

Groeiplaats: onderzoek, classificatie en betekenis voor de bosbouw¹⁾

Forest site: research, classification, and application to forestry

J. Fanta

Rijksinstituut voor onderzoek in de bos- en landschapsbouw
"De Dorschkamp", Wageningen

1 Inleiding

Een bos kan niet los van zijn omgeving (fysisch milieu) worden gezien. Het klimaat, het geologisch substraat, de hoogteligging, het reliëf en dergelijke beïnvloeden in grote mate de samenstelling van het bos, zijn groei, produktie van biomassa en de ontwikkelingsprocessen die erin verlopen.

Voor de komst van de mens was het land in onze streken grotendeels met natuurlijke bossen begroeid. De samenstelling, ruimtelijke opbouw en ontwikkeling van deze bossen was aangepast aan het fysisch milieu. Door de mens zijn in deze natuurlijke samenhangen tussen het fysisch milieu en de bosgemeenschappen grote veranderingen aangebracht. De invloed van de mens op het bos dateert in onze streken uit het Subatlanticum. In die circa 2000-2500 jaar is het oorspronkelijke bos geheel vernietigd. Slechts een kleine oppervlakte van het land bleef met bos begroeid; maar ook dit bos is door de mens grondig veranderd (bosweide, kap, brand, etc). In de loop van de 19e en 20e eeuw zijn vele nieuwe bossen aangelegd.

Ook in deze sterk door de mens gemanipuleerde bossen speelt het fysisch milieu een belangrijke rol. Het complex van factoren van het fysisch milieu, in de geobotanische en bosbouwkundige terminologie aangeduid met het begrip "groeiplaats", biedt het ecologisch kader, waarbinnen het bos als levensgemeenschap zich kan ontwikkelen. Kennis van de invloed van de groeiplaats op het bos is dan ook van essentieel belang voor de bosbouw. De groeiplaats geeft aan wat in een bepaald type bos ecologisch mogelijk is en met welke beheersmaatregelen de ecologische potenties gerealiseerd kunnen worden. Deze kennis vormt de basis voor een rationele synthese tussen ecologische mogelijkheden en maatschappelijke behoeften ten aanzien van het bos. Voor de multifunctionele bosbouw is een dergelijke synthese een absolute voorwaarde.

Tegen de achtergrond van de veranderde maatschappelijke visie op het bos in Nederland (bos wordt niet meer gezien als een verzameling bomen die verkoop-

Summary: see p. 346

baar hout produceren, maar als een levensgemeenschap met een veelzijdige functie) lijkt het geen twijfel dat de kennis van de hierboven genoemde relaties in de toekomst van steeds groter belang zal worden. Het lijkt daarom zinnig de basisbegrippen op dit vakgebied toe te lichten. Verder is het van belang aan te geven welke rol de kennis van de groeiplaats in de bosbouw kan spelen en op welke wijze de kennis van de relatie groeiplaats-bosgemeenschap kan worden verdiept.

2 Oude opvatting van het begrip "groeiplaats"

In de oorspronkelijke opvatting was de groeiplaats de plaats waar een plant, boom of een bos groeide. Naar werd aangenomen had deze plaats een bepaalde "Naturausstattung" of "natural provisions". Hieronder werden eigenschappen verstaan die van een plaats een meer of minder geschikt milieu voor plantengroei maakten, bijvoorbeeld door de vruchtbaarheid of vochtvoorziening van de grond (cf. b.v. Vlieger, 1944-1945; Houtzagers, 1956; Kreutzer 1979, 1981).

Het was vooral de bodem die door de aanplant van bosbomen een bosgroeiplaats werd. Het produktievermogen van de bodem werd via de aangeplante bomen gerealiseerd (cf. Vlieger, 1944-1945). Deze visie maakte het mogelijk de groei van bomen aan bepaalde eigenschappen van de bodem zoals bijvoorbeeld minerale rijkdom, vochtigheid of pH te relateren en hiermee het produktievermogen van de bosgrond te bepalen. Een voorbeeld van een dergelijke opvatting van de relatie tussen groeiplaats en bos is de door de Stichting voor Bodemkartering ontwikkelde bodemgeschiktheidskartering. Ook het in de Engelse bosbouwkundige literatuur gehanteerde begrip "forest site" heeft vooral betrekking op de opbrengst die op een bepaalde plaats haalbaar is. De Engelse "site classes" zijn dan ook geen ecologische eenheden maar opbrengstklassen.

Deze opvatting van de groeiplaats sloot goed aan bij de tot in de tweede helft van deze eeuw gehanteerde visie op het bos en de bosbouw. Het bos werd vooral

¹⁾ Verschijnt tevens als Mededeling 223 van De Dorschkamp.
Foto's: J. Fanta; foto rechts p. 333. De Dorschkamp.



Bossen en bosgroeiplaatsen in ontwikkeling: de stuifzandgebieden.
Forest en forest sites in development: drift sand areas.

gezien als verzameling van bomen ("opbrengstdragers") en de bosbouw als een primair houtteeltgerichte activiteit.

3 Moderne opvatting van het begrip "groeiplaats"

De bovenstaande opvatting van de groeiplaats in samenhang met het bos is tegen de achtergrond van de veranderde visie op het bos en de bosbouw te beperkt en als zodanig niet meer houdbaar. Het bos wordt niet meer als "houtakker", maar als een seminatuurlijke levensgemeenschap gezien. De bosbouw moet worden ontwikkeld als een multifunctionele activiteit, waarin niet alleen de houtproductie, maar ook andere functies van het bos zoals natuurbehoud, recreatie en landschapsbescherming moeten worden geïntegreerd.

Deze diepgaande veranderingen in de visie op het bos zijn tot stand gekomen onder invloed van nieuwe ecologische inzichten. De ecologie is een wetenschap die de wederzijdse relaties tussen organismen en/of gemeenschappen en hun milieu bestudeert. Het begrip "ecosysteem" als open, dynamisch zelfregulerend systeem van interrelaties tussen organismen, gemeenschappen en hun milieu staat in de ecologie centraal.

In dit verband krijgt het begrip "groeiplaats" ook een andere inhoud. Het is geen "groeioord" meer. De groeiplaats wordt habitat: de totaliteit van factoren van het fysisch milieu die op een bepaalde plaats het bestaan van planten of plantengemeenschappen duurzaam beïnvloeden (Walter, 1960; Krajina, 1960; Zlatnik, 1973; Kreutzer, 1979, 1981).

Onder bosgroeiplaats wordt in deze zin verstaan het complex van factoren van het fysisch milieu bepalend voor het bestaan, de samenstelling, de ontwikkeling en de groei van het bos. Tot deze factoren worden op de eerste plaats duurzaam werkende, constant blijvende of regelmatig terugkerende factoren gerekend (bijvoorbeeld de hoeveelheid neerslag, het moedermateriaal en zijn natuurlijke gelaagdheid, expositie, type watervoorziening, regelmatig optredende voorjaarsvorst en dergelijke). (c.f. Dengler, 1971; Forstliche Standortsaufnahme, 1973; Zlatnik, 1973; Kreutzer, 1981).

Eenmalig optredende en zich niet regelmatig herhalende invloeden op de bosgemeenschap (bijvoorbeeld windworp, insectenvraat, eenmalige wateroverlast) evenals concurrentie tussen de boomsoorten in de bosopstand en dergelijke, kunnen niet tot de groeiplaatsfactoren worden gerekend.

Het verschil dat bestaat tussen "duurzaam werkende, constant blijvende of regelmatig terugkerende factoren" enerzijds en "eenmalig optredende factoren" anderzijds vereist een nadere toelichting. De factoren van het fysisch milieu zijn geen statische verschijnselen: de werking ervan op planten en plantengemeenschappen speelt zich af in de tijd. Daarbij lijken karakteristieken als de snelheid van verandering van een factor, de regelmaat in het optreden ervan en de amplitude in de fluctuaties ervan belangrijke criteria te zijn voor de beoordeling van de uitwerking van een factor van het fysisch milieu op de bosbegroeiing.

Factoren die niet of slechts weinig veranderen in de tijd en/of regelmatig fluctueren binnen bepaalde grenzen horen wel bij de groeiplaats. Zij werken stabilise-

rend op de begroeiing en hun verandering en daar-
door ook de uitwerking ervan op het bos, is voorspel-
baar. Als zodanig kunnen zij dan ook gebruikt worden
als criteria voor de classificatie van groeiplaatsen.

Daarentegen horen factoren die snel veranderen in
de tijd, onregelmatig optreden en waarvan het optre-
den een excessief karakter draagt en de bestaans-
grenzen van het bos overschrijdt, niet bij de groei-
plaats. Zij veroorzaken instabiliteit. De uitwerking er-
van kan niet worden opgevangen door de elasticiteit
van het systeem. Het optreden en de werking ervan op
de begroeiing is onvoorspelbaar. Zij kunnen niet bij het
ontwikkelen van een groeiplaatsclassificatiesysteem
worden gebruikt.

Ook de ingrepen van de mens en de invloed daar-
van op de bosgemeenschap zijn geen groeiplaatsfac-
tor. De mens is thans in staat niet alleen de samenstel-
ling, de ontwikkeling en de groei van het bos te beïn-
vloeden, maar zelfs het fysisch milieu (b.v. klimaat)
grondig te veranderen of zelfs op grote schaal kunst-
matige milieus te scheppen. Zijn invloed op het bos-

ecosysteem vormt een categorie apart, die op een an-
der niveau als een bijzondere factor moet worden ge-
zien (Gigon, 1975).

Het karakter van een groeiplaats wordt bepaald door
een bepaalde combinatie, en de aard, van de groei-
plaatsfactoren. Verschillen tussen groeiplaatsen zijn
primair af te leiden van verschillen in één of meer
groeiplaatsfactoren. Daardoor krijgt de combinatie van
groeiplaatsfactoren en dus ook de relatie met de be-
groeiing, een ander karakter en een andere inhoud.

De boven beschreven opvatting van de groeiplaats
is meer complex dan de opvatting beschreven in pa-
ragraaf 2, maar het is een opvatting die de werkelijkheid
van de relaties tussen bosgemeenschappen en groei-
plaatsen weerspiegelt. Het bestuderen van deze rela-
ties vereist een systeembenadering, waarbij de
verhoudingen tussen abiotische en biotische compo-
nenten niet los van het hele systeem mogen worden
gezien. Het is ook een benadering die de bosbouwer
uitgebreide informatie verschaft over het bosesys-
teem waarbinnen hij bepaalde doelstellingen nastreeft.



Twee ontwikkelingsstadia van het bos op éénzelfde groei-
plaats – voormalige uitgestoven laagte: (links) stadium met
dominantie van *Deschampsia flexuosa*; (rechts) een later sta-
dium met natuurlijke verjonging van groveden in gaten en een
gemengde vegetatie van *Empetrum nigrum*, *Vaccinium myrtillus*,
Deschampsia flexuosa, *Pleurozium schreberi* e.a.

Two forest development stages on the same site – former
blown out area: (left) stage dominated by *Deschampsia flexuosa*;
(right) a later stage with mixed vegetation of *Empetrum*
nigrum, *Vaccinium myrtillus*, *Deschampsia flexuosa*, *Pleuro-*
zium schreberi a.o.



Twee verschillende bosdoeltypen op éénzelfde beekdalgroeiplaats: (links) groveden in omvorming naar een gemengd berken-eiken-beukenbos (bestemming natuurbeheer); (rechts) douglasbos in verjongingsfase (veelzijdige bestemming).



Two different forest utilization types on the same site: (left) Scots pine in transformation in a mixed stand of broadleaved tree species by means of the natural regeneration of birch, oak and beech (function nature conservation); (right) douglas fir (multiple use function).

4 Groeiplaatsfactoren en groeifactoren

In verband met het begrip "groeiplaats" worden de begrippen "groeiplaatsfactor" en "groeifactor" gebruikt. Om eventuele misverstanden te voorkomen is het noodzakelijk deze twee begrippen nader te definiëren en hun relatie met het begrip "groeiplaats" toe te lichten.

In aansluiting op het model en de theorie van de ecosysteemvormende factoren van Jenny (1941, 1980) en Gigon (1975) kunnen er twee soorten groeiplaatsfactoren worden onderscheiden:

a primaire (onafhankelijke/causaal werkende/uitwendige) factoren:

- (meso)klimaat;
- topografie en orografie;
- geologisch moedermateriaal;
- grond- en oppervlaktewater.

Deze factoren bestaan onafhankelijk van ecosystemen. Er bestaat geen terugkoppeling van het boscysteem naar deze factoren toe. Zij zijn oorzaken van bepaalde ecologische eigenschappen van ecosystemen

(ze hebben een causale werking). Zij horen niet bij het ecosysteem. Het ecosysteem wordt echter door deze factoren in meer (jonge systemen) of mindere mate (oude systemen) gecontroleerd (uitwendige controle).

b secundaire (afhankelijke/correlatief werkende/inwendige) factoren:

- bosklimaat;
- microreliëf;
- bodem, inclusief humus;
- waterhuishouding.

Deze factoren ontstaan als gevolg van de wederzijdse beïnvloeding van de biotische en abiotische componenten van het ecosysteem. Het gaat om correlatieve relaties (wisselwerking) tussen twee of meer van elkaar afhankelijke verschijnselen, waarbij de primaire oorzaak buiten deze relatie ligt, maar waarbij die wel de componenten van deze relatie causaal beïnvloedt. De terugkoppeling in de relatie heeft een stabiliserend effect op het boscysteem. De secundaire groeiplaatsfactoren horen wel bij het boscysteem en oefenen er een inwendige controle op uit. Dit type fac-

toren ontbreekt vrijwel geheel in jonge boscossystemen, maar het is goed ontwikkeld in oude boscossystemen.

De pioniergemeenschappen van de initiële stadia van de primaire successie staan vrijwel geheel onder invloed van de primaire – uitwendige – factoren, bijvoorbeeld moedermateriaal en klimaat. Hier ontbreekt nog de wederzijdse beïnvloeding van de abiotische en biotische componenten binnen het ecosysteem.

De ontwikkeling van een boscossysteem (successie) wordt gekarakteriseerd door het stapsgewijs ontwikkelen van mechanismen van de relaties binnen het systeem. Dit leidt tot de ontwikkeling van een inwendige controle. De initiële stadia van de secundaire successie (bijvoorbeeld een verjongingseenheid) staan dan ook vooral onder invloed van de secundaire factoren (bijvoorbeeld bosklimaat, humus en bodem).

In de oeroude natuurlijke bossen prevaleert de inwendige controle over de uitwendige. In deze bossen kunnen bijvoorbeeld de bodem en de humus een belangrijkere rol spelen dan het moedermateriaal waaruit de bodem is ontstaan. De uitwendige factoren vormen dan – samen met de factor tijd – een raamwerk, waarbinnen een stelsel van inwendige factoren zich ontwikkelt en gaat functioneren.

De invloed van zowel de uitwendige als de inwendige groeiplaatsfactoren op de bosbegroeiing vormt de inhoud van de ecologische relaties in boscossystemen die verwezenlijkt worden door het metabolisme van groene planten. Dit metabolisme is van de beschikbaarheid van groeifactoren voor groene planten afhankelijk. De groeiplaatsfactoren "beheren" in feite het aanbod aan planten van de groeifactoren, waarbij zij elkaar kunnen vervangen. Dit is de zogenaamde "Standortskonstanzgesetz" van Walter: "Für die Pflanze ist es gleichgültig, ob günstige Wärmeverhältnisse am Standort durch das Grossklima bedingt werden oder orographisch durch den Biotop, z.B. an einem Südhang, bzw. edaphisch durch leicht erwärmbaren Sandboden. Ebenso können günstige Wasserverhältnisse klimatisch auf hohe Niederschläge oder orographisch auf eine feuchte Tallage, bzw. edaphisch auf einen hohen Grundwasserstand zurückzuführen sein". (Walter, 1973). Zij zijn op de plant of plantengemeenschap werkzaam als een complex, waarvan sommige meer, andere minder belangrijk kunnen zijn.

De groeifactoren hebben daarentegen een andere betekenis. Groeifactoren²⁾ zijn agentia van het milieu – water, warmte, licht, chemische stoffen in de grond

en de atmosfeer – die onontbeerlijk zijn voor de groei van groene planten. Als zodanig kunnen ze elkaar niet vervangen, hooguit ten dele compenseren. Het opnemen door de plant van nutriënten uit de grond of CO₂ uit de atmosfeer kan door de op een bepaald moment ter plaatse beschikbare warmte of door licht worden gestimuleerd of vertraagd, maar niet worden vervangen. Het ontbreken van licht of CO₂ is fataal voor de plant; die kunnen niet door een groter aanbod van water of nutriënten worden vervangen. Walter (1960) zegt hierover: "Von einer Ersetzbarkeit der einzelnen Faktoren kann man in dieser Hinsicht nicht sprechen; denn es handelt sich immer um denselben Grundfaktor – das Wasser oder die Hydraturverhältnisse. Dasselbe gilt auch für (...) die anderen Faktoren".

De hierboven besproken relaties tussen de groeiplaatsfactoren, groeifactoren en de begroeiing zijn weergegeven in afb. 1.

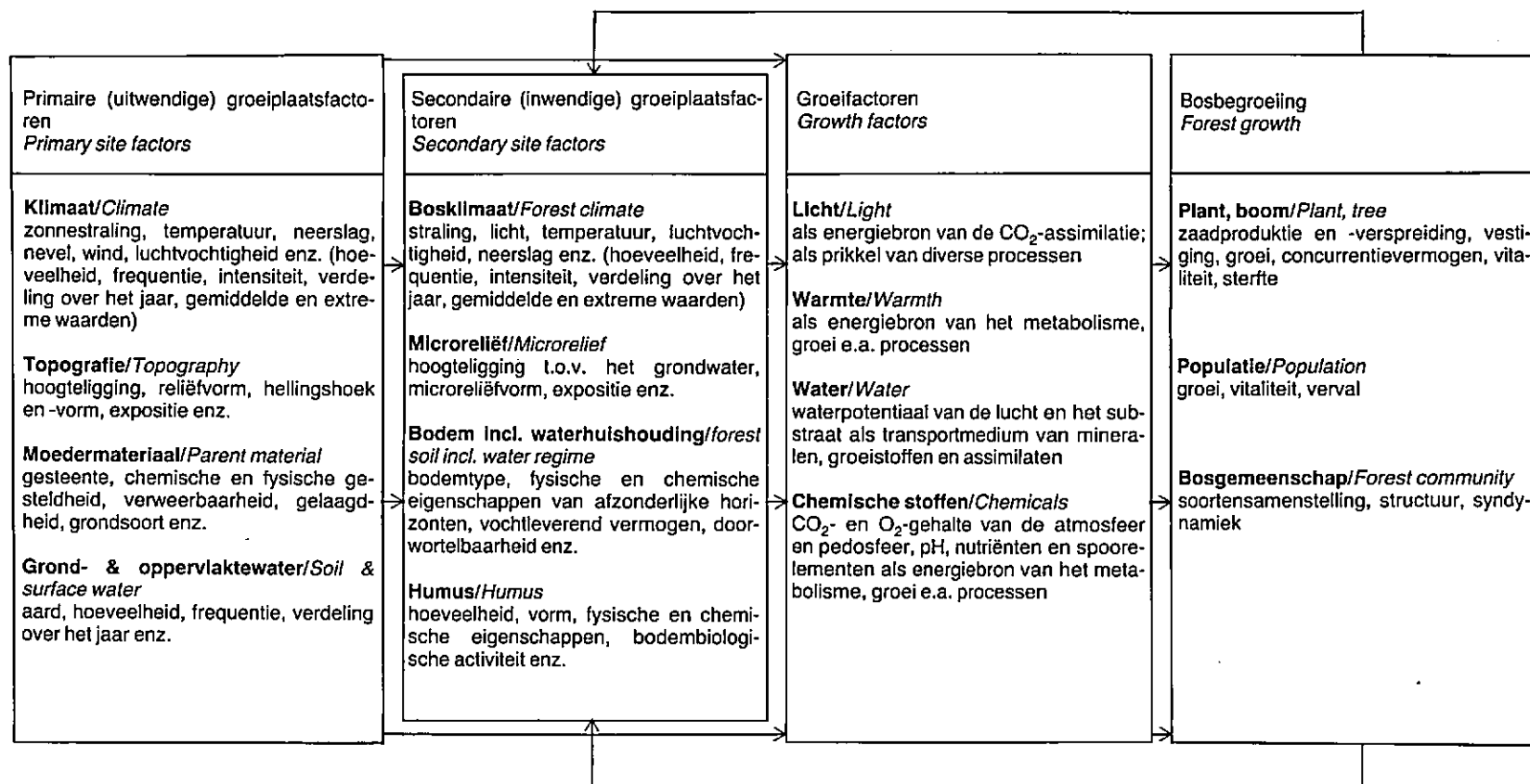
5 Groeiplaatsleer

Het totale aanbod en de beschikbaarheid in de tijd van groeifactoren is bepalend voor de groene planten: voor hun bestaan, groei en produktie en de concurrentie tussen de planten in de plantengemeenschappen. De groeiplaatsfactoren bieden het kader, waarbinnen deze processen zich af kunnen spelen. De relaties tussen de groeiplaatsfactoren en groeifactoren, ofwel de invloed van groeiplaatsfactoren op levende planten en hun gemeenschappen vormen het onderwerp van de groeiplaatsleer.

Het begrip "groeiplaatsleer" (in het Duits "Standortslehre") werd geïntroduceerd door de Duitse bodemkundige Ramann (1893). Het begrip werd door Ramann ontwikkeld en in nauwe samenhang met de bosbouw gebruikt.

Sinds de jaren dertig werd de groeiplaatsleer in Duitsland verder ontwikkeld, vooral door Krauss (1936) en Hartmann (1952), later door tal van bosbouwers in vele landen in nauwe samenwerking met bodem- en vegetatiekundigen. In de moderne opvatting wordt de groeiplaatsleer ecologische geobotanie (Walter, 1960). Het is een typische grenswetenschap die raakvlakken heeft met klimatologie, meteorologie, geologie, geomorfologie, bodemkunde en hydrologie. Daarnaast heeft de ecologische geobotanie ook nauwe relaties met andere takken van de geobotanie, zoals de floristische, historische en coenologische geobotanie. De synthetische opvatting van de groeiplaats en van de relatie tussen de groeiplaats en de plantengemeenschap heeft grote betekenis voor de bosbouw. Het leren kennen van de relaties tussen groeiplaatsen en bosgemeenschappen opent namelijk de weg naar een doelgericht sturen, gericht op zowel ecologische als economische doeleinden, van de bos-

²⁾ De hier genoemde groeifactoren zijn uitwendige groeifactoren. De invloed ervan op de plant wordt bepaald en geregeld door de groeiplaatsfactoren. Inwendige groeifactoren behoren daarentegen tot de eigenschappen van planten en zijn genetisch bepaald.



Afb. 1 Schematische weergave van de relaties tussen de primaire (uitwendige) en secundaire (inwendige) groeiplaatsfactoren, groeifactoren en bosbegroeiing. De pijltjes geven aan hoe het aanbod van groeifactoren aan planten en bos door groeiplaatsfactoren wordt geregeld. De terugkoppeling geeft de invloed aan van de begroeiing op de secundaire groeiplaatsfactoren (stabiliserende wisselwerking).

Figure 1 Scheme of relations among the primary and secondary site factors, growth factors and forest growth. The arrows show how site factors regulate the supply of growth factors to green plants and forest trees. The feedback indicates the influence of forest growth upon the secondary site factors (stabilizing interaction).

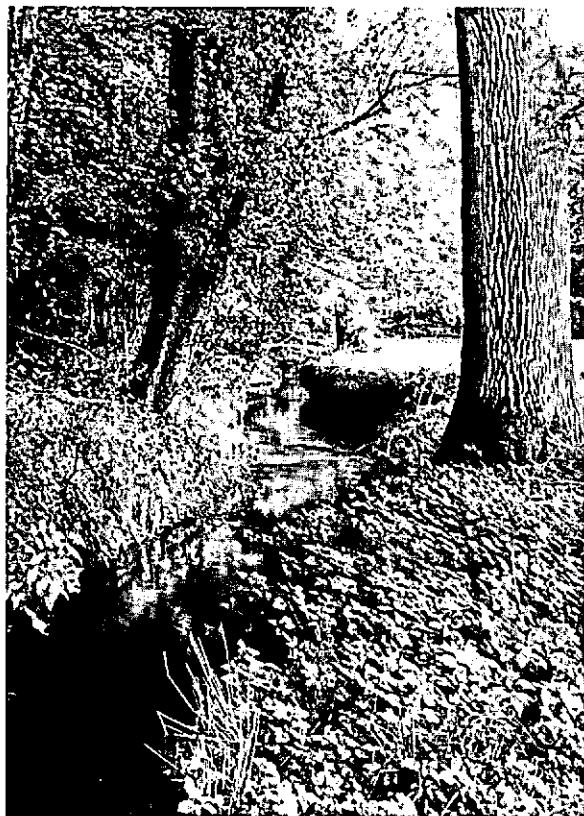
ontwikkeling. En dat is juist waar de moderne bosbouw naar streeft. Daarom heeft de groeiplaatsleer in de bosbouw een breed toepassingsveld gevonden. Op deze theoretische basis was het mogelijk een groeiplaats- en bostypologie te ontwikkelen die heden ten dage als een belangrijke bouwsteen wordt beschouwd voor de moderne bosbouw (cf. Jahn, 1982). De kennis van de groeiplaatsfactoren en hun invloed op de bosbegroeiing maakt het mogelijk bepaalde karakteristieke combinaties van groeiplaatsfactoren te onderscheiden, eenheden (typen) met dezelfde relaties tussen groeiplaats en bosbegroeiing te definiëren, deze ruimtelijk te begrenzen en groeiplaatstypen met verschillende eigenschappen in een classificatiesysteem onder te brengen.

6 Groeiplaatseenheid ofwel groeiplaatstype

Elke groeiplaats wordt gekarakteriseerd door een bepaalde combinatie van groeiplaatsfactoren. Deze combinatie is min of meer stabiel, verandert niet of slechts weinig in de tijd. Dezelfde combinatie van groeiplaatsfactoren kan op verschillende locaties voorkomen. De combinatie van groeiplaatsfactoren bepaalt in belang-

rijke mate het voorkomen en de ontwikkeling van bepaalde planten- of bosgezelschappen, maar ook het karakter van de kringloop van nutriënten, het karakter van het metabolisme van bomen en planten en daardoor de grootte van de primaire produktie van de bosgemeenschappen. Zij biedt het ecologisch kader waarbinnen de bosgemeenschappen via beheer gestuurd kunnen worden. Dit biedt de mogelijkheid de locaties met dezelfde combinatie van groeiplaatsfactoren in een ruimtelijke eenheid samen te voegen. Bosbouwkundig geïnterpreteerd: het groeiplaatstype is een verzameling van locaties met eenzelfde combinatie van groeiplaatsfactoren, met hetzelfde karakter van relaties tussen groeiplaats en bos, en dus ook met dezelfde bosbouwkundige mogelijkheden.

Deze definitie opent de weg naar het gebruik van het begrip "groeiplaatstype", en als theoretisch concept en in de praktijk van de bosbouw. Het begrip "bosbouwkundige mogelijkheden" staat hierbij centraal. De bosbouwkundige mogelijkheden van een groeiplaats moeten vanuit drie invalshoeken worden gewaardeerd: (i) de invalshoek van de ecologische relaties tussen de groeiplaats en de bosbegroeiing, (ii) de invalshoek van het produktievermogen van het boscossysteem en (iii)



Water als groeiplaatsfactor: stromend (links) en stagnerend (rechts).



Water as site factor: running (left) and stagnating (right).

de invalshoek van de doeleinden van het bosbeheer. Dezelfde bosbouwkundige mogelijkheden van locaties die tot één groeiplaatstype behoren houden dus in:

(i) hetzelfde ecologische gedrag van afzonderlijke boomsoorten (inclusief verjongingsecologie, concurrentievermogen, groei, beworteling enz.); en als gevolg daarvan hetzelfde type (potentiële natuurlijke) bosbegroeiing met zijn karakteristieke samenstelling en dynamiek;

(ii) hetzelfde niveau van de stroom van energie en nutriënten in het ecosysteem, wat in hetzelfde productievermogen van bossen binnen een groeiplaatstype resulteert;

(iii) voor hetzelfde bostype dezelfde beheersmaatregelen om dezelfde doeleinden te bereiken; dezelfde uitgangspunten voor de bosbouwkundige planning.

Het groeiplaatstype wordt hiermee de basiseenheid voor het bosbouwkundig handelen en voor de bosbouwkundige planning. Het wordt echter ook de basiseenheid van het vergelijkend bos- en bosbouwkundig onderzoek. Met een systeem van groeiplaatsclassificatie krijgt het bosbouwkundig handelen de noodzakelijke vergelijkingsbasis. Het groeiplaatstype wordt gekarakteriseerd door een bepaalde homogeniteit in ecologische omstandigheden, die op die groeiplaats heersen of door een regelmatige herhaling van dezelfde patronen op een kleine schaal (mozaïek-groeiplaatsen). De maat van homogeniteit van een groeiplaatstype is primair van de eigenschappen van het fysisch milieu en de ecologische reactie van het bos erop, afhankelijk. De verschillen tussen de groeiplaatstypen worden tijdens het groeiplaatsonderzoek onderkend en ten behoeve van de bosbouw in een groeiplaatskaart vastgelegd.

7 Groeiplaatstypologie: groeiplaatsonderzoek en -kartering

Om van de groeiplaatstypologie gebruik te kunnen maken in de praktijk van de bosbouw moeten overeenkomstige groeiplaatsen tot typen worden samengevoegd. Deze moeten inhoudelijk worden gedefinieerd en het voorkomen van de typen moet in kaart worden gebracht. Om de verwantschap van of de verschillen tussen afzonderlijke groeiplaatstypen te kunnen beoordelen, moeten deze in een systeem worden gerangschikt. Hiervoor is groeiplaatsonderzoek nodig.

In de natuur zijn plekken met een voor een bepaald type kenmerkende combinatie van groeiplaatsfactoren meestal niet scherp van elkaar gescheiden, maar gaan geleidelijk in elkaar over. Uitzonderingen vormen bijvoorbeeld scherpe bergkammen, diverse terreinvormen met verschillende exposities, dagzomen van gesteenten, grenzen van kalkhoudende en kalkloze ge-

steenten, grenzen van waterdragende aardlagen (op een doorwortelbare diepte) en dergelijke. In zulke gevallen geeft het in het veld herkennen van grenzen tussen verschillende groeiplaatstypen weinig problemen, gezien ook het feit dat deze verschillen meestal door opvallende verschillen in bosbegroeiing worden begeleid. Het trekken van grenzen tussen groeiplaatstypen die geleidelijk in elkaar overgaan is moeilijker. In de loop van het groeiplaatsonderzoek wordt het complex van groeiplaatsfactoren geanalyseerd ten aanzien van de betekenis van deze factoren voor de bosbegroeiing – voor zijn samenstelling, ruimtelijke opbouw, groei, productie. Deze analyse vereist veel kennis op het gebied van de boscologie, geobotanie, plantensociologie, opbouw van het bos, bodemkunde, klimatologie, geologie en geomorfologie, geschiedenis van het bos en van de bosbouw, en verder het vermogen en de ervaring om het effect van allerlei groeiplaatsfactoren op het bos objectief te interpreteren.

De groeiplaatsfactoren kunnen in de meeste gevallen direct in het veld worden waargenomen of gemeten. De invloed van afzonderlijke factoren of het hele complex van groeiplaatsfactoren op het bos is echter nauwelijks direct waarneembaar, of zulke waarnemingen vereisen veel tijd, speciale apparatuur enz. Ook het kwantificeren van de invloed van groeiplaatsfactoren op de bosbegroeiing is bij het bestaande kennisniveau meestal niet direct mogelijk. Er moet dan naar vervangende, indirecte methoden worden gezocht. Hier kan de bodemvegetatie een goede dienst bewijzen als indicator van de eigenschappen van de groeiplaats. De indicatiewaarde van de bodemvegetatie voor de groeiplaats is gebaseerd op de wetenschap van een nauwe samenhang tussen (of beter: eenheid van) de groeiplaats en de vegetatie. De vegetatie van de natuurlijke bossen weerspiegelt gevoelig de invloed van de groeiplaatsfactoren op de bosgemeenschap. Ook in de halfnatuurlijke en cultuurbossen heeft echter de vegetatie een bepaalde indicatiewaarde voor de groeiplaats. Volgens Jahn (1969): "Die Waldgesellschaft wird mit unserer zunehmenden Kenntnis ihrer Ökologie zu einem (...) Messinstrument der integrierenden Wirkung vieler (...) gegenseitig in Wechselwirkung stehender variabler Faktoren, deren Gesamtheit wir in forstlichem Sinne bekanntlich als 'Standort' bezeichnen". De potentiële natuurlijke bosgemeenschap wordt door haar dan ook gedefinieerd als "(...) gesetzmässig von ihrer Umwelt abhängige, konkurrenzbedingte Kombination von Pflanzenarten".

Voorbeelden van een analyse van de relaties tussen de groeiplaatsen en bosgemeenschappen vinden wij bijvoorbeeld bij Scamoni (1960), Ellenberg & Klötzli (1972) of bij Noirfalise (1984).

Toepassing van deze kennis in de bosbouw maakte het in de meeste landen van Europa en Amerika moge-

lijk eigen systemen van bosgroeiplaatsclassificatie te ontwikkelen (cf. Jahn, 1982).

In natuurlijke bossen is het de bosgemeenschap zelf die de beste indicatie geeft voor de groeiplaats. De relaties tussen het bos, de bodemvegetatie en de groeiplaats zijn hier duidelijk ontwikkeld. Onder zulke omstandigheden weerspiegelt niet alleen de bodemvegetatie, maar vooral de bosopstand door zijn samenstelling, structuur, groei, produktie en verdeling van biomassa en dergelijke de eigenschappen van de groeiplaats. De bostypen kunnen daar dan ook direct op grond van het vegetatiekundig onderzoek worden gekarteerd. Voorbeelden van een dergelijke typologie zijn het Finse systeem van bostypen (Cajander, 1909, 1926) of de bostypologie ontwikkeld door Zlatnik en zijn geobiocoenologische school voor Slowakije (Zlatnik, 1954, 1959; Randuška et. al., 1959, 1982).

In cultuurbossen is de boomlaag meestal door aanplant ontstaan en is de boomopstand zo sterk gemanipuleerd dat deze soms niet kan worden gebruikt als indicator voor de groeiplaats (herkomst, kaalkap, exoten, etc.). Soms wordt ook de bodemvegetatie door het beheer van het bos sterk beïnvloed, zodat deze slechts ten dele haar indicatiewaarde voor de groeiplaats bewaart. De meest ingewikkelde en ongunstige situatie ontstaat daar waar bij de aanleg van het bos ook de bodem is bewerkt.

Daardoor wordt de indicatie van de groeiplaats door de vegetatie sterk bemoeilijkt: de "gevoelige" karakteristieke soorten verdwijnen na zo'n ingreep voor lange tijd, terwijl de ubiquisten (overal voorkomende soorten met een geringe indicatiewaarde voor de groeiplaats) zich meestal sterk uitbreiden en dominantietypen vormen (cf. derivaat-gemeenschappen volgens Kopecký & Hejny, 1973). Voorbeelden van dergelijke situaties zijn de dominantie van de bochtige smeie (*Deschampsia flexuosa*) in dennenopstanden op droge zandgronden of de massale uitbreiding van braam (*Rubus fruticosus*) na bewerking en zware bemesting van de vochtige podzol- of leemgronden. In cultuurbossen wordt dan meestal voor de indicatie van groeiplaatsen de zogenaamde "gecombineerde methode" gebruikt. Deze methode combineert de analyse van de bodemvegetatie met waarneembare abiotische karakteristieken van de groeiplaats, met name van het klimaat, de topografie, het moedermateriaal en de bodem. Een onontbeerlijk onderdeel van deze methode is ook het onderzoek naar de bosgeschiedenis zowel via palynologische als via archivalische studies (zie bijvoorbeeld Dietrich & Hauff, 1980). De combinatie van vegetatiekundig, klimatologisch, geomorfologisch en bodemkundig onderzoek met de historische gegevens verschaft de onderzoeker een diepgaand inzicht in de relaties van het bosecosysteem en in de veranderingen die hierin in de



Beukenopstanden op stuwwalgroeiplaatsen: (links) groeiplaats met een leemrijke zandgrond en loessdek – de beuk verjongt zich gemakkelijk onder een scherm van de oude opstand; (rechts) groeiplaats met een leemarme zandgrond – natuurlijke verjonging van beuk onder scherm is nauwelijks mogelijk.



Beech stands on push-moraine sites: (left) a site with loamy soil and loess cover – beech can easily regenerate under the canopy of the old stand; (right) a site with sandy soil – a natural regeneration of beech under canopy is hardly possible.

loop der eeuwen onder invloed van de cultuur plaats hebben gevonden. Voorbeelden van zo'n gecombineerde methode zijn de groeiplaatsclassificatie toegepast in West-Duitsland (Kraus & Schlenker, 1964; Arbeitskreis Standortskartierung, 1978; Hübner, Mülhaußer & Müller, 1980; Genssler, 1982), in Oost-Duitsland (Jaeger, 1958; Kopp & Hurtig, 1960; Kopp, 1961, 1971, 1981), in Tsjechoslowakije (Mezera et al., 1956; Plíva, 1976; Randuška, 1982). Deze methode kost weliswaar veel tijd bij de voorbereiding en kartering, maar levert de meest exacte en meest veelzijdige basisgegevens voor de bosbouw op. Dit werd door vergelijking van verschillende methoden in Zwitserland en Polen bewezen (zie Langguth, Kopp & Passarge, 1965; Ellenberg, 1967; Arbeitsgruppe Waldtypologie IUFRO, 1971; Schlenker & Kreutzer, 1976; Kreutzer & Schlenker, 1980). Dezelfde of vergelijkbare methoden worden ook buiten Europa in landen met uiteenlopende omstandigheden gebruikt (zie Jahn, 1982; Hills, 1960; Havel, 1980; Barnes et al., 1982; e.a.). De hele procedure wordt meestal in drie stappen doorlopen, en wel:

- i indeling van het land in bosbouwkundige (groei)gebieden,
- ii ontwikkeling van de werkwijze en classificatie van groeiplaatsen in gebieden,
- iii ontwikkeling van een landelijk systeem van groeiplaatstypologie.

8 Betekenis van de groeiplaatstypologie voor de bosbouwkundige planning

De ontwikkeling van het bos en van de bosbouw wordt in grote mate bepaald door de bosbouwkundige planning. Hierdoor worden bepaalde functies aan het bos toegekend en de eisen verwezenlijkt die de maatschappij aan het bos en de bosbouw stelt. Door de boomsoortenkeuze en de keuze van bedrijfsdoeleinden bepaalt de bosbouwer-planner thans hoe het bos er over honderd jaar uit zal zien, wat zijn produktie zal zijn, wat voor functies het bos in de verre toekomst zal kunnen vervullen, en, ten slotte, met welke kosten en baten de bosbouw zal werken en deel uit zal maken van de nationale economie.

Deze "keuze van doeleinden" is de meest verantwoordelijke beslissing in de bosbouw. Helaas is deze beslissing nog steeds vaak op louter subjectieve overwegingen gebaseerd, of zelfs op toeval, en niet op exacte gegevens. Soms worden functies aan het bos toegekend en worden willekeurig bosdoeltypen vastgesteld die in strijd zijn met de mogelijkheden die de bosgroeiplaats biedt. Een dergelijke "planning" leidt dikwijls tot teleurstellingen.

Voor al in een land als Nederland speelt de bosbouwkundige planning een uitermate belangrijke rol:

Nederland is een bosarm land en de maatschappij stelt veel uiteenlopende eisen aan het bos en de bosbouw. Het Nederlandse bos is grotendeels een multifunctioneel bos: houtproduktie, natuurbehoud, recreatie moeten, in samenhang met andere landgebruiksvormen, in eenzelfde ruimte worden geïntegreerd. Deze integratie vereist een zorgvuldige bosbouwkundige planning – planning als een zo goed mogelijke synthese van de ecologische mogelijkheden en de belangen van de samenleving.

Een diepgaand inzicht in de groeiplaats als basis voor de bosteelt is hierbij een strikte voorwaarde. De groeiplaatstypologie verschaft de bosbouwer-planner de meest exacte gegevens over de potenties van de groeiplaats en van het bos. Het toekennen van functies aan het bos, de keuze van de bosdoeltypen, het regelen van de bosontwikkeling en de boomsoortensamenstelling, de keuze van de beheersmaatregelen en dergelijke wordt dan geen willekeurig gebeuren meer, hoezeer ook met goede wil en naar eer en geweten gedaan, maar een doelgericht bosbouwkundig handelen.

Hetzelfde geldt ook voor het vaststellen van de draagkracht van bepaalde groeiplaatsen en bostypen voor allerlei maatschappelijke eisen en behoeften. Daarbij kunnen tegelijkertijd de noodzakelijke risico's tot een minimum worden teruggebracht.

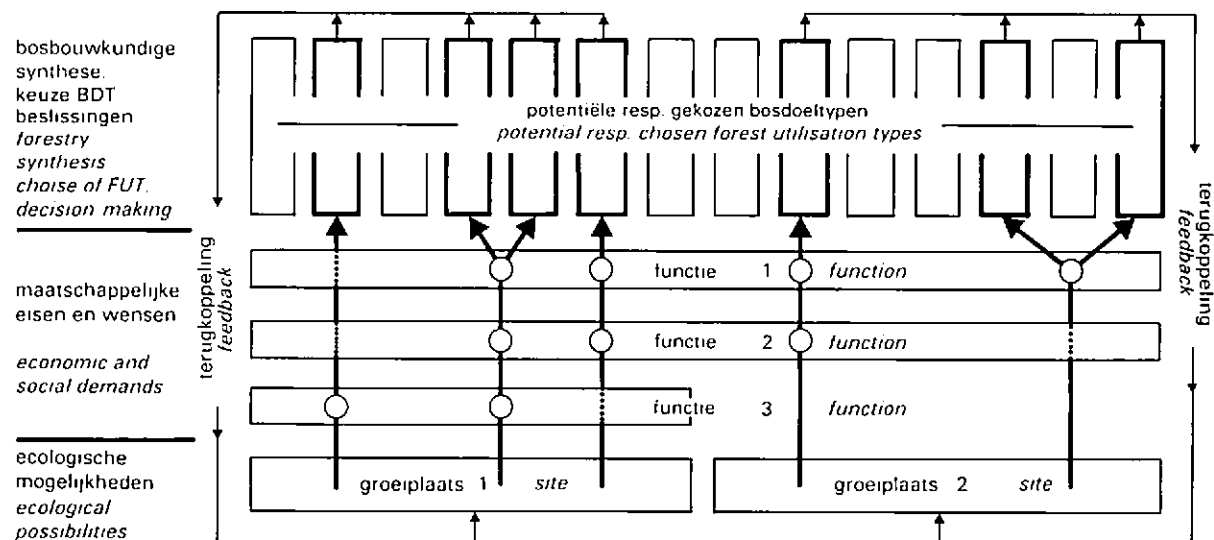
Afbeelding 2 laat de relaties tussen de groeiplaats, de functie van het bos en het bosdoeltype zien. Op een gegeven groeiplaats zijn één of meer functies van het bos toelaatbaar, waarbij eenzelfde functie aan verschillende groeiplaatsen kan worden toegekend. Om deze functie(s) het best te realiseren, wordt voor een of meer bosdoeltypen gekozen. De terugkoppeling garandeert dat door het gebruik van het bos de groeiplaats en de produktiviteit ervan in stand worden gehouden, of worden verbeterd om een gezond bos duurzaam te kunnen dragen. Hierdoor wordt ook het duurzaam vervullen van de toegekende functie verwezenlijkt.

De op de objectieve analyse van de groeiplaats en het bos gebaseerde planning maakt dan ook een doelgericht streven van bosontwikkelingen en omvorming van de huidige bossen in gewenste doeltypen mogelijk.

9 Betekenis van de groeiplaatstypologie voor het bosbeheer

Het bosbeheer ligt in het verlengde van de bosbouwkundige planning; door toepassing van beheersmaatregelen worden doeleinden gerealiseerd die in de loop van de planningsprocedure zijn vastgelegd.

Een effectieve toepassing van de juiste beheersmaatregelen is afhankelijk van de kennis van de ecologische eigenschappen van boomsoorten, van het bos



Afb. 2 Schema van de procedure voor de toekenning van functies aan het bos en de keuze van bosdoeltypen op basis van de groeiplaats, met terugkoppeling.
Scheme of the planning procedure involving laying down of forest function(s) and the choice of forest utilization types as based on forest site, with feedback.

en van de groeiplaats. De verjongingsecologie van boomsoorten, het groeiritme, de vitaliteit en het concurrentievermogen, het produktievermogen, de ruimtelijke opbouw en ontwikkeling in de tijd van een bosgemeenschap zijn van de groeiplaats afhankelijk (cf. Koop, 1981; Fanta, 1982). Op verschillende groeiplaatsen is het ecologisch gedrag van afzonderlijke boomsoorten ook anders. Als gevolg hiervan verschillen ook relaties tussen boomsoorten op verschillende groeiplaatsen. Bosbouwkundig geïnterpreteerd betekent dit verschillende bosbouwkundige mogelijkheden op verschillende groeiplaatsen.

Indeling van het bos in groeiplaatstypen met dezelfde bosbouwkundige mogelijkheden biedt de bosbeheerder het ecologische kader voor toepassing van beheersmaatregelen. Hierdoor wordt het beheer van het bos vereenvoudigd en het overdragen van kennis en ervaring gesystematiseerd. Opvolging en vervanging van beheerders brengt dan geen gevaar voor ongewenste veranderingen in het gevoerde bosbeheer meer met zich mee. De kennis van het ecologisch gedrag van boomsoorten op afzonderlijke groeiplaatsen maakt het mogelijk van de bosbouwkundige potenties van afzonderlijke groeiplaatsen correct gebruik te maken, deze verantwoord te vergelijken en financiële gevolgen enerzijds en risico's van het bosbeheer anderzijds tot een minimum te beperken.

10 Betekenis van de bosbouwkundige groeiplaatstypologie voor andere vakgebieden

Behalve voor de bosbouw is de groeiplaatstypologie

ook van belang voor andere aandachtsvelden die met bos, groeiplaats en afzonderlijke componenten hiervan te maken hebben.

De betekenis voor het natuurbehoud zit vooral in het voorspellen en concretiseren van mogelijke ontwikkelingen van de potentiële natuurlijke bosgemeenschappen in bosreservaten (Koop, 1981; Fanta, 1982). De kennis van de groeiplaats en van het effect van zowel het complex van factoren als de factoren afzonderlijk op de bosbegroeiing leidt tot verdieping van de kennis van de samenstelling, architectuur en dynamiek van de bosgemeenschap. Dit vereenvoudigt het formuleren van doelstellingen voor het natuurbehoud, de bosbouwkundige planning en het beheer van bosreservaten. De toepassing van eventuele maatregelen in het kader van bijvoorbeeld initiërend of conserverend beheer wordt meer doelgericht. Aan de andere kant kunnen de bosreservaten worden gebruikt als referentieproefvlakken voor het bestuderen van spontane ontwikkelingen van het bos op een bepaalde groeiplaats.

De bosbescherming krijgt in de groeiplaatstypologie een belangrijk hulpmiddel en referentiekader tot zijn beschikking ter beoordeling en voorspelling van ziekten en plagen, ter voorkoming van zowel parasitaire aanvallen als ongunstige invloeden van bijvoorbeeld klimatologische factoren (storm- en vorstschade, wateroverlast, e.d.) op het bos. Het voorkomen van sommige door schimmels en paddstoelen veroorzaakte aantastingen en ziekten van houtige gewassen is duidelijk aan bepaalde groeiplaatsen gebonden. De prognoses voor het optreden van schadelijke organismen en eventuele bestrijding hiervan worden meer

doelgericht. Ook kunnen op verschillende groeiplaatsen diverse bosbeschermingsmethoden, -technieken en -middelen meer effectief worden toegepast.

Ten behoeve van het faunabeheer zorgt de groeiplaatstypologie vooral voor de gegevens die betrekking hebben op het voedselaanbod van bosgemeenschappen voor het wild en de draagkracht van bosgebieden (Klötzli, 1965; Al-Kittani et al., 1975; Fanta, 1982). Op grond daarvan kunnen zowel langdurige als tijdelijke maatregelen worden genomen om een optimale verhouding tussen de ontwikkeling van het bos en de wildpopulatie te krijgen.

Ook aan het recreatiebeheer verschaft de groeiplaatstypologie belangrijke informatie over weerstand en veerkracht tegen de negatieve invloeden van de recreatie van bodem, vegetatie en bos. Een groeiplaatskaart maakt het mogelijk de recreatiestroom doelbewust buiten de kwetsbare localiteiten te houden. Andersom is het dan mogelijk de bosdoeltypen met als hoofdfunctie recreatie daarvoor optimaal te maken.

De groeiplaatskaart levert ook informatie die voor het lokale waterbeheer van belang kan zijn. Met behulp hiervan is het mogelijk de toelaatbare grondwateronttrekking zonder nadelige gevolgen voor het bos vast te stellen. Het is mogelijk deze gevolgen te specificeren naar gevallen waarin de grondwateronttrekking een produktiedaling van het bos heeft veroorzaakt. Aan de andere kant verschaft de kaart gegevens over verbeteringsmaatregelen, oppervlakkige drainage en andere noodzakelijke voorzieningen.

Alle genoemde – en vele andere – gegevens en informatie vinden hun toepassing in de landschapsbouw en de landschapsplanning. In vele opzichten streven de landschapsplanning en het landschapsonderzoek gelijksoortige doeleinden na als de bosbouwkundige planning en het bosbouwkundig onderzoek: het onderscheiden en in kaart brengen van landschapseenheden met dezelfde gebruiksmogelijkheden en hetzelfde produktievermogen (zie bijvoorbeeld Leser, 1976). In deze zin is de bosbouwkundige groeiplaatsclassificatie van groot belang voor de waardering van landschappen en voor de landschapstypologie.

11 Slotopmerking

In alle Europese landen met een hoog niveau van bosbouw en ook in Noord-Amerika wordt de groeiplaats als basis gezien van de moderne bosbouw. De in deze landen ontwikkelde groeiplaatstypologieën maken het mogelijk de ecologische kennis over het bos, de bosbouwkundige planning en het bosbeheer te systematiseren, te vereenvoudigen en te rationaliseren. De groeiplaatskaarten vormen in deze landen een onontbeerlijk hulpmiddel voor het beheer van het bos. Een

op groeiplaats afgestemde bosbouw betekent in vele gevallen een diepgaande verandering in het bosbouwkundig handelen en soms zelfs een diepgaande verandering van de denkwijze ten aanzien van het bos in vergelijking met gebruikelijke opvattingen.

Een volledige toepassing van de groeiplaatstypologie op de bosbouw voltrekt zich in vijf stappen:

- a groeiplaatsonderzoek, -classificatie en -kartering;
- b uitwerken en toepassing van een geschikte methode van bosbouwkundige planning gebaseerd op de groeiplaatsclassificatie, het formuleren van functies voor het bos, de keuze van de op de groeiplaats afgestemde bosdoeltypen;
- c aanpassen van de bestaande, meestal kunstmatige ruimtelijke indeling van het bos (regelmatige vakken, afdelingen) aan het patroon van groeiplaatseenheden in het veld en op de kaart;
- d uitwerken van randvoorwaarden voor het beheer van het bos, gericht op de groeiplaatseenheid en het bosdoeltype;
- e uitwerken van richtlijnen voor de omvorming van de huidige opstandstypen naar de potentiële, bij de groeiplaats passende bosdoeltypen.

Het groeiplaatsonderzoek en de groeiplaatsclassificatie is slechts de eerste fase van de hele procedure. Het verschaft de bosbouwer een diepgaand inzicht in de hem vertrouwde bossen, in de processen die zich in de bosgemeenschappen afspelen, in de opbouw, de ontwikkeling, de ecologische relaties en in het produktievermogen ervan. Dat geeft de bosbouwer de mogelijkheid zijn bosbouwkundig handelen op een veel bredere en meer objectieve basis te steunen dan op de gebruikelijke empirie of zelfs slechts economische overwegingen. Dit is de eerste voorwaarde voor een echte rationalisatie en voor de verbetering van zowel de ecologische als de economische resultaten van de bosbouw.

Literatuur

- Al-Kittani, M. M., H. Mayer & K. Zukrigl. 1975. Äsungskapazität und tragbare Wilddichtheiten in drei österreichischen Rehwildrevieren. *Allgemeine Forstzeitung* 86: 253-256.
- Barnes, B. V., et al. 1982. Ecological forest site classification. *Journal of Forestry* 80 (8): 493-498.
- Cajander, A. K., 1909. Ueber Waldtypen. *Acta Forestalia Fennica* 1: 1-175.
- Cajander, A. K., 1926. The theory of forest types. *Acta Forestalia Fennica* 29 (3): 1-108.
- Dengler, A. 1971. *Waldbau auf ökologischer Grundlage* I, II. 4. Aufl. Springer, Berlin. 229 + 264 p.
- Dietrich, H. & R. Hauff. 1980. Die Bedeutung der Pollenanalyse für die forstliche Standortskunde in Baden-Württemberg. *Forstwissenschaftliches Centralblatt* 199 (3): 120-123.
- Ellenberg, H. (Hrsg.) 1967. *Vegetations- und bodenkundliche Methoden der forstlichen Standortskartierung*. Veröffentlicht

- chungen Geobot. Institut ETH, Stiftung Rübel, Zürich, H. 39, 296 p.
- Ellenberg, H. & F. Klötzli. 1972. Waldgesellschaften und Waldstandorte der Schweiz. Mittell. Eidg. Anstalt f.d. forstliche Versuchswesen 48 (4): 589-930.
- Fanta, J. 1982. Natuurlijke verjonging van het bos op droge zandgronden. Rapport Rijksinstituut voor onderzoek in de bos- en landschapsbouw "De Dorschkamp", Wageningen, nr. 301, 236 p.
- Forstliche Standortaufnahme, 3. Aufl. 1978. Arbeitskreis Standortkartierung, Münster-Hiltrup, 183 p.
- Gigon, A. 1975. Ueber das Wirken der Standortfaktoren: kausale und korrelative Beziehungen in jungen und in reifen Stadien der Sukzession. Mitteilungen Eidg. Anstalt forstliche Versuchswesen 51 (1): 25-35.
- Hartmann, F. 1952. Forstökologie. Zustandserfassung und standortsgemässe Gestaltung der Lebensgrundlagen des Waldes. Fromme, Wien. 461 p.
- Havel, J. J. 1980. Application of fundamental synecological knowledge to practical problems in forest management. I. Theory and methods, II. Application. Forest Ecology and Management 3: 1-29, 81-111.
- Hills, G. A. 1960. Comparison of forest ecosystems (vegetation and soil) in different climatic zones. In: Forest types and forest ecosystems. Silva fennica 105: 33-39.
- Houtzagers, G. 1956. Houtteelt der gematigde luchtstreek. Willink, Zwolle. 438 p.
- Hufnagel, H. 1970. Der Waldtyp, ein Behelf für die Waldbau-Diagnose. Innviertler Presseverein, Ried i. Innkr. 223 p.
- Hübner, W., G. Mühlhäusser & S. Müller. 1980. Entwicklungen bei der lokalen Standortklassifikation im Südwestdeutschen standortkundlichen Verfahren. Forstwissenschaftliches Centralblatt 99 (3): 113-120.
- Genssler, H. 1982. The application of phytosociology in the forest management of the Federal Republic of Germany. In: Jahn, G. (ed.), Application of vegetation science to forestry. Junk Publishers, The Hague. p. 179-197.
- Jaeger, H. 1958. Methoden der forstlichen Standortserkundung und -kartierung in Deutschland. Petermanns Geographischen Mitteilungen 3: 190-199.
- Jahn, G. (ed.). 1982. Application of vegetation science to forestry (Handbook of vegetation science, Part. XII). Junk, The Hague. 405 p.
- Jelem, H. & W. Kilian. 1972. Standortaufnahme im Rahmen der österreichischen Forstinventur, eine forstpolitische Entscheidungshilfe. Informationsdienst d. FBVA 143. Allgemeine Forstzeitung 83: 125-297.
- Jenny, H. 1941. Factors of soil formation. McGraw-Hill, New York.
- Jenny, H. 1980. The soil resource. Origin and behaviour. Springer, New York. 337 p.
- Klötzli, F. 1965. Qualität und Quantität der Rehäsung. Veröffentlichungen Geobot. Institut ETH, Stiftung Rübel, H. 38. 186 p.
- Koop, H. 1981. Vegetatie, structuur en dynamiek van twee natuurlijke bossen: het Neuenburger en Hasbrucher Urwald. Pudoc, Wageningen. 112 p.
- Kopecký, K. & S. Hejny. 1973. Neue syntaxonomische Auffassung der Gesellschaften ein- bis zweijähriger Pflanzen der Galio-Urticetea in Böhmen. Folia Geobot. Phytotax. 8: 49-66.
- Kopp, D. 1961. Das Arbeitsverfahren der forstlichen Standortserkundung im nordostdeutschen Tiefland. Berlin.
- Kopp, D. 1971. Methode und Ergebnisse der forstlichen Standortskartierung im nordostdeutschen Tiefland. In: Arbeitsgruppe Waldtypologie IUFRO. Methodenvergleich der forstlichen Standorts- und Vegetationskartierung. Zeszyty problemowe postepow nauk rolniczych 93. PAN-PWN, Warszawa, p. 11-51.
- Kopp, D. 1981. Entwicklung und Ergebnisse der Standortserkundung im Eberswalde. Beiträge für die Forstwirtschaft (Berlin) 15 (3/4): 1-35 (fiche).
- Kopp, D. & H. Hurltig. 1960. Zur Weiterentwicklung der Standortsgliederung im nordostdeutschen Tiefland. Archiv für Forstwesen 9: 387-486.
- Krajina, V. 1960. Can we find a common platform for the different schools of forest type classification. In: Forest types and forest ecosystems. Silva fennica 105: 50-55.
- Krauss, G. A. 1936. Aufgaben der Standortskunde. Jahresberichte des Deutschen Forstvereins, Berlin.
- Krauss, G. A. & G. Schlenker. 1953. Leitsätze für die forstliche Standortsgliederung und Standortskartierung in Württemberg. Bad-Württ. Forstverein, Ber. 4. Hauptversammlung, Ravensburg.
- Kreutzer, K. 1979. How do physical classifications contrast with site type classifications? In: Ford, E. D. et al. (ed.), The ecology of even aged forest plantations. Institute of Terrestrial Ecology, Cambridge. p. 39-56.
- Kreutzer, K. 1981. Grundzüge der forstlichen Standortsklassifikation. Mitteilungen Forstlichen Bundes-Versuchsanstalt Wien, 140: 7-23.
- Kreutzer, K. & G. Schlenker. 1980. Vergleich standortkundlicher Klassifikationsverfahren für ökologische Kartierungen in Wäldern. Mitteilung des Vereins für Forstliche Standortskunde und Forstpflanzenzüchtung 28: 21-27.
- Leser, H. 1976. Landschaftsökologie. Uni-Taschenbücher 521, Ulmer, Stuttgart. 432 p.
- Mezera, A., K. Mráz & V. Samek. 1956. (Standortstypologische Übersicht von Waldgesellschaften). Institut für Forsteinrichtung, Praha.
- Methodenvergleich der forstlichen Standorts- und Vegetationskartierung. Zeszyty problemowe postepow nauk rolniczych 93. PAN-PWN, Warszawa. Arbeitsgruppe Waldtypologie IUFRO, 1971. 104 p.
- Mikola, P. 1982. Application of vegetation science to forestry in Finland. In: Jahn, G. (ed.), Application of vegetation science to forestry. Junk, The Hague. p. 199-224.
- Noirfalise, A. 1984. Forêts et stations forestières en Belgique. Les Presses Agronomiques de Gembloux, Gembloux. 235 p.
- Pliva, K. 1976. (Typological system of the Institute for Forest Management in the CSR). Institute for Forest Management, Brandýs n.L. 119 p.
- Ramann, E. 1983. Forstliche Bodenkunde und Standortlehre. Berlin.
- Randuška, D. et al. 1959. (Survey of site conditions and groups of forest types in the forests of Slovakia). SVPL, Bratislava. 258 p.
- Randuška, D. 1982. Forest typology in Czechoslovakia. In: Jahn, G. (ed.), Application of vegetation science to forestry. Junk Publishers, The Hague. p. 147-178.
- Scamoni, A. 1960. Waldgesellschaften und Waldstandorte. Berlin, Akademie-Verlag. 132 p.
- Schlenker, G. 1964. Entwicklung des in Südwestdeutschland angewandten Verfahrens der Forstlichen Standortskunde. In: Standort, Wald und Waldwirtschaft in Oberschwaben. Arbeitsgem. "Oberschwabische Fichtenreviere", Stuttgart. p. 5-26.

- Schlenker, G. & K. Kreutzer, 1976. Vergleich von Klassifikationssystemen für forstliche Standortskartierungen. In: IU-FRO World Congress Proceedings, Division I. p. XVI. 219-237.
- Vlieger, J. 1944-1945. De boschassociaties als maatstaf ter beoordeling van de groeiplaats. *Nederlands Bosbouw Tijdschrift* 17 (6): 206-211.
- Walter, H. 1960. Grundlagen der Pflanzenverbreitung, I. Teil. Standortlehre (Analytisch-ökologische Geobotanik), 2. Aufl. Ulmer, Stuttgart. 566 p.
- Walter, H. 1973. Allgemeine Geobotanik. Uni-Taschenbücher 284, Ulmer, Stuttgart. 256 p.
- Zlatnik, A. 1954. Methodik der typologischen Erforschung der Czechoslowakischen Wälder. *Angewandte Pflanzensoziologie* (Wien), Festschrift E. Ailchinger, B. II. p. 916-955.
- Zlatnik, A. 1959. Survey of Slovak forests according to groups of forest types. *Spisy Věd. Laboratoře biogeocenologie a typologie lesa LF VŠZ. Brno*. pp. 1-195.
- Zlatnik, A. 1973. (Principles of ecology). SZN, Praha. 281 p.

Summary

Forest site: research, classification and application to forestry

This article deals with the concept of forest site, the research, mapping and classification of forest site types and the significance of forest site typology for forest planning and silvicultural management, as used in most European countries.

The modern concept of the forest site as a complex of abiotic factors influencing the composition, development and productivity of the forest community contrasts considerably with the earlier concept of forest site as a production class only. This modern concept is based on recent progress in plant ecology and ecosystem theory. At present, forest site is understood to mean habitat: a uniform geographical unit characterized by a certain stable combination of site factors.

The theoretical background to the concept of forest site as presented by the author is the ecosystem concept developed by Jenny (1941, 1980). According to this concept, primary and secondary site factors can be distinguished. The former (macro- and mesoclimate, topography, parent material, surface water and groundwater) are independent of ecosystems; they control them, however, from outside, working causally in ecological relations. The latter factors (e.g. forest microclimate, forest soil including humus and water regime) develop in the course of interactions between the abiotic and biotic components of ecosystems, taking part in correlative relations. They have stabilizing effects within ecosystems (Gigon, 1975). Young ecosystems develop and exist under the strong control of primary factors. In old and fully developed ecosystems, internal control prevails.

The primary and secondary site factors control the supply of growth factors to green plants. In this action they can replace each other (the so-called "Standortskonstanzgesetz" of Walter, 1973).

In contrast, growth factors are agents of environment, necessary for the metabolism of green plants

(light, water, warmth, chemicals). They cannot replace each other.

The differences and interrelations between the primary and secondary site factors and growth factors are shown in figure 1. Site factors form the framework within which plant metabolism, growth and other processes take place in plants.

The theory underlying the concept of forest site was first defined by Ramann (1893) and was developed further by Krauss (1936), Hartman (1952), Kopp (1961), Schlenker (1964) and others. In Europe, the theory is understood to comprise the ecological geobotany (cf. Walter, 1960). Its aim is to elucidate the ecological relations between forest sites and communities, to classify and map the site units and to apply these results to forest planning and silvicultural management.

The basic unit of forest site classification is the forest site type. This is a collection of localities with the same stable combination of site factors, the same type of relations between the site and forest community, and the same silvicultural possibilities. This definition opens the way to the application of the forest site theory to silviculture and forest management. The concept of "the same silvicultural possibilities" is central in this application.

Forest site typology involves site investigation, distinguishing and describing site units, mapping them, and arranging them in a classification system. In most European countries, the so-called "combined method" of site typology is used. "Combined" means combining the characteristics of climate, relief, parent material, soil (including humus and water regime) with an analysis of vegetation and the results of palynological and historical studies on forest development, so that site units can be identified. This method proved to be better than methods that only use vegetation or the characteristics of the physical environment to distinguish site units (cf. Ellenberg, 1967; Kopp, 1971; Kreutzer & Schlenker, 1980).

The procedure of forest site typology generally develops in three steps: (i) dividing the country into forest

or forest-growing regions; (ii) working out the fieldwork methodology and developing in detail the site unit classification within this forest region; (iii) developing the forest site classification system for the whole country.

Forest site typology makes an important contribution to forestry, and especially to forest planning and silvicultural management. Appropriate forest utilization types can only be developed when based on an understanding of ecological potential and socio-economic demands. Figure 2 is a scheme of the relation "forest site unit – forest function – forest utilization type" and its feedback. In this approach, the tree species and kind of silvicultural management that are chosen link the ecological possibilities (given by the site) with the socio-economic demands (forest function). The feedback allows the chosen function to be fulfilled optimally and for the long-term, without any harmful effects to the site (caused e.g. by an inappropriate tree species composition).

As to silviculture: directions for the silvicultural management of forests within site units can be worked out. In this way, the optimal silvicultural management for the given site conditions and tree species ecology

can be applied, the management can be improved, simplified and systemized.

The procedure for forest site classification and its application to forestry involves five steps:

- (a) forest site investigation, classification and mapping;
- (b) application to forest planning – choice of appropriate forest utilization types based on forest site and function;
- (c) changing the network of forest boundaries, adapting it in a reasonable way to follow the boundaries of forest sites;
- (d) working out directions for silvicultural management based on forest site units and utilization types;
- (e) working out recommendations for converting present stands into the future utilization types.

The results of forest sites research and classification provide useful information not only for forestry but also for nature conservation, forest protection, and for wildlife, water and recreation management and landscape planning.
