderzijds en niet tussen de afzonderlijke opnamen en de milieu-factoren. In dit opzicht onderscheidt DISCRIM zich van het programma CANOCO dat wel opname-gericht is en dat toegepast wordt bij gradiënt-analyse. Het spreekt vanzelf dat met behulp van DISCRIM-analyse uitsluitend correlatieve verbanden kunnen worden achterhaald. In hoeverre de correlatieve variabelen 'strong indicators' ook werkelijk operationele factoren zijn die de hoedanigheid van het bos-ecosysteem mede bepalen, is een vraag die niet zonder literatuur of aanvullend onderzoek is te beantwoorden.

Hoofdstuk 4.

De componenten van het ecosysteem

4.1 De onafhankelijke factoren.

De onafhankelijke factoren volgens Jenny (1961) omvatten: klimaat, reliëf (inclusief waterhuishouding), moedermateriaal, organismen, tijd en de factor mens (beheer). Hieronder worden deze factoren, voor zover ze voor de Utrechtse Heuvelrug relevant zijn, kort besproken. De factor organismen is beperkt tot de flora en de factor tijd wordt behandeld in de paragraaf over bosgeschiedenis (4.1.5).

De geomorfologische eenheden waarbinnen op de Utrechtse Heuvelrug ecosysteem-opnamen gemaakt zijn, beperken zich tot een vijftal typen: de hoge stuwwallen, sandr's, hellingafzettingen, landduinen en dekzanden. De ontstaanswijze van deze eenheden wordt in samenhang met de aard van het moedermateriaal kort besproken in paragraaf (4.1.3).

4.1.1 Klimaat.

De klimatologische positie van Nederland wordt door Van der Ham (1980) als volgt samengevat: "Nederland ligt aan de noordwestelijke rand van het Europese vasteland en het gematigde klimaat ondervindt zowel atlantische als continentale invloeden. Door het overheersen van westelijke en zuidwestelijke winden treedt het atlantische element sterk op de voorgrond. Dit manifesteert zich in voor Europese begrippen kleine verschillen tussen minimum- en maximumtemperaturen. Het oosten van het land kent nog de grootste contrasten en is het meest continentaal te noemen."

De Utrechtse Heuvelrug is in het licht van een klimatologische typering een zeer klein gebied. De verschillen in macro-klimaat binnen het gebied van de Heuvelrug zijn derhalve betrekkelijk gering, zoals ook blijkt uit het door Van der Ham gepubliceerd kaartenmateriaal. In deze studie gaan wij er van uit dat binnen de Utrechtse Heuvelrug het macro-klimaat geen differentiërende factor vormt voor de ecosysteem-ontwikkeling.

Overigens moet hier worden opgemerkt dat voor een onderzoek op landelijke schaal het macroklimaat wel een differentiërende factor is. Zo bestaat er een verband tussen de plantengeografische districten van Nederland (zie 4.1.5) en de verschillen in macro-klimaat (Westhoff et al., 1970; Van der Ham, 1980). Vergelijken wij bijvoorbeeld de Utrechtse Heuvelrug (Gelders district) met de in bodemkundig opzicht niet zeer afwijkende bosgebieden van Drenthe (Drents district) en Noord Brabant (Kempens district), dan valt op dat de Heuvelrug een intermediaire positie inneemt. Het meest duidelijk blijkt dit uit de regencijfers: 750 - 800 mm per jaar op de Heuvelrug, tegenover 675 - 750 mm in Brabant en meer dan 800 mm in grote delen van Drenthe. Deze intermediaire positie geldt ook voor de gemiddelde temperatuur. Hoewel het gemiddeld aantal zomerse dagen per jaar (20 tot 25) voor de drie gebieden niet duidelijk verschilt, zijn toch zowel de zomer- als de wintertemperaturen op de Heuvelrug iets hoger dan in Drenthe en iets lager dan in Brabant.

4.1.2 Reliëf en waterhuishouding.

Het reliëf van de stuwwallen wordt gekenmerkt door lange, flauwe hellingen die worden onderbroken door droge dalen (smeltwatergeulen) met korte, steile wanden. De hoogteverschillen binnen deze eenheid variëren van 30 tot 60 meter. De sandr's zijn de zwak glooiende, lager gelegen terreinen met een hellingshoek van maximaal 5% en een hoogteverschil van niet meer dan 10 meter. De dekzanden zijn vrij vlak en relatief laaggelegen. Lokaal komen hierin welvingen voor. De stuifzanden zijn geïsoleerde lage heuvelcomplexen met hoogteverschillen van twee tot zes meter.

Wat betreft de waterhuishouding geldt dat in het overgrote deel van de onderzochte gronden het grondwater niet binnen ca. 2 meter beneden maaiveld voorkomt (grondwatertrap VIIb). Dit houdt in dat het grondwater geen rol meer speelt voor de vochtvoorziening van de spontane vegetatie en de bomen. In een klein deel van de onderzochte gronden komen hogere grondwaterstanden voor (grondwatertrap III tot en met VIIa). Hydrologisch is voor alle onderzochte bodemprofielen sprake van infiltratie. Slechts in drie gevallen is deze kwalificatie enigszins dubieus. Het betreft hier een tweetal 'schiere podzolen', d.w.z. zwak ontwikkelde podzolen, die in feite een overgang vormen naar gooreerdgronden en verder een natte enkeerdgrond.

4.1.3 Moedermateriaal.

De aard van het moedermateriaal is sterk gecorreleerd met de hierboven genoemde geomorfologische eenheden (zie 4.1.2). Voor een goed begrip van de optredende verschillen in het moedermateriaal is een korte bespreking van de ontstaansgeschiedenis van deze eenheden noodzakelijk.

De Utrechtse Heuvelrug dankt zijn huidige vorm voor een belangrijk deel aan de stuwende werking van het landijs in de voorlaatste ijstijd, het Saalien. Voor de

komst van het landijs stroomden zowel de Maas als de Rijn naar het noorden. Beide rivieren hadden in hun stroomgebied dikke pakketten afgezet van overwegend grove zanden, met daarin plaatselijk fijnere zand- en leemlagen. Gedurende het Saalien drongen ijsmassa's vanuit Scandinavië de dalen van deze grote rivieren binnen. In de relatief smalle dalen zoals de Gelderse Vallei, ondervond het landijs een grote weerstand. Het gevolg hiervan was een grote druk van de ijslobben op de dalwand. Hierdoor ontstond een sterke vervorming van de dalen, waarbij de rivierzanden uit hun oorspronkelijke horizontale ligging werden opgestuwd en plaatselijk in een bijna verticale stand omhoog werden geperst. De aldus ontstane hoogten, de STUWWALLEN, liggen nu nog als langgerekte heuvelrijen langs de randen van de voormalige ijslobben. De hoogste stuwwallen komen ten oosten van Doorn voor en bereiken een hoogte van 50-55 m +N.A.P.; de heuvels rond Baarn en Soestdijk komen maar net boven de 20 m +N.A.P.

Aan het einde van het Saalien begon het landijs te smelten en stroomden grote hoeveelheden smeltwater over de laagste delen van de stuwwal. Plaatselijk werd hierdoor de stuwwal zo aangetast dat er brede openingen ontstonden. Een voorbeeld hiervan is de Darthuizerpoort ten noordwesten van Leersum. Het door het water meegevoerde zand en grind werd aan de zuid- en westzijde van de Heuvelrug weer als smeltwaterafzettingen (SANDR'S) afgezet.

In de laatste ijstijd, het Weichselien, bereikte het landijs Nederland niet. Uit het eerste deel van deze ijstijd, het Vroeg-Glaciaal, zijn op de Utrechtse Heuvelrug geen afzettingen bekend. Gedurende het daarop volgende Pleniglaciaal, was het klimaat zodanig, dat in de zomer slechts de bovenlaag van de diep bevroren grond ontdooide. Als gevolg van de zwaartekracht gleed langs de hellingen de met water verzadigde grondmassa als een modderbrei naar beneden. Op veel hellingen ligt dit materiaal nog als een ca. 1m dik solifluctiedek aan het oppervlak of op enige diepte onder jongere afzettingen. Het onderscheidt zich van de jongere dekzanden door het ontbreken van gelaagdheid. Ook is het leemgehalte meestal hoger dan van het onderliggende zand.

In het Pleniglaciaal werd door het sneeuw-smeltwater een groot aantal dalen op de stuwwal uitgeslepen. Deze dalen worden thans, omdat ze geen water meer afvoeren, "droogdalen" genoemd.

In een latere, koudere en drogere periode, aan het eind van het Weichselien, werd door stormen veel zand lokaal verplaatst en als een dek afgezet op de oudere, glaciale afzettingen. Deze Pleistocene, eolische afzettingen worden DEKZANDEN genoemd.

De jongste afzettingen op de Utrechtse Heuvelrug, de stuifzanden of LANDDUINEN, dateren uit het Holoceen. In het begin van deze periode werd het klimaat geleidelijk milder en nam de begroeiing toe, waardoor de dekzanden werden vastgelegd. Vanaf de Middeleeuwen echter werd door ontbossing, overbeweiding en afplaggen het vegetatiedek zodanig beschadigd, dat de wind opnieuw vat kreeg op het dekzand (vooral de hoge dekzandruggen). De dekzandruggen stoven uit tot nabij het grondwater of tot op een grofzandige ondergrond, terwijl de lagere, nattere delen, waar de vegetatie zich beter kon handhaven, volstoven. De aldus gevormde zeer reliëfrijke stuifzanden (Formatie van Kootwijk) zijn aan het eind van de vorige en het begin van deze eeuw op grote schaal bebost, met als hoofddoel verdere verstuiving tegen te gaan. Stuifzanden treffen we onder andere aan in de bosgebieden bij Leersum, Austerlitz en Lage Vuursche.

Het moedermateriaal waaruit de stuwwallen zijn opgebouwd varieert in textuur; ook de gelaagdheid van de stuwwallen kan van plaats tot plaats verschillen. In het algemeen betreft het een afwisseling van matig grove tot zeer grove, zwak lemige zanden. Hetzelfde materiaal komt ook voor in de hellingafzettingen en de sandr's. De dekzanden hebben een iets minder uiteenlopende korrelgrootteverdeling. Het zand is overwegend matig fijn, meestal leemarm of zwak lemig. De stuifzanden (landduinen) bestaan uit zeer fijn of matig fijn, leemarm zand.

4.1.4 Flora.

De mogelijkheden voor ontwikkeling van de vegetatie worden ingeperkt door het aanbod van soorten ('gene pool') dat in de betreffende regio voorkomt, met andere woorden de plantengeografische positie van het gebied bepaalt mede de aard van de natuurlijke en halfnatuurlijke vegetatie. Van der Ham (1980) geeft een korte evaluatie van de planten-geografische positie van Nederland. Met vrijwel het gehele overige deel van het noordelijk halfrond behoort ons land tot het Holarctische florarijk. Een aantal belangrijke plantenfamilies heeft hier zijn hoofdverspreidingsgebied: de Wilgenfamilie, Berkenfamilie, Kruisbloemen, Schermbloemen en Lipbloemen. Binnen dit florarijk wordt een aantal regio's onderscheiden. Het grootste deel van ons land, waaronder de Utrechtse Heuvelrug, behoort tot de Atlantische regio. Karakteristieke soorten voor dit gebied zijn o.a. Gewone dopheide, Rankende helmbloem en Beenbreek (Walter & Straka, 1970). Deze soorten komen ook op de Heuvelrug voor, de eerste twee zijn zelfs vrij algemeen. Binnen de regio's worden planten-geografische districten onderscheiden. Voor Nederland werd een indeling in dergelijke districten gepubliceerd door Van Soest (1932). Een aangepaste versie, gebaseerd op een groot aantal nieuwe gegevens en opvattin-

gen over de verspreiding van soorten, wordt gegeven door Van der Meijden et al. (1983).

Hoewel de naam anders doet vermoeden, behoort de Utrechtse Heuvelrug plantengeografisch gezien tot het Gelders district. Dit district omvat de zandgebieden van Utrecht, de Veluwe en Midden Overijssel. Ten opzichte van de overige 'zand-districten' van Nederland is het Gelders district vooral negatief gedefinieerd. Zo zijn de voor het Drents district zo kenmerkende 'noordelijke' soorten veel minder algemeen (bijv. Kraaiheide, Zevenster en Linnaeus klokje) of ontbreken geheel (bijv. Zweedse kornoelje) en is de 'natte flora' van moerassige heiden en beekdalen veel minder ontwikkeld dan in het Kempensch district (Noord-Brabant en noord-west Limburg). De weinige eigen soorten van het Gelders district (o.a. Heidezegge) zijn beperkt tot de Midden Veluwe en ontbreken dus op de Heuvelrug. Goed vertegenwoordigd in het studiegebied is de flora van de droge heiden en de droge, voedselarme en zure bossen. Het betreft hier echter vooral (op landelijke schaal) vrij algemene soorten. Samenvattend geldt dat de flora van Utrechtse Heuvelrug geen eigen soorten heeft, waarmee plantengemeenschappen gevormd worden die elders, onder vergelijkbare milieuomstandigheden, niet zouden kunnen voorkomen.

4.1.5 Bosgeschiedenis

Aan het begin van de 17-de eeuw was de Utrechtse Heuvelrug een vrijwel bosloos landschap. Alleen aan de zuidrand van de Heuvelrug kwamen verspreid enkele landgoederen met bos voor (Buis, 1985).

De eerste betrouwbare topografische kaart van de Heuvelrug verscheen aan het begin van de 19-de eeuw (Van Der Meer 1800-1810). Uit vergelijking met oudere gegevens blijkt dat tussen 1600 en 1800 zich slechts geringe veranderingen in het bosareaal hebben voorgedaan. Wel lijkt de oppervlakte landgoedbos in deze periode enigszins toegenomen. De belangrijkste boskernen in 1810 maakten deel uit van de landgoederen in de omgeving van Baarn en Hilversum en de landgoederen renrenaan de zuidwestelijke rand van de Heuvelrug. Na 1800 vindt er een relatief snelle bosuitbreiding op de Heuvelrug plaats.

Rond 1900 is ongeveer 75% van het huidige bosareaal al aanwezig. Deze bossen zijn aanvankelijk voornamelijk aangelegd op heidevelden en stuifzanden, maar na de landbouwcrisis in de tweede helft van de 19de eeuw ook op landbouwgronden. Op de heidevelden en stuifzanden is veelal Grove den ingeplant en in mindere

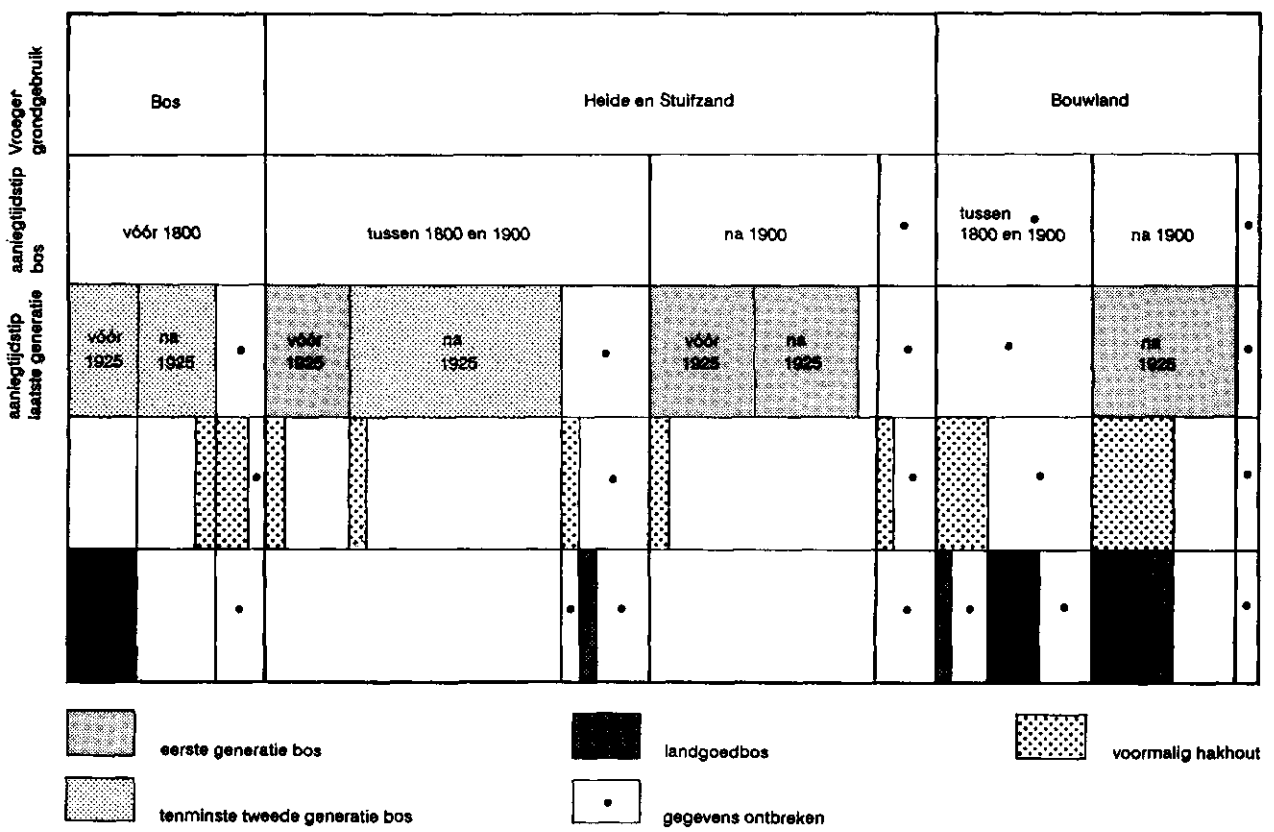


Fig. 4.1
Blokdiagram met de bosgeschiedenis van de onderzochte opnamepunten. De breedte van de blokken is equivalent aan het oppervlakte-aandeel van een bepaald type.

de dekzanden en hier en daar ook op de gestuwde formaties.

totaal 70

mate ook Zomereik. Op de voormalige landbouwgronden is de Eik de belangrijkste boomsoort, maar plaatselijk werd hier ook Fijnspar aangeplant. De met Eik ingeplante percelen, zowel op de voormalige heidevelden bestaat uit gemengd opgaand loofhout (Zomereik, Zomerlinde, Beuk en Gewone esdoorn) en de andere helft uit naaldhout (Grove den, Douglas, Larix), waaronder twee percelen doorgeplant hakhout. De bossen die na

Van de 70 opgenomen profielen blijken er 51 bewerkt te zijn. Een verdeling van de bewerkingsdiepte van de bodems wordt weergegeven in tabel 4.2. Meestal ligt de bewerkingsdiepte tussen de 50 en 100 cm. Op de grovere afzettingen en op bodems met een cultuurdek werd gemiddeld iets dieper gegraven. De bewortelingsdiepte, die in profielkuilen direct naast een boom is bepaald, overtreft doorgaans de bewerkingsdiepte (zie ook tabel 4.3 en 4.4). De gemiddelde bewortelde diepte ligt rond de 1 meter. Het is opvallend dat de beworteling in de holtpodzol- en enkeerdgronden, evenals in de bodems met matig dikke cultuurdekken en in de duinvaaggronden dieper is dan in de overige bodems. Tabel 4.4 geeft een overzicht van de gemiddelde bewortelde diepte, gecombineerd met de gemiddelde bewerkingsdiepte en de spreiding hiervan per bodemtype.

Van elk profiel is de vochtleverantie geschat. Deze is samen met de Grondwatertrap (Gt) weergegeven in tabel 4.5 als gemiddelde waarde voor de vochtleverantie per bodemtype per grondwatertrap. Gronden met een cultuurdek hebben een hogere vochtlevering dan vergelijkbare gronden zonder dit dek. De lagere vochtleveranties komen voor binnen de droge vlakvaaggronden en haarpodzolgronden, gevolgd door de diep ontwaterde veldpodzolgronden.

Tabel 4.4
Overzicht en verdeling van gemiddelde bewortelingsdiepte en bewerkingsdiepte met spreiding per bodemtype.

Bodemtype	N	Bewortelings-diepte gemiddeld	Bewerking spreiding	Aantal	Gemiddelde
Y23	5	98	27 - 78	5	53
Y30	2	115	97 - 100	2	99
cY23	5	104	64 - 90	4	72
cY30	1	140	125	1	125
gY21	1	100	56	1	56
gY30	2	82	92	1	92
Hd21	3	93	42 - 60	2	51
cHd21	2	75	59 - 70	2	65
gHd21	1	70	70	1	70
zHD21	6	77	20 - 55	3	34
gHd30	4	112	55 - 95	4	78
zHd30	2	127	60	1	60
Hn21	10	68	33 - 65	8	53
cHn21	4	117	80 - 97	2	89
gcHn21	1	68	-	-	-
Zd21	6	130	32 - 60	3	46
Zn21	6	85	19 - 33	4	26
zEZ21	7	109	53 - 117	5	70
zEZ30	2	135	115 - 120	2	118

Tabel 4.5
Verdeling van de opnamen naar bodemtype, Gt (grondwatertrap) en vochtleverantie.

Bodemtype	Gt	Gemiddelde vocht leverantie	Spreiding	Aantal
Y23	VIIb	136	115-160	5
Y30	VIIb	132	125-140	2
gY21	VIIb	101		1
gY30	VIIb	77	60-90	2
cY23	VIIb	143	110-160	5
cY30	VIIb	155		1
Hd21	VIIb	85	60-110	7
Hd21	VII	117	65-145	3
cHd21	VIIb	102	90-115	2
gHd30	VIIb	92	70-105	4
zHd30	VIIb	65	55-75	2
Hn21	VII	101	65-135	3
Hn21	VI	136	101-165	5
Hn21	V	>200		1
Hn21	III	190		1
cHn21	VIIb	110	90-130	2
cHn21	VIIa	135	110-160	2
cHn21	VI	190		1
Zd21	VIIa-b	104	65-140	6
Zn21	VIIa-b	90	85-101	3
Zn21	Va-VII	106	105-110	3
zEZ.	VIIa-b	153	105-195	7
zEZ.	VI	180	160- > 200	2

4.2.2 Humusvormen.

Waar een plantengemeenschap aanwezig is, komt dood organisch materiaal terecht op de bodem (blad, takken, vruchten enz.) en erin (dode worteltjes). Na korte of langere tijd ontstaat door afbraak, omvorming en menging op en in de bovengrond een verticale opeenvolging van verschillende horizonten met organisch materiaal. Het bodemleven speelt hierbij een belangrijke rol. In de resulterende humusvorm komen niet alleen het moedermateriaal en de waterhuishouding, maar ook de mede door gebruik en beheer bepaalde vegetatie-ontwikkeling tot uiting. Door hun plaats in de organische-stofcyclus nemen humusvormen in vele opzichten sleutelposities in de ontwikkeling van ecosystemen in, vooral op de droge, voedselarme zandgronden. Bij elke opname zijn enkele organische-stof-profielen beschreven die de variatie in humusvormen binnen het proefvlak weergeven. In totaal zijn er 239 profielen opgenomen. In de profielen zijn doorgaans drie of vier hoofdhorizonten te onderscheiden: de L-horizont (litterlaag, 'vers' nog niet door bodemdieren of schimmels aangetast organisch materiaal), F-horizont (fermentatielaag, deels omgezet materiaal), H-horizont (humuslaag, volledig omgezet materiaal) en een Ah-horizont. De horizonten L tot en met H vormen het zogenaamde ectorganische deel van het humusprofiel; de Ah-horizont het endorganische deel.

Aan de hand van kenmerken die betrekking hebben op dierlijke- en schimmelactiviteiten, verkleuring, mate van omzetting e.d., zijn de drie ectorganische hoofdhorizonten verder onder te verdelen in:

Lo: horizont die bestaat uit zeer vers materiaal (voornamelijk blad)
Lv: horizont die bestaat uit enigszins verkleurd, maarnog niet aangetast materiaal
Fq: fermentatiehorizont waarin de omzetting voornamelijk plaats vindt door schimmelactiviteiten
Fa: fermentatiehorizont waarin de omzetting voor namelijk plaats vindt door dierlijke activiteiten
Faq: fermentatiehorizont waarin de omzetting plaats vindt door zowel dierlijke als schimmelactiviteiten
Hr: humushorizont waarin nog resten van het oorspronkelijk materiaal te herkennen zijn
Hd: horizont die bestaat uit volledig gedecomposeerd materiaal
Hrd: een overgangshorizont tussen de twee vorige H-lagen

De Ah-horizont is een minerale horizont, die is aangerijkt met organisch materiaal afkomstig van dode en levende wortels, door menging en inspoeling van ectorganisch materiaal e.d.. De Ah-horizont wordt hier niet nader onderverdeeld.

De ervaring wijst uit, dat er na vestiging van een gesloten plantendek of na aanplant van bos veelal binnen enkele jaren/decennia aanzienlijke veranderingen in de humusvormen zijn opgetreden. De fysische en chemische kenmerken van de verschillende horizonten kunnen hierbij sterk uiteenlopen, waardoor er verschillende microhabitats voor bodemdieren, plantenwortels en kiemplantjes ontstaan.

In het algemeen geldt dat onder voedselarme omstandigheden de afbraak van het organisch materiaal veel langzamer verloopt dan onder rijkere omstandigheden.

Op voedselarme groeiplaatsen spelen schimmels een belangrijke rol in de afbraak, terwijl onder meer voedselrijke omstandigheden de bodemfauna actief is bij de litter-afbraak. In arme situaties is niet of nauwelijks sprake van activiteit van bodemfauna. De zeer langzaam verlopende omzetting leidt hier tot ophoping van organisch materiaal. Menging met het minerale profiel gebeurt in beperkte mate, voornamelijk door inspoeling, en Ah horizonten zijn dan ook dun of afwezig. De fermentatielaag bestaat voornamelijk uit een Fq- of een Faq-horizont.
Naarmate een standplaats voedselrijker is, is omzetting door dierlijke activiteit van meer betekenis, terwijl de rol van schimmelactiviteit afneemt. Het materiaal wordt sneller afgebroken en vermengd met de minerale grond. De horizonten in het ectorganische profiel zijn dunner, terwijl de betekenis van het endorganische deel van het humusprofiel groter is.
Deze groeiplaatsontwikkeling beweegt globaal gesproken aldus in twee tegengestelde richtingen: naar een Mor of naar een Mull, met vele tussenvormen die sterk correleren met allerlei ecosysteem-kenmerken (zie Vos & Stortelder, 1988).

Een mor-achtige ontwikkeling wordt gekenmerkt door een opeenhoping van dood organisch materiaal aan het terreinoppervlak, samenhangend met een lage omzettingssnelheid en een beperkte bodemfauna-activiteit. Er is daarentegen veel schimmelgroei en een relatieve concentratie van wortels bovenin. Deze profielen zijn zuur tot zeer zuur en arm aan kationen.

Een mull-achtige ontwikkeling heeft grofweg tegengestelde kenmerken. Bepalend is hierbij de grotere activiteit van de bodemfauna, die enerzijds het resultaat is van een grotere chemische rijkdom, en anderzijds zelf door deze versnelde omzetting bijdraagt aan een grotere rijkdom enz..

Tussen de Mors en de Mulls ligt een reeks Moders, met kenmerken van beide tendensen. Evenals bij Mors, is er bij Moders sprake van een ophoping van strooisel aan het oppervlak. Het bodemmmilieu is echter rijker, zodat de afbraak van het strooisel niet alleen door microorganismen en schimmels gebeurt, maar in meer of mindere mate ook door een actieve bodemfauna. Waar weinig bodemfauna en veel schimmel in de F en H actief is, liggen de humusvormen dicht bij de Mors: Mormoders. De andere richting op, met veel bodemfauna, maar toch een duidelijke F, neigen ze naar Mulls: Mullmoders.

De verschillende humusvormen kunnen geclassificeerd worden naar in het veld herkenbare/meetbare horizontkenmerken (zoals de hoeveelheid waarneembare schimmel of fauna-activiteit in de F- en H-Horizont, dikte, textuur en kleur).

Omdat de opnamen in de zomer zijn gemaakt, komt de verse litterlaag (Lo) niet in de opnamen voor. De overige horizonten zijn wel aanwezig, zij het dat niet alle horizonten in alle opnamen aanwezig zijn. De Fq-horizont en ook de H-horizont zijn vaak afwezig (met name de Hd-horizont). Het veelvuldig ontbreken van Fq- en H(d)-horizonten kan verklaard worden uit de veelal geringe ouderdom van de opstanden, de droge arme gronden en de aard van het organische materiaal. Ook de dominante boomsoort in de opname blijkt een zeer grote invloed te hebben op de aanwezigheid en dikte van

een aantal horizonten. Over het algemeen zijn de humusvormen onder Grove den en onder Larix dikker dan onder andere boomsoorten, ongeacht het bodemtype. Opvallend is dat onder Larix geen of slechts een zeer dunne H-horizont gevormd wordt. Eik, Douglasspar en Fijnspar hebben over het algemeen een iets dunnere humusvorm, waarin wel een H-horizont is ontwikkeld.

Het onderscheiden van humusvormen.

Bij de eerste clusteranalyses van de humusgegevens (TWINSPAN), bleken met name de aanwezigheid en de dikte van de verschillende horizonten bepalend te zijn voor de verkregen indeling. Daarnaast waren ook de aard van de Lv-horizont en in mindere mate ook de F-horizonten duidelijk van invloed. Met name het onderscheid tussen naalden en bladeren is hierbij van belang.

De horizontdikten zijn in de typologie van humusvormen van de bossen van Utrechtse Heuvelrug benadrukt. In navolging van de Duitse humusclassificatie, is ook de totale dikte van het ectorganisch profiel in de clusterprocedure betrokken. Het resultaat van de TWINSPAN-procedure was een onderscheid in elf typen humusvormen. Na toetsing met de Student-t toets zijn enkele typen samengevoegd, zodat er uiteindelijk 8 overbleven. humusprofieltypen.

Beschrijving van de humustypen:

Rhizomor

De dikte van het ectorganische deel van het profiel van mors bedraagt altijd meer dan 75 mm. De Fq en/of Faq-horizont vormen het overgrote deel hiervan; gezamenlijk of afzonderlijk meer dan 50 mm. Een Fa-horizont ontbreekt. De H-horizont ontbreekt eveneens of is maximaal 5 mm dik. Een Ah-horizont ontbreekt of is relatief dun. Dit type komt in hoofdzaak voor op arme droge groeiplaatsen in bossen waar de boomlaag wordt gevormd door Larix of Grove den en waar de kruidlaag wordt gedomineerd door Bochtige smele of Pijpestrootje.

Hemimor

Een Hemimor onderscheidt zich van het vorige type door de aanwezigheid van een H-horizont die dikker is dan 10 mm. Het ectorganisch profiel is ook dikker dan 75 mm en wordt voornamelijk bepaald door een Faq-horizont. Incidenteel komt in plaats van een Faq-horizont een Fq-horizont voor. Evenals bij de Rhizomor ontbreekt een Ah-horizont. Het humustype Hemimor komt hoofdzakelijk voor onder Grove den, al dan niet gemengd met andere boomsoorten. De groeiplaatsen zijn minder vergrast.

Mormoder

Dit type wordt gekenmerkt door het voorkomen van een Faq-horizont met een dikte van 20 tot 50 mm. Ook hier bedraagt de dikte van het ectorganische deel van het profiel meer dan 75 mm. Incidenteel is een Fq-horizont aanwezig die dunner is dan 40 mm. Een H-horizont, met een dikte van 5 tot 65 mm, is vrijwel altijd aanwezig. Een dunne Ah-horizont komt regelmatig voor. Deze humusvorm komt hoofdzakelijk voor onder Grove den, Beuk, Berk, Fijnspar, Douglasspar en onder gemengde opstanden van Grove den met Beuk of Berk.

Dikke moder

Dit type onderscheidt zich door de aanwezigheid van een Faq- of Fa-horizont die dikker is dan 50 mm. De totale dikte van het ectorganisch profiel is, evenals bij de voorgaande typen, meer dan 75 mm. Indien er een Faq-horizont aanwezig is, is deze dunner dan 50 mm. Een Fq-horizont ontbreekt. Wel is er meestal een H-horizont aanwezig, die sterk varieert in dikte (van 5 tot 65 mm, soms nog dikker). Ook een arme Ah-horizont komt veelvuldig voor. Deze humusvormen komen voornamelijk voor onder Grove den, Larix, Beuk en in mindere mate onder Eik.

Orthimoder

Is bij de Dikke moder de dikte van het ectorganisch profiel meer dan 75 mm, bij de Orthimoder ligt dit tussen de 45 en 75 mm. De dikte van de Faq- en of Fa-horizont samen is eveneens meer dan 45 mm. Ook bij de Orthimoders ontbreekt een Fq-horizont. Een H-horizont is meestal aanwezig maar deze is dunner dan 20 mm. Ook een Ah-horizont is vaak ontwikkeld in deze humusvormen. Orthimoders komen voor in bossen van Grove den, Eik en Douglasspar.

Dunne moder

Bij Dunne moders komt de profieldikte overeen met die van de Orthimoders, namelijk 45 tot 75 mm, terwijl in beide typen de Fq-horizont ontbreekt. Het verschil met het voorgaande type ligt in de gezamenlijke dikte van de Faq- en de Fa-horizont, die hier minder is dan 45 mm. Een Hr-horizont kan aanwezig zijn en een Hd-horizont is altijd aanwezig met een dikte die varieert van 5 tot 25 mm. Dunne moders komen in hoofdzaak voor in bossen van Grove den en Eik.

Mullmoder

Evenals bij de twee voorafgaande humusvormen heeft het ectorganisch deel van de humusvorm een dikte van 45 tot 75 mm. Net als bij de Dunne moder is ook hier de dikte van de Faq-en of Fa- horizont minder dan 45 mm.

Vrijwel steeds is een Hr- en een Ah-horizont aanwezig. De Fq- en de Hd-horizont ontbreken altijd. Mullmoders komen voornamelijk voor in Eikenbossen en soms ook in gemengde bossen van Eik met Gewone esdoorn, Beuk of Grove den.

Mull

Mull-humusvormen worden gekenmerkt door een geringe dikte van de ectorganische horizonten. De dikte van de Mulls, zoals die onderscheiden zijn voor de Utrechtse Heuvelrug, bedraagt altijd minder dan 35 mm. De Fa-horizont (in een enkel geval Faq) is dunner dan 45 mm, terwijl de Fq- en de Hd-horizont ontbreken. De Hr-horizont is meestal wel aanwezig, evenals de Ah-horizont. Mulls komen voornamelijk voor in bossen van Eik, Gewone esdoorn en Linde. Onder natuurlijke omstandigheden komen op droge, arme zandgronden, zoals vrijwel overal op de Utrechtse Heuvelrug, geen Mulls voor. Ze zijn beperkt tot rijkere substraten, die hier slechts lokaal voorkomen, zoals beekafzettingen of door de mens verrijkte en gehomogeniseerde gronden.

4.2.3 Vegetatie.

Resultaten van de cluster-analyse

Met behulp van de TWINSPAN-cluster-procedure zijn 750 vegetatie-opnamen van de Utrechtse Heuvelrug geanalyseerd, waarbij tenslotte 12 vegetatietypen zijn vastgesteld. Deze vegetatietypen worden hieronder kort besproken. Voor een overzicht van de differentiërende en constante soorten kan tevens verwezen worden naar tabel 4.6. In deze tabel wordt voor de soorten de presentie, d.w.z. het voorkomen per type, aangegeven in 5 klassen. Waar de modale bedekkingscijfers van soorten (mede) aanleiding zijn tot het onderscheid in verschillende typen is dit in de tabel eveneens aangegeven (ook in 5 klassen). Bij de TWINSPAN-clustering is binnen de lage bedekkingen sterk gedifferentieerd. Verschillen in bedekking hoger dan 25% werden genegeerd. Dit betekent dat bij de cluster-procedure de dominantie van soorten slechts een geringe rol speelt. Desondanks wordt een aantal onderscheiden typen gekenmerkt door dominantie van een soort. Het betreft hier vegetatietypen waarin Bochtige smele, Pijpestrootje, Adelaarsvaren of Gladde witbol dominant is. Kennelijk zijn de criteria soortsdominantie en specifieke soortencombinatie niet onafhankelijk, maar ondersteunen ze elkaar. Dit komt de eigen identiteit van de vegetatietypen zeker ten goede.

In de navolgende beschrijvingen van de vegetatietypen is speciale aandacht besteed aan de herkenbaarheid in het veld. Daarbij spelen soortsdominantie en structuurkenmerken van de vegetatie een belangrijke rol. Verder wordt steeds een beperkt aantal soorten opgegeven, waarmee het betreffende vegetatietype zich onderscheidt van andere vegetatietypen. Deze differentiërende soorten zijn vooral van belang voor een goede afbakening met verwante typen. Een soort kan ook differentiëren door een systematisch en duidelijk verschil in bedekking binnen de typen.

De DECORANA-ordinatie van de vegetatie-typen wordt weergegeven in figuur 4.2 en 4.3. De nummering van de typen wordt bepaald door de projectie van de centroïden van de puntenwolken van de typen op de eerste as van de ordinatie. Deze as (en daarmede de nummering van de vegetatietypen) is duidelijk gecorreleerd met de voedselrijkdom van de bodem. Grofweg zijn de typen met een hoger rangnummer dus gebonden aan rijkere milieus.

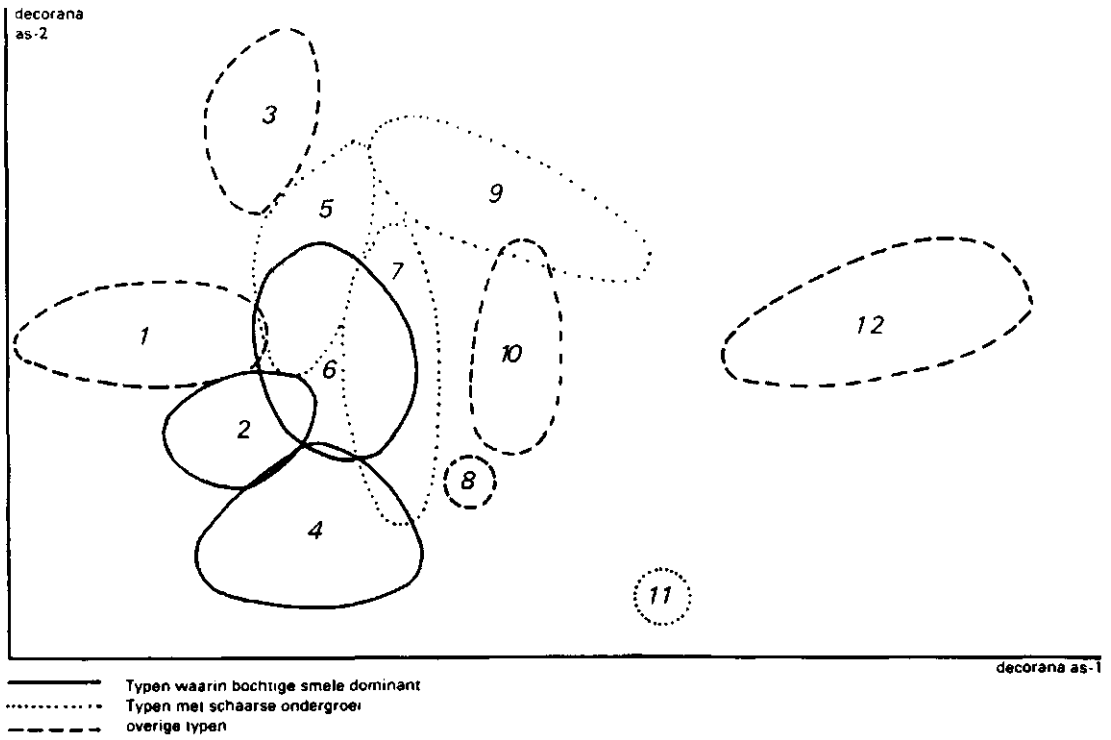
Algemene karakteristiek van de vegetatie

Een vluchtige blik op de presentietabel (tabel 4.6) wijst direct uit dat in de onderzochte bossen van de Utrechtse Heuvelrug de verschillen in soortensamenstelling van de spontane vegetatie niet zeer groot zijn. Nagenoeg alle vegetatietypen bestaan uit soorten die kenmerkend zijn voor droge, zure en voedselarme bossen. Landelijk zeldzame soorten komen nauwelijks voor. Ook het totaal aantal soorten is niet groot.

De meest algemeen voorkomende soorten zijn Bochtige smele, Wilde lijsterbes en Klauwtjesmos; deze zijn in vrijwel alle typen constant aanwezig (presentie 60%). De eerstgenoemde soort heeft van alle soorten verreweg de hoogste gemiddelde bedekking. Andere frequent voorkomende soorten zijn Zomereik, Blauwe bosbes en Gewoon gaffeltandmos. Slechts in één vegetatietype treden soorten op de voorgrond die gebonden zijn aan de invloedsfeer van het grondwater, n.l. in de Gemeenschap van Pijpestrootje (type no. 1). In de natste vormen van dit type kan zelfs Dopheide tot co-dominantie komen.

Wat betreft de voedselrijkdom van het substraat, moet er op gewezen worden dat waar in de hiernavolgende beschrijvingen de termen "arm" en "rijk" worden gebruikt, deze relatief bedoeld zijn. Echt eutrofe standplaatsen komen niet voor, met uitzondering van sommige buitenplaats-bossen, waar de karakteristieke Gemeenschap van Gewone esdoorn en Klimop (type no. 12) wordt aangetroffen. Dit type verschilt zeer sterk van de overige vegetatietypen, niet alleen door de aanwezigheid van een aantal elders ontbrekende soorten als Kleefkruid en Gewone vlier, maar ook door het ontbreken van soorten, die in de overige typen algemeen zijn, zoals Klauwtjesmos, Gewoon gaffeltandmos en Bochtige smele. Voedselarme bossen zijn daarentegen erg algemeen. Naast de al genoemde Gemeenschap van Pijpestrootje (type no. 1) kan in dit verband ook de armste van de drie vegetatietypen met veel Bochtige smele genoemd worden (Gemeenschap van Bochtige smele en Struikheide; type no. 2). Hierin komen als begeleiders heide-soorten voor als Struikheide, Dopheide, Zandgaffeltandmos en terrestrische korstmossen (Cladonia spec.). Het is overigens opvallend dat bij de herhaling van de vegetatie-opnamen is gebleken dat juist deze soorten (en met name de Cladonia's) de afgelopen jaren sterk achteruit zijn gegaan. Naast natuurlijke vegetatie-ontwikkeling (het betreft hier veelal jonge heidebebossingen), speelt de invloed van zure depositie hier mogelijk een rol.

Tenslotte moet er voor de bossen van de Utrechtse Heuvelrug op gewezen worden dat soorten die geacht worden karakteristiek te zijn voor oude bossen, weinig voorkomen. Ook waar het (minerale) bodemprofiel relatief rijk is, ontbreken soorten als Dalkruid, Witte klaverzuring en Veelbloemige salomonszegel vrijwel. Aanzetten tot een vegetatie-ontwikkeling in de richting van een meer natuurlijke bosbegroeïng worden gevonden in de al genoemde buitenplaats bossen (Gemeenschap van Gewone esdoorn en Klimop; type no. 12) en de bos-



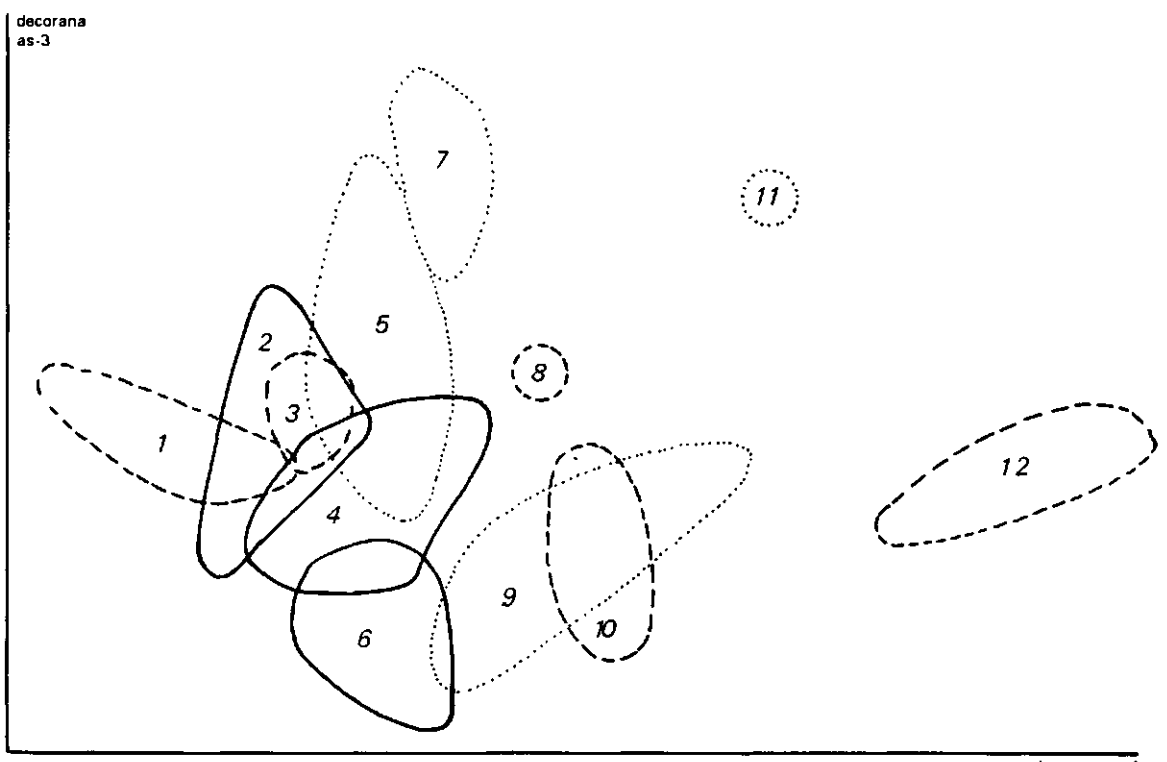


Fig. 4.2 en 4.3 (resp. boven en onder)
DECORANA-ordinaties.

5. Gemeenschap van Klauwtjesmos en Bos-kronkelsteeltje.

Vegetatie van donkere naaldbossen en plaatselijk ook van loof- en lichte naaldbossen met een lage bedekking van de kruidlaag, waarin karakteristieke soorten ontbreken. In de moslaag komen nagenoeg alle mossoorten voor die in de bossen van de Utrechtse Heuvelrug worden aangetroffen. Soorten die karakteristiek zijn voor een relatief lage voedingstoestand van de bodem, zoals Breekblaadje, Bos-kronkelsteeltje, Peermos en Kussentjesmos komen echter veel vaker voor dan de mossoorten, die relatief voedselrijke omstandigheden indiceren, zoals Groot- en Fijn laddermos en Dikkopmos.

Opstandstype:
Vooral Douglasspar, maar ook Fijnspar, Larix en Den, al dan niet gemengd met Zomereik of Beuk.

Constante soorten (presentie 60%):
Wilde lijsterbes, Bochtige smele, Grove den, Zomereik, Fraai haarmos, Kussentjesmos, Pluisjesmos, Klauwtjesmos, Gewoon gaffeltandmos en Peermos.

Differentiërende soorten:
t.o.v. alle typen behalve 7, 9 en 11: schaarse ondergroei; geen echte differentiërende soorten.

t.o.v. type 7 (andere 'arme' type met schaarse ondergroei): Zachte berk (struiklaag), Douglasspar (struiklaag), Smalle stekelvaren, Breekblaadje.

t.o.v. type 9 en 11: (relatief "rijke" typen met schaarse ondergroei): Grove den (struiklaag), Ruwe berk (struiklaag), Bos-kronkelsteeltje, Bronsmos, Breekblaadje, Peermos, Fraai haarmos, Kussentjesmos en Gewoon gaffeltandmos (alleen t.o.v. type 11).

6. Gemeenschap van Bochtige smele en Brede stekelvaren.

Vegetatie van lichte naaldbossen met dominantie van Bochtige smele in de kruidlaag. De soortensamenstelling van de ondergroei wijst op relatief rijke milieu-omstandigheden in vergelijking met de Gemeenschap van Bochtige smele en Struikheide (type no. 2). In het relatief rijke type 6 is de verjonging van Grove den weinig opvallend; hetzelfde geldt voor het voorkomen van mossen van het geslacht Campylopus (Breekblaadje en Bos-kronkelsteel), terwijl zowel Dopheide als Struikheide geheel ontbreken. Wel in dit type aanwezig en ontbrekend in type 2 is een hele reeks soorten kruiden en mossen van meer voedselrijk milieu, waarvan de Brede stekelvaren de meest opvallende soort is.
Het grootste deel van deze relatief "rijke" soorten heeft echter binnen type 6 een te lage presentie om afzonderlijk als differentiërende soort in aanmerking te komen. Als soortengroep zijn zij echter wel duidelijk differentiërend (zie hieronder). Het verschil met de Gemeenschap van Bochtige smele en Blauwe bosbes (type no. 4) is minder duidelijk te interpreteren in termen van voedselrijkdom.

Opvallend is ook het frequent voorkomen van Sporkehout in de struiklaag van de Gemeenschap van Bochtige smele en Brede stekelvaren (type no. 6). Sporkehout heeft op de Utrechtse Heuvelrug in dit type haar optimum.

Opstandstype:
Vooral Grove den; minder algemeen: andere soorten Den en Larix. Constante soorten (presentie 60%): Zachte berk (struiklaag), Wilde lijsterbes (struiklaag), Amerikaanse vogelkers (struiklaag), Bochtige smele, Bronsmos, Klauwtjesmos en Gewoon gaffeltandmos.

Differentiërende soorten:
t.o.v. alle typen behalve 2 en 4: Bochtige smele (dominant).

t.o.v. type 2 (Gemeenschap van Bochtige smele en Struikheide): Brede stekelvaren, soortengroep van (matig) rijke mossen (Groot- en Fijn laddermos, Geklauwd platmos en Gewoon sterremos) en grassen (Gladde witbol en Gewoon struisgras); ontbreken van Struikheide.

t.o.v. type 4 (Gemeenschap van Bochtige smele en Blauwe bosbes): Sporkehout (struiklaag), Zachte berk (struiklaag) en Amerikaanse vogelkers (struiklaag).

7. Gemeenschap van Blauwe bosbes en Kussentjesmos.

Vegetatie van loofbossen en gemengde loof-naaldbossen met schaarse ondergroei. Alleen Blauwe bosbes kan in de kruidlaag plaatselijk tot hoge bedekking komen. In de Beukenbossen behorend tot dit type kan de bedekking van Blauwe bosbes echter ook erg laag zijn. Kenmerkend is het constante voorkomen van Kussentjesmos, dat op de Utrechtse Heuvelrug in dit type haar optimum heeft. Naast een hoge frequentie zijn hier ook de relatief hoge gemiddelde bedekking, de vitaliteit en grootte van de pollen (hoge gemiddelde sociabiliteit) van het Kussentjesmos opvallend. In de optimaal ontwikkelde bossen van dit type werd het Groot gaffeltandmos aangetroffen, een soort die geacht wordt karakteristiek te zijn voor oude, botanisch goed ontwikkelde bossen. Vergeleken met de overige typen met schaarse ondergroei vertoont de Gemeenschap van Blauwe bosbes en Kussentjesmos de meeste overeenkomst met de Gemeenschap van Klauwtjesmos en Bos-kronkelsteel-

Tabel 4.6.
Presentietabel. De arabische cijfers achter de taxa hebben betrekking op de laag waarin de soorten voorkomen (1 = boomlaag; 3 = struiklaag; 4 = kruidlaag en 5 = moslaag).

Vegetatietypen van de bossen van de Utrechtse Heuvelrug

		Nummer vegetatietype											
		1	2	4	5	6	3	7	8	10	9	11	12
aantal opnamen		38	176	74	113	150	29	45	22	29	24	32	18
soorten in de boomlaag													
Pinus sylvestris	1	IV	V	IV	III	IV	IV	IV	II	I	I	II	
Pinus nigra	1	I		I		I	I			I			
Larix kaempferi	1	I	I		II	I	I	I	I	I	II	I	
Larix decidua	1						I				I		
Pseudotsuga menziesii	1	I	I		II	I	I	I	I		III	I	I
Picea abies	1	I	I		I			I	I	I			
Abies grandis	1										I		
Quercus robur	1	I	I	III	II	II	I	III	III	IV	III	IV	III
Quercus rubra	1	I	I	I	I	I	I	I	II			II	I
Fagus sylvatica	1			II	I		I	III	I	I	I	III	IV
Betula pendula	1	I	II	III	II	II	II	III	II	II	II	II	
Betula pubescens	1	I	I	I	I	I		I	I			I	
Prunus serotina	1								II				I
Acer pseudo-platanus	1											I	III
Castanea sativa	1											I	I
Tilia platyphyllos	1												II
Fraxinus excelsior	1												I
Aesculus hippocastanum	1												I
differentiërende soorten													
Molinia caerulea	4	IV	I	II	I	I	II	I					
Erica tetralix	4	II	I										
Calluna vulgaris	4	III	III	I	I								
Pinus sylvestris	3	III	III	I	II	I	II	I					
Campylopus flexuosus	5	IV	IV	I	II	I	I	II					
Pteridium aquilinum	4						V						
Galium saxatile	4		I	I	I	II				I			
Agrostis tenuis	4					I				III		I	
Holcus mollis	4					I				V	II	I	
Moehringia trinervia	4									II			I
Poa trivialis	4									II		I	
Rumex acetosella	4	I	I		I	I			I	III	II		
Plagioth. curvifolium	5			I	I	I					III		
Plagioth. denticulatum	5			I						I	II		
Atrichum undulatum	5	I									III	I	
Castanea sativa	3								I			II	I
Acer pseudo-platanus	3						I		I		I	III	V
Taxus baccata	3										I		II
Hedera helix	4											I	V
Ribes rubrum	3												II
Ribes uva-crispi	4												II
Sambucus nigra	3								I		II	II	III
Tilia platyphyllos	3												III
Aesculus hippocastanum	3												II
Symphoricarpos albus	3												II
Vaccinium myrtillus	4	III	II	V	II	II	II	V			I	I	
Deschampsia flexuosa	4	IV	V	V	V	V	III	V	IV	V	II	IV	

Tabel 4.6. Vervolg

no. vegetatietype		1	2	4	5	6	3	7	8	10	9	11	12
zwak differentiërende soorten													
Pleurozium schreberi	5	IV	IV	IV	II	IV	I	II		I	I		
Campylopus pyriformis	5	I	I		II	I				I		I	
Betula pubescens	3	III	III	I	II	III	II		I	I	I	I	
Frangula alnus	3	I	II	I	I	III	I	I	I	II	I	I	
Pohlia nutans	5	II	II		III	I	I	II		II	I		
Polytrichum formosum	5	III	II	I	III	I		II	I	II	I	I	
Leucobryum glaucum	5	II	I	I	III	I	II	IV	I		I		
Betula pendula	3	I	III	II	II	II	I	II	I	I			
Quercus rubra	3	I	II	I	II	I	I	II	II			I	I
Dryopteris carthusiana	4	II	II	II	II	II				II	II	I	
Carex pilulifera	4	I	I		I	I				II	I	I	
Dryopteris dilatata	4	I		I	II	II	I	I	I	I	II	I	
Pseudotsuga menziesii	3	I	I		II	I	I				II	I	I
Dicranella heteromalla	5	I		I	III	I	II	II	II	II	IV	II	
Lophocolea heterophylla	5	I	I	I	II	I	I	I			III	I	
Pseudoscleropod. purum	5			I	I	I	I			II	II		
Eurhynchium praelongum	5	I		I	I	I	I		I	I	III	I	
Brachythet. rutabulum	5		I	I	I	I	I		I	II	II	I	
Corydalis claviculata	4					I				II	I	II	I
Amelelanchier lamarckii	3	II	II	I	I	II	I	I	I	II	II	III	I
Stellaria media	4			I		I				II	I	II	I
Fagus sylvatica	3		I	III	II	I	II	IV	I	II	II	III	III
Lonicera periclymenum	4									IV		II	
Mnium hornum	5				II	I	I	II	II	I	III	III	III
Rubus fruticosus	4	I	I	I	I	II	I	I	I	IV	II	III	II
Urtica dioica	4									I	I	II	I
Ilex aquifolia	3				I	I		I		I	II	II	III
Galeopsis tetrahit	4										I	II	II
Constante soorten													
Quercus robur	3	II	IV	IV	II	III	I	III	I	V	II	III	II
Prunus serotina	3	III	III	II	III	IV	I	III	V	V	IV	IV	II
Sorbus aucuparia	3	II	III	IV	IV	IV	II	IV	IV	IV	IV	IV	III
Dicranum scoparium	5	V	V	IV	IV	III	II	IV	III	I	III	I	
Hypnum cupressiforme	5	V	V	V	V	V	III	IV	III	III	IV	II	
Soorten met lage presentie													
Cladonia sect. Cladina	5	I	I										
Ptilidium ciliare	5	I	I										
Campylopus introflexus	5	I											
Carex arenaria	4		I										
Cladonia subulata	5	I	I		I								
Dicranum polysetum	5	I	I	I	I								
Orthodicranum montanum	5			I									
Aulacomnium androgynum	5	I			I		I						
Picea abies	3				I			I					
Lophocolea bidentata	5			I				I					
Plagiothecium denticul.	5						I						
Larix kaempferi	3				I				I				
Plagiothecium undulatum	5			I							I		
Lepidozia reptans	5				I						I		
Chamaenerion angustif.	4					I				I		I	

Tabel 4.6. Vervolg

no. vegetatietype		1	2	4	5	6	3	7	8	10	9	11	12
Luzula campestris	4									I			
Luzula multiflora	4									I			
Eurhyngium striatum	5										I		
Plagiothecium laetum	5										I		
Veronica officinalis	4									I			
Plagiomnium affine	5									I			
Rhytidiadelphus squarr.	5									I			
Alnus incana	3										I		
Holcus lanatus	4											I	
Impatiens parviflora	4											I	
Isopterygium elegans	5							I	I			I	
Geranium molle	4											I	
Sorbus aria	3											I	
Rubus idaeus	4												I
Prunus padus	3									I			I
Convallaria majalis	4											I	I
Rhododendron ponticum	3												I
Crataegus monogyna	3									I			I
Populus alba	3												I
Acer platanoides	3												I
Viola odorata	4												I
Tiliaspec.	3												I
Glechoma hederacea	4											I	I
Corylus avellana	3												I
Sambucus racemosa	3												I
Galium aparine	4												I
Narcissus pseudonarcis.	4												I
Acer campestre	4												I
Carpinus betulus	3												I
Aucuba japonica	3												I

Vegetatietypen:

1 Gemeenschap van Pijpestrootje
2 Gemeenschap van Bochtige smele en Struikheide
3 Gemeenschap van Adelaars varen
4 Gemeenschap van Bochtige smele en Blauwe bosbes
5 Gemeenschap van Klauwtjesmos en Bos-kronkelsteeltje
6 Gemeenschap van Bochtige smele en Brede stekelvaren
7 Gemeenschap van Blauwe bosbes en Kussentjesmos
8 Gemeenschap van Amerikaanse vogelkers
9 Gemeenschap van Klauwtjesmos en Rimpelmos
10 Gemeenschap van Gladdewitbol en Wilde kamperfoelie
11 Gemeenschap van Gewone esdoorn en Drents krenteboompje
12 Gemeenschap van Gewone esdoorn en Klimop

Presentie van de soorten in de opnamen:

I	<20%
II	20-40%
III	40-60%
IV	60-80%
V	>80%

tje (type no. 5), dat echter vooral in ongemengde, donkere naaldhoutopstanden voorkomt.

Opstandstype:
Zomereik en/of Beuk, veelal gemengd met Grove den. Constante soorten (presentie 60%): Ruwe berk, Wilde lijsterbes (struiklaag), Blauwe bosbes, Bochtige smele, Kussentjesmos, Klauwtjesmos en Gewoon gaffeltandmos.
Differentiërende soorten:
t.o.v. alle typen behalve 5, 9 en 11: geen echte differentiërende soorten; schaarse ondergroei.

t.o.v. 5 (Gemeenschap van Klauwtjesmos en Bos-kronkelsteeltje): Beuk (struiklaag) en Blauwe bosbes; ontbreken van: Zachte berk (struiklaag), Douglasspar (struiklaag) en Smalle stekelvaren.

t.o.v. 9 en 11 (Gemeenschap van Klauwtjesmos en Rimpelmos, resp. Gemeenschap van Gewone esdoorn en Drents krenteboompje): Ruwe berk (struiklaag), Amerikaanse eik (struiklaag), Blauwe bosbes, Kussentjesmos,mos Bos-kronkelsteel, Bronsmos en Peermos; ontbreken van: Tamme kastanje (struiklaag), Gewone esdoorn (struiklaag), Gewone vlier (struiklaag), Douglasspar (struiklaag), Rankende helmbloem, Vogelmuur, Schapezuring, Smalle stekelvaren, Groot- en Fijn laddermos, Glanzend- en Geklauwd platmos en Dikkopmos.

8. Gemeenschap van Amerikaanse vogelkers.

Loofbossen met een hoge bedekking van Amerikaanse vogelkers in de struik- en/of kruidlaag. Opvallend is de soortenarmoede en de lage bedekkingscijfers van de soorten, de Amerikaanse vogelkers uitgezonderd. In de presentietabel lijkt de Gemeenschap van Amerikaanse vogelkers op het eerste gezicht een intermediaire positie in te nemen tussen de hiervoor behandelde vegeta-

tietypen van voedselarm milieu en de nog te behandelen typen van relatief rijk substraat. Deze intermediaire positie wordt echter vooral veroorzaakt door het ontbreken van eigen soorten en veel minder door floristische overeenkomst met beide groepen.

Opstandstype:
Zomereik, Grove den en in mindere mate Beuk en Berk.

Constante soorten (presentie 60%): Amerikaanse vogelkers (struiklaag), Wilde lijsterbes (struiklaag), Bochtige smele, Gewoon gaffeltandmos en Klauwtjesmos.

Differentiërende soorten:
t.o.v. alle andere typen: Amerikaanse vogelkers (dominant).

t.o.v. typen 1 - 7 (relatief voedselarm): ontbreken van Grove den (struiklaag), Pijpestrootje, Kruipend walstro, Bos-kronkelsteel, Bronsmos en Peermos.

t.o.v. typen 9 - 12 (relatief voedselrijk): ontbreken van Gladde witbol, Rankende helmbloem, Vogelmuur, Grote brandnetel en Wilde kamperfoelie.

9. Gemeenschap van Klauwtjesmos en Rimpelmos.

Vegetatie van loof-, naald- en gemengde bossen met zeer schaarse ondergroei. Struiken zijn bijna geheel afwezig en ook de soorten in de kruid- en moslaag hebben een lage bedekking. De mosflora daarentegen is in dit type goed ontwikkeld. In vergelijking met de Gemeenschap van Klauwtjesmos en Bos-kronkelsteeltje (type no. 5), waarin ook uitsluitend de moslaag goed ontwikkeld is, komen hier vooral de soorten voor die kenmerkend zijn voor de wat rijkere milieu-omstandigheden.

Opstandstype:
Vooral Zomereik en/of Douglasspar; incidenteel Beuk of Fijnspar. Constante soorten (presentie 60%): Amerikaanse vogelkers (struiklaag), Wilde lijsterbes (struiklaag), Gewoon sterremos, Geklauwd platmos en Pluisjesmos.

Differentiërende soorten:
t.o.v. alle typen: Rimpelmos en Geklauwd platmos.

t.o.v. alle typen behalve 5, 7 en 11: lage bedekking van de kruidlaag.

t.o.v. type 5 en 7 (voedselarme bossen met schaarse ondergroei): Gewone vlier (struiklaag), Gladde witbol, Schapezuring, Vogelmuur, Fijn- en Groot laddermos, Geklauwd- en Glanzend platmos en Rimpelmos; ontbreken van Grove den (struiklaag), Ruwe berk (struiklaag), Amerikaanse eik (struiklaag) en Bos-kronkelsteeltje.

t.o.v. type 11 (relatief voedselrijk bos met schaarse ondergroei): Schapezuring, Geklauwd- en Glanzend platmos, Rimpelmos, Gewoon gaffeltandmos, Pluisjesmos en Kantmos (terrestrisch!) en het ontbreken van Tamme kastanje en Wilde kamperfoelie.

10. Gemeenschap van Gladde witbol en Wilde kamperfoelie.

Vegetatie van lichte loof- en naaldbossen met een hoge bedekking van Gladde witbol in de kruidlaag. Het aantal mossoorten is zeer beperkt. De floristische samenstelling van de ondergroei is mede afhankelijk van het opstandstype. Zo komt onder Grove den het Groot laddermos frequent voor, terwijl in Eikenbossen die tot dit type behoren regelmatig jonge Beuk in kruid- en struiklaag is gevonden.

Opstandstype:
Zomereik of Grove den. Constante soorten (presentie 60%): Zomereik (struiklaag), Wilde lijsterbes (struiklaag), Amerikaanse vogelkers (struiklaag), Gladde witbol, Wilde kamperfoelie, Gewoon struisgras, Bochtige smele, Braam en Klauwtjesmos.

Differentiërende soorten:
t.o.v. alle typen: Gladde witbol (dominant - abundant), Drienerfmuur en Ruw beemdgras.

11. Gemeenschap van Gewone esdoorn en Drents krenteboompje.

Gemengde loofbossen met een schaarse ondergroei. Opvallend is het relatief grote aantal soorten in de struiklaag. Een tweetal soorten van deze laag hebben in dit type hun optimum, nl. Drents krenteboompje en Tamme kastanje. De Gewone esdoorn is algemeen en komt alleen in het hierna te bespreken type (no. 12) nog frequenter voor.

Opstandstype:
Zomereik en/of Beuk.

Constante soorten (presentie 60%): Gewone esdoorn (struiklaag), Zomereik (struiklaag), Beuk (struiklaag), Berk (struiklaag), Drents krenteboompje (struiklaag), Wilde lijsterbes (struiklaag), Amerikaanse vogelkers (struiklaag) en Gewoon sterremos.

Differentiërende soorten:
t.o.v. alle typen behalve 12: Gewone esdoorn (struiklaag), Tamme kastanje (struiklaag), Grote brandnetel en Gewone hennepnetel. t.o.v. type 12 (Gemeenschap van Gewone esdoorn en Klimop): Drents krenteboom-

pje (struiklaag), Tamme kastanje (struiklaag), Vogelmuur, Wilde kamperfoelie, Bochtige smele, Klauwtjesmos en Pluisjesmos

12. Gemeenschap van Gewone esdoorn en Klimop.

Loofbossen met een goed ontwikkelde, relatief soortenrijke struiklaag met als ondergroei vaak tapijten van kruipende Klimop. De soortensamenstelling wijkt sterk af van alle andere typen, m.u.v. type 11 dat een overgangspositie inneemt. De soortensamenstelling wijst op een voor de Utrechtse Heuvelrug hoge voedselrijkdom van het substraat. Naast het verschijnen van soorten die in andere typen (vrijwel) ontbreken als Klimop, Aalbes en Taxus is ook het ontbreken van een aantal elders zeer constante soorten zoals Bochtige smele en Klauwtjesmos opvallend. Interessant is ook dat in de optimaal ontwikkelde bossen die tot dit type behoren, nl. in de bossen met tapijten van Klimop, het Gewone sterremos, toch een algemene soort van matig rijke tot rijke standplaatsen, ontbreekt.

Opstandstype:
Beuk of gemengd bos met o.a. Linde, Esdoorn en Beuk.

Constante soorten (presentie 60%): Gewone esdoorn (struiklaag), Beuk (struiklaag) en Klimop.

Differentiërende soorten:
t.o.v. alle typen: Taxus (struiklaag), Paardekastanje (struiklaag), Linde (Tilia spec.; struiklaag), Klimop, Aalbes, Kruisbes en Sneeuwbes; ontbreken van: Bochtige smele, Gewoon gaffeltandmos, Klauwtjesmos en Pluisjesmos. t.o.v. alle typen m.u.v. type 11 (Gemeenschap van Gewone esdoorn en Drents krenteboompje): Gewone esdoorn (struiklaag).

4.2.4 Spontane verjonging.

In vrijwel ieder bos komen spontaan gevestigde bomen en struiken voor. Deze spontane verjonging verschilt van opstand tot opstand wat betreft: aantal individuen, soortensamenstelling en structuur. Onder structuur wordt hier verstaan de hoogte-differentiatie in de verjonging. De variatie in verjonging is een gevolg van zowel de genetisch bepaalde eigenschappen van de soorten, alsmede van de eigenschappen van het bosecosysteem. De spontane bosverjonging wordt hier beschouwd als de resultante van verschillende populatiedynamische processen. De nabijheid van zaadbomen is hierbij in belangrijke mate bepalend voor de zaadaanvoer, c.q. de potentiële samenstelling van de bosverjonging. Verschillende compartimenten van het bos-ecosysteem werken als selectie-factoren, die de vestiging, overleving en ontwikkeling van de soorten bepalen die samen de spontane verjonging vormen.

De verjonging begint met de aanvoer van zaad. De dichtheid en samenstelling van deze zaadaanvoer wordt, afgezien van de mogelijke jaarlijkse variatie in zaadproductie, vooral bepaald door de nabijheid van zaadbomen. Vooral voor Beuk blijkt de nabijheid van zaadbomen belangrijk (Fanta, 1982; Steenhof & Veltman, 1987). Voor wind-verspreiders (anemochore soorten als Berk, Grove den, Larix en Douglas) en soorten waarvan de zaden door dieren worden verspreid (zoöchore soorten als Eik, Wilde lijsterbes, Amerikaanse vogelkers, Sporkehout en Drents krenteboompje) geldt dit in mindere mate. Deze zaden kunnen over grotere afstanden (honderden meters) getransporteerd worden. De ruimtelijke verdeling van de wind-verspreide zaden kan als een functie van afstand en dominante windrichting worden beschreven, waarbij de dichtheid van de zaden afneemt bij een toenemende afstand (Kellomaki et al., 1987; Brown et al.,1988). De ruimtelijke verdeling van dier-verspreide zaden is in hoge mate afhankelijk van het gedrag van de diersoort die voor de verspreiding zorgt. De dichtheid van de zaden is in dit geval minder direct gerelateerd aan de afstand t.o.v. de zaadbron (Bossema,1979; Herrera et al.,1981). Welke soorten zich in welke aantallen uit de zaadaanvoer zullen vestigen hangt samen met de beschikbaarheid van "vestigingsniches" (safe-sites, sensu Harper, 1979). Een individu is pas gevestigd als deze het eerste jaar (kiemfase en kiemplantstadium) heeft overleefd. De eisen die een individu voor vestiging aan zijn omgeving stelt zijn soortspecifiek. De verschillen in vestigingsmogelijkheden van een soort kunnen bij een vergelijkbare zaadaanvoer, worden bepaald op basis van het aantal recent gevestigde individuen.

Het aantal eenmaal gevestigde individuen dat uiteindelijk doorgroeit tot een volwassen boom of struik is in het algemeen klein. Ook voor de fase na de vestiging wordt de overlevingskans van een individu door de eigenschappen van de soort en zijn directe omgeving bepaald. De verschillen in overleving en de hieraan gerelateerde ontwikkeling resulteren in een verdere variatie in verjonging, zowel naar soortensamenstelling als naar structuur.

Fanta (1982) noemt als belangrijkste macro-omgevingsfactoren die van invloed zijn op of gecorrelleerd zijn met de overleving van de spontane verjonging:

- samenstelling en structuur van de opstand
- samenstelling en structuur van de bodemvegetatie
- groeiplaats
- wilddruk

Deze factoren verschillen niet principieel van de factoren die van invloed zijn op het aanbod aan vestigingsniches (vergelijk Harper, 1979). Ze zijn echter op een andere schaal werkzaam.

Op basis van de soortensamenstelling van de verjonging, het aantal individuen en de hoogteverdeling is een typologie opgesteld. Deze typologie is eerder een middel dan een doel op zich. De typologie is nl. gebruikt om de correlatieve samenhang tussen de structuur en samenstelling van de spontane verjonging en de opstands- en groeiplaats-karakteristieken op te sporen. De indeling is verkregen a.d.h.v. een cluster-analyse met het programma TWINSPAN. Naar samenstelling en structuur van de spontane verjonging verwante opnamepunten zijn gegroepeerd in clusters van opnamepunten. Hierbij zijn de aantallen per soort per cumulatieve hoogteklasse ingevoerd, i.c. aantal indivuduen ouder dan 1 jaar, hoger dan 0.5 meter, hoger dan 1.0 meter, hoger dan 2.0 meter etc. Hierdoor scoort bijv een boom van 2.5 meter in de klassen ouder dan 1 jaar, hoger dan 0.5 meter, hoger dan 1.0 meter en hoger dan 2.0 meter. Deze benadering komt in grote lijnen overeen met het onderscheiden van "pseudospecies" in het TWINSPAN programma. Door het gebruik van de cumulatieve hoogteklassen blijft de verwantschap tussen individuen van een soort met een verschillende hoogteklasse bestaan. In tabel 4.6a zijn de 9 klassen opgesomd die bij de cluster-analyse zijn gehanteerd.

Verjongingstypen

Hieronder volgt een beschrijving van de onderscheiden verjongingstypen. (zie ook tabel 4.7).

A. Vliertype (n = 4).
Karakteristiek voor dit type is het voorkomen van Gewone vlier; zowel individuen lager dan 0.5 meter als hoger dan 1.0 meter. Amerikaanse vogelkers komt in alle opnamen van dit type voor, al is het aantal individuen beperkt. Opvallend is het ontbreken van overigens algemene soorten als Berk en Drents krenteboompje.

B. Type met Amerikaanse vogelkers (n = 5).
Karakteristiek voor dit type is de dominantie van Amerikaanse vogelkers. Hoewel deze soort in verschillende combinaties voorkomt, heeft deze hier zijn optimum, zowel in aantal als in hoogte (hoger dan 4 meter). Naast de Amerikaanse vogelkers zijn Wilde lijsterbes en de Zomereik algemene soorten. Deze komen hier voor met een hoogte boven 1 meter.

Tabel 4.6a
De 9 klassen die bij de clusteranalyses zijn gebruikt.

Klasse	Aantal individuen per are
1	<1
2	1 - 2
3	2 - 3
4	3 - 5
5	5 - 10
6	10 - 20
7	20 - 50
8	50 - 100

C. Beuktype (n = 3).
Karakteristiek voor dit type is het voorkomen van grotere (hoger dan 4 meter) Beuken, al is het aantal gering (1 per 4 are). Andere boomvormende soorten, groter dan 1.0 meter, ontbreken.

D. Laag Lijsterbes-Krenttype (n = 5).
Dit type heeft geen karakteristieke soorten. Ongeacht de soort, zijn individuen groter dan 0.5 meter schaars. Incidenteel komt een enkele Amerikaanse vogelkers, Wilde lijsterbes of Grove den van rond 1 meter hoogte voor. Wilde lijsterbes en Drents krenteboompje zijn de meest algemene soorten in dit type, waarbij vooral de Lijsterbes met grote aantallen kan voorkomen (5 tot meer dan 100 individuen per are). Andere regelmatig voorkomende soorten in dit type zijn Amerikaanse vogelkers, Zomereik en Berk.

E. Hoog Lijsterbes-Krenttype (n = 5).
Dit type heeft wat betreft de soortensamenstelling een grote verwantschap met het vorige type. Slechts door het voorkomen van Beuk verschilt dit type naar soortensamenstelling. Het belangrijkste onderscheid tussen beide typen is echter de structuur. Hier komt Wilde lijsterbes hoger dan 2 meter en Drents krenteboompje hoger dan 1 meter regelmatig voor. Ook andere voorkomende soorten als Amerikaanse vogelkers, Beuk, Berk komen met grotere exemplaren voor.

F. Berk-eik-Beuktype (n = 11)
Karakteristiek voor dit type is vooral de structuur van de verjonging. Berk, Zomereik, Beuk, Wilde lijsterbes en Sporkehout hoger dan 1 meter komen voor. De boomvormende soorten zijn vaak hoger dan 3 meter. In dit type is tevens de verjonging van de Amerikaanse eik karakteristiek.

G. Sporkehout-Zomereiktype (n = 7)
Dit verjongingstype wordt gekenmerkt door het het voorkomen van Sporkehout en Zomereik en door het vrijwel ontbreken van verjonging van algemene soorten als Amerikaanse vogelkers, Wilde lijsterbes en Drents krenteboompje. De jonge Eiken zijn niet hoger dan 0.5 meter. De verjonging van Sporkehout is in meer dan de helft van de opnamen hoger dan 1 meter. Deze soort heeft in dit type en in het voorafgaande zijn optimum. De Berk verjongt zich hier met geringe aantallen.

H. Berk-Zomereiktype (n = 5)
De meest algemene soorten hier zijn Berk en Zomereik. De Berk is hoger dan 1.0 meter (1 tot 5 per are), de Zomereik heeft een hoogte tussen de 0.5 en 1.0 meter

Tabel 4.7
Procentueel voorkomen van boom- en struiksoorten, naar cumulatieve hoogteklassen, in de onderscheiden verjongingstypen.

verjongingstypen		A	B	C	D	E	F	G	H	I.1	I.2	J	K
aantal opnamen		4	5	3	5	5	11	7	5	7	7	7	4
(sub)soorten													
Douglasspar	> 1 jr.	50					27		40	14	57	57	
Douglasspar	>0.5 m.	25							20				
Douglasspar	>1.0 m.	25							20				
Gew./Bergvlier	> 1 jr.	100		33		40					14		
Gew./Bergvlier	>0.5 m.	100		33		40							
Gew./Bergvlier	>1.0 m.	100		33		20							
Gew./Bergvlier	>2.0 m.	80											
Gewone esdoorn	> 1 jr.	50	20	33									
Gewone esdoorn	>0.5 m.	50	20	33									
Amer. vogelkers	> 1 jr.	100	100		80	60	82	14	60	14		42	
Amer. vogelkers	>0.5 m.	75	100		20	60	73	14	40			14	
Amer. vogelkers	>1.0 m.	50	100		20		45	14	20				
Amer. vogelkers	>2.0 m.	25	100				9						
Amer. vogelkers	>3.0 m.		80										
Wilde lijsterbes	> 1 jr.	75	100	66	100	100	100	28	80	81	100	86	
Wilde lijsterbes	>0.5 m.	50	80	33	40	100	100		40	14		28	
Wilde lijsterbes	>1.0 m.	25	80	33	20	100	90		20	14		28	
Wilde lijsterbes	>2.0 m.		40	33		100	36					14	
Wilde lijsterbes	>3.0 m.					60	18						
Beuk	> 1 jr.	50	60	100	20	100	82	14	60		14	28	
Beuk	>0.5 m.		60	100		100	72		20				
Beuk	>1.0 m.		20	100		20	63						
Beuk	>2.0 m.		20	100			45						
Beuk	>3.0 m.		20	100			18						
Zomereik	> 1 jr.	25	60	66	80	100	100	87	100	71	28	57	
Zomereik	>0.5 m.		60				100	14	100				
Zomereik	>1.0 m.		60				82		40				
Zomereik	>2.0 m.		20				73						
Japanse larix	> 1 jr								20		14	100	
Japanse larix	>0.5 m.											28	
Grove den	> 1 jr.		40		20		36	14	60	28		71	
Grove den	>0.5 m.		20		20		18	14	40			14	
Grove den	>1.0 m.		20		20			14					
Ruwe/Zachte berk	> 1 jr.		20	66	60	100	91	71	100	86	86	100	
Ruwe/Zachte berk	>0.5 m.		20			80	91	14	100	28		43	
Ruwe/Zachte berk	>1.0 m.					20	82		100			14	
Ruwe/Zachte berk	>2.0 m.					20	54		20				
Ruwe/Zachte berk	>3.0 m.						45		20				
Amerikaanse eik	> 1 jr.		40		20		73		20			57	
Amerikaanse eik	>0.5 m.						45		20			14	
Amerikaanse eik	>1.0 m.						36						
Dr.krenteboompje	> 1 jr.		40	33	100	100	54	28	40	86	14	57	
Dr.krenteboompje	>0.5 m.		40	33		100	27	14	40			14	
Dr.krenteboompje	>1.0 m.		20	33		100	18	14	20				
Sporkehout	> 1 jr.		60		40	40	81	100	20	43			
Sporkehout	>0.5 m.		40			40	64	57					
Sporkehout	>1.0 m.		20			20	54	57					

(1 per are). Dit type onderscheidt zich van type F (Berk-eik-Beuktype) door zijn geringe hoogte-differentiatie en het ontbreken van Sporkehout. Algemene soorten zijn verder Wilde lijsterbes, Beuk en Grove den; deze zijn lager dan 0.5 meter.

I. Berk-Lijsterbestype (n = 14)
Dit type heeft geen eigen soorten. Opvallend is het vrijwel ontbreken van algemene soorten als Amerikaanse vogelkers, Beuk en Grove den. Er komt bijna geen verjonging voor groter dan 0.5 meter. Twee varianten worden onderscheiden.

I.1. variant met Zomereik en Drents krenteboompje (n = 7)
I.2. variant met Douglasspar (n = 7)

J. Larixtype (n = 7)
Dit type wordt gekarakteriseerd door het voorkomen van verjonging van Japanse larix, die niet groter is dan 0.5 meter. Algemeen zijn Berk, Grove den en Wilde lijsterbes. Opvallend is het frequent voorkomen van Amerikaanse eik, die hier en in het Berk-eik-Beuktype (type F) zijn optimum heeft.

K. verjonging is afwezig (n = 4)
Spontane verjonging ontbreekt, d.w.z. er zijn geen exemplaren ouder dan 1 jaar gevonden.

4.2.5 Groei.

Groei kan worden gedefinieerd als de accumulatie van biomassa in de tijd. In de bosbouw wordt groei traditioneel vertaald in de verandering van het totale stamvolume of grondvlak van de opstand. Een goed beeld van deze veranderingen kan alleen verkregen worden door herhaaldelijk deze parameters vast te leggen. In deze voorstudie echter was herhaald waarnemen niet mogelijk. Globale informatie over groei kan echter ook via een indirecte methode verkregen worden.

O.a. in onderzoek van Christie (1970) en La Bastide en Faber (1972) wordt voor gelijkjarige monocultures een verband tussen de opperhoogte-ontwikkeling en de grondvlak-bijgroei aangetoond. Het verband is uitgedrukt in een soortspecifieke, gemiddelde, relatieve grondvlak-bijgroei (MRGI). De verandering in opperhoogte is derhalve een indirecte maat voor verandering van het grondvlak en (daarvan afgeleid) een verandering van het volume. De opperhoogte-ontwikkeling als functie van de tijd kan onder Nederlandse omstandigheden het best met de functie van Chapman-Richards worden benaderd (La Bastide en Faber 1972). In deze functie is de opperhoogte een dynamische parameter die afhangt van de S-waarde (site-index), de tijd en enkele soortspecifieke constanten. De opperhoogte van een opstand is eenvoudig te meten. Bij een bekende leeftijd van de opstand is nu met de formule van Chapman-Richards de S-waarde te berekenen. De S-waarde geeft een modelmatige beschrijving van de opperhoogte-ontwikkeling en is dus een indirecte maat voor de groeisnelheid. Een hoge S-waarde indiceert een snelle groei, een lage S-waarde een langzame groei.

De voorspelde opperhoogte-ontwikkeling op basis van de geschatte S-waarde kan van de werkelijke opperhoogte-ontwikkeling verschillen. Vooral ten gevolge van een vertraagde jeugdgroei (wildschade, nachtvorstschade etc.) kan de S-waarde te laag worden geschat.

In tabel 4.8 staan de resultaten vermeld van de S-waarde berekeningen. Een aantal opnamen komt niet in deze tabel door het ontbreken van voldoende hoogtegegevens, door de onbetrouwbaarheid van de opstandsleeftijd of door het ontbreken van de voor de berekening van de S-waarde benodigde soortspecifieke constanten. In de tabel staan 46 opnamen (ca. 65%) vermeld. De opnamen zijn per boomsoort op basis van de S-waarde gegroepeerd in drie groeiklassen. De klassegrenzen zijn ontleend aan WIB-C (Van Soesbergen e.a. 1986).

Tabel 4.8
S-waarde (m) per opname van de dominante boomsoort.

Boomsoort	Groeiklasse	S-waarde gemiddelde	S-waarde spreiding	Aantal opnamen
Grove den (n=24)	slecht	19	14-21	7
	normaal	25	23-26	8
	goed	30	27-35	9
Oostenrijkse den (n=1)	goed	29	-	1
Douglasspar (n=5)	normaal	31	30-34	3
	goed	38	36-39	2
Fijnspar (n=3)	slecht	27	-	2
	goed	40	-	1
Japanse larix (n=6)	slecht	19	-	1
	normaal	22	21-22	2
	goed	35	30-40	3
Zomereik (n=4)	slecht	20	-	1
	normaal	29	-	2
	goed	42	-	1
Beuk (n=3)	goed	39	32-46	3

Hoofdstuk 5

Relaties tussen de ecosysteem-componenten.

5.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de relaties beschreven tussen vegetatie, spontane verjonging en boomgroei enerzijds en de verschillende groeiplaatsfactoren anderzijds. Het betreft hier zowel onafhankelijke factoren (moedermateriaal, grondwater, bosbeheer en bosgeschiedenis), als afhankelijke factoren (bodemvorming en humus). Verwerking van de bodem wordt hierbij steeds beschouwd als een aspect van de bosgeschiedenis en derhalve niet als een kenmerk van het abiotisch milieu.

De analyses zijn grotendeels uitgevoerd met behulp van het computerprogramma DISCRIM. Hiermee wordt onderzocht welke milieufactoren correleren met de hiërarchische classificaties (zie par. 3.4). Voor elke splitsing, op elk niveau, worden met DISCRIM de correlerende kenmerken (indicatoren) geregistreerd. Voor de vegetatietypen is uitgegaan van de hiërarchische structuur, zoals deze door de TWINSPAN-clustering van de 750 vegetatie-opnamen van de Utrechtse Heuvelrug is verkregen (zie par. 3.1). Voor de spontane verjonging is gebruik gemaakt van de hiërarchische ordening van verjongingstypen (eveneens gebaseerd op een TWINSPAN-clustering), zoals beschreven in par. 4.5. Voor wat betreft de boomgroei tenslotte, werd per boomsoort gebruik gemaakt van een ad hoc indeling van de vijf relatieve boniteitsklassen (zie par. 4.6).

Bij interpretatie van de DISCRIM-resultaten is van de volgende criteria uitgegaan. Een factor is van belang voor een bepaald splitsingsniveau als:

- deze beperkt is tot een van beide groepen en daar een presentie van tenminste 50% heeft (exclusieve factoren), of indien
- de factor voorkomt in beide groepen, maar het verschil in presentie tenminste 50% bedraagt (selectieve factoren).

Voor enkele der onderzochte relaties was het niet relevant een DISCRIM-analyse uit te voeren. In die gevallen is volstaan met een eenvoudige kruistabel.
Het totaal aantal relaties dat onderzocht kan worden is zeer groot. Veel van deze relaties zijn echter binnen de vraagstelling van dit onderzoek niet of weinig relevant. In de hiernavolgende paragrafen is niet naar volledigheid gestreefd. Slechts de belangrijkste relaties komen aan de orde. In enkele gevallen zijn, bij wijze van voorbeeld, de DISCRIM-resultaten in tabelvorm weergegeven.

5.2 Relaties met de vegetatie.

5.2.1 Relatie tussen vegetatie en onafhankelijke factoren van het abiotisch milieu.

De resultaten van de DISCRIM-analyse worden weergegeven in tabel 5.1. Uit deze tabel blijkt het grote, differentiërende effect van opgebrachte cultuurdekken (voormalige akkers). De eerste splitsing van de vegetatie-opnamen in zeven typen van voedselarme en vijf typen van rijker substraat, is sterk gecorreleerd met de aan- of afwezigheid van cultuurdekken. Het betreft hier zowel de dikke cultuurdekken ("enkeerdgronden"), als de matig dikke dekken op moderpodzolen ("loopodzolgronden") (zie 4.2). Vegetatietypen met veel Gladde witbol, Gewone Esdoorn en Gewone vlier komen dus veelal voor op de rijkere, oude bouwlanden; vegetatietypen met veel Bochtige smele, Pijpestrootje of Blauwe bosbes vooral op armere gronden. Ook op de lagere classificatie-niveaus van de vegetatietypologie is de aanwezigheid van cultuurdekken van belang.

Bij de lagere dichotomieën blijken, althans binnen de groep van relatief arme vegetatietypen, textuurkenmerken van belang. Kritische grenzen liggen voor de vegetatie bij een M50 van 180 μ en leempercentage van 10%. Het valt op dat het in de meeste gevallen van weinig belang is of dit percentage over de bovenste 25 cm dan wel over de bovenste 50 cm wordt bepaald. Ook de aard van het moedermateriaal van de niet anthropogene dekken, is van belang vanaf het tweede splitsingsniveau. De discriminerende factoren zijn de aanwezigheid van stuifzand en/of gestuwd materiaal. Uiteraard zijn deze factoren sterk gecorreleerd met textuurkenmerken en ze leveren dan ook meestal weinig nieuwe informatie. Dit is echter niet steeds het geval. Interessant is bijvoorbeeld het voorkomen van vegetatietype 3 (Gemeenschap van Adelaarsvaren), dat zowel de stuifzanden, als de grovere zandgronden lijkt te mijden. Tenslotte is de rol van de factoren die gerelateerd zijn aan het verloop van de grondwaterstand van belang. Met name de GHG (en daaraan gekoppelde factoren) blijken te differentiëren, hetgeen niet te verwonderen is in een overwegend (zeer) droog zandgebied. Een drietal grenswaarden voor de GHG komt uit de DISCRIM-analyse naar voren: 200 cm, 140 cm en 80 cm. De laatste waarde lijkt het meest relevant; de beide andere waarden zijn binnen de steekproef sterk gecorreleerd met andere, waarschijnlijk meer van invloed zijnde factoren (bijv. aanwezigheid van cultuurdekken). Een GHG van 80 cm of minder lijkt met name van betekenis voor het voorko-

Tabel 5.1
Relatie tussen de onafhankelijke groeiplaatsfactoren (abiotisch milieu) en de vegetatieclassificatie. Correlaties zijn berekend aan de hand van de cijfers die zijn verkregen met DISCRIM-analyses en zijn uitgedrukt in procenten van de betreffende opnamegroep. Voor de beschrijving van de vegetatietypen zie paragraaf 4.2.3.

	cultuurdek afwezig of < 30 cm (87%)						cultuurdek ≥ 30 cm (82%)				
--	M50 (0 - 100 cm) > 180 µm of stuifzand (57%)						GHG ≤ 200 cm (100%)				heterogeen antropogeen materiaal (100%)
	leem (0- 25 of 0 - 50 cm) > 10% (67%)		leem (0- 25 of 0 - 50 cm) ≤ 10% (88%)				homogeen antropogeen materiaal (cultuurdek) (92%)			> 170 cm gestuwd materiaal (100%)	
	M50 (0 -25 of 0-50 cm) ≤ 180 µm (100%)	gestuwd materiaal (100%) GVG > 200cm (90%)	GHG ≤ 80 cm (54%)		GHG > 80 cm (95%)		cultuurdek < 50 cm (100%) Gt VII* (100%)	cultuurdek ≥ 50 cm GHG ≤ 140 cm GVG ≤ 200 cm (86%)			
			--	--	--	--		--	--		
vegetatie type 3	veg. 7	veg.4	veg.1	veg.5	veg.2	veg.6	veg.9	veg.10	veg.11	veg.8	veg.12

Tabel 5.2
Relatie tussen beheersfactoren en de vegetatieclassificatie. Correlaties zijn berekend aan de hand van de cijfers die zijn verkregen met DISCRIM-analyses en uitgedrukt in procenten van de betreffende opnamegroep. Voor beschrijving van de vegetatietypen zie 4.2.3.

	gelijkjarig, opgaand bos (74%)						voormalig grondgebruik bos of bouwland (82%)				
oud bos (82%)	voorheen heide of stuifzand (70%)						voormalig hakhout (85%)				bewerkt profiel 100 cm (100%)
	laatste generatie aangelegd voor 1925 (80%)		laatste generatie aangelegd na 1925 (69%)				--			--	
	bos-aanleg voor 1900 (100%)	bos-aanleg na 1900 (70%)	--		--		bos-aanleg voor 1900 (60%)	bosaanleg na 1900 (86%)			
			bos-aanleg na 1900 (82%)	bos-aanleg voor 1900 (71%)	stuif-zand-bebos-sing (70%)	heide-bebos-sing (78%)		--	--		
vegetatie type 3	veg. 7	veg. 4	veg. 1	veg. 5	veg. 2	veg. 6	veg. 9	veg. 10	veg. 11	veg. 8	veg. 12

men van vegetatietype 1 (Gemeenschap van Pijpestrootje en Dopheide).

5.2.2 Relatie tussen vegetatie en beheer/bos geschiedenis.

Onder het bosbeheer wordt hier zowel de beheersgeschiedenis verstaan (o.a. het voormalig grondgebruik en de leeftijd van het bos), als ook het actuele beheer, zoals dunnen, zuiveren en bemesten. Ook externe invloeden, waaronder wildvraat, betreding en stormschade worden hier tot het bosbeheer gerekend. Verschillen in beheer die correleren met verschillen in bepaalde vegetatietypen of groepen van typen worden weergegeven in tabel 5.2. Deze tabel is gebaseerd op een DISCRIM-analyse.

Bij de bestudering van de DISCRIM-resultaten is het opvallend dat uitsluitend beheerskenmerken die betrekking hebben op beheersgeschiedenis, met name voormalig bodemgebruik, ouderdom van het bos, leeftijd van de opstand en het opstandstype, als indicator optreden. Het actuele beheer correleert niet met verschillen in de actuele vegetatie. De verklaring hiervoor is tweeledig. Ten eerste zijn de verschillen in beheer in de bossen op de Utrechtse Heuvelrug met name in de productie-bossen betrekkelijk klein; de factoren die betrekking hebben op actief beheer zijn overal nagenoeg gelijk (bijvoorbeeld dunnen en bestrijding van Amerikaanse vogelkers). Een tweede oorzaak van het niet optreden van correlaties is het ontbreken van nogal veel informatie over o.a. zuiveren, bemesten en strooiselroof. Ook voor de externe invloeden geldt dat deze nauwelijks uit de gegevens in de opstandsleggers zijn af te leiden, zodat ook geen verbanden tussen vegetatie en betreding, verontreiniging, calamiteiten of grondwaterstandsdaling kunnen worden vastgesteld.

Op het hoogste classificatieniveau, waarop de vegetatie-opnamen worden ingedeeld in een groep die kenmerkend is voor relatief arme bodems (type 1 t/m 7) en een groep op relatief rijke bodems (type 8 t/m 12), is een duidelijk verband aanwezig met het voormalig grondgebruik, het opstandstype en de diepte van bodemverwerking. De "arme" groep bestaat voor driekwart uit gelijkjarig opgaand bos en bevat tevens alle bodems die minder dan 60 cm diep verwerkt zijn. De "rijke" groep bestaat vooral uit voormalig hakhoutbos, aangelegd op bouwland of uit "oud bos", dat al voor 1800 aanwezig was. Deze laatste groep bestaat voor driekwart uit opstanden waar bodembewerking heeft plaatsgevonden en waar dit het geval is, bedraagt de verwerkingsdiepte altijd meer dan 60 cm.

Op het tweede niveau wordt van de groep van vegetatie-opnamen van voedselarme milieus de Gemeenschap van Adelaarsvaren (vegetatietype 3) afgescheiden. Deze ondergroei van Adelaarsvaren komt voor in bossen die al voor 1800 als bos aanwezig waren, terwijl de rest van de voedselarme bossen grotendeels (70%) op heide of stuifzand is aangelegd. Op lage niveaus binnen deze groep is vooral de leeftijd van de opstand gecorreleerd met verschillen in de vegetatie. Ook de ouderdom van de bosbodem en het aangelegd zijn op heidevelden

Tabel 5.3
Relatie tussen bodemontwikkeling en de vegetatieclassificatie. Correlaties zijn berekend aan de hand van de cijfers die zijn verkregen met DISCRIM-analyses en uitgedrukt in procenten van de betreffende opnamegroep. Voor beschrijving van de vegetatietypen zie paragraaf 4.2.3.

	vaaggronden en podzolen (minus loopodzolen) (98%) vochtleverantie ≤ 125 mm (72%)						enkeerden en loopodzolen (82%) Aa: org.stof > 2½ % (88%)				
--	E aanwezig (60%) vochtleverantie ≤ 125 mm (77%)						BC aanwezig (54%) begindiepte C ≤ 100 cm (77%) vochtleverantie ≤ 150 mm (46%)				begindiepte C > 100 cm (75%)
	moderpodzolen (47%)		BC aanwezig (69%)				Aa aanwezig (92%)			holtpodzolen (100%) Bws > 39 cm (100%)	
	--	holtpodzolen (60%) Bw aanwezig (50%) C ≤ 150 cm (100%)	--		--		moder-podzolen (100%) loopodzolen (80%)	enkeerden (86%)			
			veldpodzolen (83%) dikte BC ≤ 26 cm (83%)	xeropodzolen (57%) dikte BC > 26 cm (57%) vochtleverantie ≤ 100 mm (43%)	vaaggronden (60%) Bh: org.stof ≤ 2½ % (60%) Ah aanwezig (70%)	podzolen (89%) Bh: org. stof > 2½ % (60%)		Ah afwezig (83%)	Ah: org.stof > 5% (100%)		
vegetatie type 3	veg.7	veg.4	veg.1	veg.5	veg.2	veg.6	veg.9	veg.10	veg.11	veg.8	veg.12

of op stuifzand bepalen mede het optreden van verschillende plantengemeenschappen. Van de groep van opnamen van relatief voedselrijke milieus wordt op het tweede niveau als eerste de Gemeenschap van Gewone esdoorn en Klimop (vegetatietype 12) afgescheiden. Deze bossen verschillen van de rest in leeftijd (aangelegd tussen 1850 en 1900) en opstandstype (gemengd opgaand bos). Bovendien is de bodem tot meer dan een meter diep verwerkt. De overige typen van deze groep bestaan voornamelijk (90%) uit voormalig hakhout en zijn minder oud. De meeste van deze bossen zijn zelfs na 1900 aangelegd). Als de bodem verwerkt is (bij 60%) is dit altijd minder dan een meter diep. Op een lager classificatie-niveau komt opnieuw de leeftijd van het bos als onderscheidende factor naar voren en verder het al dan niet gemengd zijn van de opstand.

5.2.3 Relatie tussen vegetatie en bodemontwikkeling.

Ook de relatie tussen de vegetatie en de bodemontwikkeling werd onderzocht m.b.v. het programma DISCRIM. De resultaten worden weergegeven in tabel 5.3. Uit deze tabel blijkt dat er een aantal duidelijke correlaties bestaat tussen de bodemtypen (volgens De Bakker en Schelling, 1966) en de hiërarchische vegetatietypologie. Zo blijken op het hoogste niveau de relatief eutrafente vegetatietypen (8 t/m 12) vooral voor te komen op moderpodzolen met een matig dik cultuurdek (loopodzolen) en op de gronden met een dik cultuurdek (enkeerden). De vegetatietypen die indicatief zijn voor meer voedselarme milieus (type 1 t/m 7) komen daarentegen vooral voor op de vaaggronden en op de overige podzolgronden, waaronder ook de humuspodzolen met een matig dik cultuurdek en de moderpodzolen zonder cultuurdek. Ook op lagere niveaus doen zich een aantal interessante correlaties voor. Zo komt de Gemeenschap van Pijpestrootje en Dopheide (type 1) vooral voor op veldpodzolen en correleert het verschil tussen twee typen Bochtige smele-begroeiingen goed met de aan- of afwezigheid van een podzolprofiel. De Gemeenschap van Bochtige smele en Struikheide (type 2) heeft een voorkeur voor vaaggronden (zonder duidelijk podzolprofiel), terwijl de Gemeenschap van Bochtige smele en Brede stekelvaren (type 6) vooral op podzolgronden voorkomt.

Uiteraard zijn de bodemtypen niet geheel onafhankelijk van de reeds besproken onafhankelijke groeiplaatsfactoren. Zowel de relatie tussen het voorkomen van enkeerden en de aanwezigheid van anthropogeen moedermateriaal, alsmede de relatie tussen het voorkomen van veldpodzolen en een relatief hoge grondwaterstand zijn duidelijke voorbeelden hiervan. In andere gevallen, men denke aan het verschil tussen humuspodzolen en moderpodzolen of aan het verschil tussen vaaggronden en podzolgronden, is de relatie tussen afhankelijke- en onafhankelijke factoren minder eenduidig.

Wat betreft de overige afhankelijke factoren die uit de DISCRIM analyse als onderscheidend naar voren komen, geldt wel dat het merendeel van deze factoren zo sterk gekoppeld is aan de eerder besproken onafhankelijke groeiplaatsfactoren (of aan het bodemtype volgens De Bakker en Schelling), dat er in feite geen sprake is van nieuwe informatie.

Zo geven factoren, die gekoppeld zijn aan kenmerken van de Ah-horizont, geen nieuwe informatie over kenmerken van anthropogene dekken. Een ander voorbeeld is de vochtleverantie, die eveneens in sterke mate wordt bepaald door de dikte en het humusgehalte van deze dekken en verder door de mate van verwerking. De diepte waarbinnen, onder cultuurdekken, een C-horizont wordt aangetroffen, is mede afhankelijk van de verwerkingsdiepte. Hetzelfde geldt voor de aanwezigheid van een BC-horizont onder cultuurdekken. Overigens is het voorkomen van BC- horizonten beperkt tot humuspodzolen en het voorkomen van Bw-horizonten tot moderpodzolen, terwijl in de relatief natte humuspodzolen de BC-horizont altijd relatief dun is.

5.2.4 Relatie tussen vegetatie/opstand en humus.

De interactie tussen de spontane vegetatie (vnl. kruidlaag) en de humusvormen is een duidelijk voorbeeld van een correlatief complex, waarbij de oorzaak-gevolg relatie niet meer aan de orde is. De vegetatie is van invloed op de samenstelling van het strooisel en omgekeerd is de opbouw van de humusvorm van invloed op de floristische samenstelling van de vegetatie en de bedekking der soorten.

In tabel 5.4 wordt het verband tussen vegetatietypen en humusvormen weergegeven. De humusvormen zijn gerangschikt van Rhizomor naar Mull, hetgeen enigermate overeenkomt met de rangschikking van de vegetatietypen van voedselarm naar voedselrijk.

Uit de diagonaalstructuur in de tabel blijkt dat vegetatietypen en humusvormen duidelijk correleren. De Rhizomor-humusvormen komen voor het grootste deel (ca. 70%) voor in vegetatietypen waar Bochtige smele een belangrijke rol speelt. Ook de meeste Hemimors en Dikke moders komen in deze plantengemeenschappen voor. Wanneer Bochtige smele samen met Blauwe bosbes voorkomt, worden echter ook wel Dunne moders aangetroffen.

Van wezenlijk belang is dus het onderscheid tussen wel of juist niet door Bochtige smele "vergraste" Mormoders. Waar geen sprake is van vergrassing komen op deze arme substraten onder naaldbomen dunnere Mors

Tabel 5.4
Relatieve frequentieverdeling van de vegetatietypen per humusvorm (in percentage-tientallen).

Humusvorm	Rhizo-mor	Hemi-mor	Mor-moder	Dikke moder	Orthi-moder	Dunne moder	Mull-moder	Mull
Vegetatietype								
Gemeenschap van:								
6 Bochtige smele en Brede stekelvaren	3	2	1	2				
2 Bochtige smele en Struikheide	2	1	1	2	1			
4 Bochtige smele en Blauwe bosbes	2	3	1	1	2	1		
7 Blauwe bosbes en Kussentjesmos		2	2	1		1		
1 Pijpestrootje en Dopheide	2		1	1	2		1	
3 Adelaarsvaren		2	1	2	1	1	1	
9 Klauwtjesmos en Rimpelmos	1		2		1	1	1	
5 Klauwtjesmos				1	3		1	2
10 Zachte witbol				1	1	2	1	1
8 Amerikaanse Vogelkers						3	2	
11 Gewone esdoorn			1				1	3
12 Gewone esdoorn						1	1	3
	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
aantal profielen	20	19	42	48	26	17	40	24

en Moders voor, en onder loofbomen, Fijnspar en Douglasspar Mull-achtige humusvormen.

Waar wel sprake is van vergrassing, komen dikke Mors en Moders voor en in extreme vorm zgn. Rhizomoders, met een tot soms 10 cm dikke F direct op de minerale ondergrond. De omzetting kan hier stagneren; het organisch materiaal hoopt zich op aan het oppervlak. Wanneer deze profielen na enkele decennia "verjongd" worden, doordat het bos gekapt en de grond geploegd wordt, krijgt het gras een nieuwe kans. Wanneer de profielen echter ouder kunnen worden, zoals onder de spontaan opgeslagen bossen op de stuifduinen (100-140 jaar), komt er een moment waarop de verdergaande omzetting aan de onderkant van de F leidt tot de vorming van een H-horizont en eventueel menging met een Ah. Uit Rhizomors ontstaan zo Hemimors en Mormoders.

Opvallend is dat de eutrafente vegetatietypen 8, 10, 11 en 12 overeenkomen met Mull-achtige humusvormen. Merkwaardig is dat de vegetatietypen waarin mossen domineren (5 en 9) niet in de volgorde voorkomen die men zou verwachten. Het "arme"-mostype (5) is meer Mull-achtig, terwijl het "rijke"-mostype (9) meer Mor-achtig is. De verklaring hiervoor is dat in vegetatietype 5 relatief veel Douglasspar voorkomt, waarvan de naalden vrij goed verteren. De aangeplante boomsoort drukt hier blijkbaar een zwaarder stempel op het type humusvorm dan het vegetatietype. De echte Mull-profielen hebben hun zwaartepunt in de landgoedbossen met de Gemeenschap van Gewone esdoorn en Drents krenteboompje (11) en de Gemeenschap van Gewone esdoorn en Klimop (12).

In tabel 5.5 wordt de verdeling van de humusvormen over de opstandstypen (gedefinieerd naar dominante boomsoort) gegeven. De humusvormen en de boomsoorten zijn gerangschikt van (Rhizo)mor naar Mull. Uit de tabel blijkt dat er een duidelijk verband bestaat tussen de aangeplante boomsoort en de humusvorm. Dikke strooisellagen ko- men vooral voor onder Larix, Den, Berk en Beuk. Onder Larix en in mindere mate onder Den kunnen dikke morprofielen tot ontwikkeling komen met een slechte strooiselvertering, hoewel het accent onder deze soorten op de Dikke moder ligt. Onder Fijnspar en Douglas kunnen zich zowel Moder- als Mullprofielen ontwikkelen. Vergelijken we de profielen onder Beukenopstanden met die onder Eik, dan blijkt onder Beuk vooral Mormoder voor te komen en onder Eik vooral Mullmoder. Onder Eik vindt de omzetting vooral plaats door dierlijke activiteit en is in het algemeen de vertering beter dan onder Beuk, hetgeen tot uitdrukking komt in een geringere dikte van de ectorganische horizonten en een betere doormenging in de Ah-horizont. Onder de (veelal gemengde) opstanden van Esdoorn en Linde zijn uitsluitend Mull-profielen aangetroffen.

5.3 Relaties met de spontane verjonging.

5.3.1 Relatie tussen spontane verjonging en onafhankelijke factoren van het abiotisch milieu.

Uit de resultaten van de DISCRIM-analyse blijkt dat vrijwel alleen voor de verjongingstypen, die gekarakteriseerd worden door de aanwezigheid van grotere bomen en struiken (A t/m F), onafhankelijke, abiotische factoren als duidelijk differentiërend naar voren komen. In de overige typen (G t/m K), waar de verjonging lager is dan 50 cm, zijn deze primaire groeiplaats-factoren veel minder duidelijk differentiërend. Dit lijkt ook logisch. Lage verjonging wordt naar aantal individuen en soorten-samenstelling in belangrijke mate beinvloed

Tabel 5.5
Verdeling van de humusvormen over de opstandstypen, gedefinieerd naar dominante boomsoort. (in percentage-tientallen).

Humusvorm	Rhizo-mor	Hemi-mor	Mor-moder	Dikke moder	Orthi-moder	Dunne moder	Mull-moder	Mull		N
Boomsoort										
Larix	3		1	4				1	100%	27
Den	1	2	2	3	1	1	1		100%	108
Berk			7			3			100%	3
Beuk			4	1	1	1	2		100%	14
Fijnspar	1		2	1	2		2	3	100%	11
Douglasspar			2		3	1	3	2	100%	19
Eik			1	1	1	2	4	2	100%	40
Esdoorn/Linde								10	100%	6

door secundaire factoren als het humusprofiel, concurrentie met de kruidlaag, lichtinterceptie door de opstand en wildinvloed. De invloed van deze secundaire factoren kunnen een eventuele differentiërende werking van de onafhankelijke factoren op de verjonging overschaduwen. Pas wanneer de verjonging er in slaagt door te groeien (voldoende licht aanwezig, concurrentie van de kruidlaag verminderd, de "vraatzone" ontgroeid) komen de effecten van de primaire groeiplaatsfactoren in de samenstelling van de verjonging tot uitdrukking. De kenmerken van de onafhankelijk, abiotische factoren, die gecorreleerd zijn met de "oudere" verjongingstypen betreffen de aard van het moedermateriaal, de textuur en de mate van bereikbaarheid van het grondwater. Belangrijke kenmerken t.a.v. moedermateriaal en textuur zijn: cultuurdek, dekzand, glaciale afzettingen (sandr en gestuwd preglaciaal), M50 en leemgehalte. De aanwezigheid van een cultuurdek, dikker dan 30 cm, is voor twee typen kenmerkend: het Vliertype (type A) en het Hoge Lijsterbes-Krenttype (type E). Deze verschillen onderling weer in de aard van het moedermateriaal, waarin het cultuurdek is gevormd: het Vliertype komt voor in bossen op glaciaal materiaal en het Hoge Lijsterbes-Krenttype in bossen op dekzand. In het Vliertype is de glaciale afzetting zwak lemig (10% leem), waardoor het cultuurdek ook zwak lemig is. Glaciaal materiaal is ook kenmerkend voor het verjongingstype F (Berk-Eik-Beuk), zij het hier zonder cultuurdek. Wel kan op dit glaciaal materiaal een eolisch dek (dekzand en/of stuifzand) van maximaal 120 cm liggen. Naast de aard van het moedermateriaal is ook de textuur van belang (M50 is groter dan 180). Dekzand is kenmerkend voor het verjongingstype C (Beuk). Het dekzand is hier ook een discriminerende factor. Het is zwak lemig (10% leem) en onderscheidt zich hierdoor van de overige dekzanden. De belangrijkste grenswaarde m.b.t. het grondwater is een GHG van 140 cm. Een diepere GHG dan 140 cm is kenmerkend voor het Berk-Eik-Beuktype (type F).

5.3.2 Relatie tussen spontane verjonging en bosbeheer (opstandstype).

De belangrijkste relatie tussen beheer en spontane verjonging verloopt via de keuze van de boomsoort. Op dit aspect, het opstandstype, wordt hieronder nader ingegaan. Uiteraard zijn ook andere aspecten van het bosbeheer van belang voor de aard van de natuurlijke verjonging. Men denke hierbij aan de bestrijding van de Amerikaanse vogelkers. Deze overige relaties worden ofwel behandeld bij de relatie beheer-vegetatie (5.2.2) of zijn niet verder onderzocht.

De samenhang tussen verjongingstypen en samenstelling van de opstand wordt weergegeven in tabel 5.7. Uit deze tabel blijkt dat er een sterke correlatie is tussen boomsoort en verjongingstype. Van een strikte koppeling tussen dominante boomsoort en verjongingstype is echter slechts in een geval sprake: het voorkomen van het Larix-verjongingstype (type J) in Larix opstanden. In Grove dennen-opstanden komen meerdere verjongingstypen voor: het Laag Lijsterbes-Krenttype (D), het Berk-Eik-Beuktype (F), het Sporkehout-Zomereiktype en het Berk-Lijsterbestype. Van deze typen zijn met name de eerste twee vrijwel beperkt tot de Grove dennenbossen. In de Eiken-opstanden wordt eveneens een grote variatie in verjongingstypen aangetroffen. Het voorkomen van het Hoog Lijsterbes-Krenttype is tot deze Eikenbossen beperkt. Daarnaast kan hier verjonging van het Vliertype (A), het Amerikaanse vogelkerstype (B), het Berk-Eik-Beuktype (F) en het Sporkehout-Zomereiktype (G) voorkomen. Onder donkere naaldboomopstanden van Douglasspar en Fijnspar hebben de Douglas-variant van het Berk-Lijsterbestype (type I2) en het type zonder verjonging (K) hun optimum. Incidenteel komt in deze opstanden het Vliertype (A) of het Amerikaanse vogelkerstype (B) voor. In de donkere loofboomopstanden van Beuk kunnen meerdere verjongingstypen voorkomen: Amerikaans

Tabel 5.7
Frequentie-verdeling van verjongingstypen per opstandstype, gedefinieerd naar dominante boomsoort (in percentage-tientallen).

Verjongingstype	A	B	C	D	E	F	G	H	I1	I2	J	K		N
Boomsoort														
Linde	10												100%	1
Gewone esdoorn	10												100%	1
Beuk		2	5	2								2	100%	6
Zomereik	1	2			5	1	2						100%	11
Zwarte den		3				3		3					100%	3
Grove den				1		3	1	1	2	1			100%	29
Berk							5		5				100%	2
Japanse larix								1			9		100%	8
Douglasspar	2									4		4	100%	5
Fijnspar		3								5		3	100%	4

vogelkerstype (B), Beuktype (C), Laag Lijsterbes-Krenttype (D) en het type zonder verjonging (K). Van deze typen is alleen het voorkomen van het Beuktype (C) beperkt tot de beukenopstanden.

5.3.3 Relatie tussen spontane verjonging en humus.

De variatie in humusvormen binnen een verjongingstype is groot, al zijn tussen groepen van verjongingstypen duidelijke verschillen waarneembaar (tabel 5.8). In de tabel zijn de humusvormen gerangschikt van Rhizomor-ontwikkeling naar Mull. De verjongingstypen vallen uiteen in twee groepen. De eerste groep betreft de typen H t/m C waar dikke ectorganische horizonten tot ontwikkeling komen en waarin type H (Berk-Zomerreik) de meest extreme positie inneemt (Hemimor en Dikke Moder). In de tweede groep (de typen D, E, K en A) komen vooral Mullmoder en Moder profielen met dunne ectorganische horizonten tot ontwikkeling. Het betreft het Lijsterbes-Krenttype (D, K), het verjongingstype met Vlier (A), waarin verreweg de meeste Mull-profielen zijn aangetroffen, en het type zonder verjonging (K). De omzetting van organisch materiaal verloopt hier veel sneller dan in de eerste groep en vindt vooral plaats door dierlijke activiteit. Tussen deze twee groepen van verjongingstypen neemt het type met Amerikaanse vogelkers (B) een intermediaire positie in. De humusvorm die het meest regelmatig verdeeld is over de verjongingstypen is de Orthimoder.

5.4 Relaties met boomgroei.

Met behulp van het computerprogramma DISCRIM zijn per boomsoort de discriminerende variabelen voor de indeling in groeiklassen opgespoord. Deze analyse is uitgevoerd voor Grove den, Douglasspar en Larix, omdat voor deze boomsoorten de meeste S-waarden bekend zijn (zie tabel 5.9 a, b en c). In het navolgende worden de belangrijkste differentiërende factoren voor deze boomsoorten behandeld. In enkele overzichten worden de factoren die sterk met groeiverschillen correleren samengevat. De groei is hier de gemeten groei.

Grove den.
De goede en normale groei van Grove den is vooral waargenomen op podzolgronden, slechte groei op

Tabel 5.8
Frequentie-verdeling van de humusvormen per verjongingstype (in percentage-tientallen).

Verjongingstype	H	F	I1	G	J	I2	C	B	D	E	K	A
Humusvorm												
Rhizomor	4	1	1	1	2							
Hemimor		3	1	3				1				
Mormoder	1	2	3	1	1	4	3	1	1	1	1	1
Dikke moder	4	1	2	3	4	1	1	2	2	1		
Orthimoder	2	1	1	1	1	1		2	1	1	3	1
Dunne moder		1	1	1		1	1	2		2		
Mullmoder		1		1		2	4	2	3	4	3	2
Mull				1	1			1	1	2	3	6
	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

vaaggronden. De goede groei is, binnen de podzolgronden, geconcentreerd op de hydropodzolgronden in dekzand met grondwatertrappen VI en VII. Normale groei is geconcentreerd op leemarme xeropodzolgronden in gestuwd preglaciaal met grondwatertrap VII*. De groei van Grove den blijkt in een aantal gevallen samen te hangen met de verwerkingsdiepte. Zo blijkt op xeropodzolgronden, die 60 cm en dieper verwerkt zijn, de groei van Grove den goed te zijn. Ook lijkt de groei beïnvloed te worden door de ouderdom van het bos. Op groeiplaatsen waar sprake is van een eerste generatie bos is de groei meestal minder goed dan op plaatsen die reeds een of meerdere bosgeneraties hebben gedragen. Ten aanzien van het beheer geldt dat in gevallen waarin de boomsoorten in een opstand individueel gemengd zijn, er een mindere groei is geconstateerd dan daar waar sprake is van gelijkjarige monoculturen.

Tabel 5.9a
DISCRIM-resultaten voor de groei van Grove den.

<table>
<tr><td colspan="4">Grove den (n = 24)</td></tr>
<tr><td colspan="3">Podzolgronden (19)</td><td rowspan="3">Vaaggronden (7)
dekzand > 120 cm</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Hydro podzol-gronden (5)
GT VI en VIII</td><td colspan="2">Xeropodzol-gronden (14)
GT VII*</td></tr>
<tr><td>dekzand < 120 cm pre-glaciaal
(6)</td><td>leemarm pre-glaciaal
(8)</td></tr>
<tr><td colspan="2">goede groei</td><td>normale groei</td><td>slechte groei</td></tr>
</table>

Tabel 5.9b
DISCRIM-resultaten voor de groei van Douglasspar.

<table>
<tr><td colspan="2">Douglasspar (n = 5)</td></tr>
<tr><td>Xeropodzolgronden
in dekzand > 120 cm
GVG 140-200 cm -mv.
(3)</td><td>Moderpodzolgronden
in zwak lemig pre-glaciaal
GVG > 200 cm -mv
(2)</td></tr>
<tr><td>Goede groei</td><td>Normale groei</td></tr>
</table>

Tabel 5.9c
DISCRIM-resultaten voor de groei van Larix

<table>
<tr><td colspan="2">Larix (n = 6)</td></tr>
<tr><td>Stuifzandgronden
op profiel
(duinvaaggronden)
(3)</td><td>Holtpodzolgronden
in zwak lemig
preglaciaal
(3)</td></tr>
<tr><td>Goede groei</td><td>Normale en slechte groei</td></tr>
</table>

Douglasspar.
Slechts een gering aantal opnamen van Douglas-opstanden was bruikbaar voor de DISCRIM-analyse (n = 6). Binnen deze opnamen is het onderscheid in groei teruggebracht tot twee klassen: goede en normale groei. De gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG) blijkt bij goed groeiende opstanden te varieren tussen 140 en 200 cm -mv., terwijl bij de normaal groeiende opstanden de GVG steeds dieper dan 200 cm -mv. voorkomt. In veel gevallen waar sprake is van normale groei betreft het opstanden die in eikenhakhout zijn doorgeplant. Mogelijk heeft het eikenscherm van destijds de jeugdgroei geremd of heeft er door het hakhoutbeheer een verarming van de groeiplaats plaatsgevonden.

Larix.
Goede groei van Larix is binnen de opnamen voornamelijk geconstateerd op stuifzandgronden met een podzol-profiel in de ondergrond, terwijl de normale en slechte groei correleert met de holtpodzolgronden in gestuwd preglaciaal. Opmerkelijk is dat ook hier, net als bij de Grove den, de normaal en slecht groeiende opstanden van de eerste generatie zijn, terwijl de goed groeiende opstanden al van de tweede of derde generatie zijn.

5.5 Overzicht van geselecteerde onafhankelijke factoren.

Een overzicht van de bij de clustering tot primaire groeiplaatsen betrokken factoren is weergegeven in tabel 5.10 (zie volgende pagina). Het betreft hier uitsluitend onafhankelijke factoren van het abiotisch milieu. Voor de clustering tot primaire groeiplaatsen, zie 6.1.

⇒

Tabel 5.10
Een overzicht van de bij de clustering tot primaire groeiplaatsen betrokken factoren (het betreft hier uitsluitend onafhankelijke factoren van het milieu. Voor de clustering tot primaire groeiplaatsen, zie 6.1).

Aard van het moedermateriaal

* *cultuurdek*
  - cultuurdek aanwezig
  - cultuurdek dikker dan 50 cm
  - cultuurdek tussen de 30 en 50 cm dik
* *glaciale afzettingen* (gestuwd preglaciaal en sandr)
  - glaciale afzettingen aanwezig
  - glaciale afzettingen beginnend binnen 100 cm
  - glaciale afzettingen beginnend dieper dan 100 cm
  - gestuwd preglaciaal aanwezig
  - sandr aanwezig
* *eolische afzettingen* (dekzand en stuifzand)
  - eolische afzettingen aanwezig
  - eolische afzettingen met een podzol beginnend binnen 40 cm (niet verstoven of overstoven dekzand)
  - eolische afzettingen met een podzol tussen 40 en 100 cm (niet verstoven dekzand met matig dik stuifzanddek)
  - eolische afzettingen met een podzol tussen 100 en 180 cm (niet verstoven dekzand met dik stuifzanddek)
  - eolische afzettingen zonder podzol (verstoven dekzand of stuifzanddek > 180 cm)

Textuur van het moedermateriaal

* *leemgehalte*
  - leemgehalte in de eerste 50 cm < 10%
  - leemgehalte in de eerste 50 cm > 10%
* *korrelgrootte*
  - M50 in de eerste 50 cm < 180
  - M50 in de eerste 50 cm > 180

Grondwater

* *gemiddeld hoogste grondwaterstand*
  - GHG ≤ 80 cm
  - GHG 80 - 140 cm
  - GHG ≤ 140 cm
  - GHG > 140 cm
  - GHG > 200 cm
* *gemiddeld laagste grondwaterstand*
  - GLG ≤ 160 cm

Hoofdstuk 6.

Groeiplaatsclassificatie

6.1 Integratie van geselecteerde onafhankelijke factoren tot primaire groeiplaatsen.

Met behulp van de verschillende discriminanten-analyses, waarbij de correlatie is bepaald tussen de milieufactoren en de hierarchische indelingen van vegetatietypen, verjongingstypen en (in mindere mate) groeiverschillen, is een overzicht van discriminerende groeiplaatsfactoren verkregen. Voor elke opname zijn deze discriminerende factoren ingevoerd in een data-bestand en vervolgens zijn, met gebruikmaking van TWINSPAN, clusters gevormd van opnamepunten met overeenkomstige groeiplaatskenmerken: de voorlopige primaire groeiplaatsen. Binnen deze groeiplaats-eenheden is de variatie in vegetatie en verjonging bestudeerd en beoordeeld. Een grote variatie in vegetatie- en verjongingingstypen binnen een onderscheiden groeiplaatseenheid kon aanleiding geven om een cluster verder op te splitsen. Omgekeerd kwam het ook voor dat twee voorlopige groeiplaatseenheden met een vergelijkbare variatie in vegetatie en verjonging werden samengevoegd tot een nieuwe groeiplaatseenheid.

De primaire groeiplaatsfactoren, die in de verschillende analyses als discriminerende factoren zijn geselecteerd, zijn voor de integratie op hun verwantschap beoordeeld. Voor sterk overeenkomstige milieukenmerken resulteerde dit in een aantal gevallen in een samenvoeging van factoren tot een nieuwe factor. In andere gevallen kwamen zelfs geselecteerde factoren geheel te vervallen. Zo werden bijvoorbeeld de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand en de grondwatertrap in de verdere bewerking buiten beschouwing gelaten, vanwege de samenhang van deze kenmerken met de gemiddelde hoogste grondwaterstand. Niet alle geselecteerde factoren zijn met eenzelfde gewicht in de clustering ingevoerd. Factoren, die in de verschillende discriminantenanalyses slechts eenmaal als een differentiërende factor naar voren zijn gekomen, zijn met een veel kleiner gewicht in de geintegreerde clustering opgevoerd dan discriminerende factoren die meerdere keren goed differentiëren. Dit heeft tot gevolg dat eerst genoemde factoren een ondergeschikte rol spelen in de integratie tot primaire groeiplaatsen, maar dat de mogelijke samenhang met andere factoren wel tot uiting komt. De aanwezigheid van een cultuurdek, in het bijzonder het voorkomen van een dik cultuurdek, is een sterk discriminerende factor in de verschillende analyses. Aan dit kenmerk is derhalve bij de integratie van groeiplaatskenmerken in de clusterprocedure een extra gewicht toegekend.

De clustering van de geselecteerde kenmerken van de onafhankelijke factoren resulteerde in eerste instantie in de volgende provisorische indeling in 4 hoofdtypen en 13 subtypen (zie ook tabel 6.1).

De relatie tussen deze voorlopige indeling in hoofdtypen van de primaire groeiplaatseenheden met de vegetatie- en verjongingstypologie en de verwachte groeiverschillen (volgens WIB-C) is aan de hand van kruistabellen nader geanalyseerd. De verdeling van deze vegetatie- en verjongingstypen en de verwachte groeiverschillen over de voorlopige eenheden gaf aanleiding om, via een hergroepering van de subtypen tot nieuwe hoofdtypen, het aantal hoofdtypen verder te reduceren. Hierbij is voor de onderscheiden vegetatie- en

Provisorische indeling van de onafhankelijke faktoren.

1.	GRONDEN MET EEN DIK CULTUURDEK		
	subtype 000	Leemarm dekzand met een dik cultuurdek,	GHG ≤ 140 cm
	subtype 0100	Leemarm dekzand met een dik cultuurdek	GHG > 140 cm
	subtype 1100	Zwak lemig gestuwd preglaciaal met een dik cultuurdek	GHG > 140 cm
2.	GRONDEN MET EEN MATIG DIK CULTUURDEK		
	subtype 0101	Leemarm dekzand met een matig dik cultuurdek	GHG ≤ 140 cm
	subtype 100	Dun pakket leemarm dekzand op Sandr met een matig dik cultuurdek	GHG > 140 cm
	subtype 101	Zwak lemig gestuwd preglaciaal met een matig dik cultuurdek	GHG > 140 cm
3.	PREGLACIALE GRONDEN		
	subtype 01111	Dun pakket leemarm dekzand op Sandr	GHG > 140 cm
	subtype 111	Leemarm gestuwd preglaciaal	GHG > 140 cm
	subtype 1101	Zwak lemig gestuwd preglaciaal	GHG > 140 cm
4.	EOLISCHE GRONDEN		
	subtype 0010	Leemarm dekzand	GHG ≤ 80 cm
	subtype 0110	Leemarm dekzand	GHG tussen 80 en 140 cm
	subtype 01110	Leemarm dekzand	GHG > 140 cm
	subtype 0010	Zwak lemig dekzand	GHG ≤ 140 cm

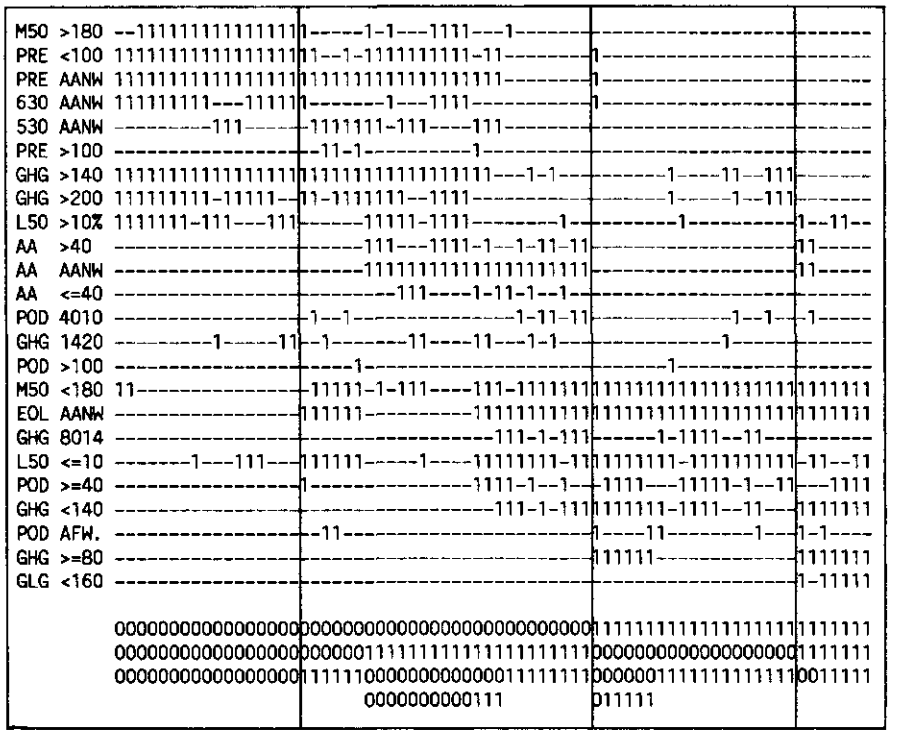


Fig. 6.1
Clusters met kenmerken van de onafhankelijke groeiplaatsfactoren en van de opnamen met overeenkomstige ken merken (clusterprogramma: TWINSPAN).

verjongingstypen vooral gelet op verschillen in voedselrijkdom van het moedermateriaal en verschillen in vochtleverantie. Deze stap van herindeling in primaire groeiplaatstypen is enkele malen herhaald. Uiteindelijk resulteerde dit in de volgende definiëring van primaire groeiplaatseenheden.

1. Gronden met een dik cultuurdek en gronden met een matig dik cultuurdek in zwak lemig zand (subtypen 000, 0100, 1100, 101 in tab. 6.1)

Gronden met een cultuurdek dikker dan 50 cm en gronden met een cultuurdek van 30 tot 50 cm in tenminste (zwak) lemig zand. Deze groeiplaats wordt aangetroffen op de gestuwde, fluvioglaciale afzettingen en de dekzandafzettingen: binnen de gestuwde en de fluvioglaciale afzettingen op de min of meer vlakke delen, binnen de dekzandafzettingen op de flanken van de dekzandruggen. Het grondwater speelt in de meeste gevallen geen rol bij de vochtvoorziening van de vegetatie (grondwatertrap VII, in een enkel geval grondwatertrap VI).

2. Zwak lemige preglaciale gronden en gronden met een matig dik cultuurdek in leemarm zand (subtypen 0101, 100, 1101 in tab. 6.1)

Gronden met een cultuurdek van 30 tot 50 cm in leemarm zand en gronden met tenminste zwak lemige, gestuwde, fluvioglaciale of fluvioperiglaciale afzettingen aan het oppervlak. De gronden met een cultuurdek komen hoofdzakelijk voor binnen de dekzandafzettingen in de vlakten en op de flanken van de dekzandruggen. De overige gronden liggen in de vlakten en tegen de hellingen van de stuwwal. Grondwater speelt binnen deze groeiplaats geen of nauwelijks een rol (grondwatertrap VII).

3. Leemarme gronden in preglaciaal of sandr eventueel met een matig dik dekzand- of stuifzanddek (subtypen 01111, 111 in tab. 6.1) en stuifzanden met een podzolprofiel in dekzand, beginnend tussen 40 en 120 cm (ged. subtype 01110).

Leemarme gestuwde, fluvioglaciale of fluvio-periglaciale afzettingen en eolische afzettingen die dunner zijn dan 120 cm op gestuwd materiaal, alsmede stuifzandafzettingen op een podzolprofiel in dekzand beginnend tussen de 40 en 120 cm beneden het maaiveld. De stuifzanden op profiel vormen de hogere delen van de stuifzandafzettingen. De overige gronden liggen verspreid binnen het stuwwalcomplex. Grondwater speelt ook binnen deze primaire groeiplaats nauwelijks een rol (voornamelijk hangwater-profielen).

4. Vochtige (GHG 80 cm.) leemarme tot zwak lemige gronden in dekzand (subtype 001 in tab. 6.1).

Leemarme tot zwak lemige, eolische afzettingen met een gemiddelde hoogste grondwaterstand die minder dan 80 cm beneden het maaiveld ligt. De gronden die tot deze primaire groeiplaats behoren vormen de relatief lage en vlakke delen binnen de dekzand- en stuifzandafzettingen.

5. Droge leemarme gronden in dekzand en stuifzand zonder profiel (subtype 0110, deel 01110 in tab. 6.1)

Overige eolische afzettingen. Het betreft droge humuspodzolgronden in dekzand en stuifzanden zonder podzolprofiel in de ondergrond, tenzij een dergelijk podzol-profiel dieper ligt dan 120 cm beneden het maaiveld. De humuspodzolgronden komen voor op de hoogste delen van de dekzandruggen. De stuifzanden vormen de hogere delen van het stuifzandcomplex. Grondwater speelt hier geen rol van betekenis; het betreft uitsluitend hangwaterprofielen.

6.2 Relatie tussen primaire groeiplaats en humus.

In tabel 6.2 is de verdeling van de humusvormen over de primaire groeiplaatseenheden weergegeven. Bij beschouwing van deze tabel valt een aantal zaken op. Men zou verwachten dat op matig tot zeer voedselarme groeiplaatsen (4 en 5) de omzetting van organisch materiaal erg traag verloopt, met als gevolg een ophoping van organisch materiaal, hetgeen resulteert in dikke ectorganische humushorizonten. Aan de andere kant mag men veronderstellen dat op de (matig) rijke groeiplaatsen een snellere afbraak van organisch materiaal plaatsvindt, hetgeen resulteert in dunnere profielen. Voor groeiplaats I (oude bouwlanden) is dit laatste inderdaad het geval. Voor de overige vormen geldt echter dat de Rhizomors en in mindere mate ook de Hemimorvorm, hoofdzakelijk voorkomen op "matig rijke" groeiplaatsen. Hierbij is opvallend dat beide humusvormen op deze groeiplaatsen vrijwel altijd voorkomen onder Larix of Grove den. Bepalend is echter de combinatie met een dichte mat van Bochtige smele. De boomsoort en de kruidlaag spelen hier waarschijnlijk een grotere rol bij de vorming van de humusvorming dan de primaire groeiplaats, die hier vooral is gedefinieerd op basis van kenmerken van het moedermateriaal.

De humustypen Dunne moder en Mullmoder komen, zoals verwacht, duidelijk meer voor op de relatief rijke groeiplaatsen. Dit geldt in nog sterkere mate voor het type Mull, dat voor meer dan 90% voorkomt binnen de groeiplaatsen 1 en 2. De humustypen Mormoder, Dikke moder en Orthimoder komen verspreid over alle groeiplaatseenheden voor waarbij de Mormoder voor ongeveer de helft, de Dikke moder voor 37% en de Orthimoder voor 26% van de opnamen voorkomt op de "armere" groeiplaatsen (4 en 5).

Tabel 6.2.
Verdeling van de humusvormen over de primaire groeiplaatseenheden (in %).

Humusvorm	Groeiplaats 1	2	3	4	5	N
Rhizomor	10	35	45	5	5	20
Hemimor		53	21		26	19
Mormoder	21	17	14	22	26	42
Dikke moder	4	31	28	12	25	49
Orthimoder	7	48	18	11	15	27
Dunne moder	33	17	28	11	11	18
Mullmoder	45	20	5	23	8	40
Mull	63	29			8	24

6.3 Relatie tussen primaire groeiplaats en vegetatie.

De verdeling van de vegetatietypen over de vijf onderscheiden groeiplaatsen wordt weergegeven in tabel 6.3.

Deze tabel is gebaseerd op 112 vegetatie-opnamen, waaronder 70 ecosysteem-opnamen. Toegevoegd aan het bestand van ecosysteem-opnamen is een aantal vegetatie/opstand-combinaties, waarvoor wel punten geselecteerd zijn, maar die vanwege de beperkte tijdsduur van het vooronderzoek niet verder onderzocht werden. Uiteraard zijn voor deze punten niet alle gegevens beschikbaar. Plaatsing in tabel 6.3 leverde echter geen problemen op, aangezien vegetatie, exacte locatie (en daarmee de geologische gesteldheid) en bodemprofiel bekend zijn (bron: archief De Dorschkamp).

Opvallend in tabel 6.3 is de diagonale structuur. Deze bevestigt de indruk dat de met behulp van DECORANA verkregen volgorde van vegetatietypen voor alles bepaald wordt door de voedselrijkdom van het milieu (zie par. 4.4). De vegetatietypen met lage rangnummers

Tabel 6.3
Verdeling van de vegetatietypen over de primaire groeiplaatseenheden (in percentage-tientallen).

Gemeenschap van	Groeiplaats 1	2	3	4	5	N
1. Pijpestrootje				10		6
2. Bochtige smele en Struikheide			5		5	10
3. Adelaarsvaren		2	2	4	1	9
4. Bochtige smele en Blauwe bosbes		7	3			9
5. Klauwtjesmos en Bos-kronkelsteel		1	6	1	2	18
6. Bochtige smele en Brede stekelvaren		4	3	2	1	12
7. Blauwe bosbes en kussentjesmos	1	2	3	1	3	10
8. Amerikaanse vogelkers	1	3	6			8
9. Klauwtjesmos en Rimpelmos	5	4	1			8
10. Gladde witbol en Wilde kamperfoelie	6	4				9
11. Gewone esdoorn en Drents krenteboompje	3	1	6			9
12. Gewone esdoorn en Klimop	10					4

zijn gebonden aan de relatief arme groeiplaatsen, de vegetatietypen met hoge rangnummers aan relatief rijke groeiplaatsen.

Beperkt tot één groeiplaats zijn slechts de twee extremen. De Gemeenschap van Pijpestrootje (1) komt slechts voor op de vochtige tot natte eolische afzettingen (groeiplaats IV), de Gemeenschap van Gewone esdoorn en Klimop (12) op enkeerdgronden en wellicht ook op loopodzolgronden (groeiplaats I). Andere vegetatietypen met een beperkte spreiding zijn de Gemeenschap van Bochtige smele en Struikheide (2) (beperkt tot de relatief arme droge gronden: groeiplaats III en V); de Gemeenschap van Bochtige smele en Blauwe bosbes (4) (beperkt tot delen van het stuwwallen landschap, eventueel met een stuifzanddekje, maar nooit met een cultuurdek: delen van groeiplaats II en III) en tenslotte de Gemeenschap van Gladde witbol en Wilde kamperfoelie (10), die beperkt is tot gronden met een cultuurdek (groeiplaats I en een deel van groeiplaats II).

De laatste twee voorbeelden tonen aan dat de standplaatseisen van tenminste enkele der beschreven vegetatietypen genuanceerder zijn dan een groeiplaats-indeling in vijf klassen kan weergeven. Immers, de potentiele arealen van type 4 en type 10 sluiten elkaar uit wat betreft de standplaatseisen die gebaseerd zijn op een verschil in primaire groeiplaatsfactoren. Toch kunnen volgens tabel 6.3 beide typen op groeiplaats 2 voorkomen. Het voormalig bodemgebruik (akkerbouw) is hiervoor de verklarende factor. Eenzelfde situatie doet zich voor bij vegetatietypen die gebonden zijn aan een bepaalde mate van grondbewerking (bijv. type 12).

Werd in bovenstaande regels gewezen op het subtiele karakter van de relatie tussen enkele vegetatie typen en hun standplaats, meer in het algemeen geeft tabel 6.3 toch aan dat de meeste vegetatietypen over een relatief wijde range van primaire groeiplaats eenheden kunnen voorkomen. Zeven van de twaalf vegetatietypen kunnen voorkomen op drie of meer verschillende groeiplaatsen. Het meest indifferent t.o.v. de primaire groeiplaats is de Gemeenschap van Blauwe bosbes en Kussentjesmos (7), die op elk der onderscheiden groeiplaatsen voor kan komen. Overigens mag men hier niet de conclusie aan verbinden dat vegetatietypen, die in principe op diverse primaire groeiplaatsen kunnen optreden, ook ten aanzien van andere kenmerken van het milieu in alle gevallen weinig specifieke eisen stellen. Het tegendeel kan het geval zijn. Bovengenoemde Gemeenschap van Blauwe bosbes en Kussentjesmos bijvoorbeeld is geheel beperkt tot oude, veelal met Grove den gemengde opstanden van Eik of Beuk, in oude bossen met een humusprofiel van het Dikke moder type. Deze plantengemeenschap is dus t.a.v. de afhankelijke factoren zeer specifiek.

6.4 Relatie tussen primaire groeiplaats en verjonging.

De verdeling van de verjongingstypen over de primaire groeiplaatseenheden wordt weergegeven in tabel 6.4. Opvallend in de analyse van de relatie tussen verjongingstypen en groeiplaatseenheden is dat vrijwel alleen voor de verjongingstypen die worden gekarakteriseerd door de aanwezigheid van grotere bomen en struiken (typen A tot en met G) de primaire groeiplaatsfactoren enigermate differentiërend zijn, al geldt dit zeker niet voor alle "hoge" verjongingstypen. In de overige verjongingstypen (type H tot en met K), waar de verjonging lager is dan 50 cm., spelen de primaire groeiplaats-factoren geen duidelijk differentiërende rol. Deze lage verjonging wordt naar aantal individuen en soorten-samenstelling in belangrijke mate beinvloed door afhankelijke factoren zoals de concurrentie van de kruidlaag, lichtinterceptie door de oude opstand en mogelijke wildinvloed (o.a. Fanta, 1982). De invloed van deze factoren kunnen een mogelijk effect van de primaire groeiplaats op het aantal individuen en op de soorten samenstelling overschaduwen. Pas als de lage verjonging kan doorgroeien, komen effecten van primaire groeiplaatsfactoren in de samenstelling van de verjonging tot uitdrukking. Voorwaarden voor het doorgroeien van de struiklaag zijn o.a. de aanwezigheid van voldoende licht, verminderde concurrentie van de kruid- laag en het ontgroeid zijn aan de zgn. vraatzone. Al deze factoren hangen nauw samen met beheersmaatregelen als dunning, onkruidbestrijding en wildregulatie.

Tabel 6.4
Verdeling van de verjongingstypen over de primaire groeiplaatseenheden (in percentage-tientallen).

Verjongingstype	Groeiplaats 1	2	3	4	5	N
A. Vlier	10					4
B. Amerikaanse vogelkers	2	4	2		2	5
C. Beuk	3			3	3	3
D. Lijsterbes-Krent (laag)	2		2	4	2	5
E. Lijsterbes-Krent (hoog)	8	2				5
F. Berk-Eik-Beuk		4	5		2	11
G. Sporkehout-Zomereik	1	7		1		7
H. Berk-Zomereik		2	4		4	5
I.1 Berk-Lijsterbes (Zomereik)			3	4	3	7
I.2 Berk-Lijsterbes (Douglas)	3	3		3	1	7
J. Larix		3	6	1		7
K. Verjonging afwezig	3	3			5	5

6.5 Primaire groeiplaats en boomgroei

Voor de beoordeling van de groei van de afzonderlijke boomsoorten op de 5 onderscheiden primaire groeiplaatsen is gebruik gemaakt van het WIB-C systeem (Van Soestbergen et al., 1986). Van de gemeten groeigegevens (berekend voor 50 opnamepunten) is uitsluitend gebruik gemaakt voor de discriminanten-analyse, met name voor de eerste splitsingen, d.w.z. op de hoogste niveaus waar de belangrijkste verschillen in groei zijn geconfronteerd met de groeiplaatsgegevens. Voor het doen van uitspraken over groeiverwachting voor de verschillende boomsoorten per groeiplaats biedt het totaal van de in het kader van deze voorstudie verzamelde groeigegevens een te smalle basis. Derhalve is voor het geven van een indicatie van de groei van de belangrijkste boomsoorten, per groeiplaats en vervolgens per bosecosysteemtype, gekozen voor de toepassing van het breder getoetste WIB-C systeem. Op basis hiervan kunnen de groeiplaatsen, voor wat groei betreft als volgt worden gekarakteriseerd:

Groeiplaats 1:
Goede groei mogelijk voor alle boomsoorten. Indien de bewortelbare diepte minder is dan 100 cm, is de groeiverwachting voor Larix, Fijnspar, Zomereik en Beuk normaal.

Groeiplaats 2:
Overwegend goede groei voor Pinus-soorten. Goede tot normale groei voor Douglasspar. Overwegend normale groei voor Larix, Fijnspar, Zomereik en Beuk. Indien de bewortelbare diepte minder is dan 100 cm, is de groeiverwachting voor Pinus-soorten en Douglasspar normaal en voor de overige boomsoorten slecht.

Groeiplaats 3:
Overwegend goede groei voor Pinus-soorten en een normale groei voor de overige boomsoorten. Bij een vrij gering vochtleverend (50-100 mm) vermogen van de grond is de groeiverwachting voor Pinus-soorten en Douglasspar normaal en voor de overige boomsoorten slecht.

Groeiplaats 4:
Overwegend goede groei voor Pinus-soorten en een normale groei voor de overige boomsoorten.

Tabel 6.5
Procentuele verdeling (getallen tussen haakjes) van de groeiverwachting per boomsoort voor de verschillende groeiplaatsen (volgens het WIP-C systeem) in drie boniteitsklassen (goed, normaal en slecht) in m^3/ha/jaar (gd = Grove den; dg = Douglas; la = Larix; ei = Zomereik).

Groei plaats	Groei					
	Goed		Normaal		Slecht	
1	gd > 6.6	(100)	gd-		gd-	
	dg > 13.5	(100)	dg-		dg-	
	la > 11.9	(80)	la 7.2-11.9	(20)	la-	
	ei > 6.5	(80)	ei 3.5-6.5	(20)	ei-	
2	gd > 6.6	(63)	gd 4.2-6.6	(37)	ei-	
	dg > 13.5	(42)	dg 8.8-13.5	(58)	dg-	
	la > 11.9	(11)	la 7.2-11.9	(74)	la < 7.2	(15)
	ei > 6.5	(11)	ei 3.5-6.5	(74)	ei < 3.5	(15)
3	gd > 6.6	(64)	gd 4.2-6.6	(36)	gd-	
	dg > 13.5	(7)	dg 8.8-13.5	(86)	dg < 8.8	(7)
	la	-	la 7.2-11.9	(64)	la < 7.2	(36)
	ei	-	ei 3.5-6.5	(64)	ei < 3.5	(36)
4	gd > 6.6	(80)	gd 4.2-6.6	(20)	gd-	
	dg	-	dg 8.8-13.5	(80)	dg < 8.8	(20)
	la	-	la 7.2-11.9	(90)	la < 7.2	(10)
	ei	-	ei 3.5-6.5	(80)	ei < 3.5	(20)
5	gd > 6.5	(33)	gd 4.2-6.6	(67)	gd-	
	dg > 13.5	(8)	dg 8.8-13.5	(84)	dg < 8.8	(8)
	la	-	la 7.2-11.9	(33)	la < 7.2	(67)
	ei	-	ei 3.5-6.5	(33)	ei < 3.5	(67)

Groeiplaats 5:
Op de ca. 60 cm of dieper verwerkte podzolgronden wordt een normale tot goede groei verwacht voor Pinussoorten en een normale groei voor de overige boomsoorten.
Op de niet of oppervlakkig verwerkte podzolgronden en stuifzandgronden zonder profiel in de ondergrond is de groeiverwachting normaal voor Pinussoorten en Douglasspar. Voor de overige boomsoorten is de groeiverwachting slecht.

In tabel 6.5 zijn per groeiplaats de te verwachten productieklassen aangegeven uitgedrukt in m3/ha/jaar.

Hoofdstuk 7.

Classificatie van bos-ecosystemen

7.1 Classificatie op basis van primaire groeiplaats, dominante boomsoort en vegetatietype

Bos-ecosystemen worden in deze studie pragmatisch gedefinieerd, namelijk als vaste combinaties van primaire groeiplaats, vegetatietype en dominante boomsoort. In enkele gevallen is sprake van twee co-dominante boomsoorten binnen een bos-ecosysteemtype. In die gevallen komen beide soorten gemengd voor. De verschillende combinaties van groeiplaats, vegetatietype en boomsoort, d.w.z. de onderscheiden bos-ecosysteemtypen, worden weergegeven in figuur 7.1.

Voor de beschrijving van de onderscheiden typen afzonderlijk wordt verwezen naar Deel I van dit rapport. Hier worden aan de hand van figuur 7.1 en 7.2 enkele hoofdlijnen besproken. In figuur 7.2 wordt een kwalitatief overzicht gegeven van het voorkomen van de bos-ecosysteem-typen. Dit overzicht is gebaseerd op 750 opnamepunten. Hieronder wordt in het kort ingegaan op drie typen relaties die in de figuren worden weergegeven, namelijk:

* vegetatietype - groeiplaats,
* opstandstype - groeiplaats en
* vegetatietype - opstandstype.

Vervolgens wordt getracht tot een synthese te komen, waarbij een onderscheid wordt gemaakt tussen ecosystemen die bepaald worden door respectievelijk: de fysiografie, het beheer en de vegetatie (naar Vos en Stortelder, 1988; zie ook hfdst. 3). Hierbij wordt ook aandacht geschonken aan de rangschikking van de ecosysteem- typen in successie- en vervangingsreeksen.

Zoals opgemerkt in 5.2.1, vertoont de verdeling van vegetatietypen (en daarmee ook van ecosysteemtypen) over de primaire groeiplaatsen grofweg een diagonaal structuur. Dit is niet verwonderlijk, aangezien de volgorde van de groeiplaatsen voornamelijk wordt bepaald door een afnemende voedselrijkdom en hetzelfde geldt voor de vegetatietypen, die globaal gerangschikt zijn naar de indicatiewaarde voor voedselrijkdom van de er in voorkomende plantesoorten. De diagonaal is echter niet strak: sommige vegetatietypen zijn duidelijk gebonden aan een of twee groeiplaatsen, andere komen over een bredere abiotische range voor. Opvallend is dat aan de uiteinden van de voedselrijkdom-gradiënt de binding tussen vegetatietype en groeiplaats het duidelijkst is.
Ook de opstandstypen zijn niet lukraak verdeeld over de primaire groeiplaatsen en ook hier zijn de verschillen bij de uiteinden van de voedselrijkdom range het duidelijkst. Weinig eisende soorten als Den en Larix ontbreken op de rijkste groeiplaats (I), terwijl soorten als Esdoorn en Linde tot deze groeiplaats beperkt zijn. Verder blijkt uit de figuur dat ook de Eikenbossen vooral te vinden zijn op de relatief rijke groeiplaatsen (I, II en III).

Tenslotte, levert ook de verdeling van vegetatietypen over de opstandstypen een interessant beeld. Welliswaar is er slechts in een geval (vegetatietype 12: Gemeenschap van Gewone esdoorn en Klimop) sprake van een 1 op 1 verhouding. Enkele meer algemene tendensen zijn duidelijk. Zo zijn de "armste" vegetatietypen (1 t/m 6) bijna volledig gebonden aan naaldbossen (vooral Den en Larix), terwijl de rijkere vegetatietypen voornamelijk voorkomen onder (al dan niet gemengde) loofbossen. Opvallend is ook dat onder Douglas- en Fijnspar (de "donkere" bossen) slechts twee vegetatietypen voorkomen (type 5 en 9).

In termen van ecosysteem bepalende factoren (naar Vos en Stortelder, 1988; zie hierboven) kan nu het volgende worden opgemerkt:
Door de FYSIOGRAFIE sterk bepaalde ecosystemen komen voor op plaatsen die binnen de Utrechtse Heuvelrug als extreem beschouwd kunnen worden. Esdoorn- en Lindebossen met een ondergroei van het Esdoorn - Klimoptype (I.12.Li/Ed) komen alleen voor op gronden met diep verwerkte, met compost verrijkte, dikke cultuurdekken. Grove den- en Larix-bossen met dominantie van Pijpestrootje (IV.1.Gd en IV.1.La) zijn kenmerkend voor arme, vochtige tot natte dekzanden en uitgestoven laagten. Ook de bossen met een ondergroei van Bochtige smele en Blauwe bosbes of een ondergroei waarin Gladde witbol domineert (resp. vegetatietype 4 en 10), zijn sterk door de fysiografie bepaald, ook al is de ecologische amplitudo van deze vegetatietypen iets breder. Zij worden aangetroffen op twee groeiplaatsen (II en III). In beide gevallen is het voorkomen toch beperkt tot een duidelijk te definieren milieutype: respectievelijk glaciale afzettingen zonder cultuurdek en cultuurdekken van minimaal 30 cm dikte. In het geval van bostypen met een ondergroei van Gladde witbol is er overigens ook duidelijk sprake van mede door het beheer bepaalde ecosystemen. Het betreft hier namelijk relatief jonge bosbodems, waar na de bosaanleg eerst een hakhout-beheer gevoerd is.

Nog dominanter is de BEHEERsinvloed in de bossen met een ondergroei van Bochtige smele en Brede stekelvaren (vegetatietype 6), het meest algemene vegeta-

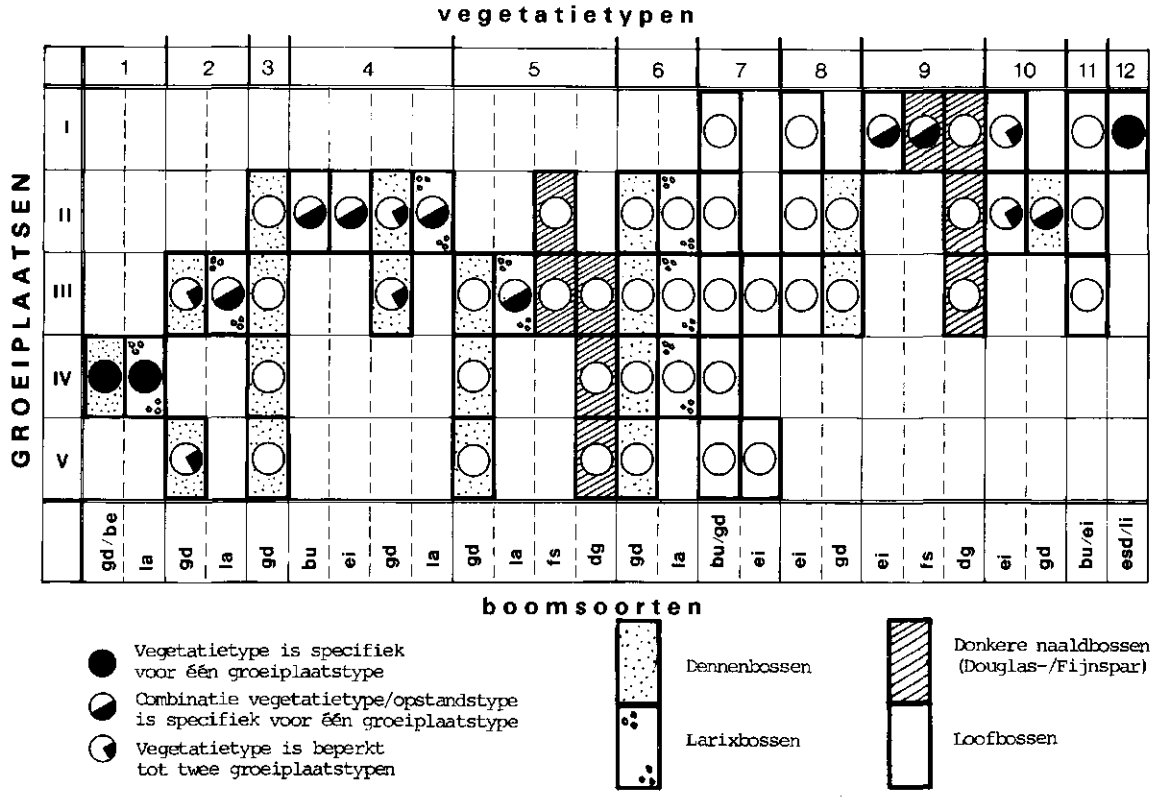


Fig. 7.1
Overzicht van de bos-ecosystemen.

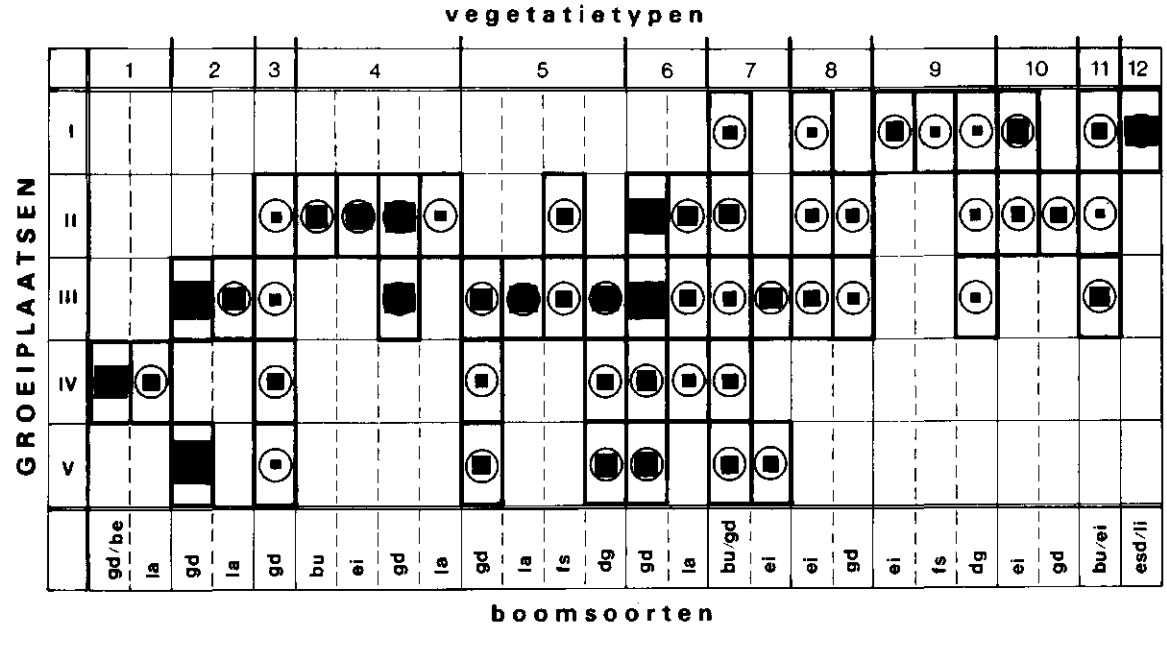


Fig. 7.2
Relatieve oppervlakte waarop de bos-ecosystemen op de Utrechtse Heuvelrug voorkomen, op basis van 750 opnamen (de grootte van de blokjes correspondeert met de oppervlakte).

tietype van de Utrechtse heuvelrug. Het betreft vooral productiebossen met Grove den. Het type komt voor op bijna alle groeiplaatsen, maar de leeftijd van de bosbodem is nooit zeer oud. Ook de opstanden zelf zijn relatief jong en er is geen sprake van een hakhout-voorgeschiedenis, noch van voormalig beheer als parkbos.

Bosecosystemen die in sterke mate door de VEGETATIE worden bepaald en gecontroleerd zijn minder algemeen. Het meest sprekend voorbeeld is het (veelal gemengde) Beukenbos met een ondergroei van Blauwe bosbes en Kussentjesmos (vegetatietype 7). Deze bossen komen voor op alle onderscheiden primaire groeiplaatsen. Het betreft oude opstanden van Beuk op oude bosbodems. De Beuk, als dominante boomsoort, is er hier in geslaagd om het milieu zodanig om te vormen dat het gehele ecosysteem tot op zekere hoogte onafhankelijk is geworden van de primaire groeiplaats (habitat-transformatie). Processen die hierbij van belang zijn, zijn o.a. opbouw van het humusprofiel en wortelconcurrentie. De bedoelde bostypen staan hiermee dichter bij de potentieel natuurlijke vegetatie dan de andere bossen van de Utrechtse heuvelrug (zie ook hfdst. 3). Het gaat hier uitdrukkelijk niet om de Beukenopstanden zonder ondergroei, die wel aangeduid worden met de term "Fagetum nudum". Dergelijke bossen worden op de Utrechtse heuvelrug wel aangetroffen, maar zijn in het onderhavige systeem ingedeeld als varianten van vegetatietypen 4 en 11. Het betreft dan merendeels minder oude bossen, die bovendien duidelijk wel gebonden zijn aan bepaalde groeiplaatsen. Het "Fagetum nudum" van de Utrechtse heuvelrug staat daarom verder af van de potentieel natuurlijke vegetatie dan de hierboven beschreven bossen met een ondergroei van Blauwe bosbes en Kussentjesmos.

Andere voorbeelden van in hoge mate door de vegetatie gecontroleerde systemen betreffen de bossen met een ondergroei van Adelaarsvaren (vegetatietype 3). Hier is het de Adelaarsvaren die middels wortelconcurrentie en opbouw van de strooisellaag andere plantesoorten uit het systeem weert. Ook hier is het resultaat een systeem dat tot op zekere hoogte onafhankelijk is geworden van de primaire groeiplaats. Door Adelaarsvaren gedomineerde systemen zijn echter ook mede bepaald door het beheer. Zij ontstaan namelijk veelal na kaalkap, al dan niet gevolgd door tijdelijke begrazing (zie ook hfst. 3).

Ook de overige, hier niet besproken ecosystemen kunnen zo in het model met 3 trends in de ecosysteem-ontwikkeling geplaatst worden, veelal als intermediair van twee der besproken hoofdtypen. Aparte vermelding verdienen ook de "donkere bossen", d.w.z. opstanden van Fijnspar en Douglasspar. Deze nemen een min of meer intermediaire positie in tussen de drie hoofdtypen:

- zij zijn sterk bepaald door het beheer, want het betreft monocultures van exoten;
- zij worden eveneens door de vegetatie bepaald, immers door hoge lichtconcurrentie en type strooisel bepalen de bomen de (zeer beperkte) mogelijkheden voor de ontwikkeling van de kruidlaag
- zij worden in beperkte mate ook door de fysiografie bepaald, omdat het type ondergroei ("arm", dan wel "rijk" mossen-type, respectievelijk vegetatietype 5 en 9) in grote lijnen samenhangt met de kwaliteit van de primaire groeiplaats.

Tenslotte dient in dit verband nog op een ander aspect te worden gewezen. Het ecosysteemmodel met drie hoofdtrends gaat vooral uit van verticale relaties tussen standplaats, plantengroei en beheer. In enkele gevallen kunnen echter ook horizontale betrekkingen (mede) bepalend zijn voor het karakter van het ecosysteemtype. Ook hiervoor kunnen bossen met Adelaarsvarens als voorbeeld dienen. Vestiging van Adelaarsvaren treedt zeer vaak op doordat vanuit aangrenzende ecotopen kruipende wortelstokken nieuw terrein koloniseren (rhizoom-vicinisme; vergelijk Zonneveld, 1960). Andere voorbeelden van horizontale relaties die bepalend zijn voor het ecosysteem zijn:

- het dominant worden van Amerikaanse vogelkers in opstanden die grenzen aan cultuurgronden t.g.v. inwaai van meststoffen
- verschil in natuurlijke verjonging, gekoppeld aan verschil in afstand tot zaadbronnen (bomen) in de omgeving.

7.2 Ordening van bos-ecosystemen in afhankelijkheid van tijd en beheer.

In deel I van dit rapport zijn de onderscheiden ecosysteemtypen per primaire groeiplaats gerangschikt in zogenaamde "syndynamische modellen". In deze modellen wordt aangegeven in hoeverre ecosysteemtypen uit elkaar kunnen ontstaan, hetzij door beheer (incl. opstandswisseling), hetzij door spontane ontwikkeling (respectievelijk vervangings- en successiereeksen). In deze paragraaf wordt het belangrijkste basismateriaal voor deze modellen kort besproken a.d.h.v. figuur 7.3.a t/m 7.3.g. De figuren hebben betrekking op:

- ouderdom van de standplaats (bosbodem)
- ouderdom van de opstand
- voormalig grondgebruik (voor bebossing)
- voormalig hakhoutbeheer
- verwerking van de bodem
- humusvorm

Ouderdom van de standplaats (figuur 7.3.a).

Uit de figuur blijkt dat in het algemeen de bossen van de rijkere groeiplaatsen ouder zijn dan die van de armere gronden. Een aantal bos-ecosysteemtypen past

echter niet goed in deze trend. Op de eerste plaats geldt dit voor bossen met een ondergroei van Gladde witbol (veg.type 10). Het betreft hier jonge, grotendeels in de twintigste eeuw aangeplante hakhoutbossen op cultuurdekken. Verder valt op dat bossen met Adelaarsvaren (veg.type 3) en bossen met een ondergroei van Blauwe bosbes en Kussentjesmos (veg.type 7) weliswaar gebonden zijn aan oude tot zeer oude bosbodems, maar op zowel rijke als arme groeiplaatsen kunnen voorkomen. Het betreft hier 2 bos-ecosysteemtypen die door de vegetatie worden gecontroleerd en die zich tot op zekere hoogte hebben "losgemaakt" van de invloed van de primaire groeiplaats (zie par. 7.1). De bos-ecosystemen die vooral door de fysiografie worden bepaald zijn in het algemeen veel minder sterk gecorreleerd met de ouderdom van de bosbodem. Dit is bijvoorbeeld het geval bij de Pijpestrootje-begroeiingen (veg.type 1), voorkomend op de vochtige tot natte gronden en verder bij de bossen met een ondergroei van de Bochtige smele en Blauwe bosbes (veg.type 4), voorkomend op de glaciale gronden zonder cultuurdek. De sterk door het beheer bepaalde bos-ecosystemen vertonen een grote spreiding in ouderdom, al betreft het hier voornamelijk relatief jonge bossen. Dit geldt met name voor de ecosystemen met een dominantie van Bochtige smele (veg.type 2 en 6) en de "donkere" Fijnspar- en Douglasbossen (veg.-type 5 en 9).

Ouderdom van de opstand (figuur 7.3.b).

Opstanden, die zijn aangeplant in 1925, of daarvoor zijn op de Utrechtse Heuvelrug veel minder algemeen dan jongere opstanden. Opvallend is dat alle bostypen met een ondergroei van Blauwe bosbes en Kussentjesmos (veg.type 7), voorzover bekend, tot de categorie van relatief oude bossen behoren. Zoals reeds eerder vermeld (zie par. 7.1) vertonen deze bossen, die tevens gebonden zijn aan oude bosbodems, een duidelijke overeenkomst met de potentieel-natuurlijke vegetatie. Voor de bossen met dominantie van Adelaarsvaren (veg.type 3), eveneens systemen die door de vegetatie worden gecontroleerd en die gebonden zijn aan oudere bosbodems, is de relatie tussen vegetatietype en ouderdom van de opstand minder duidelijk; ook in relatief jonge opstanden kan dominantie van Adelaarsvaren optreden.

Voorbeelden van door het bosbeheer bepaalde systemen omvatten vooral relatief jonge opstanden. Het betreft met name bossen met een ondergroei van Bochtige smele en Brede stekelvaren (veg.type 6) en de "donkere" Fijnspar- en Douglasbossen (veg.type 5 en 9).

Vermeldenswaardig is verder dat binnen de bossen met een ondergroei van Bochtige smele en Struikheide (veg.type 2) wel enkele oude opstanden voorkomen. Het is dus niet zo dat het "rijke" type (6) altijd vanzelf ontstaat uit het "arme" type (2).

Voormalig grondgebruik (figuur 7.3.a, 7.3.c en 7.3.d).

Uit kaartvergelijking blijkt dat slechts een gering deel van de oppervlakte bos op de Utrechtse heuvelrug dateert van voor 1800 (figuur 7.3.a). In figuur 7.3.c wordt aangegeven welke bossen gelegen zijn op voormalig akkerland. Deze figuur is gebaseerd op beschrijvingen van het bodemprofiel (cultuurdek dikker dan 30 cm). Alle locaties die, noch als zeer oud bos, noch als voormalig akkerland staan weergegeven, moeten beschouwd worden als heide- en stuifzand-bebossingen van na 1800. Bebossing van graslanden speelt op de Utrechtse Heuvelrug geen rol van betekenis. De bebossing van stuifzand (met inbegrip van uitgestoven laagten) wordt weergegeven in figuur 7.3.d. Ook de informatie waarop deze figuur is gebaseerd, is verkregen uit de beschrijving van het bodemprofiel. De bebossing van de stuifzanden is per definitie gekoppeld aan de primaire groeiplaatsen III t/m V. In het algemeen kan gesteld worden dat het kenmerk binnen deze groeiplaatsen weinig differentieert. Twee opmerkingen zijn hier relevant. Bossen met Adelaarsvaren komen op verstoven gronden nog maar weinig voor. Verder is opvallend dat tapijten van Bochtige smele met verspreid Struikheide (veg.type 2) vooral voorkomen op de verstoven gronden en dat de Bochtige smele-tapijten met Brede stekelvaren (veg.-type 6) vooral op de niet-verstoven gronden voorkomen.

Ook de aanwezigheid van voormalige akkers komt per definitie tot uitdrukking in het primaire groeiplaatstype (I en II). Figuur 7.3.c geeft aan dat de "armste" 4 vegetatietypen (veg.type 1 t/m 4) niet voorkomen in bossen die zijn aangeplant op voormalige akkers. Daarentegen zijn twee van de vegetatietypen die aan meer voedselrijke omstandigheden zijn gebonden, geheel beperkt tot voormalige akkers: bossen met Gladde witbol (veg.type 10) en de parkbossen met een ondergroei van Gewone esdoorn en Klimop (veg.type 12).

Voormalig hakhoutbeheer (figuur 7.3.e).

Het verschijnsel hakhoutvoorgeschiedenis blijkt duidelijk gecorreleerd te zijn met zowel het vegetatietype als de primaire groeiplaats. Hakhoutbeheer werd vooral aangelegd op de rijkere groeiplaatsen (I t/m III). Verder hebben nagenoeg alle bossen met een ondergroei die kenmerkend is voor een relatief rijk milieu (vegetatietype 8 t/m 12) een hakhoutvoorgeschiedenis, met uitzondering van de relatief jonge parkbossen (veg.type 12) die tussen 1850 en 1900 zijn aangelegd. Bossen met een ondergroei die indicatief is voor een relatief voedselarm milieu (vegetatietype 1 t/m 6) daarentegen hebben zeer zelden een hakhout voorgeschiedenis, m.u.v.

sommige bossen met Adelaarsvaren (veg.type 3) en sommige bossen met een ondergroei van Bochtige smele en Blauwe bosbes (veg.type 4).

Concluderend geldt dat de bos-ecosystemen die voorkomen op de relatief voedselarme standplaatsen en bovendien vooral door het bosbeheer worden bepaald (veg.typen 2, 5 en 6), nooit een hakhoutvoorgeschiedenis kennen. De rijkere bosecosystemen kennen veelal wel een hakhoutvoorgeschiedenis. Met name de bossen met een ondergroei van Gladde witbol (veg.type 10) worden altijd gekenmerkt door voormalig beheer als hakhout (en door de aanwezigheid van een cultuurdek en een geringe ouderdom). In Beukenbossen met een ondergroei van Blauwe bosbes en Kussentjesmos (veg.type 7) is geen sprake van voormalig hakhoutbeheer. In de eikenbossen met eenzelfde ondergroei wel. Meer in het algemeen geldt dat nagenoeg alle eikenbossen van de Utrechtse heuvelrug een hakhoutvoorgeschiedenis kennen.

Verwerking van de bodem (figuur 7.3.f).

Diepe verwerking van de bodem (100 cm) is beperkt tot en kenmerkend voor de parkbossen met Linde en Gewone esdoorn (I.12.Li/Ed). Minder diepe verwerking (60 - 100 cm) komt regelmatig voor op alle primaire groeiplaatsen, onder de meeste vegetatietypen (m.u.v.vegetatietype 1 en 2) en onder alle opstandstypen. Op twee punten wordt hier nader ingegaan. Ten eerste zijn de bosbodems met de "rijkere" vegetatietypen veelal meer vergraven dan de bodems met een begroeiing die kenmerkend is voor voedselarme standplaatsen. Dit blijkt bijvoorbeeld uit de vergelijking zowel van de twee typen dominantie van Bochtige smele (veg.type 2 en 6), als van de twee typen bossen met een door mossen gedomineerde ondergroei (veg.type 5 en 9). Op de tweede plaats is er in enkele gevallen wel een duidelijk verband tussen het al dan niet verwerkt zijn van de bodem en het opstandstype. In de bossen met een ondergroei van Bochtige smele en Blauwe bosbes (veg.type 4) blijken bijvoorbeeld de bodems onder loofhout wel en de bodems onder naaldhout niet vergraven.

Humusvorm (figuur 7.3.g).

Figuur 7.3.g geeft het overheersend humusvorm per ecosysteem weer. De figuur vat de in paragraaf 5.4.2 gepresenteerde resultaten samen. Hierbij is er vanuit gegaan dat de acht onderscheiden humusvormen een ontwikkelingsreeks vormen, waarbinnen het verantwoord is zowel spreiding als gemiddelden te bepalen.

Als hooflijn valt op dat met de hoofdstructuur van de figuur, de diagonaal van rijk naar arm, er ook sprake is van een verschuiving van arme Rhizomor- en Moderachtige humusvormen naar rijkere Mull-achtige vormen. Echte Mulls zijn slechts dominant in de parkbossen met Linde en Esdoorn (I.12.Li/Ed). Echte Rhizomors komen als dominante humusvorm nauwelijks voor.

Een tweede hoofdlijn (zie ook par. 5.4.2), is de relatie tussen opstandstype en humusvorm. Onder Den en Larix overheersen de armere vormen: Hemimor, Mormoder en Dikke moder. Onder loofhout overheersen de rijkere vormen: van Orthimoder tot en met Mull. Het voorkomen van arme humusvormen in de eikenbossen op groeiplaats V (V.7.Ei/Gd) is mogelijk mede het gevolg van bijmenging met Grove den. De humusvorm in de bossen met Douglasspar als dominante boomsoort is gemiddeld min of meer vergelijkbaar met die van de loofhoutbossen. De humusvorm in de Fijnsparbossen is sterk variabel.

Opvallend is tenslotte dat noch binnen de typen met Bochtige smele (veg.type 2 en 6), noch binnen de "donkere" Fijnspar- en Douglasbossen het verschil tussen "arme" en "rijkere" vegetatietypen eenduidig gerelateerd kan worden aan verschillen in humusvorm.

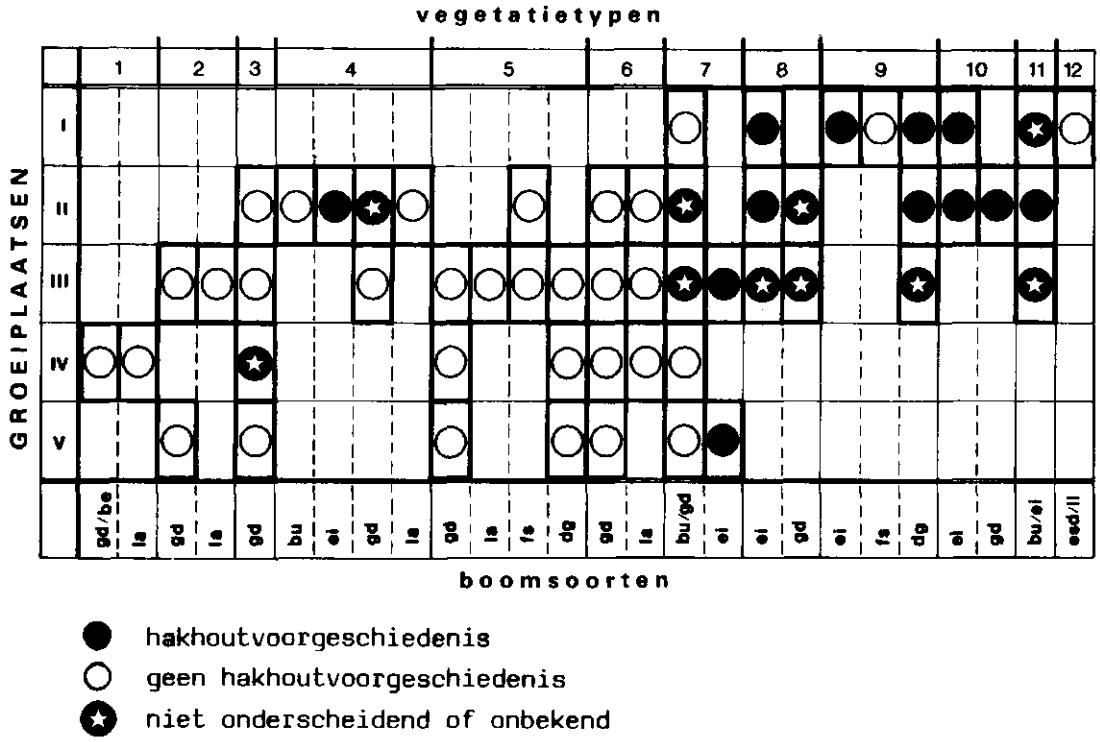


Fig. 7.3.e
Bos-ecosysteemtypen op locaties waar in het verleden een hakhoutbeheer werd gevoerd

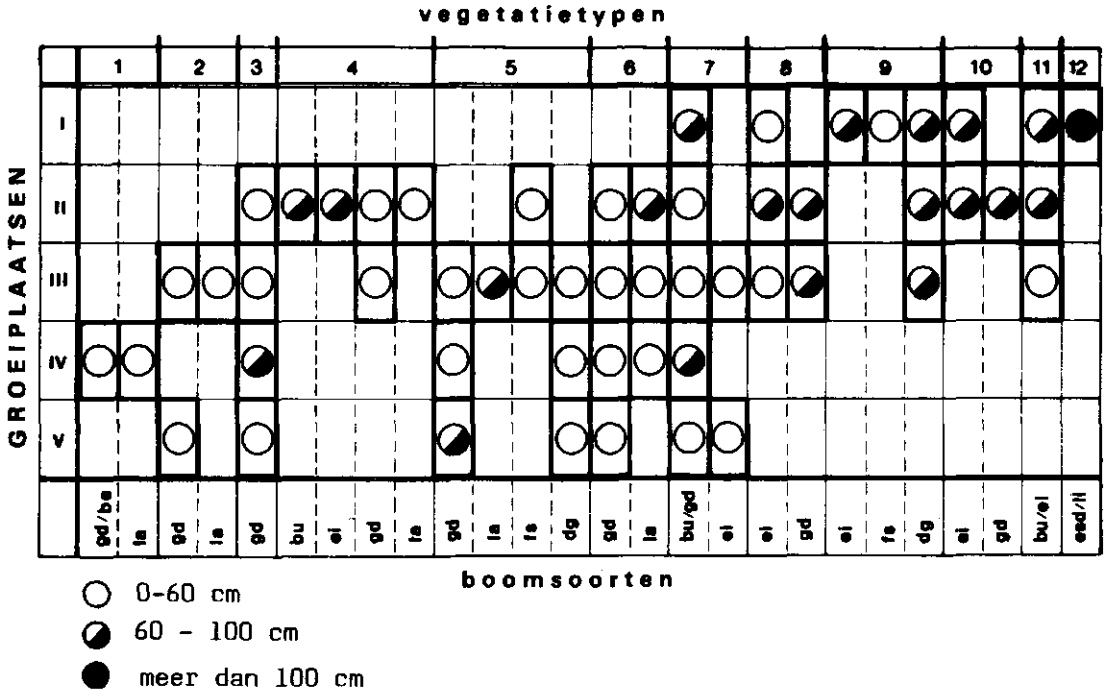


Fig. 7.3.f
Verwerkingsdiepte van de grond van de bos-ecosysteemtypen.

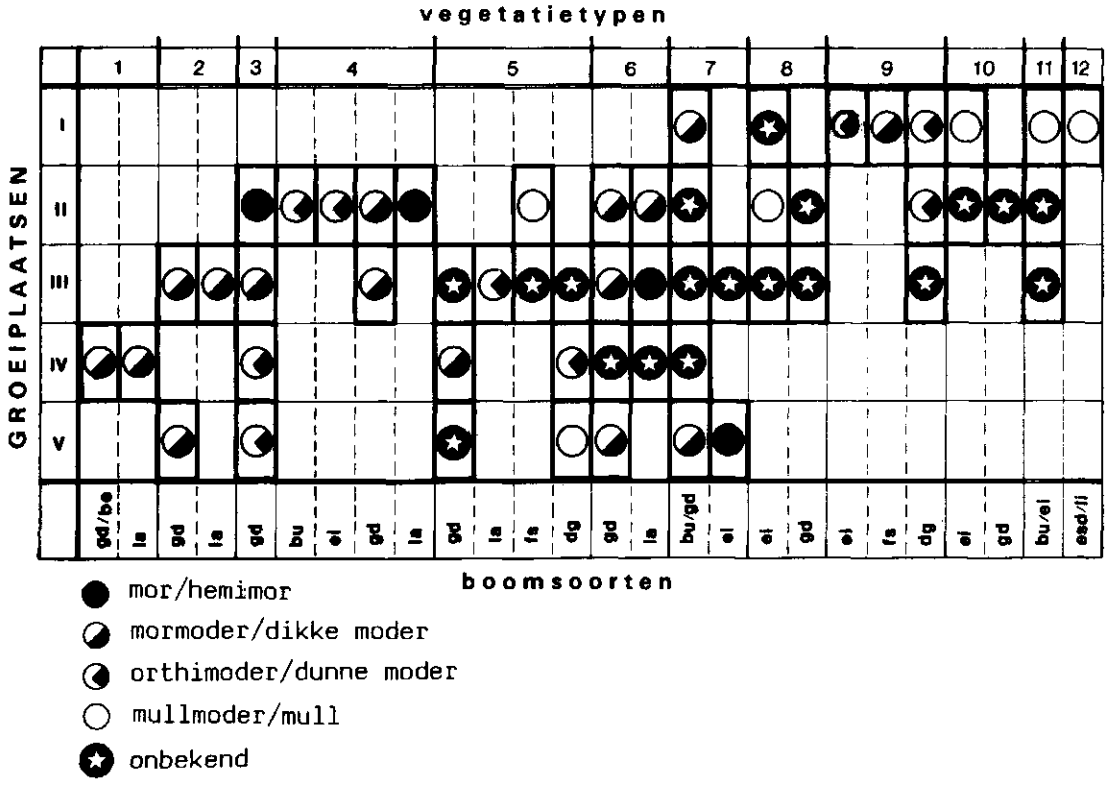


Fig. 7.3.g
Overheersende humusvorm per bos-ecosysteemtype.

LITERATUUR

Bakker, H. de & J. Schelling, 1966. Systeem van bodemclassificatie in Nederland. Stichting voor Bodemkartering / Pudoc, Wageningen.

Bannink, J.F., H.N. Leys en I.S. Zonneveld, 1973. Vegetatie, groeiplaats en boniteit in naaldhoutbossen in Nederland. Mededelingen van de Stichting voor Bodemkartering, Bodemkundige Studies 9. Wageningen.

Bastide, J.G.A. la & P.J. Faber, 1972. Revised yield tables for six tree species in the Netherlands. Correction of the volumes in the yield tables of red oak, European black pine and Douglas fir. Uitvoerig verslag band 11(1). De Dorschkamp, Wageningen.

Bossema, J., 1979. Jays and Oaks; an eco-ethological study of symbiosis. Brill. Leiden.

Braak, C.J.F. ter, 1982. DISCRIM - A modification of TWINSPAN (Hill, 1979) to construct simple discriminant functions and to classify attributes, given a hierarchical classification of samples. IWIS-TNO, Wageningen.

Brown, K.R., D. B. Zobel & J. C. Zasada, 1988. Seed dispersal, seedling emergence and early survival of Larix laricina (Du Roi) K. Koch in the Tanana Valley, Alaska. Can. J. For. Res., Vol. 18:306-314.

Bruens, J.E.M., J.L.J Hendriks, H.C.N. van der Putten & A.H.F. Stortelder, 1975. Een kritisch onderzoek naar de botanische waarde van jonge en gestoorde bos-ecosystemen. Scriptie Bot. Laboraborium, KU Nijmegen.

Buis, J., 1985. Historia forestis: Nederlandse bosgeschiedenis. 2 dln. HES, Utrecht.

Christie, J.M., 1972. The characteristics of the relationship between basis crop parameters in yield table construction. Proc. 3rd Conf. Adv. Group For. Stat. IUFRO (1970).

Doing, H., 1962. Systematische Ordnung und floristische Zusammensetzung niederlandischer Wald- und Gebüschgesellschaften. Wentia VIII: 1-85.

Doing, H., 1974. Subdivision of the alliance Quercion robori-petraeae into Vaccinio-Quercion and Violo-Quercion. Coll. Phyt. III: 72-87.

Fanta, J., 1982. Natuurlijke verjonging van het bos op droge zandgronden. Rapport nr. 301. Rijksinstituut voor onderzoek in de bos- en landschapsbouw "De Dorschkamp". Wageningen.

Firet, J.F., 1986. Groeiplaatstypologie voor bosbouw voor de schaal 1:25.000, uitgewerkt voor het Regionaal Bos plan Veluwe; Deelplan Zuidoost. Staatsbosbeheer, Afdeling Bosontwikkeling.

Gauch, H.G., 1982. Multivariate analysis in community ecology. Cambridge University Press.

Gigon, A., 1941. Factors of soil formation. Mac Graw-Hill, New York/London.

Gigon, A., 1975. Über das Wirken des Standortsfaktoren; kausale und korrelative Beziehungen in jungen und reifen Stadien des Sukzession. Mitt. Eidg. Anstalt für das forstlichen Versuchswesen 51(1): 25-35.

Ham, R.W.J.M. van der, 1980. Nederland. In: Mennema, J., A.J. Quene-Boterbrood & C.L. Plate (red.), 1980. Atlas van de Nederlandse Flora. Deel I. Uitgestorven en zeer zeldzame planten. p. 11-17. Kosmos, Amsterdam.

Harper, J., 1979. Population biology of plants. Academic press. London.

Hermy, M., 1985. Ecologie en fytosociologie van oude en jonge bossen in Binnen-Vlaanderen. Gent, Diss. Rijksuniversiteit Gent.

Herrera C. M. & P. Jordano, 1981. Prunus mahaleb and birds: the high-efficiency seed dispersal system of a temperate fruiting tree. Ecol. Monographs 51:203-218.

Heybroek, H.M., 1984. Bosbeheer ten behoeve van natuurwaarden. Nederlands Bosbouwtijdschrift 56: 229-239.

Hill, M.O., 1973. Reciprocal averaging. An eigen vector method of ordination. J. Ecol. 61: 237-249.

Hill, M.O., 1979. DECORANA. A FORTRAN program for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging. Cornell University, Ithaca, New York.

Hill, M.O., 1979. TWINSPAN. A FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes. Cornell University, Ithaca, New York.

Jenny, H. ,1961. Derivation of state factor equations of soils and ecosystems. Proc. Soil Sci. Soc. Am. 25(5): 385-388.

Kalkhoven, J.T.R., A.H.P. Stumpel & S.E. Stumpel-Rienks, 1976. Landelijke milieu-kartering; een landschapsecologische kartering van het natuurlijke milieu in Nederland ten behoeve van de ruimtelijke planning op nationaal niveau. Staatsuitgeverij, 's-Gravenhage.

Kellomaki, S, et al, 1987. A tentative model for describing the effects of some regenerative processes on the properties of natural seedling stands. Silva Fennica, Vol, 21:1-10.

Klinka, K., R.N. Green, R.L. Trowbridge & L.E. Lowe, 1981. Taxonomic classification of humus forms in ecosystems of British Columbia. Approx. Min. of Forest. Prov. of British Columbia.

Leibundgut, H., C. Auer & C. Wieland, 1971. Ergebnisse von Durchforstungsversuchen 1930-1965 im Sihlwald. Mitt. Schweiz Aust. Forsl. Versuchsw. 47(4): 257-389.

Margadant, W.D. & H. During. 1982. Beknopte flora van Nederlandse Blad- en Levermossen. Thieme, Zutphen.

Meijden, R. van der, E.J. Weeda, F.A.C.B. Adema & G.J. Joncheere, 1983. Heukels/van der Meijden.

Flora van Nederland. Wolters-Noordhoff, Groningen.
Mueller-Dombois, D. & H. Ellenberg, 1974. Aims and methods of vegetation ecology. Wiley, New York.
Ott, E., 1966. Über den Einfluss der Durchforstung auf ökologische Faktoren. Beiheft Ztschr. Schweiz. Forstver. nr. 40. Zurich. 96 pp.
Pedroli, G.B.M., W. Vos & H. Dijkstra, 1988. The Farma Barrage Effect Study. Regione Toscane. Firenze.
Rackham, O., 1980. Ancient Woodland. Its history, vegetation and uses in England. Edward Arnold, London.
Raunkiaer, C., 1908. Statistik der Lebensformen als Grundlage für die biologische Pflanzengeographie. Beihefte zum Bot. Centrbl. 27,2.
Raunkiaer, C., 1934. The life-forms of plants and statistical plant-geography. Oxford.
Schutz, P.R. & G. van Tol (red.), 1981. Aanleg en beheer van bos en beplantingen. Pudoc, Wageningen.
Soesbergen, G.H. van, C. van Wallenburg, K.R. van Lynden & H.A.J. van Lanen, 1986. De interpretatie van bodemkundige gegevens. Systeem voor geschiktheidsbeoordeling van gronden voor akkerbouw, weidebouw en bosbouw. Stichting voor Bodemkartering. Rapport nr. 1967. Wageningen.
Soest, J.L. van, 1929. Plantengeografische districten in Nederland. DLN 33: 311-318.
Staatsbosbeheer, 1984. Meerjarenplan bosbouw. Beleidsvoornemen. Staatsuitgeverij, 's-Gravenhage.
Steenhof, B. & Y. Veltman, 1987. Verspreidingspatronen van eik en beuk. Scriptie HBCS. Velp.
Vos, W. & A.H.F. Stortelder, 1988. Vanishing Tuscan landscapes. Landscape ecology of a Submediterranean-Montane area (Solano Basin, Tuscany, Italy). Diss. GU Amsterdam.
Walter, H. & H. Straka, 1970. Arealkunde. Floristisch-historische Geobotanik. Ulmer, Stuttgart.
Werf, S. van der, 1987 mscr. Natuurtechnisch bosbeheer II. Bosgemeenschappen en hun beheer. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum.
Westhoff, V. 1976. Het zichzelf handhaven van bos in de gematigde luchtstreken. Ned. Bosb. Tijdschrift 48(3): 58-65.
Westhoff, V., P.A. Bakker, C.G. van Leeuwen & E.E. van der Voo. 1970. Wilde planten. Flora en vegetatie in onze natuurgebieden. Deel I. Vereniging tot Behoud van Natuurmonumenten in Nederland. 's-Graveland.
Westhoff, V. & A.J. den Held. 1969. Plantengemeenschappen in Nederland. Zutphen. 2de editie 1975.
Westhoff, V. & E. van der Maarel. 1973. The Braun-Blanquet approach of phytosociology. In: R.H. Whittaker (ed.). Ordination and classification of vegetation. Handbook Veg. Sci. 5. Junk, The Hague. pp. 617-726.
Zonneveld, I.S. 1960. De Brabantse Biesbosch. Een studie van bodem en vegetatie van een zoetwater-getijdendelta. Diss. LU Wageningen (Bodemkundige studies 4; Belmontia II(6), 1960).