

De Integrale Beplantingsmethode

naar een dynamische benadering
voor het ontwerpen van beplantingen

Frits Ruyten

De Integrale
Bepantingsmethode

Promotoren: prof. ir. K. Kerkstra, hoogleraar landschapsarchitectuur,
prof. dr. ir. H. Challa †, hoogleraar tuinbouwbedrijfstechnologie.

Co-promotor: dr. ir. R.J.A. van Lammeren, universitair hoofddocent, laboratorium
voor Geo-informatiekunde en Remote Sensing.

Promotiecommissie: prof. dr. ir. G.M.J. Mohren, Wageningen Universiteit,
prof. dr. ir. C.M. Steenbergen, Technische Universiteit Delft,
dr. ir. E. Annevelink, Agrotechnology & Food Innovations,
dr. ir. J.L. Baljon, Baljon Landschapsarchitecten, Amsterdam.

De Integrale
Beplantingsmethode

**naar een dynamische benadering
voor het ontwerpen van beplantingen**

Frits Ruyten

Proefschrift
ter verkrijging van de graad van doctor
op gezag van de rector magnificus
van Wageningen Universiteit
prof. dr. M.J. Kropff
in het openbaar te verdedigen
op woensdag 1 februari 2006
des namiddags om 16.00 uur in de aula.

Frits Ruyten,
De Integrale Beplantingsmethode,
naar een dynamische benadering voor het ontwerpen van beplantingen.

© 2006 Frits Ruyten, Venray.

© 2006 Dr. ir. R.J.A. van Lammeren, Wageningen University;
printscreens appendix en beplantingsfilms op ingevoegde cd-rom.

Niets van deze uitgave mag worden verveelvuldigd en- of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

ISBN 90-8504-350-6

Voorwoord

Wie kent niet het verdriet van die fraaie oude boom, die gekapt moest worden, omdat deze te groot werd? Wie begrijpt eigenlijk waarom dezelfde soort struik, die een eind verderop 5 meter breed wordt, op een halve meter afstand van de stoeprand opnieuw als jonge plant gepoot wordt? Wie heeft niet die bergen snoeihout naast de weg zien liggen bij dat angstaanjagende geluid van een takkenversnipperaar?

Gedurende de uitoefening van mijn beroep als tuin- en landschapsarchitect constateerde ik, dat er regelmatig en soms behoorlijk gesnoeid of gekapt werd in houtige gewassen in tuinen en het openbare groen. Hoewel snoeien de bloei- of vruchtvorming stimuleert, worden er ook planten kleiner gehouden, terwijl een vrije uitgroei beoogd was. "Ze worden véél te groot", "Ze zijn helemaal verwilderd" of "Het groeit veel te dicht op elkaar" zijn de veel gehoorde argumentaties om dan maar de bijl of zaag erin te zetten, terwijl de plant nog lang niet tot volle wasdom of aan het einde van haar leven was gekomen.

Vragen, die naar aanleiding hiervan bij me opkwamen waren: "Is dat snoeien wel allemaal nodig? Een plant 'weet' toch ook wel hoe te groeien en stopt daar toch ook een keer mee? Was de eindgrootte dan niet te voorzien? Zou de benodigde ruimte voor de vrije uitgroei niet op een of andere manier volgens een methode zijn te plannen? Zijn er wellicht aan planten 'rechten' toe te schrijven om ongeschonden uit te groeien, wanneer in beginsel tot een vrije uitgroei besloten was? Moet hiervoor niet een 'plantenethiek' te ontwikkelen zijn?"

Deze praktijksituatie en deze vragen waren voor mij aanleiding om bij de herziening van een cursus tuinar- chitectuur voor de Leidse Onderwijsinstellingen meer kennis over de vrije uitgroei van planten op te nemen. Aansluitend hierop heb ik in 1992 met de twee dendro-

logen Hans Janssen en Pierre Theunissen het boek 'Be- plantingsleer' samengesteld, waarin ongeveer 800 planten zijn beschreven, die veel in tuinen en parken worden toegepast en bewezen hebben voor dit doel bruikbaar te zijn. Van deze planten zijn naast de uiterlijke kenmerken ook de hoogte- en breedtematen opgegeven, die zij bij benadering gedurende de uitgroei na een bepaalde periode innemen. Tevens is van elke plant aangegeven of er snoei ten behoeve van bloem- en vruchtproductie noodzakelijk is, wanneer de boom of struik in de vrije ruimte uit zou groeien. Het doel van deze informatie is de cursist een gevoel voor plantengroei en het bijbehorende onderhoud mee te geven. Immers naar het idee van ons als schrijvers moet dat de basis zijn om met planten vorm te geven. In deze cursus is een eenvoudige beplantings- methode behandeld, waarbij de planten op eindafstand of definitieve afstand worden gezet. Hierbij wordt rekening gehouden met de opgegeven maximale uitgroei. Omdat mij toen onduidelijk was welke werking deze methode in andere situaties kan hebben, hoe deze methode zich verhoudt tot andere methoden en welke betekenis aan de methode kan worden toegekend, heb ik in 1994 Klaas Kerkstra, hoogleraar landschapsarchitectuur, deze vragen voorgelegd. Klaas Kerkstra en Hugo Challa, bosbouw- kundige en hoogleraar tuinbouwbedrijfstechnologie, stelden vast, dat deze vragen over principiële kwesties in de tuin- en landschapsarchitectuur gaan en dat zij mij bij een wetenschappelijk onderzoek tot en met de promotie wilden begeleiden. Deze begeleiding heeft geleid tot het voorliggende proefschrift.

De hoofdstukken van het proefschrift volgen een aaneengesloten redeneerlijn, waarbij na een historische en een elementaire analyse de integrale beplan- tingsmethode wordt geïntroduceerd. Daarop volgt een vergelijking met de veel toegepaste blijvers- en wijkersbeplantingsmethode, waarin de gevolgen voor

de architectonische aspecten en de kostenaspecten in beeld zijn gebracht. Omdat een zuiver theoretische benadering een te grote vereenvoudiging zou betekenen van dit brede praktijkveld, zijn, waar nodig, praktijkgegevens toegevoegd, zodat zowel de theo- retische alsook de praktijkgeïnteresseerde lezer het proefschrift kan volgen.

Hoewel de vergelijking uiteraard nooit alle praktijksitu- aties kan bevatten, tonen de onderzoeksresultaten wel een kenmerkend patroon. De visie, de werkwijzer en de handleiding bieden de basis voor de toepassing van de integrale beplantingsmethode, als een dynamische benadering voor het ontwerpen van beplantingen.

Dat dit onderzoek nog zo lang zou duren, had ik in het begin nooit gedacht, maar het is zonder meer de moei- te waard geweest. Velen hebben, meestal belangeloos, op enigerlei wijze daaraan bijgedragen. Ik wil graag een speciaal woord van dank richten aan:

- Peter van Oosterhout van de Stichting tot Behoud van Historische Buitenplaatsen, voor zijn bijdrage aan het kunst- en tuinhistorisch onderzoek,
- Evert Doornenbal van Kasteel de Haar en Jörn Copijn van Copijn Utrecht Tuin- en landschapsar- chitecten bv voor hun geschiedkundige informatie over de aanleg en het onderhoud van de kasteel- tuin van Kasteel de Haar in Haarzuilens,
- Henk Buring en Jeroen Hogenboom voor hun bij- drage aan de informatie over de geschiedenis van het Amsterdamse Bos,
- Hans Kapiteijn van de gemeente Amsterdam voor zijn informatie over de Bijlmermeer Groenstructuur,
- Dick Hekman van Drielanden Groenvoorziening B.V. voor zijn bijdrage aan de berekeningen van het Polderpark te Almere,

- José Venema, Johannes Bouwma en Hans Nieuwenhof van de gemeente Arnhem voor hun bijdrage aan de informatie en berekeningen van het Bakenhofpark,
- Matthijs Mesken van de Bond voor de Groothandel in Bloembollen en Boomkwekerijproducten, Productschap Tuinbouw en de Provincie Noord Holland, voor het vertrouwen om een 10 ha groot proefproject volgens de integrale beplantingsmethode mogelijk te maken in het Prins Bernhardbos te Hoofddorp,
- Aart Timmers, Jan Habets en Floortje Molenaar van Plant Publicity Holland voor hun actieve rol bij de realisatie en het bekendmaken van het Prins Bernhardbos als proefproject,
- Lou Haegens, Joost Knaapen, Frans Kömhoff, Wim Raedts en André Reintjes voor hun adviezen over de financiële aspecten bij de aanleg en het onderhoud van beplantingen in de vergelijking tussen de verschillende beplantingsmethoden,
- Jeroen de Vries voor zijn bijdrage aan de beschrijving van de ontwikkeling in het openbaar groen, die begint bij de periode na de Tweede Wereldoorlog (paragraaf 2.2),
- Klaas Kerkstra, mijn promotor voor zijn jarenlange toegewijde en consistente begeleiding, die altijd in goede harmonie is verlopen en Ron van Lammeren voor de constructieve wijze waarop hij als co-promotor invulling heeft gegeven aan de vervanging van Hugo Challa,
- Leonie Cals en Yvonne Jeuken voor de verwerking van de vele tekstwijzigingen
- en natuurlijk Corrie en de kinderen Floortje en Marcel, die met hun inschikkelijkheid en begrip voor mij deze unieke studie mogelijk hebben gemaakt.

Venray, februari 2006

prof. dr. ir. H. Challa
13 juli 1944 – 28 februari 2003

Hugo,
Aan jou draag ik dit proefschrift op als blijk van dank en waardering voor je
jarenlange toegewijde en consistente begeleiding.

Inhoud

Voorwoord	5	4 De integrale beplantingsmethode	56	6 Conclusies	131
1 Inleiding	9	4.2 Strategieën	56	6.1 Inleiding	131
1.1 Algemeen	9	4.2.1 Omvang (O)	57	6.2 Discussie	131
1.2 Probleemanalyse	10	4.2.2 Groeisnelheid (G)	58	6.3 Toepassing	132
1.3 Onderzoeksdoelstelling	14	4.2.3 Levensduur (L)	58	6.4 Aanvullend onderzoek	132
1.4 Opzet van het onderzoek	14	4.3 Morfodynamische principes	59	Literatuur	134
2 Beplantingsmethoden	15	4.3.1 Vrijstandsvormen	61	Appendix 1 Bepaling morfodynamische variabelen	I
2.1 Inleiding	15	4.3.2 Concurrentievormen	63	Logistische of S-curve	I
2.2 Algemeen	15	4.4 Beplantingstypologie IV 'Strategieën'	64	Vereenvoudigde lineaire groeicurve	I
2.3 Literatuur over beplantingsmethoden	20	4.5 De integrale beplantingsmethode	66	Appendix 2 Beplantingsfilm	VIII
2.4 Cases	22	4.5.1 Visie	66	Appendix 3 Kostenberekening cases	X
2.5 Conclusies	30	4.5.2 Werkwijzer	69	Samenvatting	XX
3 Morfologie en morfodynamiek	33	4.5.3 Handleiding	73	Summary	XXII
3.1 Inleiding	33	5 Casestudies	77	Curriculum vitae	XXIV
3.2 Morfologie	33	5.1 Inleiding	77		
3.2.1 Beplantingstypologie I 'Architectonische functies'	33	5.2 Cases	77		
3.2.2 Constructie	37	5.3 Werkwijze	78		
3.2.3 Antropogene beïnvloeding I 'Opkweek en beheer'	41	5.3.1 Analyse gedefinieerde toestand/aanleg en onderhoud originele beplantings- methode (stap 1)	78		
3.2.4 Beplantingstypologie II 'Constructie'	45	5.3.2 Bepaling morfodynamische variabelen (stap 2)	78		
3.3 Morfodynamiek	47	5.3.3 Alternatieve beplantingsmethode (stap 3)	78		
3.3.1 Inleiding	47	5.3.4 Vergelijking (stap 4)	92		
3.3.2 Morfodynamiek	47	5.4 Onderzoekresultaten	93		
3.3.3 Antropogene beïnvloeding II 'Transformaties'	51	5.4.1 Polderpark, Almere	95		
3.3.4 Beplantingstypologie III 'Transformaties'	51	5.4.2 Bakenhof, Arnhem	109		
		5.4.3 Prins Bernhardbos, Hoofddorp	119		
		5.5 Conclusies	130		

1 Inleiding

1.1 Algemeen

Bepantingen¹ vervullen een belangrijke rol in ons woon- en leefmilieu. De dagelijkse beleving van de seizoenen en de ontwikkeling van de flora en fauna verbindt de mens met de wortels van zijn bestaan. Een belangrijke grondlegger van het openbaar groen verwoordde het zo: "Ik droom van plantsoenen, waar het publiek, oud en jong, onwetend en ingewijd, het heele jaar door gemakkelijk getuige kan zijn van wat in de loop der seizoenen, te beginnen met 1 januari en te eindigen met 31 december, op het gebied van onze inheemse planten- en dierenwereld te beleven valt." (Jac. P.Thijssse, 1941).

De aanleiding tot dit onderzoek is de constatering, dat ondanks de door Thijssse beschreven droom over plantsoenen, er toch veel ingrepen in bepantingen worden uitgevoerd, die een inbreuk plegen op de rust van onze inheemse planten- en dierenwereld. Dunningen bijvoorbeeld vormen een onderdeel van het onderhoudsbeheer. Deze dunningen komen voort uit het gevoerde aanleg- en onderhoudsbeleid, dat een gevolg is van de in de praktijk veel uitgevoerde blijvers- en wijkersbepantingsmethode².

Het is de bedoeling, dat door het uitvoeren van deze dunningen brede, vol uitgegroeide struiken – toekomststruiken – zich ontwikkelen (Reuver et al., 1997). De bedoelde ingrepen lijken op zijn minst niet overeen te komen met de oorspronkelijke bedoelingen van de ontwerper of met de aard en gebruiksmogelijkheden van de plant of bepanting. De Josselin de Jong en Bosman plaatsen een aantal kritische kanttekeningen bij de blijvers- en wijkersbepantingsmethode:

De Josselin de Jong (1980): "Het juiste moment van wijken is echter moeilijk te bepalen. Op het moment dat populieren de bepanting massa geven of berken hun zilverwitte stammetjes krijgen, moeten deze ge-

rooid worden. Dit zal iedere plantenliefhebber aan het hart gaan. Het gevolg is, dat meestal de wijkers blijven en de hoofdhoutsoorten wegwijnen of geroid worden. Bovendien is in het stedelijk gebied soms onvoldoende ruimte aanwezig, om populieren te vellen. In het geval dat de wijkers wel op tijd worden geveld, komen omwonenden in opstand. Hun pas verkregen privacy raken ze kwijt door het verwijderen van de hoogste bomen. Ook verontwaardiging over deze vorm van natuurvernietiging doet velen naar de telefoon grijpen".

Bosman et al. (1986)

- "Min of meer inheems bosplantsoen wordt sinds de jaren '70 veelal gebruikt om een 'natuurlijk' karakter te creëren. Hiertoe worden soortenrijke combinaties, die kenmerkend zijn voor een climaxvegetatie, in een bepaald plantengeografisch district ineens aangeplant in individuele menging. Als gevolg van de hoge dynamiek, die kenmerkend is voor de stad, kan een (natuurlijke) climaxvegetatie nooit bereikt worden, laat staan in een keer. Meestal komt het niet verder dan een pionierstadium. Om de soortenrijkdom van de bepanting te behouden, moet dan ook steeds in de bepanting ingegrepen worden. Galjaard stelt dan ook dat "met een cultureel uitgangspunt vegetatiekundige lijsten maar van beperkt nut zijn, zeker als men toch ter versiering uit exoten in gaat mengen".
- De laatste jaren wordt bosplantsoen vaak toegepast omdat het goedkoper zou zijn. Hierover zijn de meningen nogal verdeeld, als het individueel gemengde, soortenrijke bepantingen betreft.
- Om snel een behoorlijk opgaande bepanting te bereiken, worden veelal snelgroeiende soorten ingemengd. Dit kan wenselijk zijn ter bescherming van privacy, voor het geven van beschutting en om betreding te kunnen reguleren. De onderhoudskosten worden hierdoor echter duidelijk vergroot. De snelle

groeiers moeten tijdig verwijderd worden. In stedelijk gebied kan dat leiden tot weerstand bij het publiek.

- Bosplantsoen wordt vaak in te kleine vakken toegepast, waardoor het erg kolossaal overkomt, of er wordt te dicht langs paden geplant. Hierdoor is het onderhoud relatief hoog".

Een andere oorzaak van de problemen met het onderhoud constateert van Asperen (1983): "dat in de groene sector een (te) grote scheiding ontstaan is tussen het ontwerp-gebeuren en uitvoerend-gebeuren, dat in de praktijk ervaren wordt als enerzijds 'op papier bezig zijn' en anderzijds als 'werkelijke resultaten tot stand brengen'. Bij de toename van de omvang van de groenvoorziening en de toegenomen complexiteit bij de voorbereidingsactiviteiten is de taakverdeling tussen het ontwerpen en het uitvoeren verder doorgevoerd, gekoppeld hieraan zijn ontwerpende en uitvoerende functionarissen meer gespecialiseerd, dit heeft o.a. geleid tot vervreemding van elkaars werkterrein".

Met de kwantitatieve toename en de grotere betekenis van het groen in Nederland verandert ook de aard en opzet van de *opleiding* tot ontwerper of tuin- en landschapsarchitect. Tot aan de tweede wereldoorlog zijn de tuin- en landschapsarchitecten hoofdzakelijk opgeleid en gevormd vanuit hun praktijkervaring als boomkweker of hebben een leermeester gehad, die over deze ervaring beschikte. Deze tuin- en landschapsarchitecten ontwierpen bij wijze van spreken, met de plant al in gedachte. Tevens waren zij sterk bij de uitvoering betrokken. Na de oorlog tot heden, treedt er bij de opleiding in de tuin- en landschapsarchitectuur echter een geleidelijke scheiding op tussen de ontwerp- en plantkundige vakken door de grote toename in en belangstelling voor ontwerpvragestukken als gevolg van de sterke groei van de steden en de urbanisatie van het landschap.

¹ Tot bepantingen worden gerekend: parken, plantsoenen evenals ruimten ten behoeve van de openluchtrecreatie voor zover deze voorzien zijn van groenelementen. Een en ander zowel binnen als buiten de bebouwde kom en niet vallend onder bossen, zoals geregistreerd bij het Bosschap (van Asperen, 1983).

² De blijvers- en wijkersbepantingsmethode is een bepantingsmethode, waarbij de afstand tussen bomen en struiken wordt gereguleerd in afhankelijkheid van de grootte van de planten, waardoor tijdens de groei geregeld planten of 'wijkers' worden verwijderd (dunningen) teneinde groeiruimte voor de 'blijvers' te verkrijgen.

Om een indruk te krijgen van de onderhoudskosten is een globale schatting op basis van gegevens van het CBS en Databank³ gemaakt van het totaal oppervlak groen in Nederland: Hieronder wordt verstaan: tuinen groter dan 500 m², erfbeplantingen, begraafplaatsen, sportterreinen, parken en plantsoenen, verblijfsrecreatie en dagrecreatieve objecten. Deze terreinen beslaan totaal ongeveer 200.000 ha. De onderhoudskosten van het 'stedelijk' groen in Nederland bedroegen in 1999 volgens een ruwe schatting ca. € 250 miljoen (60.000 ha). Indien met deze norm van € 250 miljoen op 60.000 ha. het totale oppervlak groen wordt doorgerekend, kan het totaal aan onderhoud in dat jaar, bij benadering worden berekend op ongeveer € 800 miljoen.

In Groenwerk, Groenrestproducten⁴ deel 2, stellen Spijker et al. (1999) dat, bij de verdeling van het vrijkomende groenafval per jaar, plantsoenafval en dunningshout bijna de helft uitmaken van het totaal van 3,2 miljoen ton groenrestproduct in Nederland. Als probleem stelt hij, dat er veel groen aangelegd is met bijzonder productieve soorten en vaak in dichte plantverbanden, zodat regelmatig moet worden gedund. De composteringskosten voor snoei- en dunningshout variëren op basis van de in het rapport genoemde eenheidsprijzen van € 6,8 tot € 13,6 miljoen per jaar, inclusief transportkosten. Het merendeel van de gemeenten richt zich bij het zoeken naar nuttige toepassingen voor snoei- en dunningshout op het vergroten van de toepassings- en afzetmogelijkheden van houtsnippers en stamhout. Om de hoeveelheid vrijkomende groenrestproducten te reduceren stellen Spijker et al. (1999), dat het essentieel is om bij de keuze van de beplanting rekening te houden met de beschikbare ruimte in relatie tot de 'volwassen' afmetingen van de blijvende aanplant.

In 1995 onderzoekt Spierings (LEI-DLO) de aard en omvang van de werkachterstand⁵ bij het onderhoudswerk in groenvoorzieningen van gemeenten en recreatieschappen. In het boekjaar 1983/1984 is een werkachterstand geconstateerd van 1.260 manjaren en deze is sindsdien opgelopen tot 3.850 manjaren in 1995,

waarvan 2.730 structureel. In de nabeschuiving stelt Spierings (1995) dat het regelmatig terugkerende karakter van veel onderhoudswerk er evenwel toe leidt, dat er in de komende jaren alsnog of weer een nieuwe achterstand ontstaat. Spijker et al. (1998) onderzoeken de mogelijkheden ter voorkoming van groenrestproducten en tegelijkertijd nuttige toepassingen bij gemeenten van groenrestproducten. Gemeenten blijken problemen te hebben met de afzet, de kosten, de regelgeving en de kwaliteit in relatie tot de afzet: 85% van de gemeenten heeft te maken met stijgende (10% - 60%) kosten voor de verwerking van groenrestproducten. Om de kosten van de verwerking terug te dringen adviseert Spijker o.a.: het vergroten van plantafstanden in de plantsoenen, het laten liggen en versnipperen van takhout en stobben als nuttige toepassingen van houtsnippers en stamhout: het toepassen van langzaam groeiende soorten, weinig boomvormers en geen wijker/blijver systeem hanteren. H.S. van Asperen (1983) geeft in zijn proefschrift 'Samenhang ontwerp - uitvoering bij het scheppen en instandhouden van groenvoorzieningen' aan welke problemen ontstaan bij het beheer van beplantingen. Uit de uitslag van een enquête tijdens een symposium 'Groenbehoud door groenbeheer nu en straks' op 23 oktober 1980 in Veldhoven, blijkt, dat er volgens 29% van de respondenten, nooit sprake is van beheersrichtlijnen, 48% van de respondenten geeft aan dat er af en toe sprake is van beheersrichtlijnen en 9% antwoordt, dat er meestal wel sprake is van beheersrichtlijnen. Van de respondenten geeft 76% aan, dat er onvoldoende rekening wordt gehouden met de beheerservaring en 19% vindt, dat dit wel gebeurt. Van Asperen stelt dat wanneer er onvoldoende rekening wordt gehouden met de beheersrichtlijnen dit enerzijds leidt tot een niet optimale functievervulling door het openbaar groen en anderzijds tot verspilling van middelen. Van Asperen concludeert dat er beheersrichtlijnen nodig zijn om te komen tot minimalisering van verspilling en tot optimalisering van de functievervulling van het groen. Beheersrichtlijnen dienen in het ontwerp geïntegreerd te worden. Deze beheersrichtlijnen moeten

in overeenstemming zijn met en dienen aan te sluiten bij de manier waarop de beplanting is samengesteld. Dit om de architectonische doelen te bereiken.

Omdat er sedert de jaren '80 structureel is bezuinigd (Koster, 2001; de Vries, 2003) op het onderhoud van het stedelijk groen en omdat er vaak beheersrichtlijnen ontbreken, kan het vereiste onderhoud in de vorm van dunning en selectie niet optimaal worden uitgevoerd. Maar al worden de onderhoudswerkzaamheden conform de beheersrichtlijnen uitgevoerd, dan nog vraagt de blijvers- en wijkersbeplantingsmethode door de aard van de methode veel onderhoud. Dat het achterstallige onderhoud soms ingrijpende gevolgen kan hebben op het gewenste beplantingsbeeld blijkt uit reacties als: "Is het wel nodig? Moet het echt zo kaal? Het was net zo mooi." Dit zijn veel gehoorde vragen en opmerkingen (Anonymus, 2000). Dat de ouderdom van beplanting een belangrijke maatschappelijke functie kan vervullen blijkt uit de opvattingen van Maes (1996):

"Bomen kunnen over een monumentaal karakter beschikken wanneer zij exclusief, oud of zeldzaam zijn. Daarnaast onderscheiden bomen zich door formaat, vorm, cultuurhistorische betekenis en groeipering. De locatie waar bomen zijn geplant, kan bijdragen aan het welbevinden van mensen. Bomen verlenen een omgeving belevingswaarde of sfeer, waar mensen gevoelig voor blijken te zijn, een hoedanigheid die wordt gedeeld door monumenten van geschiedenis en kunst."

1.2 Probleemanalyse

Om de oorzaken van de ingrepen in beplantingen beter te begrijpen dient derhalve een nadere analyse van de meest gehanteerde beplantingsmethode te worden uitgevoerd. De beplantingsmethode is immers het 'draaipunt' tussen enerzijds de beplanting in de werkelijkheid, zoals deze geconstrueerd is en beleefd wordt en anderzijds de beplanting die bedacht is, de gedefinieerde toestand of de mentale constructie. Het be-

3 CBS Landbouw, bodemgebruik en Databank Gemeentelijk Groenbeheer LEI, Wageningen.

4 Groenrestproducten bestaan uit plantaardige materialen al dan niet vermengd met anorganisch materiaal, zoals zand en stenen. De grootste productgroepen zijn: takhout, stamhout, boomstobben, bladeren, gras en slootveek.

5 Onder werkachterstand wordt verstaan: het niet uitgevoerde, maar toch noodzakelijk geachte onderhoudswerk met het oog op een blijvende instandhouding van de groenvoor-

zieningen. Het gaat om een technische werkachterstand, niet om visuele aspecten.

Onder structurele achterstand wordt verstaan: de huidige achterstand voor zover die over drie jaar nog zal bestaan. Met groenvoorzieningen wordt hier bedoeld: parken, plantsoenen, snippergroen in woonwijken, landschappelijke beplantingen en natuurterreintjes (in de bebouwde kom).

plantingsplan legt de aanvangstoestand of beginsituatie van de beplanting vast. Deze begintoeestand bepaalt het beheersregime in het verdere verloop of ontwikkeling van de beplanting. De definitie van een beplantingsmethode speelt dus een cruciale rol. Uit de literatuur blijkt geen of althans geen eenduidige definitie voorhanden. In dit onderzoek wordt de onderstaande definitie van een beplantingsmethode als leidraad gebruikt.

Een beplantingsmethode is een stelsel van regels en procedures waarmee een gedefinieerde toestand van een beplanting kan worden vertaald naar een daartoe leidende beginsituatie en het daarbij behorende beheersregime.

Bij het ontwerpen van beplantingen zijn drie opeenvolgende fasen (figuur 1a) te onderscheiden:

Fase 1: Ontwerpfase

Deze fase is gebaseerd op een ontwerpvisie en -methode en resulteert in een ontwerp(plan) bestaande uit de vastlegging van de gedefinieerde toestand in beplantingsmassa's en -volumes, die bepaalde architectonische functies vervullen in de vorm van maquettes, tekeningen van plattegronden, doorsneden en aanzichten. De toelichting bij het ontwerp beschrijft naast de verschillende ruimtelijke werkingen van de beplanting, zoals open, half-open, (af)gesloten ruimten en solitaire objecten, ook het beheer en een aantal kenmerkende planten, die sfeerbepalend zijn.

Fase 2: Beplantingsfase

Deze fase is gebaseerd op een beplantingsvisie en -methode en resulteert in een beplantingsontwerp of -plan, waarin de aanvangsgrootte van de plant, de plantafstand en het sortiment zijn vastgelegd. Het beplantingsplan gaat dus over de invulling van de bovengenoemde beplantingsmassa's of -volumes uit de ontwerpfase. Het beplantingsplan geeft op een bepaald moment de omvang van plant weer. Hierdoor ontstaat een probleem in de omvang, die een plant in de ouderdomsfase aanneemt en de grafische weergave van de plant of beplanting op enig moment. Deze

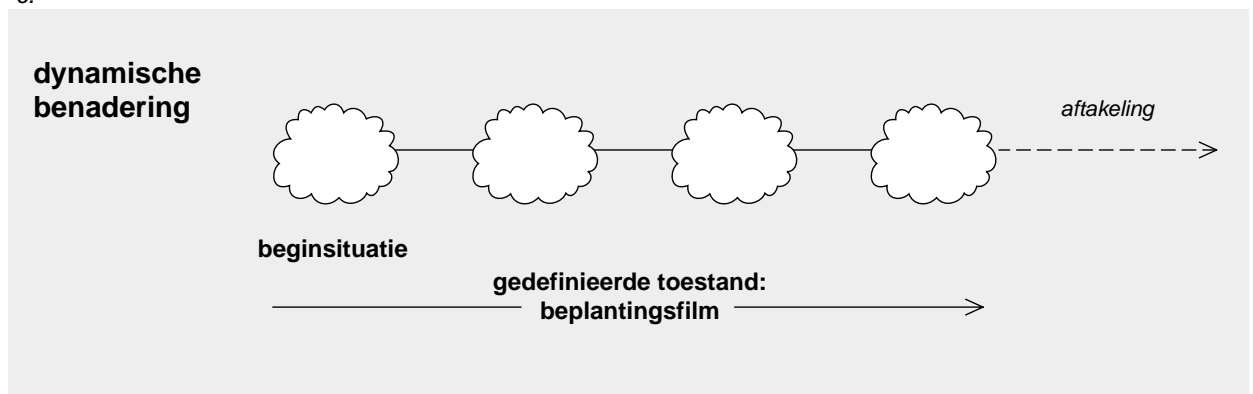
a.



b.



c.



Figuur 1a Context van het onderzoek.

Figuur 1b en c Benaderingswijzen beplantingsmethodes.

verwarring heeft zelfs gevolgen voor het beheer. Illustratief hiervoor is een beplantingsplan waar een *Gleditsia triacanthos* (valse Christusdoorn) als solitair op schaal in de plattegrond door een cirkel is weergegeven met een kroondoorsnede van drie meter (Pannekoek en Schipper, 1983, – deel 1, pagina 265). Volgens opgave van Dr. B.K. Boom (de Koning et al., 2000) neemt deze boom in de ouderdomsfase de eerste grootte aan. Bij die afmeting van de boom kan een kroondoorsnede van ongeveer 10 meter worden afgeleid. Pannekoek en Schipper (1983) – deel 1, pagina 264 – stellen: “Planten die door middel van snoei op de gewenste grootte gehouden moeten worden, zijn een verkeerde keuze geweest. Hagen en leibomen vormen hier uiteraard een uitzondering op”. Deze bewering betekent, dat wanneer de *Gleditsia triacanthos* als jonge plant gepoot zou zijn, de boom of al na 5 à 10 jaar na de aanleg verwijderd zou moeten worden, of dat door middel van snoei de kroondoorsnede op 3 meter breedte zou moeten worden gehouden, hetgeen volgens Pannekoek en Schipper zou duiden op een verkeerde soortkeuze.

Fase 3: Onderhoudsfase

Deze fase is gebaseerd op een onderhoudsvisie en -methode en resulteert in een onderhoudsplan, bestaande uit een beschrijving van werkzaamheden, die voortkomen uit de ontwerp- en beplantingsfase met als doel een beplantingstype te handhaven of transformaties daarvan tot stand te brengen.

De onderhoudsmaatregelen of het beheer (o.a. dunningen) zijn bepalend om de gedefinieerde toestand van vrij uitgroeiende beplanting te kunnen realiseren. Deze beschrijving komt algemeen voor in de literatuur (onder andere Pannekoek en Schipper, 1939, 1983; Hackett, 1997; Wiegersma, 1988; Robinson, 1992; Boer et al., 1993; van Heusden et al., 1994; Reuver et al., 1989, 1997; Koster, 2001).

Begrippen, die voor de gedefinieerde toestand synoniem worden gehanteerd, zijn: richtbeeld, eindbeeld, wensbeeld, streefbeeld of einddoel. Het streven om één beeld van vrij uitgroeiende planten gedurende

een langere periode na de aanleg als de gedefinieerde toestand voor het onderhoud te hanteren, wordt hier aangeduid als een *statische* benadering (figuur 1b). In de praktijk blijkt, dat in het proces naar het eindbeeld het gewenste eindbeeld van de beplanting niet automatisch gehaald wordt. Van Asperen stelt: “In de praktijk blijkt bovendien het werkelijke resultaat ten gevolge van diverse onderhoudsmaatregelen meestal aanmerkelijk meer af te wijken van het beoogde resultaat naarmate de leeftijd van de groenvoorzieningen vordert”.

Hier tegenover staat een *dynamische* benadering. Deze benadering gaat ervan uit, dat de gedefinieerde toestand een reeks van opeenvolgende beelden bevat, waarbij de onderhoudsmaatregelen geen gevaar opleveren voor het gewenste resultaat (figuur 1c).

Er zijn publicaties en ontwikkelingen, die deze lijn, de dynamische benadering dus, ondersteunen:

- Internationaal worden op het gebied van Groen en Landschapsarchitectuur symposia gehouden. In juni 1999 organiseerde de Koninklijke Dierenartsenij en Landbouwkundig Universiteit van Kopenhagen een driedaags symposium voor ruim honderd aanwezigen: over het toenemende belang van parken en bossen tegen de achtergrond van de voortdurende groei van steden. Door een groot aantal sprekers uit de hele wereld werd dit thema toegelicht met als onderthema's: doelstellingen, vorm en functies van het stedelijk groen, het sortiment voor stedelijk gebruik en tenslotte de planning en het beheer van stedelijk groen (Randrup, 1999). Tijdens dit symposium heeft Roland Gustavsson, landschapsarchitect en hoogleraar in beplantingsontwerpen en beheer aan de Zweedse Lantbruks Universiteit te Alnarp, een bijdrage geleverd over ervaringen met het dynamische beheer van beplantingen. Hij stelt het volgende: “Het doel is om aan de ene kant veranderingen te laten plaatsvinden en aan de andere kant een creatief dynamisch beheer toe te passen. Landschapsarchitecten en parkbeheerders hebben normaal gesproken meer een statisch dan een

dynamisch idee over beplantingen. Zij gaan ervan uit om zo snel mogelijk tot een volwassen en vol-groeide toestand of tot het uiteindelijke karakter te komen en dan dit karakter te handhaven door beheer. Maar landschap en vegetatie zijn in wezen tegenovergesteld: “Zij kunnen jaarlijks en gedurende meerdere jaren enorm veranderen. Wanneer er een dynamische benadering voor in de plaats komt bij het ontwerp en beheer, wat zijn dan de resultaten, de nieuwe mogelijkheden en problemen?”

- Nelson (1984) gaat ervan uit, dat een beplanting constant aan veranderingen onderhevig is en dat de dynamische kwaliteiten worden bepaald door de functionele rol van de individuele planten. In het beplantingsplan dient voor elke plant rekening te worden gehouden met de volgroeide afmeting.
- Er is een ‘blijver’-plantsysteem, dat uit eigen ervaring door een aantal gemeenten ontwikkeld is (Amsterdam, Doetinchem, Eindhoven, Geldrop, Nuene en Oss). Deze plantwijze gaat uit van grotere bomen en struiken, die direct op de definitieve afstand worden geplant met daartussen bodembedekkers als ruimtevullende beplanting. Deze definitieve afstand is, gemiddeld genomen, dezelfde afstand als de afstand, die zou ontstaan na de dunningen volgens de traditionele beplantingsmethode.
- Brahe et al. (1990) en van Heusden et al. (1994) ontwikkelen beplantingsmethoden voor de aanleg van landschappelijke beplantingen⁶ op basis van ecologische principes, waarbij het menselijk ingrijpen tot een minimum is teruggebracht. In dit verband stellen van Heusden et al. (1994): “In beplantingen, waarvan het ecologische doel het belangrijkste is en waar de ruimte is voor vrije uitgroei hoeft in principe niet te worden ingegrepen.”
- Reuver et al. (1997), beschrijven het ‘blijver-aanplantsysteem’ met plantafstanden van 2 tot 6 meter en stelt naast de voordelen (direct na de aanleg structuurvariatie, regelmatige en rustige groei, volop in het licht: meer bloemen en vruchten, geen dunningen) het nadeel, dat aanplant van oudere beplanting bij de aanleg kwetsbaar is en in de jeugd-

⁶ Landschappelijke beplantingen zijn kleiner en smaller dan bossen en veelal gesitueerd op kavel- of eigendomsgrenzen, langs wegen of waterlopen; de levensduurverwachting kan geringer zijn dan een bosopstand en landschappelijke beplantingen hebben een geringe financiële opbrengst (van Heusden et al., 1994).

fase door de openheid. Verder stellen zij dat het gebruik van groot plantmateriaal duur is in aanleg. Pas na 8 à 10 jaar kan bij gebruik van 8-jarige struiken de beplanting gesloten zijn.

- Vissers (2000) stelt: "dat de ontwerper geen eindfase voor ogen moet hebben, maar een proces dat te volgen is. Dit proces kan interessant genoeg gemaakt worden". Aan de hand van een visie van bureau Van den Eerenbeemt komt zij tot een methodiek voor het maken van een gefaseerd beplantingsplan, genaamd 'Film van beplantingen'. Hierin zien we de groei naar de ouderdom van de verschillende 'beplantingssoorten' (kruiden, heesters en bomen) vanaf de aanleg in vier fasen, namelijk van zeven jaar elk tot de aftakelingsfase: de eerste fase van de bodembedekkers en 'opfleurders' (7 jaar), de tweede van de heesters (14 jaar), en de derde van de dragers (21 jaar) en de vierde van de stabiliteitsfase (28 jaar). De visie van Van der Eerenbeemt vertoont overeenkomsten met de successie of veranderingen van kruiden en steppe naar half open of gesloten bos bestaande uit de langst levende planten: de bomen van de eerste orde (climax vegetatie).

Bovengenoemde publicaties en ontwikkelingen tonen wel aspecten van een dynamische benadering, maar nog niet in relatie tot of in de vorm van een uitgewerkte beplantingsmethode.

Bij de toepassing van beplanting ligt er een wezenlijk verschil met een bouwwerk, omdat niet het statische van het bouw materiaal, maar bij beplanting door de groei en afsterving van de elementen er een voortdurende verandering van de massa optreedt.

Om de kwalificaties duurzaam, comfort en schoonheid (Vitruvius, Romeins schrijver-architect, 1^e eeuw voor Christus) in relatie tot de beplanting te brengen wordt een parallel getrokken tussen *constructieleer* in de bouwkunde en *morfodynamiek*⁷ in de plantkunde, waarbij de onderbouwing en berekening van de morfodynamiek bij een plant of beplanting in de tijd op een vergelijkbare, voor het doel voldoende exact en volgens een algemeen

toe te passen methode dient te worden uitgevoerd. Op basis van een op locatie gerichte bepaling van de morfodynamische variabelen, zoals omvang, groeisnelheid en levensduur, is het aannemelijk dat redelijk betrouwbare voorspellingen omtrent de toekomstige groeibeweging te doen zijn. Elke wijze waarop de bepaling van de variabelen wordt uitgevoerd, is natuurlijk altijd een benadering, maar moet wel in de buurt van de toekomstige werkelijkheid kunnen komen.

De materiaalkeuze, zowel in de plantkunde als in de bouwkunde hangt uiteraard af van de periode waarin deze keuze wordt gemaakt. Maar ongeacht de materiaalkeuze zullen de variabelen bij vrije uitgroei in beginsel moeten voldoen aan, of moeten passen binnen, de ruimtelijke en stedenbouwkundige planning of architectonische functies.

In vrijwel alle handboeken over het ontwerpen van beplantingen wordt dan ook gesteld, dat een groenontwerper een goede kennis moet hebben van het plantmateriaal in de fase van ontwerp, uitvoering en beheer. De kennis over de ouderdom, groei- of vormontwikkeling van de plant of beplanting voor op locatie gerichte omstandigheden is daarom essentieel voor het ontwerpen van beplantingen en voor het doen van voorspellingen over de plantengroei.

Dat over plantengroei ook inderdaad voorspellingen zijn te doen lichte de docent J.T.P. Bijhouwer al toe in 1939 bij de aanvaarding van het ambt van lector in zijn rede over: "Het vraagstuk der plantengroepering". J.T.P. Bijhouwer, lector en later hoogleraar landschapsarchitectuur van 1946 tot 1969 aan de Landbouwhogeschool te Wageningen gaat tijdens zijn rede in op de plantengroeperingen in park en tuin. Evenals Hartogh Heys van Zouteveen (1908, pagina 4 en 5) erkent het wederzijds verband tussen een natuurlijke groepering in het landschap en de standplaatsfactoren. Bijhouwer stelt, dat dit verband zo hecht is, dat bij voldoende kennis van de standplaats voorspellingen zijn te doen omtrent de plantengroei en dat uit het plantendek

conclusies zijn te trekken omtrent de eigenschappen van de bodem en het microklimaat. Brahe (1999) stelt dat men zich, aan de hand van een kronenprojectie en / of door- of aanzichten, ongeveer een beeld van de beplanting kan voorstellen, 6 - 8 jaar of 15 - 20 jaar na de aanleg. Robinson (1994, 2004) stelt, dat de ontwerper de verschillende groeiontwikkelingen van planten tot ongeveer 10 jaar na de aanleg kan voorspellen. Wiegersma et al. (1988), Boer et al. (1993), Van Heusden et al. (1994) en Reuver et al. (1997) doen over groeivoorspellingen geen uitspraken, maar stellen ook niet dat er één voorspellingen te doen zijn.

Wanneer er een goede methode is om de morfodynamische variabelen op locatie gericht vast te leggen, wanneer daardoor goede onderbouwde en redelijk betrouwbare voorspellingen te doen zijn, wanneer de groeibewegingen in de tijd zijn te duiden, dan is er een basis om een 'beplantingsfilm' te ontwikkelen. De verschillen in de maximale omvang in de ouderdomsfase, de groeisnelheid en de levensduur worden dan per plant in een versnelde weergave, maar in de gewenste onderlinge verhoudingen tussen de elementen, gesimuleerd. De *beplantingsfilm* geeft een modelmatige simulatie weer van een landschapsarchitectonische compositie van opeenvolgende stadia of beelden van de gerealiseerde of nog te realiseren groei van een plant, beplantingstype of beplanting.

Hieruit volgt de vraag: hoe ziet een beplantingsmethode eruit, die uitgaat van op locatie gerichte morfodynamiek van de plant of beplanting bij een vrije uitgroei, als een compositie in de ruimte en tijd en die voldoet aan architectonische functies?

Deze vraag gaat van de veronderstelling uit, dat er voor de meeste situaties in het stedelijk groen een afstemming te vinden is tussen de beschikbare ruimte enerzijds en de beweging, maatvoering en levensduur van een vrijuitgroeïende plant of beplanting anderzijds. Met de *beschikbare ruimte* wordt de gereserveerde of geplande ruimte in een ontwerp bedoeld, die door een beplantingsmassa van planten in de ouderdomsfase wordt ingenomen.

7 *Onder morfodynamiek van een plant, beplantingstype of beplanting wordt de verandering van de vorm (morfologie) verstaan door natuurlijke processen, zoals groei en afsterving. Hieruit zijn ten behoeve van het ontwerpen van beplantingen drie ruimtebepalende variabelen af te leiden: omvang, groeisnelheid en levensduur. Onder de verschijningsvorm van een plant worden de plantspecifieke kenmerken verstaan, die geen betrekking hebben op de morfodynamiek, maar wel van architectonische belang*

zijn, zoals bladhoudend vermogen, bladvorm of -kleur, takkenstructuur, kleur van het hout, herfst- en bloemkleur.

Onder omvang wordt de omtrek of de hoofdlijn verstaan, die de verschillende vormen van een plant, beplantingstype of beplanting aannemen, vertaald in een hoogte-, breedte- en een lengtemaat, uitgedrukt in meters.

Het maken van composities met plantkundige elementen, als een beplantingsfilm uitgewerkt, vertoont overeenkomsten met andere creatieve uitingen. Deze uitingen gaan uit van plaats en tijd of tijdseenheid, die aan de beweging, beeld-, geluidsontwikkeling of verhalende ontwikkelingen een betekenis, gevoel, emotie of ruimte – in abstracte zin – geven, zoals bij ballet, muziek, toneel en film.

Wanneer van de vrije uitgroei van de plant of beplanting wordt uitgegaan, wordt tevens het menselijk ingrijpen, zoals het onderhoud, tot een minimum teruggebracht, worden de onderhoudskosten structureel verlaagd en komen er nauwelijks nog groenrestproducten vrij. Zoals door Bosman et al. (1986) al eerder is gezegd: "Het onderhoud van een beplanting op lange termijn is minimaal, als de beplanting de ruimte krijgt vrijuit te groeien". Bovenstaande leidt tot het doel van het onderzoek:

1.3 Onderzoeksdoelstelling

Het doel van het onderzoek is het leggen van een basis voor de ontwikkeling van een beplantingsmethode, gebaseerd op de dynamiek van plant of beplantingen.

A Waaraan moet de nieuwe beplantingsmethode gebaseerd op de dynamische benadering voldoen en wat moet men met de methode kunnen?

- 1 De beplantingsmethode moet tenminste tot dezelfde architectonische functies en beplantingstypen leiden als de traditionele of gangbare beplantingsmethoden.
- 2 Het onderhoudsplan dient minimale onderhoudsinspanningen te bevatten. Er komen daarbij nog minimaal groenrestproducten vrij.

B Wat moeten we weten om deze nieuwe beplantingsmethode te ontwikkelen?

- 1 Kennis over de wijze waarop planten groeien, de mate van voorspelbaarheid van de groei, hoe plant-aardige vormen kunnen worden beïnvloed, welke

8 In de literatuur worden verschillende termen gebruikt om de vorm, gedaante, groeiwijze of uiterlijk van de plant te beschrijven: (verschijnings)vorm, habitus, fenotype of architectuur van de plant. Morfologie of vormleer bestudeert de uitwendige vorm van de plant en de plantendelen (van Dijk, 1968) en de fysiologie van plant of dier, beschrijft de interne werking of vorming (Wassink, 1999).

architectonische functies en beplantingstypen er zijn, de morfodynamiek en het benodigde beheer.

C Hoe wordt het onderzoek aangepakt?

- 1 Het onderzoek gaat de opgedane kennis (B) en de doelen (A) met elkaar verbinden.

1.4 Opzet van het onderzoek

De opzet van het onderzoek is gebaseerd op drie onderdelen.

Ten behoeve van de verbreding en verdieping van de kennis van beplantingsmethoden en de positionering van de probleemstelling wordt als *eerste onderdeel in hoofdstuk 2* ingegaan op de historische opvattingen over beplantingen in relatie tot beplantingsmethoden en over technieken voor aanleg en onderhoud in relatie tot de beoogde architectuur. Onderwerpen van dit onderdeel betreffen de mate van inspanning, die men verrichtte bij de aanleg en het onderhoud van beplantingen onder de toen geldende maatschappelijke, culturele en economische omstandigheden. Hieruit worden lessen getrokken en verbanden gelegd, die bruikbaar zijn bij het begrijpen van de spanning tussen de mentale constructie en de beplanting in werkelijkheid.

Voor het inzicht in de samenhang tussen plant, beplantingstype en beplanting worden in *hoofdstuk 3 'Morfologie⁸ en morfodynamiek'* achtereenvolgens de architectonische functies, beplantingstypen alsmede de constructie, beheer en het onderhoud behandeld. Het eerste deel van dit hoofdstuk behandelt daartoe de verschijningsvorm, de gebruikswaarden van de plant, beplantingstype of beplanting en in relatie daarmee de antropogene beïnvloeding via opkweek en beheer. Het tweede deel van dit hoofdstuk gaat vervolgens in op de dynamiek en de transformaties van beplantingstypen.

Daarmee is de benodigde kennis (B) aangegeven en is het mogelijk deze kennis in het tweede onderdeel in een nieuwe beplantingsmethode als een theoretisch model onder te brengen, gebaseerd op de gestelde doelen (A).

Met het oog op een dynamische benadering komt als *tweede onderdeel* de integrale beplantingsmethode in *hoofdstuk 4* aan bod, waarin de vrije uitgroei van een plant, beplantingstype of beplanting naar de ouderdomsfase en aftakeling centraal staat. Omvang, groeisnelheid en levensduur van de elementen bieden verschillende keuzemogelijkheden, die in dit hoofdstuk in relatie worden gebracht met respectievelijk plant, beplantingstype en beplanting en de gevolgen daarvan voor de architectonische functies. Deze functies worden vervolgens vertaald naar het beplantingsplan, waarin aanvangsgrootte, plantafstand en sortiment zijn vastgelegd. Het dynamische aspect van deze methode wordt als een compositie in de ruimte en tijd – de beplantingsfilm – opgevat. De beplantingsfilm vormt het uitgangspunt voor een planmatige ontwikkeling. Tenslotte wordt de totale beplantingsmethode geïllustreerd met een voorbeeld.

Om na te gaan of de nieuwe beplantingsmethode voldoet aan de gestelde doelen (A) richt het *derde onderdeel* in *hoofdstuk 5* zich op een vergelijking met de veel toegepaste blijvers- en wijkersbeplantingsmethode. Het hoofdstuk behandelt de wijze waarop beplantingsmethoden met elkaar worden vergeleken en licht de keuze van de cases toe, waarbij o.a. aan de orde komen: ligging in Nederland, architectuur, leeftijd en samenstelling van de beplanting. Vervolgens komt de vergelijking van de beplantingsmethoden zelf aan de orde. Van elke case worden zowel vanuit de statische als vanuit de dynamische benadering de visuele, de praktische en financiële gevolgen in beeld gebracht. Aanvullend op de case Prins Bernhardbos, Hoofddorp is een beplantingsfilm als een visualisatie (Cd-rom) gemaakt waarin een aantal ruimtelijke experimenten (appendix 2) worden getoond.

Het onderzoek sluit af met *hoofdstuk 6* waarin de resultaten van het onderzoek worden samengevat en bediscussieerd, de toepassing en gevolgen van de integrale beplantingsmethode weergegeven en er worden aanbevelingen gedaan voor verder onderzoek.

2 Beplantingsmethoden

2.1 Inleiding

De behandeling van de geschiedenis over beplantingsmethoden tot heden van dit hoofdstuk valt uiteen in drie delen: het eerste deel (paragraaf 2.2) behandelt de geschiedenis in grote lijnen aan de hand van personen en visies over beplantingen. In paragraaf 2.3 volgt het tweede deel, waarin dieper wordt ingegaan op de literatuur over beplantingsmethoden.

Met behulp van de kennis uit de vorige paragrafen wordt in paragraaf 2.4 een beschrijving van drie belangrijke groenprojecten in Nederland: Haaruilens, het Amsterdamse Bos en Bijlmermeer Groenstructuur.

De conclusies in paragraaf 2.5 bevatten een aanscherping van de onderzoeksproblematiek en een gerichtere formulering van de onderzoeksdoelstelling.

2.2 Algemeen

Toepassing van houtige gewassen vindt in de 17^e eeuw in tuinen en hoven plaats in de vorm van bossen, bosquêts⁹, hagen, singelbeplanting, loofgangen, doolhoven, buxushagen, lattenwerken en parterres (van der Groen, 1669 - 1687; de Jong, 1993, 1995). Deze veelal prachtig getekende voorbeelden laten zien hoe het plantmateriaal met een strikte vormtaal verbonden is en door knippen en snoeien in een bepaalde vorm wordt gehouden. Niet de natuur speelde in deze tuinen de hoofdrol, maar de vormgeving, die de natuur onderwierp aan de regels van de kunst (de Jong, 1993).

Jan van der Groen

Hij leefde van ca. 1635 tot 1672 en was als hovenier van de Prins van Oranje werkzaam in de tuinen van het Oude Hof in 's Gravenhage, (misschien ook) Huis ten Bosch, Honselersdijk te Naaldwijk en Huis ten Nieuwburch te Rijswijk. In zijn boek 'Den Nederlandt-sen Hovenier' (1669) beschrijft hij de tuinen, waarin hij werkte. Hij doet dit met tekst en tekeningen van

plattegronden van tuinen. Hij beschrijft en tekent allerlei elementen, die in een tuin kunnen voorkomen, zoals bloemperken en Franse parterres, fonteinen, voorbeelden van priëlen en latwerken en boomgaarden. Ook geeft hij uitgebreide plantenbeschrijvingen met voorbeelden van oculaties en entingen van bomen. Voor de houtige gewassen zijn dat: Oranjabomen (Citrus), vijg, oleander, bremsoorten, laurier, vuilboom, boerenjasmijn, sering, peperboompje, gouden regen, gele jasmijn, rozen, sneeuwbal, cypres, fijnspar, groveden, lork, levensboom, Taxus (venijnboom), jeneverbes, hulst, randpalm, vuurdoorn, liguster, gele kornoelje, zwarte els, diverse soorten fruitbomen, framboos, okkernoot, hazelnoot, eik, linde, iep, populier, berk, hibiscus, schietwilg, blazenstruik, hertshooi, plataan, esdoorn, es, beuk, haagbeuk, lijsterbes, vogelkers, kamperfoelie, vlier, Gelderse roos, Judasboom, druif en tamme kastanje.

Rond 1800 begint de Romantiek, die zich in de tuinarchitectuur kenmerkt door landelijke tuinen die uit verschillende gebeurtenissen, tafereelen of sferen bestaan. De natuur zelf komt meer en meer centraal te staan en wordt geïdealiseerd nagebootst door rotsen, een scheve boom, boerderijtje, stromend water en waterval, slingerende paden, dichte bosjes, een ruine, grafsteen, solitaire bomen en grillige boomgroepen.

J.C. Loudon

In deze tijd leeft John Claudius Loudon (1783 - 1843), zoon van een Schotse landgoedeigenaar. Op z'n 14e gaat hij in de leer bij boomkwekerij Robert Dikson. Hier begint hij aan zijn levenswerk over beplantingen en wordt daarin een autoriteit. In 1803 werkt hij als freelance journalist en reist door Europa en Rusland. Hij is oprichter van 'The Gardener's Magazine'. Hij geeft een beschrijving van o.a. grootschalige aanplant

van houtige gewassen in zijn omvangrijk boekwerk: 'An Encyclopædia of Gardening' (1825), dat theorie- en praktijkkennis bevat over plantenteelt, landschapsarchitectuur en tuinkunstgeschiedenis. Hij beschrijft daarin beplantingen van bomen en struiken die volgens bepaalde groeperingen en plantverbanden zijn uitgevoerd. De plantafstand kan klein zijn (ongeveer 0,30 m) voor een gordel, clump, of stripachtige beplanting tot groot bij verspreid staande bomen.

De meest perfecte samenstelling van planten in relatie tot de soort is volgens hem wanneer elke boom of struik vrijelijk kan uitgroeien. Hij definieert 'ornamental plantations', als een decoratieve beplanting. Hij stelt verder dat een gevarieerde beplanting van grote en kleine planten van verschillende leeftijden een nabootsing geven van de natuur. Loudon gaat uitgebreid in op de aanleg en het onderhoud van beplanting en geeft daarbij vele aanwijzingen. Hij toont zich een tegenstander van snoeien bij vrij uitgroeïende planten. Het dunnen in een gemengde beplanting dient volgens hem voorzichtig en tijdig te worden uitgevoerd, anders ontwikkelt de plant zich zwak.

D.T. Gevers

In een bundel artikelen over de Houtteelt schrijft Daniël Theodore Gevers in 1832 een verhandeling over het 'Snoeien of Beitelen van het Opgaande Houtgewas' voor de Maatschappij ter bevordering van de Landbouw te Amsterdam. Hij gaat uitgebreid in op de boomverzorging en stelt dat 'beitelen' slechts een hulpmiddel is ter bevordering van hetgeen de natuur zelf doet. Snoeien dient een functie te hebben in de houtteelt (winstoogmerk), maar dient ook achterwege te blijven bij buitenplaatsen, of langs wandelpaden waar geen rechte stammen noodzakelijk zijn, maar waar bijvoorbeeld beuken wijd overhangende takken kunnen ontwikkelen.

⁹ *Bosquêts zijn in rechthoekige vormen geschoren bossages, doorsneden door lanten, waarbinnen op de kruisingen een beeld, fontein of een vijver is gesitueerd (Nieuwenhuis, 1980).*

In Duitsland verspreidt het idee van de landschapstuin op basis van de filosofie van J.J. Rousseau (1712 - 1778) zich bijzonder snel onder het motto: 'de natuur plant niets in een rechte lijn'. Het natuurlijke en onvoorspelbare groeien van planten en het landschappelijke karakter van de beplanting moeten worden bevorderd. Wörlitz is vermoedelijk de eerste landschapstuin (112 ha), in hoofdzaak in 1760 - 1830 aangelegd, en een creatie van Leopold Friedrich Franz von Anhalt-Dessau (1740 - 1817).

Dit park is rond 1790 een belangrijke bezienswaardigheid van Europa, waar vele kunstschilders, filosofen en dichters naartoe komen.

In 1779 verschijnt het boek van C.C.L. Hirschfeld, hoogleraar in de filosofie en de esthetiek in Kiel, 'Theorie der Gartenkunst'. Hij verdeelt de tuinen in stemmingen: melancholieke, vrolijke, sentimentele en plechtige tuinen. Deze stemmingen werden door het specifieke soort beplanting opgeroepen.

C.E.A. Petzold

In 1849 beschrijft Carl Eduard Adolf Petzold (1815 - 1891) beplantingsmethoden voor grotere oppervlakten. Petzold begint als tuinknecht in het park van Muskau (800 ha), dat in eigendom is van Fürst von Pückler-Muskau, en werkt zich op tot 'Gehilfe'. Geleidelijk aan gaat hij ontwerpen maken, maakt reizen door Europa en ontwikkelt zich tot zelfstandig tuinarchitect. In Nederland werkt hij voor Prins Frederik. Tijdens zijn leven heeft hij veel geschreven en gepubliceerd, waaronder 'Die Landschaft-Gärtnerlei' (1862), dat zijn bekendste werk is. In de eerste druk van dit boek in 1849 beschrijft hij hoe een plantvak wordt beplant met jonge gewassen, zoals bij een gewone bosbeplanting. Tussen deze jonge aanplant plant men vervolgens één of meerdere grotere bomen. Het jonge hout wordt als een onderbeplanting behandeld en verwijderd, zo gauw het hout kaprijp is. Wanneer enkele grotere bomen niet goed ontwikkelen dan gebruikt men een jongere nevenstaande plant, die men vervolgens door laat groeien. Volgens Petzold is op meerdere plaatsen in Engeland en later ook in Muskau

deze beplantingsmethode met succes toegepast. Over Muskau schrijft Petzold (1874), dat ook de jonge onderbeplanting voor verder gebruik kan worden verplant om op andere plaatsen in het park te worden hergebruikt. Daarmee dient de aanplant meerdere jaren als kwekerij. Deze vorm van hergebruik van jonge planten is te lezen in een beschrijving van de aanleg van het Zuiderpark te Den Haag (Doorenbos, 1936). De uitgegraven planten werden in het Zuiderpark ook direct hergebruikt voor andere delen van het park (uitzichtpunt, glooiing langs Soestdijkse kade) of op andere plaatsen in de stad.

In de beschrijving over de aanleg van het kasteelpark 'Branitz' (Petzold, 1874), komt de aanplant in 1857 van honderden grote bomen aan de orde die met een machine gepland zijn. Het gaat hier over een oppervlak van ongeveer 85 ha.

In Muskau en Branitz worden bewust composities met

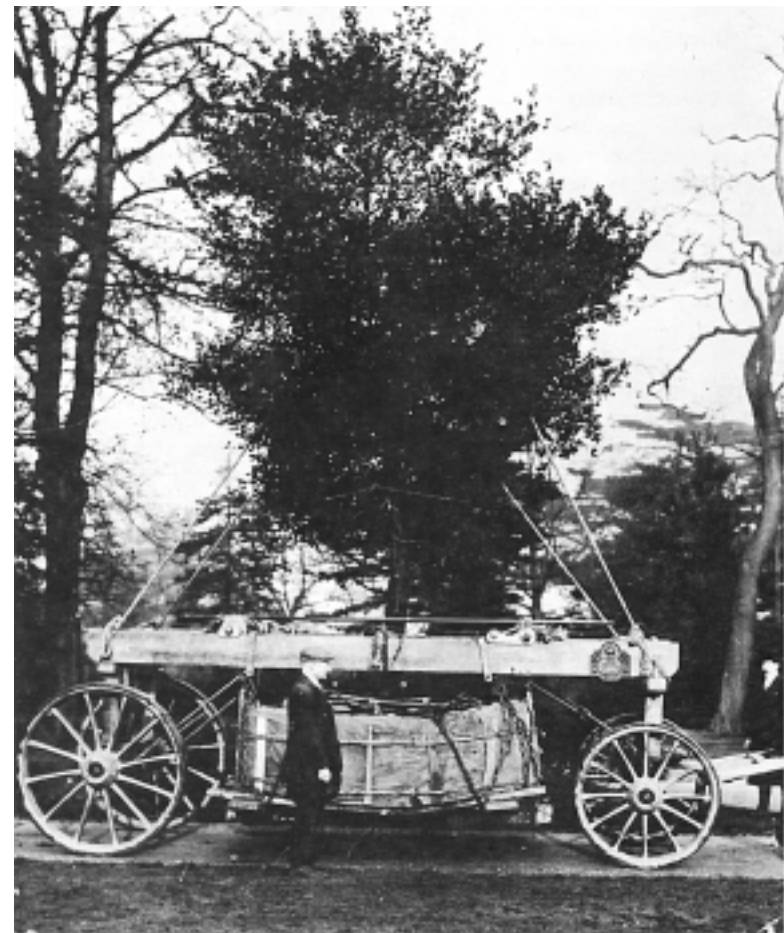
kleuren gemaakt, vergelijkbaar met de schilderkunst: op de voorgrond donkerbladige planten en naar de achtergrond 'gewone' groene en tenslotte grijzige planten zoals blauwgroene naaldhoutsoorten en wilgen.

Grote bomen, van soms 30 jaar oud en desnoods vol in blad, worden gepland. Om op elk gewenst ogenblik een verplanting mogelijk te maken wordt in 1850 een vierwielige boom-hefmachine ontwikkeld (figuur 2). De 2-wielige mallejan of 'treelifter' is in 1844 uitgevonden door G. Greenwood (Oldenburger, 1996) (figuur 3b).

Door de sterke groei van de steden in Nederland, worden de stadswallen ontmanteld en als park ingericht (Haarlem, 1822; Utrecht, 1829 en Goes, 1921). In de 19^e eeuw is de landschapstijl de belangrijkste stijl als het gaat om het ontwerpen van grote groenobjecten (o.a. begraafplaatsen, dierentuinen en

Figuur 2 Het verplaatsen van een boom in het begin van de 20^e eeuw met behulp van een draagstel op vier wielen. De boom werd met katrollen uit de aarde gehaald nadat hij losgegraven was en de wortels werden zo veel mogelijk beschermd. Touwen zorgden er voor dat de boom tijdens het transport stabiel stond.

Bron: 'Tuinieren door de eeuwen heen', Anthony Huxley, uitgegeven in samenwerking met de Royal Horticultural Society, Uitgeverij Waanders, Zwolle, 1983.



buitenplaatsen). De landschapstijl is te herkennen aan hoogteverschillen, open weiden, slingerende paden, beken en waterpartijen en solitaire bomen en bossages. De open en gesloten ruimten worden bepaald door beplanting. Voorbeelden zijn o.a. Sonsbeek (68 ha) in Arnhem (1806 - 1821), Stadspark in Maastricht (1837), het Park (22 ha) in Rotterdam (1852) en het Vondelpark (48 ha) in Amsterdam (1864).

W.R. Boer

Boer (1856) beschrijft in een omvangrijk werk: 'Bijdrage tot de kennis der houtteelt', de opkweek, planting, verzorging (o.a. snoeien en dunnen) van houtige gewassen en beschrijft de planten, die als de belangrijkste bomen in Nederland worden toegepast. Hij constateert het grote belang van een goede houtteelt omdat er een tekort is aan hout ten behoeve van o.a. sluis- en molenwerken, dijk- en kribwerken en heipalen.

De oorsprong van de traditionele blijvers- en wijkersbeplantingsmethode, zoals in het Amsterdamse Bos is toegepast, kan wel eens gelegen hebben in de beschrijving van Boer (1856) over de 'Vereeniging van opgaand hout met onderhout' (opgaand hout hoofdzaak). Hij pleit voor opgaand hout, dat op 'den vollen afstand' geplant is met 'weekere' houtsoorten, maar vooral de els als onderhout. De opbrengsten van het onderhout (els) nemen af naarmate de tijd der 'kroonen-sluiting' nadert. Boomsoorten die in zijn boek worden beschreven zijn: Quercus, Fagus, Castanea, Carpinus, Betula, Alnus, Fraxinus, Acer, Ulmus, Tilia, Aesculus, Populus, Salix, Juglans, Robinia, Crataegus, Pinus, Abies en Larix.

De kenmerkende plantensoorten, die in deze tijd in parken en tuinen worden toegepast naast de zomereik, beuk en esdoorn zijn: rode beuk, ceder, Judasboom, tulpenboom, Catalpa en perken met bloeiende exotische heesters: rododendron, azalea, sering, kornoelje, hibiscus en rozen (Oldenburger et al., 1998).

Worden tot dan tuinen en parken ontwikkeld op privé terreinen in samenhang met een kasteel of grote woning,

vanaf 1800 worden in Berlijn stadsparken aangelegd die geen relatie meer vertonen met gebouwen: Tiergarten, 300 ha (1800 - 1835), P.J. Lenné en de 'Neuer Garten', hervormingsplan 1816, P.J. Lenné (1789 - 1866).

Het stadspark krijgt in toenemende mate een belangrijke functie als een groene enclave in sterk uitbreidende en dichtbevolkte stedelijke gebieden: New York: Central Park, 800 ha (1856), Parijs: Buttes Chaumont, 25 ha (1859) en Bois de Boulogne, 800 ha (1860).

Het publiek wandelt alleen over de paden en men geniet van de verscheidenheid aan bloemen en planten. Door de omvang en de inrichting van de parken probeert men de bebouwde omgeving af te schermen. In deze parken worden muziekkuitvoeringen gehouden. Naast dit culturele aspect functioneren deze parken als ontmoetingsplaats en als reservoir van gezonde lucht: de groene longen van de stad. Daarnaast oefenen de parken een aantrekkingskracht uit op nieuw te bouwen villawijken, de zogenaamde villaparken: Frederikspark in Haarlem (o.a. J.D. en L.P. Zocher, 1862); Wilhelminapark in Venlo (P.L. Rosseels, 1890).

Van deze parken worden in de regel fraai opgewerkte ontwerptekeningen gemaakt. Door de schaduwwerking van de beplanting in de tekening aan te brengen wordt het eindbeeld zeer realistisch weergegeven. Uit deze tekening komt een uitwerkingsplan voort, waarin de paden, de plantvakken, en de bomen op schaal staan weergegeven. Als er al beplantingsplannen zijn, geven zij in de regel slechts globaal aan, welke bomen waar worden toegepast, of er wordt alleen een lijst van plantensoorten opgesteld. In de praktijk worden deze planten naar het terrein gebracht en de precieze plaats van het plantgat wordt door de architect of de voorman aangewezen (mondelijke mededeling C. Oldenburger). De situering van de bomen komt ongeveer overeen met het ontwerp. De bomen worden op de definitieve afstand geplant. In de regel gaat men uit van jonge bomen en struiken. Men werkt volgens de *decoratieve beplantingsmethode*. Een methode, waarbij de individuele plant als solitair of in een groep geplant, de decoratieve schoonheid laat zien.

H.F. Hartogh Heys van Zouteveen,

lector van 1918 tot 1936 aan de Landbouwhogeschool te Wageningen schreef 'Boomen en heesters in parken en tuinen' (1908). Het boek is een ruim 600 pagina's tellend standaardwerk, waarin een uitgebreide beschrijving wordt gegeven van de voornaamste plantensoorten die in die tijd worden toegepast. Naast de beschrijving stelt hij regels op, waaraan een ontwerp en beplantingsplan moeten voldoen. Een belangrijke regel is, dat bij een onregelmatig aangelegde tuin *de natuur* als voorbeeld moet worden genomen en in die zin is hij een uitgesproken tegenstander van het gebruik van snoeischaar en hakmes. Hij onderkent de relatie tussen bodem en de eisen, die een plant stelt aan die bodem. Hij vindt dat men zich bij het samenstellen van een plan van aanleg de tuin moet voorstellen in zijn ontwikkeling 40 à 50 jaren na de aanleg, dus tot het volwassen zijn der beplanting. In zijn beplantingsmethode onderscheidt hij de beplanting, die later het landschap moet vormen en het vulmaterieel, dat in de loop der ontwikkeling van de eerste beplantingen verdwijnen moet: "Wij vinden dan ook bij den vrijstaanden boom de meest volkomen uiting van het karakter, dat aan ieder geslacht en soort eigen is". Hij geeft hierbij geen plantafstanden, plantschema's of plantensoorten. Voor laanbomen geeft hij als mogelijkheid om plantafstanden van 16 à 20 meter aan te houden. Om tegemoet te komen aan de ontstane grote tussenruimte wordt er: "(...) ene tusschenbeplanting aangelegd en andere soorten, die dan echter langzamerhand ingesnoeid en later verwijderd moeten worden, al naarmate de andere boomen zich ontwikkelen". Een ander oplossing die hij aangeeft is om een plantafstand van 7 à 10 meter te hanteren en stelt voor de bomen op deze plaats bijvoorbeeld na 10 à 20 jaar te kappen en deze dan door nieuwe te vervangen (pagina 156).

A.J. Van Laren,

hortulanus aan de Hortus Botanicus te Amsterdam omschrijft in zijn boek 'Decoratieve tuinbeplanting' (1913) over het inrichten van een bloementuin op

pagina 1: "Zulk een tuin mag echter geen wildernis worden! De planten moeten met zorg op voldoende afstand worden gekweekt, anders gaan ze elkander hinderen in haar ontombare levenslust, in haar zoeken naar licht en blijheid, en verdrukt de eene de andere."

Al voor 1900 ontstond in de stedenbouw het begrip 'volkspark'. Aldeheid von Dohna-Poninski eist in haar boek 'Die Grossstädte in ihrer Dohungsnott und die Grundlage einer durchgreifender Abhilfe' (1874), een doelmatige inrichting van het volkspark, dat voor alle lagen van de bevolking bruikbaar en toegankelijk moet zijn. Deze beweging wordt versterkt naarmate de noodzaak en behoefte aan sport en lichaamsbeweging sterker groeit (Meyer, 1860; Jäger, 1877). Het ontwerp voor het Stadtpark (170 ha) in Hamburg door Fritz Schumacher (1909) vormt de definitieve doorbraak voor actieve sportbeoefening in het openbare groen: renbaan, zwembad, sportvelden.

Het eerste volkspark van enige omvang in Nederland is het Stadspark (128 ha) 1909 - 1926 in Groningen. De oorspronkelijke ontwerpers waren: J.A. Mulock Houwer en L.A. Springer. Gedurende de ontwerpfase, wanneer de recreatieve functies in het park moesten worden ingepast, ontstaat er een discussie tussen aanhangers van de botanische benadering van de tot dan toe meest toegepaste decoratieve beplantingsstijl met de daarmee verbonden gebogen lijnen versus aanhangers van de functionele benadering door afscherpende beplanting met rechte belijningen als gevolg van plattegronden van sportterreinen. Deze discussie heeft de functionele landschapsstijl in Nederland ingeluid. In die tijd doen zich soortgelijke ontwikkelingen voor in Den Haag met het Zuiderpark: 120 ha (1921 - 1936), waarvan de ontwerpers o.a. H.P. Berlage en D.F. Tersteeg zijn.

Pannekoek en Schipper

Onder deze namen komt in de winter 1938/1939 een handboek uit voor het tekenen, ontwerpen en aanleggen van stads- en villatuinen. Gedurende 11 herdrukken ontwikkelt dit boek zich in ruim 40 jaar tot de 'Bij-

bel' voor studenten, docenten en beroepskrachten in de tuin- en landschapsarchitectuur. De eerste schrijvers zijn G.J. Pannekoek, hoofd van de gemeentebeplantingen te Leeuwarden en J.J. Schipper, hoofd der gemeentebeplantingen te Sneek. Later breidt het boek zich uit met vele schrijvers (ongeveer 20), die mede voor dit twee- en later vierdelige handboek de basis leggen. Met betrekking tot beplantingsmethoden wordt in de eerste druk opgemerkt (1939) deel 2, pagina 96 dat: "(...) de tuinaanlegger niet alleen de voor de tuinaanleg te gebruiken gewassen in hun jeugdvorm moet kennen, doch bovendien terdege op de hoogte moet zijn, hoe de geplante gewassen zich verder ontwikkelen en welken vorm deze aannemen, hoe dus de habitus na verloop van jaren zal zijn. De tuinaanlegger moet vooruit zien." Pagina 97: "(...), daarbij de beplanting ziende in volle wasdom. Dat is met betrekking tot bomen, coniferen en opgaande heesters, op 40 a 50 jarigen leeftijd." Voor de bomen: pagina 116: "Bij het bepalen van den plantafstand gaan we uit van den kroonumfang, zoodat we deze boomen zoover uiteen planten, dat de kronen elkaar niet kunnen raken." Voor de koniferen: "(...), dat in volwassen toestand de oudere takken nog geheel vrij blijven." Voor de struiken over de plantafstand: pagina 123: "(...) eenige malen de breedte of de hoogte." Over het plantsysteem wordt gesteld in Tuinen deel 1 (1938), pagina 168: "Te groote tusschenruimten tusschen boomen kan desnoods met daarvoor geschikte heesters tijdelijk beplanten. Tusschen ruim geplante heesters kunnen desnoods vaste planten worden geplant, Zooals Asters, Chrysanten, Delphiniums enz." In Tuinen deel 2 (1938), pagina 112 wordt over dit 'wijkers'-plantsysteem voor houtige gewassen gewaarschuwd: "Hieraan zit echter een gevaarlijke kant, want het opruimen van de tijdelijke beplanting wordt veelal nagelaten."

In de 7^e druk (1966) worden twee beplantingsmethoden aangegeven. Naast een ruime plantafstand met een onderbeplanting van bodembedekkers (Vinca), vergelijkbaar met de 1^e druk, wordt nu de 'blijvers' en 'wijkers' methode toegelicht aan de hand van verschillende plantschema's. Men onderscheidt daarbij

beplantingen in één tot drie lagen (boom, lage en hoge heesters) voor windsingels bij sportvelden, grote parken en tuinen. In een aparte paragraaf wordt ingegaan op de groepering van beplanting op plantensociologische grondslag.

In de 11^e druk (1983), zoekt men naar optimale plantafstanden om de kostbare dunningsarbeid langer te kunnen uitstellen en om daarbij gemakkelijker machinaal te kunnen werken. Deze afstand wordt gevonden bij 1 m in de rij tot 1,50 m tussen de rijen.

De periode na de Tweede Wereldoorlog kenmerkte zich door het herstellen van de oorlogsschade. Woningbouw werd voornamelijk op sobere wijze gepleegd, waarbij voortgebouwd werd op de tradities van de tuinstadgedachte. In de vijftiger jaren namen de stads uitbreidingen toe. In de meeste gevallen werd gekozen voor een decoratief sortiment. Het beheer gebeurde over het algemeen nog intensief en op dezelfde manier waarop men ook in tuinen en parken onderhoud pleegde. Heesters werden taksgewijs verjongd, men paste vormsnoei toe en een deel van de beplanting werd als blokhaag beheerd.

Met het herstel van de economie nam in de vijftiger jaren ook het aantal bouwprojecten en opdrachten voor parkaanleg toe. In de beplantingskeuze zijn de uitgangspunten voor de horticultuur en het Nieuwe Bouwen terug te vinden. Bij de ontwerpen in de traditie van de horticultuur, streefde de ontwerper (vaak een medewerker van een gemeentelijk plantsoendienst) naar het tonen van de rijkdom van het sortiment. Een aantal gemeentelijke diensten had dit ook uitdrukkelijk in haar doelstelling opgenomen. Deze traditie leidde er ook later nog toe dat hoofden van beplantingen, zoals bijvoorbeeld F.J. Fontaine in de stad, in zijn geval Eindhoven, het volledige scala aan straatbomen wilden tonen. Het heestersortiment in de openbare ruimte bestaat hier uit sierstruiken als Berberis thunbergii, Cotoneaster julianae, Forsythia intermedia en Amelanchier lamarckii. In de woonstraten staan soorten als Japanse Sierkers, Rode Meidoorn en Haagbeuk. In de woonomgeving was een net beeld, dat

mede te danken was aan het gebruik van chemische onkruidbestrijding.

In het Nieuwe Bouwen, met vertegenwoordigers als H. Warnau, M. Ruijs en W.C.J. Boer, is naast de rechtlijnige en robuuste wijze van vormgeven het streven naar functionalisme en soberheid terug te vinden, waarbij de landschapsarchitect zich afzet tegen romantiek en symboliek. De sortimentskeuze is beperkt en bestaat over het algemeen uit inheemse soorten of soorten waarvan duidelijk is dat zij zich goed ontwikkelen onder Nederlandse groeiomstandigheden. Het boomsortiment bestaat hier voornamelijk uit bomen van de eerste grootte als eik, iep, abeel, kastanje, beuk en haagbeuk met plaatselijk solitaires als bijvoorbeeld vleugelnoot. In de heesterbeplanting werden mengingen toegepast van inheemse soorten. Hein Otto paste bijvoorbeeld in Papendrecht een menging van Hondroos, Sneeuwbes, Meidoorn en Gelderse Roos toe. In de meer decoratieve gedeelten werden soorten als *Lonicera pileata*, *Cotoneaster adpressa*, *Rosa rugosa* gebruikt.

De voortrekkers van het modernisme hadden zich in de dertiger jaren internationaal georganiseerd in de CIAM (Congres International d'Architecture Moderne). In Nederland worden de eerste wijken in de zestiger jaren gebouwd. Deze zijn gekenmerkt door een herhaling van verkavelingsprincipes in een groot-schalig patroon, een functionele indeling van de stad en een gescheiden verkeerssysteem.

De beplanting had een belangrijke rol om de ruimte te vormen want de bouwblokken stonden verspreid in vrij lage dichtheid. Boomrijen en massieve vakbeplantingen waren nodig om de ruimte in de stedelijke omgeving te vormen. Ook langs de nieuw aangelegde sportcomplexen was behoefte aan goedkope massabeplanting. Voor de massabeplanting werd teruggerepen op de ervaring die men in de bosaanleg had verkregen.

De ontwerpers ontwierpen vakken met bosplantsoen¹⁰. Deze beplanting was goedkoop in aanleg en gemakkelijker om op grote schaal daarmee te werken. In de openbare ruimte werden over het algemeen bomen van de 1^e grootte toegepast, die in verhouding

stonden tot de hoge bouwblokken en voldoende functie hebben als ruimtevorming. In de beginjaren, toen het bosplantsoen 10 tot 15 jaar oud werd bleek deze beplanting in veel gevallen niet meer te voldoen. De beplanting werd te groot voor het vak. Voor een deel kwam dit doordat de ontwerpers zich een verkeerde voorstelling van de afmetingen van de soorten hadden gemaakt. Zij hadden hun referenties gebaseerd op de beplantingen die nog met taksgerwijze verjonging, vormsnoei en dergelijke in toom gehouden werden. Nu bleek opeens dat een krent wel degelijk groter werd dan anderhalve meter. Voor een deel kwam dit omdat door bezuinigingen het vereiste onderhoud van dunning en selectie niet werd uitgevoerd.

De reactie op de grote gebaren van de moderne architectuur leidde tot het ontwikkelen van kleinschalige, meer gevarieerde woonwijken, die als een lappendeken naast elkaar kwamen te liggen. In de jaren '70 kwamen als reactie op het welgedane welvaartsdenken nieuwe maatschappelijke idealen naar boven: aandacht voor het milieu en de natuur, democratische hervorming en welzijn. Voor het bevorderen van de verkeersveiligheid en de gebruiksmogelijkheden van de woonomgeving werden straten als woonerf ontworpen. Door de economische teruggang moest de aanleg en het beheer goedkoop zijn. Tegelijkertijd vroeg de milieubeweging om het stoppen van chemische bestrijding. Er kwam behoefte aan robuuste beplantingen, die tegen een stootje konden en waar ook weinig uitval van planten optrad. Ook in de laagbouwbuurten paste men in eerste instantie vaak bosplantsoen toe, over het algemeen in vakken die veel te smal voor dit type beplanting waren. Dit resulteerde in dichte beplantingen, die als geschoren blokhagen beheerd werden en die op den duur de buitenruimte onoverzichtelijk maakten. Door het frequente mechanische beheer, waren deze beplantingen na 15 jaar versleten. De kwekers ontwikkelden voor de problemen met het beheer en de sociale veiligheid meer lage en compacte cultivars voor de bodembedekking. Een lage gesloten beplanting moest er voor zorgen dat ongewenste kruidgroei weinig kans kreeg.

Voorbeelden compacte bodembedekkers en bossige struiken: *Gaultheria procumbens*, *Cotoneaster dammeri* 'Major', *Euonymus fortunei* 'Dart's Blanket', *Hedera helix* 'Trustee', *Rosa* 'Dagmar Hastrup', *Cornus stolonifera* 'Kelsey's Dwarf', *Spiraea nipponica* 'Flächenfüller', *Symphoricarpos x chenaultii* 'Hancock'.

Omdat er in de stad weinig plaats is voor een goede ontwikkeling van bomen van de eerste grootte is er gezocht naar kleinere en compacter groeiende bomen. Noord-Amerika ontwikkelt sinds de vijftiger jaren selecties, die in toenemende mate geleverd worden door Nederlandse kwekers. In Amerika wordt de waarde van uitgebrachte cultivars sinds 1979 getest (METRIA-Metropolitan tree improvement alliance, geleid vanuit Pennsylvania State University). In Nederland (gecoördineerd vanuit Alterra, voorheen de Dorschkamp) is er het OBIS-programma. Veel kwekerijen van laanbomen, onder andere het Nationale Bomen centrum, zijn actief in het ontwikkelen van nieuw sortiment.

Voorbeelden van selecties kleine en compacte bomen: *Compacter groeiend*: *Acer platanoides* 'Cleveland', *Acer rubrum* 'Armstrong' en 'Scanlon'.

Klein: *Amelanchier* 'Cumulus', *Koelreuteria paniculata* 'September Gold', *Prunus cerasifera* 'Nigra', *Prunus* 'Accolade', *Prunus subhirtella* 'Autumnalis Rosea'.

Smal: *Prunus sargentii* 'Rancho', *Pyrus calleryana* 'Chanticleer'.

In de woonomgeving had men meer behoefte aan gebruiksgroen dan aan siergroen. Uit kostenoverwegingen werden in veel gemeenten beplantingen verwijderd of vervangen, te beginnen met eenjarigen, bloembakken en rozenperken.

Met het ouder worden van de idealistische jeugd uit de jaren '60 en '70 werden hun idealen in de '80-er en '90-er jaren op een zakelijker vakmatige manier uitgewerkt. Het natuurideaal van L. 'Le Roy (Kennedyplantsoen Heerenveen, 1966) krijgt een wetenschappelijker onderbouwing door Londo (Natuurtuinen en parken, 1977). De adviesgroep Vegetatiebeheer, ingesteld door het Mi-

¹⁰ Onder bosplantsoen wordt een groep houtige gewassen verstaan die al lange tijd in Nederland als inheemse planten voorkomen en uitheemse soorten en variëteiten, die hier worden gebruikt bij bosaanleg (In het Veld et al., 1999).

nisterie van LNV, ontwikkelt richtlijnen voor natuurlijke beplantingen. De problematiek van het bosplantsoen wordt onderzocht (F. de Josselin de Jong, 1980) en men formuleert richtlijnen voor beheer en ontwerp, zoals bijvoorbeeld in het boek van Beplantingsplan tot Eindbeeld (Reuver et al., 1990). Het Innovatie en Praktijk Centrum (IPC) Groene Ruimte, Arnhem ontwikkelt een handleiding voor vakmensen over de principes, de aanleg en het beheer van ecologisch groen (Boer et al., 1993). De beplanting in de stad moet hierdoor ook zo ontworpen en beheerd worden dat er meer kansen ontstaan voor inheemse planten en dieren, waarbij de natuurlijke processen een belangrijk uitgangspunt vormen.

Ontwerpers krijgen oog voor het ontwikkelen van beplantingen die duurzaam in stand kunnen blijven. Voor de bomen betekent dit het kiezen van de juiste boom op de juiste plaats (zowel bovengronds als ondergronds) waarbij gezorgd wordt voor groeiplaatsverbetering.

Als reactie op de bezuinigingen en het monotone groen van de 80-er jaren vraagt de maatschappij om plekken met hogere sierwaarde. In groenstructuurplannen (bijvoorbeeld Tilburg) worden deze aangeduid als parels in de openbare ruimte. Voor parken en semi-openbare tuinen zijn er twee stromingen te onderscheiden: enerzijds de kwalitatief hoogwaardige en meer formele beplantingsontwerpen die aansluiten bij het post-modernisme. Voorbeelden hiervan zijn de geometrische patronen opgebouwd uit eensoortige beplantingsvakken (het Museumpark Rotterdam, 1988). Anderzijds de dynamische beplantingen zoals ze door Piet Oudolf en andere leden van de Perennial Perspectives-beweging ontworpen worden. Deze beplantingen zijn veelkleurig en veelvormig met een grote variatie gedurende de verschillende seizoenen. Vaste accenten in de beplanting worden gevormd door solitaire struiken. De heer Oudolf maakt gebruik van siergrassen en monumentale vaste planten, zoals bijvoorbeeld *Helianthus salicifolius* en *Foeniculum 'Giant Bronze'*.

Het aantal woningen per hectare in de woonbuurten wordt in de '90-er jaren opgevoerd, waarbij in de wijk compacte beplantingen (bodembedekkers, hagen) toegepast worden en een boomsortiment dat de ruimte

krijgt. Langs de rand van de buurt en in grotere groenstroken wordt plaats ingeruimd voor beplantingen met een ecologische functie. Hier past men bloemrijk gras, ruigte, bosplantsoen (groepsgewijs gemengd) en inheemse boomsoorten toe.

2.3 Literatuur over beplantingsmethoden

In de literatuur zijn vooral gespecialiseerde handboeken over beplantingsmethoden te vinden of met betrekking tot particuliere tuinen of met betrekking tot landschappelijke beplantingen. Dan weer gaat het alleen over ontwerpen dan weer alleen over het onderhoud van beplantingen.

Om een beeld te krijgen van een beplantingsmethode zijn een drietal handboeken geselecteerd, die zo volledig mogelijk beschrijvingen geven enerzijds over de mentale of bedachte constructie en anderzijds over de werkelijkheid van beplantingen in relatie tot architectonische functies.

Deze handboeken over het ontwerpen van beplantingen blijken op verschillende wijze – stapsgewijs of in de vorm van hoofdstukken – dezelfde ontwerp-, beplantings- en onderhoudsfase, conform paragraaf 1.2. te doorlopen. In samenhang met deze beschrijving wordt de rol, die de morfodynamische variabelen van plant, beplantingstype of beplanting spelen, geanalyseerd en aangevuld met de wijze waarop deze variabelen worden gekwantificeerd, generiek of op locatie gericht.

'Tussen beplantingsplan en eindbeeld', Reuver et al. (1989, 1997)

Inleiding

In zes stappen worden aan de hand van algemeen gestelde vragen "wat heb ik?", "wat wil ik?" en "wat moet ik doen?" een ontwerp en een beplantingsplan opgesteld. Deze stappen zijn:

- Stap 1 inventariseren.
Bevat het verzamelen van alle gegevens, waaronder het opnemen van ouderdom en hoogte van de aangelegde beplanting en van beplanting in de omgeving.

Ontwerpfase

- Stap 2 bepalen en vastleggen van functies en randvoorwaarden.

Naast maatschappelijke, sociale, esthetische, architectonische functies wordt er ook gedacht aan technische, ecologische en economische functies. Als randvoorwaarden gelden technische aspecten.

Beplantingsfase

- Stap 3 Bepalen en vastleggen van beplantingsvormen. Allerlei combinaties van bomen en struiken, of apart bomen en struiken, komen aan de orde.

- Stap 4 Bepalen en vastleggen eindbeeld.

Het uitgangspunt is dat de volwassen beplanting, het eindbeeld, binnen de gekozen beplantingsvorm past en zich kan handhaven zonder of met een minimum aan beheer. In deze stap wordt de plantensoort bepaald. Er wordt gesteld: "Om de 'volwassen' afmetingen van de gewenste soorten te weten te komen, kun je het best eens in je omgeving rondkijken".

- Stap 5 Invullen beplantingsplan.

Ligt de keuze bij het blijver-aanplantsysteem dan worden de plantafstanden afgestemd op de te verwachten maximale breedtegroei, ligt de keuze bij het wijker-blijver-aanplantsysteem dan worden soortenmenging, monoculturen, plantschema's, plantafstand en plantverband verder uitgewerkt.

Onderhoudsfase

- Stap 6 Formuleren en vastleggen beheersmaatregelen. Uitgezonderd bijzondere beplantingsvormen, zoals hagen, knot- en leibomen of hakhout bestaat er een keuze bij de overige beplantingsvormen tussen niets doen of andere maatregelen zoals onkruidbeheersing, snoeien, opslag verwijderen. Het 'niets doen beheer' kan in vele gevallen bij beplanting, die onbebladerd of hol van binnen is met een bebladerde dichte buitenrand of bij vrijuit groeiende

struiken op eindafstand, leiden tot de instandhouding van het eindbeeld. Het ontwikkelingsbeheer bestaat bij de beplantingsvormen, die door bomen en struiken bepaald worden, uit dunningen (3 keer binnen 9 jaar na de aanleg). Het duurzame beheer bestaat uit het eventueel verwijderen van ongewenste opslag.

In bijlage 1 'Overzicht bosplantsoen' van dit handboek (1997) is een lijst van bomen en struiken opgenomen, die naast gegevens over gebruikswaarde en verschijningsvormen biedt, ook gegevens levert over de morfodynamiek. Deze gaan over de hoogte, de vorm van de vrijstandsvorm (waaruit de breedte valt af te leiden) en de groeisnelheid (langzaam, matig en snel). Met betrekking tot de ouderdom wordt van elke plant aangegeven of deze een pionier, een overgangs- of een climaxsoort is. Er wordt vanuit gegaan dat in de successie uitgaande van kale grond na ongeveer 10 jaar, er een pioniersbos ontstaat, na 40 jaar een overgangsbos en na 100 jaar een climaxbos. De gegevens niet zijn gebaseerd op plaats specifieke omstandigheden.

'Leitfaden für die Planung, Ausführung und Pflege von funktionsgerechten Gehölzpflanzungen im besiedelten Bereich', Brahe et al. (1999)

Uit dit handboek is de volgende beplantingsmethode af te leiden:

Ontwerpfase

Het stellen van een doel of functie aan de beplanting, zoals afscherpende functies bij kinderspeelplaatsen en ruimtevormende- of geleidingsfuncties ter oriëntering.

Beplantingsfase

Beplantingstypen worden gedefinieerd. Bodembedekking (Gehölzteppich), haagvormen van bomen en struiken, lijnvormig (Heckenartige Pflanzung/Gehölzstreifen), schermvormen (Schirmartige Pflanzung), boomweide (Hain), parkbos (Hallenartiger Parkwald), volledig parkbos (Höhendifferenzierter Parkwald).

De structurelementen worden ingedeeld.

De elementen worden beschreven afhankelijk van de hoogte, concurrentiekracht en levensduur, lichtgevoeligheid (figuur 11b) in 'Führende' (esdoorn en eik), 'Mantel-' (krent, hazelnoot), 'Begleitende' (dwergmispel, mahonia) en 'Dienende Gehölze' (ganzerik, spierstruik). De onderlinge verhouding tussen deze elementen is bepalend voor het beplantingstype. In de richting van de 'Dienende' planten worden ze korterlevend, kleiner, geringere concurrentiekracht en meer bloemdragend. In hoofdstuk 4 wordt gesteld, dat hoe beter de plantensoorten op de standplaatsfactoren zijn afgestemd, hoe duurzamer de beplanting zich ontwikkelt en hoe geringer het onderhoud zal zijn. Opstellen beplantingsplan.

Het plantsysteem gaat uit van concurrentie tussen de elementen, die wordt verkregen door plantafstanden van 1,25 x 1,25 m. te hanteren. De 'Führende' en 'Mantelgehölze' hebben een aanvangsgrootte van 60 - 200 cm, de overige lager dan 60 cm. De samenstelling en plantenkeuze wordt bepaald afhankelijk van het gekozen beplantingstype.

Er wordt ook een plantsysteem van in hoofdzaak 'Führende' planten aangegeven voor het volledige parkbos, die op een zodanige eindafstand worden geplaatst, dat latere dunningen vergaand vermeden worden, waardoor de naburige 'Führende' planten in hun groei elkaar niet beïnvloeden.

Onderhoudsfase

Beheer

Het aanlegbeheer bestaat uit bodemwerkzaamheden, inboet en snoeien. Het ontwikkelingsbeheer bevat het verwijderen van boomzaailingen, die bij eventuele doorgroei later de beplantingsopbouw kunnen veranderen. Het verdere onderhoud bestaat uit groeiruimte van de 'Führende' en 'Mantelgehölze' vrijhouden.

De morfodynamische variabelen van de elementen zijn in 3 gradaties van een gemiddelde geschiktheid voor de eerder genoemde beplantingstypen uitgewerkt. Op grond van de mate van geschiktheid is globaal omvang,

groeisnelheid en levensduur af te leiden. De gegevens zijn gebaseerd op generieke waarden. Het beschreven sortiment komt globaal overeen met het sortiment van het bosplantsoen.

'The Planting Design Handbook', Robinson (1992, 2004)

De volgende indeling wordt aangehouden om van een ontwerp tot een beplantingsplan te komen:

Analysefase

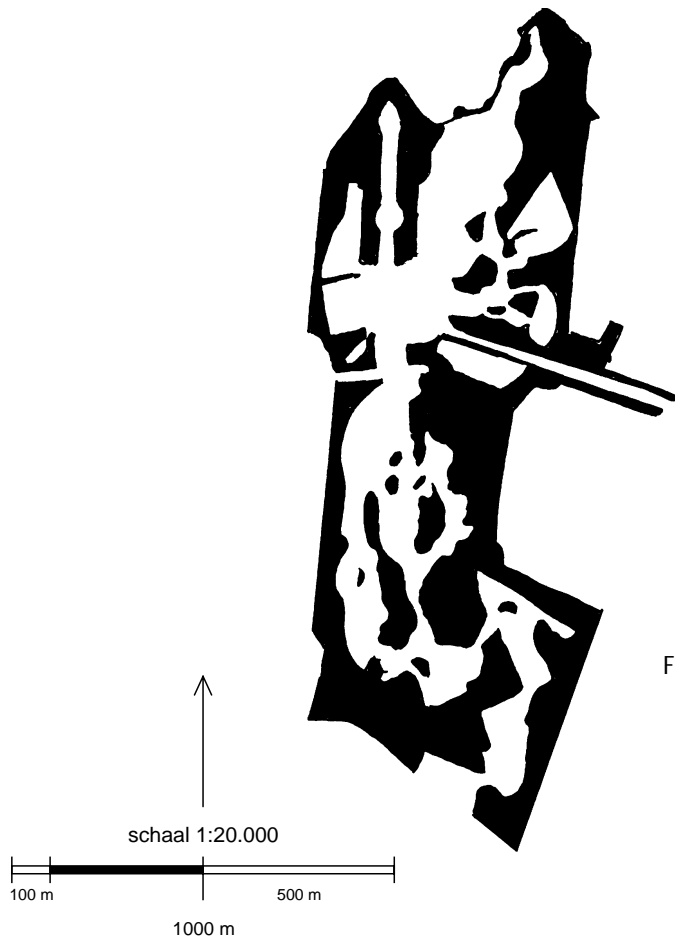
- 1 'Inception': In het eerste gedeelte wordt het contact gelegd met de opdrachtgever en worden de aspecten van de opdracht verkend en geanalyseerd.
- 2 'Understanding': Dit deel bevat het onderzoek naar de abiotische, biotische en antropogene beïnvloeding en achtergronden alsmede een ruimtelijke analyse. Er wordt een voorbeeld van een beplantingsinventarisatie gegeven, waarbij per element de omvang (hoogte, breedte), de kwaliteit en de leeftijd zijn vastgelegd.

Ontwerpfase

- 3 'Synthesis': Dit deel bevat het ontwerp, waarin de functies van de beplanting en de ruimtelijke indeling worden bepaald. Als belangrijkste hoogteverdeling wordt aangehouden: bomen > 20 m, 10 - 20 m en < 10 m; struiken 2 - 5 m, 0,5 - 2,0 m en < 0,5 m en gras. Er wordt gesteld, dat de hoogte niet precies te bepalen is, omdat deze zich moeilijk laat voorspellen en omdat de verschillende planten op verschillende momenten de volwassen afmeting bereiken. Voor een realistische benadering en omdat deze periode vaak binnen de planning van de opdrachtgever ligt, dienen de illustraties van het ontwerp ongeveer 10 jaar na de aanleg te worden getekend. Het sortiment wordt bepaald aan de hand van de groeiomstandigheden, het karakter, de vorm en de seizoenen.

Beplantings- en onderhoudsfase

- 4 'Realisation': De realisatie omvat het planten, grond-



Figuur 3a Kasteel 'De Haar', Haarzuilens (plantvakken).
Oppervlak: 144 ha,
Oppervlak plantvakken bos: ± 65 ha.

Bron: (ondergrond) Grote provincieatlas
'Noord-Holland', 1989.

werk, onkruidbestrijding, snoeien, gras maaien en inboet. Het volledige effect van de volwassen beplanting, zoals de ontwerper voorzien heeft, hangt af van de interpretatie van de beheerder. Door snoeien, dunningen en herplanten verandert de structuur van de beplanting. Verder wordt vermeld, dat: "Het bezoeken van volwassen afmetingen van planten van vergelijkbare karakters zeer zinvol kan zijn". Structuurbeplanting, zoals bossen en houtopstanden worden dicht geplant (plantafstanden 1 - 2 m), die regelmatig gedund en teruggeslagen worden. Decoratieve beplantingen hebben wisselende plantafstanden afhankelijk van esthetische redenen en komen voor in parken en tuinen.

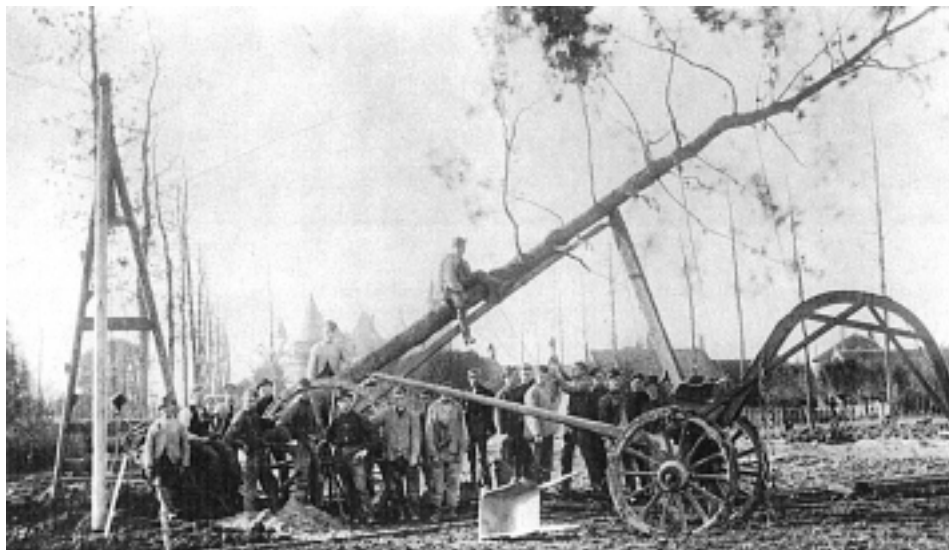
Er worden geen morfodynamische variabelen van planten opgegeven.

2.4 Cases

De drie navolgende cases zijn interessant, omdat zij op het gebied van beplantingen vernieuwend zijn geweest. De projecten kennen – mede door hun omvang – een methodische aanpak, zijn goed gedocumenteerd en algemeen bekend. Om een volledig beeld te hebben is dit retrospectief over beplantingsmethoden aangevuld met sortimentsgegevens en overige uitvoeringsaspecten, zoals deze voorkomen in de betreffende periode.

Haarzuilens

De aanleg van het kasteelterrein 'de Haar' bij Haarzuilens, omvat 144 ha (figuur 3a). De uitvoering duurt van 1 maart 1896 tot ongeveer 1910 op basis van het ontwerp van H. Copijn (1842 - 1923). H. Copijn stamt uit een geslacht van kwekers, die sinds het einde van de 18e eeuw in Groenekan gevestigd zijn. Vanuit zijn ervaring als kweker ontwikkelt Copijn zich tot tuinarchitect. Het ontwerp bevat kenmerken van de landschapstijl, typerend voor de 19e eeuw en kenmerken van de barok: Romeinse tuin, de Palmentuin en het 'Grand Canal'. Ook kenmerken uit de oudheid, zoals de paar-



Figuur 3b Het verplaatsen van een boom rond 1900 met behulp van een 'malle Jan'. De foto laat de aanplant zien van eik of beuk langs de Zuylenlaan rond 1900 door middel van een 'malle Jan', uitgevoerd door de fa. Copijn. De bomen zijn 20-30 jaar oud. Op de achtergrond is het dorp Haarzuilens en het kasteel 'de Haar' te zien.

Bron: Kasteel 'de Haar', Kasteellaan 1, 3455 RR Haarzuilens.

Figuur 4a Amsterdamse Bos, Amsterdam
(plantvakken).
Totaal oppervlak: 935 ha (1995),
Oppervlak plantvakken bos: 350 ha.

Bron: (ondergrond) Kartografie Stedelijk
Beheer, Amsterdam, 1995.



denrenbaan krijgen een plaats in het ontwerp. Deze samenvoeging van stijlen uit verschillende voorafgaande perioden noemt men de eclectische stijl.

Het doel van de aanplant van het kasteelterrein is, dat al bij de aanleg het park een volwassen indruk moet geven, waarbij de gedefinieerde toestand overeenkomt met de beginsituatie (figuur 3a). Voor dit doel beschikt men over een onbeperkte hoeveelheid geld (Olde Meierink et al., 1995). De vormgeving van het park wordt bepaald door lange zichtassen en lange lanen, die op het kasteel gericht zijn. De belangrijkste functies zijn: wandelen en verpozen.

Vanaf 1910 behoudt het park in hoofdlijnen de oorspronkelijke opzet. Van het ontwerp zijn geen beplantingsplannen of beheersrichtlijnen bekend. Wel zijn de leveringen bijgehouden van de bomen en struiken. Ongeveer 7000 zwaardere bomen in de leeftijd tot ongeveer 40 jaar zijn met behulp van een mallejan aangevoerd vanuit verschillende plaatsen uit de provincies Utrecht en Friesland: eiken, beuken en iepen. De kosten per boom bedragen geïndexeerd naar nu € 360,- voor de kleinere en € 1.400,- per stuk voor de grotere bomen. De kosten voor de arbeid van de beplanting bedroegen € 2.300,- tot € 4.500,- per boom. Deze bomen zijn niet voorgekweekt op de kwekerij, maar worden elders in parken en buitenplaatsen uitgezocht. Zij hebben een omvang van 10 - 15 m hoog en 5 - 7 m breed (stamomtrek op borsthoogte tot ongeveer 1,00 m). Het gewicht van een boom moet tussen de 4.000 - 6.000 kg zijn geweest (figuur 3b).

Het verplanten van de oudere bomen is als volgt verlopen. Om de uitgezochte boom wordt een dijkje aangelegd. Enkele dagen voor de verplanting laat men de voet van de boom vollopen met water waardoor de kluit zich vol kon zuigen met water. Nadat de boom uitgegraven is, worden de takken teruggeknipt en de boom ingepakt met jute. Vervolgens wordt de boom op een mallejan geplaatst en naar de Haar getrokken door twee paarden. Nadat de boom geplant is, hangt men in de boom een kruik vol water, die druppelsgewijs de kluit vochtig houdt. Men werkt in ploegen van

ongeveer 5 mensen. Volgens Jörn Copijn (mondellinge mededeling, 2001) kan het aanslaan van deze verplante bomen op basis van ervaring nagenoeg op 100% gesteld worden. Deze verplantingen zijn zeer arbeidsintensief, waarvoor een enorme logistieke prestatie moet worden geleverd. Naast de grotere bomen zijn nog duizenden jonge bomen op het kasteelterrein aangeplant, zoals berken, essen, esdoorns, platanen, witte en rode kastanjes, linden, naaldbomen en populieren. Italiaanse populieren werden verspreid geplant in de bossages teneinde de verticale lijnen te accentueren en de aanleg meer vulling te geven tussen de grotere bomen. Ook duizenden sierstruiken, waaronder coniferen, wintergroene heesters, rhododendrons, sparren, laurier, buxus, thuja, taxus en hazelnoten zijn geleverd. Bij de aanleg wordt niet alleen geplant, maar worden er ook graafwerkzaamheden uitgevoerd. Alles wordt in handkracht uitgevoerd en de grond wordt met lorries verplaatst. Gedurende de aanlegfase moeten 100 - 200 werkers aanwezig geweest zijn. In 1900 geeft Copijn de kosten van de levering van de planten en zijn honorarium op voor dat jaar van € 600.000,- (omgerekend naar de huidige koersen, omrekening: Nederlandse Bank, 2001).

Binnen de uitgezette plantvakken zijn, op aanwijzing van een opzichter, de planten direct op eindafstand gepoot. Over een methode van dunningen is niets bekend. De aanleg heeft een, voor Nederlandse begrippen, ongekende schaal (Oosterhout et al., 1999). In de 100 jaar ontwikkeling van dit kasteelpark is de soortenrijkdom van de sierstruiken uit de plantvakken verdwenen. Zo verdwenen onder andere Italiaanse populieren, naaldbomen, coniferen, rododendrons, en wintergroene heesters. De belangrijkste redenen voor deze verdwijningen zijn: lichtgebrek door het snel sluiten van het kronendak door de reeds bij de aanvang geplante grote bomen en het feit dat de zware bodem met de vrij hoge grondwaterstanden niet geschikt bleek te zijn voor sommige planten. Door te weinig onderhoud zijn de noodzakelijke correcties niet uitgevoerd. Het bospark wordt nu gedomineerd door grote bomen met een onderbegroeiing van veel opslag van

iel en smal opgaand hout van inheemse houtsoorten (esdoorn). De destijds verplante, grote bomen staan gemiddeld 3 - 10 meter uit elkaar. In sommige rijen bedraagt de onderlinge afstand slechts 2 meter.

Om de onderdelen van het park te herstellen en om de beplanting weer de oorspronkelijke rijkdom aan plantensoorten terug te geven, is een restauratieplan opgesteld (Oosterhout et al., 1999). Een gedeelte van het beplantingsplan uit deze restauratie is te zien in figuur 3c. Als gevolg van deze nieuwe aanplant zal, over het gehele park genomen, het huidige onderhoudsniveau (2 man vast en 500 uur losse krachten per jaar ondersteuning) aanzienlijk moeten worden verhoogd. Het eindtotaal van het restauratieplan voor de tuin wordt geraamd op ruim € 3 miljoen en de uitvoering van dit plan zal drie tot vier jaar in beslag nemen. Door de ontwikkeling van de nabijgelegen VINEX-lokatie kan het park de status van een natuurgebied krijgen vanwege de omvang en de natuurwaarde. Het park blijft daarmee voor de toekomst van betekenis als een belangrijke groene buffer.

Terugkijkend naar de oorspronkelijke ruimtelijke opbouw van open en gesloten ruimten, bepaald door bomen van de eerste grootte uit de eerste aanleg, worden volgens mij nog altijd de bedoelingen weergegeven conform de eerste ontwerptekeningen. De toegepaste beplantingsmethode geeft, in het licht van de doelstellingen, de gedefinieerde toestand weer. Deze is mede mogelijk gemaakt door enorme inspanningen bij de aanleg en door de vrijwel onbegrensde financiële mogelijkheden. Door het lichtgebrek als gevolg van de sluiting van de boomkronen is de oorspronkelijke rijkdom aan plantensoorten in de struikenlaag verloren gegaan.

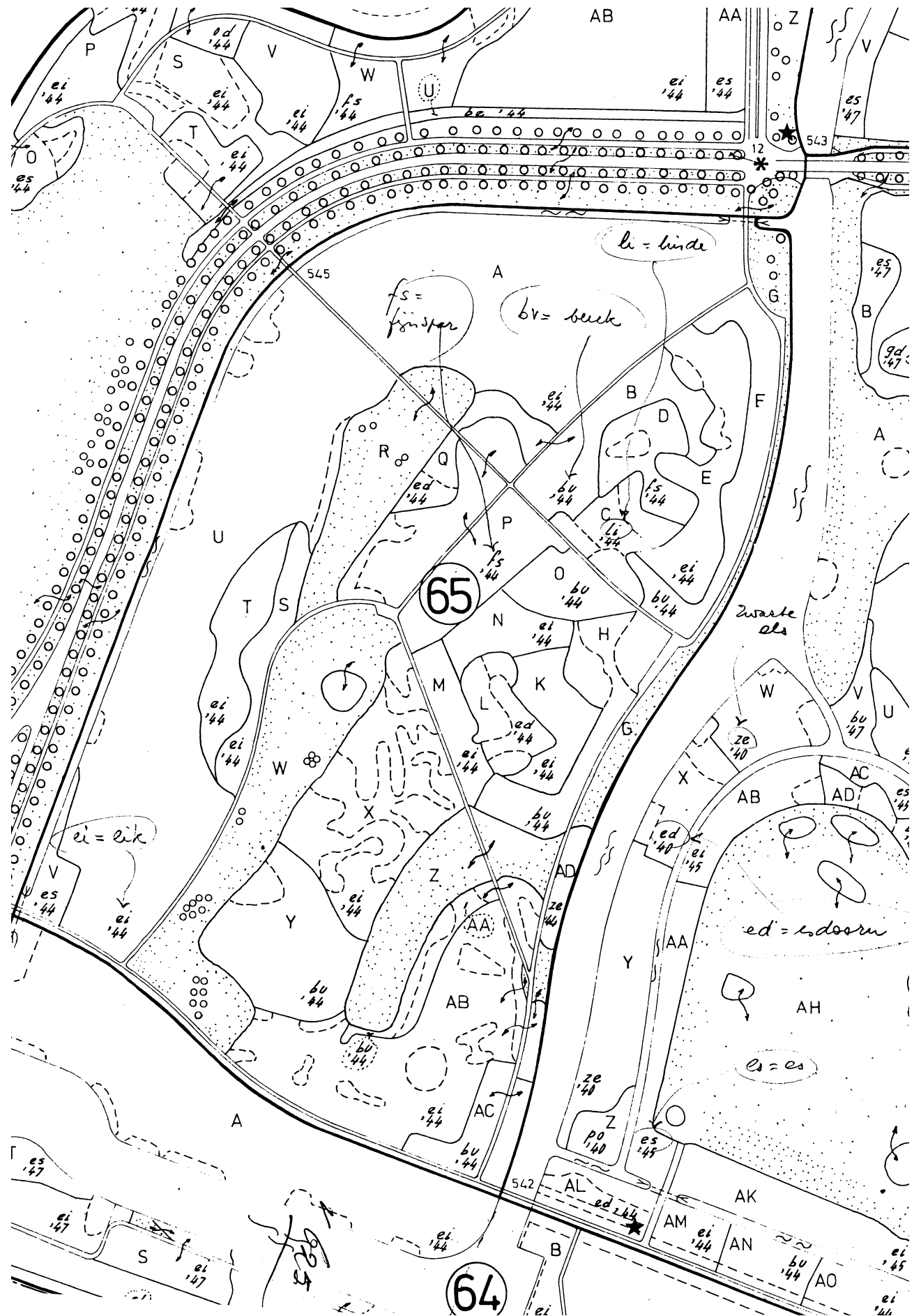
Amsterdamse Bos

Met de realisering van het Amsterdamse Bos (935 ha) is ook Amsterdam de richting van de functionele landschapsstijl ingeslagen. Het is naar de omvang voor Nederlandse begrippen een uniek groot stadspark (figuur 4a). Het Amsterdamse Bos past in de structurele

Figuur 4b

Amsterdamse Bos,
Schaal 1:2500.

Bron: Openbare Werken Amsterdam,
Beheersplan voor het Amsterdamse Bos,
juni 1980: omgeving de Zonneweide.



aanpak (Algemeen Uitbreidings Plan) van de expansie van de stad, zoals de uitbreidingen in Zuid onder de architect H.P. Berlage. Omdat er in de nabijheid van Amsterdam geen bos voorkomt en het polderlandschap niet als natuurschoon beschouwd wordt, besluit de gemeenteraad van Amsterdam in november 1928 een bospark aan te leggen. De aanleg start in 1936 en eindigt in maart 1970. Door de toename van de vrije tijd ontwikkelt zich ook hier de recreatie sterk en krijgen allerlei recreatie-accommodaties in het park een plaats: roeien, tennis, hockey, paardrijden, fietsen, kamperen. Vanaf 1931 is ir. Jacoba Mulder (1900 - 1988) als stedenbouwkundige en landschapsarchitecte betrokken bij het ontwerp van het Amsterdamse Bos. De beplanting is niet meer opgebouwd uit decoratieve composities, maar uit natuurlijke inheemse plantengemeenschappen. De Boscommissie brengt in 1931 een rapport uit, waarin richtlijnen worden gegeven voor de aanleg van het Amsterdamse bos. Er wordt gedacht aan een blijvend bos met boomsoorten, die een lange levensduur hebben en grote afmetingen kunnen bereiken aangevuld met allerhande struiken en planten. Dit is bijvoorbeeld ook toegepast in het Haagse Bosch en het Liesbosch bij Breda. Een verdere uitwerking van de opmerkingen van de Boscommissie worden opgenomen in de nota: 'Enige richtlijnen voor de wijze van aanleg van het Amsterdamse Bosch'. Als hoofddoel noemt men de vorming van een gemengd bos van het Noordwest Europese woudtype. Uit twee beplantingsschema's van Thijsse en Tersteeg en van Koning en Mandersloot komt een hoofdopzet van de beplanting voort, die vervolgens weer vertaald wordt naar plantensoorten en naar beplantingsplannen. Het sortiment komt overeen met het gebruikelijke inheemse sortiment en is in nauwe samenwerking tussen de deskundigen van de Boscommissie, de Dienst Publieke Werken gemeente Amsterdam en de ontwerpers van het Bosplan, de stedenbouwkundigen E. van Eesteren en J. Mulder, besproken. In 1936 vindt de presentatie plaats van het plan in de Koningszaal van Artis. Bij het ontwerp werd teruggegrepen op elementen uit de late landschapstijl zoals

het aanbrengen van glooiingen, vloeiend lopende paden en het creëren van een ruimere opzet in de open - gesloten verhoudingen (Oldenburger, 1998). Het uitgevoerde beplantingsplan is vastgelegd in het beheersplan van juni 1980 (figuur 4b) Hieruit is af te leiden, dat men plantte in grotere en kleinere vakken, die verschillen in hoofdhoutsoort. Tevens is per vak het jaar van de aanleg aangegeven. Vanaf het begin van de aanleg van de beplantingen in 1936 zijn er verslagen bijgehouden. Om al direct een bos van enig formaat te verkrijgen, wordt er een schema opgesteld van 'wijkers en blijvers'. Als 'wijker' wordt de zwarte els (*Alnus glutinosa*) of de grauwe els (*Alnus incana*) toegepast. Een vak wordt ingeplant volgens een vaste code en verhouding: 2/3 hoofdhout, 1/3 wijkers en vulhout. Onder hoofdhout verstaat men de boomsoort, die bepalend is in een houtopstand, zoals in het Amsterdamse Bos o.a.: winter- en moseik, beuk, berk, linde (ook in lanen), es, esdoorn, Spaanse aak, populier (windsingels), wilg (als knotboom), fijnspar en Oostenrijkse den. Van de overige 1/3 bestaat de helft uit zwarte els en de andere helft uit zogenaamd vulhout. Onder vulhout wordt houtgevaar verstaan, dat voorlopig meewerkt tot de sluiting van het bos: o.a. krent, hazelnoot, lijsterbes, Gelderse roos, vuilboom, kornoelje, meidoorn, kardinaalsmuts, liguster, vogelkers, sleedoorn en vlier. Wanneer de hoofdhoutsoort (bomenlaag) een kronendak boven het vulhout (struikenlaag) heeft gevormd, zullen de meeste vulhoutsoorten door lichtgebrek afsterven. Dit proces maakt onderdeel uit van de beplantingsmethode. De planten staan 1 m uit elkaar in de rij en met 1 m. tussen de rijen. Er wordt gemengd geplant. Het plantgoed wordt ter plaatse op de kwekerij vanuit het zaad in 3 - 5 jaar opgekweekt tot ongeveer 1 m. hoogte, coniferen worden met kluit toegepast en de laanbomen worden in zwaardere maten dan gebruikelijk geplant, waaronder bomen met een stamomtrek op borsthoogte van 25/30 cm omdat deze sterkte weerstand kan bieden aan vandalisme. Alle planten zijn in handkracht geplant. De aanleg- en

onderhoudswerkzaamheden worden uitgevoerd in verschillende ploegen. In 1949 werkt men in januari t/m juni met 49 tot respectievelijk 81 mensen. Het grootste deel van deze mensen bestaat uit werkers afkomstig van de werkverschaffing. De werkzaamheden omvatten: planten, inboeten, spitten, stekkensnijden, bunker-gaten dichten, ploegen, zaaien, schoffelen, beukennoten stratificeren, snoeien. Plant men in het voorjaar 1936 nog ongeveer 7 ha, in het najaar 1946 en voorjaar 1947 was dit opgelopen tot 45 ha per jaar. De eerste 2 à 3 jaar na de aanleg wordt de bodem handmatig en later met de frees 'zwart' gehouden. In een verslag staat, dat dit hoge kosten met zich meebrengt, maar er treedt dan wel minder sterfte op door onkruidverstikking onder het jonge plantsoen en er treedt een snellere sluiting op van de beplanting. Een paar jaar na de aanleg wordt de top van de els op een hoogte van 1,20 m afgeknipt, waarna zich vanuit dit snijvlak nieuwe breed uitgroeiende takken ontwikkelen. Twee jaar later gaat de els er helemaal uit, omdat het hoofdhout zich intussen redelijk ontwikkeld heeft. Dit betekent dat na ongeveer 5 jaar na de aanleg de els nagenoeg geheel verdwenen is. Het takhout van de els blijft tussen de beplanting liggen, de stammetjes worden in het werk gebruikt als uitzethout (piketpaaltjes), perkoenpaaltjes, brandhout of men verkoopt het hout ten behoeve van de papierindustrie. In 1946 zijn ongeveer 1000 m³ elzenhout gekapt. In 1946 worden ook zwaardere struiken (meidoorn, vlier) gekapt, die het hoofdhout dreigen te verdringen. In latere aanplant heeft men het percentage hoofdhout verhoogd, waarbij grotere plantafstanden tot 1,40 m worden aangehouden. In de opkweekfase worden de bomen opgesnoeid en de dubbele koppen gehalveerd. Daarna volgen ongeveer om de twee jaar dunningen, die vroeg in de winter worden uitgevoerd en op latere leeftijd om de 4 à 5 jaar. Door deze uitkap ontstaan leeftijdsverschillen tussen de resterende bomen en nieuw uitlopende planten die door eigen inzaai of inplant ontstaan zijn. Het uitslepen van zware bomen geschiedde door Noorse fjordenpaarden. Deze wijze van verjongen, door het stams- of groepsgewijs wegnemen van oude bomen en

vervangen door jonge bomen leidt tot een bosvorm, het zogenaamde 'plenterbos' dat zich kenmerkt door het voorkomen van bomen van alle leeftijden. Een plenterbos heeft een relatief intensief en dus kostbaar beheer tot gevolg (van de Watering, 1985). In 1980 wordt bij het dunnen vooral op de kroonvorming van 40 jarige bomen gelet (hoogdunning). Fraai gevormde kronen worden als *toekomstbomen*¹¹ en als definitieve blijvers aangemerkt. Van de 6.600 (2/3 deel) hoofd hout bomen, die op een hectare geplant waren, zijn er nu na alle dunningen nog ongeveer gemiddeld 400 over. Dit betekent dat elke boom 25 m² kroonoppervlak inneemt en ze dus met een gemiddelde plantafstand van 5 m. in het park staat. Uit eigen waarneming blijkt dit redelijk te kloppen. De keuze van toekomstbomen is volgens het huidige beleid op 80 à 100 stuks per ha afgestemd (elke boom ± 100 m², gemiddelde plantafstand 10 meter). De vijfjaarlijkse dunningen moeten daarom nog worden gecontinueerd.

Vóór 1980 werd het bos altijd 'netjes' bijgehouden door het uitslepen van takken. Na 1980 blijven de takken veel meer liggen. Niet alleen door gewijzigde opvattingen waardoor men streeft naar een meer natuurlijke uitstraling, maar ook door de explosief gestegen uurlonen in de jaren '60 en '70 en de bezuinigingen ten gevolge van de oliecrisis werd besloten tot verlaging van het onderhoud. Op dit moment werken er in het groenonderhoud totaal 8 - 10 mensen inclusief de bosploeg. De bosploeg bestaat nu uit 2 à 3 mensen vast op jaarbasis, terwijl er voor 1980 in het groenonderhoud jaarlijks nog 30 tot 40 mensen werken.

In 1951 werden de totale kosten van de aanleg op € 18,2 miljoen geraamd (in 1936 was dit € 8,17 miljoen) en er was tussen 1936 en 1951 al € 12,5 miljoen besteed! Er was in 1951 gerekend op voltooiing in 1957, waarbij men uitging van een gemiddelde bezetting van 275 arbeiders. Deze € 18,2 miljoen zou nu omgerekend (CSB Voorburg, (2001) € 113 miljoen bedragen. Dit komt neer op € 12,03/m².

De toekomstverwachting van het bos wordt bepaald door een windkracht 14, die eens in de 20 jaar kan



Figuur 5a Bijlmermeer, Amsterdam (plantvakken).
Totaal oppervlak: 600 ha,
Oppervlak plantvakken bos: ± 140 ha.

Bron: (ondergrond) Suurland Falkplan b.v., Eindhoven.

¹¹ *Toekomstbomen* (Reuver et al., 1997): bomen, die het eindbeeld zullen gaan bepalen.

voorkomen. De verwachting is, dat er dan een grote aantasting van het bos optreedt, omdat veel bomen zullen omwaaien. Door de aanwezige hoge grondwaterstand ontstaan er relatief kleine wortelkluiten. De leeftijd van een eik kan volgens de medewerkers oplopen tot 500 - 600 jaar en 300 jaar voor een beuk. De berk begint op dit moment af te sterven.

Terugkijkend op de in 1931 gestelde uitgangspunten en doelstellingen met betrekking tot de beplanting van het Amsterdamse Bos, kan worden geconcludeerd, dat de beginsituatie natuurlijk niet overeen kwam met de gedefinieerde toestand, omdat de aanplant in hoogte gemiddeld slechts een meter betrof. Afgeleid van foto's (Balk, 1979) zal de gedefinieerde toestand ongeveer 10 tot 15 jaar na de beginsituatie bereikt zijn: begin van de boomvorming, uitgegroeide heesters boven ooghoogte. De inspanningen om de gedefinieerde toestand te bereiken zijn enorm geweest. Dit kan worden afgeleid uit het grote aantal mensen die er gewerkt hebben, de veel hoger uitgevallen aanlegkosten en het verschuiven van de geplande einddatum van 1957 naar maart 1970. Het dunningsregime is in ieder geval wel in elke groeifase consequent conform de beheersrichtlijnen uitgevoerd. Dit is mede mogelijk gemaakt door vele beschikbare arbeidskrachten uit de werkverschaffing.

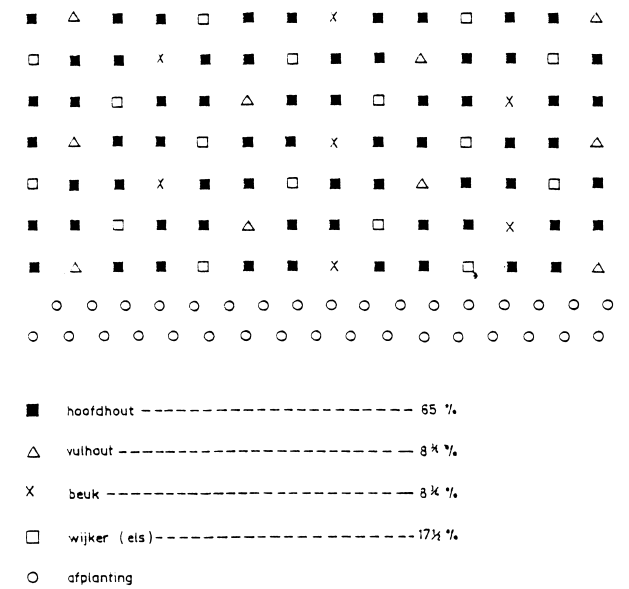
De huidige beplantingsstructuur van het Amsterdamse Bos van bomen en struiken vertoont volgens mijn waarneming nog steeds overeenkomsten met de gedefinieerde toestand: een bosachtige structuur: willekeurig plantverband van bomen met een onderbegroeiing van opslag van diverse houtsoorten. In het beheer was voorzien, dat de onderbegroeiing (vulhout) in het Amsterdamse Bos door het zich erboven sluitende kronendak zou worden verdrongen. Uit het huidige en toekomstige dunningsregime komt naar voren, dat fraai gevormde kronen als toekomstbomen blijven gehandhaafd. Ingrijpen omwille van voldoende levensruimte voor deze bomen maakt nog steeds onderdeel uit van het beheer.

Bijlmermeer Groenstructuur

De Bijlmermeer Groenstructuur (aanleg 1968 - 1980, 600 ha incl. bebouwing) in Amsterdam omvat de volgende groenonderdelen: De Bijlmermeer Groenstructuur zelf (ontwerp: ir. Jacoba Mulder), het centraal gelegen Bijlmerpark (ontwerp: ir. H. Laumans) en de aan de oostzijde gelegen Bijlmerweide (ontwerp: D.J. Haan-Wiegman, L. van Herwaarden, D. Hoornsman) (figuur 5a). Alle ontwerpers hebben bij de Dienst Publieke Werken Amsterdam gewerkt. In 1962 wordt het structuurplan voor Zuid-Oost vastgesteld, waarna de discussie start over woningdichtheden en bouwhoogten. Op 13 december 1966 slaat burgemeester van Hall de eerste paal de grond in.

De Bijlmermeer wordt gebouwd in de na-oorlogse periode van hoogconjunctuur met een snelgroeiende bevolking. Met een plan van 40.000 woningen probeerde men aan de stijgende woningbehoefte tegemoet te komen. De opzet van de Bijlmermeer is in zijn omvang uniek voor Nederland. Het ontwerp vertoont alle kenmerken van het functionalisme, waarin wonen, werken, verkeer en recreatie gescheiden werden. De auto's worden in parkeergarages ondergebracht en fiets- en wandelverkeer krijgt een eigen tracé met kruisingen op gescheiden niveaus. Naast deze scheiding van verkeerssoorten vormden de open ruimten tussen de bebouwing een belangrijk uitgangspunt voor het ontwerp. Dit uitgangspunt was de aanleiding voor de ontwerpers van het groen om de open ruimten zo bruikbaar mogelijk te maken en het gebruik ervan te stimuleren door een kleinschalige uitwerking, zodat de mens er niet in verloren gaat. De stijl van de Bijlmermeer Groenstructuur is deels ontleend aan de landschapsstijl met slingerende waterpartijen, hoogteverschillen, veel gras met solitaire bomen en kleine of grotere bossages. Deze stijl wordt mede mogelijk gemaakt door de ruime opzet van het stedenbouwkundige plan (afstanden 100 - 200 m tussen de bouwblokken).

Het park is gericht op het gebruik, waarmee de term 'gebruiksgroen' op het Bijlmergroen van toepassing is (Oldenburger, 1998). Naast fiets- en voetpaden



Struikenassortiment in het eikenbos

Hoofdhout:	Zomereik (2-3 jarig bosgoed)	65 %
Wijkers:	Els (1-2 jarig bosgoed)	17,5 %
Vulhout:		17,5 %
<i>Vulhout:</i>	Beuk	50 %
	Lijsterbes	10 %
	Meidoorn	10 %
	Haagbeuk	5 %
	Spaanse aak	5 %
	Kardinaalshoed	5 %
	Krentenboom	5 %
	Hazelnoot	5 %
	Moseik	5 %
<i>Afplanting:</i>	Spaanse aak	20 %
	Egelantierroos	17 %
	Sleedoorn	15 %
	Kardinaalshoed	10 %
	Liguster	10 %
	Meidoorn	10 %
	Krentenboom	5 %
	Hazelnoot	5 %
	Weichselboom	5 %
	Vlier	3 %

Figuur 5b

Bijlmermeer, groenstructuur.
 Plantschema bosbeplanting.
 Hoofdhout: Quercus Robur (eik), plantafstand 1 m.

Bron: 'Het groen in de Bijlmermeer', H.J. Laumanns, Dienst der Publieke Werken Amsterdam, januari 1971.

bevat het park speel- en zitplaatsjes en speelweiden. De doelstelling bij de ontwikkeling van het groen is om in een minimaal tijdsbestek een optimaal effect te bereiken (Laumans, 1971). Daarbij wordt hetzelfde plantschema voor de bosbeplanting aangehouden als in het Amsterdamse Bos (figuur 5b). Verspreid in de plantvakken en op markante plaatsen worden extra boomvormige populieren en wilgen aan het oorspronkelijke plantschema toegevoegd en geplant, die al na 2 - 4 jaar behoorlijke kruinen moeten gaan vormen (schermeneffect). Later verwijdert men al naar behoefte populieren en wilgen om de trager groeiende, geprefereerde houtsoorten niet te verstikken. Het groen vraagt daardoor om een constante begeleiding.

Het plantschema (figuur 5b) dient ervoor om op basis van de bijgeleverde percentages, de aantallen van de verschillende plantensoorten per plantvak uit te rekenen. Men stelt een tabel op, waarin op de bovenliggende horizontale balk de plantvakken staan vermeld en op de linker verticale balk de plantensoorten. In de kolom onder het betreffende plantvak staan de aantallen opgeschreven, die bij de toegepaste plant behoren. Bij het planten zijn daaruit gemakkelijk de juiste aantallen voor een vak te bepalen. Alles is geplant met een plantafstand van 1 m, zowel in als tussen de rijen. Het uitleggen van de planten, van \pm 1 meter hoogte, gebeurt naar de inzichten van de voorman. Het plantschema (figuur 5b) is daarbij niet altijd exact aangehouden, wél de verhouding tussen de plantensoorten onderling. Het planten gebeurt in handkracht.

De eerste drie jaren na de aanleg houdt men de grond 'zwart' door te schoffelen, het eruit trekken van het ongewenste koolzaad of door te spuiten met een (on)kruidverdelger. Gedurende 3 - 5 jaar na de aanleg voert men een zogenaamde 'lopende dunning' uit, waarbij de snelgroeiende planten, zoals els, wilg of kornoelje worden teruggeslagen. Welke plant gedund wordt, wordt in het veld beoordeeld door de voorman van de onderhoudsploeg. Op verzoek van een bewoner – vogelkenner (bewonersparticipatie!) zijn echter de dunningen van de els niet altijd uitgevoerd. De els

oefent in de winter een grote aantrekkingskracht uit op vogels. In het achtste jaar na de aanleg wordt veel rigouzeuzer, dat wil zeggen, om en om, gedund. Het komt voor dat dezelfde struik meerdere malen moet worden afgezaagd, omdat de plant steeds weer uitloopt. Na deze dunningen wordt er nog om de 2 à 3 jaar gedund. Het dunningshout wordt in de eerste jaren na de aanleg als houtsnippers teruggespoten en voor paden gebruikt, die door de plantvakken lopen. Later is het dunningshout naar de composthoop afgevoerd.

De Josseling de Jong (1980) merkt op, dat door tijd- en personeelsgebrek de eerste dunningen in de oudste beplanting niet op tijd hebben plaatsgevonden. Het gevolg is vergelijkbaar met veel beplantingen in het landelijk gebied: de hoofdhoutsoorten o.a. eik, zijn grotendeels weggekijnd, zodat het bomenbestand nog voornamelijk bestaat uit populier, wilg en iep. Dit heeft later geleid tot een nieuw plantschema, waarbij de boomvormende soorten tot maximaal 3% van het mengsel zijn gaan uitmaken: waarbij de snelgroeiende bomen als veren (bomen die vanaf de grond zijn vertakt) en langzaam groeiende als voorgekweekte bomen geplant worden. In de bomenetage hoeft dan niet gedund te worden. De overige planten zijn de struikvormende soorten. In de struikenetage komen nagenoeg geen boomvormers meer voor.

Kapiteijn (mondelinge mededeling, 2001) stelt betrekking tot de ouderdom van planten in het gebied, dat er wilgen zijn in geknotte vorm van ongeveer 100 jaar oud en esdoorns en eiken hier 100 jaar of ouder kunnen worden. De kosten van de aanleg en onderhoud zijn door veranderingen van de organisatie van het ambtelijk apparaat niet meer te achterhalen.

Tegen de achtergrond van de eertijds gestelde doelen kan worden geconstateerd, dat het huidige groen van de Bijlmermeer Groenstructuur de gewenste parkachtige uitstraling heeft. Door omstandigheden (bezuinigingen) is echter het dunningsregime niet adequaat uitgevoerd. Het hoofdhout (eik) heeft als gevolg daarvan niet de dominante positie gekregen die de ontwerpers hadden beoogd, waardoor de wilg

en populier in plaats van de eik zijn gaan domineren. Ook blijkt dat er veel onderbegroeiing is weggehaald. In hoeverre de verdwijning van de onderbegroeiing het gevolg is van gebrek aan licht of van het veiliger maken van de omgeving, dan wel door het niet optimaal functioneren van het geplande dunningsregime, valt voor mij als waarnemer nu moeilijk vast te stellen. Een nieuw feit is, dat door de gewijzigde opvattingen er in de beplanting bewust is ingegrepen om de omgeving veiliger te maken. Dit heeft geleid tot verandering van de architectuur.

2.5 Conclusies

Uit de behandeling van de literatuur over beplantingsmethoden (paragraaf 2.3.) blijkt:

- 1 dat het belangrijk is voor het ontwerpen van beplantingen om gericht te zijn op locatie gerichte omstandigheden en gegevens,
- 2 dat het belangrijk is voor het ontwerpen van beplantingen om de omvang (hoogte en breedte), leeftijd, soort en kwaliteit van de elementen te bepalen onder lokale omstandigheden alvorens deze elementen in een nieuw plan opnieuw toe te passen,
- 3 dat het belangrijk is voor het ontwerpen van beplantingen de afmetingen van de elementen in de ouderdomsfase te kennen.

Hoe de op locatie gerichte gegevens over de elementen moeten worden verwerkt in de beplantingsmethoden blijkt echter onduidelijk te zijn, terwijl in de beschreven beplantingsmethoden wordt aangegeven dat deze gegevens wel belangrijk zijn.

Uit de cases Haarzuilens, Amsterdamse Bos en Bijlmermeer Groenstructuur wordt vervolgens duidelijk dat (tabel 1):

- 4 in het algemeen de wens bestaat om in een kort tijdsbestek na de aanleg het wens-, richt- of eind-

beeld met beplantingen te bereiken door:

- te starten met grote bomen (Haarzuilens),
- een plantschema van blijvers en wijkers toe te passen (Amsterdamse Bos),
- in het plantschema van blijvers en wijkers bij de aanleg gebruik te maken van veervormige snelgroeiende en voorgekweekte langzaam groeiende bomen (Bijlmermeer Groenstructuur).

5 de ontwikkeling van de beplanting naar de ouderdomsfase niet altijd heeft geleid tot optimale beplantingen, wanneer:

- ten gevolge van de snelle sluiting van de boomkronen er zich niet blijvend een gevarieerde onderbegroeiing ontwikkeld heeft (Haarzuilens),
- ten behoeve van de toekomstbomen er dunningen blijvend moeten worden uitgevoerd

(Amsterdamse Bos),

- door het niet tijdig uitvoeren van de dunningen, mede als gevolg van bezuinigingen, de beoogde duurzaamheid in de beeldbepalende plantensoorten niet bereikt wordt (Bijlmermeer Groenstructuur).

6 uit de beschreven praktijkervaringen van het Amsterdamse Bos en de Bijlmermeer Groenstructuur blijkt, dat de toegepaste blijvers- en wijkersbeplantingsmethode noodzakelijkerwijs leidt tot behoorlijke inspanningen, die tijdig dienen te worden uitgevoerd om groeiruimte voor de elementen in de beplanting te kunnen blijven behouden.

Aansluitend op de punten 4, 5 en 6 wordt door dit onderzoek geconcludeerd, dat de op locatie gerichte kennis over omvang, groeisnelheid en levensduur van

de elementen een duidelijke plaats in de nieuwe beplantingsmethode moet krijgen. Deze kennis vergroot het inzicht om de toekomstige groeivoorspellingen in te schatten. De gegevens zijn dan strategisch in te zetten om het sortiment, de aanvangsgrootte en de plantafstand ten behoeve van de realisering van architectonische functies te bepalen. Dit heeft weer tot gevolg dat de gedefinieerde toestand zodanig voorspelbaar wordt,

- dat het wijkersplantsysteem als onderdeel overbodig wordt omdat de planten direct in de gewenste aanvangsgrootte bij de aanleg op de definitieve afstand kunnen worden geplaatst,
- dat de keuze voor vrijstands- of concurrentievormen al bij de aanleg kan worden bepaald,
- dat de beplantingsmassa's of volumes in de ouderdomsfase binnen de gegeven maatvoering uit de ontwerpfase (fase 1) blijven,

	Architectuur		Inspanningen	
	gedefinieerde toestand	beginsituatie + realisatie	aanleg	beheer
Haarzuilens	bosachtige sfeer + rijke onderbegroeiing (exotisch)	direct effect van zware bomen + onderbegroeiing rijkdom aan variatie verdwenen	veel; door aanvoer van zware bomen	te weinig + aanpassingen noodzakelijk (reconstructie)
Amsterdamse Bos	bosachtige sfeer + onderbegroeiing (inheems) kan verwilderen of verdrongen worden	effect na 10-15 jaar (op ooghoogte na 5 jr) + bosachtige sfeer	weinig; aanplant van klein plantgoed	veel; verwijderen els + dunningen t.b.v. toekomstbomen
Bijlmermeer Groenstructuur	bosachtige sfeer + gevarieerde beplanting met scheidende functie	effect na 10-15 jaar (op ooghoogte na 5 jr) wijkers gaan domineren + lagere duurzaamheid van beeldbepalende soorten	weinig; aanplanten van klein plantgoed	te weinig; door tijd- en personeelsgebrek

Tabel 1 De relatie tussen architectuur en inspanningen bij Haarzuilens, Amsterdamse Bos en Bijlmermeer Groenstructuur.

- dat het 'eindbeeld' of meer nog het 'wensbeeld' van de beplanting als een film vanaf de aanleg gaat lopen zonder dat er nog veel onderhoudswerkzaamheden verricht hoeven te worden.

De mentale werkelijkheid wordt de echte werkelijkheid van beplantingen door een verbeterde voorspelbaarheid van de vrije uitgroei. Ervan uitgaande dat de groei van een plantensoort zich steeds herhaalt op dezelfde plaats met dezelfde snelheid van jong naar oud onder min of meer gelijkblijvende omstandigheden, ontstaan er mogelijkheden om de architectonische functies van plant, beplantingstype of beplanting in verschillende vormen in de tijd nauwkeuriger te omschrijven en beter te beheersen. Daardoor wordt een effectief beheer mogelijk, maar belangrijker is nog, dat de aard van de onderhoudswerkzaamheden ook logisch en ondubbelzinnig voortvloeit uit het beplantingsplan.

De beschreven handboeken en studies over beplantingsmethoden waarin uitgegaan is van een vrije uitgroei missen het gebruik van deze op locatie gerichte metingen van de morfodynamische variabelen voor het ontwerpen van beplantingen en hoe daar dan vervolgens mee om te gaan. Hier ligt een belangrijke oorzaak, waardoor het onderhoud bij de houtige gewassen zo hoog is opgelopen juist omdat de morfodynamische variabelen plaatselijk kunnen verschillen. Landelijke gemiddelden of generieke gegevens van deze variabelen van planten zijn dan niet toereikend. Dit onderzoek stelt zich dan ook als doel om de op locatie gerichte gegevens over de morfodynamiek in de nieuwe beplantingsmethode onder te brengen ten behoeve van een dynamische benadering voor het ontwerpen van beplantingen.

Welke rol de morfologie en de morfodynamiek van plant, beplantingstype en beplanting spelen en welke strategieën kunnen worden gevolgd in de realisering van architectonische functies met nog slechts minimale antropogene beïnvloeding wordt in hoofdstuk 3 en 4 toegelicht.

3 Morfologie en morfodynamiek

3.1 Inleiding

Beplanting¹² neemt vele vormen aan. Deze vormen verbeelden in een ontwerp het doel, dat de ontwerper met een beplanting wil bereiken. Met het vastleggen of bepalen van het doel wordt een opdracht, een betekenis of een architectonische functie aan de beplanting meegegeven. Deze architectonische functies legt de ontwerper vast in het ontwerp of de gedefinieerde toestand. Vervolgens werkt hij de functies uit in een of meerdere beplantingstypen. Het beplantingstype wordt in een beplantingsplan geconcretiseerd met de keuze van het sortiment, de plantafstand, de aanvangsgrootte en het beheer. De hierboven geschetste denk- of werkriching loopt van geheel naar onderdelen, van groot naar klein, van abstract naar concreet, via functie naar beplantingstype naar de individuele plant.

Met het denken over de dynamiek van een beplanting verloopt de denk- of werkriching in tegenovergestelde richting: in welke vorm gaat de individuele plant zich ontwikkelen, welke interactie gaan de elementen tijdens hun levensduur met elkaar aan en hoe verloopt omvang, groeisnelheid en levensduur (de morfodynamiek) van het element binnen het gekozen beplantingstype?

Om nu greep te krijgen op de veelvormigheid van beplanting is een typologie noodzakelijk als analyse-instrument. Het *beplantingstype*¹³, wordt als typologie afgeleid van grondvormen waarbinnen bomen en struiken of varianten daarvan passen. Een beplanting bevat dan één of meerdere beplantingstypen. Elk beplantingstype bestaat weer uit één of meerdere planten of elementen. Om de functies die een ontwerper toekent aan een beplanting te kunnen analyseren wordt de beplanting ontleed aan de hand van deze grondvormen of beplantingstypen. Er dient een logica te bestaan in de opbouw van deze grondvormen en

in de vorm, zoals de elementen in deze grondvormen kunnen voorkomen.

Het eerste deel van dit hoofdstuk 'Morfologie' (de vorm) behandelt de architectonische functies uit het ontwerp, de ruimtelijke werking met de doorwerking naar de beplantingstypen volgens beplantingstypologie I 'Architectonische functies' en tenslotte de constructie. Beplanting als een levend organisme heeft verzorging of beheer nodig. In antropogene beïnvloeding I 'Opkweek en beheer' wordt aangegeven hoe een plant of beplanting wordt opgekweekt en onderhouden. In beplantingstypologie II 'Constructie' wordt de samenhang tussen het beheer, het beplantingstype en de rol van het element daarin verklaard. De behandeling van de onderwerpen doorloopt dan dezelfde denk- of werkriching van groot naar klein, zoals een ontwerp veelal wordt uitgewerkt. Daarop sluit in het tweede deel van dit hoofdstuk onder 'Morfodynamiek' (de verandering, de beweging) de behandeling aan van de dynamiek in de tegenovergestelde denk- of werkriching: van plant, beplantingstype naar beplanting om aan de hand daarvan in beplantingstypologie III 'Transformaties', de transformaties van beplantingstypen te kunnen verklaren en te onderbouwen. De antropogene beïnvloeding II 'Transformatie' geeft de dynamische werking aan: hoe de mens de transformaties van beplantingstypen kan uitvoeren.

3.2 Morfologie

3.2.1 Beplantingstypologie I 'Architectonische functies'

Het toekennen van een architectonische functie aan een beplanting betekent, dat de ontwerper hieraan een betekenis of waarde verbindt. De wijze waarop de mens de beplanting als een beplantingstype waar-

neemt is afhankelijk van de positie die hij ten opzichte daarvan inneemt. De vraag luidt dan ook: 'Hoe ervaart men een beplantingstype en hoe is de driedimensionale werking in relatie tot de waarnemingspositie?'

Bij het opvangen van prikkels uit de omgeving ontstaan allerlei emoties, waarbij de ogen, naast de andere zintuigen (reuk, gevoel) een cruciale rol vervullen. Deze visuele waarneming op ooghoogte worden onder andere door Repton en Alphand behandeld in hun handboeken. Zij geven aan hoe in plattegronden en in doorsneden/aanzichten zichtlijnen lopen en hoe deze lijnen onderdeel uitmaken van het landschapsarchitectonische ontwerp. De zichtlijnen zijn stippellijnen, die op ooghoogte door een mensfiguur zijn aangegeven. Roodbaard (1782 - 1851) geeft in de plattegronden van zijn parkontwerpen zichtlijnen aan als dunne lijntjes (Cremers et al., 1981), die hij van belang acht voor de beleving als wandelaar. In de literatuur over landschapsarchitectonische ontwerpen (Boer, 1979; McCluskey, 1985 (bron: Kerkstra, 1996); Walker, 1991; Robinson, 1994, 2004) worden in verschillende getekende situaties in doorsneden/aanzichten mensfiguren getekend met zichtlijnen op ooghoogte. Hieruit is tevens de verhouding tussen de mensfiguren en de objecten af te leiden. Verschillende ruimtelijke effecten, zoals open, gesloten worden toegelicht. Haak et al. (1973) stellen dat de ooghoogte van een staande persoon kan variëren tussen 1,47 en 1,75 m.

Boer (1979) en Wieggersma et al. (1988) laten de perspectivische werking zien van een rij en een laan van bomen op ooghoogte. Bij deze beelden wordt daarmee de werking als een wand of laan aangegeven. De beleving van een beplantingstype wordt hier vanuit verschillende gezichtspunten beschouwd teneinde het volledige ruimtelijke effect ervan vast te stellen.

12 Een beplanting is een begroeiing die is aangeplant (Boer et al., 1993). Voor een plantengroepering komen meerdere begrippen voor, zoals Westhoff et al. (1974): Plantengemeenschap: een ruimtelijke groepering van elkaar beïnvloedende planten, die in zeker evenwicht verkeert en een bepaalde, min of meer homogene standplaats bevolkt. Hij definieert vegetatie, "als een ruimtelijke massa van planten individuen, in samenhang met de plaats waar zij groeien en in de rangschikking, die zij uit zichzelf

(spontaan) hebben aangenomen". Het handelt dus over planten, die zich spontaan ontwikkeld hebben en een specifieke relatie vertonen met hun milieu. In tegenstelling tot plantengemeenschap of vegetatie gaat dit onderzoek uit van het begrip beplantingstype of beplantingstypologie. Hieronder worden verschillende plantaardige vormen verstaan, die door de mens als grondvorm of type bedacht zijn.

13 De grondvormen zijn verder uitgewerkt in beplantingstypologie I, II, III, IV.

Over de *waarnemingspositie* tot het object stelt Wassink (1999), 'dat hoogte, afstand en kijkrichting bepalen welke vormen worden waargenomen. Vanuit een berg of vliegtuig neemt men andere vormen of andere aspecten van de vorm waar dan op ooghoogte of bij een verlaagde positie'.

Bij grotere kijkafstanden treden in buitengebieden vervormingen op, waarbij bijvoorbeeld bij beplantingen een dak meer op een blok gaat lijken. Omdat in eerste instantie uitgegaan wordt van kortere kijkafstanden, gaat het onderzoek in beginsel niet uit van deze genoemde vervormingen, maar van korte zichtlijnen met een vaste ooghoogte.

Wassink (1999) stelt, dat het tijdstip en meteorologische omstandigheden, vanuit het morfodynamisch aspect bezien, van invloed zijn op de verschijningsvorm van de beplanting. In dit onderzoek is uitgegaan van een beplanting in bebladerde toestand en dat het tijdstip van de dag ongeacht de stand van de zon en zonder mist of nevel uitgangspunt is bij de beoordeling van het ruimtelijke effect van de beplanting.

De ooghoogte en waarnemingspositie zijn bepalend bij de vaststelling of bij de analyse van de beplanting in één of meerdere beplantingstypen. De vervolgvraag na deze constatering luidt: Welke architectonische functies zijn met beplanting te realiseren, en welke rol speelt de waarneming en de plaats waar deze waarneming wordt vastgesteld ten opzichte van de beplantingsmassa?

In het kader van dit onderzoek worden 5 architectonische functies onderscheiden die gerelateerd zijn aan beplanting en beplantingstype (TABEL 2 — KLEINKAPITAAL VERWIJST NAAR HET KLEURKATERN IN HET HART VAN DIT BOEK):

1 Accentuerende functie

Met beplanting kan de ontwerper een punt, lijn of een volume accentueren als symbool of tijdsmarkering. Als punt in een vlak (deze relatie is in TABEL 2 met een stippellijn aangegeven): door een solitair bij een kruispunt, een wegwijk of kapel, een historische plek of

een hoekpunt van een kavel; als lijn: door een laan bij een weg, door beplanting bij grafen op de hellingen in Zuid-Limburg, bij kavel- of eigendomsgrenzen of bij het verloop van een kanaal, beek, rivier of dijklichaam; als volume: door een bossage of kronendak op het hoogste punt van een heuvel, berg of een plein.

2 Scheidende functie

Bij een scheidende functie van een beplanting ligt de waarnemingspositie buiten de massa en is de kijkrichting hierop gericht. Met deze massa's kan de ontwerper een ruimte indelen, waardoor een gebied of terrein een eigen sfeer, betekenis of karakter krijgt: een privésfeer creëren, of een in zijn ogen onopvallend object afschermen. Voorbeelden hiervan zijn lijnvormige beplantingen zoals houtwallen en heggen als aanduiding van het eigendom. Afscherpende beplantingen zijn bijvoorbeeld: erfbeplanting bij boerderijen, windschermen bij sportvelden en boomgaarden, randbeplanting bij begraafplaatsen en industrieterreinen. Volumevormige beplantingen met een scheidende functie zijn bijvoorbeeld het geleidingsgroen of kleine bossages in grotere parken en landgoederen.

3 Begeleidende functie

Essentieel bij een begeleidende functie van een beplanting is dat de waarnemingspositie zich op een lijn verplaatst van A naar B. De begeleiding bestaat uit een continue lijnvormige massa, die in relatie staat tot een verbinding. Het gevolg is, dat het zicht gaande over deze verbinding gericht wordt. Wanneer aan beide zijden een beplanting aanwezig is, wordt het zicht nog sterker gericht op een bepaald doel, zoals een beeld, een kasteel, kerktoren, maar ook het perspectief effect zelf. De waarde of betekenis van een verbinding wordt verhoogd, wanneer er zich aan weerszijden van de weg meerdere rijen bomen bevinden of naarmate de verbinding rechter en langer is.

4 Sfeerbepalende functie

Van een sfeerbepalende functie van een beplanting is sprake wanneer de waarnemingspositie zich *in, tussen*

of *onder* de massa bevindt. De ontwerper wil een eigen betekenis aan een plek geven door een specifieke groene sfeer te creëren. Er ontstaat een *binnenzijde*, waar de waarnemer in alle richtingen een of meerdere ruimten in het groen ervaart. In de massa's komen ruimten voor, die uit de voorgaande functies zijn af te leiden en waaraan dezelfde functies zijn toe te schrijven: de accentfunctie als de open plek, zoals een beeld in een bosquet uit de baroktuin; de met een verbinding gecombineerde begeleidende functie als een lijnvormige ruimte: lanen, het padenbeloop (sterrenbos) in een bossage of parkbos. Wanneer deze ruimten in de massa's zich *niet* onder een kronendak bevinden, wordt de architectonische functie versterkt door de ontstane lichtinval.

5 Ruimtescheppende functie

Een beplanting bevat een ruimtescheppende functie wanneer de massa zich ondergeschikt maakt aan een bepaalde of ontworpen ruimte. De ruimtescheppende functie treedt op, wanneer de gehele massa zich beneden ooghoogte bevindt. Indien één of meerdere solitairen uit het vlak tot boven ooghoogte uitstijgen (deze relatie is in TABEL 2 met een stippellijn aangegeven), ontstaat er een contrastwerking dichtbij – veraf. Daarmee valt een deel van het vergezicht weg en wordt de illusie gewekt, dat er meer ruimte is. Dit effect vergroot het ruimtescheppende vermogen van de functie.

Om deze functies te realiseren bedenkt de ontwerper plantaardige vormen. Deze veelvormigheid wordt in de komende paragraaf herleid tot grondvormen of beplantingstypen ten behoeve van het analyseren en het ontwerpen van beplantingen. Welke beplantingstypen zijn te onderscheiden?

Beplantingstypen

In de literatuur zijn indelingen te vinden van ruimtebepalende elementen of basiselementen in de landschapsarchitectuur. In hoofdzaak zijn deze indelingen gebaseerd op de elementaire meetkundige concepten:

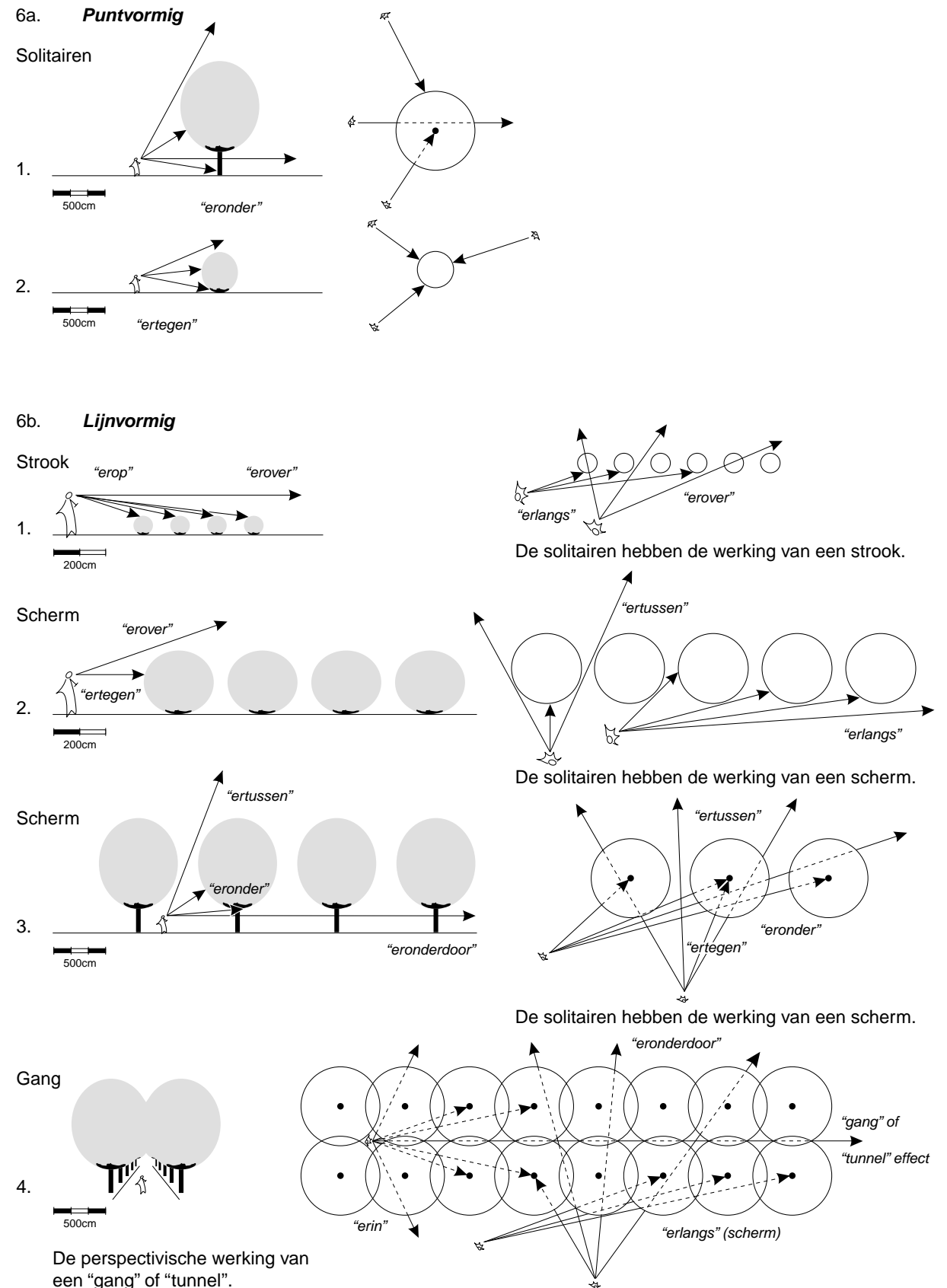
punt, lijn, vlak en volume (Norberg – Schulz, 1971, Kolars et al., 1974, McCluskey, 1985 (bron: Kerkstra, 1996); Wiegersma et al., 1988; Bell, 1993; Reid, 1993; Wasink, 1999) en op *solitair, vlak* ('base plane'), verticaal – *scherm* ('verticals') en *dak* ('overhead plane') (Simonds, 1997; van Lammeren et al., 2003). Als elementen bij deze indelingen worden onder andere beplanting, stenen en verharding, wegen, kustlijnen, gebergten of landschappen genoemd. Op basis van punt, lijn, vlak en volume worden zeven beplantingstypen onderscheiden. Omdat de elementaire meetkundige concepten in beplanting uitgedrukt niet in exact dezelfde vorm zijn weer te geven, eindigen de termen in -vormig: punt in puntvormig. In beplantingstypologie I 'Architectonische functies' (TABEL 2) worden de verschillende beplantingstypen toegelicht en wordt verklaard in welke mate, sterk of zwak, een architectonische functie wordt vertaald door een of meerdere van deze beplantingstypen.

1 Puntvormig ((figuur 6a)

De *solitair* is een vrijstaand object in de open ruimte, die vanuit de omgeving op verschillende waarnemingsposities nagenoeg zonder perspectivische werking steeds als dezelfde grondvorm eenduidig wordt ervaren.

2 Lijnvormig ((figuur 6b)

Op het moment dat meerdere solitair in een rij geplaatst worden, kan men erop kijkend of ertussen en eronderdoor kijken (transparantie). In het perspectief gezien zijn er vanuit enkele waarnemingsposities een *strook*¹³, *scherm* of *gang* waar te nemen. Bij een 'strook' kijkt de waarnemer op de massa, bij het 'scherm' er langs en bij een 'gang' erin.



Figuur 6a en b Beplantingstypen: punt en lijn.

3 Vlakvormig (figuur 6c)

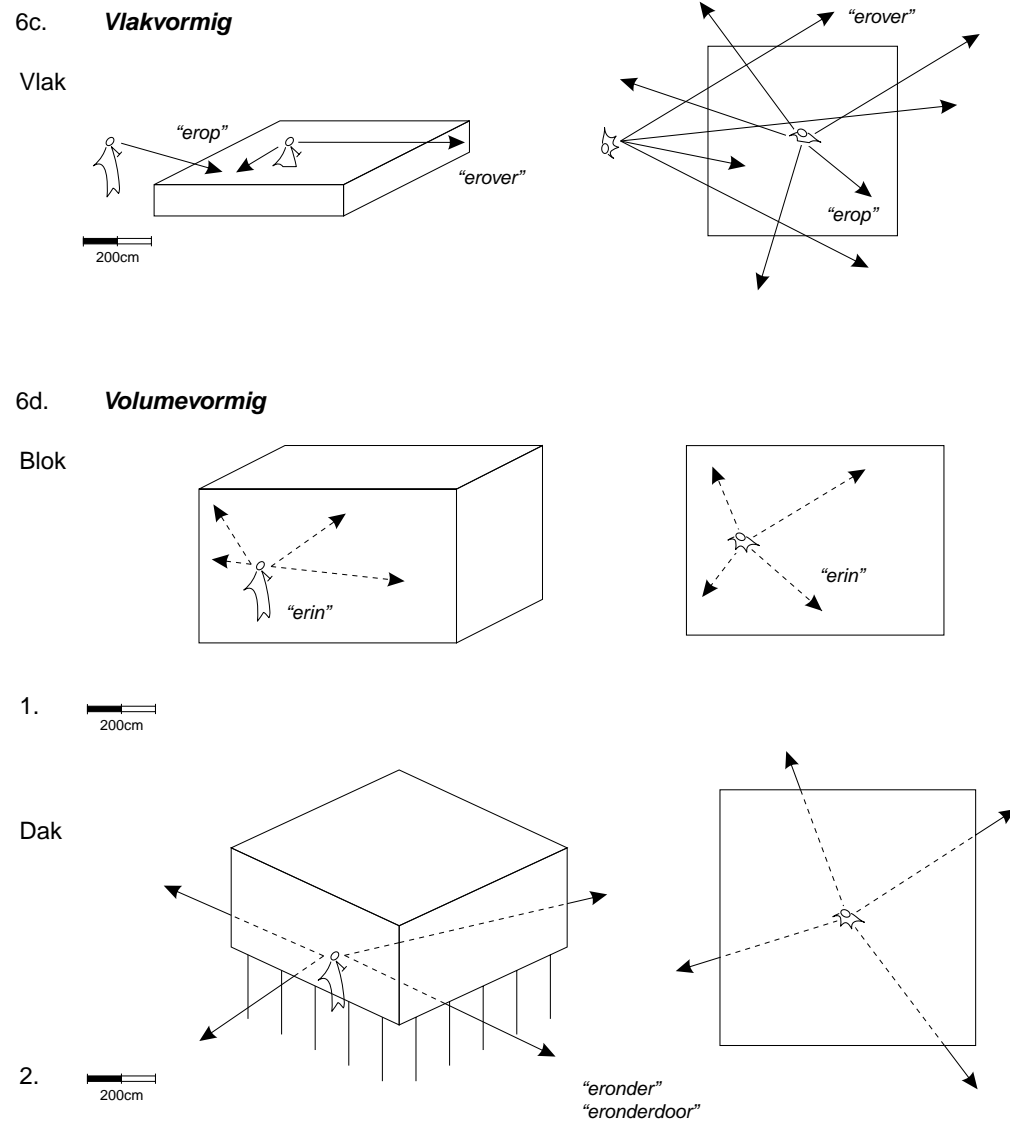
Wanneer de solitairen zich in elke richting beneden ooghoogte gaan uitbreiden ontstaat er een 'vlak'. De waarnemer kijkt erop of erover of hij nu naast of in het vlak staat. Omdat er in het zicht op ooghoogte geen belemmeringen zijn, loopt de ruimte door. Bij een vlakfiguratie ontbreekt de overheersende richting en krijgt het de naam 'vlak'.

4 Volumevormig (figuur 6d)

Het volume kent, evenals de gang, kijkrichtingen die 'erin', 'eronder' of 'eronderdoor' gaan, waarbij in de beleving rondom de grondvorm geen overheersende richting wordt ervaren. Voor de situering van de waarnemingspositie betekent 'erin' en 'eronder', dat de positie zich in het volume bevindt. 'Erin' betekent, dat er sprake is van een 'blok', 'eronder' of 'eronderdoor' betekent, dat er sprake is van een 'dak'. Loodrecht erop kijkend buiten het 'blok' treedt géén transparantie op, terwijl dit wel optreedt bij het 'dak' vanwege de onderdoorkijk.

Op basis van het voorgaande is een overzicht gemaakt waarin duidelijk wordt in hoeverre de beplantingstypen de architectonische functies kunnen vervullen en welke beplantingstypen daartoe in staat zijn. In beplantingstypologie I 'Architectonische functies' (TABEL 2) staan de functies en beplantingstypen tegenover elkaar. Met de kwalificatie 'sterk' en 'zwak' is de werking van het beplantingstype voor een bepaalde functie uitgedrukt. Uit het schema komen als belangrijkste conclusies naar voren, dat

- één architectonische functie door meerdere beplantingstypen is te realiseren, maar ook dat één beplantingstype meerdere functies kan bevatten;
- solitairen bij uitstek de accentfunctie kunnen vervullen, strook, scherm en gang bij uitstek de scheidende of begeleidende: blok en dak bij uitstek de sfeerbepalende en het vlak bij uitstek de ruimte-scheppende functie;



Figuur 6c en d Beplantingstypen: vlak en volume.

De vijf genoemde architectonische functies zijn hoofdfuncties, waarop het doel van de ontwerper zich primair richt. De grens tussen de functies is niet scherp te trekken, omdat naast een hoofdfunctie meestal meerdere nevenfuncties zijn te onderscheiden. Wanneer bijvoorbeeld een weg met beplanting is geaccentueerd, heeft de ruimtelijke werking tevens een scheidende en een begeleidende functie en is de accentuering in een overweldigende uitvoering gerealiseerd, ook nog sfeerbepalend. In dit voorbeeld kan een beplanting dus verschillende functies bevatten. De hoofdfunctie dient in de context van het ontwerp en de wijze waarop de architectonische functie wordt uitgevoerd, begrepen te worden.

- De mate, waarin de architectonische functie door het beplantingstype geëffectueerd wordt, is afhankelijk van:
 - *Sterk*: het op of boven ooghoogte zijn van de massa en het in vorm geknipt zijn (afhankelijk van het beplantingstype en beheer); donkere kronen, wintergroen, bloeiend, herfstkleur, bladkleur (afhankelijk van het sortiment).
 - *Zwak*: solitair (afhankelijk van de plantafstand); lichtere kronen, bladverliezend (afhankelijk van het sortiment).

De keuze van het beplantingstype en beheer vindt plaats in de ontwerpfase (fase 1). De keuze van het sortiment en de plantafstand, dus de wijze waarop de architectonische functie wordt uitgevoerd, vindt plaats in de beplantingsfase (fase 2). Het sortiment en de plantafstand bepalen de constructie van het beplantingstype. Hieruit zijn de volgende vragen af te leiden in relatie tot de realisering van de architectonische functies: Welke rol speelt de constructie in het beplantingstype? Welke architectonische betekenis heeft de constructie voor het beplantingstype? Een nadere analyse hiervan volgt in de komende paragraaf 'Constructie'.

Figuur 7 Groeisnelheid, levensduur en verschijningsvorm.

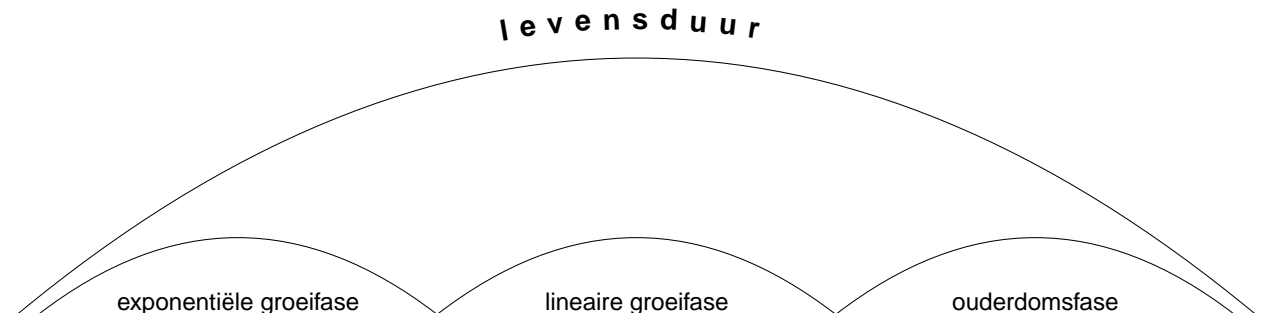
3.2.2 Constructie

Elke grondvorm of beplantingstype is opgebouwd uit één of meerdere planten, of elementen ook sortiment genoemd. Onder het begrip *sortiment* worden de gekweekte plantensoorten verstaan, die in een beplanting worden toegepast. Over het sortiment verschijnen regelmatig publicaties in tijdschriften en boeken, waarin een bepaald gedeelte uit het sortiment wordt onderzocht op naamgeving, kenmerken en gebruikswaarden. Deze onderzoeken leiden soms tot naamsverandering of tot nieuwe inzichten over de gebruikswaarden. Het sortiment is zeer omvangrijk, mede door internationale handelscontacten, die teruggaan tot de 17^e eeuw. Er is veel literatuur op het gebied van het sortiment. Ten behoeve van het ont-

werpen van beplanting is een onderscheid gemaakt tussen de verschijningsvorm, de gebruikswaarde en de morfologie van de plant.

De *verschijningsvorm* van een plant valt gedurende een periode van het jaar duidelijk op. Deze periode valt meestal samen met het seizoen. Er zijn planten die elk seizoen een wijziging ondergaan, zoals bijvoorbeeld het verliezen van het blad, bladontwikkeling, bloei en herfstkleur en soms is er geen wisseling zichtbaar per seizoen, zoals bij de meeste coniferen (figuur 7). Bij deze planten spelen weer de kleur van de naalden, schubben en bladeren een belangrijke rol. Een voorbeeld van donkere boomkronen is een laan van paardekastanjes en een voorbeeld van lichtere boomkronen is een laan van berken.

De groeisnelheid en levensduur als vorm van dynamiek:



De verschijningsvorm als seizoensdynamiek:



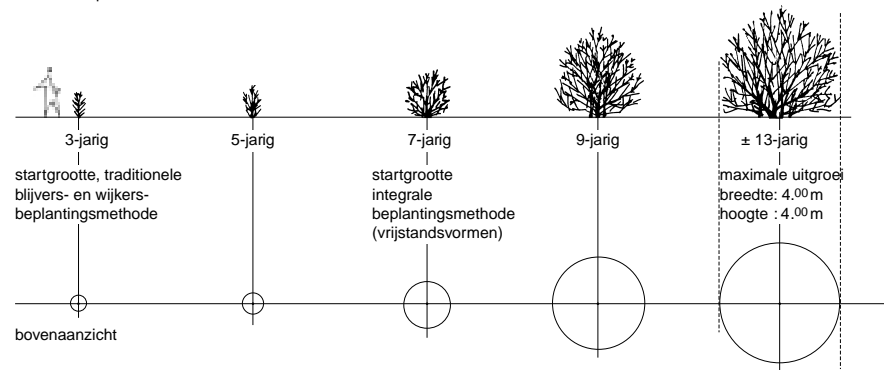
Tabel 3 Classificatie vrijstandsvormen.

Classificatie vrijstandsvormen

		BREED - BOL (hoogte < breedte)			OPGAAND (hoogte > breedte)				SMAL - ZUIL (hoogte >> breedte)		
		breed afgeplat spreidend platte bol	bol rond kogel	breed-overhangend parasol treurend bodembedekkend	breed-waaier vaas	breed-toegespitst pyramidaal	breed-kegel opgaand pyramidaal ovaal	smal-kegel eirond	smal-pyramidaal fastigiaat	smal-overhangend treurend	zuil
STRIJKVORMEN	vertakking vanaf de grond.										
		Acer palmatum Euonymus alatus Rhus typhina	Cornus mas Prunus laurocerasus 'Rotundifolia' Rhododendron 'Catawbiense' Grandiflorum'	Buddleia davidii Forsythia intermedia 'Spectabilis' Stephamandra incisa 'Crispa'	Cercis siliquastrum Malus-laagstam Prunus sargentii	Ilex aquifolium 'Pyramidalis'	Magnolia soulangeana Philadelphus coronarius Viburnum rhytidophyllum	Nothofagus antarctica Prunus serrulata 'Amanogawa' Taxus baccata 'Fastigiata'			
BOOMVORMEN	één enkele stevige stam.										
		Fagus sylvatica Pinus sylvestris Taxus baccata	Chamaecyparis pisifera 'Filifera' Quercus robur	Fagus sylvatica 'Pendula' Salix sepulcralis 'Chrysocoma' Tsuga canadensis	Acer saccharinum Cercidiphyllum japonicum Salix matsudana 'Tortuosa'	Abies koreana Corylus colurna Picea abies	Liriodendron tulipifera Pinus nigra austriaca Tilia europaea	Chamaecyparis lawsoniana 'Triomf van Boskoop' Taxodium distichum Sequoiadendron giganteum	Metasequoia glyptostroboides Picea omorika Thuja occidentalis 'Pyramidalis'	Betula pendula 'Tristis' Cedrus atlantica 'Glauca Pendula' Picea abies 'Inversa'	Calocedrus decurrens Populus nigra 'Italica' Quercus robur 'Fastigiata Koster'

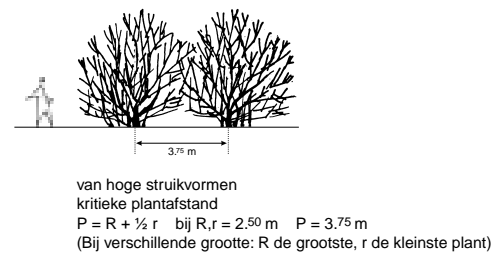
GROEI-ONTWIKKELING:

Viburnum opulus

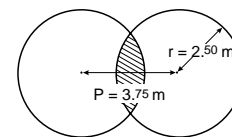


Figuur 9

VRIJSTANDSVORMEN

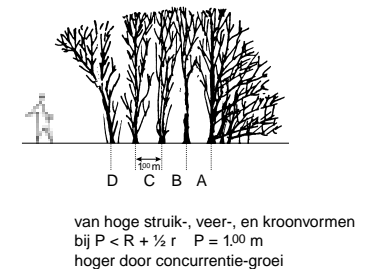


Figuur 10



overlap

CONCURRENTIEVORMEN

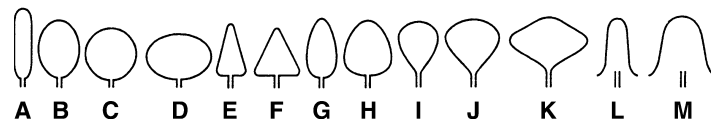


Figuur 11a

Figuur 9, 10 en 11a

Omdat meerdere plantensoorten van verschillende verschijningsvormen kunnen voldoen aan dezelfde morfodynamische variabelen van plant, beplantingstype of beplanting is de morfodynamiek leidend voor de beplantingsfase (fase 2). Er ontstaan keuzemogelijkheden, die een tijd- of persoonsgebonden materiaalkeuze mogelijk maakt.

Onder de *gebruikswaarde* worden kwaliteiten of gevoeligheden van planten verstaan, die bij het gebruik ervan van belang zijn. Daarbij wordt gedacht aan: ziekte- of vorstgevoeligheid, windbestendigheid, al dan niet schaduwverdragend, half- of gesloten verharding verdragend, bestendig tegen stads- en industriegebieden of voorkeur voor bepaalde bodemtypen: kalkrijk, zuur, nat, droog of lichte grondsoort. Ook zijn bepaalde eco-



- | | |
|---|------------------------------------|
| A | zuilvormig |
| B | ovaal |
| C | rond/bolvormig |
| D | afgeplat bolvormig |
| E | smal kegelvormig/smal piramidaal |
| F | breed kegelvormig/breed piramidaal |
| G | eirond/eivormig |
| H | breed eirond |
| I | smal vaasvormig/omgekeerd eirond |
| J | waaivormig/vaasvormig |
| K | breed waaivormig/breed vaasvormig |
| L | smal treurend |
| M | breed treurend |

Figuur 8 Schematische weergave van de kroonvorm.

Bron: Stadsbomen Vademecum, deel 4: Boomsoorten en gebruikswaarde, Janson et al. (1994).

logische kwaliteiten te onderscheiden, zoals vogelvoer en nestgelegenheid, dracht- of vlinderplant. (Pannekoek en Schipper, 1983; Ruyten et al., 1994, 2002).

De *morfologie* of *vormleer* bestudeert de uitwendige vorm van de plant en de plantendelen (van Dijk, 1968). De vormen van de elementen die voor het ontwerpen van beplantingen van belang zijn, zijn in twee essentieel verschillende hoofdvormen onder te brengen: de vrijstands- en de concurrentievorm. Ondervinden de elementen géén onderlinge concurrentie dan is er sprake van 'vrijstandsvormen', ondervinden zij die wél dan is er sprake van 'concurrentievormen'. Dit betekent dat de plantafstand de vorm van het element beïnvloedt afhankelijk van de breedte- en hoogtemaat. Welke vormen kunnen de elementen binnen een beplantingstype aannemen en hoe ligt de relatie tussen vorm, plantafstand en leeftijd of levensduur?

Alle vrijuit groeiende bomen en struiken vallen onder de naam *vrijstandsvorm*. Dit is de vorm die ontstaat wanneer de vorm niet beïnvloed wordt door andere planten in de ontwikkeling naar de volgroeide toestand. Op basis van de wijze van vertakking hanteren Wiegersma et al. (1988) de begrippen: boom- en struikvormen. Boomvormen hebben een min of meer doorgaande stam; Struiken vertakken zich meteen vanaf de grond. De vrijstandsboom¹⁴ is in dit onderzoek niet alleen de vrijuit groeiende boomvorm, maar ook de boom die tevens onder invloed van de mens of grazend dier een takvrij stamgedeelte heeft vanaf het maaiveld tot ongeveer 2 tot 4 m hoogte.

Deze vormen komen voor in tuinen, parken, lanen, erfbeplanting, landgoederen en weilanden en treffen we aan bij onder andere linde, paardekastanje, populier, wilg, eik en beuk.

Afhankelijk van de hoeveelheid (zon)licht ontwikkelt de vrijstandsvorm over de gehele habitus verspreid naalden, kegels, bladeren, bloemen of vruchten en heeft daardoor een optimale verschijningsvorm. Er is daarvoor ook voldoende groeiruimte nodig om tot

de vrijstandsvorm te komen. Een in vrijstandsvorm ontwikkeld houtig gewas weerspiegelt voor elke plantensoort afzonderlijk haar herkenbare unieke vorm. Om er van verzekerd te zijn, dat vrijstandsvormen gedurende de groei tot aan de ouderdomsfase behouden blijven, dienen de elementen op een ruime dan wel minimaal op de kritieke plantafstand gepositioneerd te zijn. De *kritieke plantafstand* is de afstand, die wordt bepaald wanneer twee planten in de ouderdomsfase elkaar raken. Uit verschillende bronnen (Hartogh Heys van Zouteveen, 1908; Nelson, 1985, 1979; Ruyten et al., 1994; Brahe et al., 2001) blijkt dat deze afstand gemiddeld genomen P (plantafstand) = 2/3 tot de gehele breedte van een volgroeide plant bedraagt. In dit proefschrift wordt de formule: $P = R + 1/2r$ (Ruyten et al., 1994, 2002) gehanteerd, waarbij R en r de straal is van een boomkroon of struik in volgroeide toestand, R van de grotere en r van de kleinere plant met (eventueel) een andere straal (figuur 10). Het onderscheid van R en r is in deze volgorde gemaakt, omdat bij omkering de formule te kleine plantafstanden berekent.

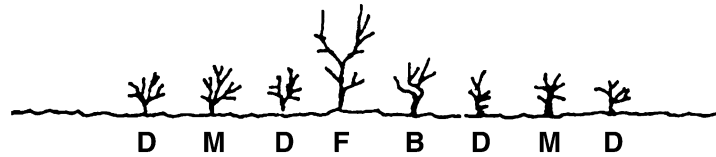
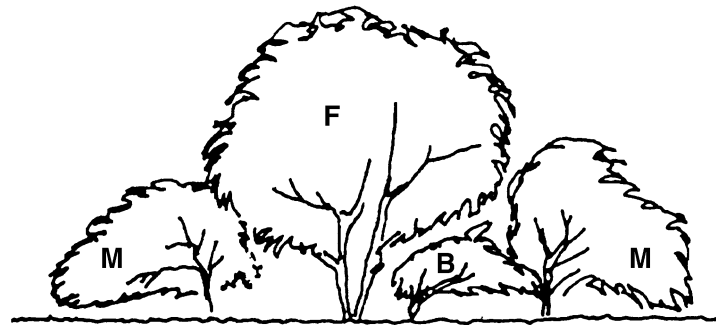
Voor een overzicht in vrijstandsvormen biedt de literatuur aanknopingspunten. Pannekoek en Schipper (1983), delen bijvoorbeeld de vrijstandsbomen in via 'de vorm van de kroon' (bij loofbomen): zuilvormig, piramidaal – ovaal, rond en breed; 'vorm' (bij coniferen): piramidaal, zuilvormig, breed of spreidend en rond; 'groeiwijze' (bij struiken): breeduitgroeiend, rechtopgaand, gedrongen dooreen groeiend en overhangend. Boer (1979) geeft een indeling weer van de vrijstandsbomen in: treur, platte bol, bol, parasol, zuil en fastigiata pyramide en bij de struikvormen: bodembedekkend, opgaand, en breed tot overhangend groeiend. Janson et al. (1994), komen bij de behandeling van stadsbomen tot een indeling van 13 kroonvormen (figuur 8), die in een aanzicht getekend zijn.

Op basis van bovenstaande informatie is een totaaloverzicht gemaakt van de vrijstandsvormen van houtige gewassen, 'Classificatie vrijstandsvormen', zie tabel 3. De verticale kolom laat het onderscheid in struik- en boomvormen zien, waarvan de takkenstruc-

¹⁴ Het begrip vrijstandsboom gebruikt Houtzaggers (1956). Hij definieert het begrip als volgt: "Een boom, die zware zijtakken kan ontwikkelen".

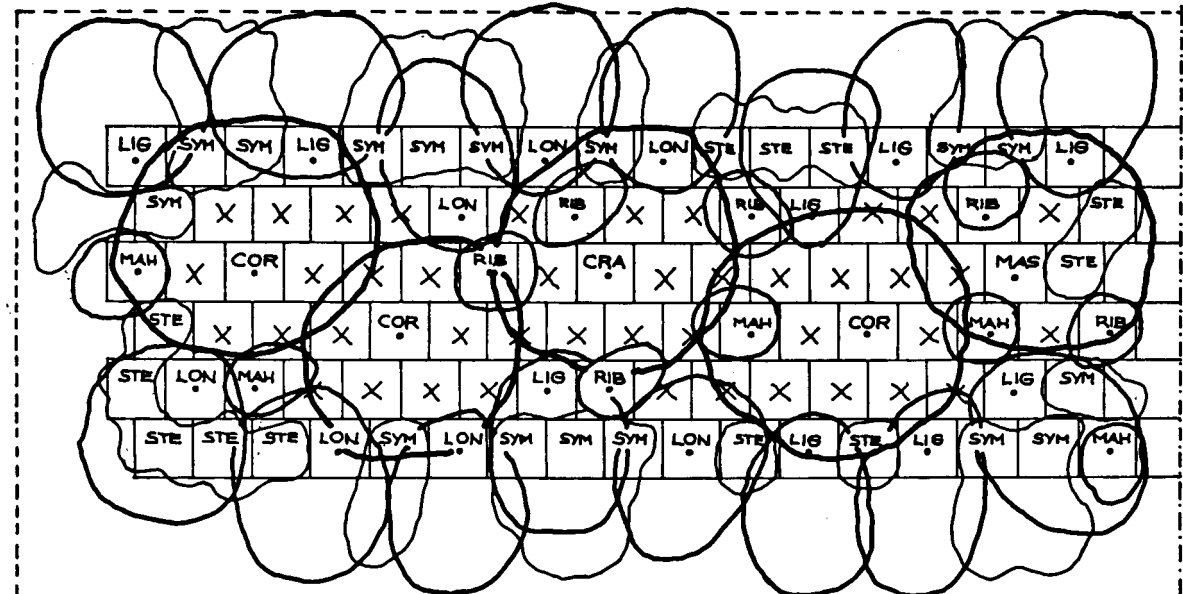
Figuur 11b Een bewuste strategie van in concurrentie groeiende planten.

Die Funktionen der Gehölze innerhalb der Pflanzung (unten zum Pflanzzeitpunkt, oben nach ca. 15 Jahren; F = Führendes Gehölz; M = Mantelgehölz; B = Begleitendes Gehölz; D = Dienendes Gehölz oder Krautige, nach 15 Jahren verdrängt), nach Brahe 1994 verändert.



Prognoseergebnis nach 20 Jahren: die Dienenden wurden zwischenzeitlich unterdrückt.

Bron: 'Leitfaden für die Planung, Ausführung und Pflege von funktionsgerechten Gehölzpflanzungen im besiedelten Bereich', Brahe et al. (1999).



tuur voor elke vorm schematisch is weergegeven. Drie groepen verdelen de horizontale balk volgens een verhouding hoogte en breedte, die overeenkomen met de bijbehorende begrippen: *breed-bol*: hoogte kleiner of gelijk aan de breedte; *opgaand*: hoogte groter dan de breedte en *smal-zuil*: hoogte veel groter dan de breedte. Om een realistische voorstelling te maken, zijn voorbeelden van planten gegeven, die representatief zijn voor de bijbehorende vorm. De vrijstandsvorm van de boomvorm wordt een 'veer' genoemd. Op basis van deze tabel kan nu de vorm van een houtig gewas worden herleid.

Er ontstaan *concurrentievormen*, wanneer de vrijstandsvormen concurrentie ondervinden van andere planten. Een horizontale stand van de takken vergroeit in deze situatie naar een meer verticale positie en de onderste takken sterven geleidelijk af door lichtgebrek. De plant krijgt een smal – zuilvormige vorm. Indien dit proces van vergroeiing meerdere jaren duurt, gaat de plant zich hierop aanpassen in een onomkeerbaar proces. Door de groei van concurrenten groeien zij gezamenlijk op tot één geheel als struik, kroon, struweel of bossage. Dit natuurlijke of spontane proces kan worden nagebootst door het dicht opeen planten, zoals in een clump¹⁵ wordt toegepast. Concurrenten ontstaan op een natuurlijke manier door afleggers¹⁶ (kornoelje, rododendron), worteluitlopers (acacia, duivelswandelsok) of door zaailingen (beuk, grove den).

In figuur 11a zijn een aantal varianten van concurrentievormen getekend, die vanaf hun jeugdfase met gelijke groeikracht en -snelheid zijn opgegroeid. Er zijn asymmetrische elementen (A), die aan de randen staan. Door de vertakking in de buitenste rand wordt het binnenste gedeelte afgesloten. Het dan ontstane lichtgebrek veroorzaakt binnenin takafstoting of takreïning. De elementen hebben dan alleen nog in de top of kroon bladeren (B). Bij meer licht langs de stam blijven

soms nog kleine takjes met blad over (C). Vrijgestelde concurrentievormen gaan uithangen (D), omdat de stam onvoldoende krachtig is om de kroon of het eigen gewicht rechtop te houden (figuur 29).

Bij planten, die in concurrentie opgroeien vermindert de kwaliteit van de verschijningsvorm (minder blad, naalden, bloemen of vruchten), terwijl bij dezelfde plantensoorten, die in vrijstand onder dezelfde omstandigheden groeien, hun verschijningsvorm optimaal is. Van planten die goed schaduw verdragen, zoals taxus en hulst, verandert de vrijstandsvorm door schaduwwerking minder snel dan bij lichtminnende soorten (wilg, sering). Lichtminnende soorten zijn namelijk geneigd door een schuine stand van de stam of takken, licht te zoeken. Deze schuine stand wordt ook ingenomen, wanneer een plant met een grotere groeisnelheid over een andere plant met een lagere groeisnelheid gaat hangen, wanneer beide planten zich binnen de kritieke plantafstand bevinden (figuur 11b).

Tot zover de verschillende vormen, die onder invloed van de soort of plantafstand voorkomen.

Een andere belangrijke oorzaak van vormverandering bij de elementen is de antropogene beïnvloeding. In het kader van de behandeling in dit hoofdstuk over de morfologie en de morfodynamiek wordt een onderscheid gemaakt tussen antropogene beïnvloeding I en II: I omvat de 'opkweek en beheer'. Het doel van deze beïnvloeding is om een plant te verzorgen naar volwassenheid, hetzij op een kwekerij, hetzij op de plaats van bestemming, echter zonder het oogmerk het beplantingstype te willen transformeren. De tweede categorie (II) 'Transformatie' omvat alle handelingen, die een beplantingstype transformeert naar een ander type. Deze vorm van dynamiek komt in paragraaf 3.3.3 aan de orde in het tweede deel van dit hoofdstuk onder 'Morfodynamiek'.

3.2.3 Antropogene beïnvloeding I 'Opkweek en beheer'

Antropogene beïnvloeding I omvat alle maatregelen, die of vallen onder de opkweek van de plant, beplantingstype of beplanting tot aan de ouderdomsfase of vallen onder alle werkzaamheden om een bepantings-type te beheren. Het bijbehorende beheer is in TABEL 4 beplantingstypologie II 'Constructie', door verschillende kleuren aangeven: *blauw*: betekent vorm- of begeleidingssnoei, *paars*: verjongingssnoei en *oranje*: dunnen of afzetten. Het beheer is afhankelijk van het beplantingstype en afhankelijk van de positie waarin de elementen zich bevinden (bijvoorbeeld vrijstand of in concurrentie). De vraag luidt: 'Hoe kweek ik planten op en hoe beheer ik een beplantingstype?'

De doelstelling om te snoeien is om bloeihout te stimuleren en om een bepaalde vorm te handhaven. Of, zoals de Vogel (1967) het omschrijft: 'Men snoeit in tuinen en parken om de bloei der planten te bevorderen, de vruchtbaarheid te verhogen en de groei en vorm te behouden.'

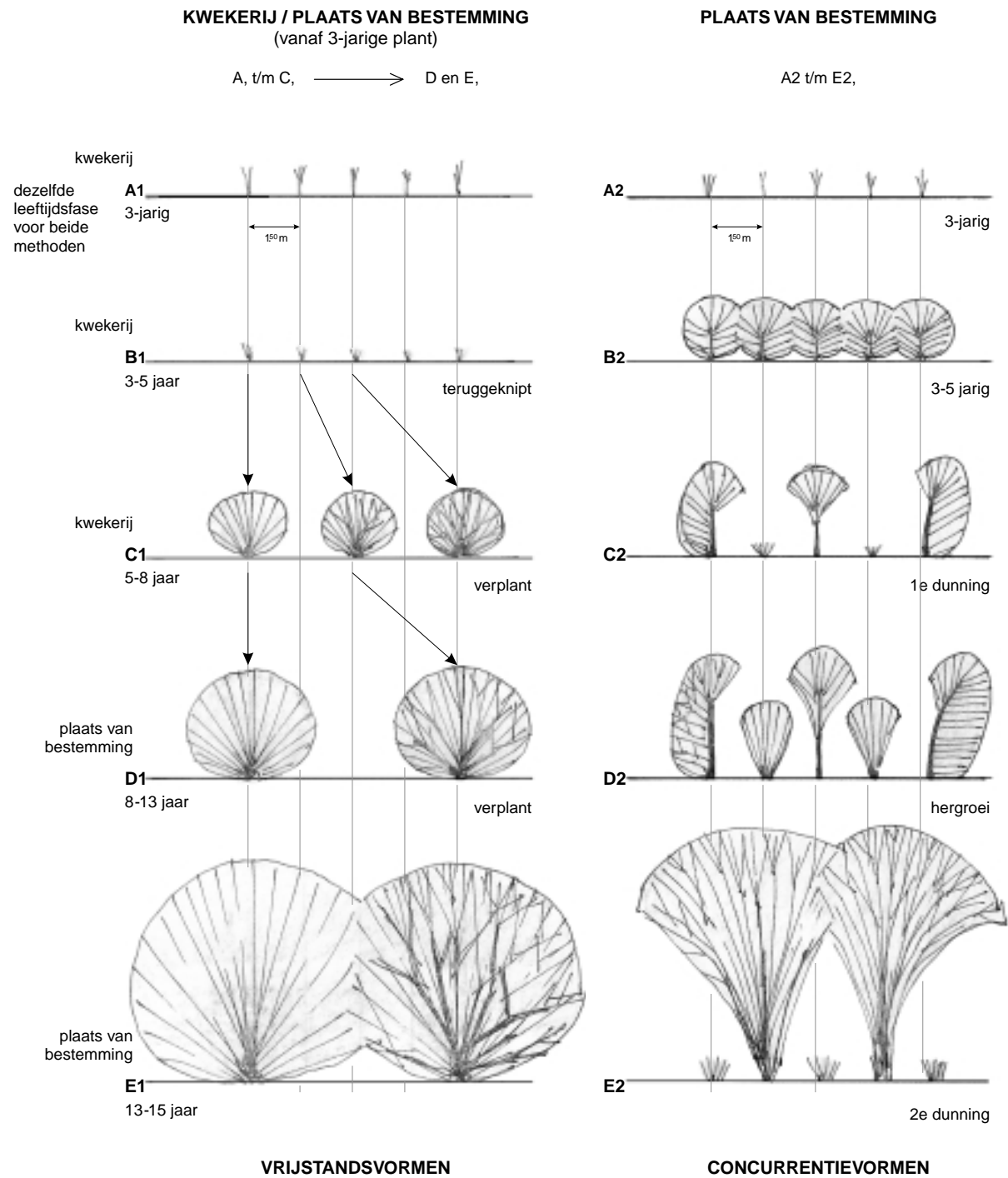
Er is blijkbaar snoei, die hoort bij de opkweek van een plant en snoei die wordt toegepast niet alleen op de kwekerij, maar ook op de plaats van bestemming zoals in tuinen en parken. Omdat bij struiken in beginsel alle snoeihandelingen voorkomen zullen deze planten de leidraad vormen bij de behandeling van dit onderwerp, aangevuld met de behandeling van de bomen.

In de praktijk bestaat een essentieel verschil tussen de opkweek van jong plantmateriaal op de kwekerij en op de plaats van bestemming. Deze verschillende opkweekmethoden hebben gevolgen voor de vorm die de plant aanneemt aan het einde van de opkweekperiode. Om het verschil in vorm duidelijk te maken, wordt in de komende vergelijking uitgegaan van hetzelfde uitgangsmateriaal voor beide methoden, zijnde

¹⁵ Een clump is een boomgroep, die in de Engelse landschapstuin op uitgestrekte grasvelden werden geplant (Kluckert, 2000).

¹⁶ Een aflegger is een plant, die ontstaat door beworteling van een tak na een langdurig contact met de grond en die van de moederplant wordt afgesneden (vegetatieve vermeerdering).

Figuur 12 Gesnoeide vormen bij de opweek van een struikvorm naar de maximale uitgroei.



3-jarige houtige struikvormen, in de ontwikkeling op een kwekerij en in de andere situatie op de plaats van bestemming.

Kwekerij/plaats van bestemming

(figuur 12, A1 t/m E1)

(A1): In figuur 12 geeft de linkerkolom de ontwikkeling weer. Verdeeld over A, B, C, D en E zien we de leeftijden vanaf driejarige plant tot aan de maximale uitgroei als 13 - 15-jarige plant.

Een plant wordt op de kwekerij door zaad of stek vermeerderd en op driejarige leeftijd in een rij of in een pot in de volle grond uitgeplant. De eerste zorg is om de plant door te schoffelen vrij te houden van ongewenste kruiden, die de plant kunnen beconcurreren. Dit is het zogenaamde 'zwart' houden van de grond in het plantvak. De kwaliteit van de plant gaat namelijk achteruit door het achterwege laten van deze handeling (Koster 2001b, pagina 85).

(B1): De plant wordt enkele centimeters boven de grond teruggeknipt. Dit heeft tot gevolg, dat de plant opnieuw gaat uitlopen op de knoppen die zich juist onder het snijvlak hadden ontwikkeld. Door het uitlopen gaat de plant zich in de breedte ontwikkelen. Wanneer in deze fase geen snoei plaatsvindt, dan ontwikkelt de plant zich in de hoogte en is de kans groot dat er een boomvorm ontstaat met een enkele stevige stam.

(C1): Wanneer de planten opnieuw uitlopen en de planten in hun groei elkaar gaan raken op het moment dat de vrijstandsvorm door concurrentie verloren dreigt te gaan, worden ze opgenomen en in een wijder verband uitgeplant, of, wanneer de planten in potten staan, worden de potten verder uit elkaar gezet. De tussenruimte is zo ruim genomen, dat de plant zich verder ontwikkelt in de vrijstandsvorm met een brede vertakking. Zo kan het aantal verplantingen per struik oplopen tot 5 à 6 keer voordat de plant de kwekerij verlaat. De verplantingen worden machinaal uitgevoerd. Omdat de kluit omwille van de verplanting moet worden uitgegraven, worden er steeds wortels gesnoeid, die zich weer op het snijvlak

gaan vertakken. Een dicht vertakt wortelstelsel is van wezenlijk belang om oudere bomen en struiken op de plaats van bestemming te laten aanslaan en te laten groeien.

In deze periode wordt er begeleidingssnoei toegepast. Begeleidingssnoei heeft bij bomen als doel om een takvrije stam te verkrijgen (Atsma, 1994; Reuver et al. 1997). Dit onderzoek verbreedt het begrip naar veer- en struikvormen door onder *begeleidingssnoei* alle snoeihandelingen te brengen met als doel, een regelmatig gevormde en dicht vertakte kroon-, veer- of struikvorm te krijgen met behoud van een losse groeiwijze. Gedurende de periode C1 voert men *vormsnoei* uit, waarbij struik- en boomvormen in een bepaalde dichte groeiwijze of vaste vorm worden gebracht: zuil, pyramide, blok, dak en leivorm. Daarnaast bestaat er ook *verjongingssnoei*. Verjongingssnoei is het regelmatig laag wegnemen van de zwaardere takken, waardoor jongere scheuten zich kunnen ontwikkelen (Reuver et al., 1997). Bij heesters, die bloeien op deze jonge scheuten, stimuleert deze snoei de bloemontwikkeling. De losse groeiwijze blijft hierbij gehandhaafd. De kwaliteit van een als solitair gekweekte boom of struik wordt afgemeten naar de mate waarin de plant dicht vertakt is, op alle hoogten binnen de struik of kroon regelmatig gevormd is en een goed doorwortelde kluit heeft.

(D1): In deze fase belandt de plant op de plaats van bestemming, alwaar de verdere groei naar volwassenheid plaatsvindt.

(E1): Indien de plantafstand afgestemd is op de volwassen afmeting, behoudt de plant haar vrijstandsvorm. Wanneer een plant te ver achterblijft in de groei of om welke reden dan ook te vroeg afsterft, zal ter plaatse moeten worden heringeplant om het ruimtelijk effect te handhaven. Het is goed mogelijk dat de afgestorven niet door een even oude plant of een plant van dezelfde soort kan worden vervangen. Indien de omstandigheden (licht, grondsoort) het toelaten, wordt de plaats ingenomen door een boom of struik, die in de volwassen fase dezelfde maximale omvang bereikt. Wanneer deze nieuwe plant ook nog snelgroeiend en

korter levend is dan de oorspronkelijke plant, wordt het beplantingstype adequaat hersteld en komt de ouderdomsfase gelijk te liggen. Afhankelijk van het gerealiseerde beeld past de aanvangsgrootte van de nieuwe plant in de gedefinieerde toestand.

Plaats van bestemming

(figuur 12, A2 t/m E2)

In de rechterkolom is de opkweek vanaf driejarige plant tot de maximale uitgroei op de plaats van bestemming weergegeven – bijvoorbeeld een plantsoenstrook in het openbaar groen - waarbij de leeftijdontwikkeling parallel loopt met de linkerkolom.

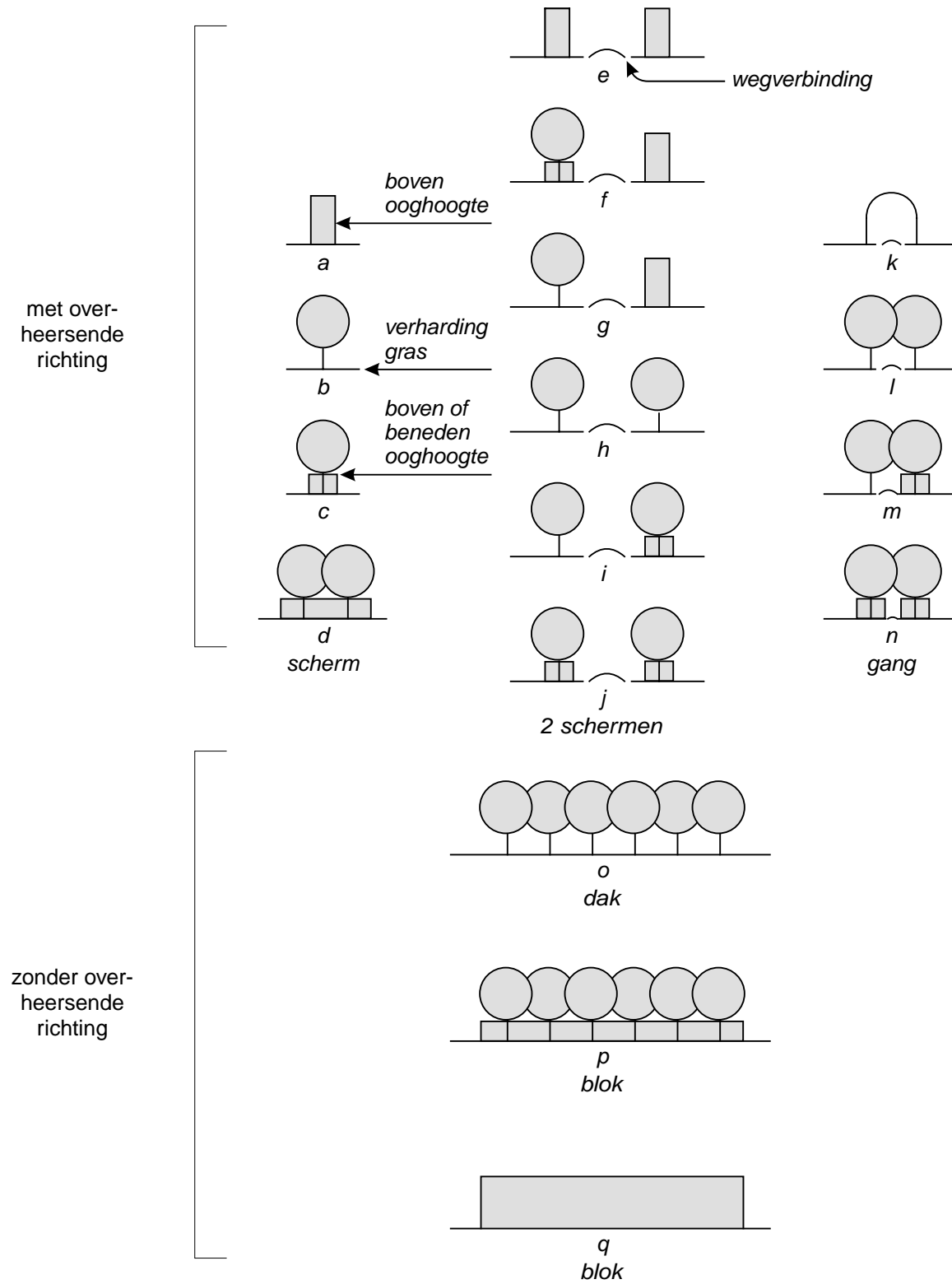
(A2): De opkweekperiode begint met driejarige planten, die in rijen gepland worden op een plantafstand tussen de rijen en tussen de planten onderling, van 1,00 - 1,50 m. Evenals bij A1, dienen ook hier de plantvakken vrij te worden gehouden van (on)kruiden om een goede start te bevorderen.

(B2): De 3 - 5-jarige planten gaan verder groeien en veranderen van vrijstandsvorm in concurrentievorm. Er ontstaat een beeld, dat vergelijkbaar is met figuur 11a uit paragraaf 3.2.2, wanneer alle planten gelijke groeisnelheid en -kracht hebben. Bij verschillende groeisnelheden en -kracht zullen deze vormveranderingen op verschillende tijdstippen en op verschillende plaatsen in het plantvak plaatsvinden.

(C2): Op een bepaald ogenblik zaagt men planten (5 - 8-jarige leeftijd), in fase C2 bijvoorbeeld, om en om af met als doel de achterblijvende planten in de breedte meer groei ruimte te geven. Deze handeling behoort tot een normale dunning om de planten vrij te stellen.

(D2): De afgezaagde struiken gaan zich in veel gevallen herstellen en lopen dan opnieuw uit (Boer et al., 1993; Reuver et al., 1997). Tijdens deze hergroei ontwikkelt de plant zich in de regel anders dan wanneer de plant niet zou zijn afgezaagd. Bij de niet afgezaagde plant is er van beneden naar boven een opbouw van dikke naar dunnere takken. De hergroei van afgezaagde struiken bestaat vanaf het zaagvlak uit lange scheuten van gelijke dikte en gelijke lengte. Wanneer de steun van andere planten wegvalt gaan deze groeischeuten

Figuur 13 Samenstellingen van bomen en struiken voor scherm, gang, dak en blok.



of waterloten uithangen. Bij een dominante, krachtige hergroei na de dunning blijft de bloem- en vruchtvorming achter ten opzichte van een solitair of een plant in de vrijstandsvorm.

(E2): Na een aantal dunningen zal het zaagvlak van de afgezaagde struiken steeds meer in de schaduw komen te verkeren door het dichtgroeien van de beplanting. Dit proces bemoeilijkt de hergroei (Annevelink et al., 2000). Reuver et al. (1997) onderscheiden twee methoden om het opnieuw uitlopen tegen te gaan: een, waarbij men geen chemische middelen toepast door stobben uit te putten door meerdere keren in een groeiseizoen af te zetten, door schaduwwerking van de andere planten, door het afdekken van de stobben, door het weggroten te bevorderen of door het ringen van een stam. Bij de chemische methode smeert men chemische middelen op de zaagvlakken van stobben van afgezaagde stammen of takken.

De verwerking van het afvalhout geschiedt op verschillende manieren: het takhout op rillen leggen, het uitslepen of versnipperen en het terugbrengen in de beplanting in versnipperde vorm. In de ontwikkeling naar de maximale uitgroei vinden er in de regel drie dunningen plaats.

Hiermee is het snoeien in de opkweekfase behandeld voor de struiken. Welk snoeien blijft nog over *na de opkweekfase* op de plaats van bestemming om het beplantingstype te handhaven?

Voor de bloemheesters, die bloemen vormen op eenjarige scheuten zal verjongingssnoei noodzakelijk blijven. Daarnaast is er sprake van vormsnoei. Ten eerste om de plant in de gewenste contouren te behouden (hagen) en ten tweede als takken het uitzicht belemmeren. Denk hierbij aan het verticaal of horizontaal bijknippen of afscheren van beplanting. Dit is nodig wanneer beplanting te hoog of te breed wordt, wanneer door verdere uitgroei takken over (snel)wegen, fiets- en voetpaden of gazon gaan groeien, dan wel in de hoogte een bepaald uitzicht gaan belemmeren. Voor de bomen geldt tot slot de begeleidingssnoei, die noodzakelijk blijft om gevaren – uitvallende dode takken – voor het wegverkeer te vermijden.

Uit bovenstaande vergelijking blijkt, dat wanneer op de plaats van bestemming door dunningen houtige gewassen in vrijstandsvormen moeten worden opgekweekt, de dunningen tijdig uitgevoerd dienen te worden om geen blijvende vergroeiing (figuur 11a, b; 12 C2) te krijgen. In het voorbeeld is uitgegaan van elementen met dezelfde omvang, groeisnelheid en levensduur. Er ontstaat een aanzienlijke complexere situatie, wanneer ook omvang, groeisnelheid en levensduur van de elementen onderling gaan verschillen. Indien op een kwekerij de verplantingen tijdig en op ruime plantafstand worden uitgevoerd in samenhang met begeleidingssnoei, ontstaan dicht vertakte vrijstandsvormen.

Nu de elementaire grondvormen, de elementen, de opkweek en het beheer zijn beschreven, wordt de samenhang duidelijk gemaakt tussen de constructie, toepassing en de antropogene beïnvloeding I 'Opkweek en beheer' in beplantingstypologie II 'Constructie'.

3.2.4 Beplantingstypologie II 'Constructie'

Beplantingstypologie II 'Constructie' behandelt de rangschikking en de vorm van de elementen, die het beplantingstype bepalen (C). Met de kennis over de mogelijke samenstellingen wordt de toepassing en de visuele beleving (T) aan de hand van concrete situaties toegelicht. Het laatste onderdeel legt de relatie tussen het beoogde beplantingstype en de bijbehorende antropogene beïnvloeding I (A).

Solitair (punt)

(C): Het beplantingstype bevat één of meerdere solitair, die elk weer uit één of uit meerdere dicht op een staande planten (clumps) bestaan, vrijuitgroeiend volgens de karakteristieke vrijstandsvorm of in vorm geknipt. Solitair zijn lage en hoge heg-, struik-, veer-, kroon- of dakvormen en zijn in een bovenaanzicht rond en te vergelijken met een dikke punt.

(T): Een solitair accentueert bijzondere plaatsen zoals bijvoorbeeld een kruispunt van wegen, wegkruis of kapel, grafzerk, hoekpunt van een perceel. Wanneer men

onder een brede solitaire boom staat, heeft de kroon de werking van een dak.

(A): Indien de solitair vrij uitgroeit, is soms verjongings- of begeleidingssnoei nodig, maar er kan ook vormsnoei in aparte situaties worden toegepast, zoals bijvoorbeeld bij de etagelinden (hegvorm). Naarmate de plant langer is doorgekweekt op de kwekerij, zal er minder tot geen begeleidingssnoei meer nodig zijn op de plaats van bestemming. Om solitair te kunnen handhaven, dient de omgevingsdynamiek in overeenstemming te zijn met de levensduur van de plant en dient de successie in de directe omgeving van de plant geremd te worden door wieden, maaien of begrazing.

Strook (lijn)

(C): Het woord 'groenstrook' (Pannekoek en Schipper, 1975), komt als onderdeel voor bij de beschrijving van het woongroen. Een strook is qua vorm in verhouding tot zijn lengte smal, lijnvormig, langgerekt en de massa bevindt zich beneden ooghoogte. Een strook bestaat uit lage struik-, veer- of kroonvormen van vrij uitgroeiende planten (vrijstands- of in concurrentievorm) of in vorm geknipt (hegvorm).

(T): Stroken worden op esthetisch wijze toegepast wanneer sierlijke, ovale of orthogonale lijnen geaccentueerd worden in de vorm van geknipte heggetjes (Buxus) en zijn functioneel, wanneer uit verkeersveiligheidsoverwegingen een geleiding moet worden aangebracht tussen een weg en een fietspad, meestal voorkomend in geknipte vormen (veldesdoorn, beuk, haagbeuk, laurier) of in vrij uitgroeiende vormen (bodembedekkende rozen).

(A): Indien de struiken in de vrijstandsvorm groeien, zijn er veel plantensoorten, waarbij verjongingssnoei toegepast wordt (Spiraea). In overige gevallen is er sprake van vorm- of begeleidingssnoei. In stroken worden in de regel geen dunningen uitgevoerd, maar worden de planten op de definitieve afstand gezet.

Scherf (lijn)

(C): Door Boer (1979), Wiegersma et al. (1988) 'wand' genoemd. Er is hier voor het woord 'scherf' gekozen,

omdat bij een scherm aan een plat of gebogen voorwerp gedacht wordt, terwijl men bij een wand ook aan een brede massa denkt (rotswand).

Het scherm heeft als hoofdkenmerken: langgerekt, lijnvormig en de massa reikt tot boven ooghoogte (figuur 13a t/m d). Een scherm bestaat uit hoge struik-, veer- of kroonvormen, van vrij uitgroeiende planten (vrijstands- of in concurrentievormen) of in vorm gesnoeid zoals bij hoge heg- of leivormen (vormsnoei).

(T): Uit deze opsomming blijkt dat een scherm niet altijd vanaf het maaiveld gesloten is (figuur 13b). Transparantie komt voor in het zicht schuin of loodrecht op het scherm bij hoge kroon- of leivormen. De beleving van het scherm wordt sterker, wanneer men in het perspectief meer langs een bomenrij kijkt (Wiegiersma et al., 1988). Combinaties van twee schermen zijn uitgewerkt in figuur 13e t/m j. Het scherm kent in het stedelijk gebied vele functies en komt voor in vele gedaanten: als afscherming bij tuinen door een geknipte haag (Thuja, Taxus) of door leilinden (zonwering), bij achtertuinen grenzend aan doorgaande wegen of bij 'onooglijke' objecten: loodsen en fabriekshallen, als windbeschutting bij sportvelden, als geluidskering in combinatie met geluidswallen en als wegbegeleiding.

(A): Bij vrijstandsvormen van hoge struiken in een scherm kan verjongingssnoei worden toegepast (Forsythia). Een scherm wordt verticaal bijgeknipt (vormsnoei) wanneer overhangende takken over het gazon of verkeerswegen hangen of dreigen te gaan hangen. Door deze vormsnoei ontstaat een hoge hegvorm van verticale strakke vlakken. Er vinden soms dunningen plaats in de uitgroei bij schermen van alleen hoge kroonvormen, waarbij bomen om en om worden gekapt of worden weggehaald om elders weer te worden aangeplant.

Gang (lijn)

(C): Een gang wordt als volgt gedefinieerd: een lijnvormige massa die opgebouwd is uit twee parallel lopende schermen, waarvan de hoge heg-, struik-, veer-, kroon- of dakvormen boven een wegverbinding elkaar raken. Volgens bovenstaande omschrijving zijn alle varianten,

gevormd door solitairen of door vrijstands- of concurrentievormen, denkbaar (figuur 13l t/m n).

(T): De 'gang' wordt ruimtelijk sterker naarmate de bomen dichter en sterker met elkaar vergroeid zijn, meerdere rijen aan weerszijden aanwezig zijn, de boomkronen donkerder, of omvangrijker zijn, en bij een berceau als hoge hegvorm (figuur 13k). Met de keuze van de boomsoort en plantafstand, meestal monoculturen, kunnen verschillende effecten bereikt worden: donker (beuk); lichter (acacia, berk); een kathedraaleffect door schuin opgaande takken bij populieren; een parasoleffect door de waaivormige takken bij iepen en esdoorns; een dakeffect, door horizontaal uitstaande takken bij moerasediken, beuken, platanen en bolesdoorns. Een gang accentueert in de lengte gezien een verbinding of versterkt binnen de lijnvormige ruimte van de gang een belangrijk punt in de verte, bijvoorbeeld een beeld, toren of gebouw. Tevens accentueert een gang historische of belangrijke wegverbindingen. In de dwarsrichting gezien, vertoont de gang de werking van een scherm.

(A): Bij een gang komen begeleidingssnoei en dunningen voor. In situaties waar loofgangen, berceaux of dakvormen zijn toegepast, wordt vorm- en begeleidingssnoei uitgevoerd.

Vlak (vlak)

(C): Het begrip 'vlak' is verwant met de begrippen 'vlakke', 'grondvlak' of 'oppervlak'. De beplantingsmassa bevindt zich beneden ooghoogte en bevat geen overheersende richting. De beplanting bestaat uit lage struik-, veer-, of kroonvormen van vrij uitgroeiende elementen (vrijstands- of concurrentievormen) of in een vlak geknipt (vormsnoei). De meest voorkomende vorm is, als houtig gewas, de lage struikvorm, die door de spreidende groeiwijze onder de verzamelnaam 'bodembedekkers' bekend is (klimop, heide, vossenbes).

In hoofdstuk 1 is aangegeven, dat het onderzoek betrekking heeft op beplantingen van houtige gewassen. Zoals TABEL 2 beplantingstypologie I 'Architectonische functies' aangeeft, is het beplantingstype 'vlak' op

zichzelf al een fenomeen, dat niet alleen als 'vlak' zelf, maar ook bij 'solitairen' een essentiële rol vervult als ruimtescheppende functie. Omdat het 'vlak' in deze hoedanigheid naast de houtige gewassen (heide) ook als een kruidenlaag veelvuldig voorkomt, wordt het sortiment voor het beplantingstype 'vlak' uitgebreid met deze *niet-houtige* gewassen.

(T): Een vlak accentueert hoogteverschillen of glooiingen en creëert ruimte tussen hogere verticale of solitaire elementen, die in dat vlak voorkomen. Tussen deze verticale elementen ontstaan doorzichten, die afwisseling bieden tussen open en gesloten ruimten. Bij verkeersknooppunten, wanneer een overzicht noodzakelijk is, is een vlak functioneel.

(A): Bij bodembedekkers komt verjongingssnoei voor of om de bodembedekker te stimuleren zo laag mogelijk te vertakken (kamperfoelie) of om de bloei te stimuleren (hertshooi).

Blok (volume)

(C): Het woord 'blok' is afgeleid van 'huizenblok' een cluster huizen, dat door straten wordt ingesloten. Het blok bevat geen overheersende richting en wordt als zodanig ook niet ervaren. De massa reikt tot boven ooghoogte en is in de visuele beleving rondom en *in* het blok dicht van structuur. Het beplantingstype 'blok' bestaat uit hoge struik-, of veervormen al dan niet in combinatie met hoge kroonvormen van vrijuit groeiende planten, (vrijstands- of in concurrentievormen) of in vorm geknipt bepalen het beplantingstype. Bij geknipte vormen van een blok worden de wanden aan de buitenzijde bepaald door hoge heg- en leivormen. Bij een bepaalde omvang van het blok kunnen in de massa open plekken voorkomen. Wanneer deze open plekken in het blok zo groot zijn, dat de massa vanuit de zich er omheen bevindende gezichtspunten (en ook vanuit de binnenzijde van het blok) als lijnvormig wordt waargenomen, is er sprake van een stelsel van schermen. De case Bakenhof (paragraaf 5.4.2) geeft een voorbeeld van lijnvormige massa's die samenvallen met de buitenwanden van het blok.

(T): Een blok brengt een sterke ruimtelijke scheiding en indeling aan in grootschalige park en parkbos situaties. In de barokke tuinrichting paste men bosquêts toe (Versaille). Deze dichte bossages vormen de overgang van het ene tuingedeelte naar het andere tuingedeelte. Door de opening van het kronendak ontstaat ter plaatse van de kruising een lichtval, waardoor het bovengenoemde object (bijvoorbeeld een beeld) sterk afsteekt tegen de donkere achtergrond van het bosquêt.

De keuze van het sortiment bepaalt in belangrijke mate de sfeer of structuur van het blok: bij een dominantie van inlandse houtsoorten ontstaat een bosachtige structuur (Amsterdamse Bos), bij een grote verscheidenheid aan exotische plantensoorten ontstaat een parkachtige structuur (Vondelpark, Amsterdam, Zuiderpark, Den Haag).

(A): Bij vrijstands struikvormen, die in het blok voorkomen, komt vorm-, begeleidings- en verjongingsnoei voor. Bij de vorming van een blok wordt in de praktijk meestal de blijvers- en wijkersbeplantingsmethode toegepast: bij de aanleg in de vorm van alleen driejarige planten (vlak), waaruit bomen en struiken gaan groeien, of een combinatie van driejarige planten, waartussen jonge bomen geplant zijn.

Dak (volume)

(C): De term 'dak' is afgeleid van het algemene begrip 'dak' en is een verkorting van het woord 'kronendak'. Het dak bestaat uit hoge kroonvormen van vrijstands-, concurrentie- of dakvormen (dakplatanen). Het oppervlak van het dak bevat in de visuele beleving geen overheersende richting. De massa bevindt zich boven ooghoogte, waardoor zowel vanuit de directe omgeving, als van binnenuit, doorzichten mogelijk zijn. Evenals bij het blok kunnen ook hier open plekken in het kronendak voorkomen. Wanneer deze open plekken in het dak zo groot zijn dat de massa vanuit de zich er omheen bevindende gezichtspunten (en ook vanuit de binnenzijde van het dak) als lijnvormig worden waargenomen, is er sprake van een stelsel van schermen.

(T): Een dak creëert een groene ruimte, die op ooghoogte open is en die in het stedelijk gebied zeer ka-

raktervol is (Lange Voorhout, Den Haag). Het dakeffect wordt sterker, naarmate de boomkronen dichter en donkerder van karakter zijn (paardekastanje), of dicht naast elkaar staan waardoor de kronen meer met elkaar vergroeid zijn. Veel, meestal in monoculturen toegepaste, boomsoorten in het stedelijk gebied bij de toepassing van het dak zijn: linden, paardekastanjes, esdoorns, eiken en platanen. In het landelijk gebied zijn dat meestal populieren, wilgen en essen.

(A): Vorm- of begeleidingsnoei en soms dunningen of afzetten zijn de belangrijkste beheersmaatregelen voor het dak in het stedelijk gebied.

3.3 Morfodynamiek

3.3.1 Inleiding

Het woord *dynamiek* komt in veel vakgebieden voor en er wordt 'bewogenheid' en 'vaart' mee bedoeld. In de muziek wordt onder dynamiek verstaan de verhouding en dus de nuanceringen in de klanksterkte: onder andere pianissimo, fortissimo, crescendo, decrescendo of diminuendo. In de literatuur over beplantingen komt de term 'milieudynamiek' voor, waarmee de mate wordt bedoeld waarin milieufactoren wisselen in de tijd (Boer et al., 1993; Reuver et al., 1997). Te denken valt aan: verandering bodemstructuur, invloed wind en zon. Met de afname van de milieudynamiek treedt in de vegetatie een successie op van pioniersoorten naar climaxsoorten. Van der Meer (1995) brengt het begrip dynamiek in relatie tot beplanting in het begrip 'kronendak-dynamiek', waarmee het ontstaan en dichtgroeien van open plekken wordt bedoeld. Hij stelt, dat het kronendak van een tropisch regenbos dynamisch is.

Vanuit de architectonische benadering zijn meerdere vormen van dynamiek in relatie tot beplanting te onderscheiden: *seizoensdynamiek*, de verandering van de verschijningsvorm per seizoen, de *morfodynamiek* en de *antropogene beïnvloeding II*. De morfodynamiek en de antropogene beïnvloeding II gaan zover, dat een beplantingstype overgaat naar een ander type. Deze verandering wordt een '*transformatie*' genoemd. In werkelijkheid komen vele transformaties voor die redelijk voorspelbaar maar ook die spontaan en

onvoorspelbaar zijn. Op de onvoorspelbare transformaties kom ik terug in hoofdstuk 6 'Conclusies'. De redelijk voorspelbare transformaties komen in paragraaf 3.3.4 beplantingstypologie III 'Transformaties' (TABEL 5) aan de orde. De redelijk voorspelbare transformaties zijn gebaseerd op de bepaling van de op locatie gerichte morfodynamische variabelen (appendix 1), die in een groeicurve zo goed mogelijk benaderd worden.

3.3.2 Morfodynamiek

Wanneer de morfodynamiek van de plant, beplantingstype of beplanting wordt beschreven, gaat het om:

- de *omvang*, de afmetingen die de vorm aanneemt,
- de *groeisnelheid*, de snelheid waarmee de vorm verandert en
- de *levensduur*, de periode dat de vorm bestaat.

Omvang

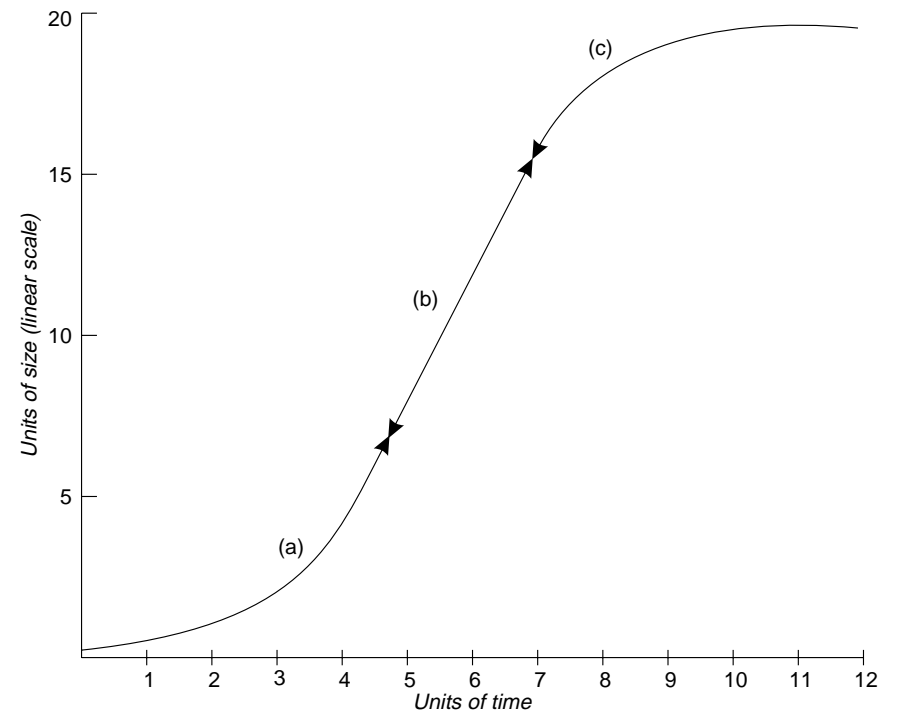
De kennis over de omvang, zoals de breedte van het element is van belang voor de bepaling van de *plantafstand* en daarmee het voorkomen van het element in de vrijstands- of concurrentievorm. De hoogte is van belang bij de bepaling van het architectonische effect op ooghoogte. De omvang bij de aanleg, de *aanvangsgrootte*, bepaalt het begin van het effect: het startmoment.

Met de *omvang*, zijnde de maatvoering, worden de afmetingen, uitgedrukt in hoogte-, breedte- en lengtemaat van plant (struik- of boomvorm en vormomschrijving), beplantingstype of beplanting bedoeld vanaf jonge aanplant in de aanlegfase tot en met de ouderdomsfase uitgedrukt in meters. Bij een solitair vrijstandsvorm is de hoogte het raakpunt van het horizontale vlak met de – meestal – bolvormige top. De breedte of diameter van de kroon of struik geeft men weer als een cirkel geprojecteerd op het grondvlak (figuur 9). De vormomschrijving geeft de verhouding aan tussen de hoogte en de hoogte waarop de grootste breedte zich bevindt: breed- waaier: hoog; breed- pyramidaal: laag. De vorm verandert wanneer door lichtge-

Figuur 14 Een ideale groeicurve.

- (a) Exponential phase;
- (b) linear growth;
- (c) decreasing growth rate.

Bron: R.G.S. Bidwell, 'Plant Physiology', 2^e druk (1979), pag. 382.



brek de onderste takken afsterven, zoals bij een blok, dat transformeert naar een dak. Bij de omvang hoort een leeftijd en een snelheid waarmee de omvang is toegenomen: de groeisnelheid.

Groeisnelheid

De kennis van de groeisnelheid is van belang om te weten hoe snel de vorm van een plant, beplantingstype of beplanting verandert en daarmee de snelheid en intensiteit, waarmee de architectonische effecten bewerkstelligd worden. Tevens is het tijdstip te bepalen, waarop het effect op of boven ooghoogte wordt bereikt, het moment van sluiting, of het moment van de overgang van vrijstands- naar concurrentievormen van het element.

Met de *groeisnelheid*, zijnde de beweging, wordt de snelheid bedoeld waarmee de omvang van een plant, beplantingstype of beplanting per tijdseenheid toeneemt. De groeisnelheid van een plant wordt uitgedrukt in de termen: langzame of snelle groeier. De groeisnelheid is rechtstreeks gerelateerd aan de snelheid waarmee de beplantingsfilm verloopt. De groeisnelheid is voor een beplantingstype visueel belangrijk op het moment, dat de omvang boven ooghoogte reikt (scherm, blok) of wanneer solitairen zich aaneen sluiten (vlak, strook, gang, dak).

Voor de meeste biologische groeiprocessen is het onjuist om aan te nemen, dat de groei ongeremd geschiedt; veelal bestaat er een maximale waarde voor de omvang van het verschijnsel, het zgn. *verzadigingsniveau*. Een bekende groeicurve met verzadigingsniveau is de zgn. *logistische curve*, afkomstig van P.F. Verhulst (1845). Daar is het niet bij gebleven. Bidwell (1979) onderscheidt bij de geïdealiseerde groeicurve drie fasen: de *exponentiële fase* (a), waarbij de groeisnelheid exponentieel toeneemt, de *lineaire fase* (b), waarbij de groeisnelheid constant is; de afnemende groei of *ouderdomsfase* (c), gedurende welke de plant de maximale omvang bereikt en de groeisnelheid afneemt (figuur 14). Onder *levensduur* wordt de periode tot aan de aftakeling of afsterving verstaan. Bij houtige gewassen is de levensduur beduidend langer dan de periode tot

het moment waarop de maximale omvang in de ouderdomsfase bereikt wordt.

Door groei ontwikkelt de vorm van de plant, beplantingstype of beplanting, alsmede de ruimtelijke betekenis. In de regel begint een element uit de beplanting als een solitair, die afhankelijk van de beschikbare ruimte, als solitair of in de vrijstands – of concurrentievorm gaat uitgroeien. De snelheid van de vormontwikkeling hangt af van de groeisnelheid, die mede bepaald wordt door de omgevingsfactoren.

Er zijn duidelijke verschillen waar te nemen in groeisnelheid en daarmee in omvang en levensduur van eenzelfde plantensoort of cultivar als gevolg van verschillen in het plaatselijke (micro)klimaat en bodemgesteldheid. De hellingshoek van de groeicurve gedurende de exponentiële fase laat de gemiddelde groeisnelheid zien. Hierbij enkele voorbeelden:

- Om de gevolgen van verschillende groeiomstandigheden (bodem, klimaat) op de groeisnelheid en afmeting van een plant te laten zien, is als voorbeeld de uitgroei van de *Populus canescens* (ca. 38 jaar) uit cases Bakenhof, Arnhem (gemiddelde hoogte: 35 m en breedte: 22 m van vier zelf gemeten exemplaren) vergeleken met dezelfde boomsoort onder dezelfde parkachtige omstandigheden (ca. 33 jaar) van drie gemeten exemplaren uit Almere. Daar bleek de gemiddelde hoogte: 19 m en breedte: 14 m te zijn. De gevolgen van het zeeklimaat zijn dus van invloed op de gemiddelde groeisnelheid over die periode dus op de afmetingen van de boom in de ouderdomsfase.
- Stadsbomen, die in verhardingen groeien blijven kleiner en groeien langzamer dan dezelfde soorten in een parkachtige omgeving. Vandaar dat er een aparte categorie boomsoorten is opgenomen die in meer of mindere mate van een gesloten verharding hinder ondervinden (Janson et al., 1994).
- Planten die niet geschikt zijn voor de schaduw, voor zeer droge of natte standplaatsen of voor sterke zee-wind blijven in vorm of ontwikkeling achter ten opzichte van planten onder gunstige groeiomstandigheden.

‘Stadsbomen Vademecum’ deel 4 (Janson et al., 1994) geven van een aantal plantensoorten de groeisnelheid weer.

Janson et al., 1994:

als (tamelijk) *snelgroeïende soorten*: (eventueel met leeftijdsvermelding) *Ailanthus altissima* (80 - 120 jaar), *Acer negundo* (50 - 100 jaar), *Acer pseudoplatanus* (100 - 250 jaar), *Alnus* (80 - 120 jaar), *Betula* (70 - 100 jaar), *Fraxinus* (200 - 300 jaar), *Gleditsia triacanthos* (100 - 150 jaar), *Liriodendron tulipifera*, *Magnolia acuminata*, *Metasequoia glyptostroboides*, *Paulownia tomentosa*, *Phellodendron*, *Platanus* (200 - 400 jaar), *Populus* (oudere leeftijd 50 - 60 jaar), *Prunus x schmitii*, *Pterocarya fraxinifolia*, snelgroeïende eiken: *Quercus ceris*, -*frainetto*, -*palustris*, -*rubra* (100 - 300 jaar), *Robinia* (100 - 200 jaar), *Salix* (80 - 140 jaar), *Tilia americana* en *Ulmus* (400 - 600 jaar).

Janson et al., 1994:

als (tamelijk) *langzaam groeiende soorten*: *Acer campestre* (50 - 250 jaar voor alle Acers), *Carpinus betulus* (150 - 250 jaar), *Fraxinus ornus*, *Ginkgo biloba*, langzaam groeiende eiken: *Quercus* meer dan 500 jaar en *Tilia cordata*.

Levensduur

De levensduur is van belang om te weten hoe lang het architectonische effect bestaat van een plant, beplantingstype of beplanting. Met deze kennis kan de ontwikkeling van diverse plantensoorten binnen een beplantingstype of beplanting worden gevolgd en kan een afstemming gevonden worden tussen de levensduur van een plant, beplantingstype of beplanting enerzijds en de omgevingsdynamiek anderzijds.

Met de *levensduur*, zijnde de levenscyclus zijn bij het afsterven verschillende oorzaken aan te wijzen, die een gehele of gedeeltelijke afsterven van een plant, beplantingstype of beplanting tot gevolg hebben:

- Door lichtgebrek sterven de onderste takken af en ontstaat er een takvrije stam. Een ander voorbeeld

is de afsterving van de struikenlaag gedurende het eindstadium van een beukenbos.

- In oudere houtopstanden kunnen ook struiken en bomen afsterven, mede onder invloed van wortelconcurrentie. Niet alleen door lichtgebrek treedt afsterving op maar ook door: ziekte, sterke verhoging of verlaging van het grondwaterpeil in korte tijd en stormschade.

Het volledig doorlopen van het afstervingsproces van een beplanting komt weinig voor in het stedelijk groen, omdat de dynamiek van de ruimtelijke ordening zo snel verloopt, dat planten al voortijdig worden gerooid of omdat zieke of half dode planten al in een vroeg stadium worden verwijderd.

Om zelf een indruk te krijgen van de leeftijd van houtige gewassen is door mij een inventarisatie naar de tussentijdse leeftijd van planten uitgevoerd. In het onderstaande overzicht zijn de leeftijden opgenomen van verschillende planten uit de botanische tuinen te Wageningen: 'De Dreijen', 'Belmonte' en 'Hinkeloord' op 17 juni 1998. Hierbij komt naar voren, dat een aantal struiken (Kolkwitzia, Hydrangea, Philadelphus, Skimmea) toch wel opmerkelijk oud kunnen worden (63 - 76 jaar).

Taxus baccata -----	20 jaar
Cupressocyparis leylandii -----	22 jaar
Hosta sieboldiana var. Elegans -----	22 jaar
Juniperus procumbens 'Nana' -----	22 jaar
Picea abies 'Nidiformis' -----	22 jaar
Rosa rubiginosa -----	22 jaar
Vinca minor -----	22 jaar
Waldsteinia ternata -----	26 jaar
Hedera helix 'Spetchley' -----	30 jaar
Chamaecyparis lawsoniana -----	31 jaar
Convallaria majalis -----	32 jaar
Fraxinus excelsior -----	33 jaar
Potentilla fructicosa 'Sandved' -----	33 jaar
Thuja occidentalis 'Rheingold' -----	33 jaar
Abies grandis -----	34 jaar
Lamium galeobdalon -----	36 jaar
Prunus avium -----	36 jaar
- padus -----	36 jaar
Spiraea x vanhouttei -----	36 jaar
Syringa vulgaris 'Marc Micheli' -----	36 jaar
Forsythia intermedia 'Zabel' -----	37 jaar
Hibiscus syriacus -----	40 jaar
Hypericum calycinum -----	40 jaar
Buddleia davidii -----	41 jaar
Alnus cordata -----	42 jaar

Populus nigra 'Italica' -----	42 jaar
Ilex aquifolium -----	43 jaar
Robinia pseudoacacia 'Umbraculifera' -----	43 jaar
Magnolia soulangiana -----	44 jaar
Corylus avellana 'Contorta' -----	45 jaar
Malus 'Lemoinei' -----	45 jaar
Populus x canescens -----	45 jaar
- tremula -----	45 jaar
Pyrus communis -----	45 jaar
CuRibes alpinum -----	45 jaar
Acer platanoides 'Globosum' -----	46 jaar
JWeigelia 'Abel Carrière' -----	46 jaar
Sambucus nigra -----	49 jaar
Chamaecyparis obtusa -----	50 jaar
Salix alba 'Liempde' -----	50 jaar
Populus 'Geneva' -----	50 jaar
Pinus mugho var. Mugo -----	59 jaar
Pinus sylvestris -----	60 jaar
Hedera helix subsp. Poetarum 'Nyman' -----	61 jaar
Alnus glutinosa -----	63 jaar
Skimmea japonica -----	63 jaar
Kolkwitzia amabilis -----	68 jaar
Philadelphus coronarius -----	72 jaar
Hydrangea macrophylla 'Bouquet Rose' -----	76 jaar
Juglans regia -----	79 jaar

Met het afsterven van de plant wordt de levenscyclus afgesloten. Maes (1996) telt in zijn boek 'Bomen en Monumenten' op pagina 133: 'Hoe oud bomen precies kunnen worden is moeilijk te zeggen. Wel is duidelijk, dat er een grens is aan het leven van bomen en dat er grote verschillen zijn tussen soorten en ook tussen afzonderlijke exemplaren. Berken, wilgen en populieren kunnen 200 jaar en soms zelfs ouder worden, maar veel voorbeelden daarvan zijn er niet. De meeste krijgen de kans bovendien niet om echt oud te worden. Beuken en haagbeuken kunnen zo'n 300 jaar oud worden; eiken, linden en taxussen 800 jaar en in uitzonderlijke gevallen zelfs ouder.(...) Verondersteld wordt wel dat snoeibomen ouder kunnen worden dan niet gesnoeide bomen.(...) De meeste monumentale bomen dateren thans uit de 19^e eeuw. In ons land dateren de oudste bomen uit de 16^e, mogelijk 15^e eeuw. (...) In Duitsland en Frankrijk komen bomen uit de 11^e of 12^e eeuw voor'. Over leeftijden van bomen van de eerste grootte (20 - 30m) stellen Pannekoek en Schipper (1955, 1983) dat onder normale omstandigheden deze bomen een hoge leeftijd verkrijgen, en dat bomen van de tweede grootte (10 - 20 m) gewoonlijk een leeftijd van 50 - 80 jaar bereiken.

De kennis over de leeftijd van houtige gewassen speelt vooral in de beginjaren na de aanleg van een plant of beplanting een rol bij het ontwerpen van beplantingen. Pannekoek en Schipper (1966, deel 2: pagina 93) merken op '(...) dat bij de compositie van de beplantingen stellen wij ons de bomen, coniferen en opgaande struiken voor op 15 à 20-jarige leeftijd; in een huurhuis- stadstuinje op ongeveer 5 jaar¹⁷'. In Pannekoek en Schipper (1983, deel 1: pagina 257) volgt een aanvulling hierop: 'Maar deze ideale toestand is ook van tijdelijke aard, want de ontwikkeling van het plantmateriaal gaat verder. Een volwassen toestand, zoals we die bij zoogdieren, vogels en vissen kennen, is bij plantmateriaal niet zo duidelijk aantoonbaar. Vandaar dat het vaak zo moeilijk is om vast te stellen hoe hoog een struik of boom gaat worden, temeer daar dit afhankelijk is van verschillende factoren, zoals groeiplaats en klimaat'.

'Stadsbomen Vademecum' (Janson et al., 1994) geeft van een aantal plantensoorten de leeftijden weer.

Janson et al., 1994:

Aesculus hippocastanum (200 - 400 jaar), *Castanea sativa* (500 - 6000 jaar), *Crataegus* (80 - 120 jaar), *Fagus* op minder geschikte gronden 100 - 150 jaar, onder optimale omstandigheden 200 - 300 jaar (Houtzagers, 1956: max. 300 jaar), *Laburnum* (40 - 60 jaar), *Morus* (400 - 500 jaar), *Prunus* (30 - 60 jaar), *Sorbus* - geveerd bladige (30 - 40 jaar), enkel of gedeeltelijk geveerd (60 - 100 jaar) en *Tilia* (800 - 1500 jaar).

Op grond van de gegevens over de groeisnelheid tot de maximale uitgroei en leeftijd, blijkt uit het beplantingsortiment, dat er een relatie bestaat tussen groeisnelheid en levensduur. Namelijk: snel groeiende planten (onder andere berk, populier, wilg) worden minder oud dan langzaam groeiende planten (onder andere eik, beuk, linde).

3.3.3 Antropogene beïnvloeding II 'Transformaties'

Onder deze antropogene beïnvloeding worden alle menselijke ingrepen verstaan, die een gegeven beplantingstype transformeert naar een ander type. Dergelijke ingrepen bestaan uit opsnoeien, omvorming en kaalslag. De antropogene beïnvloeding II kost in de regel veel energie, is duur en versnelt het transformatieproces ten opzichte van het op natuurlijke wijze transformeren zoals: afsterven, uitlopen of spontaan weer opkomen of uitgroeien van de hele of delen van een plant, beplantingstype of beplanting .

Opsnoeien

Met opsnoeien wordt bedoeld, dat bij hoge veer- of struikvormen de onderste takken tot boven ooghoogte worden weggehaald, waardoor doorzichten gaan ontstaan: een blok verandert in een dak.

Omvorming

Met een omvorming wordt bedoeld, dat bij een be-

staande beplantingstype of beplanting dermate veel hout wordt gedund en de stobben worden weggenomen, dat de resterende planten als solitairen achterblijven. De tussenruimte moet zo ruim worden genomen, dat niet alleen een eventuele verdere uitgroei van deze solitairen naar de breedte in de ouderdomsfase mogelijk wordt, maar ook dat de handeling machinaal kan worden uitgevoerd. Op deze ingreep volgen maatregelen, die de ruimte tussen de solitairen open houden: wieden (bij bodembedekkers), maaien (bij gras), en weiden (bij begrazing). Een blok verandert in solitairen.

Kaalslag

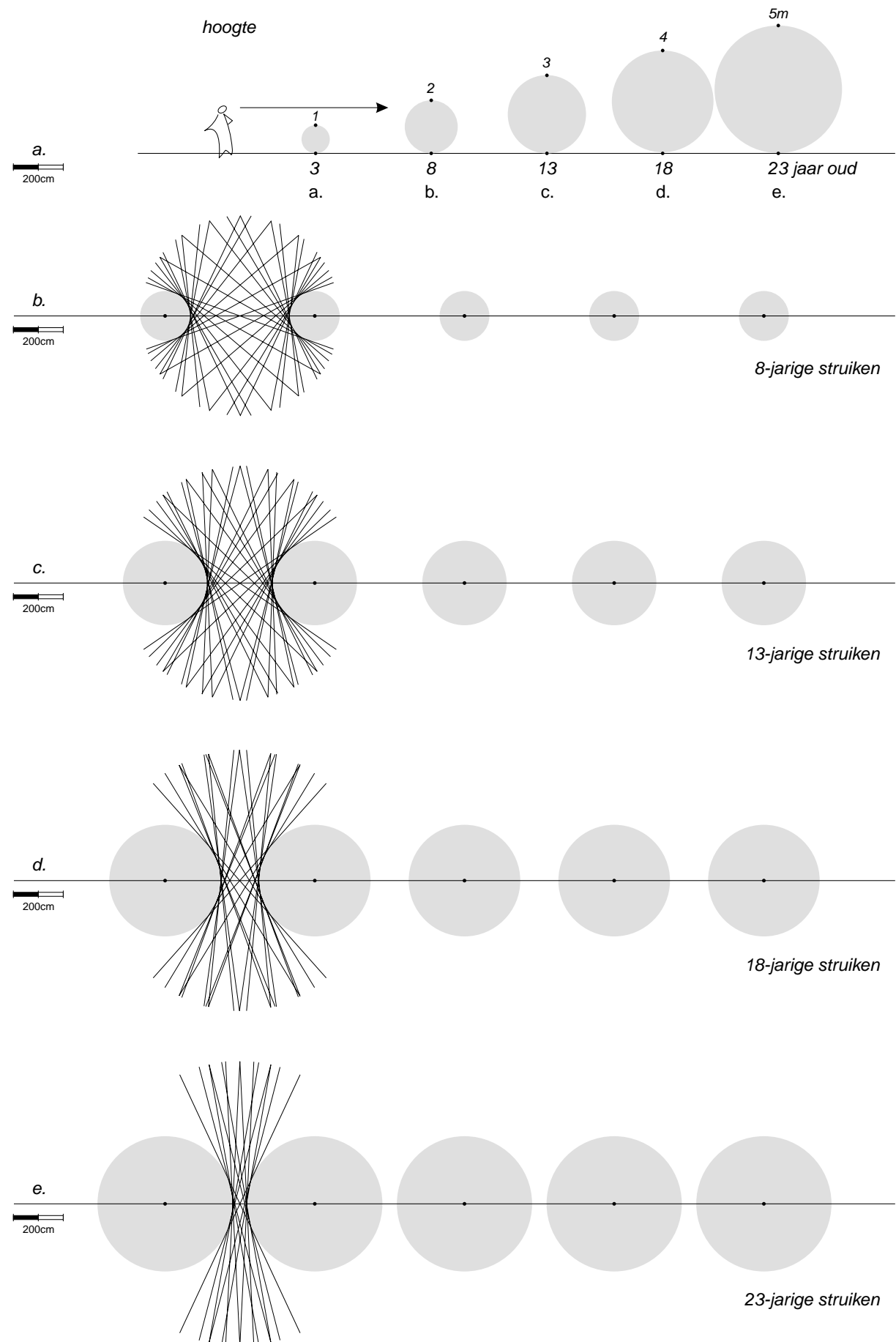
Met een kaalslag door afzagen wordt een einde gemaakt aan de architectonische functie van een plant, beplantingstype of beplanting. Wanneer daarna de afgezaagde stobben niet worden weggehaald, is er sprake van een dunning, waarna de planten de gelegenheid krijgen om weer uit te lopen. Er is dan een strook of vlak, dat door het uitlopen van de stobben weer terugkomt als een scherm of blok (antropogene beïnvloeding I). Pas wanneer ook de stobben weggehaald zijn, is er sprake van het definitieve einde (antropogene beïnvloeding II).

Nu de morfodynamiek van een plant, beplantingstype of beplanting en de antropogene beïnvloeding II in beeld zijn gebracht, kan zichtbaar gemaakt worden welke rol de morfodynamiek en de antropogene beïnvloeding II spelen bij de transformaties van beplantingstypen.

3.3.4 Beplantingstypologie III 'Transformaties'

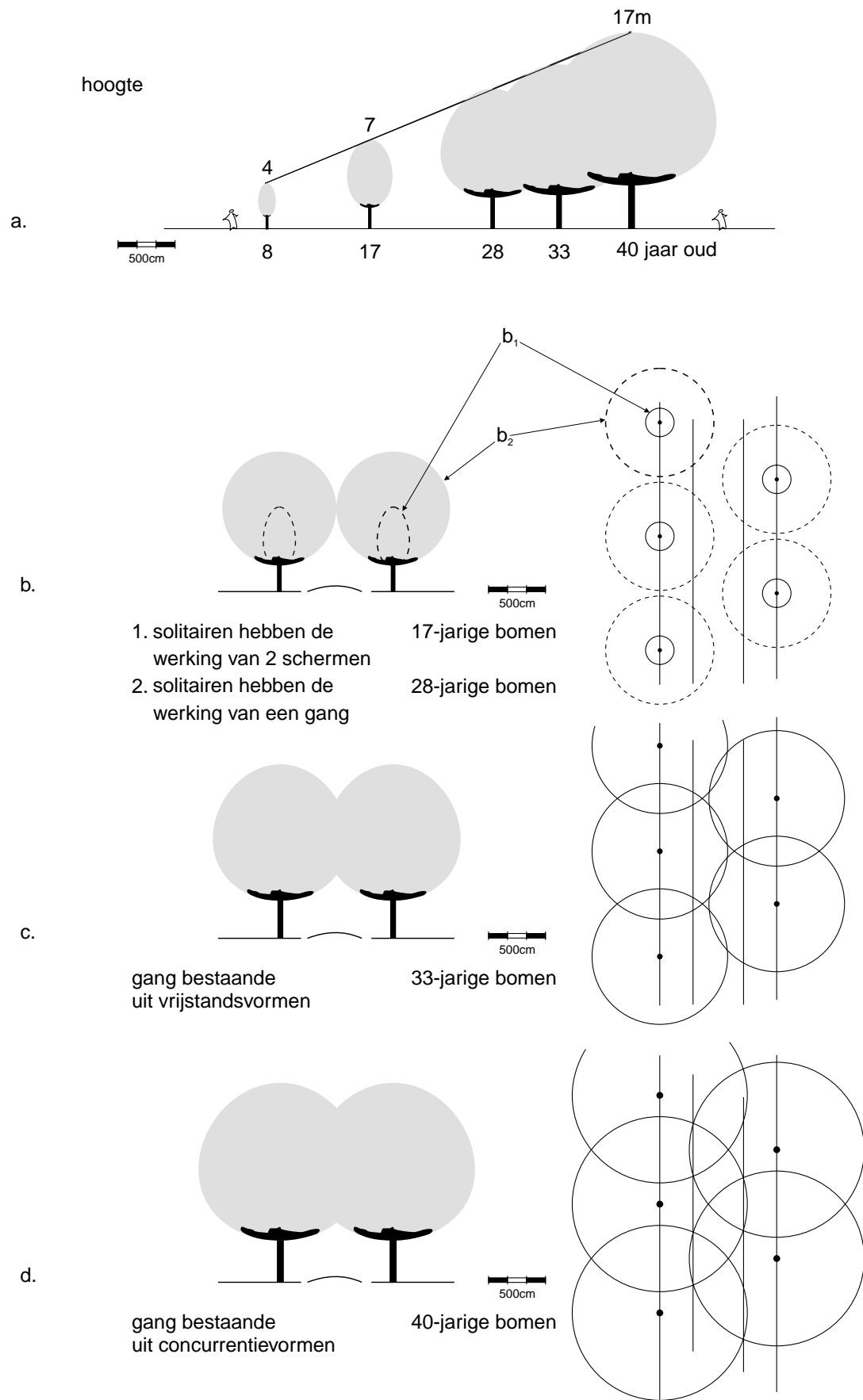
Vanuit een schematische benadering wordt in TABEL 5 elke transformatie van elk beplantingstype met de overige typen in twee richtingen aanschouwelijk gemaakt. Op de bovenste horizontale balk zijn dezelfde beplantingstypen weergegeven als in de TABELLEN 2 en 4, alsmede in dezelfde volgorde van boven naar beneden van dezelfde beplantingstypen in uiterst linkerkolom. De beplantingstypen in de linkerkolom vormen

17 Hartogh Heys van Zouteveen (1908) en Pannekoek en Schipper (1939) gaan uit van het beplantingsbeeld dat moet worden voorgesteld 40 à 50 jaar na de aanleg, Robinson (1992, 2004): 10 jaar na de aanleg.



Figuur 15a Schematische groeiontwikkeling volgens de lineaire methode bij een struik.

Figuur 15b, c, d en e Relatie tussen groei, afname van de doorkijk en toename van de functionaliteit in plattegrond.



de uitgangssituaties. Naar rechts lezend op een balk wordt de ontwikkeling vanaf deze uitgangssituatie in relatie gebracht met elk ander beplantingstype uit de bovenste horizontale balk. Daarbij wordt bij elke relatie de vraag gesteld, hoe de overgang verloopt, bijvoorbeeld het verloop van de overgang van 'solitair' naar 'strook'. Deze overgang wordt aangeduid met AB.

Bij elke verandering van het beplantingstype is het bewuste vak in de tabel grijs aangegeven en staat de overgang erin vermeld. Een vak is wit gelaten, wanneer er geen overgang plaatsvindt en het beplantingstype gehandhaafd blijft. Een beplantingstype met een overheersende richting (strook, scherm, gang) dat overgaat in een beplantingstype zonder overheersende richting (vlak, blok, dak), betekent een aanvullende nieuwe aanleg. Andersom, wanneer een vlak, blok of dak overgaat naar strook, scherm of gang betekent dat een gedeeltelijke kaalslag. Omdat deze typen overgangen geen nieuwe gegevens opleveren zijn de vakken in de tabel, die hierop betrekking hebben, eveneens wit gelaten.

Solitair (punt)

(AB), (AC), (AD), (AE), (AF), (AG): De overgang van solitair naar strook, scherm, gang, vlak, blok en dak vindt plaats wanneer solitair in een rij of in een vlak worden geplaatst en naar elkaar toe gaan groeien. Door de perspectivische werking hebbende solitair alleen bij een bepaalde plantafstand de werking van het beplantingstype: beneden ooghoogte (strook, vlak) en boven ooghoogte (gang, blok of dak, figuur 15b, c en d). In deze *overgangsfase*, wanneer het beplantingstype vanuit een beperkt aantal posities als zodanig wordt ervaren, gedragen de elementen zich nog als solitair (figuur 15e, 16b). Het type bevat een lage functionaliteit. De *functionaliteit* van een beplantingstype is maximaal of volledig aan het einde van deze overgangsfase, wanneer alle elementen elkaar raken. Het aantal zichtlijnen door de beplantingsmassa is tot nul gereduceerd. De overgangsfase is dan beëindigd. Elke

Figuur 16a Schematische groeiontwikkeling in aanzicht en plattegrond volgens de lineaire methode bij een boom.

Figuur 16b, c en d Relatie tussen groei, vormverandering en effecten van solitair / van 2 schermen naar een gang.

plant verliest op dat moment de kenmerken van een solitair en verkeert in de vrijstandsvorm. De plant verandert bij een verdere doorgroei van vrijstandsvorm in de concurrentievorm – bij plantafstanden korter dan de kritieke – , wanneer de vergroeiing met een andere plant onomkeerbaar of definitief is geworden. Deze onomkeerbaarheid wordt duidelijk wanneer de plant na een omvorming in een solitaire positie komt te verkeren en niet meer in staat blijkt naar de vrijstandsvorm terug te keren. Of er blijvende doorzichten moeten komen bij een beplanting bestaande uit elementen in de ouderdomsfase, hangt af van de opvattingen van de ontwerper.

Strook (lijn)

(BA): In de praktijk komt het weinig voor, dat uit een strook van lage struik-, veer- of kroonvormen tot ongeveer 30 cm solitairen ontwikkeld worden, behalve wanneer de planten hoger zijn, bijvoorbeeld tot 1,50 m. Deze situatie komt vooral voor in particuliere tuinen.

(BC): Een strook van jonge planten groeit uit tot een scherm, dat hoge struik-, veer- of hoge kroonvormen bevat. In figuur 13 geven a, b, c, en d voorbeelden van een scherm.

(BD): Een strook gaat via een scherm over op een gang . Deze laatste transformatie (CD) wordt bereikt, wanneer alle in het scherm voorkomende hoge struik- en veervormen afsterven of gekapt worden, of door opsnoei of afsterven van de onderste takken van boomvormen tot op ooghoogte in combinatie met een wegverbinding (figuur 13d naar 13l, m, n).

Scherf (lijn)

(CA): Uit een scherm ontstaan solitairen bestaande uit hoge struik-, veer- of kroonvormen door een omvorming of wanneer korter levende planten tussen langer levende afsterven.

(CB): De transformatie van scherm naar strook komt voor wanneer lage struik-, veer- of kroonvormen ouder worden dan de hoge struik-, veer- of kroonvormen, of wanneer het scherm tot beneden ooghoogte wordt teruggebracht. De strook komt dan voor in gesnoeide

vorm (lage hegform) of na kaalslag als een nieuwe aanplant van lage struik-, veer- of kroonvormen.

(CD): De transformatie van scherm (figuur 13d) naar gang is onder 'strook' behandeld.

Gang (lijn)

(DA): Uit een gang worden solitairen als hoge kroon-, veer- of struikvormen vrijgesteld door het afsterven van ertussen staande korter levende elementen of door het om en om afzagen. Ook zijn verplantingen mogelijk van oudere bomen tot 30 à 40 jaar.

(DB): De transformatie van gang naar strook wordt bereikt, wanneer lage struik-, veer- of kroonvormen ouder worden dan de hoge struik- en boomvormen of wanneer de beplanting tot beneden ooghoogte wordt afgezaagd. Deze overgang komt in het stedelijk milieu voor ten behoeve van de aanleg van kabels en leidingen, wegverbreding of wanneer de bomen te groot zijn geworden en overlast bezorgen. Bij herinplant van lage struik-, veer- of kroonvormen wordt een nieuwe strook gerealiseerd.

(DC): De transformatie van een gang (figuur 13l, m, n) naar een scherm (figuur 13d) vindt plaats, wanneer de wegverbinding vervalt en in de vrijgekomen ruimte onder het kronendak lage of hoge struik- en/of veervormen worden geplant, wanneer in die ruimte de kruidenlaag met de meestal aanwezige zaailingen van houtige gewassen kan doorgroeien, of wanneer de helft van een gang wordt verwijderd (13l, m, n naar 13b, c).

Vlak (vlak)

(EA): In de praktijk komt het weinig voor, dat uit een vlak van lage struik-, veer- of kroonvormen solitairen ontwikkeld worden. Bij hogere planten, bijvoorbeeld tot 1,50 m, worden solitairen vrijgesteld of in een passende vorm geknipt. Deze situatie komt meer voor in particuliere tuinen.

(EF): Een vlak transformeert naar een blok wanneer jonge driejarige planten zich tot hoge struik-, veer- of kroonvormen ontwikkelen. Deze transformatie komt voor bij de traditionele beplantingsmethode.

(EG): Een vlak gaat via een blok over naar een dak

(EFG). Een blok transformeert naar een dak, wanneer alle in het blok voorkomende lage of hoge struik- en/of veervormen onder het kronendak afsterven of gekapt worden al dan niet gecombineerd met opsnoei of afsterven van de onderste takken tot op ooghoogte (figuur 13p, q naar o).

Blok (volume)

(FA): Uit een blok komen solitairen voort van hoge struik-, veer- of kroonvormen, wanneer korter levende planten ertussen eerder afsterven, of door een omvorming worden vrijgesteld.

Een bijzondere vorm van een transformatie van een dak naar een blok is de herinplant in het Haarlemmermeersebos ten behoeve van de Floriade in 2002: de oorspronkelijke aanplant was gebaseerd op de blijvers- en wijkersbeplantingsmethode: de populieren (wijkers) zouden wijken voor beuk en eik (blijvers). Onder maatschappelijke druk zijn geen populieren gekapt. De onderbeplanting van o.a. beuken en eiken (blijvers) zijn door de uitgestelde kap in groei achtergebleven. Bij de aanleg van de Floriade 2002 zijn in dit bos deze oorspronkelijke blijvers gerood of verplant en hebben plaats gemaakt voor een nieuwe inplant van blijvers (struikvormen), bestaande uit bijzondere plantensoorten. Deze struiken zijn onder de populieren op eindafstand geplant met bodembedekkers als tussenbeplanting.

(FE): De overgang van blok naar vlak komt voor wanneer lage struik-, veer- of kroonvormen ouder worden dan de hoge kroonvormen, of wanneer het blok tot beneden ooghoogte wordt teruggebracht door de kap van de hoge struik- en kroonvormen.

(FG): De overgang van blok naar dak is onder 'vlak' behandeld.

Dak (volume)

(GA): Uit het dak worden solitairen vrijgesteld door afsterven van ertussen geplaatste korter levende hoge kroonvormen, of door verplantingen en dunningen.

(GE): De transformatie van dak naar vlak wordt bereikt wanneer de hoge kroonvormen afsterven of door het beneden ooghoogte brengen van de houtopstand gecombineerd met een nieuwe aanplant van lage struik-, veer- of kroonvormen.

(GF): De transformatie van dak naar blok wordt verkregen door een nieuwe aanplant van lage of hoge struik- en/of veervormen onder bestaande hoge kroonvormen (figuur 13o, naar 13p of q), of door de kruidenlaag met de meestal aanwezige zaailingen van houtige gewassen te laten doorgroeien.

Nu de transformaties behandeld zijn blijkt, dat de dure antropogene beïnvloeding II niet bij elke transformatie een rol hoeft te spelen. Deze constatering legt de basis voor een beplantingsmethode, die zoveel mogelijk gebruik maakt van de morfodynamische variabelen van de houtige gewassen in de vrije uitgroei. Het volgende hoofdstuk behandelt daarom de wijze waarop deze variabelen strategisch kunnen worden ingezet om de architectonische functies te realiseren middels de ontwikkelde beplantingstypen en transformaties.

4.1 Inleiding

Een dynamische benadering houdt in, dat de morfodynamiek en daarmee de natuurlijke ontwikkeling van een plant, beplantingstype of beplanting het uitgangspunt vormt voor het ontwerpen van beplantingen gericht op de vrije uitgroei. Omvang, groeisnelheid en levensduur zijn de morfodynamische variabelen, die daarbij strategisch ingezet worden om de architectonische functies te realiseren. TABEL 6A, beplantingstypologie IV 'Strategieën' laat zien hoe van de morfodynamiek van planten gebruik gemaakt wordt. Om de morfodynamische variabelen in te zetten dienen keuzen gemaakt te worden. Om een keuze te bepalen zijn vragen te formuleren. De 'werkwijzer' en de 'handleiding' bevatten een reeks van deze vragen, die de regels en procedures (de beplantingsmethode) vormen, waarmee de gedefinieerde toestand vertaald wordt naar een daartoe leidende beginsituatie en het daarbij behorende beheersregime. Deze beplantingsmethode brengt de ontwerper van architectonische functies naar het beplantingsplan. Dit beplantingsplan bestaat uit een samenhangend stelsel van aanvangsgrootte, plantafstand en sortiment van de planten. Aan de hand van een concreet voorbeeld zal in dit hoofdstuk de beplantingsmethode worden geïllustreerd.

4.2 Strategieën

In deze paragraaf zullen de morfodynamische variabelen worden behandeld in relatie tot de architectonische functies van beplantingen. De morfodynamiek is afgeleid van het sortiment en het sortiment is het plantmateriaal waar de ontwerper mee werkt. Om te begrijpen hoe met de morfodynamiek binnen de methode wordt omgegaan moet eerst een inzicht worden gegeven in de manier waarop de ontwerper naar het sortiment kijkt en tot een keuze komt.

Omtrent het sortiment biedt paragraaf 3.2.2 indelingen, waarop de keuze van het sortiment wordt bepaald. Dat zijn de praktische eisen, die gesteld moeten worden, wil de plant een kans van slagen maken. Denk hierbij aan voorwaarden of uitgangspunten zoals aan het sortiment gesteld wordt, bijvoorbeeld schaduwverdragend, zoutminnend, stormvast.

De ontwerper selecteert via twee mogelijke richtingen het sortiment: of hij maakt een keuze voor een bepaalde plant en zoekt of deze plant aan de gestelde morfodynamische eisen voldoet of hij gaat uit van de gestelde morfodynamische variabelen en zoekt naar de plant, die aan deze variabelen voldoet.

Overwegingen bij de keuze van een plant

Standaardregels of voorschriften bij plantencombinaties zijn er in het vakgebied van de tuin- en landschapsarchitectuur niet, wel aanbevelingen of opvattingen. Het staat een ieder vrij het sortiment naar eigen voorkeur samen te stellen. De ontwerper gaat uit van zijn eigen kennis, emoties en ervaringen. De volgende overwegingen worden onderscheiden:

- Wanneer bij het samenstellen van plantencombinaties de nadruk ligt op de onderlinge verschillen tussen de individuele plantensoorten, dan is er sprake van overwegingen van *decoratieve* aard. Bij de decoratieve beplantingssamenstelling worden mengsels van verschillende soorten, in beginsel bestaande uit uitheemse planten (exoten), gebruikt. Om de plant als individu te laten uitkomen komt het element als solitair of in de vrijstandsvorm voor.
- Wanneer overwegingen van functionele aard bepalend zijn, zoals bij afscherpende functies, ligt het accent niet meer op het individu maar op het collectief. De planten staan dicht op elkaar in concurrentievormen. De keuze valt dan in de regel op

inheemse soorten of bosplantsoen, die of in mengsels of in monoculturen voorkomen. Naast de vrije uitgroei behoren geknipte vormen, zoals heg- en dakvormen tot de mogelijkheden. Monoculturen zijn traditioneel te vinden in heggen, lanen en daken, waarmee scheidende, begeleidende en sfeerbepalende functies worden uit gevoerd. Kunnen in tuinen bij particulieren of bij instellingen nog kwetsbare planten worden toegepast, in het openbare groen, langs wegen of bij bedrijfsterreinen moet het om sterkere/minder kwetsbare soorten gaan, daar die soorten soms kunnen groeien in verharding of veel fijnstof kunnen verdragen. Het is gebruikelijk om bij de keuze van het soort in te spelen op de plaatselijke omstandigheden, aan te sluiten bij bestaande beplanting en rekening te houden met de tradities ter plaatse.

- Wanneer de nadruk komt te liggen op overwegingen van ecologische aard, wordt de keuze van het sortiment bepaald door specifieke kenmerken zoals: vlinderaantrekking, vogelvoer en nestgelegenheid biedend en drachtplant. Daarbij is de verspreiding van de inheemse houtige gewassen in Nederland volgens de plantengeografische districten in de Heukels' Flora van Nederland (van der Meijden et al., 1990) en Landschap en beplanting in Nederland (van Leeuwen et al., 1959), richtinggevend voor de soortenkeuze bij beplantingen op vegetatiekundige grondslag. Ontstaan vanuit de vrees, dat inheemse bomen en struiken in ons land uitsterven en bedreigd worden, is er een rapport 'Inventarisatie van oorspronkelijk inheems genenmateriaal in Noord- en Midden Limburg' (Rövekamp et al., 1997) uitgekomen. Het huidige onderzoek naar de bruikbaarheid en het beheer van inheemse planten op ecologische grondslag is uitgebreid beschreven (Koster, 1998, 2001a en b).

- Wanneer overwegingen van *economische* aard de keuze van een plant bepalen, worden bij een lage prijs planten gekozen, die in aantallen ruim voorradig en gemakkelijk te krijgen zijn. Bepalend voor de prijs is naast de uniciteit van het soort natuurlijk ook de aanvangsgrootte: hoe groter hoe duurder.

Hoe zijn de elementen terug te vinden en welke afmetingen en kwaliteiten hebben zij bij de aanvang van een aanplant? Dus hoe komt het sortiment op de markt als uitgangsmateriaal voor een aanplant?

Uitgangsmateriaal

Om te weten hoe of in welke vorm houtige gewassen als uitgangsmateriaal kunnen voorkomen, bieden diverse catalogi van boomkwekerijen bruikbare informatie. Deze informatie betreft gegevens over de naam, de kwaliteit, afmeting en de prijs, zodat met deze informatie tevens een beeld te vormen is van de mogelijkheden in aanvangsgrootte van planten. De indeling van de houtige gewassen in de diverse catalogi wordt op verschillende wijze uitgewerkt, zoals: loofhoutgewassen, klimplanten, coniferen, rododendrons, rozen en fruit. Voor de beschrijving van het uitgangsmateriaal ligt het voor de hand om de volgorde aan te houden volgens de uiterst linkse verticale kolom van boven naar beneden van TABEL 4 beplantingstypologie II 'Constructie'.

Struikvormen

Een 'bodembedekkende' struik is een bijzondere functie van een breed uitgroeiende struik, waarmee enige jaren na de aanleg de bodem wordt bedekt, zodat hoge onderhoudskosten – vrij houden van ongewenste kruiden – kunnen worden uitgespaard. Struiken deelt men in als bladverliezend, bladhoudend of naaldhoudend. Planten die met kluit worden geleverd, zijn duurder en staan als zodanig in de catalogi vermeld. Met kluit geleverd betekent dat er bij de wortels oorspronkelijke grond in een pot of jutezak uit de kwekerij aanwezig is, waardoor het gemakkelijker wordt ook buiten het normale plantseizoen te planten. Een van de grond af breed vertakte

struik is een kwaliteitsproduct. Het uitgangsmateriaal begint bij driejarige planten, die 0,80 - 1,00 m hoog zijn. De kosten van deze jonge struiken liggen tussen de € 0,45 en € 0,91 (prijsspeil 2001). In de regel worden deze planten niet met kluit geleverd. Grotere struiken en struikvormige coniferen, ook 'solitair' genoemd, worden altijd met kluit geleverd. Deze planten kunnen op de kwekerij zijn doorgekweekt in leverbare maten van 3,00 - 4,00 m hoogte en 2,00 - 3,00 m breedte.

Boomvormen

Op de kwekerij loopt de hoogte van een leverbare boomvorm op tot 10,00 - 12,00 m met een breedte van 4,00 - 6,00 m. Afhankelijk van de grootte varieert de aanschafprijs van € 50 tot € 6.800,- per stuk (prijsspeil 2001). Grote boomvormen kunnen wel 25 jaar oud zijn. Het aantal verplantingen per boom op de kwekerij kan oplopen tot acht keer.

De maatvoering van een boom wordt gegeven in centimeters stamomtrek op borsthoogte: bijvoorbeeld 25 - 30 cm. Bij deze omvangsmaat is bijvoorbeeld een *Quercus robur* (zomereik) 5,00 - 7,00 m hoog en 2,00 - 3,00 m breed. In de plantenbestellijsten wordt zelden uitgegaan van hoogte- en breedtematen, maar uitsluitend van de stamomtrek op borsthoogte.

Binnen de boomvormen kweekt men ook lage en hoge veervormen. Een *veervorm* is een boomvorm, die van de grond af vertakt is.

Hoge hegvormen worden geleverd in een hoogte van 1,75 - 2,50 m en een breedte van 1,50 - 2,00 m (Uitzonderlijke maten zijn 3,00 - 3,00 m hoog en 2,50 - 3,50 m breed). Naast vierkantige of ronde vormen kunnen de boomvormen ook in een kegel, zuil, piramide, dak of in een andere vorm zijn bijgeknipt, meestal in de hoogte van 2,00 - 4,00 m. Grotere boomvormen en coniferen worden altijd met kluit geleverd.

Nu inzicht is verkregen in de keuze van een plant en het uitgangsmateriaal worden de morfodynamische variabelen zoals de omvang, groeisnelheid en levensduur verder uitgewerkt ten behoeve van een strategische keuze. De volgorde van de onderwerpen verloopt

volgens de linker kolom van boven naar beneden van TABEL 6A beplantingstypologie IV 'Strategieën'.

4.2.1 Omvang (O)

Onder de omvang wordt de omtrek of de hoofdlijn verstaan, die de verschillende vormen van een plant, beplantingstype of beplanting aannemen, vertaald in een hoogte-, breedte- en lengtemaat uitgedrukt in meters. Deze afmetingen worden bij de strategische keuze gerelateerd aan de plantafstand en aanvangsgrootte.

Plantafstand

Wanneer de breedte van struik- en boomvormen naar de omvang uit de ouderdomsfase verder gaat dan de beschikbare ruimte, ontwikkelen de elementen zich tot concurrentievormen. Het tijdstip waarop deze vorm intreedt hangt af van de aanvangsgrootte, plantafstand en groeisnelheid van het element. Een beplanting bestaande uit concurrentievormen bevat kleinere plantafstanden en vormt een dichte massa. Met een dichte massa van struik- en boomvormen zijn scheidende en begeleidende functies te vervullen zoals, hegvormen, struwelen, houtwallen, lanen en bossages.

Met grotere¹⁸ plantafstanden worden solitaire of vrijstandsvormen ontwikkeld. Tussen solitaire boven ooghoogte zijn doorzichten te creëren. Tegelijk komt de verschijningsvorm van de plant als solitair of in de vrijstandsvorm bij de juiste hoeveelheid licht optimaal tot uitdrukking. Het variëren van plantafstanden speelt een rol in particuliere tuinen, grotere tuinen, parken, openbaar groen, begraafplaatsen, golfbanen, aangelegde natuurterreinen of bosparken¹⁹.

Onderhoudsaspecten bij grotere plantafstanden

Om de ruimte tussen de solitaire en vrijstandsvormen open te houden dient de spontane opslag van de houtige elementen binnen de kritieke plantafstand niet tot ontwikkeling te komen, zoals zaailingen van bijvoorbeeld esdoorns, beuk, hulst, berk, kornoelje

¹⁸ 'grotere plantafstanden' gaan uit van groter of gelijk aan de kritieke plantafstanden (het element komt voor als vrijstandsvorm of solitair), 'kleine(re) plantafstanden' gaan uit van afstanden korter dan de kritieke plantafstand.

¹⁹ Een bospark is een park, bestaande uit een sortiment, dat in een bos voorkomt en het bos ingericht is ten behoeve van diverse recreatieve functies.

en vlier dat gemakkelijk doen. Om te voorkomen dat deze houtige planten concurrerend gaan werken voor de solitaire en vrijstandsvormen wordt de kruidenlaag laag gehouden door: hetzij in de vorm van bodembedekkers (wieden), hetzij gras (maaïen), hetzij bloemenweide (rugmaaier) of hetzij als begrazing bij extensief beheerde parken en natuurterreinen (bijvoorbeeld gemeente Doetinchem).

Aanvangsgrootte

De keuze van de aanvangsgrootte bepaalt in sterke mate de architectonische effecten. Door de toepassing van groter plantmateriaal zijn direct bij de aanleg al accent- en sfeerbepalende functies in de architectuur zijn uit te voeren. Grotere planten zijn wenselijk bij bijvoorbeeld de aanleg van een nieuw park (Haarzuilens, paragraaf 2.4), woonwijk of na een omvorming van bestaand groen in het stedelijk gebied. Allerlei variaties van grotere planten gecombineerd met kleinere in een mengsel van soorten en met wisselende plantafstanden, zijn goed toe te passen binnen de beplantingstypen scherm, gang, blok of dak.

De keuze van kleinere aanvangsgrootte ligt meer voor de hand in situaties waarbij geen direct ruimtelijk effect wenselijk of noodzakelijk is. Bijvoorbeeld als de beleving van het volgen van de groei van planten belangrijker wordt geacht dan de beleving van het ruimtelijke effect op korte termijn, zoals bij extensief beheerde, op natuur gerichte terreinen.

Er is een voor de hand liggende relatie te onderkennen tussen grotere aanvangsgrootte, grotere plantafstanden met solitaire en vrijstandsvormen en kleinere aanvangsgrootte, kleinere¹⁸ plantafstanden en concurrentievormen.

Wanneer de groei van struikvormen naar de omvang uit de ouderdomsfase boven ooghoogte reikt, wordt het zicht afgeschermd en transformeert het beplantingstype. Door een grotere aanvangsgrootte van de planten of snelle groeiers te kiezen, kan het moment, waarop de transformatie plaatsvindt worden beïnvloed. Er zijn planten die in de ouderdomsfase beneden ooghoogte

blijven, maar veel houtige gewassen worden hoger en zijn alleen door knippen of snoeien beneden ooghoogte te beheersen in bijvoorbeeld hegvormen. Met deze vormen zijn in de architectuur scheidende en begeleidende functies uit te voeren. Bredere vlakken beneden ooghoogte, al dan niet door snoeien, zijn op deze hoogte te houden en vervullen ruimtescheppende functies.

4.2.2 Groeisnelheid (G)

Lage groeisnelheden zijn toe te passen wanneer een bepaald effect, zoals sluiting of het op ooghoogte komen van de beplanting, op korte termijn niet noodzakelijk is. Hoge groeisnelheden van planten zijn effectief bij het creëren van een gunstig groeiklimaat in situaties met een harde (zee)wind of arme en droge bodems of wanneer ruimtelijke effecten snel bereikt moeten worden. Mengsels van planten met een snelle groei (struikwilg) en een langzame groei (schijnhazelaar) of het benutten van het contrast tussen de snelle groei met een verticale takkenstructuur (kerria) versus de langzame breedtegroei met een horizontale takkenstructuur (Japanse esdoorn) komen tot uitdrukking in particuliere tuinen of parken.

4.2.3 Levensduur (L)

Planten met een korte levensduur – meestal gerelateerd aan snelle groeiers of snel effect (berk, populier, wilg) – zijn inzetbaar wanneer zij een pioniersfunctie vervullen ten behoeve van de ontwikkeling van een gunstig groeiklimaat voor planten met een langere levensduur. De principes uit de morfodynamica geven een inzicht hoe om te gaan met leeftijdsverschillen tussen verschillende plantensoorten (tijdsdynamiek). Bijvoorbeeld in een combinatie van planten, die meer in het oog springen en een kortere levensduur bevatten – levendigheid – , tegen een achtergrond van planten met een langere levensduur – rust – .

Er zijn niet alleen relaties te vinden tussen de verschillen in levensduur van planten onderling, zoals hierboven beschreven is, maar er zijn ook verschillen te onderscheiden in de levensduur van planten en de

duur van de veranderingen die zich in de omgeving kunnen voordoen: 'de omgevingsdynamiek', zoals bijvoorbeeld de relatie tussen een groenstructuur en de gebouwde omgeving.

- Te denken valt aan een relatie tussen planten met een korte levensduur en een gebouwde omgeving met een hoge omgevingsdynamiek, zoals in een stedelijk centrumgebied (Rotterdam, populier). Dit betekent bijvoorbeeld dat mensen zich makkelijker – in politieke of in emotionele zin – aan zullen passen, wanneer een kort levende boom gekapt moet worden omwille van de aanleg van parkeerplaatsen, wegverbreding of nieuwbouw.
- De relatie tussen planten en een omgeving met een lage omgevingsdynamiek (stadswallen Haarlem sedert 1822) betekent voor de plantenkeuze, dat er afwisseling gezocht kan worden bij het maken van composities met planten van verschillende, en met een langere levensduur. De relatie tussen planten met een lange levensduur en een omgeving met een lage omgevingsdynamiek, is dan met elkaar in evenwicht. Voor zover de omgevingsdynamiek te voorspellen is, is dit evenwicht ook na te streven.
- Wanneer planten met een lange levensduur in relatie staan met een hoge omgevingsdynamiek, bijvoorbeeld een groenstructuur van eiken die 300 tot 500 jaar oud – in Nederland gemiddeld drie keer de leeftijd van een gemiddelde moderne woning – worden, dan ontstaan er mogelijkheden om allerlei wenselijke en mogelijke al van te voren bedachte transformaties te laten plaatsvinden: bijvoorbeeld van een gesloten scherm (figuur 13d) naar een gang van hoge boomkronen, die uit dezelfde bomen bestaan.

De nu behandelde morfodynamische variabelen van planten, omvang, groeisnelheid en levensduur, maken duidelijk dat er variatie tussen planten optreedt in de afmetingen (de omvang), de snelheid waarmee de vorm verandert (groeisnelheid) en de periode dat de vorm bestaat (de levensduur). De vraag is nu aan de

orde: hoe zijn deze variabelen in te zetten in relatie tot de architectonische functies? Welke principes zijn hieraan te ontlelen?

Wanneer het leven van een plant ophoudt, vallen de bladeren of naalden en tenslotte de takken af van een boom of struik. Indien de plant onderdeel uitmaakt van een compositie kan door planten te kiezen die in levensduur verschillen, bewust van dit natuurverschijnsel gebruik gemaakt worden door bijvoorbeeld de ontstane ruimte na afsterving niet door andere planten in te vullen. Hierdoor ontstaat er een of meerdere tussenruimten, die dan op termijn bepaalde doorkijkjes opleveren.

Wanneer het leven van een plant ophoudt maar dezelfde architectonische functie gehandhaafd moet blijven, dient eenzelfde plantensoort op dezelfde plaats onder levensvatbare omstandigheden herplant te worden.

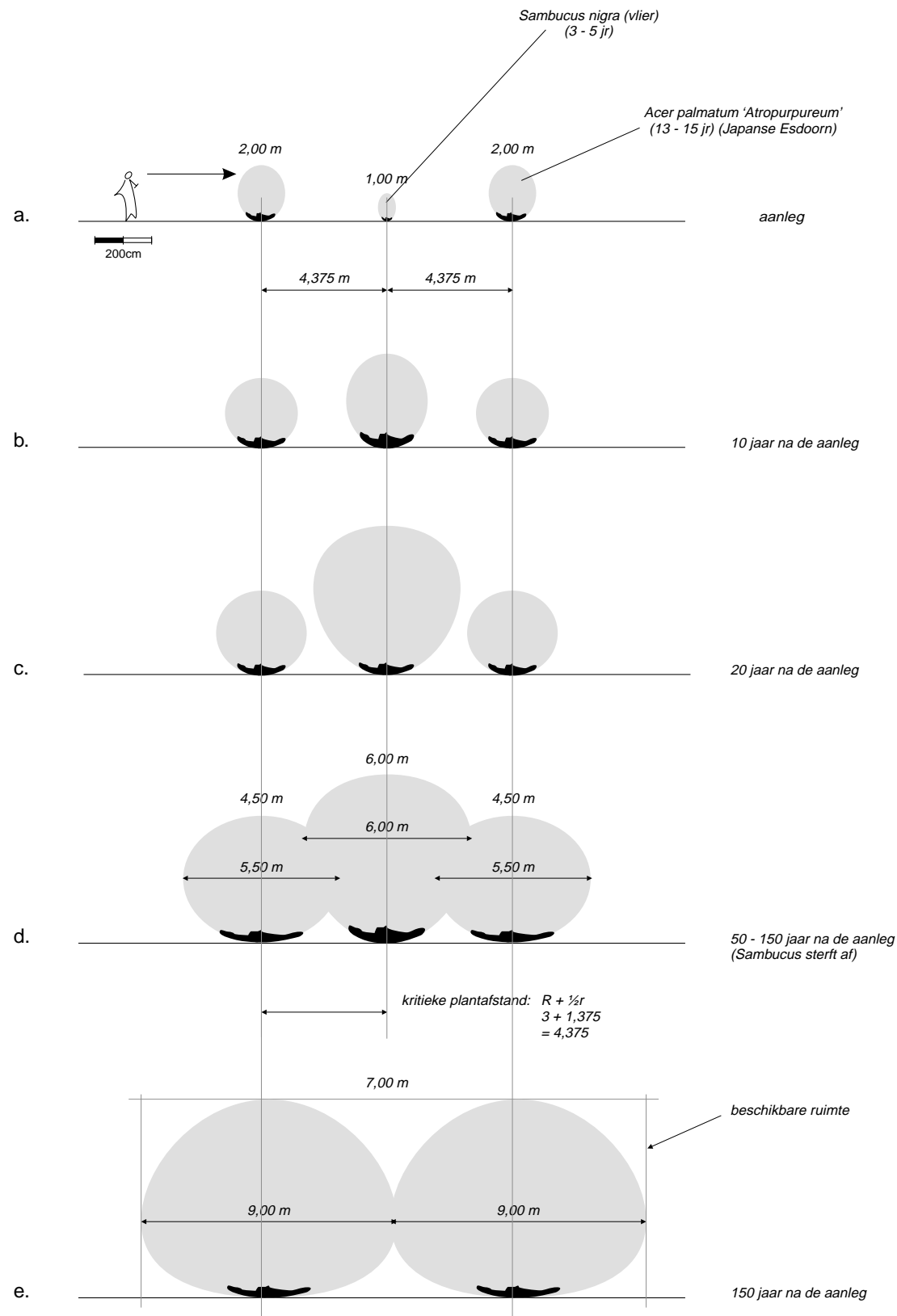
Wanneer het leven van een korter levende plant ophoudt in een compositie met langer levende planten, kunnen de plantafstanden zodanig worden gekozen, dat een naburige plant op termijn de ruimte overneemt van deze afgestorven plant of dat onder levensvatbare omstandigheden, dezelfde plantensoort verderop herplant wordt zonder dat de architectonische functie zich wijzigt.

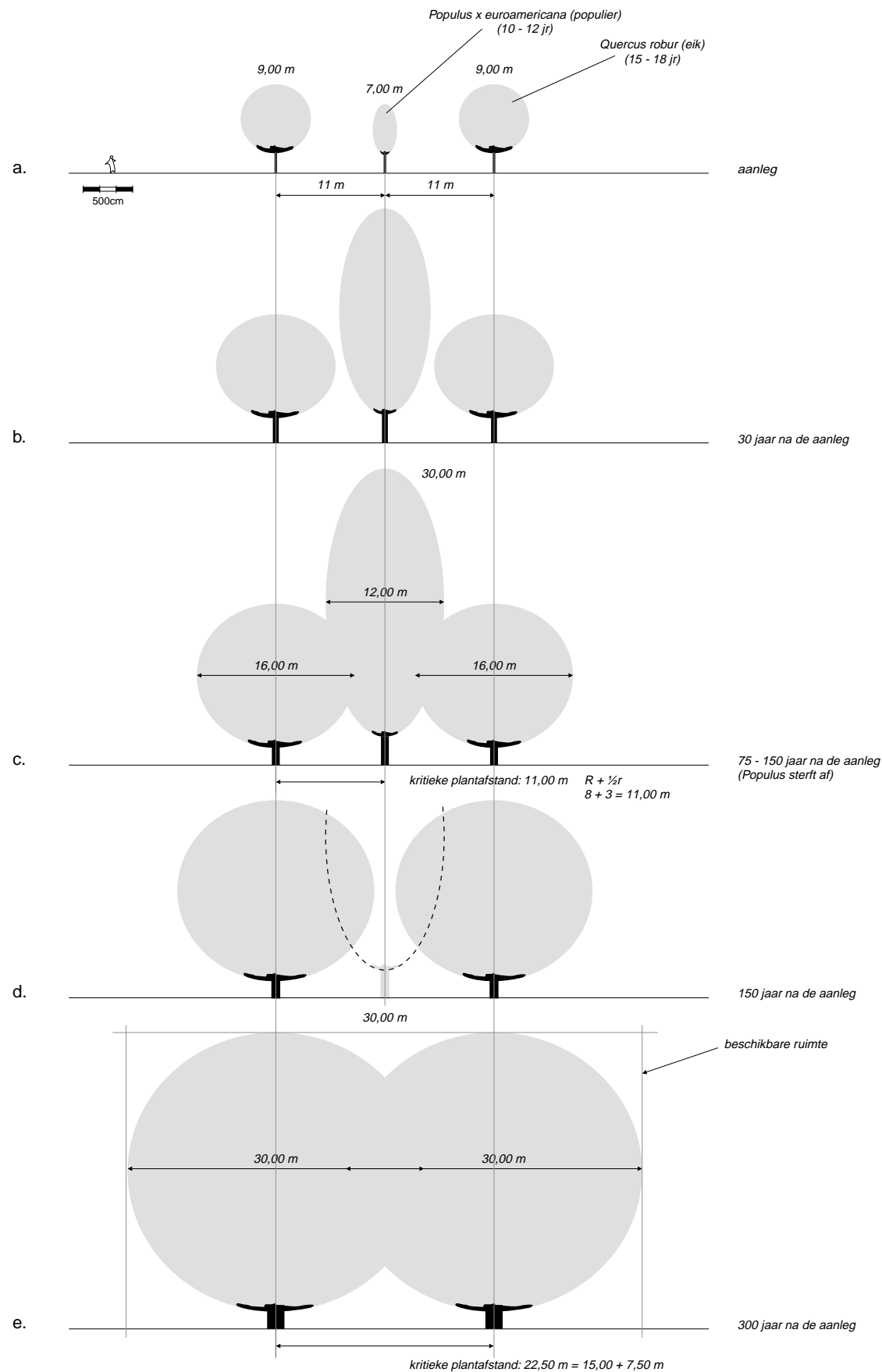
Bij grotere plantafstanden spelen deze processen zich af onder solitair en vrijstandsvormen, bij kleinere plantafstanden onder concurrentievormen. De wijze waarop bovenstaande processen verlopen zijn uitgewerkt in een drietal morfodynamische principes voor de vrijstands- en voor de concurrentievormen.

4.3 Morfodynamische principes

Geredeneerd vanuit de denk- of werkrichting vanuit de plant naar beplantingstype en beplanting, wordt bij de behandeling van dit onderwerp ook weer uitgegaan van de twee hoofdvormen van de elementen: de vrijstands- en concurrentievorm. De toepassing van deze hoofdvormen komt in beplantingstypologie IV 'Strategieën' (TABEL 6A) dan weer aan de orde in relatie tot de omvang, groeisnelheid en levensduur.

Figuur 17a t/m e **Het 1e principe van de overgenomen positie bij struikvormen**
 Conform groeicurve van figuur 2 (appendix 1).





4.3.1 Vrijstandsvormen

1a De overgenomen positie

Hierbij wordt de ruimte die wordt nagelaten door een afgestorven plant overgenomen door een andere plant die ouder wordt. Bij vrijstandsvormen is de nagelaten ruimte tussen de oudere planten zodanig ruim, dat zij elkaar in volgroeide toestand raken bij een kritieke plantafstand van $P = R + \frac{1}{2} r$. Om de voorbeelden te verduidelijken zijn mengsels van plantensoorten genomen met verschillen in omvang, groeisnelheid en leeftijd. Aan de hand van struik- en boomvormen wordt dit principe toegelicht. Het beplantingstype transformeert niet met de toepassing van de overgenomen positie.

Struikvormen

In figuur 17a t/m e is volgens de groeicurve uit figuur 2 (appendix 1), te zien hoe de ruimte door afsterving van de vlier (*Sambucus*, leeftijd in vrijstandsvorm gesteld op 50 - 75 jaar; mondelinge mededeling Theunissen, 2003) vrijkomt. In de ouderdomsfase, wanneer de vlier maximaal is uitgegroeid en gaat afsterven, is de Japanse esdoorn (*Acer palmatum* 'Atropurpureum', leeftijd in vrijstandsvorm gesteld op 150 jaar, mondelinge mededeling Theunissen, 2003) ongeveer op de helft van haar maximale grootte. De kritieke plantafstand is afgestemd op de afmetingen in die periode, die de vlier en de Japanse esdoorn dan innemen (figuur 17d). In het onderhavige geval raken de Japanse esdoorns elkaar. Op basis van dit principe zijn allerlei varianten denkbaar, zoals groepen of rijen elk van een of meerdere plantensoorten.

Boomvormen

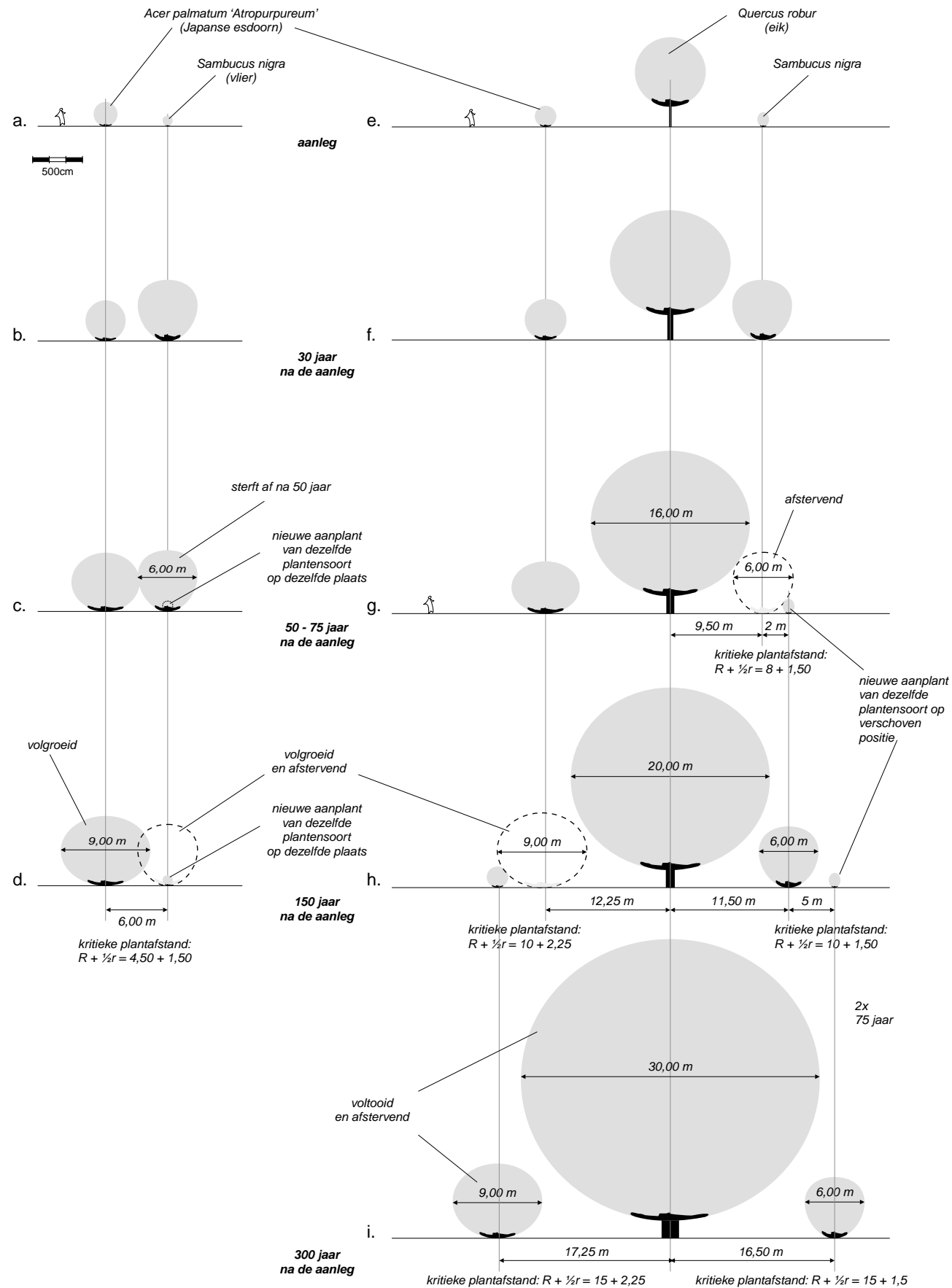
In figuur 18a t/m e is een vergelijkbare vormontwikkeling te zien bij bomen, waarbij de populier (*Populus*, leeftijd in vrijstandsvorm gesteld op ca. 80 jaar; mondelinge mededeling Theunissen, 2003) ruimte laat voor de eik (*Quercus*, leeftijd in vrijstandsvorm gesteld op ca. 300 jaar; mondelinge mededeling Theunissen, 2003), waarbij voor de morfodynamische variabelen is teruggegrepen op de groeicurven van figuur 2 (appendix 1).

Figuur 18a t/m e Het 1e principe van de overgenomen positie bij boomvormen

Conform groeicurve van figuur 2 (appendix 1).

Figuur 19a t/m d **Het 2e principe van de identieke positie** (links)

Figuur 19e t/m i **Het 3e principe van de verschoven positie** (rechts)
Conform groeicurve van figuur 2 (appendix 1).



Ook bij de bomen kan aan dezelfde varianten als bij de struiken gedacht worden.

Boom- en struikvormen

De combinatie boom- met struikvormen treedt op wanneer de ruimte, die door een afgestorven struikvorm wordt nagelaten, wordt overgenomen door de boomvorm, die nog in de breedte verder uitgroeit.

1b De niet-overgenomen positie

Hierbij wordt de ruimte, die wordt nagelaten door een afgestorven plant niet meer overgenomen door een andere ouder wordende plant. Bij vrijstandsvormen is de nagelaten ruimte zodanig groot, dat de overgebleven ouder wordende planten als solitair verder doorgroeien. Daarmee transformeert het beplantingstype van strook, scherm, gang, vlak, blok en dak naar het beplantingstype solitair met de perspectivische werking van het desbetreffende beplantingstype.

Afgestorven boom- en struikvormen in het stedelijk groen worden normaal gesproken verwijderd. Indien echter de nadruk ligt op een natuur-ecologische benadering (bos), dan blijven deze dode planten in de regel staan (van Heusden et al., 1994: model 1 'Volledige structuur').

De principes van de overgenomen en niet-overgenomen positie zijn met name voor hogere beplantingstypen (scherm, gang, blok en dak) functioneel bij ongunstige groeiomstandigheden zoals bij harde wind en droge en onvruchtbare bodems. De sneller groeiende en korter levende planten creëren een gunstig groeiklimaat voor de overige, langer levende, planten.

2 De identieke positie

Bij dit principe wordt de ruimte, die is nagelaten door een afgestorven plant, ingenomen door een nieuwe plant van dezelfde soort, die op de identieke plaats wordt herplant. Er is sprake van een verjonging van de houtopstand. Figuur 19a t/m d geeft de morfodynamiek op basis van de groeicurven uit figuur 2 (ap-

pendix 1) hiervan een voorbeeld van twee struiken: de Japanse esdoorn en de vlier.

In figuur 19a t/m d is bij de bepaling van de definitieve plantafstanden de kritieke plantafstand aangehouden op hetzelfde moment dat beide planten maximaal zijn uitgegroeid. Dit moment hoeft in werkelijkheid niet plaats te vinden. Bijvoorbeeld wanneer een der planten eerder afsterft. Door de planning van de ruimte voor maximale uitgroei is er bij herinplant van een nieuwe plant van dezelfde soort op dezelfde plaats in principe voldoende ruimte gereserveerd. Figuur 19a t/m d is een voorbeeld van twee struiken van verschillende groeisnelheden, omvang en leeftijd. Varianten hierop zijn denkbaar voor bomen of struiken alleen, of combinaties van bomen en struiken, die uit een of meerdere plantensoorten bestaan, in rijen of groepen gepositioneerd.

De afgestorven planten worden bij dit principe dus vervangen. Het is denkbaar, dat bij een bepaalde plantcombinatie de plantlocatie dermate in de schaduw komt te verkeren, dat naar een alternatieve plantensoort moet worden omgezien met dezelfde morfodynamische variabelen.

Dit principe is van toepassing bij een decoratieve beplanting, waarbij elk element door de vorm en de verschijningsvorm dezelfde rol moet vervullen. Het principe van de identieke positie is in elk beplantingstype mogelijk en het beplantingstype transformeert niet naar een ander beplantingstype. Het herinplanten valt daarom onder antropogene beïnvloeding I.

3 De verschoven positie

Bij dit principe wordt de ruimte, die wordt nagelaten door een afgestorven plant ingenomen door een andere plant, die breder wordt en duidelijk langer doorgroeit (uitgegaan wordt van minimaal het dubbele van de leeftijd van de eerder afgestorven plant). Als voorwaarde in verband met de compositie wordt met behoud van hetzelfde architectonische effect (bijvoorbeeld een scherm) de herinplant uitgevoerd op een verschoven positie van dezelfde soort als de afgestorven plant.

In figuur 19e t/m i is deze vormontwikkeling te zien volgens dezelfde groeicurven en plantensoorten (eik,

Japanse esdoorn en vlier van figuur 2, appendix 1) als bij de vorige principes. De kritieke plantafstand in figuur 19g is bepaald door de breedte van de eik en vlier, in de leeftijdsfase op het moment dat de vlier afsterft. Bij de herinplant van de vlier moet de positie twee meter opschuiven om in de volgende periode van 50 - 75 jaar volgens de kritieke plantafstand weer door te kunnen groeien. Deze positie verschuift later nog eens met 5 meter. Dit principe is ook toegepast aan de andere zijde van de eik met de Japanse esdoorn, eveneens gebruik makend van de groeicurven uit figuur 2, appendix 1 (figuur 19e t/m i).

In de combinaties van bomen en struiken, zowel bij de identieke als bij de verschoven positie, zal bij de soortkeuze van de struiken, zowel bij de aan- als herinplant, rekening moeten worden gehouden met de overgang van een lichte naar een tenminste halfschaduw standplaats als gevolg van de uitgroei van de bomen: bruikbaar zijn o.a. hulst, rododendron, taxus, laurier, Japanse esdoorn, krent, buxus, kornoelje, hazelnoot, kardinaalsmuts, liguster, mahonia, vuilboom, vlier, sneeuwbes en Gelderse roos. Een beplantingsfilm dient niet alleen de architectonische functies te laten zien, maar moet ook een indicatie bieden in hoeverre de schaduwwerking door overgroeiing gaat optreden (zie appendix 2) .

De verschoven positie is van toepassing wanneer een scherm (figuur 13c, d, f, i, j), gang (figuur 13m, n) of blok op ooghoogte gehandhaafd moeten blijven. Met de toepassing van dit principe transformeert het beplantingstype niet. Het beheersregime, de herinplant, valt onder antropogene I.

4.3.2 Concurrentievormen

Indien houtopstanden alleen *concurrentievormen* bevatten, dan hebben dezelfde principes uit de vorige paragraaf de volgende uitwerking op de boom- en struikvormen:

1a De overgenomen positie

Dit principe, waarin de ruimte van een afgestorven plant wordt overgenomen door een andere plant, is

door de korte plantafstanden bij mengsels en monoculturen van toepassing voor elementen van ongelijke leeftijden. Met de toepassing van de overgenomen positie bij concurrentievormen transformeert het beplantingstype niet.

1b De niet-overgenomen positie

Dit principe speelt bij concurrentievormen *geen* rol, omdat de opengevallen ruimten direct door verdere uitgroei van de zich in de directe omgeving bevindende planten worden overgenomen (1a). Het principe van de niet-overgenomen positie verloopt anders bij *groepsgewijze* mengsels of monoculturen, die per groep ongelijk²⁰ van leeftijd zijn.

De opengevallen ruimten tussen de oudere, ouder wordende of langzaam groeiende plantengroepen dienen dan door wieden (bij inplant van bodembedekkers), maaien (bij inzaaien van gras), of door begrazing (bij weide) instandgehouden te worden. De korter levende en meestal snelgroeiende planten creëren ook hier een gunstig groeiklimaat voor de langer levende en langzaam groeiende planten.

2 De identieke positie

Dit principe heeft *geen* werking bij mengsels die bestaan uit elementen van ongelijke leeftijden, omdat de ruimte die de *individuele* afgestorven plant nalaat, te klein is en door wortelconcurrentie en schaduwwerking van de naburige planten in veel gevallen ongeschikt geacht moet worden als groeiplaats voor nieuwe aanplant. Het principe is wel effectief bij *groepsgewijze* mengsels of monoculturen van ongelijke leeftijden. De plek of ruimte, die dan door een groep planten wordt na gelaten, bevat meer licht. Men kan in dergelijke situaties, die meestal voldoende werkruimte oplevert, gemakkelijk de wortelconcurrentie door de opengevallen ruimte mechanisch opheffen. Alleen bij voldoende licht en door het ontbreken of het verbreken van wortelconcurrentie, ontstaan er geschikte groeiplaatsen voor een nieuwe aanplant. Het principe van de identieke positie betekent hier, dat het

beplantingstype niet transformeert naar een ander beplantingstype.

3 De verschoven positie

Dit principe is effectief bij herstel, behoud of versterking van de architectonische functie van de beplantingstypen: scherm, gang en blok, doordat er een aanvulling van de beplanting met nieuwe aanplant plaatsvindt. Mochten de omstandigheden of de groeiplaatsen zich gewijzigd hebben van bijvoorbeeld zonnig naar schaduwrijkere plaatsen waardoor het oorspronkelijke assortiment niet meer is te gebruiken, dan zijn er meestal alternatieve plantensoorten te vinden met vergelijkbare morfodynamische variabelen. Afhankelijk van de situatie moet een mogelijke wortelconcurrentie wel worden opgeheven.

De toepassings- en keuzemogelijkheden van de morfodynamische variabelen en principes worden in de komende paragraaf behandeld vanuit de aspecten omvang (O), groeisnelheid (G) en levensduur (L) in relatie tot de reeds ontwikkelde beplantingstypen.

4.4 Beplantingstypologie IV 'Strategieën'

Het schema beplantingstypologie IV 'Strategieën' (TABEL 6A) geeft een overzicht van de in paragraaf 4.3. besproken hoofdvormen van de morfodynamische principes. De tabel laat zien met welk doel of effect, in welke situaties en op welke wijze gebruik gemaakt wordt van de morfodynamische variabelen van de plant. Op de bovenste horizontale balk zijn de beplantingstypen getekend, in dezelfde volgorde als in de overige schema's I, II en III. In de linkerkolom staan van boven naar beneden omvang, groeisnelheid en levensduur genoemd.

De omvang (O) is als eerste genoemd, omdat de omvang van plant, beplantingstype of beplanting voortkomend uit de ontwerpfase (fase 1), maatstaf is voor de architectonische functie. "Geven de voorgestelde volumes en beplantingsmassa's in het ontwerp de omvang weer van volgroeide planten?" vormt dan ook de eerste vraag. Om zo goed mogelijk inzicht te krijgen in de invloed van de plantafstand en aanvangsgrootte op

de omvang is een onderverdeling gemaakt in grote en kleine afstanden en afmetingen.

De groeisnelheid (G) van plant, beplantingstype of beplanting speelt zich af binnen de vastgestelde omvang en is bij een strategische keuze gerelateerd aan het tijdstip, waarop het architectonische effect begint. Om zo ruim mogelijk de architectonische effecten van de groeisnelheid in beeld te krijgen, zijn de gevolgen bij hoge en lage snelheden beschreven.

De levensduur (L) van plant, beplantingstype of beplanting speelt zich eveneens af binnen de gekozen vorm en bepaalt de duur van het architectonische effect. Omwille van de spreiding is een verdeling gemaakt in een lange en een korte levensduur. De levensduur van planten dient bij dit onderdeel steeds in relatie te worden gezien tot de duur van de veranderingen in de omgeving: een hoge omgevingsdynamiek betekent kortdurige veranderingen en een lage omgevingsdynamiek betekent langdurige veranderingen. De wijze waarop met de levensduur van planten op de omgevingsdynamiek kan worden gereageerd, is behandeld in paragraaf 4.2.3. Vandaar dat bij dit onderdeel alleen met de vermelding van de hoogte of laagte van de omgevingsdynamiek wordt volstaan.

Hieronder volgt per beplantingstype een beschrijving van omvang, groeisnelheid en levensduur als basisvariabelen waarmee in de integrale beplantingsmethode rekening moet worden gehouden. De respectievelijke beplantingstypen strook/vlak, scherm/blok en gang/dak zijn in tweetallen gegroepeerd, omdat de elementen waaruit deze beplantingstypen zijn opgebouwd dezelfde overeenkomstige morfodynamische kenmerken vertonen.

Solitair (punt)

(O): De omvang van solitair kent bij de vele verschillende vrijstandsvormen diverse verhoudingen in hoogte/breedte. De vormen staan gegroepeerd van 'breed - bol', 'opgaand' tot en met 'smal - zuil'. Hoe groter de omvang van de solitair hoe duidelijker de solitair een ruimtelijke betekenis heeft. In stedelijke gebieden, bijvoorbeeld in een nieuwe woonwijk hebben grote

²⁰ Aan ongelijke leeftijden bij concurrentievormen van groepsgewijze monoculturen wordt hier gedacht aan een latere inplant, waardoor per groep ongelijke leeftijden gaan ontstaan (verschillende startmomenten). Mogelijk is ook, dat bij hetzelfde startmoment omwille van leeftijdsverschillen voor de grotere en oudere planten vrijstandsvormen worden gekozen, die dan met het ouder worden geleidelijk overgaan in concurrentievormen.

solitaire bomen een belangrijke invloed op de omgeving. In gebieden, die als een nabootsing van de natuur door een aanplant worden aangelegd, kunnen grotere solitaire planten toegepast worden zonder al te sterk het 'natuurlijke' karakter af te wijken: solitaire eik(en) in een struweel van slee- en/of meidoorn met begrazing (Vera, 1997), solitaire berk(en), grove dennen of jeneverbessen in een heideveld, solitaire populier(en) of wilg(en) in een weide. Meerdere planten dicht naast elkaar geplant als een solitair in een vrije ruimte vergroten de omvang (clumps in landgoederen en parken). Bij berken gebeurt zoiets van nature.

(G): Hoge of lage groeisnelheden, of combinaties daarvan, zijn hier niet relevant, omdat de solitaire positie op zichzelf bepalend is. De solitair bevat het principe van de identieke positie.

(L): Hoge omgevingsdynamiek ondervinden solitair in particuliere tuinen door veranderingen in gebouwen en bouwwerken en wijzigingen in de indeling van de tuin. Problemen doen zich voor wanneer de ouder wordende plant te groot blijkt te zijn geworden ('verwilderd!'), omdat men zich de omvang uit de ouderdomsfase onvoldoende heeft gerealiseerd. Lage omgevingsdynamiek doet zich voor op kruispunten van landwegen, bij wegwakken en kapellen, historische panden, begraafplaatsen en parken.

Strook/vlak (lijn/vlak)

(O): De kenmerkende vormen zijn hier planten, die in de vrije uitgroei zich breed ontwikkelen en in tabel 3 'Classificatie vrijstandsvormen' als 'breed - bol' staan aangeduid. De omvang in de breedte of de kenmerkende breedtegroei zijn bepalend bij de keuze van de plant, die ook als 'bodembedekker' getypeerd wordt.

Omdat in tabel 3 geen bodembedekkers of bodembedekkende struiken genoemd zijn, volgen hier enkele belangrijke plantensoorten die hierop betrekking hebben: heide-, hertshooi-, klimop-, laurier-, rododendron-, spierstruik-, bosbes-, zilverspar-, dwergcypres-, jeneverbess-, spar-, den-, venijnboom- en wilgsoorten.

Meer nog bij stroken dan bij vlakken komen hegvormen voor, die voor hun vorm afhankelijk zijn van knippen en waarvan de elementen bestaan uit concurrentievormen. Met het knippen is gekozen voor een strakke vorm. Hegvormen zijn op elke gewenste hoogte aan te planten.

(G): Het moment van sluiting bij bodembedekkers wordt beïnvloed door kortere plantafstanden of door snelle breedtegroei toe te passen. Bij een optimale afstemming van groeisnelheid en plantafstand moet na enkele jaren sluiting bereikt kunnen zijn.

Bestaan stroken en vlakken uit monoculturen van gelijke groeisnelheden (hegvormen, bodembedekkers), dan is het principe van de overgenomen positie van toepassing. Bestaan stroken en vlakken uit verschillende groeisnelheden en dus uit mengsels, dan komen alle principes in beginsel voor: de overgenomen, de niet-overgenomen, de identieke en verschoven positie.

(L): Hoge omgevingsdynamiek ondervinden stroken bij bermen als gevolg van veranderingen in de breedte van wegprofielen en vlakken wanneer er niet gewied, gemaaid of begraasd wordt (bij ongeremde successie). Ouder wordende planten zijn in te zetten in situaties waar een lage dynamiek aanwezig is zoals bij figuratieve buxus- taxusbepanting in tuinen of parken bij historische landgoederen of kastelen.

Schermblok (lijn/volume)

(O): Onder deze beide beplantingstypen vallen heel veel beplantingen in oneindig vele vormvarianties en waar elk principe uit de morfodynamica op van toepassing kan zijn: mengsels van snelle en langzame groeiers, aanplant van jongere en oudere planten, in vrijstands- of in concurrentievormen en een sortiment in monoculturen of in mengsels. Voor de bepaling van de plantafstand gelden twee essentiële zaken:

- in welke vorm komt het element tijdens de levensduur voor en
- met welke omvang (aanvangsgrootte) wordt begonnen?

Vrijstandsvormen

Er ligt een verband tussen vrijstandsvormen tijdens de levensduur met grote plantafstanden en concurrentievormen met korte plantafstanden: vrijstandsvormen in beginsel in grote aanvangsgrootte en concurrentievormen in kleine. Dicht op elkaar staande vrijstandsvormen in grote aanvangsgrootte gaan, wanneer zij nog verder groeien tijdens hun levensduur, 'verloren' als vrijstandsvorm en veranderen in concurrentievormen. Om deze fase naar de concurrentievorm te voorkomen worden plantafstand, sortiment en aanvangsgrootte zodanig bepaald, dat bijvoorbeeld planten in vrijstandsvorm afsterven op het moment dat zij andere planten raken, zoals bij de overgenomen positie. Beginnen met vrijstandsvormen op de kritieke plantafstand in kleine maten is meestal ongewenst vanwege het geringe architectonische effect.

Concurrentievormen

Wanneer concurrentievormen het uitgangspunt vormt, dient te worden bepaald wanneer de concurrentievorm gaat optreden. Is dat het geval bij de aanleg dan ligt de keuze voor kleinere planten voor de hand. In een ongunstig klimaat ontstaat door de dichte 'behaving' de beste ontwikkelingsmogelijkheid voor jonge planten. Combinaties van vrijstands- en concurrentievormen betekent, dat de plantafstand zich voortdurend aanpast aan de omvang van de solitair en aan de omvang van de groep van planten in de concurrentievorm. Met het 'aflezen' van de plantafstand, de kennis van de maximale uitgroei en de levensduur van het toegepaste sortiment zijn de bedoelingen van de ontwerper, die hij voorheeft met de vorm van het element, te begrijpen.

De variatie van hoogten, leeftijden en vormen van planten op verschillende plantafstanden en aanvangsgrootte levert afhankelijk van de architectonische functies een afwisselend beeld op in zowel een landelijke als een stedelijke omgeving. De algemeen aanvaarde traditie, dat per project hetzelfde plantschema wordt uitgevoerd in de plantvakken, komt met dit uitgangspunt ter discussie te staan. De keuze van de aanvangsgrootte

in afhankelijkheid van de plantafstand is dus bepalend voor de vorm van het element en het moment waarop de architectonische functie in werking treedt.

(G): Met elementen van verschillende groeisnelheden wordt de overgenomen, de niet-overgenomen en de identieke positie uitgevoerd. De verschoven positie kan plaatsvinden, wanneer het leeftijdsverschil tussen de elementen onderling in mengsels minstens het dubbele is. Daarnaast bepalen hoge en lage groeisnelheden het moment waarop de architectonische functies ingaan of worden door het inzetten van snelle groeiers, nadelige groeiomstandigheden voor langzame groeiers opgevangen.

(L): Hoge omgevingsdynamiek voor scherm/blok is te zien bijvoorbeeld bij sportvelden, recreatierterreinen en langs autosnelwegen. Lage dynamiek komt voor bij historische en monumentale parken, landgoederen en stedelijke gebieden.

Gang/dak (lijn/volume)

(O): Voor deze beplantingstypen is de omvang boven ooghoogte van belang. De omvang van de boomkroon bepaalt de plantafstand. Naarmate de boomkroon meer de kenmerken van 'breed - bol' bevat, zijn er minder bomen per oppervlakte-eenheid nodig, waardoor het kronendak door minder stammen gedragen hoeft te worden. Dit betekent een vergroting van de plantafstand.

Een sluitend kronendak is het optimum van de architectonische functie 'gang' en 'dak'. Het voorkomen van het element in vrijstands- of in concurrentievorm is dan niet essentieel, maar wel het begin en de duur van het effect. Het moment waarop de sluiting optreedt is afhankelijk van de aanvangsgrootte, de plantafstand en de groeisnelheid. De sluiting treedt direct in door bomen met grote aanvangsmaten tegen elkaar aan te plaatsen. Er ontstaan dan korte plantafstanden maar ook spoedig een concurrentievorm. De aanvangsmaten en/of de plantafstanden beïnvloeden het sluitingsmoment.

(G): Afwisseling in groeisnelheden komt voor in mengsels bij de toepassing van het principe van de overgenomen positie, bijvoorbeeld in ongunstige groeiom-

standigheden of om het moment van sluiting vroeger te laten ingaan. 'Ongunstige' groeiomstandigheden zijn bijvoorbeeld droge of slecht waterdoorlatende bodems, veel wind of gesloten verhardingen. De snelle en korter levende groeiers, zowel voor gang/dak als voor scherm/blok, bieden een gunstiger klimaat voor de langzamere en langer levende groeiers: windkering, bodemontwikkeling.

Met de keuze van de snellere en korter levende groeier kunnen in de vorm van de elementen contrasten of juist harmonie gevonden worden in de vorm met de langzamere en langer levende planten gedurende de periode dat beide plantensoorten samen het beeld bepalen.

Het hanteren van de niet-overgenomen positie betekent, dat er geen sluiting optreedt en de solitairen alleen de werking hebben van de gang of het dak. De identieke positie kent een mogelijk praktische bezwaar: namelijk dat bij herinplant de nieuwe boom tussen bestaande grote bomen afhankelijk van plantafstand, leeftijd, soort en lichttoetreding moeilijk kan aanslaan. De verschoven positie is toe te passen bij een dak in alle richtingen en bij een gang in de breedte.

(L): Hoge omgevingsdynamiek in een gang speelt vooral bij wegbepanting (bijvoorbeeld ten gevolge van wegverlegging of -verbreding); lage dynamiek vindt men in historische stads- en dorpskernen (bijvoorbeeld een brink erkend als historisch dorpsgezicht) of langs wegen waarvan de laanbepanting een 'beschermd' status heeft gekregen.

Aan de hand van beplantingstypologie IV 'Strategieën' is vanuit een dynamische benadering voor het ontwerpen van beplantingen in de voorgaande paragrafen beschreven, hoe de morfodynamische variabelen van planten strategisch vallen in te zetten. Deze beschrijving legt daarmee de basis voor de ontwikkeling van een dynamische beplantingsmethode: 'de integrale beplantingsmethode'.

4.5 De integrale beplantingsmethode

De beplantingsfase (2^e fase) is gebaseerd op een beplantingsvisie en -methode en omvat twee onderdelen:

- *De werkwijzer* legt uit welke vragen er gesteld moeten worden om de visie te realiseren en waarom deze vragen, in een specifieke volgorde worden gesteld.
- *De handleiding* bevat een stappenplan waarvan de werkwijzer deel uitmaakt. Elke stap leidt tot een concreet resultaat waarop de volgende stap voortgaat. De handleiding leidt tot het beplantingsplan, dat de aanvangsgrootte, plantafstand en het sortiment aangeeft.

Alvorens aan de werkwijzer en handleiding te beginnen, zal de visie worden toegelicht.

4.5.1 Visie

Uit de dynamische benadering is een alternatieve beplantingsmethode voortgekomen, die gebaseerd is op de morfodynamiek van de beplanting bepaald onder op locatie gerichte omstandigheden, waarbij de ruimte voor de vrije uitgroei naar de ouderdomsfase als een compositie in ruimte en tijd, het uitgangspunt vormt. Het op deze wijze hanteren van de vrije uitgroei van planten aan de hand van de op locatie gerichte morfodynamische variabelen met zo min mogelijk antropogene beïnvloeding (zie antropogene beïnvloeding II) bij het realiseren van de architectonische functies, krijgt de naam 'de Integrale Beplantingsmethode'. De integrale beplantingsmethode gaat daarbij uit van de landschappelijke, op locatie gerichte kenmerken en de gekende omgevingsdynamiek (tijdsduur van de verandering van omstandigheden) door op strategische wijze de omvang, groeisnelheid en levensduur van de elementen te kiezen. De keuze is dan zodanig gemaakt, dat de toekomstige ruimte voor de vrije uitgroei gereleerd wordt aan deze morfodynamische variabelen van de elementen én aan de gedefinieerde toestand. Hierdoor worden dunningen overbodig. Het bijvoeglijke naamwoord 'integrale' verwijst hiernaar.

De methode gaat uit van wat omschreven zou kunnen worden als de *plaatsgebonden vrijheid*. 'Plaatsgebonden' niet alleen in de betekenis in de relatie met de bodem, de grondwaterstand, of het klimaat, maar ook met de plaats, die het element inneemt in de compositie.

Met de plaatsbepaling ligt de plantafstand (de ruimte) vast en daarmee de vrijstands- of concurrentievorm van het element. 'Vrijheid' verwijst naar het spontane, het ongeschondene, het verwonderlijke, het natuurlijke van de vrije uitgroei, waarin organische krachten zich ontwikkelen volgens de uniciteit van plant, beplantingstype of beplanting. Om deze vrije uitgroei mogelijk te maken wordt de noodzakelijke ruimte en de beschikbare tijd voor de plant om gedurende haar levensduur deze uniciteit ten toon te spreiden onderzocht. In de ratio ligt dan ook de verantwoordelijkheid en tegelijk de opdracht om de vrije uitgroei, wanneer dat uit het ontwerp blijkt, veilig te stellen door het juiste evenwicht te vinden tussen de keuze van de plant en plantafstand enerzijds en de tijd anderzijds tegen het licht van de gestelde architectonische functie(s). Het onderhoud is dan niet meer te vergelijken met "boksen"²¹, maar meer met "judo": je gaat met de beweging (groei) mee en stuurt de beweging (ruimte en tijd) zonder te verwonden uit respect voor de tegenstander (de plant/de natuur). Vanuit deze plantenethiek geredeneerd dient voorkomen te worden een plant in haar structuur aan te tasten of het leven voortijdig te beëindigen.

De activiteiten van de beheerder beperken zich bij de vrijuit groeiende beplanting volgens de integrale beplantingsmethode tot het remmen van de successie (wieden, maaien of begrazing) en eventueel snoeiwerk (verjongings- en begeleidingssnoei) of het zo mogelijk vervangen van dode planten (bij de identieke of verschoven positie).

Door de individuele benadering van plant naar beplanting is de ontwerper in staat bij het bepalen van de compositie in te spelen op voorkomende situaties door afwisseling in aanvangsgrootte, plantafstand en plantensamenstellingen aan te brengen. Omdat met de omvang voor de uitgroei op de lange termijn rekening is gehouden, kan bijvoorbeeld ook met groter plantmateriaal worden begonnen om zodoende al direct na de aanleg over de gewenste architectonische effecten te beschikken. Het grotere plantmateriaal neemt im-

mers dezelfde ruimte tijdens de ouderdomsfase in als het kleinere plantmateriaal van hetzelfde soort. Omdat de op locatie gerichte morfodynamische variabelen van een plant, beplantingstype of beplanting leidend zijn, is de ontwerper vrij zijn keuze van de planten te bepalen op basis van emotionele, gevoelsmatige, traditionele, landschappelijke, praktische, tijdgebonden of kunstzinnige argumenten.

Ter verduidelijking van de integrale beplantingsmethode wordt puntsgewijs een opsomming gegeven van de verschillen tussen de integrale beplantingsmethode (I) en de reeds bekende feiten en inzichten over de beschreven, meest toegepaste, traditionele of blijvers- en wijkersbeplantingsmethode (T).

1 Gedefinieerde toestand

(T): Het eind-, wens- of richtbeeld wordt gevormd wordt door planten in de ouderdomsfase.

(I): Het eind-, wens- of richtbeeld is beschikbaar direct na de aanleg.

2 Morfodynamiek

(T): De morfodynamische variabelen worden afgeleid van generieke gegevens en van persoonlijke ervaringen, waaruit voorspellingen tot enkele tientallen jaren na de aanleg voortkomen.

(I): De morfodynamische variabelen worden afgeleid van op locatie gerichte gegevens, waaruit voorspellingen tot op oudere leeftijd voortkomen.

3 Beginsituatie

(T): Er wordt uitgegaan van relatief jong plantmateriaal op regelmatige plantafstanden gepositioneerd, waaruit zich in de regel concurrentievormen ontwikkelen.

(I): Er wordt uitgegaan – afhankelijk van de omstandigheden – van planten van ongelijke omvang en leeftijd, die op wisselende plantafstanden staan gepositioneerd, waaruit zich of concurrentie- of vrijstandsvormen of een combinatie van beide ontwikkelen.

4 Beheer

(T): Er worden in de regel dunningen uitgevoerd.

(I): Er vinden nooit dunningen plaats.

5 Kosten

(T): De aanlegkosten zijn altijd laag, de onderhoudskosten alleen hoog, wanneer dunningen en snoeiwerkzaamheden worden uitgevoerd.

(I): De aanlegkosten zullen hoog zijn bij gebruik van groter plantmateriaal, de onderhoudskosten zullen in de regel laag zijn.

De verschillen met de methode Brahe et al. (1990, 1999) en die van van Heusden et al. (1994) zijn, dat de plant naast de concurrentie- ook in de vrijstandsvorm kan voorkomen en dat de ecologische uitgangspunten niet alleen op landschappelijke maar nu ook op stedelijke beplantingen (beplantingstypen) worden toegepast.

Om de integrale beplantingsmethode toe te passen dienen daarvoor de noodzakelijke gegevens te worden gevonden. Deze gegevens worden op een systematische wijze verzameld in de 'werkwijzer' aan de hand van een reeks van vragen.

²¹ Sijmons et al. (1987), 'Ooievaar', de toekomst van het rivierengebied: "(...) inspelen op de aanwezige krachten (= judo) in plaats van terugkoppelen, dat wil zeggen neveneffecten bestrijden van forcering van het systeem (= boksen)."

Werkwijzer

A. BASISINFORMATIE		
B. OMVANG	<ol style="list-style-type: none"> 1. Geven de voorgestelde volumes en beplantingsmassa's (de gedefinieerde toestand) in het ontwerp uit fase 1 de omvang weer van planten in de ouderdomsfase? 2. Welke architectonische functies spelen in het ontwerp uit fase 1 een rol? 3. Welk(e) beplantingstype(n) zijn bepalend voor de architectonische functies en hoe verhouden de eventuele transformaties zich tot de architectonische functies? 4. Welke transformaties vinden er plaats? 5. In welke vorm komt het element voor? 7. Komen de elementen als monocultuur of in mengsels voor en welke morfodynamische principes worden toegepast? 	<p>6. Welk sortiment wordt toegepast?</p> <p style="text-align: center;">↑</p>
C. GROEISNELHEID	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hoe begint het effect? 	<p style="text-align: center;">↓</p> <p>2. Welk sortiment wordt toegepast?</p> <p style="text-align: center;">↑</p>
D. LEVENSDUUR	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hoe lang is de ruimte of het volume voor beplanting beschikbaar? 2. Hoe lang mogen de transformaties duren? 	<p style="text-align: center;">↓</p> <p>3. Welk sortiment wordt toegepast?</p>
E. KOSTEN		

Tabel 6b Werkwijzer.

4.5.2 Werkwijzer

De werkwijzer (tabel 6b) richt zich op het verzamelen van de kennis, die is toegespitst op *basisinformatie, omvang, groeisnelheid, levensduur* en de *kosten*.

A Basisinformatie

Alvorens aan de onderdelen omvang, groeisnelheid en levensduur te kunnen beginnen dienen de landschappelijke en architectonische aspecten bekend te zijn. Deze informatie bevat de 'basisinformatie'. Onder de *landschappelijke op locatie gerichte kenmerken* wordt verstaan: de bodemsoort (zuurgraad, voedingstoestand), de waterhuishouding (droogte, grondwaterstand), het reliëf, de verhardingssoort (open, half open, gesloten), de bestaande beplanting (maat, soort, leeftijd, kwaliteit) en de klimatologische omstandigheden (wind, neerslag). Onder de *architectonische aspecten* wordt de gedefinieerde toestand verstaan: een op schaal getekend ontwerp – voortkomend uit fase 1 – met een ruimtelijke voorstelling van beplanting in volumes en groenmassa's. Deze geven de ruimtelijke functies van de beplanting weer (accenten, scheidend, begeleidend, sfeerbepalend, en ruimtescheppend). Daaraan worden bij het ontwerp al dan niet enkele kenmerkende sfeerbepalende plantensoorten, gradaties van dichtheid in afscherming van de beplanting of bepaalde beheersaspecten aan toegevoegd.

B Omvang

De beplanting, voorgesteld in volumes en massa's bevat een omvang uitgedrukt in hoogte-, breedte- en lengtematen. De komende vragenreeks legt de morfodynamische variabelen bloot van plant, beplantingstype of beplanting uit de gedefinieerde toestand (fase 1). Binnen de omvang spelen de volgende onderdelen zich af: de groeisnelheid en de levensduur.

1 *Geven de voorgestelde volumes en beplantingsmassa's (de gedefinieerde toestand) in het ontwerp uit fase 1 de omvang weer van planten in de ouderdomsfase?*

Deze vraag refereert aan het gestelde in de basisgedachte, dat, indien er besloten was om ruimte voor

een vrije uitgroei te plannen, de plant of beplanting dan ook ongehinderd moet kunnen uitgroeien.

Als antwoord op deze vraag moet worden vastgesteld of de maatvoering, lengte-, breedte- en hoogtemaat van de groenmassa's of volumes inderdaad de beplanting weergeeft onder op locatie gerichte omstandigheden met elementen in de ouderdomsfase. Bij de omvang van dit volume wordt gekeken naar afstanden tot woningen en tuinen bij straatprofielen of tot andere ruimtelijke objecten. Tevens wordt bij dit antwoord getoetst of de kenmerkende sfeerbepalende plantensoorten uit het ontwerp in de ouderdomsfase passen binnen de gegeven volumes en groenmassa's, indien de volumes en groenmassa's ook als de uitgegroeide toestand waren opgegeven. Wanneer de beplantingsmassa's en volumes niet de uitgegroeide toestand weergeven dan moeten geknipte vormen, zoals heg-, dak-, knot- en leivormen voorzien zijn.

2 *Welke architectonische functies spelen in het ontwerp uit fase 1 een rol?*

Analoog aan hoofdstuk 3 wordt de waarde of het doel, dat de ontwerper aan een beplanting of beplantingstype toekent, ontleed in één of meerdere architectonische functies, zoals de accentuerende, scheidende, begeleiddende, sfeerbepalende of ruimtescheppende functies.

3 *Welk(e) beplantingstype(n) en transformatie(s) zijn bepalend voor de architectonische functies en hoe verhouden de eventuele transformaties zich tot de architectonische functies?*

Bij de beantwoording van deze vraag worden de functies vertaald naar de beplantingstypen solitair, strook, scherm, gang, vlak, blok en dak, aan de hand van beplantingstypologie I 'Architectonische functies'. Wanneer bij vraag 1 was uitgegaan van elementen in volgroeide toestand, wordt vanaf die toestand terug geredeneerd in de tijd naar de aanlegfase. Bijvoorbeeld: van dak naar blok naar vlak of van gang naar scherm

naar strook. Op deze voorbeelden volgt de vraag: is een vlak nog acceptabel wanneer alleen een blok als architectonische functie was voorzien?

4 *Op welke wijze vinden de transformaties plaats?*

Omdat we uit de beantwoording van vraag 3 weten welke transformaties aan de orde zijn, richt deze vraag zich op de wijze waarop de transformaties gaan plaatsvinden. Dit houdt in, dat ook de snelheid wordt bepaald, waarmee de transformaties moeten gaan plaatsvinden. Men dient de beantwoording van deze vraag in verband te brengen met de vraag uit D2: "Hoe lang mogen de transformaties duren?".

De transformaties, die bereikt worden door natuurlijke processen, zoals afsterven van de onderste takken bij bomen en struiken of van bomen en struiken zelf, verlopen langzaam. Het is niet uit te sluiten dat op enig moment door externe factoren een versnelling in de transformatie (antropogene beïnvloeding II) moet worden aangebracht, die niet voorzien was. Wanneer deze ingrepen tegen het licht worden gehouden van de basisgedachte van de integrale beplantingsmethode betekent dat een verlies van kwaliteit omdat bij:

- *opsnoeien* de snijwonden voor een aantal jaren zichtbaar zijn,
- *een omvorming*, de vrijgestelde solitair in de regel zich als concurrentievormen manifesteren.

5 *In welke vorm komt het element voor?*

Hier gaat het met name om de vraag: komen de elementen, waaruit het beplantingstype wordt geconstrueerd tijdelijk of gedurende hun hele levensduur voor als solitair in de vrijstands- of in de concurrentievorm? De beantwoording van vraag 4 heeft consequenties voor de beantwoording van deze vraag. Bijvoorbeeld: is vraag 4 beantwoord om met een blok als begintype te starten, dan volgt daaruit een aanplant met struiken boven ooghoogte bestaande uit solitair of vrijstandsvor-

men die minimaal op de kritieke plantafstand worden gepositioneerd. Als de vraag met een vlak beantwoord wordt, dan plant men aan met planten op een kortere dan de kritieke plantafstand, en zal het vlak transformeren naar een blok van concurrentievormen.

Er zijn varianten naar een blok denkbaar, waarbij struiken als vrijstandsvormen in de aanlegfase zich nog net onder ooghoogte bevinden – dus een vlak –, die op de kritieke plantafstand worden geplant en later boven ooghoogte overgaan in concurrentievormen.

6 Welk sortiment wordt toegepast?

Het antwoord op deze vraag is te vinden bij de ontwerpgegevens: zijn er bij het ontwerp kenmerkende sfeerbepalende plantensoorten genoemd? Zo ja, dan wordt deze lijst nagelopen en wordt er gekeken of deze plantensoorten voldoen aan de eisen van de omvang in de ouderdomsfase, die is gesteld in vraag 1 en of ze toepasbaar zijn in een of meerdere gekozen principes. Wanneer deze lijst te weinig alternatieven biedt of wanneer de planten in de omgeving van het plangebied niet aanwezig blijken te zijn, wordt verder gezocht en wordt een eerste voorlopige lijst samengesteld met soorten, die passen binnen de landschappelijke en architectonische omgeving. Zie voor het overige over sortimentskeuze paragraaf 4.2.

7 Komen de elementen als een monocultuur of in mengsels voor en welke morfodynamische principes worden toegepast?

De keuze of een beplanting uit een monocultuur of een mengsel bestaat, bepaalt de keuzemogelijkheden van de principes uit de morfodynamica en daarmee ook de opties voor transformaties:

Monoculturen

Als er sprake is van een monocultuur, zijn de omvang, de groeisnelheid en de levensduur voor alle elementen gelijk. Was gekozen voor vrijstandsvormen dan komen

de principes van de overgenomen, de niet-overgenomen en de identieke positie alleen in aanmerking bij verschillende startmomenten. De verschoven positie komt niet in aanmerking, omdat bij dit principe het onderling leeftijdsverschil van de elementen minstens het dubbele van de levensduur moet bedragen, wat in een monocultuur niet mogelijk is.

Was gekozen voor concurrentievormen dan komen de niet-overgenomen en de identieke positie voor bij groepsgewijze monoculturen.

Mengsels

Als er sprake is van mengsels, dan zijn niet alleen de vorm en omvang onderling verschillend, maar ook de groeisnelheid en leeftijd. Dat betekent, dat alle principes uit de morfodynamica voor vrijstandsvormen in aanmerking komen. Voor de verschoven positie hoeft nu geen voorbehoud gemaakt te worden, omdat bij de sortimentskeuze voor de nieuwe aanplant van voldoende grote leeftijdsverschillen kan worden uitgegaan in tegenstelling tot bij de monoculturen. Was gekozen voor concurrentievormen, dan komen ook alle principes voor. Alleen de niet-overgenomen, de identieke en de verschoven positie gelden alleen voor de groepsgewijze mengsels van ongelijke leeftijden.

C Groeisnelheid

De omvang van de beplanting bepaald het begin van de architectonische functie, ook wel het *startmoment* genoemd: het op ooghoogte komen of de sluiting van de elementen. De duur van het effect komt aan de orde in onderdeel 'Levensduur'.

1 Hoe begint het effect?

Vrijstandsvormen

Wanneer de elementen in een beplantingstype of beplanting uiteindelijk boven ooghoogte moeten komen en sluiting eerder bereikt moet worden, wordt begonnen met grotere planten. Vanwege de gewenste vrijstandsvorm zijn de planten minimaal op de kritieke plantafstand gepositioneerd.

Concurrentievormen

Wanneer de elementen in beplantingstype of beplanting boven ooghoogte moeten uitkomen zijn er grotere planten of planten met een hoge groeisnelheid toe te passen, die na enkele jaren het effect bereiken. Sluiting van struik- en boomvormen vindt altijd binnen enkele jaren plaats vanwege de in het algemeen toegepaste korte plantafstanden.

2 Welk sortiment wordt toegepast?

Nu de groeisnelheid en het moment bekend is wanneer en hoe het effect moet gaan beginnen, wordt opnieuw de voorlopige plantenlijst nagelopen of uitgebreid met bruikbare soorten.

D Levensduur

Binnen de gestelde omvang van de beplanting en het startmoment waarop de architectonische functies gaan beginnen, wordt de levensduur bepaald en in relatie gebracht tot de duur van het effect.

1 Hoe lang is de ruimte of het volume voor beplanting beschikbaar?

Het antwoord op deze vraag geeft aan, dat op basis van planologische inzichten een toekomstvisie bekend moet zijn: de duurzaamheid en betekenis van de beplanting of groenstructuur en de mogelijke stedenbouwkundige of landschappelijke veranderingen die zich voor kunnen doen. Wanneer de duurzaamheid van een omgeving in een periode bekend is, krijgt dit gegeven zijn vertaalslag naar de levensduur van het toe te passen plantmateriaal.

Wanneer de levensduur van planten in relatie wordt gebracht met stedenbouwkundige structuren zou de vraag ook andersom, dus vanuit het landschapsarchitectonische perspectief gesteld kunnen worden: "Hoe komt een stedenbouwkundige structuur er uit te zien, wanneer niet de duurzaamheid van gebouwen of stratenpatroon, maar de duurzaamheid van het groen als

uitgangspunt voor een stedenbouwkundige structuur geldt?" Bomen kunnen immers vele malen ouder worden dan de gemiddelde levensduur van een woning.

2 Hoe lang mogen de transformaties duren?

Er is een onderscheid te maken tussen de korte termijn – binnen enkele jaren – en de lange termijn transformaties. De korte termijn transformaties zijn transformaties van beplantingstypen, die door een snelle groei, of door de antropogene beïnvloeding II tot stand komen. De lange termijn transformaties worden door de groei en door de gehele of gedeeltelijke afsterving van de plant gerealiseerd. Alle transformaties door antropogene beïnvloeding II uitgevoerd, zijn door de morfodynamische eigenschappen van planten over te nemen. De lengte van de transformatie wordt in relatie gebracht tot de levensduur van de beplanting en de aard van de omgevingsdynamiek.

3 Welk sortiment wordt toegepast?

Nu de groeisnelheid, het startmoment en de duur van het effect bekend is, wordt opnieuw de voorlopige plantenlijst nagelopen of uitgebreid met bruikbare soorten.

E Kosten

Het antwoord, waarin de beschikbare financiële middelen dient te zijn aangegeven, bepaalt in belangrijke mate de aanvangsgrootte van planten: hoe groter hoe duurder. Na het zien van een volledig afgelopen beplantingsfilm zoekt de ontwerper voor het startmoment naar het optimum tussen aanvangsgrootte van de beplanting enerzijds en de beschikbare financiële middelen voor aanleg en onderhoud anderzijds. De beantwoording van de vraag naar de kosten wordt verder uitgewerkt in hoofdstuk 5 bij de behandeling van de vergelijking tussen de integrale en de gangbare beplantingsmethode.

Nadat de basisinformatie bekend is en de bovengenoemde vragen zijn beantwoord over de beschikbare

ruimte of volume voor beplanting, de architectonische functies, de beplantingstype(n), het startmoment, de duur van de transformaties alsmede de vorm van het element, het voorkomen in monocultuur of in mengsels en indien noodzakelijk de kosten, is alle informatie aanwezig om in deze beplantingsfase (fase 2) het beplantingsplan te gaan concretiseren, waarin aanvangsgrootte, plantafstand en sortiment worden vastgelegd in het licht van de architectonische functies en doelstellingen, voortkomend uit het ontwerp (de gedefinieerde toestand, fase 1) alsmede het bijbehorende beheersregime (antropogene beïnvloeding I, II).

De verdere uitwerking van de integrale beplantingsmethode zal nu aan de hand van een concreet voorbeeld, een parkje uit de gemeente Boxmeer worden uitgewerkt.

Handleiding

A. BASISINFORMATIE

Stap 1:

Er wordt een **ruimtelijke verkenning** uitgevoerd, waarin een relatie gelegd wordt tussen de morfodynamiek van de elementen en de beschikbare ruimte.

B. OMVANG
C. GROEISNELHEID
D. LEVENSDUUR
E. KOSTEN

Stap 2:

Na de 1e en 2e verkennende plantenlijst volgt de **definitieve plantenlijst** bestaande uit planten, die voldoen aan de morfodynamische uitgangspunten op locatie gerichte omstandigheden.

Stap 3:

Er wordt een definitieve **beplantingsplan/beplantingsfilm** opgesteld.
Het beplantingsplan legt de gewenste aanvangsgrootte, de plaats in de compositie en het sortiment vast.
De beplantingsfilm is de gevisualiseerde simulatie van de gekozen beplanting in ruimte en tijd.

Stap 4:

Er wordt een **onderhoudsplan** opgesteld.

Tabel 6c Handleiding.

4.5.3 Handleiding

De handleiding (tabel 6c) is ingedeeld in een viertal stappen en wel zodanig, dat elke stap een concreet resultaat oplevert: ruimtelijke verkenning, definitieve plantenlijst, beplantingsplan/ beplantingsfilm en onderhoudsplan.

In het gekozen voorbeeld dient de rol die de morfodynamische variabelen van de plant of beplanting spelen, duidelijk gemaakt te worden. Ook moet het onderhoud aan de orde komen. Niet de grootte van het oppervlak van het voorbeeld is van belang, maar de essentie en de werking van de integrale beplantingsmethode: "Met regels en procedures een gedefinieerde toestand te vertalen naar een daartoe leidende beginsituatie en het daarbij behorende beheersregime". Om de methode helder te kunnen toepassen is van een nieuwe aanleg uitgegaan, zonder dat daarbij bestaande beplanting is meegenomen.

Basisinformatie

Alvorens aan het stappenplan te beginnen, dienen de landschappelijke en architectonische aspecten bekend te zijn.

Voorbeeld

A Basisinformatie

Om een voorbeeld van een beplanting met veelzijdige morfodynamische variabelen van de elementen tegen te komen, is gekozen voor een parkje (FIGUUR 20A).

Landschappelijke op locatie gerichte kenmerken:

- Bodemsoort: hoge bruine enkeerdgronden, lemig fijn zand.
- Grondwatertrappen: GHG: dieper dan 80 cm, GLG: dieper dan 160 cm.
- Reliëf: geen.
- Verhardingssoort: niet van toepassing
- Bestaande beplanting: geen
- Klimatologische omstandigheden: locatie Boxmeer, geen zware wind

Architectonische aspecten:

De ruimtelijke karakteristiek waarbinnen het driehoekig parkje ligt, is een gevarieerde verkaveling van villabouw tot twee woonlagen in een groene omgeving van voor- en achtertuinen.

Het ontwerp (de gedefinieerde toestand uit fase 1):

Het park is 0,5 ha groot en kenmerkt zich door een gevarieerd groen. Er bevindt zich een binnenruimte die voor speelvoorzieningen gebruikt wordt. Er zijn zes paden, die naar de speelvoorzieningen leiden. Een belangrijk ruimtelijk functioneel criterium is, dat tussen de woonomgeving en de centraal gelegen speelvoorzieningen de beplanting direct na de aanleg gedurende het hele jaar een sfeerbepalende functie moet hebben. Omdat de beplanting belangrijk 'kijkgroen' is voor de buurt, dient de samenstelling van de houtige gewassen een grote verscheidenheid aan boom- en struikvormen, alsmede verschijningsvormen te bevatten, die zowel vanuit de omgeving als vanuit de speelvoorzieningen beleefd kunnen worden. Het parkje dient met minimale onderhoudsinspanningen in stand te worden gehouden.

De verdere uitwerking zal nu aan de hand van de tekeningen 20A t/m E stapsgewijs worden toegelicht.

Stap 1: Er wordt een *ruimtelijke verkenning* uitgevoerd, waarin een relatie gelegd wordt tussen de morfodynamiek van de elementen en de beschikbare ruimte.

Aan de hand van de doorsnede/aanzichten 1, 2 en 3 uit figuur 20b en d worden op schaal de verhoudingen hoogte en breedte verkend en de mogelijkheden afgetast. Als de voorgestelde volumes en beplantingsmassa's de omvang weergeven van volgroeide planten, worden deze volumes en massa's ingevuld met plantensoorten van afmetingen uit de ouderdomsfase. Afhankelijk van de architectonische functie, gewenste transformaties en sortiment wordt de plantafstand bepaald en er wordt tegelijkertijd een verkennende plantenlijst opgesteld met planten, die door de mor-

fodynamische variabelen, het beheer of anderszins aan de gestelde voorwaarden uit het ontwerp voldoen. Bij het opstellen van deze plantenlijst zullen er keuzes gemaakt worden tussen allerlei plantensoorten van verschillende verschijningsvormen, aanvangsgrootten en morfodynamische variabelen.

Uiteraard zullen de planten op hun gebruikswaarde getoetst moeten worden. Deze toets vindt plaats door veldwerk ter plaatse (o.a. opmeten, kwaliteitsbeoordeling sortiment). Tijdens dit veldwerk worden van het gekozen sortiment de waarnemingsfeiten en de omvang met de bijbehorende leeftijd (groeisnelheid) in de omgeving van het plangebied onder vergelijkbare groeiomstandigheden meegenomen.

Voorbeeld

B Omvang

1 *Geven de voorgestelde volumes en beplantingsmassa's (de gedefinieerde toestand) in het ontwerp uit fase 1 de omvang weer van planten in de ouderdomsfase?*

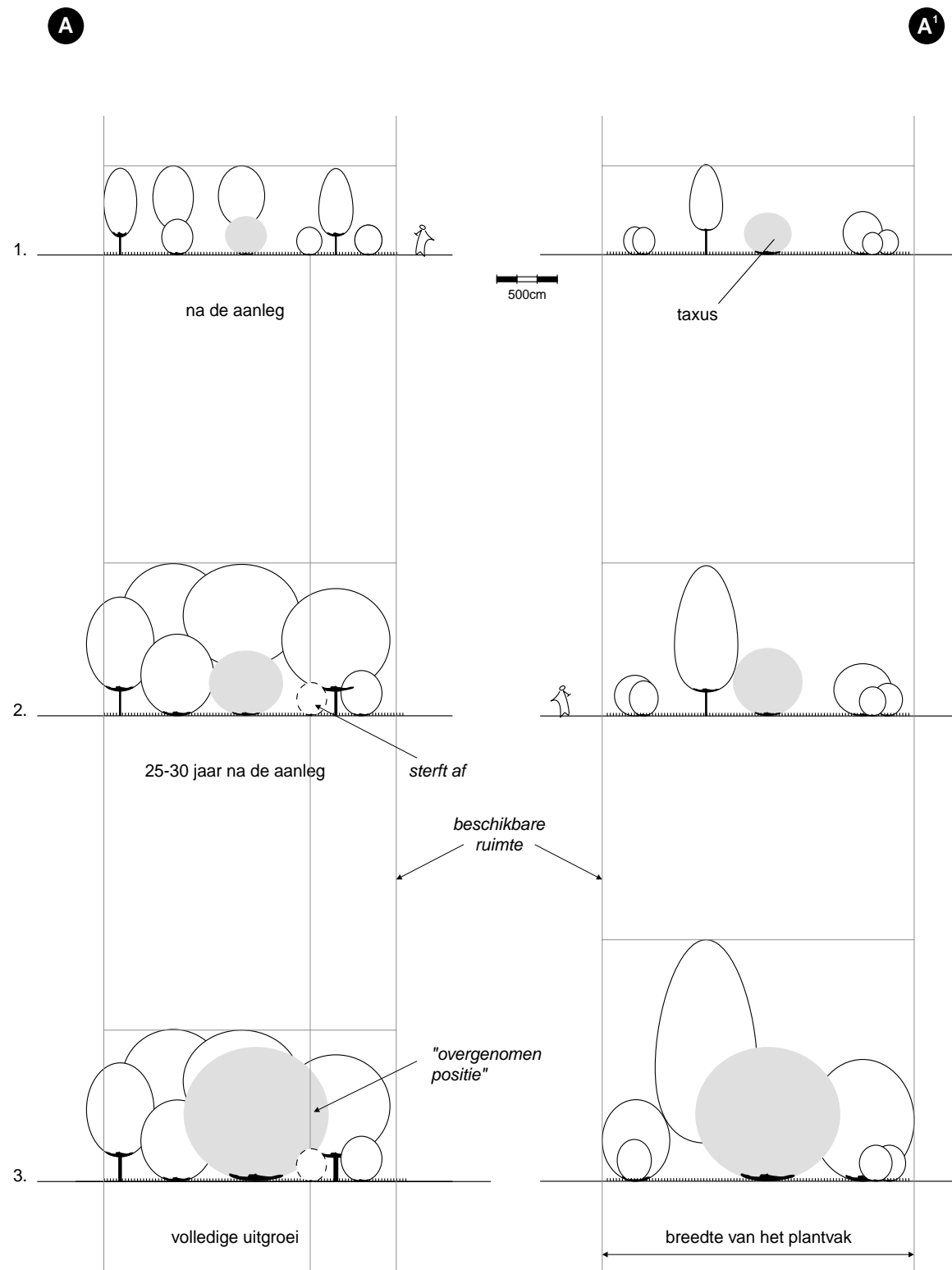
Ja, het volume wordt ingenomen door beplanting bestaande uit volgroeide elementen begrensd door een denkbeeldig verticaal vlak van 2 tot 4 meter volgens de grenslijn van de plantvakken. Boven 2 tot 4 meter kunnen boomkronen over dit verticale grensvlak, dus boven de paden en wegen, uitsteken. Voor de hoogten binnen de plantvakken zijn geen beperkingen opgegeven.

2 *Welke architectonische functies spelen in het ontwerp uit fase 1 een rol?*

De architectonische functie van de beplanting is sfeerbepalend (paragraaf 3.2.1), zowel gezien vanuit de omgeving als vanuit de centrale ruimte van de speelvoorzieningen. Tegelijkertijd vormen de wanden van de centrale ruimte een scheidende functie en een begeleidende functie langs de trottoirs buitenom.

3 *Welke beplantingstype(n) zijn bepalend voor de architectonische functies, en hoe verhouden de eventuele transformaties zich tot de architectonische functies?*

Figuur 20b **Groei**nelheid
Groeidynamiek in doorsnede/aanzicht.



Er is hier sprake van een blok, omdat rondom de massa geen overheersende richting wordt ervaren. De open plek in het blok tast de 'blok'-ervaring niet wezenlijk aan, omdat vanuit de binnenzijde het blok niet als lijnvormig of als een stelsel van schermen kan worden waargenomen.

4 *Op welke wijze vinden de transformaties plaats?*

Omdat direct na de aanleg het blok als blok een sfeerbepalende functie moet hebben, vinden er geen transformaties plaats naar een ander beplantingstype.

5 *In welke vorm komt het element voor?*

Door de start met een blok worden struiken gebruikt boven ooghoogte dus vrijstandsvormen en wordt minimaal de kritieke plantafstand toegepast. Tevens wordt de vrijstandsvorm toegepast om de gewenste verschijningsvorm optimaal te demonstreren.

6 *Welk sortiment wordt toegepast?*

Er waren geen sfeerbepalende plantensoorten aan het ontwerp toegevoegd. Een eerste voorlopige lijst van planten kan worden opgesteld, die passen binnen de ruimtelijke maatvoering en de gewenste variatie in vorm en verschijningsvorm van hoge kroon- en veervormen en van hoge en lage struikvormen. Tevens wordt er bij de keuze van de planten gelet op een zo gering mogelijke uitvoering van begeleidings- of verjongingssnoei.

7 *Komen de elementen als monocultuur of in mengsels voor en welke morfodynamische principes worden toegepast?*

Omdat de beplanting belangrijk 'kijkgroen' is voor de buurt dient de samenstelling van de elementen een grote verscheidenheid aan boom- en struikvormen, alsmede verschijningsvormen te bevatten. Hieruit volgt een decoratieve beplanting van vrijstandsvormen. Dat betekent, dat in beginsel wordt uitgegaan van het principe van de identieke positie en de planten worden vervangen na de beëindiging van hun levensduur door herinplant van dezelfde soort.

C Groeisnelheid

1 *Hoe begint het effect?*

Het effect begint met vrijstandsvormen bestaande uit grote planten op of boven ooghoogte. De solitaireren hebben de werking van het blok door de perspectivische werking van de elementen.

2 *Welk sortiment wordt toegepast?*

De eerste verkennende lijst van planten wordt herzien en aangevuld met nieuwe soorten.

D Levensduur

1 *Hoe lang is de ruimte of het volume voor beplanting beschikbaar?*

De gemeente Boxmeer heeft aangegeven dat het parkje voor onbepaalde tijd beschikbaar is voor beplanting.

2 *Hoe lang mogen de transformaties duren?*

Er spelen zich geen transformaties af, omdat er op korte termijn al een blok is en voor onbepaalde tijd er ook een blok blijft. De solitaireren hebben op korte termijn de werking van het blok. Er vindt alleen antropogene beïnvloeding I plaats.

3 *Welk sortiment wordt toegepast?*

De tweede verkennende lijst van planten wordt herzien en aangevuld met nieuwe soorten.

Voorbeeld

De kern van het plantvak bestaat uit wintergroene planten en de randen uit lagere struiken. Voor de afscheiding tussen de speelvoorzieningen en de omgeving is de keuze bepaald op een wintergroene plant die, vanwege het belangrijke beeldbepalende kenmerk ook oud wordt (taxus, 210 jaar oud). Om voldoende zonlicht door te laten voor de bloemrijke struiken worden in de plantvakken zuilvormige boomkronen uitgezocht: o.a. *Acer saccharinum* 'Pyramidalis' (70 jaar oud), *Quercus robur* 'Fastigiata' (110 jaar oud). Om het blok aaneen gesloten te houden worden langs de paden brede bomen met hoge kroonvormen geplaatst:

Gleditsia triacanthos (70 jaar oud) en *Sophora japonica* (80 jaar oud). Om zoveel mogelijk zicht te hebben op de beplanting loopt de hoogte van de groenmassa op vanaf de randen van de plantvakken naar het midden.

E Kosten

Deze zijn niet in het voorbeeld betrokken.

Stap 2: Na de 1^e en 2^e verkennende plantenlijst volgt de *definitieve plantenlijst* bestaande uit planten, die voldoen aan de morfodynamische uitgangspunten onder op locatie gerichte omstandigheden.

Uit de 1^e en 2^e verkennende lijst van planten volgt de definitieve lijst (FIGUUR 20A). Deze planten worden in de omgeving van het parkje opgezocht tezamen met gegevens over de leeftijd, omvang en kwaliteit, zoals zij daar voorkomen.

Onder 'de omgeving' van het parkje wordt het gebied bedoeld dat zo dicht mogelijk in de buurt van het plangebied ligt en waar groeiplaatsen aanwezig zijn, die onder dezelfde omstandigheden verkeren (wind of zeewind, grondsoort, grondwaterstand, leefomstandigheid, zoals zon/schaduw, al dan niet groeiend in on-, half of geheel verhard terrein) en waar planten in dezelfde vorm (vrijstands- of concurrentievorm) als in het plangebied voorkomen. Deze omgeving bestrijkt een gebied – als indicatie – van 25 tot 30 km doorsnede, waarbinnen dezelfde klimatologische omstandigheden heersen.

Aangevuld met informatie uit diverse bronnen (boomkwekers, tuin- en landschapsarchitecten, dendrologen, gemeenten, bos- en groenbeheerders, bosbouwkundigen, hoveniers en curatoren van botanische tuinen) wordt het beeld volledig gemaakt met de maximale omvang en levensduur. Het is goed denkbaar, dat door het veldwerk planten op de verkennende lijst uit stap 1 worden vervangen door beter groeiende planten uit de omgeving van het ontwerpgebied, die ook de vereiste morfodynamische variabelen bevatten.

Voorbeeld

In het voorbeeld is bij de afmeting van de planten uitgegaan van de opgaven uit de literatuur, dus van generieke soortgegevens. De leeftijden zijn gevonden door enquëtering naar de levensduur volgens op locatie gerichte gegevens (figuur 20b). Voor het sortiment struiken zijn plantensoorten uitgezocht, waarbij de variatie aan verschijningsvormen zoveel mogelijk over het jaar verspreid liggen: bladkleur, wintergroen, bloei en herfstkleur.

Stap 3: Er wordt een definitief *beplantingsplan/beplantingsfilm* opgesteld. Het beplantingsplan legt de gewenste aanvangsgrootte, de plaats in de compositie en het sortiment vast; de beplantingsfilm is de gevisualiseerde simulatie van de gekozen beplanting in ruimte en tijd.

De elementen uit de definitieve plantenlijst worden binnen het plantvak verdeeld en als cirkels in de plattegrond en als doorsneden/aanzichten weergegeven volgens de grootte uit de ouderdomsfase (FIGUUR 20D 3, 20C 3). Hierbij wordt minimaal de kritieke plantafstand $P = R + \frac{1}{2}r$ tussen de elementen aangehouden. Met een of meerdere 'tussenstanden' (figuur 20b 1 en 2, 20D 1 EN 2) wordt een inzicht verkregen in de groeisnelheid van de elementen. De gewenste beginsituatie wordt omgezet naar doorsnede/aanzicht (figuur 20b 1 en 20D 1). Zowel de plattegrond als de doorsnede/aanzichten worden getoetst op de variatie aan vormen, verschijningsvormen en functionaliteit (FIGUUR 20D EN E).

Met behulp van deze plattegronden en doorsneden/aanzichten wordt de basis voor een beplantingsfilm gelegd, zoals de bijgevoegde Cd-rom (appendix 2) laat zien. Van Lammeren (2003) stelt, dat SALIX-2 de mogelijkheid biedt om beplantingsplannen in combinatie met geografische gegevens via 3D-scenes beschikbaar te stellen. Op deze wijze kunnen beplantingsplannen in tijd en ruimte gesimuleerd, interactief verkend en aangepast worden en daarmee is de relatie en de

werking (beoogd effect) van architectonische functies sneller te herkennen. Hij stelt dat het toepassen van deze mogelijkheden in de onderwijs- en ontwerp-praktijk natuurlijk een 'must' is om te achterhalen op welke wijze de inzet van een applicatie als SALIX bijdraagt aan de kennis over en ervaring met ruimtevorming door beplanting. Hij komt tot de conclusie dat de voordelen die de uiteindelijke digitale driedimensionale werkomgeving zullen bieden voor landschapsarchitecten en groenbeheerders veelbelovend zijn en de verwachting is, dat de invloed hiervan in de architectonische denk- en werkweld, waarin bomen en struiken belangrijke 'bouwstenen' zijn, niet lang zal uitblijven.

Om tot het definitieve beplantingsplan te komen heeft er een interactie plaatsgevonden tussen het voorlopige beplantingsplan en de voorlopige beplantingsfilm. Wanneer blijkt bij het zien van de film, gebaseerd op het voorlopige beplantingsplan, dat er zich ongewenste (bijvoorbeeld: concurrentie)vormen voordoen, heeft dat gevolgen voor de gehanteerde plantafstand en/of het gekozen sortiment. Door te schuiven met planten en veranderingen aan te brengen in het sortiment uit de definitieve plantenlijst, komt uiteindelijk het definitieve beplantingsplan en de definitieve beplantingsfilm tot stand.

Met de ontwikkeling van een beplantingsplan/beplantingsfilm wordt de beplantingsfase (fase 2) afgesloten.

Voorbeeld

In het voorbeeld is in beginsel het principe van de 'identieke situatie' toegepast. Omdat de ruimte rondom de taxussen de eerste 25 tot 30 jaar voldoende is, worden in deze ruimte struiken geplaatst om de gewenste functionaliteit ook gedurende de eerste 25 tot 30 jaar te bereiken. Wanneer deze struiken zijn afgestorven gaat de veel ouder wordende taxus deze ruimte overnemen volgens het principe van de 'overgenomen positie' (figuur 20b en d).

In de FIGUUR 20E 1 T/M 4 zijn tevens de verschijningsvormen voor een plantvak weergegeven.

Omvang, groeisnelheid en levensduur:

Alle struiken blijven binnen de plantvakken, ook wanneer zij hun maximale omvang bereikt hebben. De boomkronen komen daarbuiten 2 à 4 meter boven het maaiveld. De oudste planten (taxus) bepalen vanaf het begin gedurende een lange periode de ruimte. De korter levende struiken, jonger dan 60 jaar, bieden door het leeftijdsverschil een tijdsdynamiek. Gelet op het windluwe klimaat en de relatief rijke bodem zijn er geen planten nodig, die door hun snelle groei en korte leven een gunstig groeiklimaat moeten scheppen voor de langzame groeiers.

Stap 4: Er wordt een *onderhoudsplan* opgesteld.

Uit de ontwerpfasen (fase 1) en de beplantingsfase (fase 2) volgt de onderhoudsfase (fase 3). Het onderhoudsplan bevat een beschrijving van alle werkzaamheden voor het onderhoud – antropogene beïnvloeding I, II – van de beplanting (onderhoudsbestek) en een beschrijving van de wijze waarop eventueel een versnelling in de transformatie moet plaatsvinden (antropogene beïnvloeding II).

Voorbeeld

Er komt in voor:

- Het gezaaide bloemenmengsel als bodembedekker (twee maal per jaar maaien).
- De namen van vaste planten en lage struikvormen, die eventueel later het gezaaide bloemenmengsel als bodembedekker zouden kunnen vervangen.
- De struiken, waarbij verjongingssoei noodzakelijk is: *Hybiscus syriacus*, *Syringa vulgaris*.
- De mogelijke ziektebeelden, die kunnen optreden.
- De bomen en struiken, die als vervangende planten in aanmerking kunnen komen (antropogene beïnvloeding I).

5 Casestudies

5.1 Inleiding

In dit hoofdstuk komen drie casestudies aan de orde. Het doel van deze casestudie is om door middel van een vergelijking na te gaan:

- Hoe wordt de traditionele en de integrale beplantingsmethode uitgewerkt in de beplantingsfase (fase 2) en in de onderhoudsfase (fase 3) uitgaande van dezelfde gedefinieerde toestand uit de ontwerpfase (fase 1) en welke gevolgen brengen deze verschillen met zich mee voor de beleving van de architectonische functies (*architectonisch aspect*)?
- Wat zijn de gevolgen voor de aanleg- en onderhoudskosten van beide beplantingsmethoden (*kostenaspect*)?

Het probleem is echter, dat zowel de traditionele als de integrale beplantingsmethode nooit tegelijkertijd op hetzelfde ogenblik, op dezelfde plaats en onder dezelfde omstandigheden kunnen worden vergeleken. Van een gerealiseerde beplantingsmethode zijn wel exacte gegevens (bijvoorbeeld de morfodynamische variabelen, kosten) voorhanden, maar van de alternatieve methode zullen altijd aannames moeten worden gedaan. Bovendien richt dit onderzoek zich op de dynamiek van beplanting, waardoor niet alleen de huidige situatie maar ook de historie (reconstructie) en de toekomstige situatie moeten worden vergeleken. Daarom zullen altijd naast de huidige ook de voorgaande en volgende beelden gesimuleerd dienen te worden. De bepaling van de morfodynamische variabelen (appendix 1) vormt voor de verschillende beplantingsmethoden in de vergelijking de basis waaruit de groeibeweging per case voortkomt. Om de simulatie in een reeks van beelden te laten zien, is een beplantingsfilm ontwikkeld in de vorm van een computeranimatie (appendix 2) voor het Prins Bernhardbos op basis van de resultaten

uit de op locatie gerichte bepaling van de morfodynamische variabelen. Voor de overige 2 cases geven plattegronden, doorsnede- en aanzichttekeningen van de beplanting op bepaalde momenten in de ontwikkeling een indruk van de groeibeweging.

Om zo dicht mogelijk bij de praktijkomstandigheden te blijven zijn partijen betrokken, die op grond van hun kennis en ervaringen van de plaatselijke omstandigheden een goede inschatting van de praktische en financiële gevolgen kunnen maken van zowel de gerealiseerde als van de gesimuleerde beplantingsmethode. De vergelijking bevat een *originele* of uitgevoerde beplantingsmethode en een *alternatieve* (of gesimuleerde) beplantingsmethode die beide dezelfde architectonische functies met de bijbehorende beplantingstypen volgens dezelfde gedefinieerde toestand moeten gaan realiseren. Op grond van bovenstaande overwegingen kom ik tot de volgende werkwijze ten behoeve van de vergelijking:

- 1 Analyse van de gedefinieerde toestand en de beschrijving van de aanleg en het onderhoud van de gerealiseerde beplantingsmethode,
- 2 Bepaling van de morfodynamische variabelen (omvang, groeisnelheid en levensduur) van de toegepaste elementen,
- 3 Beschrijving van de alternatieve beplantingsmethode met de aanleg en het onderhoud ten behoeve van de realisering van dezelfde architectonische functies,
- 4 De vergelijking, waarbij de architectonische en kostenaspecten in beeld worden gebracht.

Het hoofdstuk begint met een verklaring en een toelichting op het aantal en het type case, die onderwerp

van studie zijn geworden. Daarop sluit de verdere uitleg van de werkwijze aan, die voor elke case zal worden gevolgd. Het onderzoek eindigt met de resultaten van het onderzoek en de conclusies.

5.2 Cases

Om een zo goed en breed mogelijk zicht te krijgen op de werking en de uitvoering van de verschillende beplantingsmethoden zijn de volgende criteria gehanteerd:

- Bij een oudere houtopstand komen voor de vergelijking interessante gegevens over de groeisnelheid en omvang van de toegepaste planten, alsmede over ervaringsfeiten van de aanleg en onderhoud van de uitgevoerde beplantingsmethode.
- Sterke verschillen in vormen van de plantvakken (brede of smalle vakken in rechte of gebogen belijningen) laten de toepassingsmogelijkheden van elke beplantingsmethode zien. Bij de keuze van de verschillende cases dient daarom verscheidenheid aan vormen en architectonische functies aan bod te komen.
- Door cases verspreid over Nederland te kiezen komen de op de locatie gerichte verschillen in klimaat en bodem op de vorm bij een zelfde plantensoort en op de aard van de aanleg- en onderhoudswerkzaamheden naar voren.
- Een case voldoet niet, wanneer in de ontwikkeling er ingrepen op de beplanting hebben plaatsgevonden, die de oorspronkelijke bedoelingen van de ontwerper wezenlijk hebben aangetast. Alleen ingrepen, die met de oorspronkelijke bedoelingen van de uitgevoerde beplantingsmethode overeenkomen zijn acceptabel.
- Om de vormgeving en sfeer goed uit te laten komen, dienen de cases voldoende groot te zijn. Uitgegaan is van minimaal 3 ha, afhankelijk van de aard en schaal van het object.

Mede op grond van bovenstaande criteria en op basis van voorhanden zijnde informatie zijn de volgende cases hiervoor uitgezocht, namelijk Polderpark in Almere, Bakenhof in Arnhem en Prins Bernhardbos in Hoofddorp.

5.3 Werkwijze

De werkwijze is volgens een viertal stappen uitgewerkt. De eerste drie stappen leveren de informatie voor de vergelijking en tijdens de laatste stap wordt de vergelijking uitgevoerd.

5.3.1 Analyse gedefinieerde toestand/aanleg en onderhoud originele beplantingsmethode (stap 1)

Deze stap bevat een beschrijving van het ontwerp en het doel, dat de ontwerper gesteld heeft aan de beplanting. Daarop volgt de analyse van de architectonische functies en de wijze waarop deze functies zijn vertaald - volgens de terminologie uit de beplantingstypologie - naar de beplantingstypen met het onderliggende beplantingsplan en tenslotte wordt een beschrijving gegeven van de aanleg en onderhoud van de uitgevoerde beplantingsmethode.

Om deze analyse uit te voeren zijn de volgende bronnen geraadpleegd: Het *ontwerp*, dat in plattegrond, in doorsnede/aanzicht, perspectief of in maquettevorm de beplantingsmassa's weergeeft. Het *beplantingsplan*, dat informatie verschaft over het sortiment, de aanvangsgrootte met de leeftijd, de plantafstand en de aantallen die zijn toegepast. Het *onderhoudsplan*, dat de beheersrichtlijnen of onderhoudsmaatregelen omvat (bijvoorbeeld dunningen: welke soorten de wijkers of blijvers zijn), die behoren bij de beplantingsmethode. De TABELLEN 2, 4, 5 EN 6 leveren de definities en achtergrondinformatie voor de toegepaste elementen en de transformaties van de beplantingstypen.

5.3.2 Bepaling morfodynamische variabelen (stap 2)

Om onder gegeven omstandigheden een zo betrouwbaar mogelijk voorspelling te kunnen doen omtrent de groeiontwikkeling van houtige gewassen dienen

de omvang, groeisnelheid en levensduur van een plant, beplantingstype of beplanting te worden vastgesteld en gevisualiseerd. Daarvoor is een op locatie gericht onderzoek naar een groeicurve ontwikkeld (appendix 1), dat probeert zo dicht mogelijk de toekomstige groei te benaderen.

Voor de bepaling van de groeicurve in de vergelijking worden twee situaties onderscheiden; namelijk de gerealiseerde en toekomstige groei.

Gerealiseerde groei

Hierbij wordt de groei vanaf de aanleg tot heden gekwantificeerd.

- 1 De aanvangsgrootte en leeftijd van de elementen gedurende de aanleg uit het verleden zijn af te leiden uit het originele beplantingsplan, van lokale overheid, van betrokkenen, en/of uit analyse van de plant zelf (1e parameter).
- 2 Uit de aanwezige houtopstand van het onderzoeksgebied zijn de huidige hoogten en breedten volgens dezelfde gestandaardiseerde methode opgemeten (met behulp van een Suunto instrument code: PM-5/1520P van tenminste drie representanten van dezelfde toegepaste plantensoort, die als de grootste exemplaren in het onderzoeksgebied zijn waargenomen. De leeftijd van de elementen volgt uit het verschil tussen het aanlegmoment van de beplanting en het moment van opname.
- 3 De gemiddelde hoogte en breedte van planten uit dezelfde leeftijdscategorie van de drie grootst waargenomen representanten van één plantensoort bepalen de groeicurve (2^e parameter).

Toekomstige groei

Hierbij wordt de groei vanaf heden beschouwd.

- 1 De bepaling van de huidige omvang en leeftijd van de elementen door onderzoeksfase 1 en 2 van de

'gerealiseerde groei' in het onderzoeksgebied uit te voeren.

- 2 Binnen het onderzoeksgebied of in de directe omgeving met vergelijkbare groeiplaatsfactoren worden de hoogte en breedte opgemeten en de leeftijd bepaald van tenminste drie representanten per toegepaste plantensoort van veel oudere of van de oudst mogelijke exemplaren van tenminste dertig jaar na de aanleg. De leeftijdbepaling en de wijze van meting geschiedt op dezelfde gestandaardiseerde wijze als in de onderzoeksfase 1 en 2 van de 'gerealiseerde groei'.
- 3 De gemiddelde hoogte en breedte van planten uit dezelfde leeftijdscategorie van de oudst waargenomen drie representanten van één plantensoort bepalen de groeicurve (2^e parameter).

5.3.3 Alternatieve beplantingsmethode (stap 3)

Het doel van deze stap is, evenals bij de originele beplantingsmethode, te komen tot een tweede volledig uitgewerkte, beplantings- en onderhoudsplan, dat als alternatief vanuit dezelfde gedefinieerde toestand tot dezelfde beplantingsvolumen en beplantingstypen van planten leidt. Op basis van het sortiment en de vastgestelde beplantingstypologie (TABEL 2) van de gegeven case wordt het alternatieve beplantingsplan volgens de alternatieve beplantingsmethode bij casus 1 en 2, de integrale en bij case 3 de traditionele beplantingsmethode samengesteld. Afgeleid van het beplantingsplan wordt ook het aanleg- en onderhoudsplan ontwikkeld. Zowel het beplantingsplan als het aanleg- en onderhoudsplan wordt hierbij toegelicht.

Indien in een case de traditionele methode als origineel is gehanteerd (case 1 en 2), wordt daarnaast ter vergelijking *De integrale beplantingsmethode voor vrijstandsvormen als alternatief volgens een vast protocol* toegepast, uitgaande van:

Beplantingstypologie I 'Architectonische functies'

Beplantingstype:		A	B	C	D	E	F	G	
		SOLITAIREN	STROOK	SCHERM	GANG	VLAK	BLOK	DAK	
Architectonische functies:		Punt			Lijn		Vlak	Volume	
		met overheersende richting					zonder overheersende richting		
ACCENT	Zwak	- beneden ooghoogte - bladverliezend	- bladverliezend - als solitaire ¹⁾	- bladverliezend - als solitaire - bestaat uit alleen hoge kroonvormen	- bladverliezend - als solitaire - lichte kronen	- bladverliezend	- bladverliezend - als solitaire - lichte kronen	- bladverliezend - als solitaire - lichte kronen	
	Sterk	- boven ooghoogte/breder - afwijkende vorm - opvallende verschijningsvorm: wintergroen, herfstkleur, bloeiend, bladkleur	- bloeiend (Lavendel) - wintergroen - als hegvorm	- wintergroen - als hoge hegvorm - b.v. leilinden (karakteristiek)	- wintergroen - loofgang (karakteristiek) - donkere kronen	- wintergroen - bloeiend (heide, kruiden, gras)	- wintergroen - donkere kronen	- wintergroen - donkere kronen	
SCHEIDEND	Zwak		- bladverliezend - als solitaire	- bladverliezend - als solitaire - bestaat uit alleen hoge kroonvormen	- bladverliezend - als solitaire		- bladverliezend - als solitaire - lichte kronen	- bladverliezend - als solitaire - lichte kronen	
	Sterk		- wintergroen - als hegvorm	- wintergroen - als heg-, hoge struikvorm	- in combinatie met struiken - wintergroen		- brede blokken - wintergroen - bosquêts - donkere kronen	- brede daken - wintergroen - donkere kronen	
BEGELEIDEND	Zwak		- bladverliezend - als solitaire	- bladverliezend - als solitaire - bestaat uit alleen hoge kroonvormen	- bladverliezend - als solitaire - lichte kronen		- bladverliezend - als solitaire - lichte kronen	- bladverliezend - als solitaire - lichte kronen	
	Sterk		- bloeiend (Lavendel) - wintergroen - als hegvorm	- wintergroen - als heg-, hoge struikvorm	- meerdere rijen bomen aan beide zijden van de verbinding - in combinatie met struiken - wintergroen		- brede blokken - wintergroen - donkere kronen	- brede daken - wintergroen - donkere kronen	
SFEERBEPALEND	Zwak				- bladverliezend - als solitaire - lichte kronen		- bladverliezend - als solitaire	- bladverliezend - als solitaire	
	Sterk				- in combinatie met struiken - wintergroen - donkere kronen		- brede blokken - variatie in verschijningsvorm: wintergroen, bladverliezend, bladkleur - bosquêts	- brede daken - wintergroen - donkere kronen	
RUIMTE SCHEPPEND	Zwak	- bladverliezend - beneden ooghoogte - dichte plantafstanden				- bladverliezend			
	Sterk	- contrastwerking dichtbij/veraf - wintergroen - doorzichten				- brede vlakken - combinatie met hoogteverschillen - wintergroen en/of bloeiend (heide, kruiden, gras)			

Beplantingstype bij uitstek geschikt. ¹⁾ plantafstand > de kritieke plantafstand (paragraaf 3.2.2).

TABEL 2 Beplantingstypologie I 'Architectonische functies' (paragraaf 3.2.2).

Beplantingstypologie II 'Constructie'


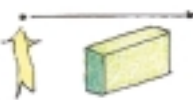
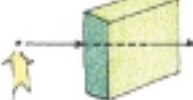
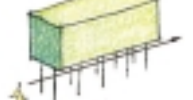



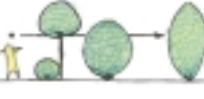

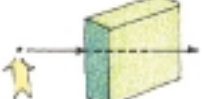
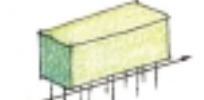
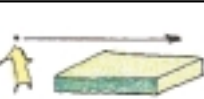

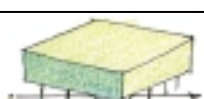
		A B C D E F G						
		Beplantingstype: 						
Elementen:		SOLITAIREN STROOK SCHERM GANG VLAK BLOK DAK						
STRIJKVORMEN	vertakking vanaf de grond.	1. lage struik- vormen > 30 cm lage hegvorm	A1. solitair / lage struikvorm	B1. strook / lage struik- of hegvorm			E1. vlak / lage struikvorm	
		2. hoge struik- vormen	A2. solitair / hoge struikvorm		C2. scherm / hoge struikvorm	D2. gang / hoge struikvorm		F2. blok / hoge struikvorm
BOOMVORMEN	één enkele stevige stam.	3. lage veervormen hoge veervormen hoge hegvorm	A3. solitair / lage en hoge veevorm	B3. strook / lage veevorm	C3. scherm / hoge veer- en hegvorm	D3. gang / hoge veer- en hegvorm	E3. vlak / lage veevorm	F3. blok / hoge veer- of hegvorm
		4. lage kroonvormen hoge kroonvormen dak- of leivorm	A4. solitair / lage en hoge kroon- of dakvorm	B4. strook / lage kroonvorm	C4. scherm / hoge kroon- of leivorm	D4. gang / hoge kroon- of dakvorm	E4. vlak / lage kroonvorm	F4 (+F2, F3). blok / hoge kroon- of leivorm

BEHEER/ONDERHOUD
(antropogene beïnvloeding I):

Vorm- of begeleidings snoei om een bepaalde vorm te stimuleren of te handhaven: o.a. op snoeien bij heg-, lei-, of dakvormen; verticaal bijknippen: bij alle beplantingstypen.	Verjongingssnoei ter stimulering van de bloei: vooral bij solitaire en vrijstaande vormen van lage struik-, veer- en kroonvormen en hoge struik- en veervormen.	Dunnen of afzetten: vooral bij concurrentievormen van hoge struik-, veer- en kroonvormen.
--	---	---

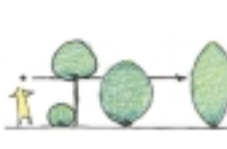
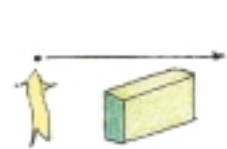
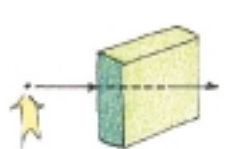
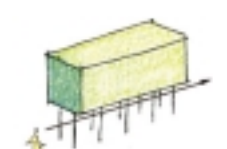
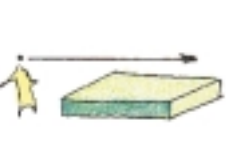

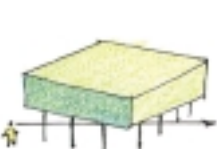
TABEL 4 Beplantingstypologie II 'Constructie' (paragraaf 3.2.3 en 3.2.4).

Beplantingstypologie III 'Transformaties'

		A	B	C	D	E	F	G
Beplantingstype:								
Uitgangssituatie:	SOLITAIEN	STROOK	SCHERM	GANG	VLAK	BLOK	DAK	
A	 SOLITAIEN	AB solitaires → strook	AC solitaires → scherm	AD solitaires → gang	AE solitaires → vlak	AF solitaires → blok	AG solitaires → dak	
B	 STROOK	BA strook → solitaires	BC strook → scherm	BD strook → (scherm) → gang				
C	 SCHERM	CA scherm → solitaires	CB scherm → strook	CD scherm → gang				
D	 GANG	DA gang → solitaires	DB gang → strook	DC gang → scherm				
E	 VLAK	EA vlak → solitaires				EF vlak → blok	EG vlak → (blok) → dak	
F	 BLOK	FA blok → solitaires				FE blok → vlak	FG blok → dak	
G	 DAK	GA dak → solitaires				GE dak → vlak	GF dak → blok	

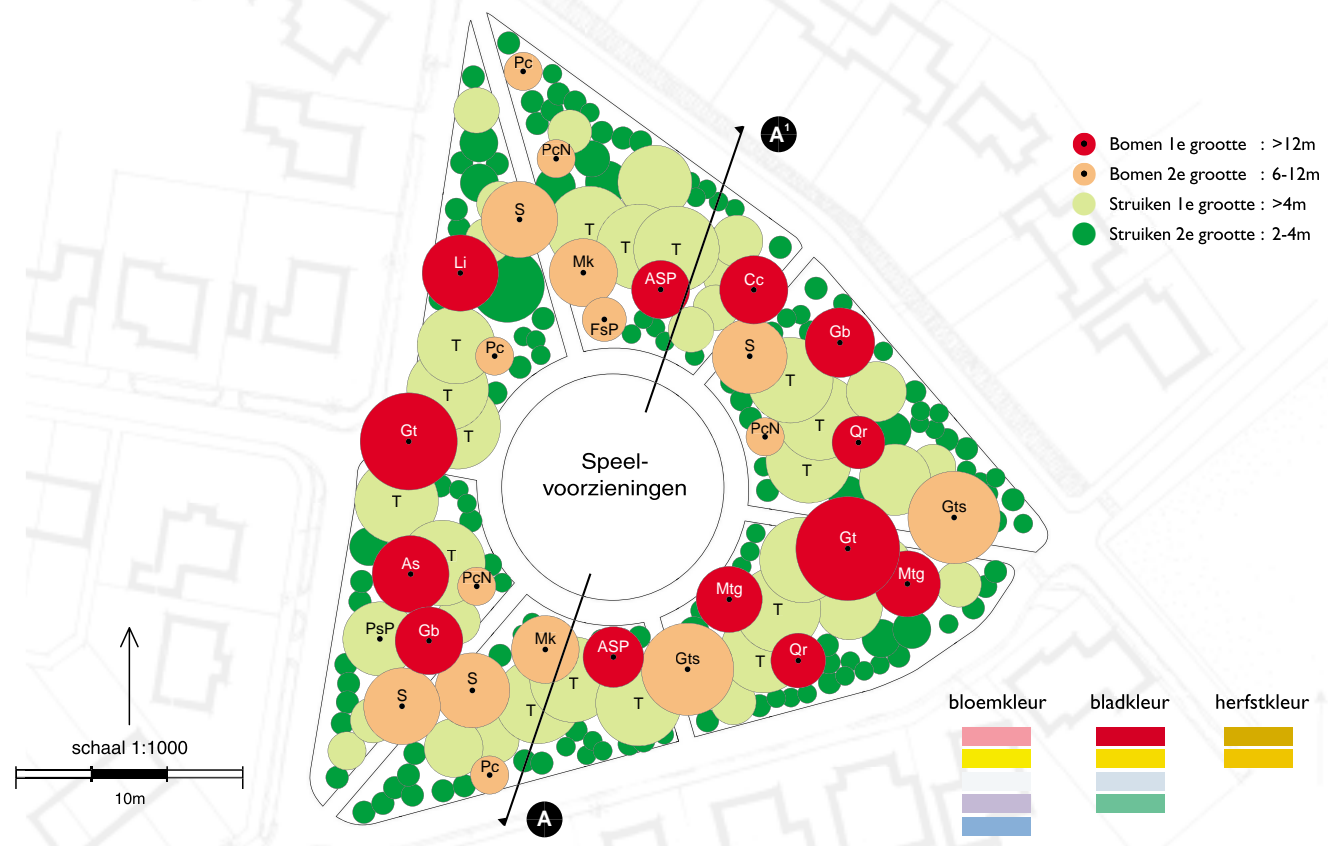
TABEL 5 Beplantingstypologie III 'Transformaties' (paragraaf 3.3.4).

Beplantingstypologie IV 'Strategieën'

		A	B	C	D	E	F	G			
Morfodynamische eigenschappen: - met welk doel, effect? - in welke situaties? - waarvan afhankelijk in relatie tot de beplantingstypen		 SOLITAIEN	 STROOK	 SCHERM	 GANG	 VLAK	 BLOK	 DAK			
OMVANG	PLANTAFSTAND	Klein ¹⁾	- met meerdere bij elkaar van dezelfde soort - solitair effect - 'Clump'	- met meerdere bij elkaar (hegvormen) - bij snelle sluiting van bodembedekkers	- met meerdere bij elkaar: hegvormen en struwelen, houtwallen, bomenrij	- afhankelijk van de gewenste dichtheid van het kronendak en van het tijdstip waarop sluiting tot stand moet komen	dak-vormen	- met meerdere bij elkaar - bij snelle sluiting van bodembedekkers	- met meerdere bij elkaar: struwelen, bossages	- afhankelijk van de gewenste dichtheid van het kronendak en van het tijdstip waarop sluiting tot stand moet komen	dak-vormen
		Groot	- bij grote aanvangsgrootte - in decoratieve beplanting (vrijstandsvormen)	- in decoratieve beplanting	- bij grote aanvangsgrootte (vrijstandsvormen)		vrijstandsvormen	- in decoratieve beplanting	- bij grote aanvangsgrootte (vrijstandsvormen)		vrijstandsvormen
	AANVANGSGROOTTE	Klein ¹⁾	- meerdere bij elkaar - solitair effect - 'Clump'	- overeenkomstig het beplantingstype	- met meerdere bij elkaar op korte plantafstand t.b.v. dichte beplanting- geen direct effect op ooghoogte noodzakelijk	- bij snelle groeiers	- overeenkomstig het beplantingstype	- met meerdere bij elkaar op korte plantafstand t.b.v. dichte beplanting - geen direct effect op ooghoogte noodzakelijk	- bij snelle groeiers		
		Groot	- indien direct effect is gewenst - in stedelijke en natuurlijke situaties	- niet noodzakelijk	- indien direct effect is gewenst (ooghoogte) - in stedelijke en landelijke situaties	- indien direct effect is gewenst	- niet noodzakelijk	- indien direct effect is gewenst (ooghoogte) - in stedelijke en landelijke situaties	- indien direct effect is gewenst		
GROEISNELHEID	Laag	- voor solitair geen uitgangspunt - afhankelijk van sortimentskeuze	- afhankelijk van sortimentskeuze	- afhankelijk van gekozen principe ²⁾ bij mengsels	- afhankelijk van gekozen principe bij mengsels	- afhankelijk van sortimentskeuze	- afhankelijk van gekozen principe bij mengsels	- afhankelijk van gekozen principes bij mengsels			
	Hoog		- vooral bij groei in de breedte: snelle sluiting van bodembedekkers, of bij grotere plant-afstanden	- inzet bij ongunstige groeiomstandigheden - indien snel effect is gewenst (ooghoogte)	- inzet bij ongunstige groeiomstandigheden - indien snel effect is gewenst	- vooral bij groei in de breedte: snelle sluiting van bodembedekkers, of bij grotere plant-afstanden	- inzet bij ongunstige groeiomstandigheden - indien snel effect is gewenst (ooghoogte)	- inzet bij ongunstige groeiomstandigheden - indien snel effect is gewenst is			
LEVENSDUUR	Kort	- bij een hoge omgevingsdynamiek - inzet bij ongunstige groeiomstandigheden	- afhankelijk van de omgevingsdynamiek - weersinvloeden nauwelijks van invloed	- bij een hoge omgevingsdynamiek - afhankelijk van gekozen principe bij mengsels	- bij een hoge omgevingsdynamiek - afhankelijk van gekozen principe bij mengsels	- afhankelijk van de omgevingsdynamiek - weersinvloeden nauwelijks van invloed	- bij een hoge omgevingsdynamiek - afhankelijk van gekozen principe bij mengsels	- bij een hoge omgevingsdynamiek - afhankelijk van gekozen principes bij mengsels			
	Lang	- bij een lage omgevingsdynamiek		- bij een lage omgevingsdynamiek	- bij een lage omgevingsdynamiek		- bij een lage omgevingsdynamiek	- bij een lage omgevingsdynamiek			

1) Kleiner of groter dan de kritieke plantafstand.
 2) Morfodynamische principes

TABEL 6A Beplantingstypologie IV 'Strategieën' (paragraaf 4.4).

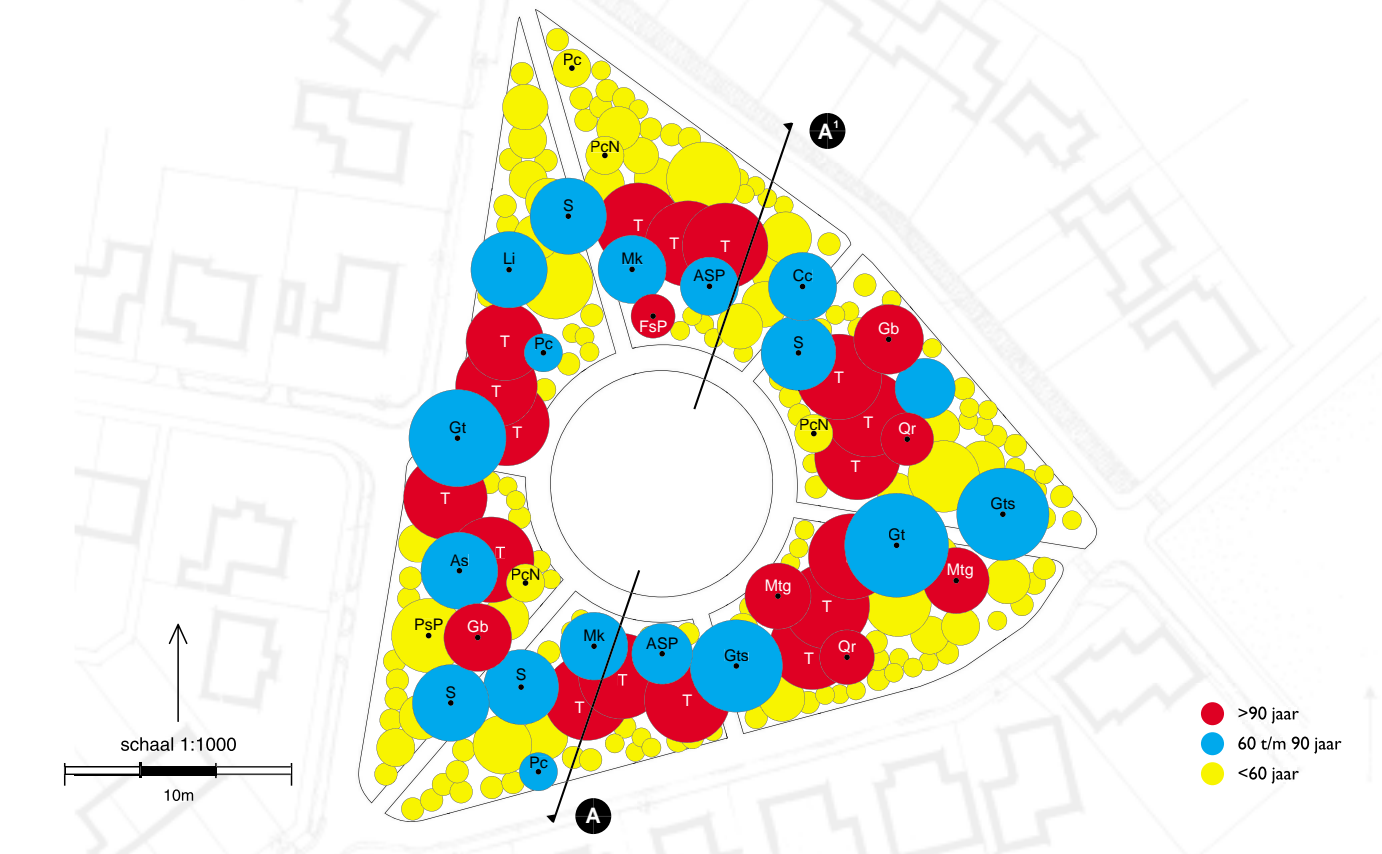


FIGUUR 20A **Omvang**
Ontwikkeling in de ruimte.
(paragraaf 4.5.3).

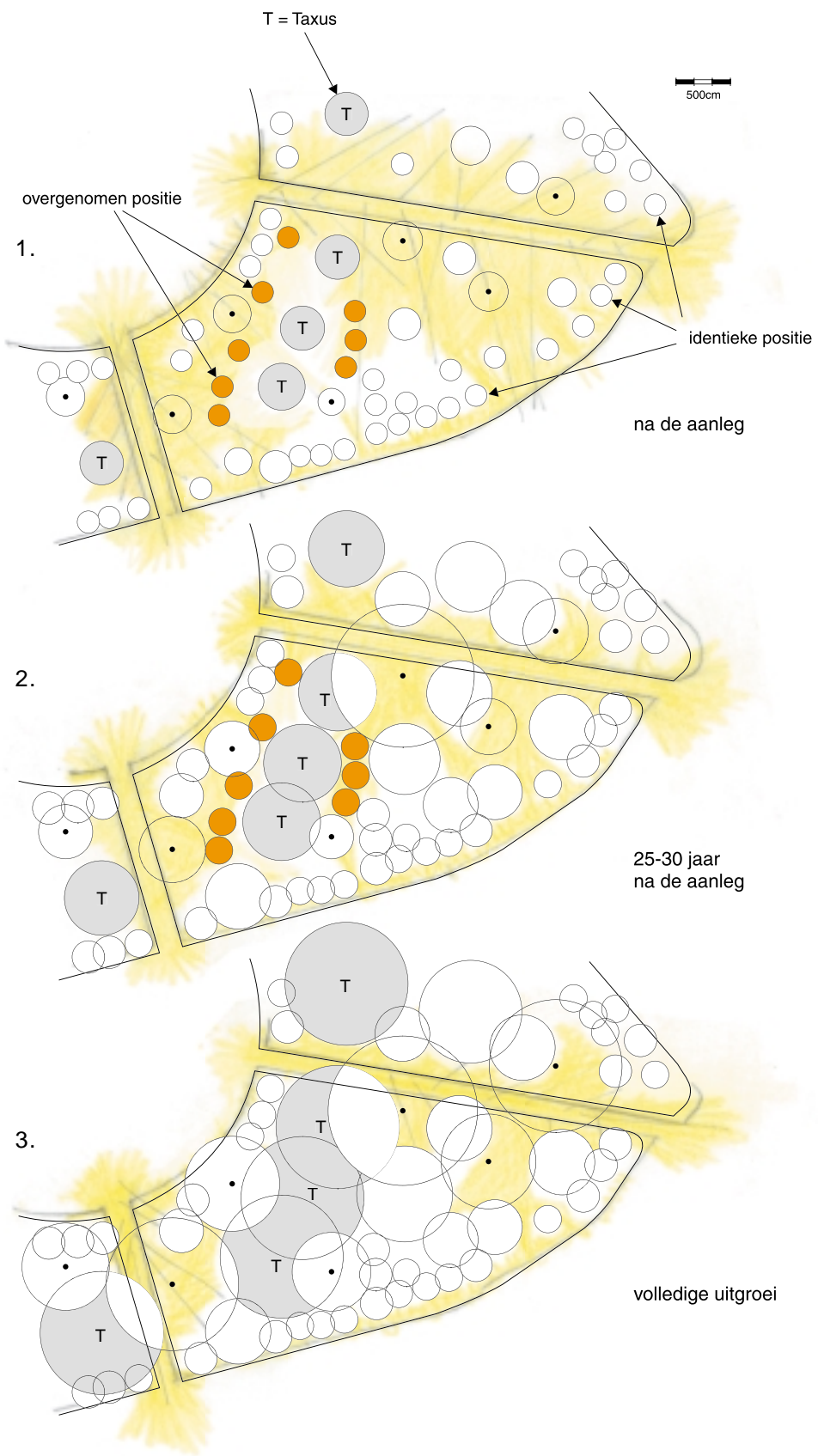
morfyndynamiek	Verschijningsvormen													
	25-30jr na aanleg hxb ¹⁾	max. uitgroei hxb ²⁾	Lente	Zomer			Herfst		Winter					
			mrt 3	apr 4	mei 5	jun 6	jul 7	aug 8	sep 9	okt 10	nov 11	dec 12	jan 1	feb 2
Bomen: 1e grootte >12m														
AS	Acer rubrum 'Scanlon'	15x10	=MAX											
ASP	Acer saccharinum 'Pyramidalis'	12x5	20/25x8											
Cc	Corylus columna	10x5	15x9											
Gb	Ginkgo biloba	12x6	15/20x9											
Gt	Gleditsia triacanthos	12x6	=MAX											
Li	Liquidambar styraciflua	12x6	15/20x10											
Mtg	Metasquoia glyptostroboides	12x6	20x9											
Qr	Quercus robur 'Fastigiata'	12x6	20x7											
Bomen: 2e grootte 6-12m														
FsP	Fagus sylvatica 'Purpurea Pendula'	3x3	6x6											
Gts	Gleditsia triacanthos 'Sunburst'	8x6	12/16x12											
Mk	Magnolia kobus	10x9	=MAX											
PcN	Prunus ceracifera 'Nigra'	7x5	=MAX											
Pc	Pyrus calleryana 'Chanticleer'	10x5	=MAX											
PsP	Pyrus salicifolia 'Pendula'	5x6	6/8x10											
S	Sophora japonica	12x10	=MAX											
Struiken: 1e grootte >4m														
	Acer palmatum 'Atropurpureum'	1,5x2,5	7x10											
	Amelanchier lamarckii	3x3	6x6											
	Cornus kousa / controversa	6x4	10x10											
	Cornus mas	5x5	7x7											
	Corylus maxima 'Purpurea'	4x6	6x8											
	Magnolia soulangeana	6x6	7x8											
	Nothofagus antarctica	8x6	=MAX											
	Prunus serrulata 'Amanogawa'	7x2	10x5											
	Rhus typhina 'Dissecta'	4x6	5x9											
	Sambucus nigra 'Aurea'	2,5x2,5	6x8											
	Syringa vulgaris	4,5x3	6x6											
	Taxus baccata	4x4	9x11											
Struiken: 2e grootte 2-4m														
	Cornus alba 'Sibirica'	3x3	=MAX											
	Cotinus coggygria 'Royal Purple'	2,5x2,5	=MAX											
	Euonymus alatus	2x3	3x5											
	Hamamelis mollis	2,5x2,5	3x4											
	Hybiscus syriacus	2x1,5	3,2,5											
	Philadelphus coronarius	2,5x2,5	=MAX											
	Ribes sanguineum 'King Edward III'	2x2	=MAX											

1) Bron: Ruyten et al. (1994, 2002) 2) Bron: Vahl et al. (1980, 1998), Bron: Janson (1994)

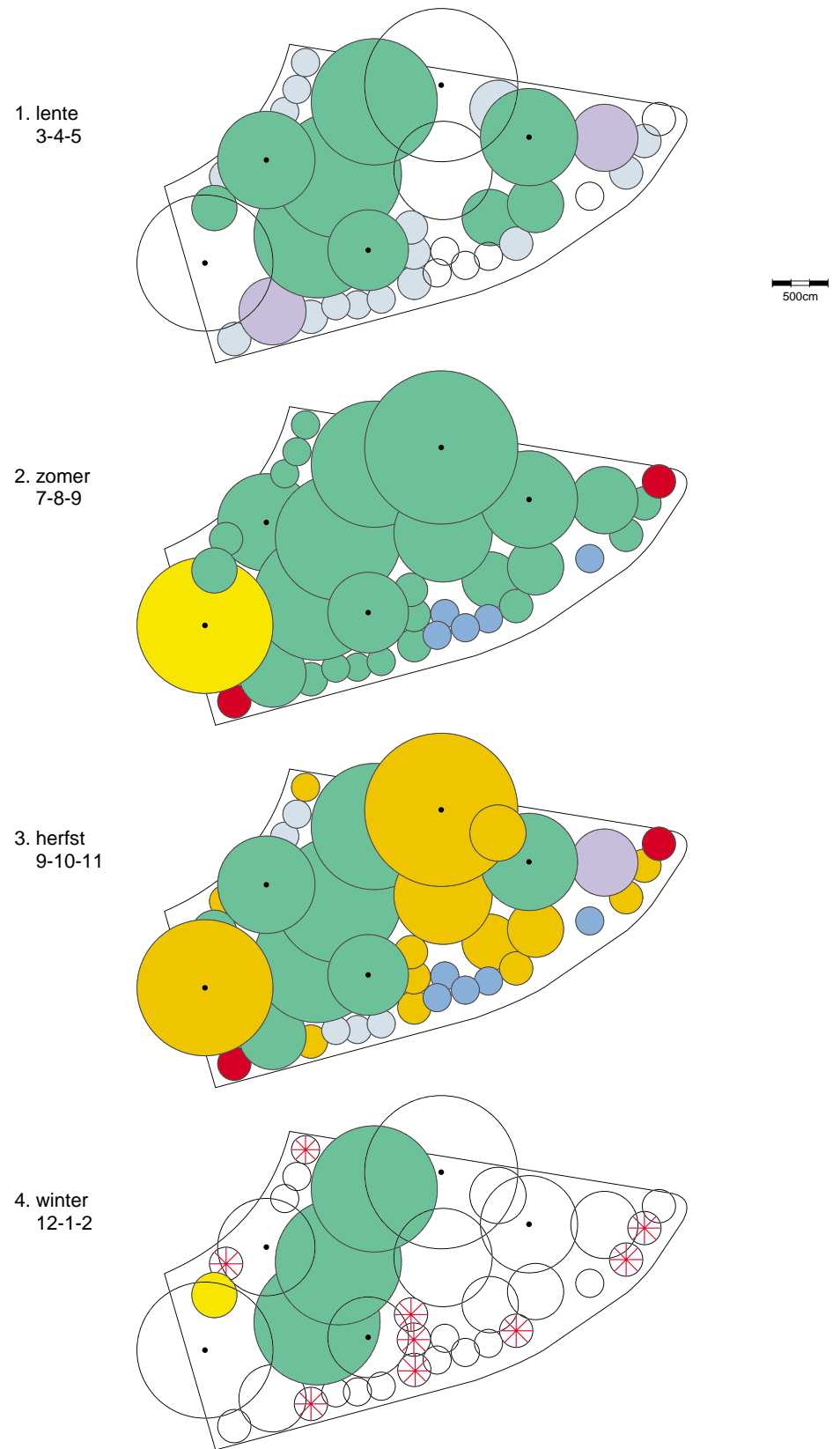
FIGUUR 20c **Levensduur**
Ontwikkeling in de tijd.
(paragraaf 4.5.3).



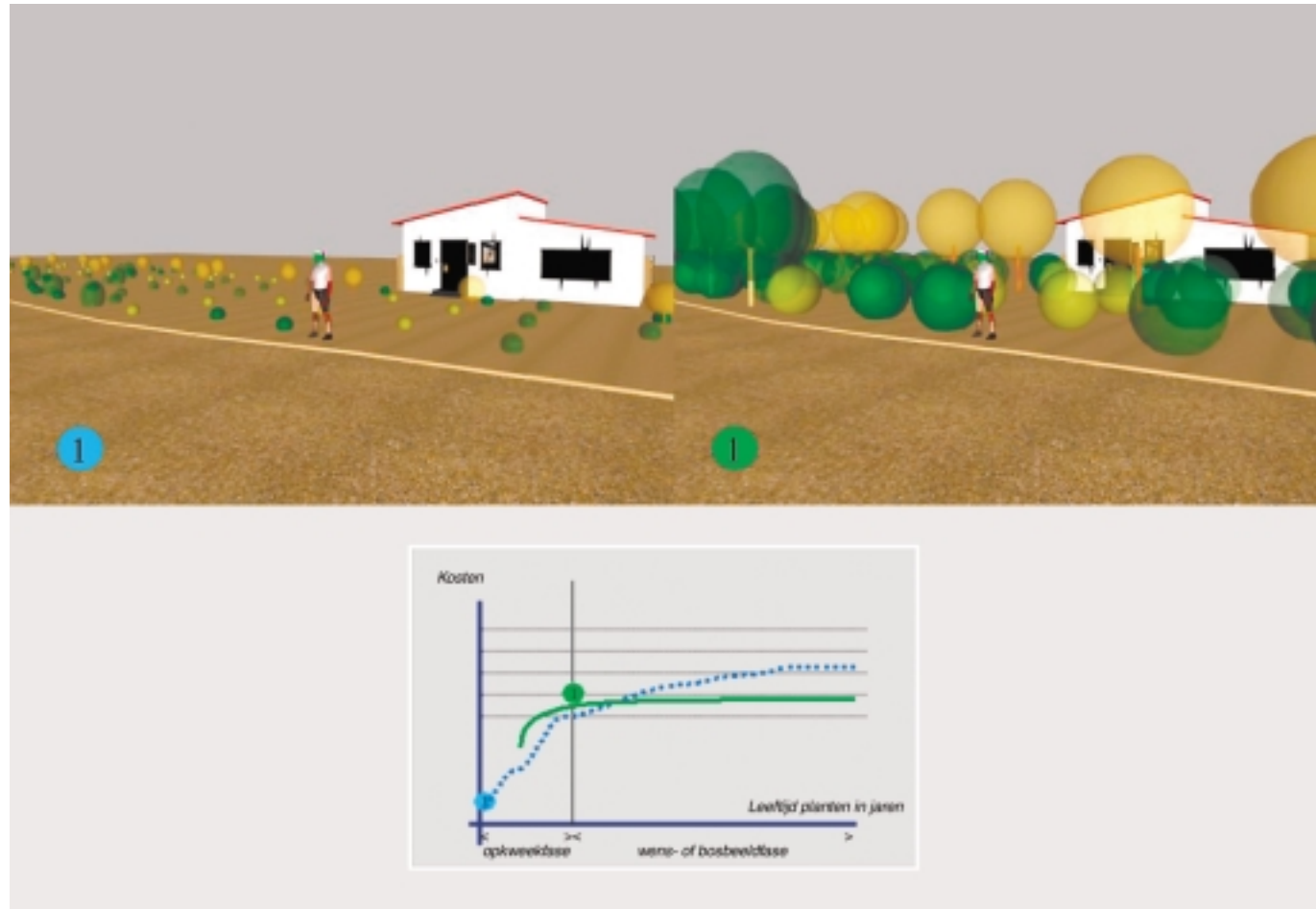
	Dendroloog P.Theunisen	gemeente Boxmeer	Darhuizen	Boomkwekers J.Janssen	T. Ebben	Wageningen UR Proefstation	Gemiddelde levensduur bij max. hoogte en breedte
Bomen >90 jaar							
Fagus sylvatica 'Purpurea Pendula'	70-80	30	100	150	63	140	100
Ginko biloba	300	110	75-100	90	125	150	140
Metasquoa glyptostroboides	150-200	50-60	75-100	90	63	100-300	110
Quercus robur 'Fastigiata'	100	90	75-100	70	63	250	110
60 t/m 90 jaar							
Liquidambar styraciflua	120	90	75-100	90	63	100	90
Magnolia kobus	80-100	40	75-100	90	63	100	80
Sophora japonica	80-100	70	75-100	120	63	75	80
Acer rubrum 'Scanlon'	100	35	35-75	90	63	100	70
Acer saccharinum 'Pyramidalis'	100-150	40-45	75-100	40	38	100	70
Corylus colurna	70-80	45	75-100	90	63	60	70
Gleditsia triacanthos	70-80	40-50	75-100	70	63	100	70
Gleditsia triacanthos 'Sunburst'	70-80	40-50	35-75	70	63	100	70
Pyrus calleryana 'Chanticleer'	50	50	35-75	70	38	75	60
<60 jaar							
Prunus ceracifera 'Nigra'	40-50	25	35-75	50	38	50	40
Pyrus salicifolia 'Pendula'	50	25	25-40	30	38	50	40
Struiken >90 jaar							
Taxus baccata	300-700	210	>100	150	125	100-300	210
60 t/m 90 jaar							
Magnolia soulangeana	70-80	70	50-75	80	63	50	70
Acer palmatum 'Atropurpureum'	100-150	25	25-40	20	38	100	60
<60 jaar							
Amelanchier lamarckii	70-80	30	25-40	50	63	30	50
Cornus mas	100	25	50-75	40	63	30	50
Cornus controversa	50	-	50-75	30	63	30	50
Hamamelis mollis	50	25-30	55-75	30	63	50	50
Nothofagus antarctica	70	30	25-40	50	63	75	50
Syringa vulgaris	70-80	30	25-40	50	63	50	50
Cornus alba 'Sibirica'	40-50	30	25-40	20	63	30	40
Corylus maxima 'Purpurea'	70	30	25-40	25	63	30	40
Cotinus coggygria 'Royal Purple'	30	30	25-40	20	63	40	40
Euonymus alatum	40	25	50-75	20	63	20	40
Rhus typhina 'Dissecta'	30-40	20	25-40	30	63	40	40
Hybiscus syriacus	25-30	25	25-40	30	38	20	30
Philadelphus coronarius	40-50	35	15-25	20	63	20	30
Prunus serrulata 'Amanogawa'	30	25	15-25	40	25	30	30
Sambucus nigra 'Aurea'	25-30	20	15-25	20	38	30	30
Ribes sanguineum 'King Edward III'	20-25	25	15-25	20	38	15	20



FIGUUR 20D **Functionaliteit**
Toename in functionaliteit (paragraaf 4.5.3).

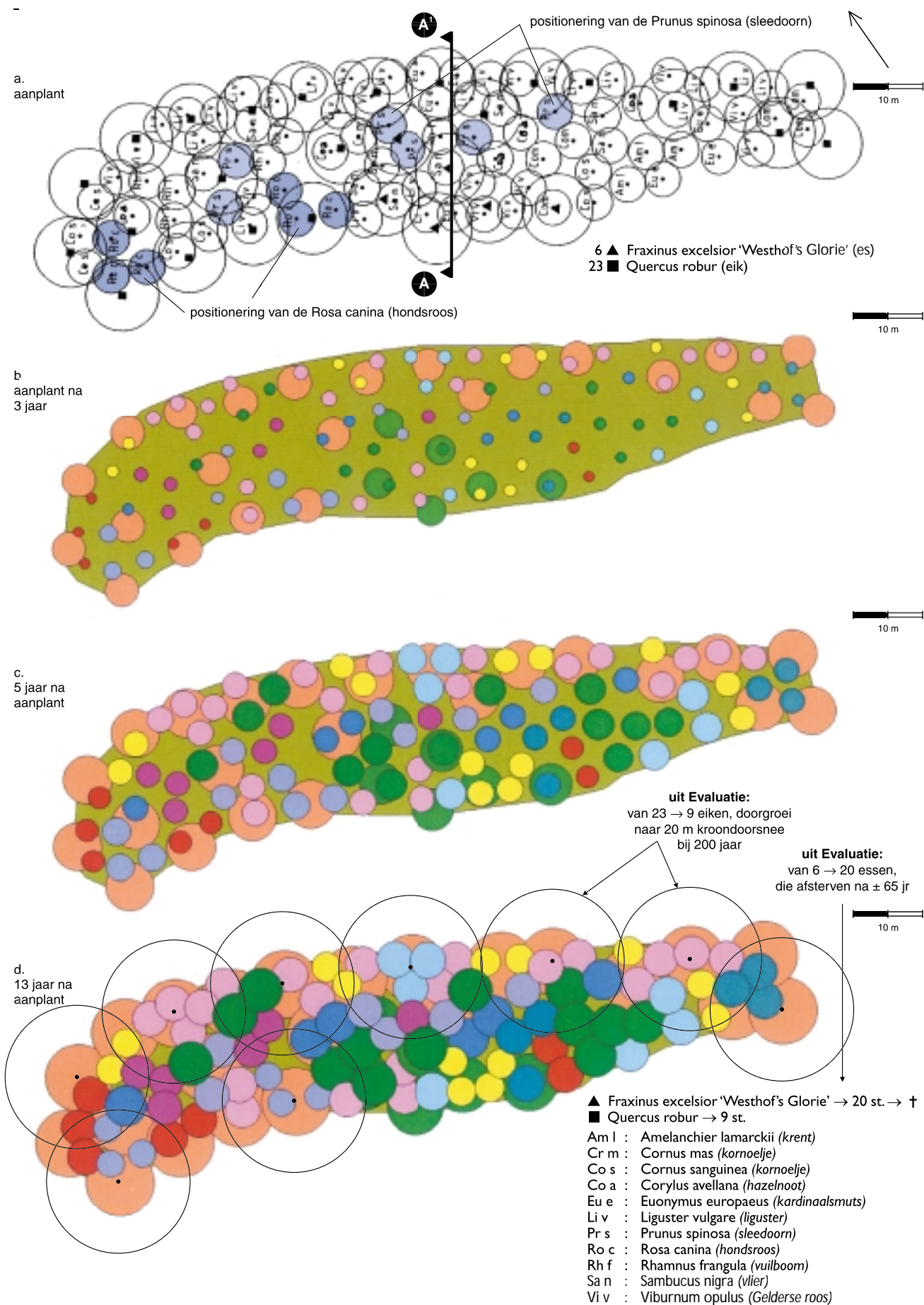


FIGUUR 20E **Versijningsvormen** (paragraaf 4.5.3).



FIGUUR 21 Relatie cumulatieve kosten in relatie tot aanlegfase van de traditionele en integrale beplantingsmethode (paragraaf 5.3.4).

Bron: SALIX, onderzoeksrapport, Wageningen Universiteit, departement Omgevingswetenschappen Landschapsarchitectuur v. Lammeren et al. (2001).



FIGUUR 45

Case 3: Prins Bernhardbos, Hoofddorp
Integrale beplantingsmethode
Stap 1, Analyse (paragraaf 5.4.3).

Bron: bij a, Beplantingsplan Integralis P.P. (23.10.1998).

Bron: bij b, c en d, Wageningen UR, IMAG (Annevelink et al., 2000).

FIGUUR 47

Case 3: Prins Bernhardbos, Hoofddorp

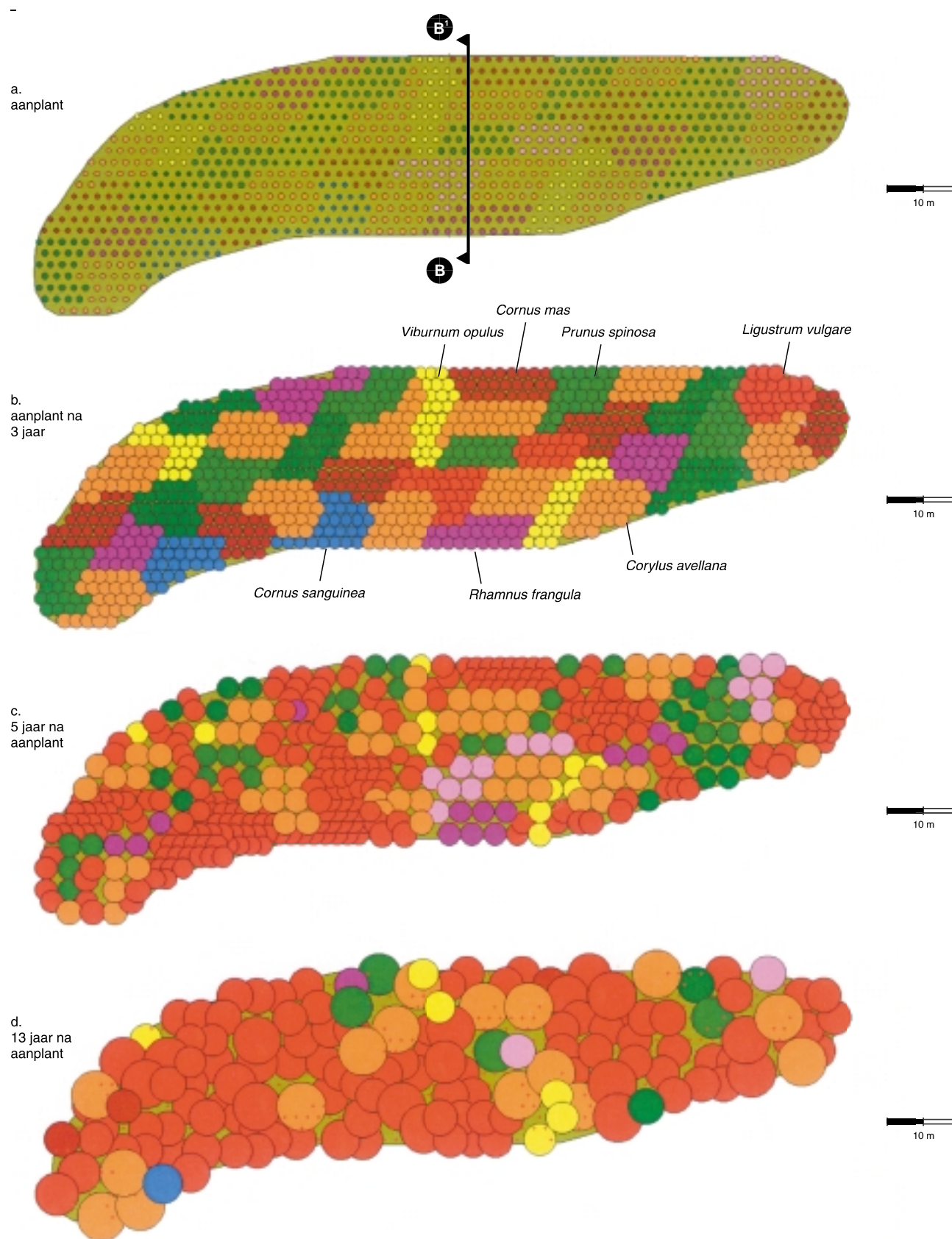
Traditionele beplantingsmethode

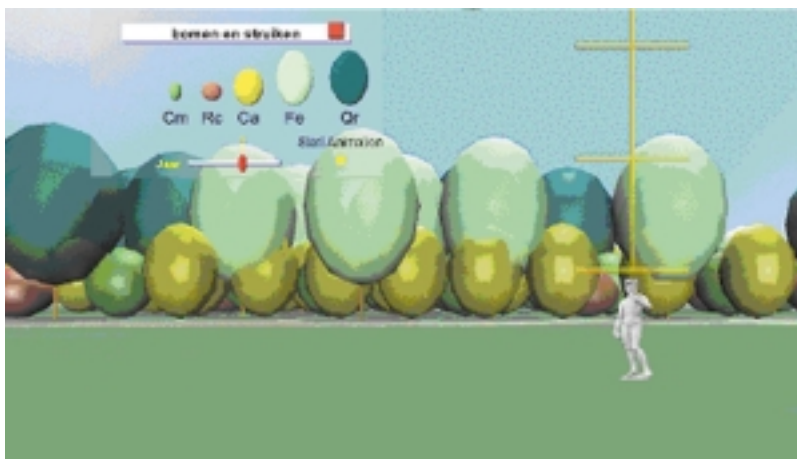
(stedelijke variant): bomen niet weergegeven.

Stap 3, Alternatieve beplantingsmethode (paragraaf 5.4.3).

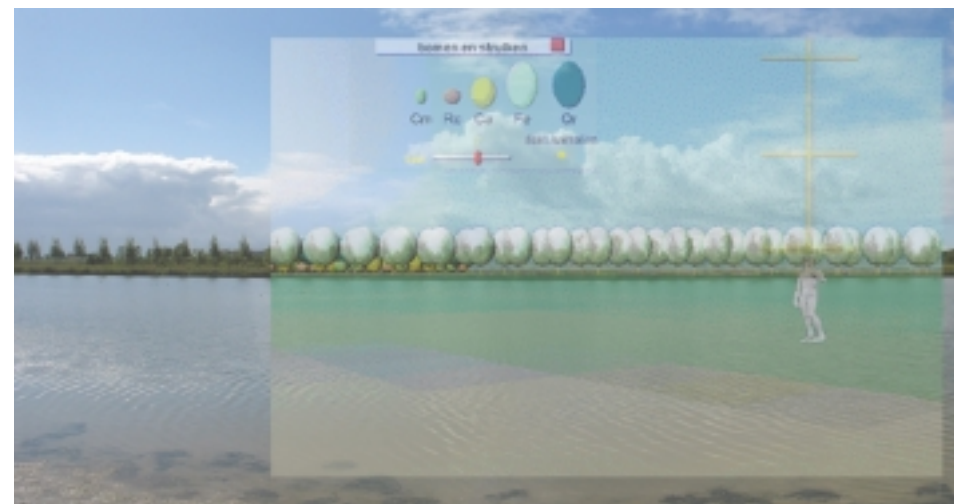
Bron: bij a, het sortiment gebaseerd op gegevens van Arcadis, Heidemij Advies (18.11.1998).

Bron: Wageningen UR, IMAG (Annevelink et al., 2000).

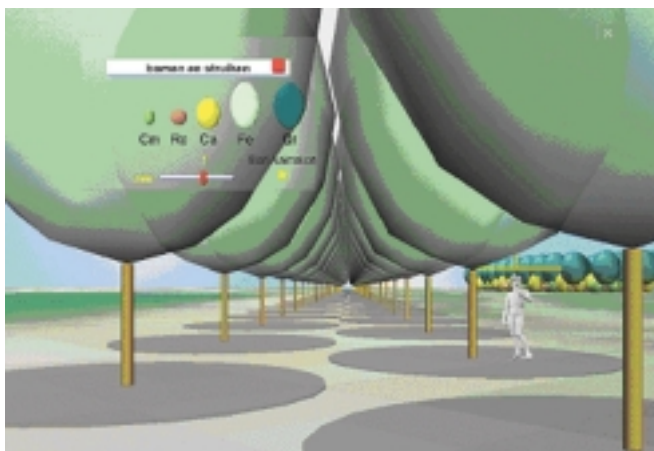




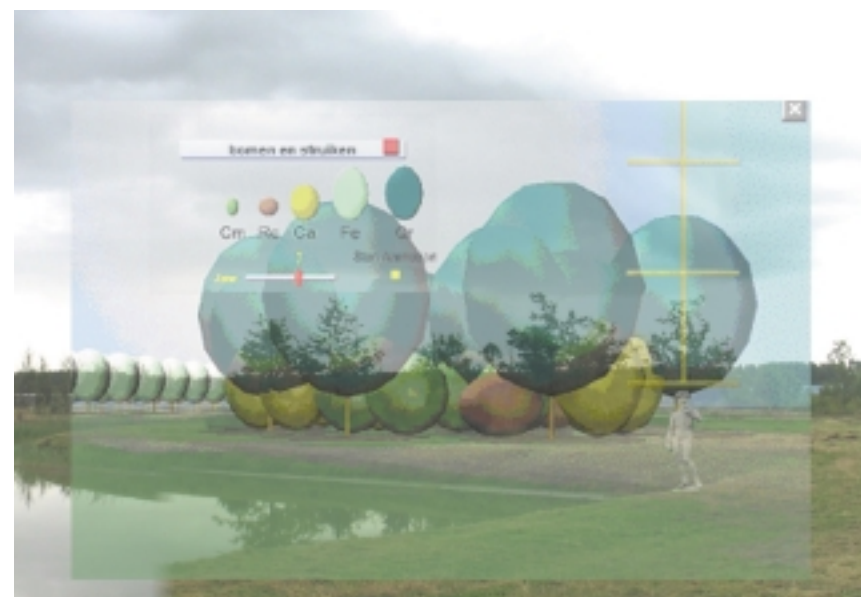
FIGUUR 3 Visualisatie beplantingselementen in SALIX (appendix 2).



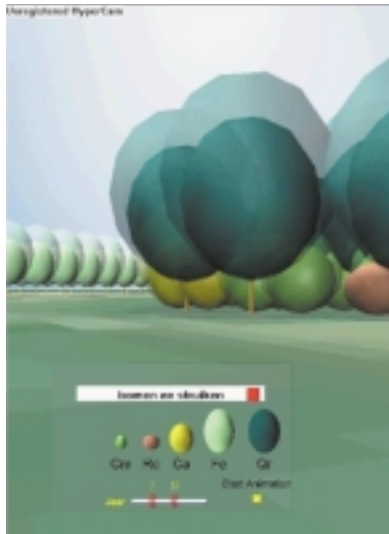
FIGUUR 4 Bomenlaan aanzicht (appendix 2).



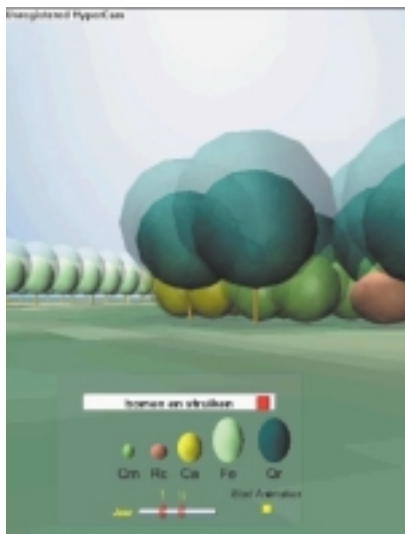
FIGUUR 5A EN B Onder het boomedak (appendix 2).



FIGUUR 6 Bomen in struiklaag (appendix 2).



FIGUUR 7A Polynomische functie (7 en 14 jaar). (appendix 2)



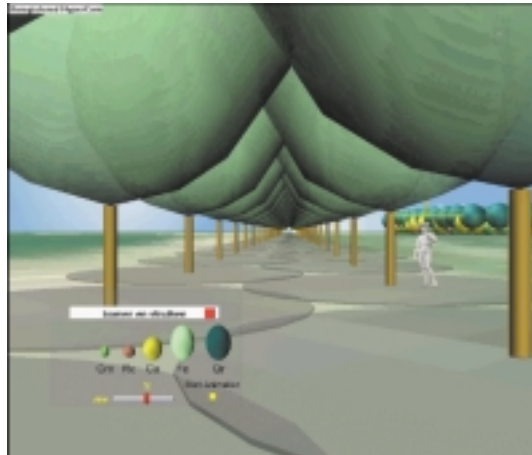
FIGUUR 7B Lineaire functie (7 en 14 jaar). (appendix 2)



FIGUUR 8 5 meter; 14 jaar (appendix 2).



FIGUUR 9 10 meter; 14 jaar (appendix 2).



FIGUUR 10 5 meter; 14 jaar (appendix 2).



FIGUUR 11 10 meter; 14 jaar (appendix 2).

- Hetzelfde sortiment en dezelfde verhouding van de samenstellende plantensoorten.
- Standaard aanvangsgrootte voor de zesjarige struiken van 1,50 - 2,50 m hoog en 1,25 - 1,50 m breed en voor de 15 - 18-jarige bomen 6 - 7 m hoog, 2,50 - 3,00 m breed, 25 - 30 cm stamomtrek op borsthoogte en die zich in de vrijstandsvorm ontwikkelen.
- Het *beplantingsplan* komt tot stand in een plattegrond schaal 1:500, waarbij de soortaanduiding van de struiken en boomkronen als cirkels worden weergegeven volgens de gemeten of berekende uitgroei van de omvang uit de ouderdomsfase.
- Het *onderhoudsplan* bevat: water geven gedurende de eerste jaren na de aanleg en de kruiden tussen de bomen en struiken maaien in de plantvakken (remmen van de successie).

Nu volgt de gestandaardiseerde vragenlijst volgens de werkwijzer, die de uitwerking van de integrale beplantingsmethode voor de drie cases toelicht.

A Basisinformatie

Per case aangegeven.

B Omvang

- 1 *Geven de voorgestelde volumes en beplantingsmassa's (de gedefinieerde toestand) in het ontwerp uit fase 1 de omvang weer van planten in de ouderdomsfase?*
Ja, de beschikbare ruimte of volume voor beplanting in de vrije uitgroei volgt de omvang, uit de ouderdomsfase, zoals deze op het ontwerp- of het beplantingsplan staat aangegeven.
- 2 *Welke architectonische functies spelen in het ontwerp uit fase 1 een rol?*
De architectonische functies zijn de gegevens, die onderdeel uitmaken van de beschrijving van het ontwerp.
- 3 *Welke beplantingstype(n) zijn bepalend voor de architectonische functies en hoe verhouden de eventuele transformaties zich tot de architectonische functies?*

De bepaling van het beplantingstype, dat de architectonische functie gaat uitvoeren, wordt beschreven in stap 1: 'Analyse originele beplantingsmethode'. De alternatieve beplantingsmethode volgt hetzelfde beplantingstype.

4 *Welke transformaties vinden er plaats?*

De integrale beplantingsmethode bevat vrijstandsvormen, die bij de aanvang al een bepaalde omvang hebben, waarmee de vrijstandsvormen in het begin – nog als solitairen – de werking hebben van het gevraagde beplantingstype uit vraag 3. Er vinden dus geen transformaties plaats bij de integrale beplantingsmethode.

5 *In welke vorm komt het element voor?*

Om twee redenen komt het element voor als vrijstandsvorm:

- omdat deze vorm bij de juiste hoeveelheid licht de optimale verschijningsvorm bevat, die aantrekkelijk is voor het wandelend publiek,
- omdat deze vorm ook bij de blijvers- en wijkersbeplantingsmethode als doel door middel van dunningen wordt nagestreefd.

6 *Welk sortiment wordt toegepast?*

Het sortiment, dat genoemd wordt in het ontwerp of beplantingsplan behorende bij de originele beplantingsmethode, is bepalend voor de samenstelling van het sortiment.

7 *Komen de elementen als monocultuur of in mengsels voor en welke morfodynamische principes worden toegepast?*

Elke case bevat een mengsel uitgezonderd sommige schermen en gangen. De integrale beplantingsmethode gaat uit van de *identieke positie* voor vrijstandsvormen. De arbeid om planten te vervangen (antropogene beïnvloeding I) wordt beschreven in de onderhoudsfase (fase 3).

C Groeisnelheid

1 *Hoe begint het effect?*

Omdat de integrale beplantingsmethode de vrijstandsvormen hanteert, die op de kritieke plantafstand zijn gepositioneerd en als solitairen de perspectivische werking hebben van het beplantingstype, begint het effect bij de aanleg.

2 *Welk sortiment wordt toegepast?*

Het sortiment, dat onder vraag 6 Omvang is genoemd, blijft uitgangspunt voor de samenstelling van het sortiment.

D Levensduur

1 *Hoe lang is de ruimte of volume voor beplanting beschikbaar?*

De beplanting van het sortiment uit het beplantingsplan behorende bij de originele beplantingsmethode is als maatstaf genomen voor de duurzaamheid van de ruimte of volume, dat voor beplanting bruikbaar is. De beantwoording op basis van planologische inzichten en toekomstvisies is daarom voor de vergelijking niet aan de orde.

2 *Hoe lang mogen de transformaties duren?*

Deze vraag is niet aan de orde omdat er geen transformaties bij de integrale beplantingsmethode plaats vinden.

3 *Welk sortiment wordt toegepast?*

Het sortiment, dat onder vraag 6 Omvang is genoemd, blijft uitgangspunt voor de samenstelling van het sortiment.

E Kosten

Voor de aanleg- en onderhoudskosten zijn geen beperkingen opgelegd. Wel zullen de kosten van de aanleg en het onderhoud voor een in financiële zin overzichtelijke periode van 30 jaar na de aanleg in beeld worden gebracht.

Indien in een case de integrale beplantingsmethode als origineel is gehanteerd (case 1) wordt daarnaast ter vergelijking *De Traditionele of blijver- en wijkers beplantingsmethode (stedelijke variant, die overeenkomt met de originele beplantingsmethode uit case 1 en 2) als alternatief, volgens een vast protocol toegepast, uitgaande van:*

- Hetzelfde sortiment en in dezelfde verhouding van de samenstellende plantensoorten.
- Standaard aanvangsgrootte voor de ca. driejarige struiken van 0,60 - 1,00 m op een plantafstand van 0,90 - 1,50 m in driehoeksverband en voor de achtjarige bomen 2 - 4 m hoog, 0,50 - 1,00 m breed, 8 - 20 cm. Stamomtrek op borsthoogte direct op de definitieve plantafstand gepland.
- Het *beplantingsplan* komt tot stand in een plattegrond schaal 1:500, waarbij de bomen als cirkels volgens het originele plan staan aangegeven.
- Het *onderhoudsplan* doorloopt een vast patroon: het vrijhouden van ongewenste kruiden gedurende de eerste drie jaar na de aanleg van de plantvakken (het 'zwart' houden) en het uitvoeren van een aantal dunningen teneinde voldoende groei ruimte te creëren voor vrijstandsvormen.

Bij de toepassing van de traditionele blijvers- en wijkersbeplantingsmethode kan een onderscheid gemaakt worden tussen twee varianten: De eerste of *stedelijke variant* gaat uit van driejarige planten bestaande uit struiken en struikvormige bomen (boomvormers: meidoorn, haagbeuk), die bij de aanleg 0,60 - 1,00 m hoog zijn, op regelmatige afstand (1 - 2 m) zijn gepland en waartussen de grond de eerste 3 jaar na de aanleg 'zwart' wordt gehouden. In combinatie hiermee worden jonge bomen (ca. acht jaar, 2 - 4 m hoogte, 8 - 20 cm stamomtrek op borsthoogte) gepland. De bomen staan vanaf de aanleg op de definitieve plaats.

De tweede of *landelijke variant* (erfplanting, langs snelwegen) gaat uit van alleen driejarige planten, in hoogte 0,60 - 1,00 m die op regelmatige afstanden (1 - 2 m) zijn gepland. Het verschil is dat de grond in

het plantvak niet 'zwart' wordt gehouden, maar door het uitmaaien van de ongewenste kruiden wordt groei ruimte geboden aan de jonge aanplant. Een ander verschil is dat boomvormen zich uit deze driejarige planten (boomvormers) moeten gaan ontwikkelen en niet, zoals bij de stedelijke variant al vanuit grotere boomvormen (vanaf 2 m hoogte). In de regel vinden er geen dunningen plaats en bevat deze variant alleen concurrentievormen.

De vergelijking gaat uit van de *stedelijke variant*.

5.3.4 Vergelijking (stap 4)

Als laatste stap wordt de vergelijking uitgevoerd. Dit onderzoek bevat de architectonische aspecten en de kostenaspecten.

Architectonisch aspect

De uitwerking van het architectonische aspect bij de vergelijking omvat een beschrijving van de architectonische functies van de beplanting en een beoordeling van de werking van de morfodynamiek van de originele en de alternatieve beplantingsmethode van een plant, beplantingstype en beplanting aan de hand van de terminologie uit de beplantingstypologie. Van de daaraan verbonden ruimtelijke effecten en de snelheid van de transformaties vanaf de aanleg, wordt op basis van de vooraf vastgestelde vereenvoudigde lineaire groeicurve, die bij de desbetreffende case hoort, een beeld gegeven aan de hand van op schaal getekende plattegronden en doorsnede/aanzichttekeningen. Door veldwerk vindt de beoordeling plaats van het gerealiseerde ontwerp in verhouding tot de uitgangspunten of doelstellingen van het ontwerp, het originele getekende ontwerp en het beplantingsplan. Dit veldwerk wordt geïllustreerd met fotomateriaal onder de rubriek 'veldwaarneming'. Daarop volgt per beplantingsmethode vanuit het architectonisch perspectief een doorkijk over een langere periode. Aan de ontwerpdoelstellingen zullen ook de onderhoudsaspecten (antropogene beïnvloeding I) gespiegeld worden.

Kostenaspect

Voor de kostenvergelijking is een objectieve en gestandaardiseerde benadering gevolgd om ongeacht de locatie, de beplantingsmethoden in financieel opzicht te kunnen vergelijken. De verschillende beplantingsmethoden, die uitgevoerd zijn volgens het gestandaardiseerde protocol moeten per case tot inzicht leiden in de omvang en het moment van arbeidsbehoefte met de daarmee samenhangende bedrijfseconomische consequenties. Bij het genereren van de beplantingsfilm op basis van de alternatieve ontwerp methode ontstaat er ook een expliciete arbeidsbehoefte- en kostenfilm. De normen hiervoor moeten worden geëxpliciteerd. De opbouw van de kosten in de tijd per methode wordt inzichtelijk gemaakt door de cumulatie van de aanleg- en onderhoudskosten synchroon met de beplantingsfilm weer te geven. De kostenberekening wordt uitgevoerd met tijdstappen van een jaar.

Van Lammeren et al. (2001)

heeft de relatie tussen groei en kosten, zichtbaar gemaakt (FIGUUR 21). De figuur toont de traditionele methode links (blauwe cirkel met cijfer 1) en de integrale methode rechts (groene cirkel met cijfer 1). Bij de blijvers- en wijkersbeplantingsmethode (landelijke variant) is te zien dat gebruik wordt gemaakt van bosplantsoen (2 - 5-jarige plantmateriaal) terwijl bij de andere methode wordt uitgegaan van 12 - 18 jaar oud plantmateriaal. De grafiek toont de cumulatieve kostenontwikkeling van aanleg en onderhoud en het moment waarop de beide methoden het wensbeeld hebben bereikt, met even oude planten (wensbeeldberekening). De grafiek in dit geval is gebaseerd op berekening volgens de IMAG-methode voor het Prins Bernhard bos (Annevelink et al., 2000), waarbij wel dunningen zijn uitgevoerd (FIGUUR 47).

In de kostenvergelijking worden alleen de *directe kosten* (aanschafkosten, o.a. plantmateriaal, boompalen etc. en machine- en mensenarbeid) meegenomen, die rechtstreeks aan de aanleg en onderhoud van elke beplantingsmethode zijn gelieerd. Daarom worden de

indirecte kosten zoals, onder andere, waterschapslasten, huur of pacht van de grond, overhead, financieringen, kosten ontwerp, opstellen beplantings- en onderhoudsplannen buiten beschouwing gelaten.

In dit onderzoek wordt de *startmomentberekening* gehanteerd. De startmomentberekening houdt in, dat er een precieze optelling wordt gemaakt van de benodigde mens- en machinetijd (via tijdnormen per handeling) vanaf het moment van aanleg (Annevelink et al., 2000). Voor een heldere vergelijking starten alle cases op het prijsniveau van het moment 'nu' (2000 - 2001). Over de onderhoudsperiode van 30 jaar wordt de prijsindex voor alle cases op dezelfde manier berekend. De geïndexeerde kosten worden cumulatief per jaar in een grafiek weergegeven gedurende de eerste 30 jaren na de aanleg. Volgens de gestandaardiseerde benadering worden de volgende kostenposten onderscheiden in volgorde van uitvoering:

Aanschafkosten (aanleg)

Onder de aanschafkosten worden de kosten verstaan van de aanschaf van het plantmateriaal en de bijbehorende materialen. In de aanschafkosten zijn de transportkosten (van kwekerij naar de plaats van bestemming) en de inboet verwerkt. Er is uiteraard verschil in kosten in verband met de grootte van het plantmateriaal bij elke beplantingsmethode. Uitgaande van de standaardmaten, worden de per case geldende aanschafprijzen aangehouden (appendix 3, kostenberekening cases tabel XI).

Kosten voorbereidend werk (aanleg)

Onder de kosten voorbereidend werk worden de kosten verstaan van het uitzoeken van het plantmateriaal op de kwekerij, het lossen en het tijdelijk opslaan van het plantmateriaal op de kuilplaats (opkuilen), het snoeien van takken en wortels en het uitzetten van de planten. De uurtarieven van mens en machine zijn in alle cases en onafhankelijk van de gehanteerde methode, nagenoeg gelijk (appendix 3, kostenberekening cases tabel XI). De benodigde tijd voor de verschillende handelingen, nodig om de beplantingsmethode te kunnen aan-

leggen en te onderhouden, wordt onder plaatselijke omstandigheden bepaald.

Aanplantkosten (aanleg)

Onder de aanplantkosten worden de kosten verstaan van het transport van de kuilplaats naar het plantvak, plantgat graven, bemesting, boompalen plaatsen, drains bij de bomen, dichtgooien van het plantgat en het inzaaien of planten van bodembedekkers. Bij de traditionele methode wordt bij kleinere oppervlakten handmatig geplant, bij grootschalige projecten gebeurt dit machinaal.

Het planten van zwaardere bomen en struiken bij de integrale methode wordt machinaal uitgevoerd. Voor alle cases geldt, dat de wijze van planten voor elke methode standaard is, maar dat de benodigde tijd onder invloed staat van plaatselijke omstandigheden (draagkracht, grondsoort, helling).

Onderhoudskosten

Onder de onderhoudskosten worden de kosten van alle handelingen verstaan, die volgen op de aanlegfase gedurende 30 jaar. De onderhoudshandelingen zijn beschreven in het onderhoudsplan volgens de gestandaardiseerde wijze. De frequenties en de aard van de handelingen komen voort uit de plaatselijke omstandigheden. Hierdoor treden verschillen op in het interpreteren van de gestandaardiseerde wijze van aanleg en onderhoud tussen de betrokken partijen. Ten behoeve van de kostenvergelijking van de twee verschillende beplantingsmethoden per case worden de volgende stappen bij het kostenaspect doorlopen: 1: Eenheidsprijzen/werkwijze, 2: Kostenstaat, 3: Grafiek²².

5.4 Onderzoekresultaten

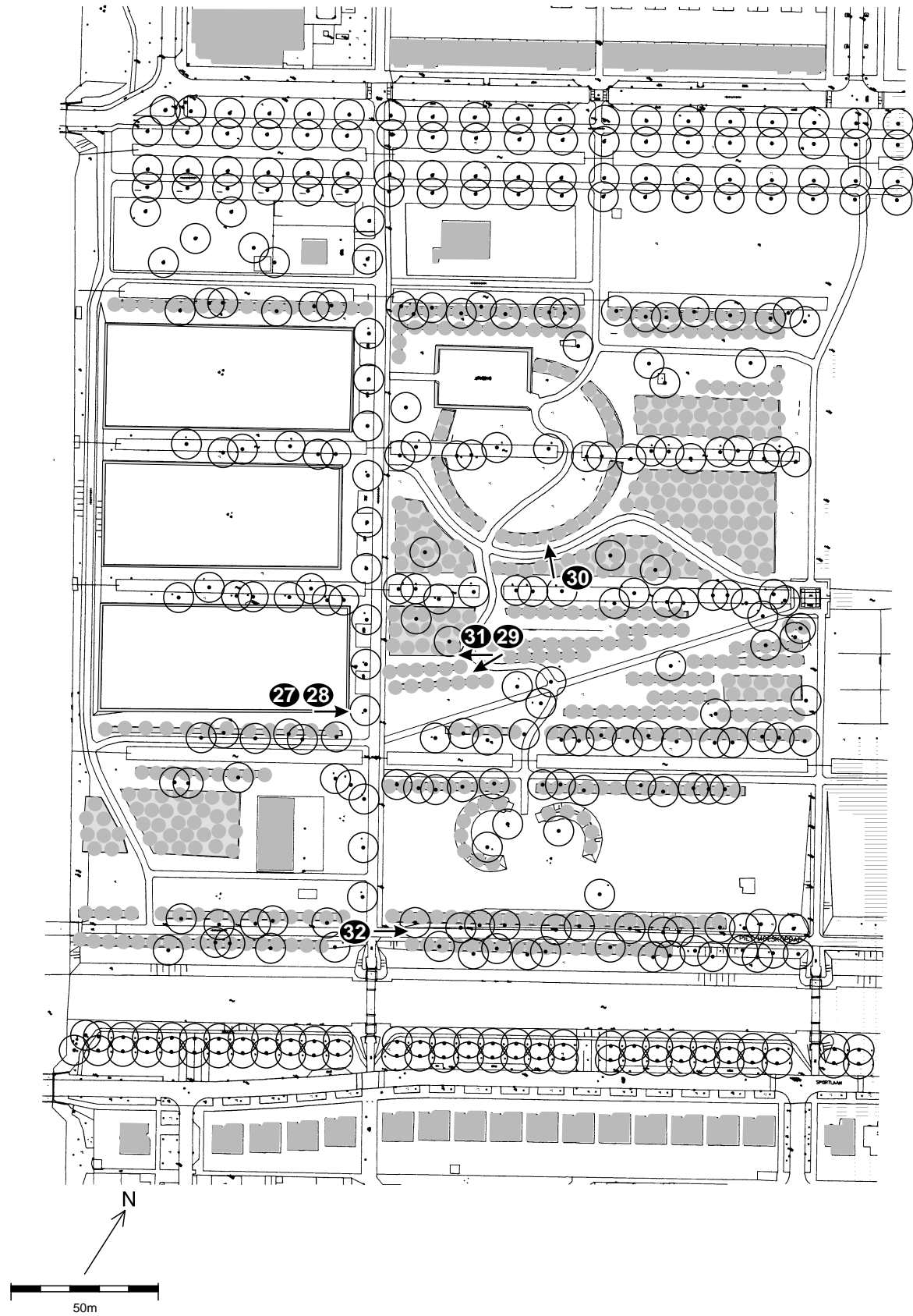
Nu de argumentatie van de keuze, de kenmerken, het aantal en de waarde van de cases zijn toegelicht, komen in deze paragraaf volgens het vastgelegde stappenplan de resultaten uit de vergelijking per case aan de orde.

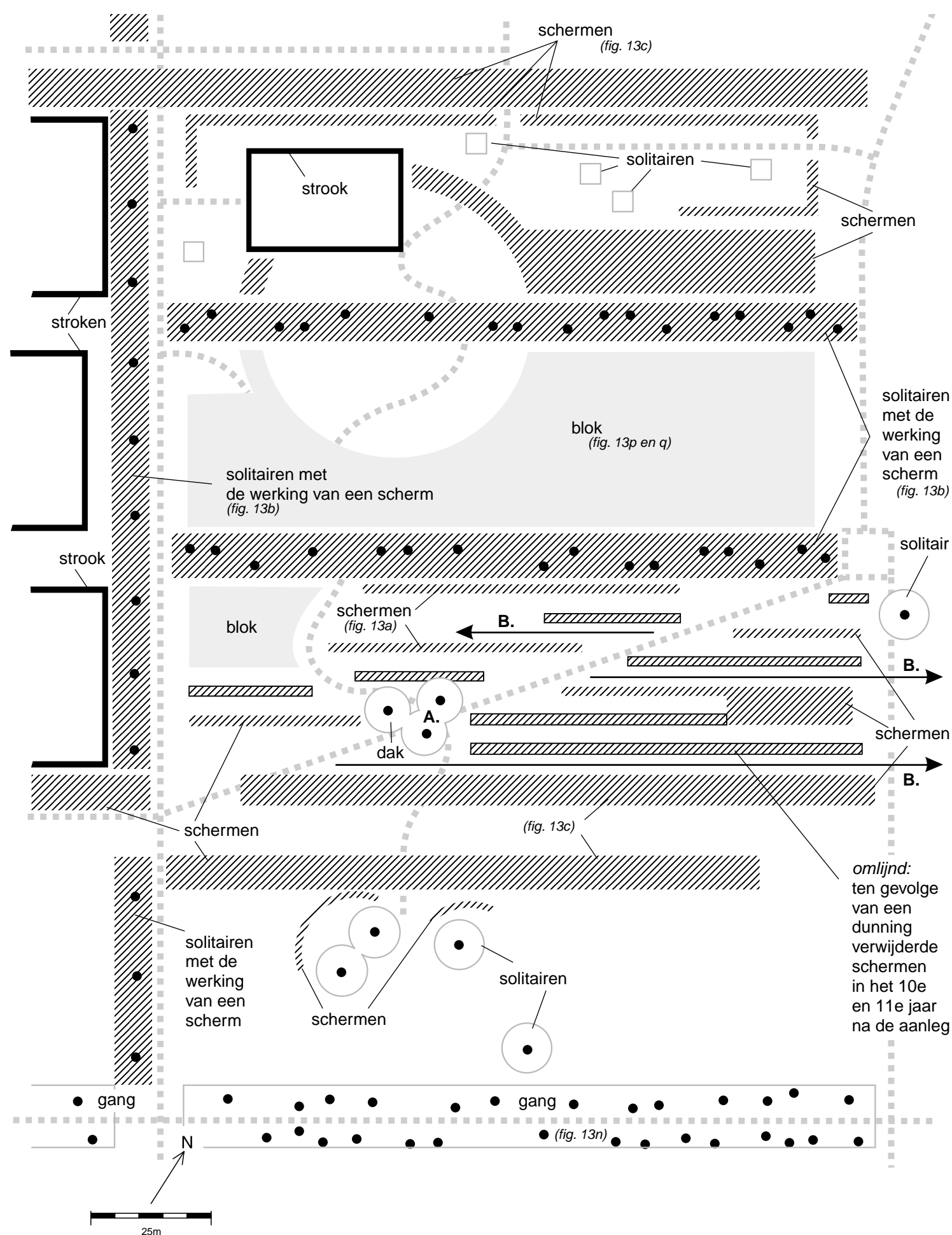
²² Verdere uitwerking: zie appendix 3: kostenberekening cases.

Figuur 22 **Case 1: Polderpark, Almere**
Stap 1, Analyse.

Bron: gemeente Almere.

Figuur 23 **Case 1: Polderpark, Almere**
Stap 1, Analyse ontwerp/beplantings-
typologie.
(rechterpagina)





5.4.1 Polderpark, Almere Stap 1: Analyse gedefinieerde toestand/aanleg en onderhoud originele beplantingsmethode (traditioneel)

De ontwerper, Hein van Delft (1985, 1986) van de gemeente Almere, had als doel bij de inrichting van het park verschillende landschappen voelbaar te maken. Het Polderpark bevindt zich in dat deel van Almere-Buiten, dat het eerst voltooid moest worden en direct als een volwaardig park moest functioneren. Door de langgerekte 2 - 5 meter brede beplantingsstroken krijgt het groen ten opzichte van de omliggende wijken een continue karakter. Als hulpmiddel werden verschillende sferen uit het polderlandschap ingebracht : bos, polder en agrarisch landschap. De hoofdopzet van het park is eenvoudig: een landschappelijk kader of raamwerk van lineaire ruimten, gevormd door sloten, houtsingels, struwelen en afgewisseld met solitaire bomen (van Delft, 1989). Op grond van dit uitgangspunt is door de ontwerper in het beplantingsplan gekozen voor een mengsel van het inlandse sortiment, bomen: o.a. es, esdoorn, els; struiken: o.a. veldesdoorn, krent, liguster, hulst. In het park zijn wandel- en fietspaden opgenomen. Het beplantingsplan gaat uit van de traditionele beplantingsmethode, waarvan geen onderhoudsplan bekend is. Uitgaande van dezelfde ruimtelijke opbouw en samenstelling van het sortiment is de integrale beplantingsmethode als alternatief uitgewerkt, conform de gestandaardiseerde werkmethode.

Door middel van een stelsel van lange, parallel lopende, smalle houtsingels²³ en struwelen²⁴ (figuur 22) van verschillende lengte en op verschillende onderlinge afstand, ontstaan in het park lineaire ruimten, die door voetpaden dan weer parallel daaraan, dan weer dwars op dit stelsel doorkruist worden. In figuur 23 is de beplantingstypologie weergegeven en daarmee de

²³ Houtsingels (Koster, 2001a): worden gekenmerkt door opgaande bomen met niet te zware kroonsluiting; als onderbegroeiing zijn struiken aanwezig; boom- en struiklaag zijn vaak niet scherp te onderscheiden (bij zeer extensief beheer: 8 - 15 m breed; bij matig extensief beheer 4 - 8 m breed; bij jaarlijks snoeien 2 - 4 m breed).

²⁴ Struweel (Koster, 2001a): 1 - 6 m. hoge en 10 - 15 m brede begroeiing met struikvormende soorten; met verspreid voorkomende lage, 6 - 10 m hoge bomen.

Case 1: Polderpark, Almere

Beplantingslijst Traditionele beplantingsmethode

Beplantingsplan (gedeeltelijk) schaal 1:500

Bron: Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders afd. Beplantingen, 16.11.1988

Boomaanduidingen:

2. Acer campestre
3. Alnus cordata
4. Fraxinus excelsior
'Westhof's Glorie'
5. Fraxinus ornus
6. Alnus spaethii
8. Tilia euchlora
9. Tilia 'Zwarte Linde'
10. Pterocarya fraxinifolia

Geknipte heggen:

- r, s, t, v, x: Sambucus nigra, Sambucus racemosa
u, p, q: Prunus spinosa
y: Acer campestre

Houtsingels: $H_{1 \text{ t/m } 4}$

H₁: n, o: als be

H₂: be: Alnus glutinosa, Castanea sativa, Corylus avellana, Fraxinus excelsior, Quercus robur

H₂: bf: als be

H₃: bg: Amelanchier lamarckii, Cornus mas,
Crataegus monogyna, Ilex aquifolium,
Rhamnus frangula

H₃: bh: als bg

H₄: bl: als be

Struwelen:

z: Acer campestre^{*)}, Amelanchier lamarckii,
Carpinus betulus, Corylus avellana, Ligustrum
vulgare, Prunus spinosa, Rosa rubiginosa,
Sambucus racemosa

w: Carpinus betulus, Corylus avellana, Ilex
aquifolium, Rosa virginiana, Taxus baccata

aa: Acer campestre, Cornus sanguineum, Prunus
avium, Prunus spinosa, Rhamnus franguia,
Salix aurita

ab: Acer campestre, Amelanchier lamarckii,
Carpinus betulus, Corylus avellana, Ligustrum
vulgare, Prunus spinosa, Rosa rubiginosa,
Sambucus racemosa

ac: als aa

ad: als ab

ae: als aa

af: als ab

ag: als aa

ah: Amelanchier lamarckii

aj: Amelanchier lamarckii, Prunus spinosa

ak: Amelanchier lamarckii, Sambucus racemosa

al: Amelanchier lamarckii, Corylus avellana
(verwijderd)

am: als ah (verwijderd)

an: als at

aq: als aj (verwijderd)

ar: Amelanchier lamarckii

as: Amelanchier lamarckii, Cornus mas

at: Amelanchier lamarckii, Salix aurita

au: als al (verwijderd)

av: als aj (verwijderd)

aw: als as

ax: als ah

ay: Amelanchier lamarckii, Cornus mas,
Corylus avellana

az: als at (verwijderd)

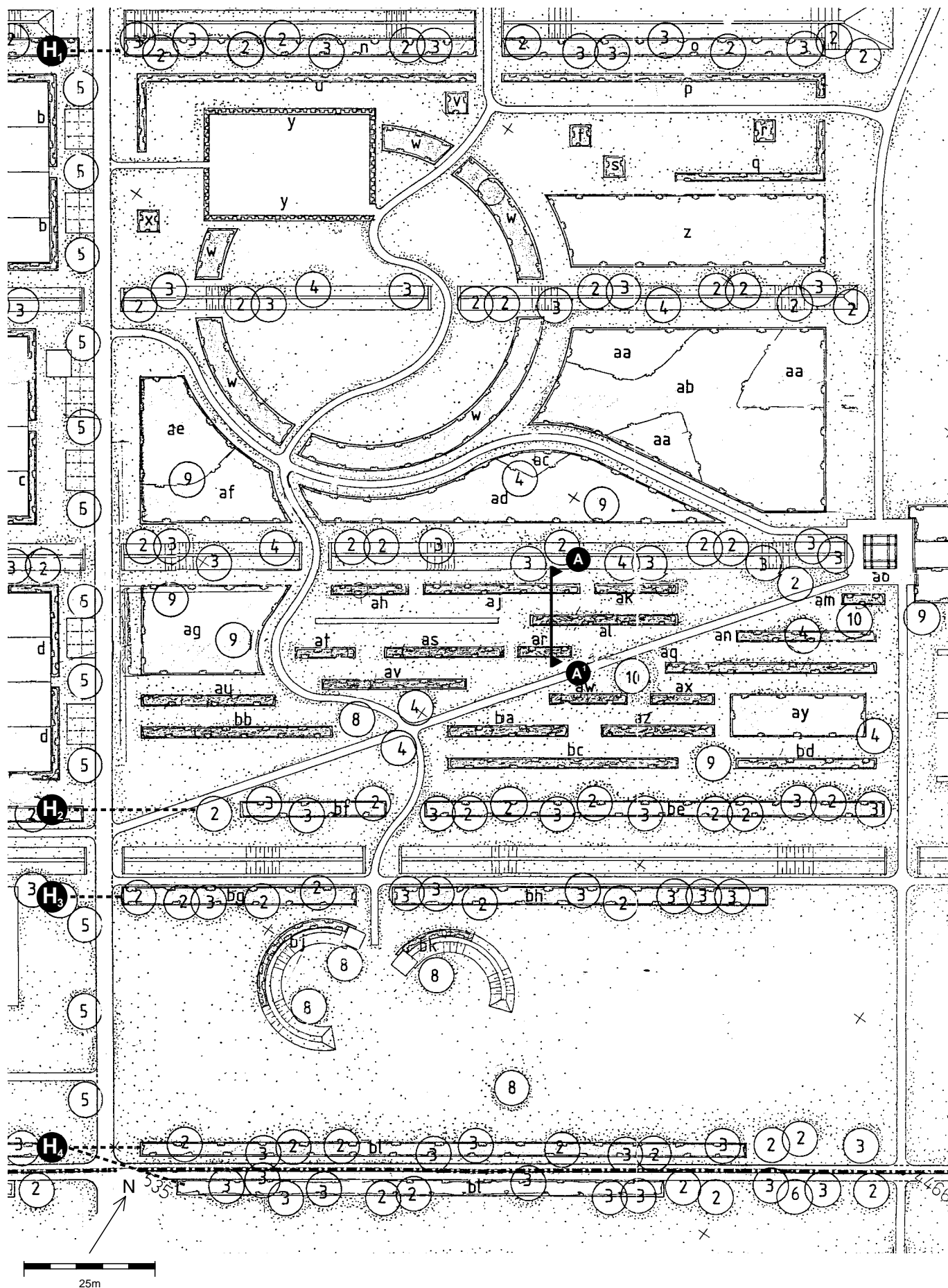
ba: als ak (verwijderd)

bb: als at

bc: als aj (verwijderd)

bd: Prunus spinosa (verwijderd)

(* onderstreept = boomvormers).



doelstellingen van de beplanting. De houtsingels en struwelen bevatten de verschillende kenmerken van schermen (figuur 13a, b, c, d en f) en gangen (figuur 13n). De solitaire (*Fraxinus ornus*) langs het noord-zuid gelegen fiets- en voetpad bepalen alleen de werking van een scherm, omdat, gelet op de plantafstand van 15 meter, de boomkronen in de ouderdomsfase elkaar niet zullen raken. De gedefinieerde toestand bevat de volgende *architectonische functies* (figuur 23):

- accentuerende: solitairen, bij kruispunt van wegen (A),
- begeleidend: schermen en gangen, langs fiets- en voetpaden van hoge struik- en /of kroonvormen,
- scheidende: blokken, schermen van hoge struikvormen, stroken om moestuinen en speelterreinen,
- sfeerbepalende: paden in de blokken, cirkelvormige binnenruimte als accentuerende ruimte,
- ruimtescheppende: grasoppervlakken, doorzichten tussen schermen (B).

De kengetallen, materiaalkosten en ervaringsgegevens voor beide beplantingsmethoden zijn aangeleverd door een aannemersbedrijf voor groenvoorzieningen, Drielanden Groenvoorziening BV.

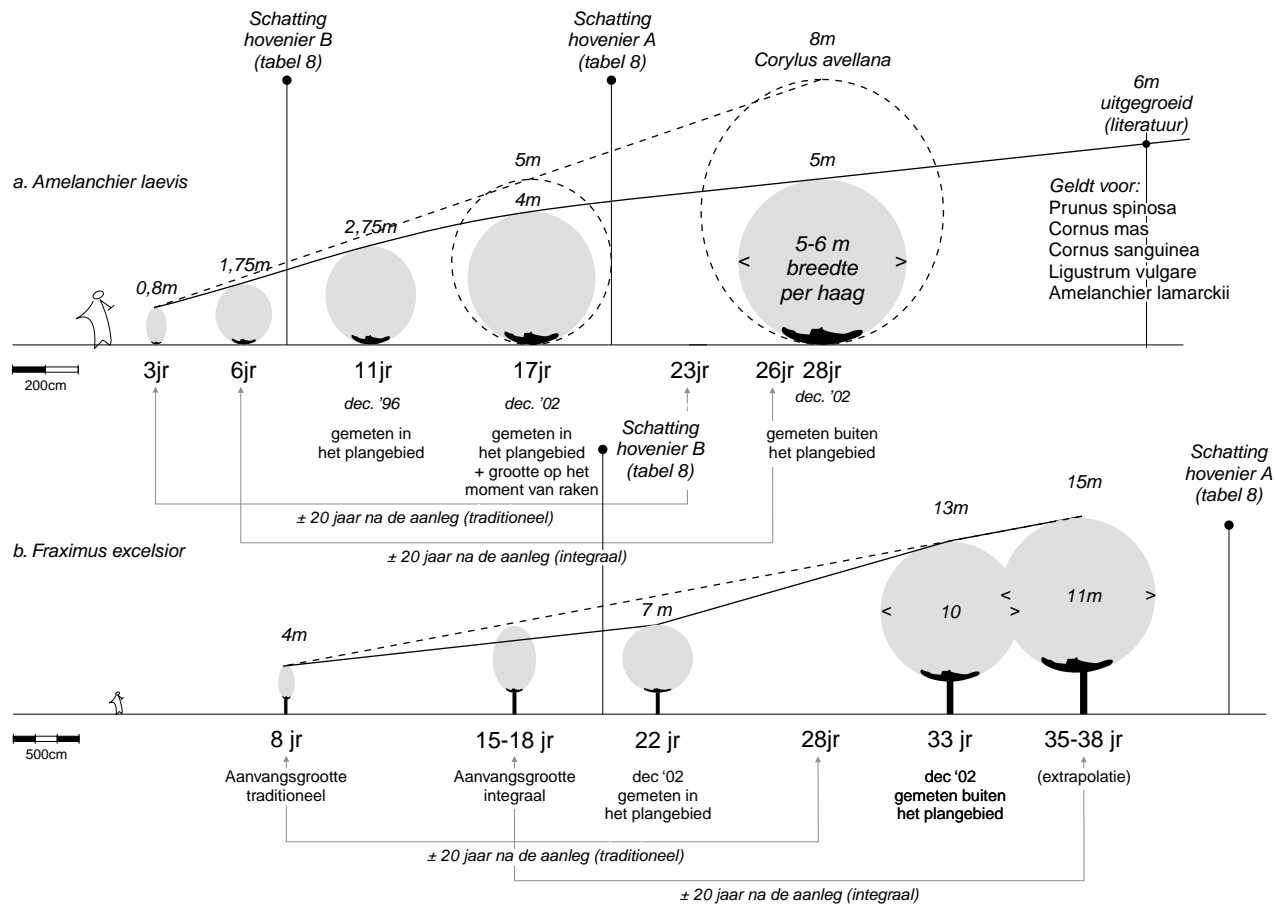
Het Polderpark (35 ha) in Almere-Buiten verbindt de bossfeer aan de oostkant van de stad met het open polderlandschap in het westen. In de breedte varieert het park tussen 120 - 300 m en is gefaseerd aangelegd tussen 1983 en 1989. Uit deze 35 ha is het onderzoeksgedeelte (3,3 ha) genomen, dat in 1989 is ingeplant volgens de originele traditionele beplantingsmethode. Dit gedeelte is representatief voor de architectuur van het park. De beplanting is aangelegd op de oorspronkelijke kleiige bodem van het ingepolderde IJsselmeer eind jaren zestig.

Aanleg

De traditionele beplantingsmethode is volgens het oorspronkelijke beplantingsplan (figuur 24) uitgewerkt. De 5.529 struiken, als driejarige planten van 0,80 - 1,00 m hoogte zijn in plantvakken (6.938 m²) in rijen geplant

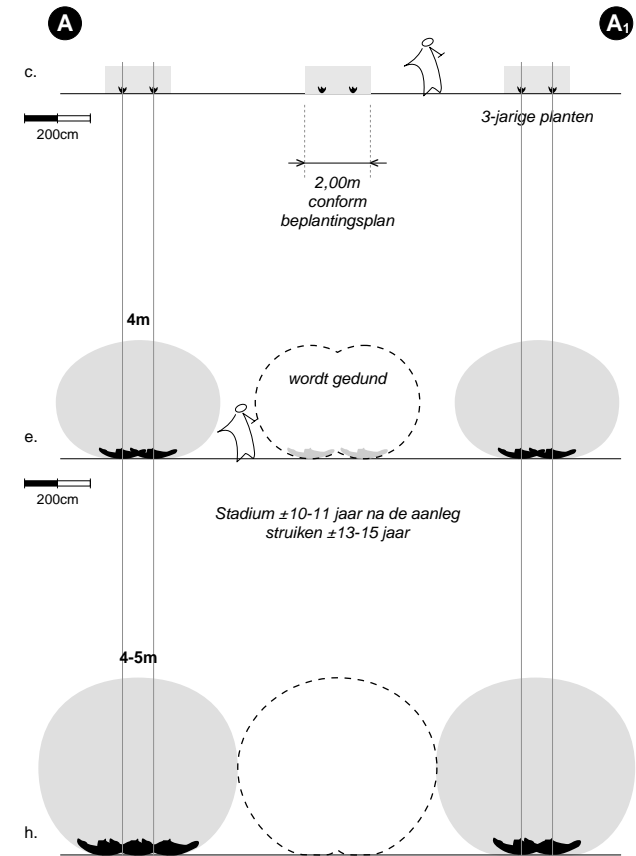
Figuur 24 **Case 1: Polderpark, Almere**
Traditionele beplantingsmethode
Stap 1, Analyse.

Bron: Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders afd. Beplantingen (16-11-1988).

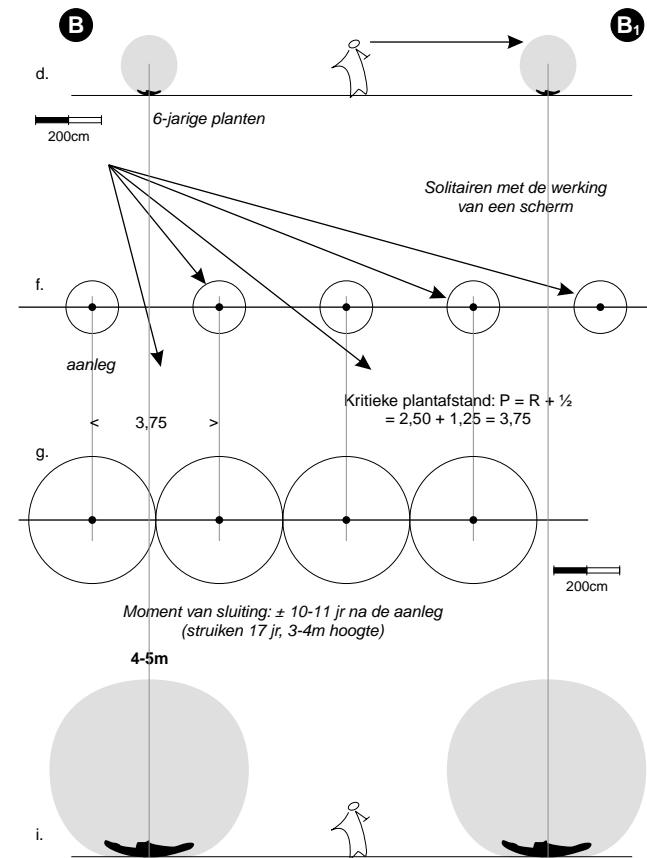


Figuur 25 Case 1: Polderpark, Almere
Stap 2, Bepaling morfodynamische variabelen.

traditionele methode



integrale methode



Als bomen geplant: 8 jr, 4-5 m hoog - 0,5 m breed

	ca. 14 jr na de aanleg <i>in</i> plangebied			ca. 25 jr na de aanleg <i>buiten</i> plangebied ¹⁾		
	h ¹⁾	b ²⁾	aantal ³⁾	h	b	aantal
Acer campestre	7	5	3	–	–	–
Alnus cordata	11	7	3	13	8	1
Fraxinus excelsior 'Westhof's Glorie'	7	5	3	13	10	6
Tilia euchlora	–	–	–	10	8	3
Tilia 'Zwarte Linde'	6	3	1			
Pterocarya fraxinifolia	8	7	2	–	–	–
Fraxinus ornus	5	3	3	–	–	–
				Ø gem.: 9 m		

Als struiken geplant: 3 jr, 0,80 - 1,00 m hoog

	ca. 14 jr na de aanleg <i>in</i> plangebied			ca. 25 jr na de aanleg <i>buiten</i> plangebied ¹⁾		
	h	b	aantal	h	b	aantal
A : Acer campestre	7	5	3	13	7	5
Al : Alnus glutinosa	11	5	3	16	6	4
Am : Amelanchier lamarckii	4	4	3	–	–	–
C : Castanea sativa	–	–	–	–	–	–
Ca : Carpinus betulus	7	5	3	9	5	4
Cm : Cornus mas	4	4	3	–	–	–
Cos: Cornus sanguinea	4	4	3	5	5	3
Co : Corylus avellana	5	5	3	8	6	3
Cr : Crataegus monogyna	–	–	–	–	–	–
F : Fraxinus excelsior	9	4	3	15	6	4
I : Ilex aquifolium	2	1,5	3	4	2	2
L : Ligustrum vulgare	3	3	3	4	3	2
Pp : Prunus avium	8	5	3	12	7	4
Ps : Prunus spinosa	4	4	3	5	4	2
Q : Quercus robur	8	3	3	17	7	5
R : Rosa rubiginosa	2,5	2	3	3	3	4
Rh : Rhamnus frangula	–	–	–	–	–	–
S : Sambucus racemosa	–	–	–	–	–	–
Sa : Salix aurita	5	5	3	9	5	2
T : Taxus baccata	2	2	3	–	–	–
Rv : Rosa virginiana	1,5	1,5	3	–	–	–
Sn : Sambucus nigra	3	2	1	4	3	3
				Ø gem.: 5 m		

1) en 2) de grootst waargenomen exemplaren.

3) aantal gemeten exemplaren

*) oudste parken van Almere

op wisselende plantafstanden van 0,90 x 0,90, 1,00 x 1,00 en 1,25 x 1,25 m. De 121 ongeveer achtjarige bomen (14/16 cm stamomtrek op borsthoogte) waren bij de aanplant 4 - 5 m hoog en 0,5 m breed.

Onderhoud

In het onderhoud is bij de berekening uitgegaan van zes maal per jaar gedurende de eerste drie jaar schoffelen om de grond 'zwart' te houden. In het 4^e t/m het 7^e jaar het uitmaaien van de na de aanleg gegroeide ongewenste kruiden vier maal per jaar. Tenslotte blijft een vaste 10% van het oppervlak over, dat een maal per jaar gemaaid wordt. De bomen zijn bijgesnoeid na de aanleg en verder is uitgegaan van begeleidingsnoei in het 3^e, 5^e en 7^e jaar. In het 1^e jaar wordt tien maal, het 2^e jaar acht maal en in het 3^e jaar zes maal water gegeven aan alleen de bomen.

Verder worden de boomspiegels voor de bomen die buiten de plantvakken in het gras staan gedurende de eerste vijf jaar vrij gehouden van ongewenste kruiden. Het verwijderen van de boompalen gebeurt in het derde jaar.

Bij de struwelen wordt gedund in het 8^e, 12^e en 16^e jaar en bij de houtsingels in het 3^e, 7^e en 13^e jaar, waarna de opslag die na de dunning optreedt een maal per jaar, gedurende 7 jaren na de aanleg wordt bijgewerkt. In het derde jaar worden de randen van de plantvakken afgezet.

Stap 2: Bepaling morfodynamische variabelen

De eerste hoogtemeting van de struwelen zijn in december 1996 uitgevoerd en deze bleken 2,5 - 3,00 m hoog te zijn (figuur 25a). In december 2002 is een tweede meting uitgevoerd van alle in het plangebied voorkomende plantensoorten (tabel 7). Vervolgens zijn in Almere in de oudst aangelegde parken (1978) dezelfde plantensoorten opgezocht en opgemeten dus in de leeftijd van 25 jaar na de aanleg (tabel 7). Essen, eiken en haagbeuken, die als driejarige planten op 1,00 - 1,5 m plantafstand in concurrentievorm zijn opgegroeid, vertonen daarbij in hoofdzaak de kenmerken van de boomvorm.

Tabel 7

Case 1: Polderpark, Almere

Stap 2, Bepaling morfodynamische variabelen.

Meting van de planten uitgevoerd in december 2002 (2^e meting)

Tabel 8

Case 1: Polderpark, Almere

Een enquête op basis van ervaring geschatte hoogte- en breedtematen en leeftijd bij maximale uitgroei van een aantal houtsoorten.

Bomen

Hoveniers	A			B		
	Hoogte m	Breedte m	Leeftijd jr.	Hoogte m	Breedte m	Leeftijd jr.
Acer campestre	16	8	20	10	7 - 10	15
Alnus cordata	18	8	30	12 - 15	5 - 10	10
Fraxinus excelsior	14	12	40	20	12 - 15	20
Fraxinus ornus	18	10	40 - 50	–	–	–
				Ø gem.: 9 m		

Struiken

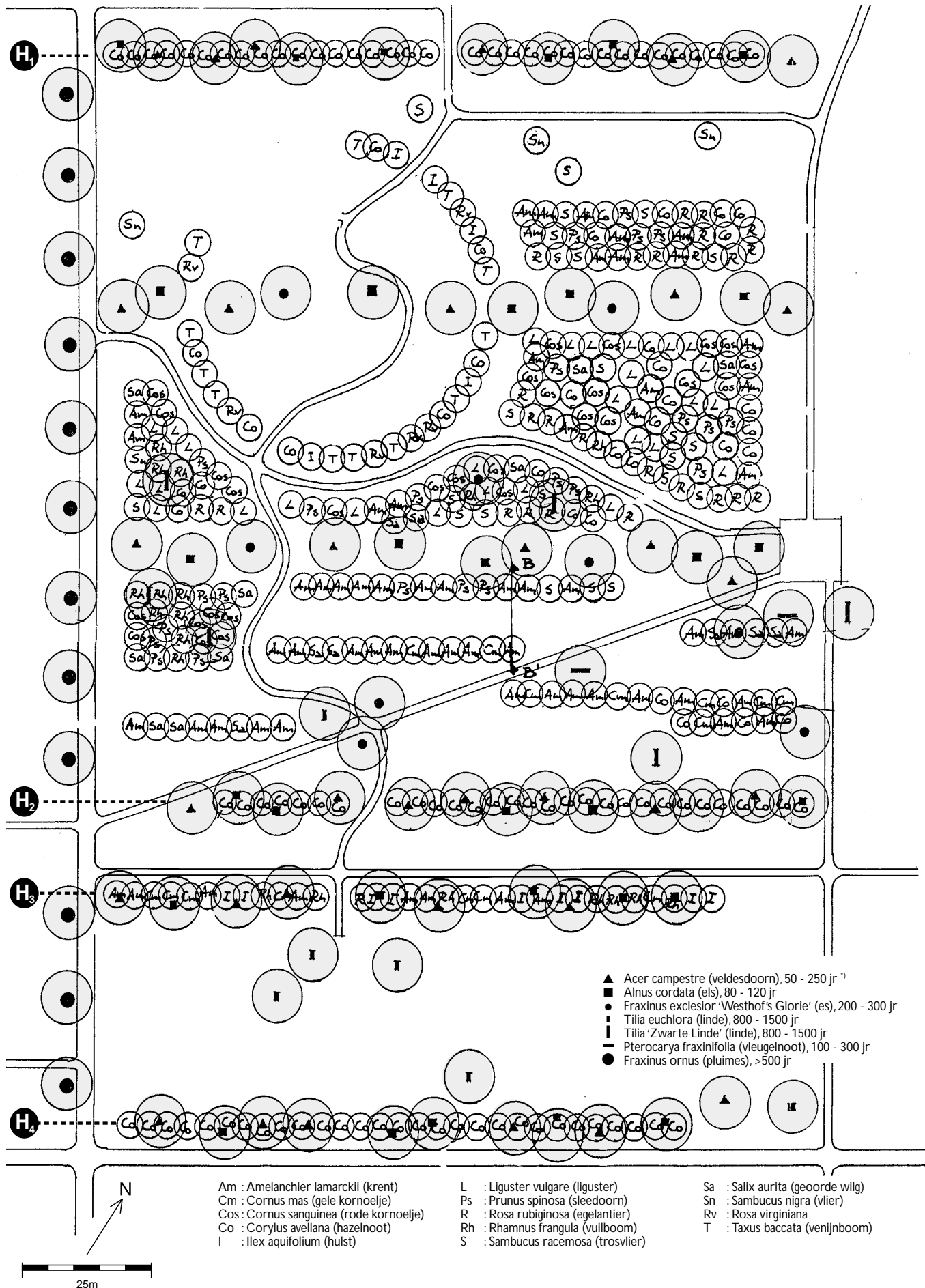
Hoveniers	A			B		
	Hoogte m	Breedte m	Leeftijd jr.	Hoogte m	Breedte m	Leeftijd jr.
Acer campestre	12	10	20	10 - 12	10	20
Amelanchier lamarckii	8	6	20	7 - 8	5 - 6	6 - 8
Carpinus betulus	15	8	30	12 - 15	8	20
Ligustrum vulgare	5	4	8	5	6 - 7	6 - 7
Ilex aquifolium	8	6	40	5	5 - 6	12 - 15
Taxus baccata	12	10	80	7	8	20
Cornus mas	8	8	20	5 - 6	5 - 6	12 - 15
			gem. 32 jr.			gem. 14,5 jr.

Figuur 26a

Case 1: Polderpark, Almere
Integrale beplantingsmethode

Stap 3, Integrale beplantingsmethode, vrijstandsvormen.

(* Leeftijden volgens Janson et al., 1994, H = houtwallen).



Opvallend zijn de grote verschillen (figuur 25a en b) tussen de opgegeven schatting van hoveniers A en B (tabel 8) uit de enquête over de parametersering van de groeicurve, die in hetzelfde gebied van deze case werken en de gemeten waarden van dezelfde planten van hetzelfde gebied.

De levensduur is ontleend aan Janson et al. (1994).

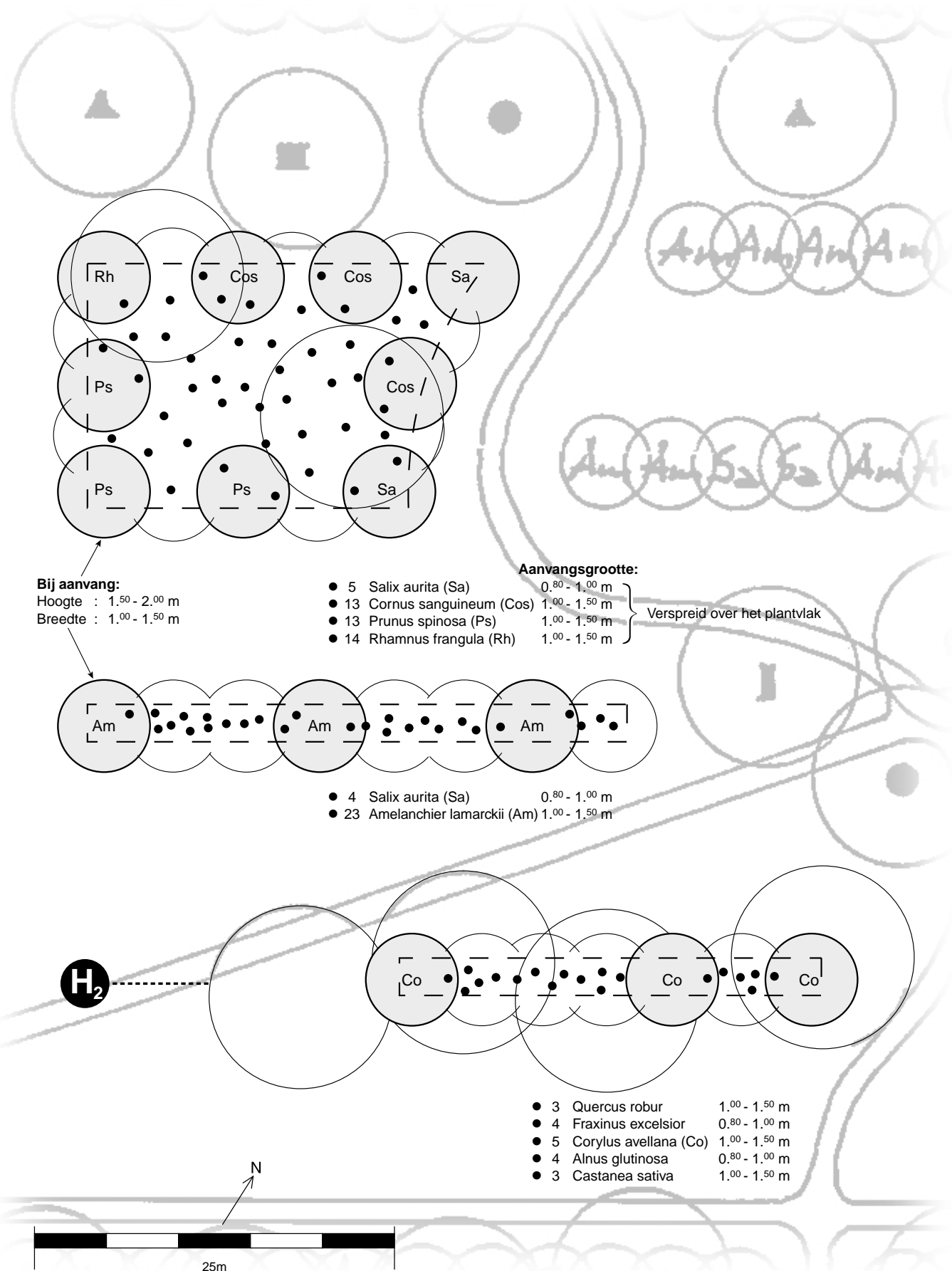
Stap 3: Alternatieve beplantingsmethode (integraal)

Aanleg

Volgens het beplantingsplan (figuur 26a) met de bijgehorende beplantingslijst, is de integrale beplantingsmethode als alternatief uitgewerkt volgens het principe van de *identieke positie*. De bomen en struiken worden volgens de standaard maatvoering geplant. Voor de bomen is afgeleid van de bepaling van de morfodynamische variabelen, een gemiddelde breedte van 10 m aangehouden en voor de struiken 5 meter. Voor bomen en struiken is *maximaal* de kritieke plantafstand $P = R + \frac{1}{2} r$ aangehouden, omdat de vakken over het algemeen smal (ongeveer 5 - 7 m breed) zijn en er dan zekerheid is dat alle struiken elkaar zullen raken. Bij deze plantafstand en bij deze groeisnelheid zullen de elementen zich in het 10^e en 11^e jaar na de aanleg gaan sluiten (figuur 25f, g). Tot die tijd hebben de solitaire de werking van het beplantingstype. De in totaal 407 struiken en 98 bomen hebben conform de groeicurven in de vrijstandsvorm en in de vrije uitgroei, dezelfde massa binnen de plantvakken ontwikkeld, als de massa van de uitgegroeide planten uit het oorspronkelijke plan volgens de traditionele methode na de verwijdering van een aantal schermen (figuur 23) in het 10^e tot 11^e jaar na de aanleg. (6.938 - 4789 m²) Tussen de struiken in de plantvakken wordt een weidebloemenmengsel gezaaid.

De struwelen worden door struiken bepaald, waartussen plaatselijk solitaire bomen staan. Omdat de in het ontwerp aangegeven solitaire bomen op de lange termijn geen concurrentie mogen ondervinden, worden geen boomvormers in de struwelen opgenomen, zoals

Figuur 26b Case 1: Polderpark, Almere
 Integrale beplantingsmethode
 concurrentievormen



Acer campestre (veldesdoorn), Alnus glutinosa (els), Carpinus betulus (haagbeuk), Castanea sativa (tamme kastanje), Fraxinus excelsior (es), Prunus avium (wilde kers) en Quercus robur (eik).

Onderhoud

Na de aanplant worden de bomen gesnoeid en in het zevende jaar volgt een begeleidingssnoei. Het water geven van alleen de bomen is gesteld op tien maal in het 1^e jaar, acht maal in het 2^e jaar en zes maal in het 3^e jaar. De boomspiegels van de bomen die buiten de plantvakken in het gras staan, worden gedurende vijf jaar zes maal per jaar vrijgehouden van ongewenste kruiden. De boompalen worden in het 3^e jaar verwijderd. Er vindt geen randsnoei plaats. Het maaien van het weidebloemenmengsel in de plantvakken loopt in oppervlak terug van 100% naar 10% in 10 jaar, waarna het maaien van 10% in oppervlak plantvak als een vaste onderhoudsmaatregel overblijft.

Stap 4: Vergelijking

Architectonische aspect

Aan de hand van de doorsnede/aanzicht AA1 bij de traditionele methode en BB1 bij de integrale methode is het beeld van de aanlegssituatie getekend en het verloop in de tijd naar het beeld 25 - 30 jaar na de aanleg. Tevens is op schaal uitgewerkt in figuur 46 f en g, hoe de werking van een scherm van solitair overgaat naar een scherm van vrijstandsvormen.

Originele beplantingsmethode (traditioneel)

Deze methode begint met stroken en vlakken met daarin solitaire hoge kroonvormen. Uit figuur 46a moet volgens de lineaire groeicurve tussen het 4^e en 7^e jaar na de aanleg de overgang plaatsvinden van stroken en vlakken naar schermen en blokken. De omvang van de beplantingen vertoont na ongeveer 20 - 30 jaar na de aanleg van beide beplantingsmethoden in functionele zin sterke gelijkenissen.

Als gevolg van dunningen zullen de struiken gestimuleerd door het licht dat gemakkelijk doordringt tot op het maaiveld tussen de smalle beplantingsstroken,

opnieuw gaan uitlopen. De takken, die terugkomen zijn sterk opgaand en van gelijke dikte en lengte. Voorbeelden van dergelijke struiken zijn: hazelnoot, kornoelje en bergvlier. De leeftijd, die de struiken door deze behandeling nu bereiken is moeilijk te bepalen, omdat bij elke dunning een verjonging van de takken optreedt. Op grond van de opgave van de leeftijden (Janson et al., 1994) handhaven de linden zich als de oudste bomen.

Veldwaarneming

Gedurende het veldbezoek in oktober 1996, zeven jaar na de aanleg in 1989, blijkt dat de aanwezige beplanting conform het beplantingsplan is uitgevoerd en dat ongeveer zeven jaar na de aanleg nog geen dunningen zijn uitgevoerd. Als gevolg van de breedtegroei van de schermen is de ruimte tussen de schermen waar doorzichten mogelijk waren, dichtgegroeid (figuur 27). Dit heeft er toe geleid, dat in het 10^e en 11^e jaar (2000) na de aanleg een aantal struwelen zijn gekapt kennelijk bedoeld om deze kenmerkende doorzichten weer terug te brengen. Het moment van sluiting door deze breedtegroei van de schermen wordt bevestigd door de bepaling van de morfodynamische variabelen. In twee jaar daarna (voorjaar 2000, 2001 in het 11^e en 12^e jaar na de aanleg) zijn in twee fasen over het gehele terrein dunningen uitgevoerd. De dunningen in de struwelen hebben er niet toe geleid, dat alleen de boomvormers zijn verwijderd. Door het (te) late tijdstip van de dunningen zijn takken op een aantal plaatsen gaan uithangen (figuur 29) en trad een verlaging op van de functionaliteit van de schermen loodrecht erop kijkend (figuur 30). De verlaging van de functionaliteit als het weghalen van de schermen hebben er evenwel niet toe geleid, dat kijkend langs de schermen perspectivisch het oorspronkelijke effect op hoofdlijnen veranderd is. In het voorjaar van 2005 (16^e jaar na de aanleg) zijn nagenoeg alle struiken in het struweel gekapt. Een dichte begroeiing, bestaande uit verschillende plantensoorten van opnieuw uitgelopen struiken alsmede van spontaan opgekomen struiken (2,00 - 3,00 m hoogte) geven door de sterke uniforme verticale werking van de takken een "griend-achtig"

aanzien. Sommige boomvormers zijn niet afgezaagd (veldesdoorn, vogelkers, haagbeuk). Gelet op de plantafstand (2 - 5 m) zullen deze boomvormers, samen met de twee als boom geprojecteerde linden in dit plantvak, een kronendak gaan vormen (figuur 31). Daarmee wijkt deze beplanting af van de definitie 'struweel'. In hetzelfde jaar zijn in de buitenste houtsingels alle struiken gedund, waardoor zowel in het perspectief als in de dwarsrichting voor een aantal jaren de functionaliteit sterk verlaagd is (figuur 32).

Alternatieve beplantingsmethode (integraal)

De solitair hebben bij de aanleg de werking van schermen, blokken en gangen met een gedeeltelijke functionaliteit. Bij een plantafstand van 3,75 m zullen gedurende 8 - 13 jaar na de aanleg alle struiken elkaar gaan raken en zijn de blokken en schermen maximaal functioneel. In de doorsneden AA1 en BB1 is de vormontwikkeling van beide beplantingsmethoden weergegeven. De doorsneden laten zien dat tussen de 20 tot 30 jaar na de aanleg de omvang van de beplanting vergelijkbaar is. Op basis van de uitslag van de telefonische enquête (tabel 8) en de opgave van leeftijden van Janson et al. (1994) kan alleen een globale indicatie worden gegeven van de verdere groei-ontwikkeling. Bij de struwelen en houtsingels zullen in de periode tot 60 jaar na de aanleg de struiken in volgorde van afsterven vervangen worden volgens het principe van *de identieke positie*. De Taxus en de overige bomen zullen daarna aan de beurt komen.

Evaluatie

Gelet op de aard en het karakter van de struwelen en houtsingels is het uitwerken van deze beplantingen met elementen in *vrijstandsvormen* eigenlijk geen afspiegeling van de werkelijkheid, omdat deze beplantingen altijd uit concurrentievormen bestaan. Indien dit uitgangspunt niet zou zijn gehanteerd, waar zou dan de integrale beplantingsmethode van zijn uitgegaan? De integrale beplantingsmethode zou zijn uitgegaan van concurrentievormen in een willekeurig plantverband in de plantvakken bestaande uit (groepsgewijze)



Figuur 27 Het Polderpark is hier opgebouwd uit een stelsel van struwelen en houtwallen als stroken, gangen en schermen. Foto: oktober 1996 (ongeveer 7 jaar na de aanleg).



Figuur 28 Vanaf dezelfde plek als bij figuur 40, waarbij nu een aantal tussenliggende struwelen/schermen zijn verwijderd en een dunning is toegepast. Foto: voorjaar 2000 (ongeveer 10 - 11 jaar na de aanleg).



Figuur 29 Het uithangen van dunne hoofdtakken bij een struweel als gevolg van de dunning. Foto: zomer 2000 (11^e jaar na de aanleg).



Figuur 30 Doorzichten die ontstaan als gevolg van de dunning in het 12^e jaar na de aanleg van een struweel. Foto: voorjaar 2001 (12^e jaar na de aanleg). Verlaging van de functionaliteit bij schermen.



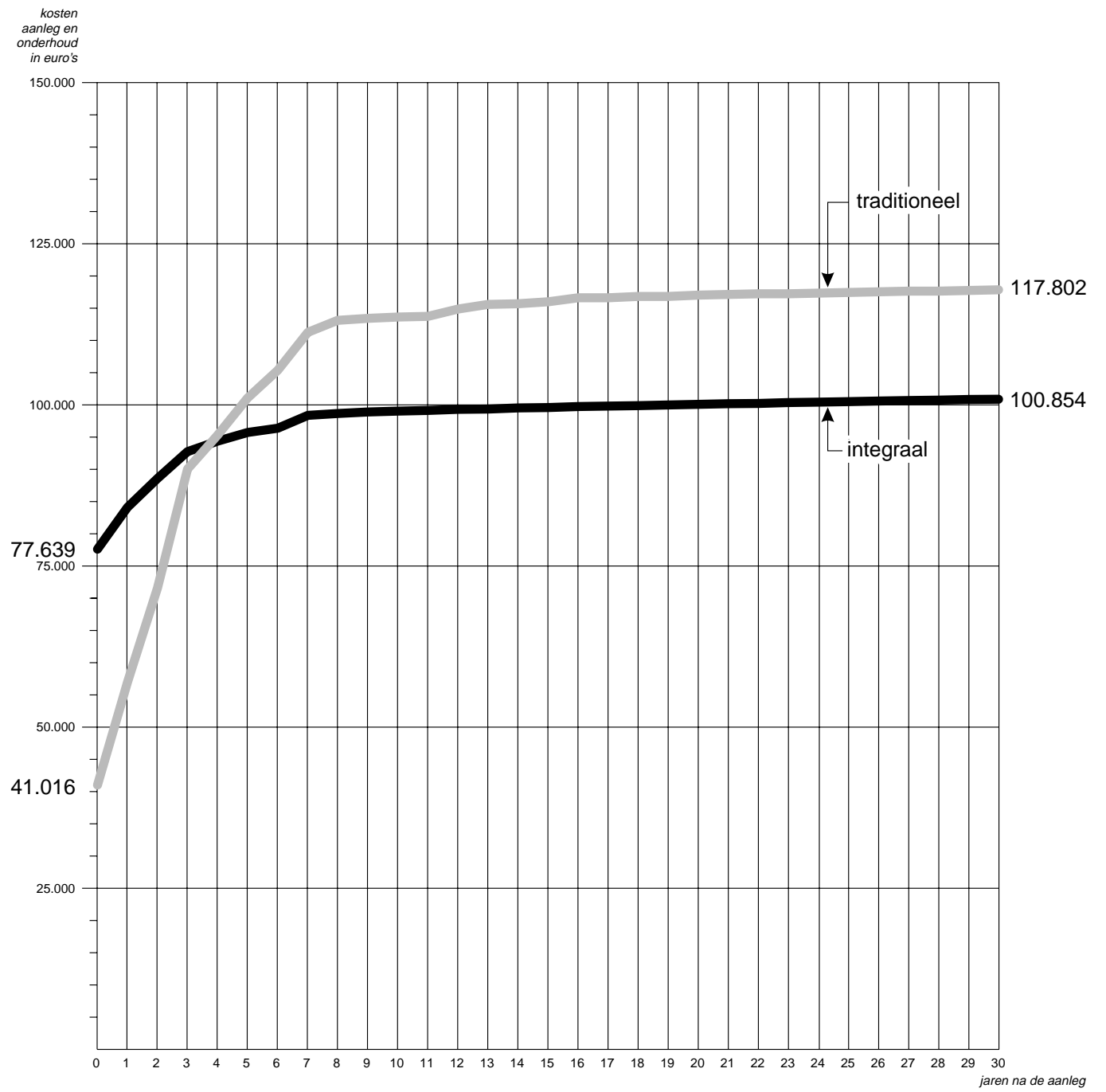
Figuur 31 Nagenoeg alle struiken zijn in dit struweel gekapt en weer uitgelopen. Zij vormen met de spontaan opgekomen struiken een 'griend'-achtig aanzien. De boomvormers met de twee solitaire linden gaan een kronendak vormen, boven de struikenlaag. Foto: voorjaar 2005 (16^e jaar na de aanleg).



Figuur 32 In de buitenste houtsingels (H1 en H4) zijn alle struiken gedund. Foto: voorjaar 2005, H4 (16^e jaar na de aanleg).

mengsels of monoculturen van alleen struikvormende soorten voor de struwelen en van struik- en boomvormende soorten voor de houtsingels zonder dat dunningen als een beheersregime worden uitgevoerd. De boomvormende zaailingen zullen, als ze al een groeikans krijgen, uit de struwelen verwijderd dienen te worden. Ter vergroting van de dynamiek in leeftijd en groeisnelheid worden (groepsgewijze) mengsels of monoculturen van planten met verschil in hoogte, leeftijd, groeisnelheid verspreid over het ontwerp, zodat sneller groeiende, korter levende en kleiner bij de aanleg zijnde planten worden afgewisseld met langzaam groeiende, ouder wordende en groter bij de aanleg zijnde planten. Een aantal grotere struiken zijn tenminste gelijk of hoger dan de ooghoogte om bij de aanleg al over een zeker effect te kunnen beschikken. De plantafstand varieert vanaf 1.00m. om de gewenste dichtheid te verkrijgen, vergelijkbaar met traditionele struwelen en houtwallen in het buitengebied. De enkele grotere struiken of solitaires in de struwelen (6,5 jaar oud, 1,50 - 2,00 m hoogte, 1,50 - 2,00 m breedte) staan verspreid in de lijnvormige plantvakken en langs de randen van de vlakvormige plantvakken. Daartussen staan verschillende soorten jongeren planten (2 jaar oud, 0,80 - 1,50 m hoogte) verspreid en door elkaar gemengd, waarbij de snellere en groter wordende geoorde wilg (*Salix aurita*) in een lager percentage in het mengsel voorkomt ten opzichte van de andere langzamere en kleiner blijvende soorten. De solitaires zullen vanaf het 6^e jaar na de aanleg geleidelijk overgaan in de concurrentievorm. Om de jonge planten in de eerste jaren na de aanleg te beschermen tegen ongewenste concurrerende kruiden is een afweging te maken tussen een gezaaide weidebloemenmengsel bestaande uit lage soorten (bijvoorbeeld witte of rode klaver) of het volledig vrijhouden van ongewenste kruiden door te schoffelen. Door het maaien van het gras buiten de plantvakken, blijft de beplanting op de gewenste breedte. Er is voor dit alternatief, de integrale beplantingsmethode met concurrentievormen, een beplantingsplan uitgewerkt (figuur 26b).

Figuur 33 **Case 1: Polderpark, Almere**
 Cumulatieve kostenverloop aanleg en onderhoud in geïndexeerde contante waarde.



Kostenaspect

1 Eenheidsprijzen/werkwijze

Op basis van de in stap 1 en stap 3 beschreven werkzaamheden heeft op basis van eenheidsprijzen (appendix 3, kostenberekening cases tabel XI) een omrekening plaatsgevonden naar de totaalkosten van de aanleg- en onderhoudskosten van elke beplantingsmethode afzonderlijk.

2 Kostenstaat

In de tabellen III en IV (appendix 3, kostenberekening cases) zijn voor de traditionele en integrale beplantingsmethoden in de eerste kolom de totale kosten per jaar berekend op basis van de gegevens uit stap 1. Vervolgens zijn de bedragen in de kolommen 2, 3, 4, en 5 geïndexeerd, is de contante waarde berekend en tenslotte in kolom 6 cumulatief gemaakt.

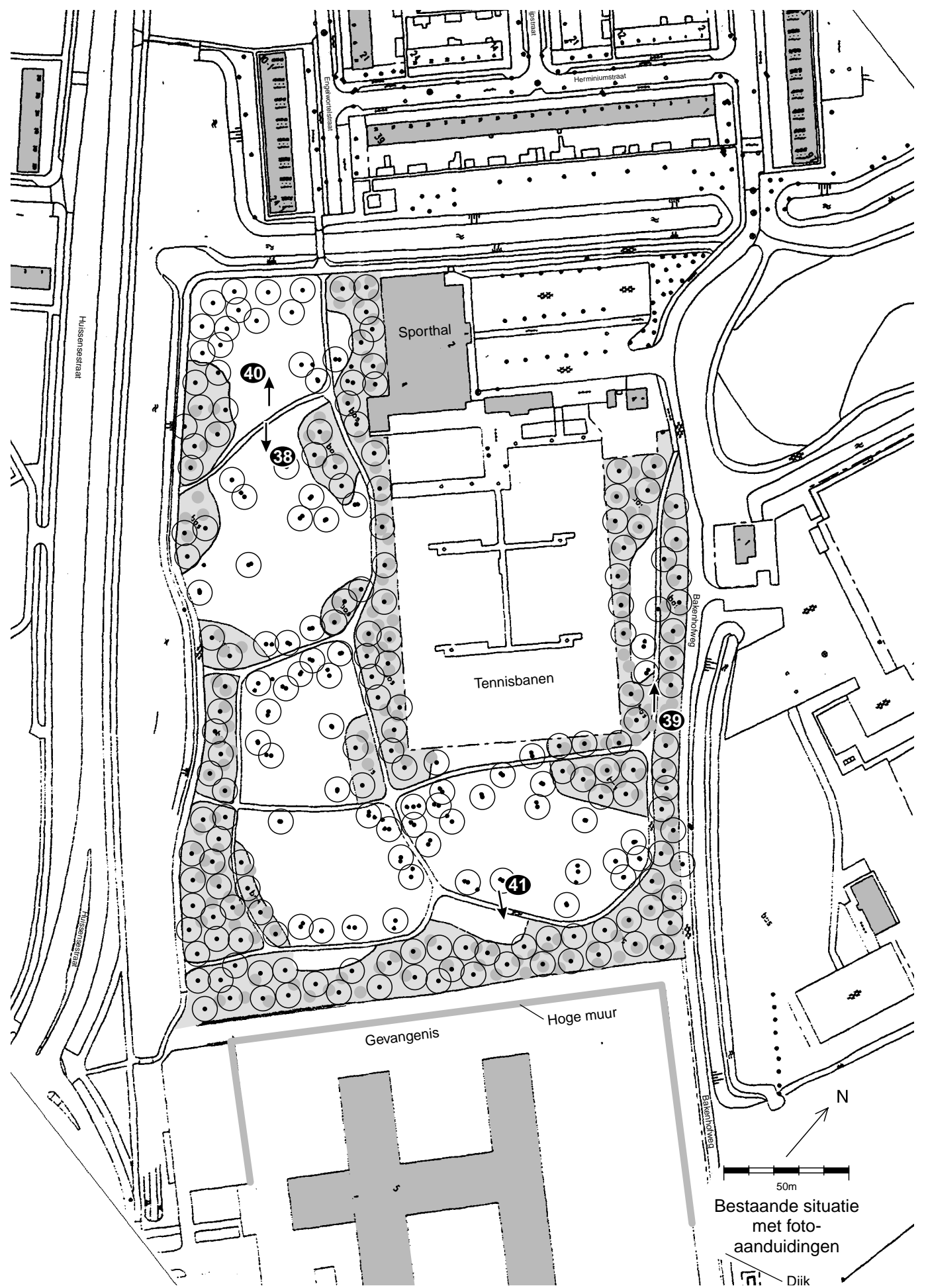
3 Grafiek

In de grafiek (figuur 33) zijn op de horizontale as de jaren na de aanleg aangegeven en op de verticale as de kosten. De hoge kosten van het vrijhouden van ongewenste kruiden gedurende de eerste 3 jaren na de aanleg en de dunningen bepalen het stijgende verloop van de grafiek bij de traditionele methode. De integrale methode start met ongeveer de dubbele aanlegkosten. De belangrijkste kostenpost direct na de aanleg is het water geven. Het vlakke verloop van de grafiek bij de integrale methode na de eerste jaren wordt veroorzaakt door de lage onderhoudskosten.

In het 3^e - 4^e jaar is het omslagmoment zichtbaar, waarbij de aanleg- en onderhoudskosten volgens de traditionele methode de aanleg- en onderhoudskosten van de integrale methode gaan overstijgen.

Figuur 34 Case 2: Bakenhof, Arnhem
Stap 1, Analyse.

Bron: gemeente Arnhem.



5.4.2 Bakenhof, Arnhem

Stap 1: Analyse gedefinieerde toestand/aanleg en onderhoud originele beplantingsmethode (traditioneel)

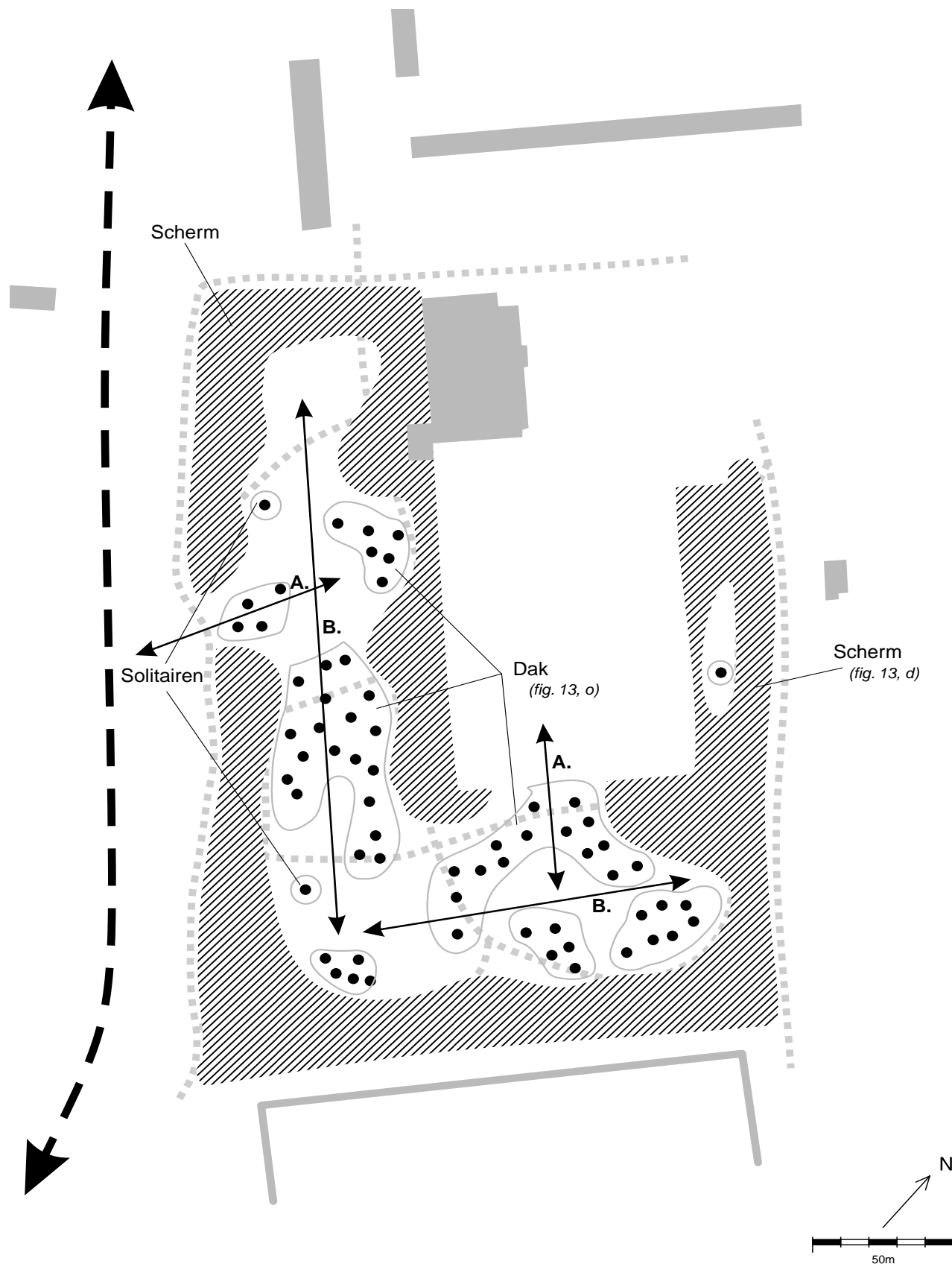
Het doel van het park is volgens de ontwerper Hans Nieuwenhof van de gemeente Arnhem, om een intieme sfeer te creëren ten behoeve van recreatieve functies als wandelen, zitten en spelen. De intimiteit moet worden bereikt door een tot 15 m breed en dicht beplantingsscherm, waarlangs en waardoorheen wandelpaden op een speelse wijze gevlochten zijn. Dit scherm omsluit een centraal gelegen heuvelachtig weidegebied. Deze ruimte wordt door boomgroepen ingedeeld. Door de vloeiende belijning van plantvakken, paden en de verspreid staande bomen, bevat het ontwerp de kenmerken van de landschapstijl, een stijl, die vrij algemeen in de jaren 70 is toegepast. In het beplantingsplan zijn mengsels van inlandse houtsoorten opgenomen: bomen o.a. es, populieren, esdoorn en struiken o.a.: krent, kornoelje, liguster, vlier.

De 15 - 20 m brede omsluitende beplanting dient een aantal omliggende, voor dit doel storende, elementen af te schermen: een westelijk gelegen drukke weg, de Huissensestraat; een zuidelijk gelegen hoge gevangenismuur; een centraal in het park gelegen sporthal en tennisbanen (figuur 34).

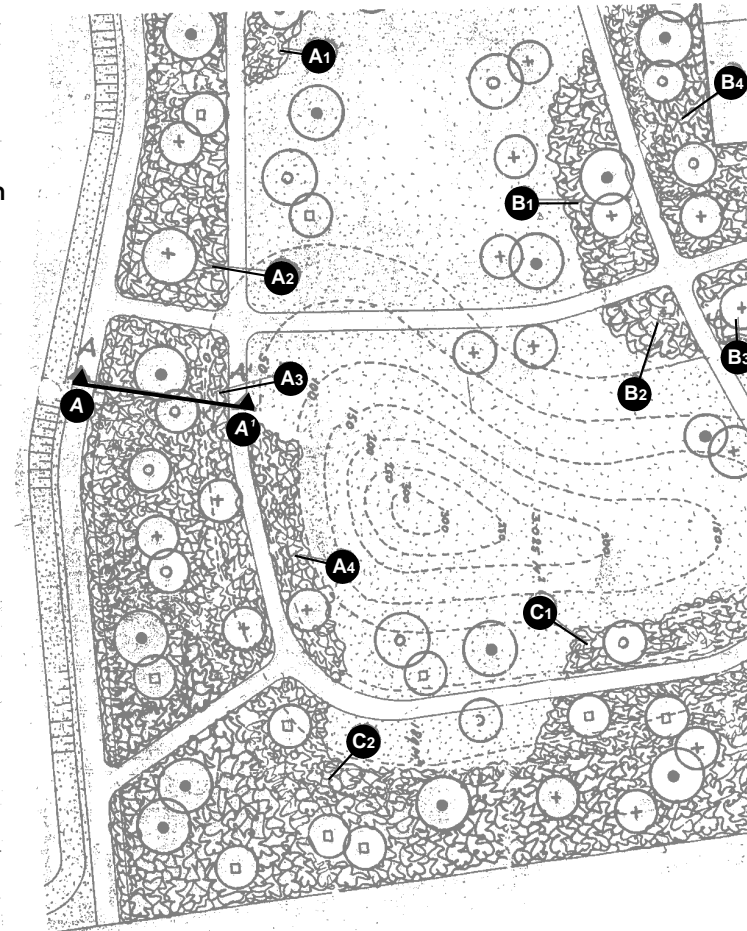
Foto 40 geeft de plaats weer waar de onderbeplanting bewust is weggenomen. Hierdoor is het transparante effect op de hoofdruimte direct voelbaar. Deze ingreep is uitgevoerd om de bezoeker van het parkje een veiliger gevoel te geven. Dit heeft wel een blijvende wijziging ten opzichte van de oorspronkelijke bedoelingen betekend. De omvang van deze ingreep tekent zich duidelijk plaatselijk af. Omdat deze plek zich slechts tot een klein deel beperkt, blijft de case zijn waarde voor het vergelijkingsonderzoek behouden. Voor het overige deel zijn de ingrepen in overeenstemming met de gehanteerde beplantingsmethode.

In figuur 35 is de beplantingstypologie weergegeven. De omsluitende beplanting heeft de kenmerken van

Figuur 35 **Case 2: Bakenhof, Arnhem**
Stap 1, Analyse ontwerp/
beplantingstypologie.



Figuur 36a Case 2, Bakenhof, Arnhem
Stap 1, Analyse.



a. Traditionele beplantingsmethode

Beplantingsplan (gedeeltelijk) schaal 1:1000.

Bron: Gemeente Arnhem, Dienst van de plantsoenen en begraafplaatsen, reiniging en marktwezen, afd. Plantsoenen. 19-3-1974.

- # Acer pseudoplatanus (*esdoorn*)
- Fraxinus excelsior 'Westhof's Glorie' (*es*)
- Populus canescens (*grauw abeel*)
- + Ulmus hollandica 'Commelin' (*iep*)

vakken A1, A2, A3 en A4

- 1- 10% Acer campestre (*veldesdoorn*) **B**
- 2- 25% Alnus glutinosa (*els*) **B**
- 3- 5% Amelanchier laevis (*krent*)
- 4- 10% Carpinus betulus (*haagbeuk*) **B**
- 5- 10% Crataegus monogyna (*meidoorn*) **B**
- 6- 15% Ligustrum vulgare 'Viride' (*liguster*)
- 7- 10% Quercus robur (*eik*) **B**
- 8- 5% Rosa rubiginosa (*egellantier*)
- 9- 5% Sorbus aucuparia (*lijsterbes*)
- 10- 5% Viburnum opulus (*Gelderse roos*)

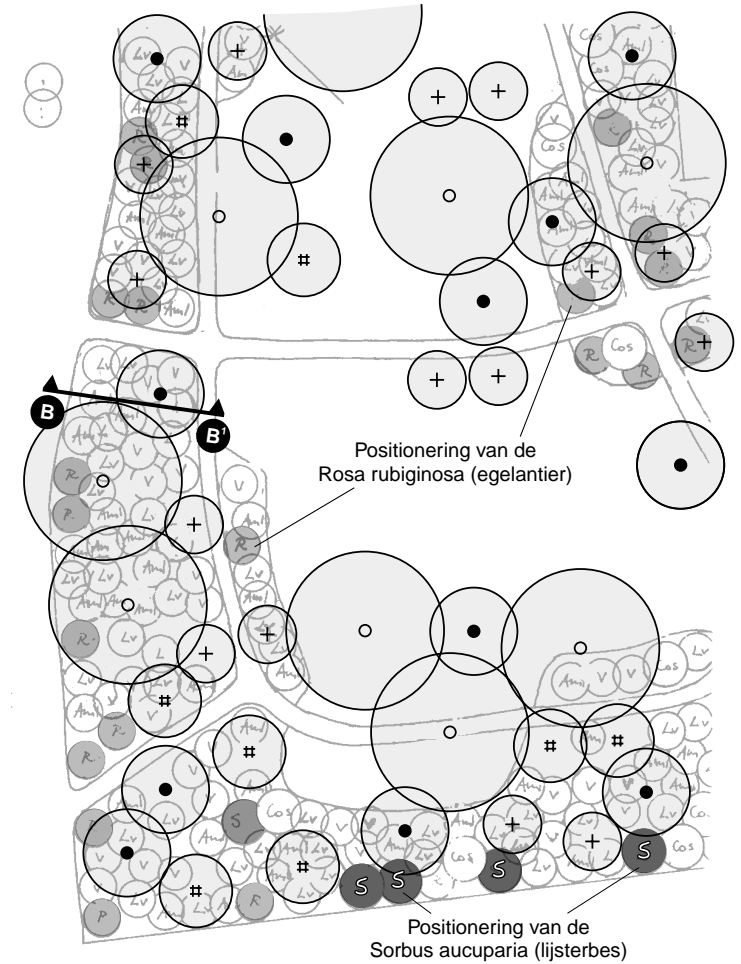
B = boomvorm

vakken B1, B2, B3 en B4

- 1- idem als vakken A1 en A3
- 2- idem
- 3- idem
- 4- 10% Cornus sanguinea, rode kornoelje
- 5- idem
- 6- idem
- 7- idem
- 8- idem
- 9- idem
- 10- idem

vakken C1 en C2

- 1- idem
- 2- idem
- 3- idem
- 4- 5% Cornus sanguinea
- 5- idem
- 6- idem
- 7- idem
- 8- idem
- 9- idem
- 10- idem
- 11- 5% Sambucus racemosa (tros- of bergvlier)



Figuur 36b Stap 3, Integrale beplantingsmethode.

b. Integrale beplantingsmethode

Beplantingsplan (gedeeltelijk) schaal 1:1000.

- # Acer pseudoplatanus, 100 - 250 jr ')
- Fraxinus excelsior 'Westhof's Glorie', 200 - 300 jr
- Populus canescens, 50 - 60 jr
- + Ulmus hollandica 'Commelin', 400 - 600 jr

*) leeftijden volgens Janson et al., 1994

- Aml : Amelanchier laevis
- Cos : Cornus sanguinea
- Lv : Ligustrum vulgare 'Viride'
- R : Rosa rubiginosa
- S : Sorbus aucuparia
- V : Viburnum opulus

een 'scherm' (figuur 13d), omdat de wanden lijnvormige massa's zijn, die zowel vanuit de buitenzijde als vanuit de binnenzijde als zodanig worden ervaren. Duidelijk komt op het kaartje naar voren, dat oorspronkelijk op twee plaatsen een opening is ontworpen: één naar de Huissensestraat en één naar de tennisbanen. De boomgroepen in de centrale open ruimte vormen een 'dak' (figuur 13o) en de vrijstaande bomen zijn 'solitaire'. De gedefinieerde toestand bevat de volgende *architectonische functies* (figuur 35):

- accentuerende: geen,
- begeleidende: geen,
- scheidende: scherm, dat de binnenruimte moet insluiten,
- sfeerbepalende: paden in het scherm, daken in de binnenruimten,
- ruimtescheppende: grasoppervlakken; doorzichten van binnen naar buiten (A), intern gericht (B).

De gegevens met betrekking tot de uitgevoerde aanleg- en onderhoudswerkzaamheden gedurende de afgelopen 30 jaar van de traditionele methode, materiaalkosten, alsmede de inschatting van de werkzaamheden voor de aanleg en onderhoud van de originele methode conform de standaard heeft de gemeente Arnhem aangeleverd.

Met deze case wordt een ouder park bestudeerd in het centrum van Arnhem. Bakenhof, aangelegd in de beginjaren '70 volgens de originele traditionele beplantingsmethode, is een gemeentelijk park van 4 ha, dat gelegen is in een stedelijke situatie. De bodem is kleiig door de invloed van de Rijn.

Aanleg

Op het kaartje (figuur 36a) is een gedeelte van het oorspronkelijke beplantingsplan volgens de traditionele beplantingsmethode weergegeven. De bomen, zowel in de plantvakken als in het gras, zijn met symbolen weergegeven. De ongeveer achtjarige bomen (201 stuks) hadden bij de aanplant een standaard stamomtrek op borsthoogte van 8 - 10 cm en waren

toen 2 - 3 m hoog en 0,5 m breed. Het sortiment in de plantvakken (16.545 m²) is aangegeven met bijbehorende plantlijst. Het percentage dat voor elke plantnaam staat, wordt genomen van het totaal aantal planten per plantvak, waaruit het aantal per plantensoort in elk plantvak is te berekenen. De driejarige planten (7.354 stuks) hadden een aanvangshoogte van 60 - 80 cm en werden door elkaar geplant op een onderlinge plantafstand van 1,50 m en 1,50 m in de rijen.

Onderhoud

Het onderhoud bestond in de eerste drie jaar uit drie maal per jaar schoffelen en tussen de rijen frezen. Daarna werd 50% van het plantvak twee maal per jaar gemaaid en uitgeharkt en 100% en 75% respectievelijk in de twee jaar na elke dunning. De onderbeplanting werd dan een maal per 10 jaar grotendeels afgezet en de takken werden ter plaatse verbrand. Voor de bomen is er begeleidingsnoei uitgevoerd in het 1^e, 3^e, 7^e, 13^e, 19^e, en 25^e jaar. Verder is in het onderhoud het verwijderen van de boompalen meegenomen. Water geven, randsnoei van plantvakken en het uitmaaien van boomspiegels van de bomen die niet in de plantvakken staan, zijn bij deze methode niet meegenomen.

Stap 2: Bepaling morfodynamische variabelen

Om hoogte en breedte van het toegepaste sortiment te kunnen bepalen in de vergelijking met de integrale methode is uitgegaan van planten, die zoveel mogelijk de vrijstandsvorm bevatten of in een solitaire positie verkeren. Wel de bomen maar niet alle struiken waren nog in het park terug te vinden. Dezelfde soorten struiken van vergelijkbare leeftijd zijn in de directe omgeving tot ca. 100 m aangetroffen onder dezelfde parkachtige omstandigheden en waren daarmee geschikt om gemeten te worden. De resultaten van de gemiddelde hoogte en breedte zijn in tabel 9 terug te vinden. Voor de bepaling van de plantafstand bij de integrale beplantingsmethode is de gemiddelde breedte aangehouden om de vrijstandsvorm te kunnen waarborgen. Vandaar dat de gemiddelde eindmaten in hoogte en breedte in de tabel staan genoteerd van de

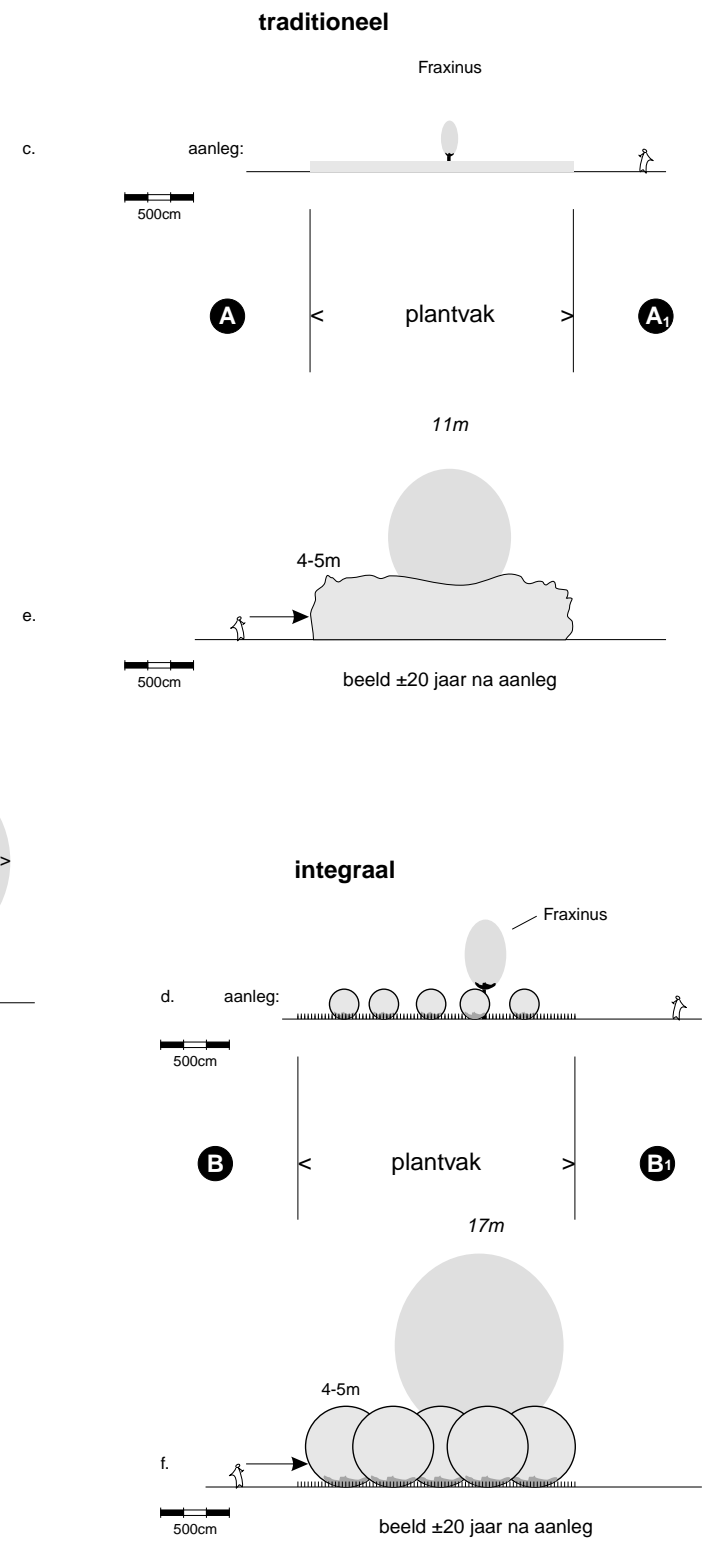
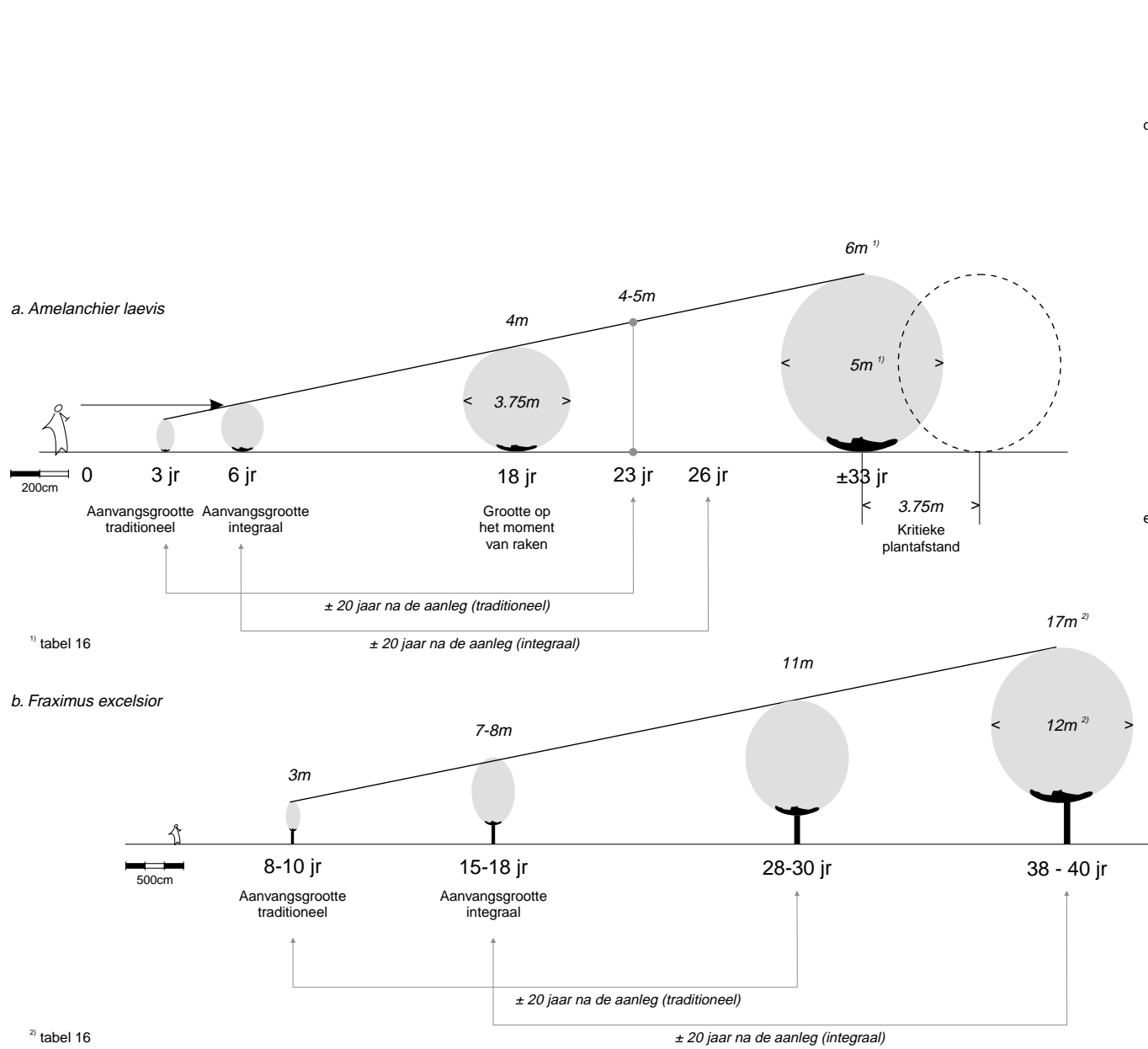
grootste aangetroffen exemplaren. Op grond van de gegeven aanvangsgrootten uit stap 3 zijn als voorbeeld de lineaire groeicurven voor de *Fraxinus excelsior* (es) en *Amelanchier laevis* (krent) uit het toegepaste sortiment uitgewerkt (figuur 37a en b).

De levensduur is ontleend aan Janson et al. (1994).

Stap 3: Alternatieve beplantingsmethode (intergraal)

Aanleg

In kaartje en tekst van figuur 36b is voor hetzelfde gedeelte als bij de traditionele methode het integrale beplantingsplan getekend volgens het principe van de *identieke positie*. De bomen, zowel in de plantvakken als in het gras zijn met dezelfde symbolen weergegeven en in de omvang die zij op 40-jarige leeftijd innemen. Uit de gemeten breedtemaat (tabel 9) is de kritieke plantafstand $P = R + \frac{1}{2} r$ afgeleid. Voor de struiken is de gemiddelde omvang van afgerond 5 m breedte, aangehouden en er zijn onderling minimaal op de kritieke plantafstand gepositioneerd. De bomen hebben bij aanvang de standaardleeftijd, -hoogte, -breedte en stamomtrek: 15 - 18-jarige bomen (170 stuks) hebben een stamomtrek op borsthoogte van 25 - 30 cm en zijn gemiddeld 6 - 7 m hoog en 2,5 - 3 m breed. De 6 - 8-jarige struiken (549 stuks) zijn op wisselende plantafstanden (variërend van 5 - 7 m) getekend en hebben een aanvangsgrootte van gemiddeld 1,50 - 2,50 m hoogte en 1,25 - 1,50 m breedte. Deze aantallen bomen en struiken hebben in de vrijstandsvorm conform de bepaling van de morfodynamische variabelen dezelfde massa ontwikkeld, als de massa van de uitgegroeide planten uit het oorspronkelijke plan volgens de traditionele beplantingsmethode. Tussen de struiken in de plantvakken (16.545 m²) wordt hier niet ingezaaid met een weidebloemenmengsel, maar aan de spontane ontwikkeling van kruiden overgelaten. Volgens het originele beplantingsplan is er een struikenlaag en een bomenlaag getekend, waarbij de bomenlaag bestaat uit solitaire bomen. Deze bomen dienen de volledige ruimte te krijgen om uit te groeien.



Figuur 27 Case 2: Bakenhof, Arnhem
Stap 2, Bepaling morfodynamische variabelen.

Dit betekent voor het sortiment van de struikenlaag, dat er geen 'boomvormers'²⁵ zijn opgenomen. Boomvormers (B) uit het originele beplantingsplan zijn: *Acer campestre* (veldesdoorn), *Alnus glutinosa* (els), *Carpinus betulus* (haagbeuk), *Crataegus monogyna* (meidoorn) en *Quercus robur* (eik). Door hun uitgroei beconcurreren de boomvormers de kronen van de solitaire bomen. Het struikensortiment bij de integrale beplantingsmethode wordt daarom: *Amelanchier laevis* (krent), *Cornus sanguinea* (rode kornoelje), *Ligustrum vulgare* 'Viride' (liguster), *Rosa rubiginosa* (egelantier), *Sorbus aucuparia* (lijsterbes) en *Viburnum opulus* (Gelderse roos). Bij de positionering van de lijsterbes is bij de locatie rekening gehouden met de extra hoogte door deze plant in de ruimte tussen de uitgegroeide solitaire boomkronen te plaatsen (figuur 36b). De egelantier is als lichtminnende plant langs de zonnige randen van de plantvakken gepositioneerd.

Onderhoud

In het eerste en tweede jaar wordt bij de integrale beplantingsmethode bij het onderhoud uitgegaan van respectievelijk acht en vier maal watergeven. In het 3^e en 5^e jaar wordt 75%, in het 6^e en 10^e jaar 50% en in het 11^e jaar en verder 25% van de plantvakken twee maal per jaar uitgemaaid, terwijl het maaisel blijft liggen. Evenals bij de traditionele methode wordt bij de bomen begeleidingssnoei toegepast in het 6^e, 12^e, 18^e, 24^e, en 30^e jaar. Verder is het verwijderen van de boompalen meegenomen. De randsnoei van plantvakken en het uitmaaien boomspiegels van de bomen buiten de plantvakken zijn niet meegenomen.

Stap 4: Vergelijking

Architectonisch aspect

Aan de hand van de doorsnede/aanzicht AA1 bij de traditionele methode (figuur 37) en BB1 bij de integra-

le methode is het beeld van de aanlegssituatie getekend en het beeld ongeveer 20 jaar na de aanleg met een groeisnelheid zoals deze in een lineaire curve voor de *Amelanchier* en *Fraxinus* is weergegeven.

Originele beplantingsmethode (traditioneel)

Deze methode begint met stroken met daarin solitaire hoge boomvormen (figuur 37). Uit de figuur blijkt, dat tussen het 4^e en 7^e jaar na de aanleg de overgang van stroken in schermen moet hebben plaatsgevonden, waarin de hoge solitaire boomvormen zijn opgenomen. De standaarddunningen zijn in het 11^e en 21^e jaar na de aanleg uitgevoerd, waarbij de functionaliteit voor enkele jaren kan zijn verminderd. De omvang van de beplantingen vertoont volgens de lineaire groeicurve ongeveer 20 tot 30 jaar na de aanleg van beide beplantingsmethoden sterke gelijkenissen.

Gemiddelde hoogte- en breedtematen in meters uit het sortiment van de case Bakenhof.

Eigen waarneming (2002)

Bomen

(leeftijd ca. 38 jaar)	gem. max. hoogte (m)	gem. max. breedte (m)	gemeten aantal
<i>Fraxinus excelsior</i> 'Westhof's Glorie'	17	12	6
<i>Acer pseudoplatanus</i>	18	10	7
<i>Ulmus hollandica</i> 'Commelin'	18	8	3
<i>Populus canescens</i>	35	22	4

Struiken

(leeftijd ca. 33 jaar)	gem. max. hoogte (m)	gem. max. breedte (m)	gemeten aantal
<i>Amelanchier laevis</i>	6	5	3
<i>Cornus sanguinea</i>	6	6	3
<i>Ligustrum vulgare</i> 'Viride'	4	5	5
<i>Rosa rubiginosa</i>	4	4	2
<i>Sambucus racemosa</i>	8	6	3
<i>Viburnum opulus</i>	6	5	3

Tabel 9

Case 2: Bakenhof, Arnhem

Stap 2, Bepaling morfodynamische variabelen.

²⁵ Boomvormers zijn bomen, die als een driejarige plant uitgroeien tot boom.



Figuur 38 In centrale open ruimte vormen de bomen een geleding en een onderdoorkijk; langs alle randen in het park kijkend vormen zij een scherm. Foto: voorjaar 2002.



Figuur 39 Langs de randen kijkend vormen zij een scherm. Foto: voorjaar 2002.



Figuur 40 Dwars op het scherm kijkend zijn er hier doorzichten, omdat de onderbeplanting definitief is weggenomen en er is ter plaatse gras ingezaaid. Foto: voorjaar 2002.
De els als uitgegroeide 'boomvormer'.



Figuur 41 Ten gevolge van het uitgevoerde dunningsregime is de functie van het scherm in bebladerde toestand niet optimaal: dwars op het scherm kijkend blijven er doorzichten. Foto: voorjaar 2002.

Veldwaarneming

Foto 41 laat ondanks de bebladerde toestand van de beplanting een niet geheel functioneel scherm zien, waarbij de hoge gevangenismuur toch nog zichtbaar blijft. Dit beeld is karakteristiek voor het totale scherm: loodrecht erop kijkend transparant en erlangs kijkend gesloten (figuur 38 en 39), ongeacht waar men zich binnen de centrale open ruimte of op de paden bevindt. De opbouw van deze schermbeplanting bestaat in de kruiden- en struikenlaag uit een opslag van houtige gewassen tot 2 à 3 meter hoogte, zoals kornoelje, vlier, esdoorn en es met op verspreid staande plaatsen op 3 tot 10 meter afstand, struikvormers: liguster, meidoorn, lijsterbes, kornoelje, in hoogte tot 7 meter volgens het oorspronkelijke sortiment ('struikvormers'). De kronenlaag wordt gevormd door solitaire boomvormers (hoge kroonvormers): iep, es, esdoorn en populier gesitueerd volgens het beplantingsplan met daartussen uit de groep driejarige doorgeroeide 'boomvormers': de els en de haagbeuk. Deze boomvormers bepalen met name in het westelijk en zuidelijk schermgedeelte van het park een belangrijk deel van het kroonvolume. Vrijwel alle elementen komen in concurrentievorm voor. Tijdens een veldbezoek op 31 maart 2000 met de ontwerper en ambtenaren van de gemeentelijke onderhoudsdienst is de geringe functionaliteit van het scherm waargenomen. Als oorzaken werden opgegeven, dat:

- de wijze waarop het onderhoud moest worden uitgevoerd verschillend werd uitgelegd: de 'buitendienst' voert uit en pleegt het onderhoud, terwijl de 'binnendienst' hierop geen toezicht op uitoefent. Er bestond alleen een mondelinge afspraak dat de 'boomvormers' gedund diende te worden op het moment, dat de els en de haagbeuk de groeiruimte van de beoogde verspreid staande solitaire bomen in de plantvakken gaan belemmeren.
- door de snelle groei van de stad Arnhem er te weinig tijd voor het onderhoud van dit park beschikbaar was (Ruyten et al., 2001).

Er kan hier nog een andere reden aan toegevoegd worden:

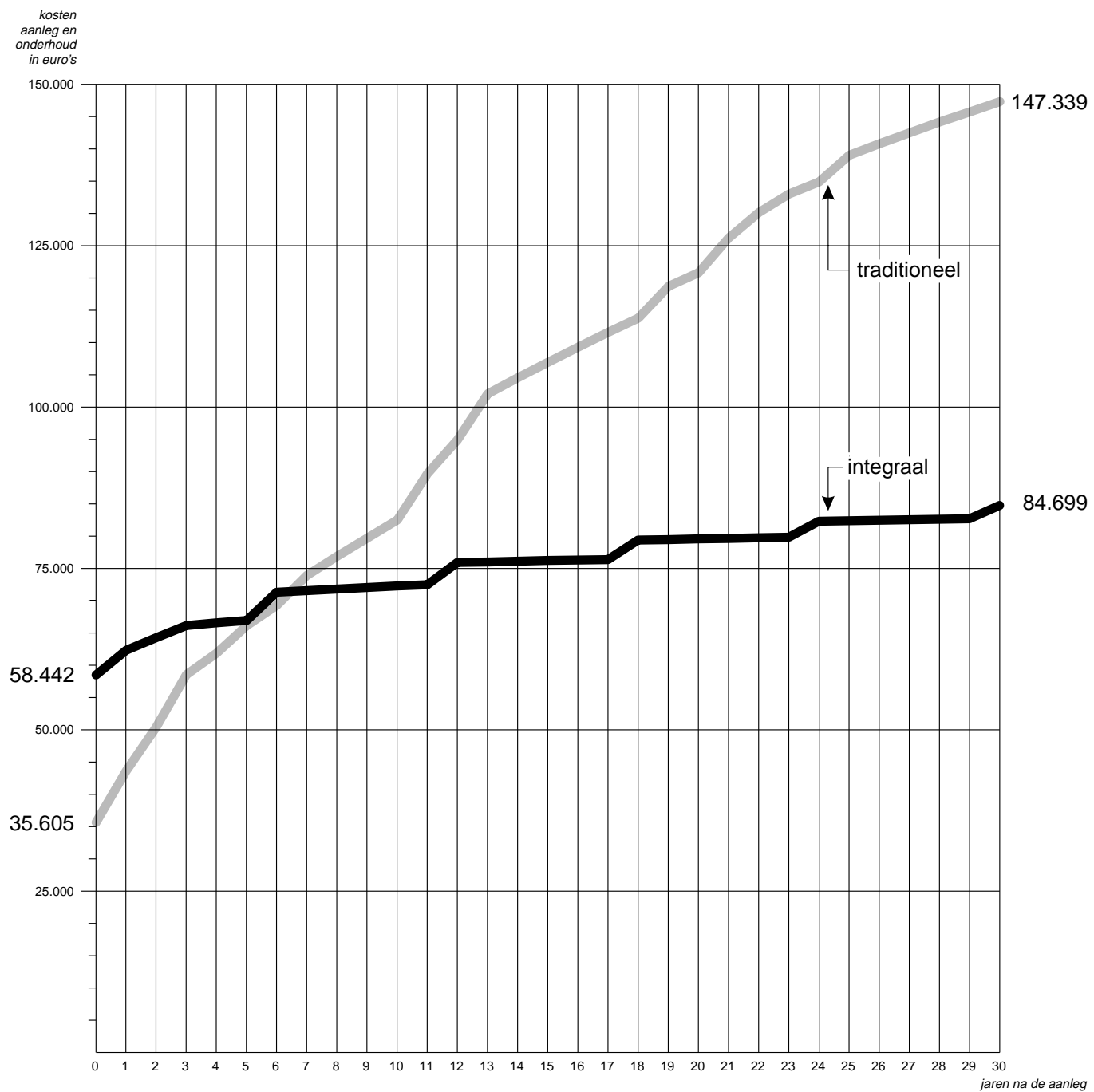
- Het originele beplantingsplan geeft aan, dat er verspreid staande solitaire bomen voorkomen: esdoorn, es, populier en iep met daaronder een struikenlaag. Het sortiment uit de struikenlaag (als driejarige geplant) bevat naast de eerder genoemde boomvormers: veldesdoorn, els, haagbeuk en eik ook struikvormers: krent, meidoorn, lijsterbes, egelantier, Gelderse roos en liguster. Omdat de boomvormers met name de els en de haagbeuk onderdeel zijn gaan uitmaken van het kronendak door het niet consequent uitvoeren van het dunningsregime, is het kronendak volledig gesloten geraakt in tegenstelling tot de vrijstaande solitaire bomen die beoogd waren volgens het originele beplantingsplan. Dit moet hebben geleid tot lichtgebrek in de struikenlaag met een onvolledige sluiting tot gevolg.
- In januari 2004 is een groot deel van het park gekapt. De gemeente voert als reden aan, dat door de ongunstige stedenbouwkundige ligging het park te weinig gebruikt werd. Het park zal volledig verdwijnen en in plaats daarvan verrijst er een woonwijk (mondelinge mededeling Bouma, 2004).

Alternatieve beplantingsmethode (intergraal)

De solitaires hebben bij de aanleg de werking van het scherm (figuur 37) met een gedeeltelijke functionaliteit. Bij de aangehouden plantafstand van ongeveer 5 m zullen tussen de 8 - 13 jaar na aanleg alle struiken elkaar raken, waardoor deze typologie volgens de indicatieve groeicurve functioneel zal moeten zijn. In de doorsnede BB1 is de vormontwikkeling van het scherm weergegeven: de aanleg en het beeld dat ongeveer 20 jaar na de aanleg zal optreden, wanneer de bomen ongeveer de 17 m hoogte bereiken zullen hebben. Bij deze case is geen onderzoek gedaan naar de ouderdom van bomen en struiken. Wanneer de leeftijden worden aangehouden voor de bomen, zoals Janson et al. (1994) heeft opgegeven, dan zal de *Populus canescens* (grauwe abeel, 50 - 60 jaar) als eerste boomsoort

afsterven. Daarna volgen de *Acer pseudoplatanus* (100 - 250 jaar), *Fraxinus excelsior* 'Westhof's Glorie' (200 - 300 jaar) en *Ulmus hollandica* 'Commelin' (400 - 600 jaar). Het moment waarop de populier begint af te sterven, op 50 - 60-jarige leeftijd, valt globaal samen met het beeld van figuur 36b, wanneer de boomkronen elkaar raken. De struiken zullen op volgorde van afsterven worden vervangen, vermoedelijk 60 - 80 jaar na de aanleg. Het meerdere licht dat door de afsterving van de populieren voor de struikenlaag vrijkomt, zal een gunstige uitwerking hebben op de ontwikkeling van de nieuwe aanplant van de struiken.

Figuur 42 **Case 2: Bakenhof, Arnhem**
 Cumulatieve kostenverloop aanleg en onderhoud in geïndexeerde contante waarde.



Kostenaspect

1 Eenheidsprijzen/werkwijze

Op basis van de in stap 1 en stap 3 beschreven werkzaamheden, heeft op basis van eenheidsprijzen (appendix 3, kostenberekening cases tabel XI) een omrekening plaatsgevonden naar de totaalkosten van de aanleg- en onderhoudskosten van elke beplantingsmethode afzonderlijk.

2 Kostenstaat

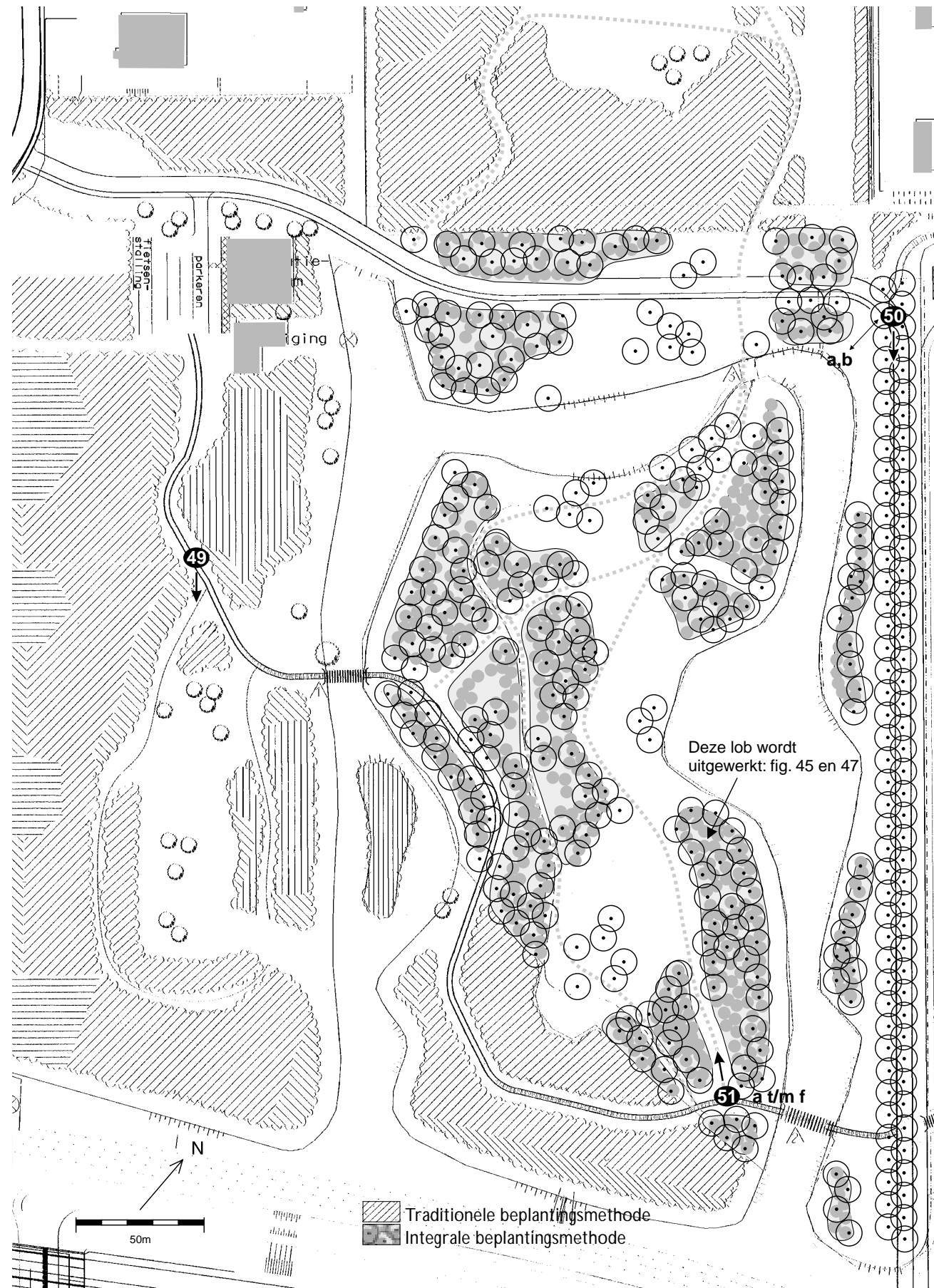
In de tabellen V en VI (appendix 3, kostenberekening cases) zijn voor de traditionele en integrale beplantingsmethoden in de eerste kolom de totale kosten per jaar berekend op basis van de gegevens uit stap 1. Vervolgens zijn de bedragen in de kolommen 2, 3, 4, en 5 geïndexeerd, de contante waarde berekend en tenslotte in kolom 6 cumulatief gemaakt.

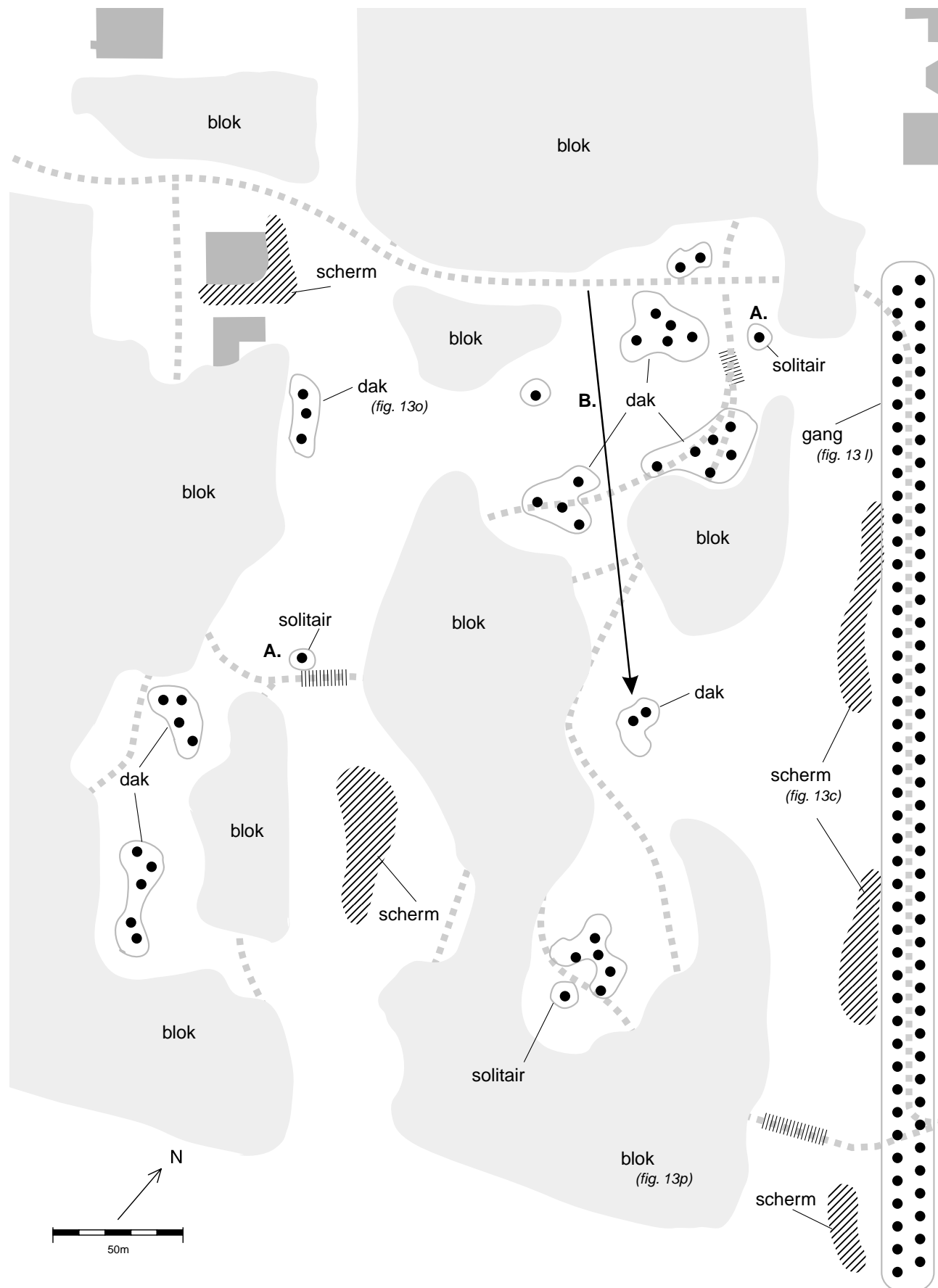
3 Grafiek

In de grafiek (figuur 42) zijn op de horizontale as de jaren na de aanleg aangegeven en op de verticale as de kosten. De hoge kosten van het vrijhouden van ongewenste kruiden gedurende de eerste drie jaren na de aanleg en de dunningen in het 11^e en 21^e jaar bepalen het stijgende verloop van de grafiek bij de traditionele methode. De integraal methode start met ongeveer de dubbele aanlegkosten. De belangrijkste kostenpost direct na de aanleg is het water geven.

Het vlakke verloop van de grafiek bij de integrale methode na de eerste jaren wordt veroorzaakt door de lage onderhoudskosten. In het 5^e - 6^e jaar is het omslagmoment zichtbaar, waarbij de aanleg- en onderhoudskosten volgens de traditionele methode de aanleg- en onderhoudskosten van de integrale methode gaan overstijgen.

Figuur 43 **Case 3: Prins Bernhardbos, Hoofddorp**
Stap 1, Analyse.
Bron: gemeente Hoofddorp.





5.4.3 Prins Bernhardbos, Hoofddorp Stap 1: Analyse gedefinieerde toestand/aanleg en onderhoud originele beplantingsmethode (integraal)

Hoewel het woord 'bos' doet denken aan een dichte houtopstand, gaat het ontwerp uit van bredere en smallere grillig gevormde lobachtige plantvakken, afgewisseld met graspartijen en lanen. Het doel van het ontwerp is volgens Herman Hobbelink van het tuin- en landschapsarchitectenbureau 'Niek Rozen' om met de beplanting een ruimtelijke afwisseling te creëren voor de wandelaar, fietser of de ruiter. Er is daarom sprake van een 'parkbos' met hoge recreatieve functies, grenzend aan een stedelijk gebied. De belangrijkste houtsoorten zijn mengsels van eik en es, afgewisseld met struiken: krent, kornoelje, kardinaalsmuts, hondsrös, vuilboom, Gelderse roos, liguster, sleedoorn, hazelnoot en vlier.

De gearceerde plantvakken buiten het onderzoeksgebied zijn in het voorjaar 1999 volgens de traditionele beplantingsmethode aangeplant (figuur 43 en 49). Het onderzoeksgebied omvat het donkere gedeelte op de kaart, dat volgens de integrale methode is ingeplant. De beplantingstypen en daarmee de doelstellingen van de beplantingen zijn weergegeven in figuur 44. De plattegrond laat een afwisseling zien van schermen (figuur 13c), solitair (figuur 13o) en grillig gevormde blokken (figuur 13p), daken (figuur 13o) en waterpartijen in samenhang met een slingerend padenverloop. De gang aan de oostzijde vormt ten opzichte van deze afwisseling een massief lijnvormig element, dat onderdeel uitmaakt van een groter stramien. Dit stramien van rechte lijnen (de gangen, figuur 13l) herinnert aan het landbouwkundige verkavelingsmotief, verbonden met de inpoldering van de Haarlemmermeer, die duurde van 1848 - 1852. De gedefinieerde toestand bevat de volgende *architectonische functies* (figuur 44):

- accentuerende: solitair, bij bruggetje (A); gang, historisch landbouwkundig verkavelingsmotief Haarlemmermeerpolder,
- begeleidend: gang, de laan met 'tunnel-effect',

Figuur 44 **Case 3: Prins Bernhardbos, Hoofddorp**
Stap 1, Analyse ontwerp/
beplantingstypologie.

Tabel 10, 11 en 12

**Case 3: Prins Bernhardbos,
Hoofddorp**
Stap 2, Bepaling
morfodynamische variabelen.

10. Maatvoering uitgangsmateriaal case Prins Bernhardbos.

Bomen	hoogte (m)	breedte (m)	gem. leeftijd (jr)
Quercus robur	7	3	14
Fraxinus excelsior	7	3	13
Struiken	hoogte (m)	breedte (m)	gem. leeftijd (jr)
Amelanchier	1,90	1,50	5 - 6
Prunus spinosa	3,20 - 3,80	1,50	5 - 6
Sambucus	2,40 - 2,50	1,50 - 2,00	5 - 6
Rosa canina	1,40 - 1,50	1,30 - 1,50	5 - 6
Cornus sanguinea	2,40 - 2,50	1,60 - 1,70	5 - 6
Cornus mas	2,80	2,20	5 - 6
Euonymus europaeus	2,00 - 2,70	1,50 - 1,80	5 - 6
Ligustrum vulgare	1,50 - 1,80	1,50 - 1,60	5 - 6
Viburnum opulus	2,40	2,00	5 - 6
Rhamnus frangula	1,70 - 3,00	1,70 - 1,80	5 - 6
Corylus avellana	1,70 - 2,00	1,50 - 2,00	5 - 6
Struiken (bij traditioneel)	0,50 - 1,00	0,10 - 0,20	3

11. Eigen opmetingen uitgegroeide planten in de omgeving van het plangebied.

Bomen	hoogte (m)	breedte (m)	gem. leeftijd (jr)
Quercus robur	15	9	50
Fraxinus excelsior	12	10	45
Struiken	hoogte (m)	breedte (m)	gem. leeftijd (jr)
Amelanchier	6,5	5	35
Prunus spinosa	–	–	–
Sambucus	6,5	6	35
Rosa canina	–	–	–
Cornus sanguinea	5	5	40
Cornus mas	–	–	–
Euonymus europaeus	–	–	–
Ligustrum vulgare	5	4	35
Viburnum opulus	3,5	3	30
Rhamnus frangula	–	–	–
Corylus avellana	6	5	50

12. Gegeven hoogte- en breedtematen in maximale uitgroei door F. Stukart et al., Hoofddorp.

Bomen	hoogte (m)	breedte (m)	gem. levensduur (jr)
Quercus robur	18	20	200
Fraxinus excelsior	12	10	65
Struiken	hoogte (m)	breedte (m)	gem. levensduur (jr)
Amelanchier	6	6	60
Prunus spinosa	6	5	40
Sambucus	6	5	25
Rosa canina	3	5	10
Cornus sanguinea	3	5	20
Cornus mas	4	5	70
Euonymus europaeus	4	5	60
Ligustrum vulgare	6	4	20
Viburnum opulus	3	3	40
Rhamnus frangula	6	4	50
Corylus avellana	8	6	60

- scheidende: blokken en schermen,
- sfeerbepalende: paden in de blokken, verspreide daken,
- ruimtescheppende: gras- en wateroppervlakken; doorzicht (B).

Omdat geen onderhoudsplan zowel voor de originele methode als voor de alternatieve beplantingsmethode aanwezig was, is voor het bepalen van de wijze waarop en van de frequenties waarmee de handelingen met betrekking tot de standaard aanleg- en onderhoudswerkzaamheden uitgevoerd dienen te worden, een klankbordgroep²⁶ ingesteld. Op basis van standaardnormen heeft het wetenschappelijk onderzoeksinstituut IMAG, te Wageningen de werkzaamheden in tijd en geld uitgerekend (Annevelink et al., 2000). Het betreft een nieuwe aanleg (voorjaar 1999), waarbij de integrale beplantingsmethode als de originele methode is toegepast. Het Prins Bernhardbos (40 ha) is een onderdeel van de Groene Weelde, een belangrijke groenzone tussen toekomstige woongebieden tussen Hoofddorp en Haarlem op de kleiige bodem van het drooggelegde Haarlemmermeer. Uit dit 40 ha bosgedeelte is deze case van 7 ha voor nader onderzoek genomen.

Aanleg

FIGUUR 45A geeft een gedeelte van het oorspronkelijke beplantingsplan weer volgens de integrale beplantingsmethode. Het sortiment van de bomen en struiken, alsmede de verhouding van boomsoorten zijn vaste ontwerpgegevens en daarom rechtstreeks in het plan overgenomen. De in totaal 235 bomen (60% *Quercus robur*, 40% *Fraxinus excelsior*), die in de plantvakken binnen het plangebied voorkomen, hebben een aanvangshoogte van 6 - 7 m en een breedte van 2,5 tot 3,0 m terwijl in dezelfde plantvakken (13.705 m²) ook 548 struiken zijn geplant van 1,5 - 2,0 m hoog en 1,25 - 1,50 m breed (tabel 10). De onderlinge plantafstand varieert tussen de bomen van 10 m en meer en tussen de struiken 5 m en meer. De aantallen bomen en struiken uit de plantvakken vullen in de vrijstandsvorm

en in uitgegroeide toestand dezelfde massa, als de massa volgens de plantvakken uit het oorspronkelijke ontwerp. Bij de bepaling van de plantafstand is uitgegaan van het principe van *de identieke positie*. De plantposities in het terrein zijn bepaald met behulp van een GIS-computerprogramma. Deze werkwijze betekent een grote praktische vooruitgang waardoor geen gebruik gemaakt hoeft te worden van een steeds wegwaaiende meetband.

De aanleg en het planten is volledig machinaal uitgevoerd. Elke boom en struik is gecontroleerd op de juistheid van de plantpositie volgens het beplantingsplan. Deze werkzaamheden werden bemoeilijkt door een modderige, 30 - 60 cm dikke kleilaag. In droge toestand is deze bodem echter keihard. De voedingswaarde van de grond is hoog. Vanwege de harde westenwinden moest elke boom extra verstevigd worden met drie palen en een juk en de struiken met een paal. De bodem tussen de struiken in de plantvakken is ingezaaid met een weidebloemenmengsel.

Onderhoud

Het onderhoud is berekend op twee maal maaien per jaar. Met een afnemend oppervlak te bewerken: jaar 1 - 5: 75%; jaar 6 - 10: 50%; en jaar 11 - 30: 25%. Water geven is opgenomen voor de bomen en struiken: 1^e jaar achtmaal en 2^e jaar viermaal. Er vindt geen randsnoei van de plantvakken plaats, dus daarvoor zijn geen kosten opgenomen. Kosten van het uitmaaien van boomspiegels, voor de bomen die buiten de plantvakken staan en begeleidingssnoei bij de bomen zijn niet meegenomen. Zie verder foto's 50a en b, 51a t/m f.

Feitelijk zijn er in het eerste jaar na de aanleg twee watergiftten aan de bomen en een watergift aan de struiken toegediend. In het tweede jaar zijn er twee watergiftten voor de bomen en struiken uitgevoerd. Het uitvalspercentage voor de bomen en struiken ligt op ongeveer 10% van het totaal aantal planten.

Stap 2: Bepaling morfodynamische variabelen

Voor deze case is bij de bepaling van de morfodynami-

sche variabelen voor beide beplantingsmethoden uitgegaan van de logistische curve, omdat met deze curve reeds eerder ervaringen zijn opgedaan uit SIMGRO PP (Centen, 1998). De werkwijze bij het samenstellen van de groeicurven zijn via de niet-lineaire regressie analyse met behulp van het statisch software pakket Genstat 5, release 4.1 de groeicurven gefit (Annevelink et al., 2000). De aangeleverde parameters zijn gevonden uit eigen opmeting (tabel 11) en uit enquêtering (tabel 12). Teneinde de juiste parameters aan te leveren heeft een middeling plaats gevonden op basis van gegevens uit beide tabellen.

De levensduur is ontleend aan Stukart et al..

Stap 3: Alternatieve beplantingsmethode (traditioneel)

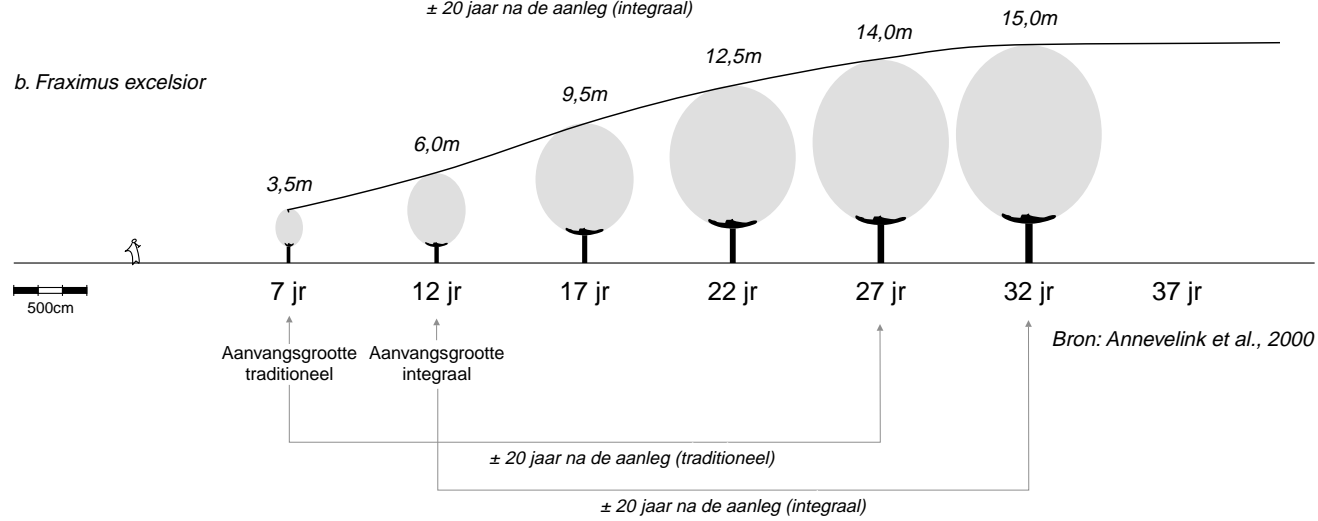
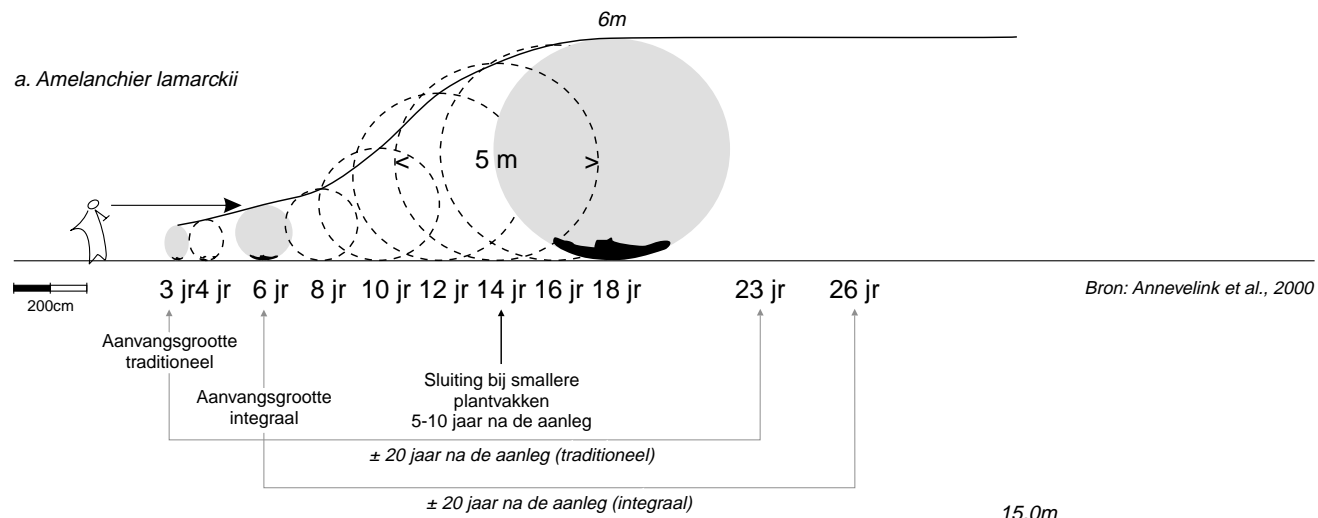
Aanleg

FIGUUR 47A geeft een gedeelte van het beplantingsplan weer volgens de traditionele beplantingsmethode conform de *stedelijke variant*. Op hetzelfde oppervlak plantvak zijn op dezelfde plaats als bij de integrale beplantingsmethode hetzelfde aantal bomen (18/20) gedacht, elk ongeveer 8 jaar oud en 3 - 4 m hoog met 0,5 m kroonbreedte en in dezelfde verhouding eik en es, respectievelijk 60 en 40% toegepast. Eveneens zijn in totaal 6092 driejarige struiken volgens hetzelfde sortiment in dezelfde – volgens het originele ontwerp – plantvakken (13.705 m²) geplant met een gemiddelde hoogte van 60 - 80 cm in driehoeksverband gepositioneerd op 1,50 m afstand in de rijen en 1,50 m tussen de rijen.

In het sortiment zijn in dit plantvak niet de *Amelanchier lamarckii* (krent), *Euonymus europaeus* (kardinaalsmuts), *Rosa canina* (hondsroos) en *Sambucus nigra* (vlier) opgenomen. Deze vereenvoudiging van het sortiment heeft verder geen gevolgen op de uitkomst in de vergelijking.

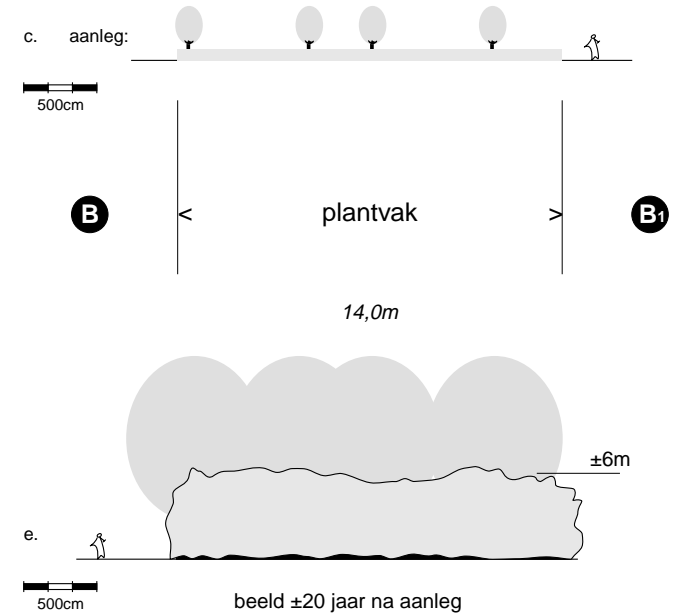
Het planten van de struiken gebeurt handmatig, omdat een groepsgewijze aanplant van 10 - 30 stuks binnen het plantvak voor een machinale aanpak te bewerkelijk is.

²⁶ Hierin hadden zitting: J.J. Habets, ing. F. Molenaar (Plant Publicity Holland), H.J. van de Heuvel (gemeente Haarlemmermeer), A. van Klaveren (Arcadis Uitvoering), ir. M. Mesken (Productschap Tuinbouw en Koninklijke Bond voor de Groothandel in Bloembollen en Boomkwekerijproducten), A. Timmers (A. Timmers & Zn en namens Bond voor de Groothandel in Bloembollen en Boomkwekerijproducten).

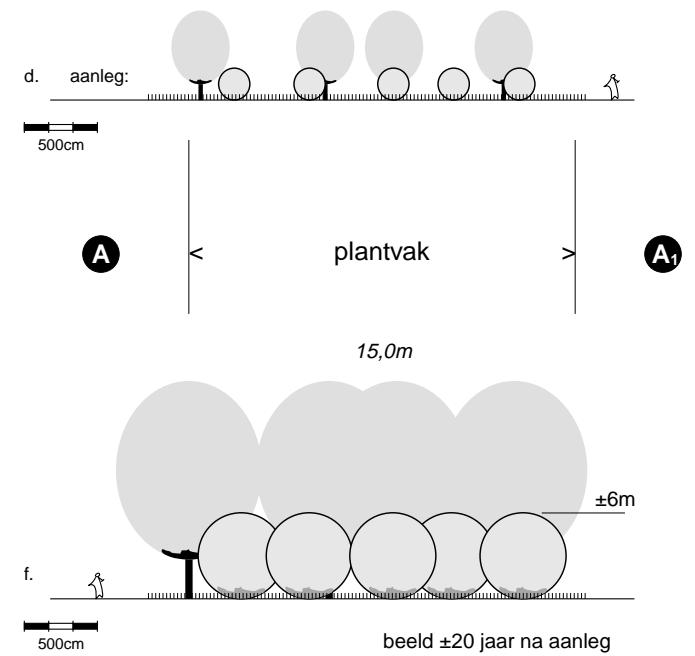


Figuur 46a en b Case 3: Prins Bernhardbos, Hoofddorp
 Stap 2, Bepaling morfodynamische variabelen.

traditioneel



integraal



Onderhoud

In het onderhoud is geen water geven opgenomen. De eerste drie jaar wordt de bodem (on)kruidvrij gehouden. Omdat in de praktijk meerdere in frequenties verschillende schoffelbeurten over de eerste drie jaar kunnen voorkomen, is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd met drie varianten. Variant 1 gaat uit van 8 - 8 - 8; variant 2 gaat uit van 6 - 6 - 6 en variant 3 van 6 - 4 - 2. Bij het vrijhouden van ongewenste kruiden is er vanuit gegaan, dat 2/3 van het oppervlak met de hakfrees wordt uitgevoerd en 1/3 in handkracht uitgevoerd in een kleiige bodem.

Om tot een dunningsregime te komen markeert het programma SIMGRO PP tijdens de groeisimulatie (FIGUUR 47B, C EN D) de planten die te dicht ineens groeien (overlap) met een rode kleur (Annevelink et al., 2000). Wanneer de simulatie in het vierde jaar na aanplant aangeeft, dat bijna alle plantensoorten te dicht ineens groeien, dan wordt de eerste dunning uitgevoerd. Tijdens het verdere verloop van de simulatie bleek in deze situatie, dat er uit dunningsvormen voortkomen en dat er geen koppeling kon worden gelegd tussen de hoeveelheid te dunnen struiken en het tijdstip van dunning. Daarom is uitgegaan van een standaard dunningspercentage van 55% in het vierde jaar en een resterende 30% in het achtste jaar. Van de gedunde struiken is naar het inzicht van de begeleidingscommissie vastgesteld, dat vier jaar na dunning 70% van de afgezette struiken weer opgeslagen zijn, na acht jaar is dat 60%, na 12 jaar 50%, na 16 jaar 40% en vanaf 20 jaar nog 30%. Het dunningshout blijft liggen in het vak. Na het zesde jaar wordt het dunningshout eruit gedragen en in versnipperde vorm weer terug in de beplanting geblazen.

De plantvakken worden niet ingezaaid. De spontaan opkomende kruiden zullen worden gemaaid in een afnemende percentage oppervlak: jaar 4: 75%; jaar 5: 50% en jaar 6 - 30: 25%. Evenals bij de integrale beplantingsmethode zijn begeleidingssnoei voor bomen, uitmaaien boomspiegels voor de bomen buiten de plantvakken en randsnoei van de plantvakken niet meegenomen.

Stap 4: Vergelijking

Architectonisch aspect

DE FIGUREN 45B t/m D en 47B t/m D geven in plattegrond in verschillende groeifasen de toename van de omvang van de elementen weer. Volgens dezelfde groeicurve en fasering is deze toename ook getekend, maar nu in doorsnede/aanzichttekeningen.

Originele beplantingsmethode (integraal)

De elementen hebben als solitairen bij de aanleg de werking van blokken en schermen. De sluiting bij de struiken zal bereikt zijn ongeveer 5 - 10 jaar na de aanleg, omdat volgens de groeicurve de breedte dan tot 5 meter is uitgegroeid bij plantafstanden van 4 à 6 m. In de doorsnede AA1 is van een gedeelte uit een blok de vormontwikkeling weergegeven: de aanleg en het beeld dat in het 20ste jaar na de aanleg zal optreden, wanneer de bomen ongeveer 15 m hoogte bereikt zullen hebben.

Bij de gang hebben de solitairen aanvankelijk de werking van twee schermen. De sluiting van de bomen treedt 15 - 20 jaar na de aanleg in.

Uit de maximale leeftijden (levensduur, tabel 12) is af te leiden, dat de struiken in een periode in de leeftijd tot 60 jaar gaan afsterven. Volgens het gehanteerde principe van *de identieke positie* zullen deze struiken door hetzelfde soort worden vervangen. Tegelijkertijd zal het kronendak zich sluiten en de schaduw over de struiken toenemen. Bij de positionering is met deze toename van de schaduw al rekening gehouden door de lichtminnende soorten *Rosa canina* (hondsroos) en *Prunus spinosa* (sleedoorn) aan de (zuid)randen van de plantvakken te situeren.

De positionering van de sleedoorn kan nog worden verbeterd door de plantlocaties meer naar de randen te verplaatsen.

De overige struiken hebben het vermogen om zich aan de gewijzigde omstandigheden, van zon naar schaduw, aan te passen. Op het moment dat de bomen

elkaar gaan raken (volgens figuur 26a) bij een gemiddelde kroonbreedte van 10 meter zullen de essen gaan afsterven, waardoor de schaduwwerking van de boomkronen op de struiken weer gaat afnemen. Door de essen niet te vervangen krijgen de eiken de ruimte verder naar de maximale 20 meter breedte door te groeien. In de jaren daarna zal de schaduwwerking weer toenemen.

Verder valt op, dat er op sommige plaatsen open ruimte tussen struiken in de ouderdomsfase is gelaten. De meeste struiken zullen na ongeveer 60 jaar vervangen zijn of nog vervangen moeten worden.



Figuur 48 Voorbeeld integrale methode, aanplant voorjaar 1999.
Foto: zomer 2003.



Figuur 49 Voorbeeld traditionele methode (landelijke variant) in het Prins Bernhardbos, aanplant voorjaar 1999. Foto: zomer 2003.
Eiken en essen hoogte op 1,00 - 2,00 m, elzen op 3,00 - 4,00 m (rechts op de foto).



Figuur 50a Laanbeplanting (*Populus canescens* 'Witte van Haamstede') volgens integraal. Aanplant maart 2001. Foto: zomer 2001.



Figuur 50b Dezelfde laanbeplanting. Foto: zomer 2003 (2 jaar na aanleg).



Figuur 51a Totale planttijd 235 bomen en 528 struiken, direct na de aanleg: 16 maart t/m 9 april 1999 en inzaaien bloem- en weidemengsel.



Figuur 51b Zomer 1999, mei: 2 watergiften (150l/boom), 1 gift: 50l/struik).

Veldwaarneming

Figuur 48 laat de kenmerkende structuur van de beplanting zien: half open met verspreid staande bomen en struiken met in de plantvakken een rijk bloeiende kruidenlaag. Bomen, struiken en kruiden tonen de verschillende beplantingstypen met nog een geringe functionaliteit. De voorgeschiedenis wordt geschetst door de fotoserie 51a t/m f, telkens genomen vanuit dezelfde positie.



Figuur 51c Foto: Zomer 2000; 2 watergiften voor de bomen en struiken; mei, maaien bloemenweide en maaisel afgevoerd + maaien rondom de struiken (maaisel laten liggen).



Figuur 51d Foto: zomer 2001; februari: alle boom- en struikpalen verwijderd.



Figuur 51e Foto: Zomer 2002; maailand: in de plantvakken: 1 - 2 per jaar, maaisel blijft liggen.
• bloemenweide: 2x per jaar, maaisel afvoeren
• wandelpaden, picknickplaatsen: 10 - 15x per jaar, maaisel blijft liggen.



Figuur 51f Foto: Zomer 2003. Totale inboet: $\pm 10\%$ over de bomen en struiken.

Belevingsonderzoek (Van den Berg et al., 2002)

Nu de integrale beplantingsmethode voor het eerst is aangelegd, omdat er tegelijkertijd voorbeelden zijn van de traditionele blijvers-wijkers beplantingsmethode, die in hetzelfde plantseizoen direct naast de uitgevoerde integrale beplantingsmethode zijn gerealiseerd en omdat in de directe omgeving ook voorbeelden aanwezig zijn van de traditionele beplantingsmethode van oudere leeftijden, is deze situatie aangegrepen om een belevingsonderzoek uit te voeren, die de verschillen tussen beide methoden aan het licht moeten brengen. Het doel van het onderzoek is om meer inzicht te krijgen in de maatschappelijke en economische waarde van de integrale en de traditionele blijvers-wijkers beplantingsmethode voor het aanleggen van stedelijk groen. In opdracht van het Productschap Tuinbouw is door de afdeling Landschap en Ruimtegebruik (Agnès van de Berg, Monique van de Ven) en de leerstoelgroep Sociaal-Ruimtelijke Analyse van Wageningen Universiteit (Jaap Lengkeek) dit onderzoek in 2002 uitgevoerd. Het onderzoek omvat vier deelonderzoeken. In een samenvatting volgt een beschrijving van elk deelonderzoek met de conclusies die relevant zijn voor de ruimtelijke beleving van beide beplantingsmethoden.

1 *Veldonderzoek*: In dit onderzoek zijn bezoekers van het Prins Bernhardbos geïnterviewd tijdens een wandeling in het park. In dit onderzoek werd een eerste indruk verkregen. Er werd een open interviewmethode gehanteerd, waarbij de respondenten zo veel mogelijk werden vrij gelaten om hun verhaal te doen. De belangrijkste conclusies uit de interviews zijn:

- het Prins Bernhardbos wordt herkend als een bijzonder park,
- men waardeert de open structuur,
- het park is overzichtelijk, aantrekkelijk, rustig, veilig en fungeert als ontmoetingsplek,
- het park wordt steeds natuurlijker, er is veel variatie, overzichtelijk en is goed toegankelijk.

2 *Vragenlijstonderzoek*: Dit onderzoek werd uitgevoerd

onder een willekeurige steekproef van stadsbewoners in Nederland, waaronder bewoners van de gemeente Hoofddorp. De vragenlijst bestond uit drie onderdelen, waarvan twee onderdelen specifiek gericht waren op de integrale beplantingsmethode. Speciaal voor de respondenten uit Hoofddorp werd een onderdeel toegevoegd met vragen over het nabij gelegen recreatiegebied de Groene Weelde (waarin het Prins Bernhardbos gelegen is). De bewoners van Hoofddorp werd gevraagd foto's van het Prins Bernhardbos (aangelegd volgens de integrale beplantingsmethode) en foto's van het Staatsbos (15 jaar geleden aangelegd volgens de blijvers-wijkers beplantingsmethode) te beoordelen. Daarnaast werden in een ander onderdeel van de vragenlijst aan alle respondenten ontwerp schetsen en teksten voorgelegd, die een indruk gaven van de blijvers-wijkers beplantingsmethode en de integrale beplantingsmethode. Respondenten konden voor verschillende tijdfases aangeven naar welke methode hun voorkeur uitging. De belangrijkste conclusies uit de fotobeoordeling zijn, dat

- het twee jaar oude integraal beplante deel van het Prins Bernhardbos qua gebruiks- en belevingswaarde ongeveer even goed of zelfs iets beter scoort dan het 15 jaar oude Staatsbos,
- het integraal beplante deel van het Prins Bernhardbos veiliger wordt gevonden dan het Staatsbos.
- De belangrijkste conclusies uit de beoordeling van de ontwerp schetsen zijn, dat
- een meerderheid kiest voor de integrale beplantingsmethode,
- dat de integrale beplantingsmethode vooral wordt gewaardeerd omdat deze gelijk al resultaat geeft, vanwege de open structuur, de natuurlijkheid, het volle landschapsbeeld en de veiligheid.

3 *Fotosimulatieonderzoek bewoners nieuwbouwwijk*: Door middel van een fotosimulatie is in dit deelonderzoek een beeld geschetst van hoe een open gebied (weiland) kan veranderen in een recreatiegebied

volgens zowel de blijvers-wijkers als de integrale beplantingsmethode. Aan de bewoners van een nieuwbouwwijk is gevraagd naar zowel de maatschappelijke als de economische waardering van de twee beplantingsmethoden. De belangrijkste conclusies uit dit onderzoek zijn, dat :

- er weinig verschillen gevonden zijn tussen de blijvers-wijkers en de integrale beplantingsmethode,
- als er dan toch een recreatiegebied moet komen (men wil eigenlijk dat het een weiland blijft) kiest men voor de integrale beplantingsmethode,
- meer gebruik gemaakt zal worden van het gebied aangelegd volgens de blijvers-wijkers beplantingsmethode,
- men het gebied, aangelegd volgens de integrale beplantingsmethode, veiliger vindt.

4 *Interviews met woningmarktdeskundigen*: In interviews met makelaars en projectontwikkelaars is ingegaan op de economische gevolgen van de aanleg van recreatiegroen op de waarde van onroerend goed. Hierbij is ook gevraagd naar de economische gevolgen van de twee verschillende beplantingsmethoden, die er zijn om recreatiegroen aan te leggen. De belangrijkste conclusie is, dat

- er een iets hogere economische meerwaarde te verwachten is van recreatiegroen, dat volgens de integrale beplantingsmethode is aangelegd, omdat het groen sneller tot resultaat leidt en veiliger wordt gevonden.

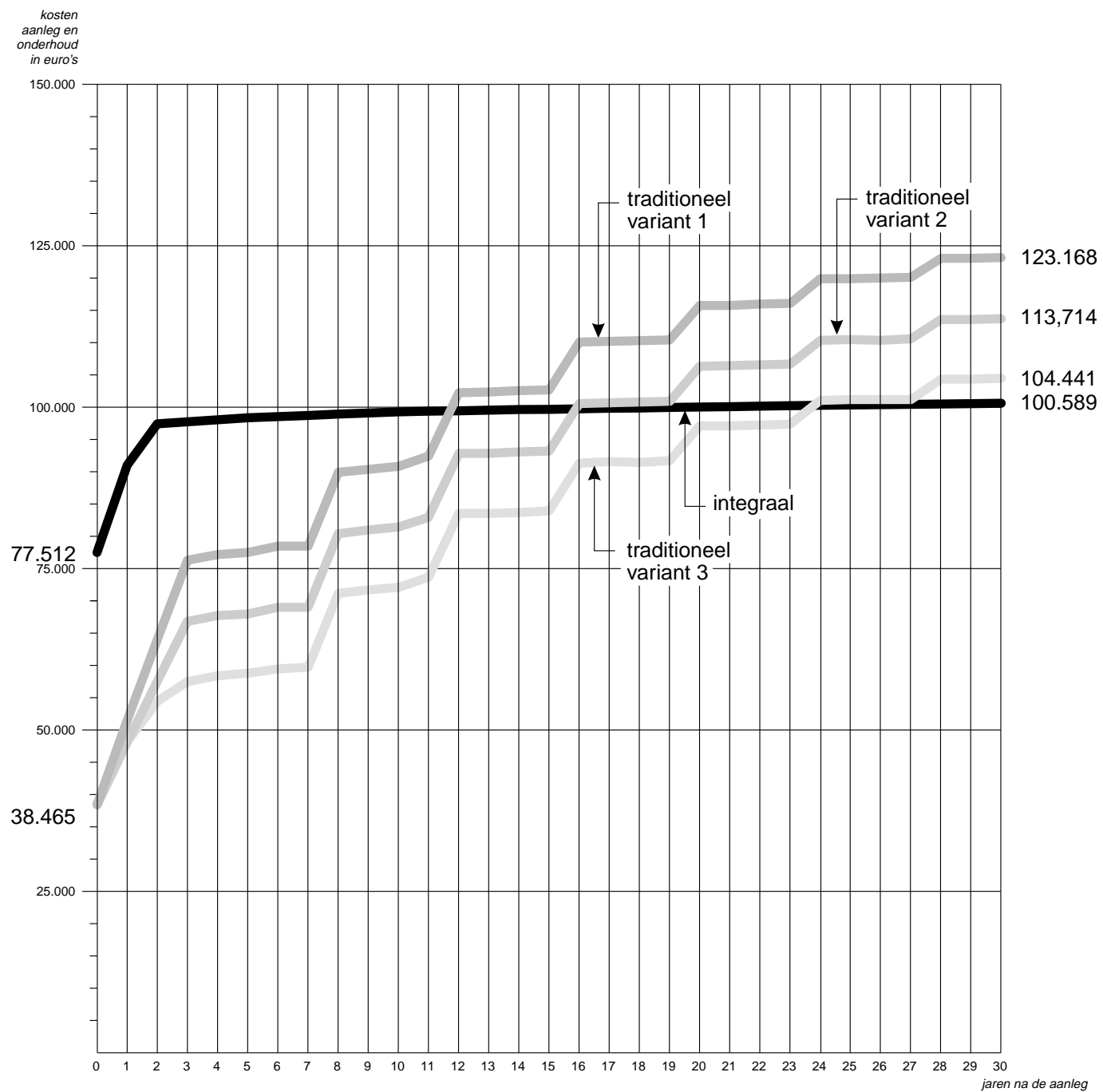
Alternatieve beplantingsmethode (traditioneel)

Deze methode begint met vlakken en stroken met daarin hoge solitaire boomvormen. Volgens de groeicurve moet in het 4^e - 7^e jaar na de aanleg de overgang plaatsvinden van vlakken en stroken in respectievelijk blokken en schermen, omdat dan de struiken boven ooghoogte uitgroeien. Door de standaarddunningen kan in het vierde en achtste jaar de functionaliteit van de schermen, afhankelijk van de eventuele hergroei na

Figuur 52

Case 3: Prins Bernhardbos, Hoofddorp

Cumulatieve kostenverloop aanleg en onderhoud in geïndexeerde contante waarde.



Gevoeligheidsanalyse met betrekking tot het aantal schoffelbeurten in de eerste 3 jaar na de aanleg.

- Variante 1: 8 - 8 - 8
- 2: 6 - 6 - 6
- 3: 6 - 4 - 2

de dunning en van de breedte van het plantvak enige tijd verminderen. Gelet op de ruime aanwezigheid van de rode²⁷ cirkels betekent dit, dat de elementen in hoofdzaak in de concurrentievorm zullen opgroeien. De omvang van de beplanting vertoont tussen de 20 en 30 jaar na de aanleg van beide beplantingsmethoden sterke gelijkenis.

Gedurende de ontwikkeling daarna gaan de boomkronen zich verder sluiten waardoor de schaduwwerking toeneemt. In de leeftijd van 60 jaar en ouder sterven de essen en de struiken af en blijven de eiken over.

Veldwaarneming

Op basis van een veldbezoek aan de aangrenzende plantvakken (gearceerd aangegeven op figuur 43) in de zomer van 2003 wanneer de beplanting in het vierde groeiseizoen verkeert, blijkt, dat de aanplant van eik en es vanuit een aanvangshoogte tot 1 meter zich op een hoogte van 1,00 - 2,00 m bevindt en de elzen op 3,00 - 4,00 m. Uitgaande van de groeicurven en het sortiment uit figuur 27 is het beeld (1,00 - 2,00 m hoogte) daarmee vergelijkbaar. Er hebben nog geen dunningen plaatsgevonden, ook niet tussen de elzen. Kenmerkend voor de aanplant is de dichte structuur (figuur 49). Deze aanplant is aangelegd volgens de traditionele beplantingsmethode de landelijke variant.

Kostenaspect

1 Eenheidsprijzen/werkwijze

Op basis van de in stap 1 en stap 3 beschreven werkzaamheden, heeft op basis van eenheidsprijzen (appendix 3, kostenberekening cases tabel XI) een omrekening plaatsgevonden naar de totaalkosten van de aanleg- en onderhoudskosten van elke beplantingsmethode afzonderlijk. Deze omrekening is uitgevoerd door een speciaal ontwikkelde computerprogrammatuur SIMGRO PP (Centen, 1998; Annevelink et al., 2000). De normtijden voor de aanleg van het grote plantmateriaal volgens de integrale beplantingsmethode zijn door metingen tijdens de aanlegwerkzaamheden bepaald. De normtijden voor de traditionele methode waren bekend.

2 Kostenstaat

In de tabellen VII t/m X (appendix 3, kostenberekening cases) zijn voor de integrale en de traditionele beplantingsmethoden met drie varianten opgenomen. In de eerste kolom zijn de totale kosten per jaar berekend op basis van de gegevens uit stap 1. Vervolgens zijn de bedragen in de kolommen 2, 3, 4, en 5 geïndexeerd, is de contante waarde berekend en zijn de gegevens in kolom 6 cumulatief gemaakt.

3 Grafiek

In de grafiek (figuur 52) zijn op de horizontale as de jaren na de aanleg aangegeven en op de verticale as de kosten. De hoge kosten van het vrijhouden van ongewenste kruiden gedurende de eerste drie jaren na de aanleg en de dunningen bepalen het stijgende verloop van de grafiek bij traditioneel. De integrale methode start met ongeveer de dubbele aanlegkosten. De belangrijkste kostenpost direct na de aanleg bij deze methode is het water geven. Het vlakke verloop van de grafiek bij de integrale methode wordt veroorzaakt door de lage onderhoudskosten. Tussen het 12^e jaar (variant 1) en het 24^e jaar (variant 3) na de aanleg is het omslagmoment zichtbaar, waarbij de aanleg- en onderhoudskosten volgens de traditionele methode de aanleg- en onderhoudskosten van de integrale methode gaan overstijgen.

Evaluatie

1 Verhouding eiken/essen

Met de verhouding eiken-essen was in dit beplantingsplan van de gegeven verhouding volgens plan uitgegaan van ongeveer een es op twee eiken. Bij de gehanteerde plantafstanden (FIGUUR 45A) zullen bij deze verhouding alle bomen tot 30 - 50 jaar na de aanleg in de vrijstandsvorm kunnen uitgroeien. Om ook daarna, dus na het afsterven van de es (65 jaar, 10 meter breed, tabel 12), alle eiken (200 jaar, 20 meter breed, tabel 12) in de vrijstandsvorm te kunnen laten doorgroeien, zal met behulp van het principe van *de overgenomen positie* van een andere verhou-

ding uitgegaan moeten worden. Dit in plaats van de eerder aangenomen identieke positie, omdat er voor dit aantal eiken (23) na het afsterven van de es (6), onvoldoende ruimte voor de eiken overblijft om tot 20 m breedte uit te groeien. Dit betekent voor het beplantingsplan een aanpassing: meer essen en minder eiken en de eiken en essen meer om en om plaatsen volgens dezelfde boomplaatsing en hetzelfde aantal bomen (235 stuks) als in het beplantingsplan. Bij een gemiddelde plantafstand van 10 meter, zoals in het beplantingsplan is gehanteerd, komen de eiken dan na 65 jaar door het afsterven van de essen op een afstand van gemiddeld 20 meter vrij te staan. Doorgroei in de vrijstandsvorm voor de eiken is uitgewerkt in FIGUUR 45D. De verhouding volgens de aanpassing wordt nu: een eik op twee essen (de eiken gaan in het plantvak van 23 naar 9 en de essen van 6 naar 20). Het totale aantal bomen blijft hetzelfde.

2 Kostenaspect

Bij de berekening van de cumulatieve aanleg- en onderhoudskosten is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd met drie varianten. Deze varianten hebben betrekking op een jaarlijkse afname van een aantal relatief dure schoffelbeurten als onderhoudsmaatregel voor de eerste drie jaar na de aanleg. Uitgezet op de grafiek wordt direct duidelijk dat het voordelige terugverdienmoment snel verder (24 - 27 jaar) na de aanleg komt te liggen. Wanneer vervolgens beplantingen worden beschouwd, die volgens de traditionele methode (landelijke variant) zijn aangelegd zonder schoffelbeurten en ook nog zonder dunningen, dan kan met zekerheid vastgesteld worden dat er geen terugverdienmoment meer optreedt. Houden met dit type beplanting de toepassingsmogelijkheden van de integrale beplantingsmethode op? We doelen hier op beplantingen, die enerzijds niet in het stedelijk gebied voorkomen en anderzijds ook niet als een spontane vegetatie zijn bedoeld. Beplantingen dus waar nog wel een typologie aan ten grondslag ligt: erfbeplanting, beplanting langs snelwegen en aangelegde recreatiebossen.

27 Een cirkel 'springt' tijdens de simulatie op rood wanneer de cirkels gedurende de groeibeweging meer dan de helft van de straal elkaar gaan overlappen (overgang van vrijstandsvorm naar concurrentievorm).

De hierboven gestelde vraag zal ik in hoofdstuk 6 'Discussie en aanbevelingen' beantwoorden.

5.5 Conclusies

Architectonisch aspect

Uit de vergelijking komt de verhouding tussen de traditionele en de integrale beplantingsmethode bij de realisering van de architectonische functies van beplantingen uit dezelfde gedefinieerde toestand in beplantingstypen (A) en constructies (B) als volgt naar voren:

Traditioneel

(A): Volgens de bepaling van de morfodynamische variabelen reikt gedurende 4 - 7 jaar na de aanleg de beplantingsmassa boven ooghoogte met een hoge functionaliteit. Dunningen verlagen tijdelijk de functionaliteit.

(B): De elementen groeien op in concurrentievorm. Door dunningen wordt de beoogde vrijstandsvorm niet of nauwelijks gerealiseerd. Het beoogde sortiment verandert blijvend omdat dunningen meestal niet tijdig of onvolledig worden uitgevoerd en omdat spontane opslag van houtige gewassen of doorgroei van wijkers de overhand krijgen.

Integraal

(A): Met de integrale beplantingsmethode zijn dezelfde beplantingstypen te realiseren als bij de traditionele beplantingsmethode. Het beplantingstype is direct na de aanleg aanwezig door de perspectivische werking van de als solitair voorkomende elementen, maar met een lage functionaliteit. Volgens de bepaling van de morfodynamische variabelen treedt gedurende 8 - 13 jaar na de aanleg de maximale functionaliteit op, wanneer de kritieke plantafstand was aangehouden.

(B): De elementen groeien op in solitair of vrijstandsvorm door te maaien (remming van de successie) in de directe omgeving van het element en moeten in deze vorm hun volledige levensduur kunnen doorlopen.

Kostenaspect

In de vergelijking komt de verhouding tussen de traditionele en de integrale beplantingsmethode bij de realisering van dezelfde architectonische functies van beplantingen over de aanleg- en onderhoudskosten gedurende de eerste dertig jaar na de aanleg als volgt te liggen:

x 1000 Euro	Aanleg		Onderhoud (30 jaar)		Totaal	
	traditioneel	integraal	traditioneel	integraal	traditioneel	integraal
Prins Bernhardbos	38	78	75 (gem.)	23	113	101
Bakenhof	36	58	112	26	148	84
Polderpark	41	78	77	23	118	101

- De *aanlegkosten* bij de integrale beplantingsmethode zijn ongeveer het dubbele.
- De *onderhoudskosten* bij de integrale beplantingsmethode zijn 60 - 75% lager.
- De *totale kosten* van de aanleg en het onderhoud zijn bij de integrale beplantingsmethode 10% - 40% lager.
- Het *terugverdienmoment*, het moment waarop de aanleg- en onderhoudskosten volgens de traditionele beplantingsmethode hoger worden, komt bij elke case voor en ligt tussen het 3^e en het 25^e jaar na de aanleg.

6.1 Inleiding

In dit onderzoek is de 'integrale' beplantingsmethode uitgewerkt, als een methode voor het ontwerpen van beplantingen met houtige gewassen. Een methode waarvan in het onderzoek is gebleken, dat dezelfde architectonische functies en beplantingstypen zijn uit te werken tot beplantingsplannen als bij de traditionele of gangbare beplantingsmethode en dat tegelijkertijd de menselijke ingrepen tot een minimum zijn terug te brengen. De beplanting gaat nu zelf het 'werk' doen, omdat de planning in ruimte en tijd gebaseerd is op de morfodynamische variabelen, zoals omvang, groeisnelheid en levensduur, die door op locatie gerichte omstandigheden bepaald zijn. De kennis over deze variabelen stelt de ontwerper in staat om deze planning zodanig uit te voeren, dat bij het maken van composities van houtige gewassen bij een gekozen omvang, groeisnelheid en levensduur, de planten vrijuit kunnen groeien en dat tegelijkertijd de architectonische functies vervuld kunnen worden. De beplantingsfilm maakt de morfodynamiek van de elementen, gebaseerd op deze variabelen, op een modelmatige wijze visueel. Uit deze film zijn ook de aanleg- en onderhoudskosten af te leiden. De bij een bepaald moment behorende gewenste grootte van de elementen is dan bepalend voor de aanvangsgrootte van een nieuwe aanleg. De onderhoudskosten komen vanaf dat moment automatisch in beeld.

6.2 Discussie

De beplantingsfilm is nu gebruikt als een computeranimatie om de groeibewegingen van plant, beplantingstype of beplanting te analyseren of te voorspellen. Deze filmische weergave biedt inzicht in de ruimtelijke werking van de architectonische functies en biedt inzicht in de ruimtelijke werking bij de bepaling van verschillende plantafstanden. Er

ontstaat een indruk van de ruimtelijke beleving en de transformaties van beplantingstypen zijn te volgen. Tot zover is de beplantingsfilm een nuttig hulpmiddel. Het woord 'film' is gekozen omdat er sprake is van opeenvolgende beelden per tijdseenheid, die beweging of groeibeweging weergeven. De groeibeweging verloopt in werkelijkheid echter zo langzaam, dat de waarnemer zich daarvan nauwelijks bewust is. In die zin is de beplantingsfilm de metafoor voor de groeibeweging als het elementaire levenskenmerk van plant, beplantingstype of beplanting. De metafoor laat zien dat de groeibeweging het wezenlijke kenmerk is bij het ontwerpen van beplantingen en daarmee een principieel vraagstuk in de landschapsarchitectuur. Op zichzelf is deze constatering geen nieuw gezichtspunt, maar ze krijgt wel meer betekenis door de op locatie gerichte bepaling van de morfodynamische variabelen, die de groeibeweging van de toe te passen elementen kwantificeert. Deze kennis opent nieuwe compositieve wegen: door het strategisch inzetten van omvang, groeisnelheid en levensduur van de elementen bij de bepaling van aanvangsgrootte, plantafstand en sortiment in het beplantingsplan. Hierdoor blijkt dat het effect van elke architectonische functie bij de aanleg al kan beginnen en dat de schoonheid van de beplanting, de ruimtelijke afwisseling en het gevoel van veiligheid ermee kan worden verhoogd. Met name de start met groter plantmateriaal, de rol die de vrijstandsvorm in de compositie krijgt toebedeeld en de ruimtelijk planning van de (maximale) uitgroei op de lange termijn leveren belangrijke architectonische effecten. Het benutten van de volledige levensduur van het plantmateriaal is een duurzaam gebruik van het materiaal en verhoogt de maatschappelijke betekenis ervan. Tevens zijn door de lage onderhoudsinspanningen economische voordelen te behalen in vergelijking met de blijvers- en wijkersbeplantingsmethode.

Hoewel de op locatie gerichte bepaling van de morfodynamische variabelen een verbetering is ten opzichte van de huidige werkwijze blijft het onvermijdelijk, dat er een bepaalde variatie aan onvoorspelbare of spontane verschijnselen optreedt: zoals doorgroeien van zaailingen, omwaaien, sterfte, ziekte, achterblijven van de groei of langer doorgroeien. Deze verschijnselen zijn echter eigen aan de groei van planten en worden dan ook als een algemeen verschijnsel geaccepteerd. Deze variatie dient zich na de aanleg echter wel binnen zekere marges af te spelen en binnen de onderzochte ruimte van de (maximale) omvang in de ouderdomsfase om niet de architectonische functies in gevaar te brengen. Ter verkleining van dit gevaar dient het onderhoudsplan dan ook als vanzelfsprekend, duurzaam, ondubbelzinnig, eenvoudig en logisch uit het beplantingsplan voort te vloeien. Zo'n plan zou bijna overbodig moeten zijn of nog slecht minimale aanwijzingen dienen te bevatten. Het onderhoudsplan behorende bij een integrale beplantingsmethode voldoet aan deze eisen, omdat er bijvoorbeeld geen (ingewikkeld) dunningsregime is voorgeschreven.

Naar aanleiding van een artikel: "Naar een integraal beplantingsplan" (Ruyten, 1996) heeft Van der Tol (1998) onderzoek gedaan naar groeivormen van heesters en berekeningen gemaakt over de aanleg – en onderhoudskosten van de integrale beplantingsmethode. Zij stelt vast in de evaluatie van haar onderzoek, dat het veel uitmaakt in welke situaties de methode toepast, dat de methode in sommige gevallen te idealistisch is en dat er nog wel verschillende tussenstappen zijn te maken. Haar onderzoek is een aanzet tot het in de praktijk 'uitproberen' van de verschillende beplantingsmethoden. Zij stelt, dat alleen op die manier het beste is te onderzoeken welke methode waar werkt.

Om de praktische gevolgen en de ruimtelijke werking van de op theorie gestoelde integrale beplantingsmethode te evalueren dienen uitgevoerde projecten over een langere periode geobserveerd te worden.

6.3 Toepassing

Bij kleinschalige projecten in de sfeer van particuliere tuinen is de integrale methode voor vrijstandsvormen van houtige gewassen bruikbaar. Door de in de regel aanwezige grote dynamiek vraagt het extra aandacht om de levensduur van planten en de daarmee gepaard gaande uiteindelijke omvang op deze dynamiek af te stemmen.

Voor projecten in de sfeer van de omgeving van grotere gebouwen van stichtingen, instellingen of bedrijven biedt de beplantingsfilm een doorkijk in de toekomst. Op deze wijze wordt duidelijk hoe afstemming plaatsvindt tussen het zicht op of de uitstraling van het gebouw en het aangrenzende groen.

Met betrekking tot grootschalige projecten in het stedelijk groen is de integrale beplantingsmethode van toepassing. Bijvoorbeeld op het gebied van omvorming van beplantingen, die in de jaren '60 zijn aangelegd op basis van bosplantsoen, waarbij de beplanting veel onderhoud vraagt, kwalitatief laag is en door de dichte beplantingsstructuur een gevoel van onveiligheid geeft. Wanneer een nieuwe aanleg aan de orde is, levert de start met groter plantmateriaal op ruimere plantafstanden direct gebruiksklaar woongroen op, een veilig gevoel en een aantrekkelijke uitstraling. Deze kwaliteiten komen ten goede aan een aangenaam woon- en leefklimaat en doen recht aan de vaak gehoorde en gelauwerde sfeeraanduiding 'wonen in het groen'.

De integrale beplantingsmethode is operationeel voor kleinschalige projecten in landelijke gebieden, waarbij de beplanting wordt aangelegd met architectonische functies: erfbeplantingen, beplantingen langs snelwegen, inpassinggroen van agrarische, recreatieve, waterschapkundige en overige objecten.

Om de integrale beplantingsmethode ook bruikbaar te maken voor grootschalige projecten in het landelijk

gebied, zoals voor de omvorming van productie- naar recreatiebossen of nieuwe aanleg, vraagt dit om een afstemming tussen:

- landschaparchitectuur: Komen er architectonische functies voor? Hoe beleeft de recreant, bezoeker het object? Hoe verloopt de beplanting als een beplantingsfilm? en
- bosecologie en bosbeheer: op locatie gerichte ervaringsfeiten van het sortiment (omvang, groeisnelheid en levensduur) en natuurontwikkeling.

Als voorbeeld van een dergelijke beplanting volgens de integrale beplantingsmethode kan gedacht worden aan de toepassing van vrijstandsvormen in grotere afmetingen afgewisseld met concurrentievormen in half open bosachtige begraasde weidegebieden (Pott et al., 1991; Vera, 1997). Bijvoorbeeld een solitaire eik beschermt door een kraag van sleedoorn of meidoorn, in kleinere aanvangsmaten, die als concurrentievormen opgroeien.

Bovenstaande gedachte over deze vorm van grootschalige projecten vraagt om meer verdieping en een verdere uitwerking.

Voor de realisering van de beplantingsfilm trekken ontwerper/'groenconstructeur', aannemer en boomkweker samen op. Dit betekent dat de boomkweker de groei van zijn planten volgt in het uitgevoerde project en het plantmateriaal op het gebruik evalueert ten behoeve van de opkweek op de kwekerij, dat de aannemer afstemt met de boomkweker over het optimale tijdstip en de beste wijze van planten en dat de ontwerper/'groenconstructeur' zelf de planten uitzoekt op de kwekerij en het bestek tijdig aanpast, wanneer de (klimatologische) omstandigheden zich onverwacht wijzigen in gevallen van veel of weinig neerslag of voorjaarsnachtvorsten.

Niet alleen de op locatie gerichte morfodynamische variabelen (omvang, groeisnelheid en levensduur) uit het groeicurvenonderzoek zijn bepalend, maar ook

boomkwekers zouden op basis van eigen gegevens data van hun plantmateriaal kunnen aanleveren, die bruikbaar zijn voor de beplantingsfilm.

De beplantingsfilm is als een 'beeldkwaliteitsfilm' te beschouwen vergelijkbaar met het huidige 'beeldkwaliteitsplan', dat nu voor de (her)ontwikkeling van woongebieden gemaakt wordt.

De vraag naar het uitgangsmateriaal van grotere bomen en struiken zal zich in kwalitatieve zin wijzigen en de boomkwekerijsector zal zich hierop moeten gaan instellen. Dit betekent dat er nieuwe of aangepaste kweek- en aanplantmethoden moeten worden ontwikkeld door de toenemende vraag naar groter plantmateriaal. De afnemers zullen naast de maximale omvang ook geïnteresseerd zijn in de groeisnelheid en de levensduur, die de planten onder op locatie gerichte groeivoorwaarden en bij het geëigende beheer bereiken. Er zijn aanwijzingen, dat boomkwekers een garantie kunnen afgeven, voor de groeiontwikkeling gedurende tien en wellicht meer jaren na de aanleg. Deze garanties zijn in bestekken vast te leggen. De boomkweker blijft dan de houtige gewassen gedurende die periode begeleiden.

Als voorbeeld van een bestek heeft de Provincie Noord-Brabant in haar bestek, besteknummer 266.01.02.2004 (2004), het inboeten van groter plantmateriaal als volgt omschreven: "Plantmateriaal bedoeld voor het inboeten dient een vergelijkbare habitus en een 1 maat zwaardere maatvoering te hebben als het vergelijkbare, resterende plantmateriaal."

6.4 Aanvullend onderzoek

Om ten behoeve van de toepassing van de integrale beplantingsmethode aanvullende informatie over de maximale omvang, groeisnelheid en de levensduur te krijgen, blijkt al gauw, dat bij een eenvoudige enquête een grote spreiding van resultaten optreedt (appendix 1). De klankbordgroep van het Prins Bernhardbos is van mening, dat kennis over de op locatie gerichte morfodynamische variabelen van houtige gewassen

uit het sortiment zou moeten worden gemobiliseerd en gecentraliseerd. Deze kennis bevindt zich nu nog verspreid onder boomkwekerijen en -organisaties, proefstations, dendrologen, botanische tuinen, gemeenten, landschapsarchitecten, bosbouwkundigen, bos- en groenbeheerders, hoveniers, de Bomenstichting, Staatsbosbeheer, universiteiten en opleidingsinstituten. Met name het probleem van de grote spreiding in de onderzoeksresultaten over de morfodynamische variabelen kan worden opgelost door een grotere eenduidigheid van informatie op dit punt te bewerkstelligen.

Over welke kennis gaat het en wat is met deze kennis te doen?

- 1 de morfodynamische variabelen enerzijds en het sortiment anderzijds: hoe gedraagt een plant X zich (omvang, groeisnelheid, levensduur) op een plaats Y (bijvoorbeeld in Nederland)?

Onder plant X moet de verzameling planten worden verstaan, die in een beplanting bruikbaar zijn of hun bruikbaarheid hebben bewezen, zijnde het sortiment. Uitgaande van dit sortiment zouden de op locatie gerichte morfodynamische variabelen moeten worden verzameld.

Aan een *'repertorium'*, bestaande uit de meest toegepaste houtige gewassen in Nederland, zou een databestand hiervan kunnen worden toegevoegd.

- 2 De wijze waarop de op locatie gerichte morfodynamische variabelen worden bepaald.
Is de in dit onderzoek beschreven methode voor de bepaling van de morfodynamische variabelen geschikt om op grote schaal toegepast te worden?

Daarvoor dient de integrale beplantingsmethode geëvalueerd, verbeterd en zo nodig uitgebreid te worden met methodieken uit de houtmeetkunde, extra grondonderzoek (zuurgraad) of met meer verfijnde determinatie van soort en cultivar van de geïnventariseerde plant.

Met bovenstaande kennis kunnen op een snelle en betrouwbare wijze al ontwerpend groeisimulaties van bomen en struiken of combinaties hiervan in vrijstands- of concurrentievormen worden uitgevoerd, waaruit een beplantingsfilm voortkomt. Door de koppeling met SIMGRO PP (paragraaf 5.4.3) worden tegelijkertijd de aanleg- en onderhoudskosten cumulatief op elk moment van de film in beeld gebracht. Deze informatie verschaft de ontwerper/'groenconstructeur' de mogelijkheid om het optimum te bepalen wanneer de beplantingsfilm moet laten beginnen. Het optimum wordt gevonden tussen het gewenste begin (aanvangsgrootte) en de financiële mogelijkheden voor de aanleg en het onderhoud (bijvoorbeeld gedurende de eerste 30 jaren na de aanleg).

Het is een volgende stap om het bovengenoemde databestand, de SIMGRO PP-programmatuur en de SALIX-simulaties verder te ontwikkelen tot een gebruiksvriendelijke ontwerpmethodiek voor een brede doelgroep: studenten (onderwijs), tuin- en landschapsarchitecten, architecten, stedenbouwkundigen (bedrijfsleven), ecologen en stedelijke groen- en bosbeheerders (overheid en semi-overheid). Daarnaast blijft het interessant de huidige stand van zaken met betrekking tot moderne visualiseringstechnieken, zoals het AMAP-computerprogramma, te blijven volgen en te evalueren in de richting van bovengenoemde ontwikkelingen.

Literatuur

- Annevelink, E. et al. (2000) / *Kostenvergelijking Prins Bernhardbos* / IMAG, Wageningen.
- Anonymus, (2000) / *Snoeien openbaar groen* / Witte Weekblad aan de Rijn.
- Asperen, H.S. van (1983) / *Samenhang ontwerp-uitvoering bij het scheppen en instandhouden van de groenvoorzieningen* / Proefschrift Landbouwwuniversiteit Wageningen.
- Atsma, J. (1994) / *Stadsbomen Vademecum* / deel 3: Verzorging, IPC Groene Ruimte, Arnhem, Ministerie van Landbouw, Den Haag.
- Avery, T.E. et al. (1994) / *Forest measurements* / (4e druk) McGraw – Hill, inc., New York, pag.: 265.
- Baljon, L. (2001) / *Lezing Internationaal Groenforum*, Baarn.
- Balk, J.Th. (1979) / *Een kruiwagen vol bomen* / Stadsdrukkerij van Amsterdam.
- Baumeister, Th. (2001) / *De filosofie en de kunsten van Plato tot Beuys* / DAMON bv.
- Beije, H.M. et al. (1994) / *Levensgemeenschappen* / (3e herziene druk) deel 1: Bos- en natuurbeheer in Nederland, Backhuys Publishers, Leiden.
- Bell, S. (1993) / *Elements of visual design in the Landscape* / E. Spon, Londen.
- Berg, v.d.A. et al. (2002) / *De maatschappelijke en economische waardering van beplantingsmethoden in stedelijk groen* / Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte, Wageningen.
- Bidwell, R.G.S. (1979) / *Plant Physiology* / (2e druk) Macmillan Publishing Co., Inc. New York, pag.: 379- 385.
- Biemen, H.v. et al. (1993) / *Natuurlijk snoeien* / Kosmos - Z & K Uitgevers, Utrecht/Antwerpen.
- Bijhouwer, J.P.T. (1939) / *Het vraagstuk der plantengroepering* / Landbouwwuniversiteit Wageningen.
- Boer, K. et al. (1993) / *Ecologisch groenbeheer in de praktijk* / I.P.C. Groene Ruimte, Arnhem.
- Boer, R.W. (1857) / *Bijdrage tot de kennis der houtteelt* / W.E.J. Tjeenk Willink, Zwolle.
- Boer, W.C.J. (1979) / *Stedelijk groen* / deel 1 en 2, Vakgroep landschapskunde en ecologie, afdeling bouwkunde TH Delft.
- Bongers, W. (1990, 1992) / *Fauna van bossen* / Cursus H050 - 206, Landbouwwuniversiteit Wageningen.
- Boone, P. en F. van der Zanden (1986) / *Bosplantsoen in de stad – Beeld en Beheer* / Ontwerpgroep Boverterritoriaal, D.O.W. Groenvoorzieningen, Amsterdam.
- Boot & Co. (1996, 1998) / *Compleet in functioneel groen* / Boot & Co. Boomkwekerijen bv, Boskoop, Zundert.
- Bosman, P. en H. Rossingh (1986) / *Ontwerp en beheer in relatie tot het beeld van de beplanting* / Landbouwwuniversiteit Wageningen.
- Bouchon, J. et al. (1997) / *Modélisation et simulation de l'architecture des végétaux* / INRA Editions, Versailles, pag.: 344 - 349.
- Brahe, P. et al. (1990) / *Grundsätze für die funktionsgerechte Planung, Anlage und Pflege von Gehölzpflanzungen* / Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. Bonn.
- Brahe, P. et al. (1999) / *Leitfaden für die Planung, Ausführung und Pflege von funktionsgerechten Gehölzpflanzungen in besiedelten Bereich* / FLL, Bonn.
- Brahe, P. (1999) / *Konkurrenzprozesse innerhalb Gehölzpflanzungen* / Neue Landschaft pag.: 381 - 382.
- Brahe, P. et al. (2001) / *Vergleich von Aufbaumethoden für Gehölzpflanzungen* / Stadt und Grün pag.: 361 - 365.
- Centen, J.H.W.M. (1998) / *Computerondersteunende kostenberekening van beplantingsplannen* / Afstudeerscriptie, IMAG-DLO, Wageningen.
- Clarke, G. (1986) / *Wat u moet weten over snoeien* / Zomer & Keuning, Boeken BV, Ede.
- Clouston, B. (1977) / *Landscape Design with Plants* / Van Nostrand Reinhold Company Inc. New York.
- Colen, S.J.A. (1998) / *Mondelinge mededeling*. Gemeente Elst.
- Cremers, E. et al. (1981) / *Bolwerken als stadsparken* / Vakgroep Landschapskunde en ecologie / TH Delft.
- Darthuizer Vademecum (1994) / *Catalogus* / Drukkerij de Bruin, Noordbroek.
- Delft, H. van (1985) / *Polderpark* / Plan no. 4.
- Delft, H. van (1989) / *Ervaringen met het ontwikkelen van een groenstructuur in Almere-Buiten* / Groen, pag.: 26 - 31.
- Dijk van, P.J.S. (1968) / *Plantkunde voor tuinbouwscholen*, dr. E.F. Jacobi / (5e druk) Tjeenk Willink, Zwolle.
- Doorenbos, S.G.A. (1936) / *Groen en Bloemen in Den Haag*.
- Engels, A. (2000) / *Nieuwe beplantingsmethode verandert institutionele markt* / De Boomkwekerij, no. 39: pag.: 27 t/m 29.
- Fontaine, F.J. (1985) / *Elementaire beplantingsleer* / Landbouwwuniversiteit Wageningen.
- Geene, M. van (1997) / *Groeiontwikkeling eiken* / Scriptie Internationale Agrarische Hogeschool Larenstein te Velp.
- Gevers, D.T. (1832) / *Verhandeling over de Hout-teelt: het Snoeijen of Beitelen van het opgaande Houtgewas* / Maatschappij ter bevordering van den Landbouw, Amsterdam.
- Groen no. 5 (2003) / *Veiligheid in groen*, Discussie over kwaliteit van het groen / tijdschrift Hoonte Bosch & Keuning, Utrecht.
- Groen, J. van der (1669, 1687) / *Den Nederlandtsen Hovenier* / Stichting Matrijs Utrecht (Oldenburger – Wijnands, 1998).
- Grounds, R. (1973) / *Het complete snoeiboek* / Uitgeverij Helmond, Helmond.
- Haak, A.J.H. et al. (1973) / *De menselijke maat* / Afdeling Bouwkunde, T.U. Delft.
- Hackett, B. (1979) / *Planting Design* / E & FN Spon Ltd, Londen.
- Hartogh Heys van Zouteveen, H.F. (1908) / *Boomen en heesters in parken en tuinen* / P. van Belkum Az., Zutphen.
- Heusden, W.R.M. van et al. (1994) / *Ideeënboek beplantingen* / Landinrichtingsdienst, Utrecht.
- Houtzagers, G. (1956) / *Houtteelt der gematigde luchtstreek* / Tjeenk Willink, Zwolle, delen 1 en 2.

- Huxley, A. (1978) / *Tuinieren door de eeuwen heen/Waanders b.v., Zwolle.*
- IMAG-DLO (1994) / *Tijdnormen groenvoorzieningen en buitensportaccomodaties/Wageningen UR.*
- Jager, K. en A. Oosterbaan (1994) / *Aanleg van gemengde loofhoutbeplantingen met inheemse soorten/ Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Wageningen.*
- Jansen, J.J. et al. (1996) / *Opbrengsttabellen voor belangrijke boomsoorten in Nederland/ IBN rapport 221, Wageningen UR, pag.: 105.*
- Janson, T.J.M. et al. (1994) / *Stadsbomen Vademecum/ deel 4: Boomsoorten en gebruikswaarde, IPC Groene Ruimte, Arnhem; Bomenstichting, Utrecht.*
- Jong, de E.A. (1993) / *Natuur en Kunst, Nederlandse tuin- en landschapsarchitectuur 1650 - 1740/ Uitgeverij Thoth, Amsterdam.*
- Jong, de E.A. et al. (1995) / *Tuinkunst 1/ Architectura & Natura, Amsterdam.*
- Josseling de Jong, F. de (1980) / *Een verkenning van de toepassing van gemengde inheemse beplanting in het stedelijk gebied/ Landbouwwuniversiteit, Wageningen.*
- Kalkhoven, J.Th.R. et al. (1984) / *Vogelgemeenschappen en vegetatie in essenhakhout/ De levende natuur no. 1, pag.: 3 - 9.*
- Kerkstra, K. (1996) / *Inleiding landinrichtingswetenschappen I/ deel C: Landschapsontwerp en landinrichting, Landbouwwuniversiteit Wageningen.*
- Kessel, E. et al. (1994) / *ir. Jacoba Mulder (1900 - 1988)/ Dienst Ruimtelijke Ordening Stadsdrukkerij, Amsterdam.*
- Kluckert, E. (2000) / *Europese Tuinkunst van de oudheid tot heden/ Mohn Media-Mohndruck GmbH, Gütersloh.*
- Koning, J. de et al. (2000) / *Nederlandse Dendrologie, dr. B.K. Boom/ (13e druk) H. Veenman & Zn., Ede.*
- Koster, A. (1989) / *Stedelijk groen natuurlijker/ Adviesgroep vegetatiebeheer, Den Haag.*
- Koster, A. (1998) / *Ecologisch beheer van beplantingen in stedelijk gebied/ IBN-DLO, Wageningen.*
- Koster, A. (2001a) / *Openbaar groen op ecologische grondslag/ proefschrift, Wageningen UR.*
- Koster, A. (2001b) / *Ecologisch groenbeheer/ Alterra, Stadswerk, Schuyt & Co., Haarlem.*
- Laan, H. van der et al. (1986) / *Natuurbos in Nederland een uitdaging/ Instituut voor Natuurbeschermingseducatie, Amsterdam.*
- Landwehr, J. & Sipkes C. (1974) / *Wilde plantentuinen/ Instituut voor Natuurbeschermingseducatie, Amsterdam.*
- Lappen, D. (2001) / *Sortimentskataloges 2001/ Nettetel, Duitsland.*
- Lammeren, R. van et al. (2001) / *SALIX, Simulatie Agenten voor Landschapsarchitectonisch en Virtueel Groenbeheer (X)/ Wageningen UR.*
- Lammeren, R. van et al. (2003) / *SALIX – 2, Simulatie Agenten voor Landschapsarchitectonisch Design in Virtual reality (X)/ Alterra, Wageningen.*
- Laren, A.J. van (1922) / *Decoratieve tuinbeplanting/ J. van Campen, Amsterdam.*
- Laumans, H.J. (1971) / *Het groen in de Bijlmermeer/ Dienst der Publieke Werken, Amsterdam.*
- Le Roy, L.G. (1973) / *Natuur uitschakelen, natuur inschakelen/ (2e druk) Ankh - Hermes B.V., Deventer.*
- Leeuwen, G. van et al. (1959) / *Landschap en Beplanting in Nederland/ H. Veenman & Zn. N.V., Wageningen.*
- Lisney, A. et al. (1990) / *Landscape Design Guide/ Volume 1 Soft Landscape/ Gower Publishing Company/ Engeland, USA.*
- Londo, G. (1977) / *Natuurtuinen en - parken/ (2e druk) Thieme, Zutphen.*
- Londo, G. (1991) / *Natuurtechnisch bosbeheer /deel 4, Pudoc, Wageningen.*
- Loudon, J.C. (1826) / *An Encyclopaedia of Gardening/ Longman, Rees, Orne, Brown, and Green, Londen.*
- Louwerse, D. (1979) / *De landschapsstijl ontwikkeling en nieuwe vormtaal in de 18e eeuwse tuinkunst/ Wageningen UR.*
- Maes, N.C.M. (1996) / *Bomen en Monumenten/ Rijksdienst voor de Monumentenzorg, Zeist.*
- Meer, van der P.J. (1995) / *Canopy dynamics of a tropical rain forest in French Guiana/ Grafisch Service Centrum Van Gils B.V., Wageningen.*
- Meijden, van der et al. (1990) / *Heukels' Flora van Nederland/ (21e druk) Wolters-Noordhoff, Groningen.*
- Navis, H. et al. (1987) / *Bosplantsoen in Amsterdam/ Dienst Openbare Werken, Amsterdam.*
- Nelson, W.R. (1985, 1979) / *Planting Design: A Manual of Theory and Practice/ Stipes Publishing Company, Illinois.*
- Nieuwenhuis, H. (1980) / *De ordentlycke tuyn/ De Walburg Pers, Zutphen.*
- Nijhuis, J. (2001) / *Verslag van het gesprek met H. Hobbelink/ Alterra, Wageningen UR.*
- Nobel, P. de (2001) / *Inventarisatie Prins Bernhardbos/ Vogelwerkgroep Zuid-Kennemerland, Haarlem.*
- Noord-Brabant, Provincie (2004) / *Besteknummer 266.01.02.2004, RAW systematiek.*
- Oldenburger, C.S. et al. (1996) / *Gids voor de Nederlandse Tuin - en Landschapsarchitectuur deel Oost en Midden/ De Hef publishers, Rotterdam.*
- Oldenburger, C.S. et al. (1998) / *Gids voor de Nederlandse Tuin - en Landschapsarchitectuur/ deel West, De Hef publishers, Rotterdam.*
- Olde Meierink, B. et al. (1995) / *Kastelen en Ridderhofsteden in Utrecht.*
- Oosterhout, P.F.M. et al. (1999) / *Restauratieplan park en tuinen Kasteel de Haar, Haartzuilen/ Stichting Kasteel de Haar, Nederlof Repro, Cruquius.*
- Opdam, P. et al. (1986) / *De betekenis van structuur en beheer van bossen voor de vogelrijkdom/ Nederlandse Bosbouw Tijdschrift pag.: 21 - 33.*
- Pannekoek en Schipper (1939, 1940, 1966, 1975, 1983) / *TUINEN/ deel 1: Ontwerpen, deel 2: Materialen en ontwerpgegevens, deel 3: Techniek van uitvoering en beheer, deel 4: Openbaar groen en recreatie (11e druk), Kosmos Amsterdam - Antwerpen ; Zomer en Keuning, Ede.*
- Petzold, E. (1849) / *Beiträge zur Landschafts- Gärtnerei/ W. Hoffmann & Sohn, Weimar.*
- Petzold, E. (1874) / *Fürst Hermann v. Pückler-Muskau in seinem Wirken in Muskau und Branitz, sowie in seiner Bedeutung für die bildende Gartenkunst Deutschlands/ Verlagsbuchhandlung von J.J. Weber, Leipzig.*
- Philip, M.S. (1983) / *Measuring Trees and Forests/ a textbook for students in Africa, The Division of Forestry, University of Dar es Salaam, pag.: 61-63.*
- Pott, R. et al. (1991) / *Die Hudelandschaften Nordwest-deutschlands/ Westfälisches Museum für Naturkunde, Münster.*
- Prak, N.L. (1973) / *De visuele waarneming van de gebouwde omgeving/ Afd. Bouwkunde TU Delft.*

- PPH (2000)/Prins Bernhardbos, proefproject voor beplanting met economische meerwaarde/folder.
- Randrup, T.B. (1999)/Proceeding from the Urban Greening and Landscape Architecture research symposium/Proceeding no. 2, Danish Forest and Landscape Research Institute, Hoersholm.
- Reh, W. (1995)/Arcadia en metropolis/Faculteit der bouwkunde, TU Delft.
- Reid, Grant W. (1993)/From concept to form in landscape design/J. Wiley, New York.
- Reuver, P.J.H.M. (1989)/Tussen beplantingsplan en eindbeeld/(1e druk) Stichting Praktijkonderwijs en Leerlingwezen voor bosbouw, cultuurtechniek en groene sector, Arnhem.
- Reuver, P.J.H.M. et al. (1997)/Tussen beplantingsplan en eindbeeld/(5e druk) IPC groene ruimte, Arnhem.
- Robinson, N.H. (1994)/The Planting Design Handbook/(1e druk) Gower Publishing, Hampshire, Engeland.
- Robinson, N.H. (2004)/The Planting Design Handbook/(2e druk) Ashgate Publishing Limited, Hants, Engeland.
- Rövekamp, C.J.A. et al. (1997), Inventarisatie van oorspronkelijk inheems genenmateriaal in Noord- en Midden Limburg/Dienst landelijk gebied, Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij.
- Ruyten, F. et al. (1994, 2002)/Beplantingsleer/(1e en 2e druk) Leidse Onderwijsinstellingen, Leiderdorp.
- Ruyten, F. (1994)/Toegepaste beplantingsleer/Leidse Onderwijsinstellingen, Leiderdorp.
- Ruyten F. (1996)/Naar een Integraal beplantingsplan/Groen 6, pag.: 35 - 38.
- Ruyten F. (1997)/Pflege und Plantzabstände: Der Integrale Bepflanzungsplan/Garten und Landschaft, München. pag.: 29 - 31.
- Ruyten F. (2000)/Wachsen und wachsen lassen/Garten und Landschaft, München, pag.: 27 - 30.
- Ruyten F. et al. (2000)/De integrale beplantingsmethode: een stap verder./Groen, no. 9: pag.: 43 t/m 47.
- Ruyten F. et al. (2001)/Kostenvergelijking Bakenhof/gemeente Arnhem.
- Schütz, P.R. et al. (1990)/Aanleg en beheer van bos en beplantingen/(3e druk) "De Dorschkamp", Uitgeverij Pudoc, Wageningen.
- Sijmons, D (1987)/Ooievaar, de toekomst van het rivierengebied/Stichting Gelderse Milieufederatie, Arnhem, pag.: 110.
- Simonds, J.O. (1997)/Landscape architecture: a manual of site planning and design/(3e druk) Mc Graw – Hill Companies, USA.
- Smienk, G. et al. (1993)/Nederlandse Landschapsarchitectuur/Academie van Bouwkunst, Uitgeverij Thoth, Amsterdam.
- Spierings, C.J.M. (1995)/Achterstallig onderhoud in groenvoorzieningen van gemeenten en recreatieschappen/Landbouw-Economisch Instituut – Dienst Landbouwkundig Onderzoek (LEI-DLO), Den Haag.
- Spijker, J.H. et al. (1998)/Groenrestproducten uit het gemeentelijk groen/IBN-DLO, Vereniging Stadswerk Nederland.
- Spijker, J.H. et al. (1999)/Groenwerk. Groenrestproducten deel 2/Alterra Wageningen, Stadswerk Nederland.
- Steenbergen, C.M. et al. (1985)/Architectuur en Landschap/Delftse Universitaire Pers, Delft.
- Sterck, F. (1997)/Trees and light, tree development and morphology in relation to light availability in a tropical rain forest in French Guiana/Proefschrift Landbouwwuniversiteit Wageningen.
- Stolk, T. (2000)/Park is direct klaar met integrale beplantingsmethode/Tuin & Landschap, no. 17, pag.: 40 t/m 42.
- Stortelder, A.H.F. et al. (1995)/Ecologisch beheer van beplantingen langs rijkswegen in Drenthe./IBN-DLO, Wageningen.
- Stortelder, A.H.F. et al. (1999)/Beheer van bosranden/KNNV, Utrecht.
- Strasburger – Dietrich von Denffer et al. (1978)/Lehrbuch der Botanik/Gustav Fischer Verlag, Stuttgart – New York.
- Thomas, K. (1990)/Het verlangen naar de natuur/Agon, Amsterdam.
- Tol, W. van der (1998)/Plantenkennis: groeivormen van heesters - integraal plantsysteem./scriptie I.A.H. Larenstein, Velp.
- Vahl, A.J. et al. (1980, 1998)/Loofhoutgewassen/Internationale Agrarische Hogeschool Larenstein.
- Velt, Y. in 't et al. (1999)/Bosplantsoen/I.P.C. Groene Ruimte, Arnhem.
- Vera, F.W.M. (1997)/Metaforen voor de wildernis/Helton Van Haeringen & Koninklijke Drukkerij De Swart.
- Vester, H. (1997)/The trees and the forest, the role of tree architecture in canopy development: a case study in secondary forests/Proefschrift Universiteit van Amsterdam.
- Vink, H.W. (1972, 1975)/Sierplanten kennis/Dictaat Rijks Hogere School voor Tuin- en Landschapsinrichting, Boskoop.
- Vissers, E. (2000)/Dynamisch ontwerpen met de groene ontwerpmiddelen/Scriptie Wageningen UR.
- Vogel, P. de (1967)/Boomteelt/E.L.T.O.-Serie, P. Noordhoff nv, Groningen.
- Vries, J. de (2003)/Ontwikkeling beplanting in openbaar groen 1950 - 2000/notitie, eerste concept.
- Walker, T.D. (1991)/Planting Design/(2e druk) John Wiley & Sons, New York.
- Wassink, W.Th. (1999)/Beekdallandschappen/Proefschrift Wageningen Universiteit.
- Watering, van de J. (1985)/Plananalyse Amsterdamse Bos/doctoraalproject Wageningen UR.
- Westhof, V. et al. (1974)/Wilde Planten/(2e druk) deel 3, Vereniging tot behoud van natuurmonumenten in Nederland, de Lange/van Leer n.v., Deventer, pag.: 348.
- Westhof, V. et al. (1975)/Plantengemeenschappen in Nederland/(2e druk) B.V.W.J.Thieme & Cie, Zutphen.
- Wiegiersma, L. et al. (1988)/Toegepaste beplantingsleer/Landbouwwuniversiteit Wageningen.
- Wimmer, C.A. (1989)/Geschichte der Gartentheorie/Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt.
- Zijlstra, B. (1986)/Nederlandse Tuinarchitectuur tussen 1850 - 1940/Nederlandse Tuinenstichting.
- Zijlstra, B. (1987)/Nederlandse Tuinarchitectuur II tussen 1850 - 1940/Nederlandse Tuinenstichting.

Appendix 1 Bepaling morfodynamische variabelen

(F. Ruyten, 2005)

Voor het bepalen van de morfodynamische variabelen is naar een generieke methode gezocht. Deze methode dient met een minimaal aantal parameters onder lokale omstandigheden voldoende informatie op te leveren om een modelmatig inzicht te krijgen over de omvang, groeisnelheid en levensduur van een plant in een beplantingstype of beplanting. Dit modelmatige inzicht wordt weergegeven door een Cd-rom zoals deze aan het proefschrift is toegevoegd (appendix 2).

Logistische of S-curve

De toename in hoogte en breedte van houtige gewassen kan worden weergegeven door twee groeicurven: de logistische en de lineaire. De *logistische of S-curve*²⁸ (figuur 1a en b, appendix) benadert meer de werkelijkheid. Om deze curve te bepalen dienen echter volgens de Genstat-programmatuur op verschillende leeftijden van de plant hoogte- en breedtematen te worden opgegeven (Annevelink et al., 2000).

Ten behoeve van de beplantingsfilm van het Prins Bernhardbos is uitgegaan van de logistische curve. Annevelink et al. (2000) hanteren voor struiken beginnend in de ouderdomsfase op:

- 12 jaar: 6 meetgegevens met intervallen van twee jaar,
- 14 jaar: 7 meetgegevens met intervallen van twee jaar,
- 16 jaar: 8 meetgegevens met intervallen van twee jaar,
- 18 jaar: 9 meetgegevens met intervallen van twee jaar,
- 22 jaar: 11 meetgegevens met intervallen van twee jaar.

voor bomen beginnend in de ouderdomsfase op:

- 37 jaar: 8 meetgegevens met intervallen van vijf jaar,
- 42 jaar: 9 meetgegevens met intervallen van vijf jaar.

Om deze gegevens te verkrijgen dient één plant langdurig te worden gevolgd of er moet getracht worden

aan de hand van meerdere planten deze gegevens te reconstrueren. Daarvoor is nodig om planten van dezelfde soort en van verschillende leeftijden binnen een bepaald gebied met dezelfde groeiomstandigheden op te meten in de veronderstelling, dat de gemeten planten representatief zijn voor de lokale populatie. Zowel het langdurig volgen van de groei, als het opmeten van dezelfde plantensoorten van verschillende leeftijden impliceert een omvangrijk werk, waarvoor in de praktijk normaal geen tijd is. Daarenboven is het nog maar de vraag of van de gewenste soorten voldoende representanten van verschillende leeftijden wel te vinden zijn.

Vereenvoudigde lineaire groeicurve

Een eenvoudigere functie om de groei van een plant te beschrijven en die aanzienlijk minder onderzoekstijd vraagt, is de *lineaire* (figuur 1c en d, appendix). Om deze functie te bepalen behoeft slechts op twee leeftijdsmomenten de omvang bekend te zijn. Deze twee momenten zijn de aanvangsgrootte (1^e parameter) en de grootte op een later tijdstip (2^e parameter). Als het begin- en eindtijdstip van deze periode met de bijbehorende grootten (uitgedrukt in hoogte- en breedtematen) bekend zijn, kunnen de tussenliggende waarden door interpolatie worden verkregen. Om het begin van de ouderdomsfase, dat gekoppeld is aan de maximale uitgroei, vast te kunnen leggen, zal altijd een 3^e parameter bekend moeten zijn (figuur 2a, appendix). De vraag is echter of kan worden volstaan met alleen deze lineaire benadering ten behoeve van de modelmatige weergave in de beplantingsfilm zonder deze derde parameter te kennen.

Om dit vraagstuk nader te bestuderen zijn uit het sortiment representanten genomen van snelle groeiers (vlier, populier) en van langzame groeiers (Japanse esdoorn, eik). Alleen uit verschillende bronnen zijn ge-

gegevens van deze soorten gevonden over de afmetingen bij een bepaalde leeftijd (jaren na aanleg). In figuur 2 (appendix) is het verloop van de groei van deze soorten weergegeven. De aanvangsgrootte bij de vlier en de Japanse esdoorn zijn ontleend (bestelmaten) aan de catalogus van Boot & Co. (1996, 1998).

Er is hier uitgegaan van een periode van 30 jaar na de aanleg. Er wordt aangenomen, dat de belangrijkste vormontwikkeling bij de meeste houtige gewassen tot 30 jaar na de aanleg plaatsvindt met extremen naar beneden en naar boven.

Om de verschillen tussen de S-curve en de lineaire curve aan te geven is tussen de begin- en eindmaat een lijn getrokken. Bij langzaam groeiende planten komen de beide curven nagenoeg met elkaar overeen, bij snelgroeiende planten worden de verschillen tussen de beide groeicurven echter groter. De gevolgen voor de omvang van de plant op hetzelfde tijdstip volgens de verschillende groeicurven zijn in de grafiek ingetekend. Deze verschillen kunnen groter worden, wanneer van sneller groeiende bomen en struiken wordt uitgegaan dan welke in 2a en c (appendix) zijn getekend. Uit figuur 2a (appendix) volgt, dat de lineaire groeicurve uiteraard niet de afmetingen en het moment aangeeft waarop de maximale uitgroei of ouderdomsfase intreedt. Bij langzame groeiers kan dat moment later vallen bij een aangenomen periode (figuur 2d, appendix), bij snelgroeiende planten vroeger (figuur 2a, appendix). De parameter, waarop de ouderdomsfase intreedt, is echter alleen te vinden bij een logistische benadering met minimaal 6 parameters (Annevelink et al., 2000). Daarvan is geconstateerd dat deze werkwijze in de praktijk te omvangrijk wordt. Het gevolg is dat door toepassing van de lineaire groeicurve het tijdstip waarop de plant de maximale omvang aanneemt, de

²⁸ *Logistische curve (Annevelink et al., 2000): is de ontwikkelde groeicurve volgens een logaritmische functie, dit houdt in dat de jonge plant langzaam begint te groeien en dat de groei steeds sneller zal verlopen tot op een gegeven moment, dan zal de groeisnelheid weer afnemen.*

Figuur 1a en b

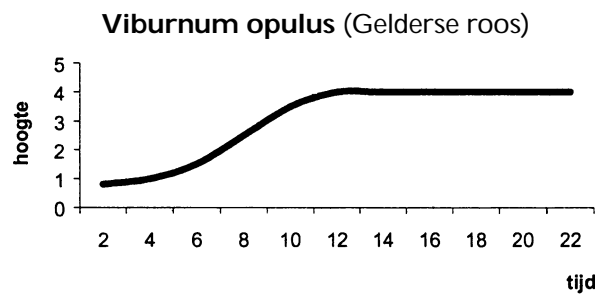
De logistische groeicurve van een 3-jarige plant.

a. De ontwikkelde groeicurve van een 3-jarige plant tot in de fase van afnemende groei volgens de logistische groeifunctie volgens de standaardformule: $A + C/(1 + \text{EXP}(-B * (X - M)))$, waarbij de factoren A, B, C en M in Simgro PP per plantensoort worden berekend en als variabelen opgeslagen (Annevelink et al., 2000)

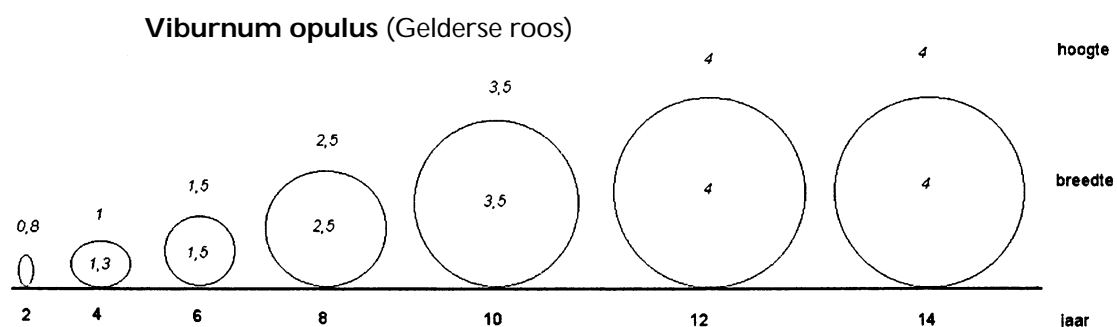
b. De verschillende groeistadia uitgetekend volgens de logistische groeifunctie.

Bron: 'Kostenvergelijking Prins Bernhardbos', IMAG Wageningen, E. Annevelink et al., 2000.

a.



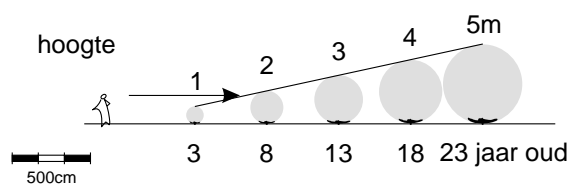
b.



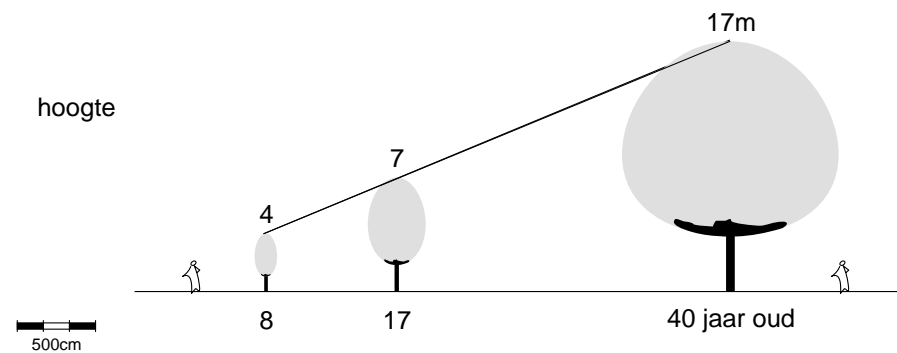
Figuur 1c en d

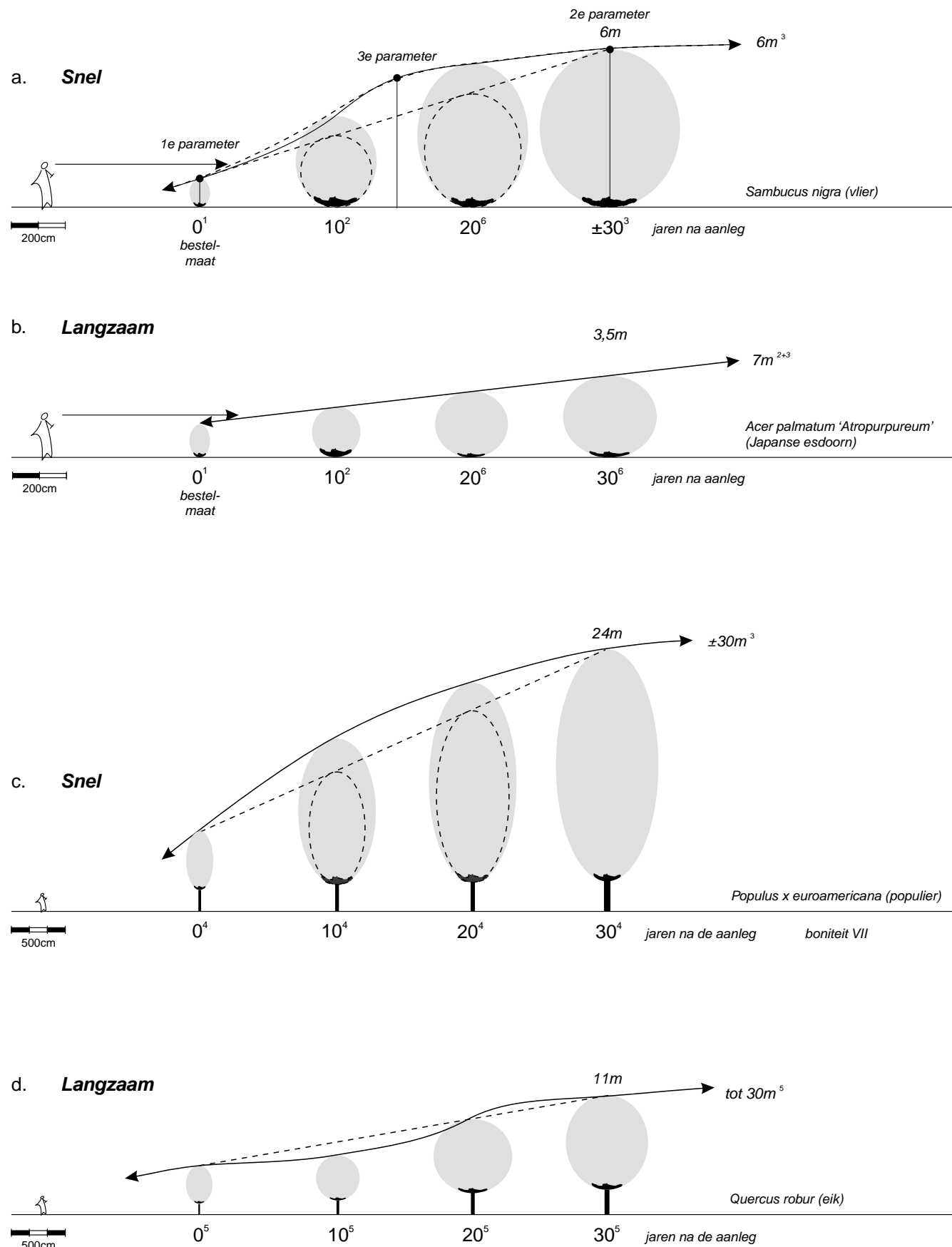
Lineaire groeicurve voor struiken en bomen.

c.



d.





maximale omvang zelf en de levensduur niet wordt vastgelegd. Wél kan worden vastgesteld, dat door historisch onderzoek en veldwerk de beginmaatvoering (1^e parameter) is te vinden en de maatvoering op het 2^e tijdstip 'nu' (2^e parameter). Voor de bepaling van de plantafstand is het echter niet nodig om het tijdstip waarop de maximale omvang van de elementen intreedt, te weten. Alleen de maximale omvang zelf en de levensduur dienen bekend te zijn om de kritieke plantafstand en de morfodynamische principes te kunnen toepassen.

Aan de hand van de gebruikelijke gegevens in de praktijk situatie van de ontwerper volgt nu de denk- en werklijn, waaruit blijkt, dat de maximale omvang en de levensduur van houtige gewassen onder lokale omstandigheden niet eenvoudig te vinden zijn.

Figuur 2a t/m d Vergelijking lineaire en S-curve over de eerste 30 jaar.

¹⁾ Bron: Boot & Co (1996, 1998) ²⁾ Bron: Vink (1973, 1975) ³⁾ Bron: Vahl (1980, 1998) ⁴⁾ Bron: Jansen et al (1996) ⁵⁾ Bron: v. Geene (1997)

⁶⁾ Geïnterpoleerde maten

Sortiment case Polderpark, Almere	Vink	Ruyten et al.	Ned. Dendrologie	Vahl et al.	Pannekoek/ Schipper	Lappen	Y. In 't Velt	Janson et al.	Darhuizen
Bomen	<i>20 jaar na de aanleg h x b (m)</i>	<i>30 jaar na de aanleg h x b (m)</i>	<i>max. uitgroei (hoogte in m)</i>	<i>max. uitgroei (hoogte in m)</i>	<i>max. uitgroei (hoogte in m)</i>	<i>max. uitgroei (hoogte in m)</i>	<i>max. uitgroei (hoogte in m)</i>	<i>max. uitgroei (hoogte in m)</i>	<i>max. uitgroei (hoogte in m)</i>
Acer campestre	7 x 5	10 x 5	6 - 12	12 - 20	10 - 15	10 - 15	< 20	8 - 12	kleine boom hoge struik
Alnus cordata	12 x 6	15 x 10	6 - 12	15 - 20	10 - 15	< 15	–	12 - 18	matig hoge boom
Fraxinus excelsior	9 x 6	25 x 13	> 12	< 20	> 15	< 40	30 - 40	20 - 25	hoge boom
– ornus	5½ x 3½	8 x 6	6 - 12	10 - 15	10 - 15	8 - 15	–	6 - 8	matig grote boom
Struiken	<i>10 jaar na de aanleg h x b (m)</i>	<i>10 jaar na de aanleg h x b (m)</i>							
Acer campestre	7 x 5	10 x 5 (30 jaar na aanleg)	6 - 12	12 - 20	10 - 15	10 - 15	< 20	8 - 12	kleine boom hoge struik
Amelachier lamarckii	3 x 2½	3 x 3	4 - 6	3 - 7	2 - 4	6 - 8	< 5	4 - 6	hoog opgaande struik - kl. boom
Carpinus betulus	7 x 4	15 x 13	> 12	15 - 20	10 - 15	20 - 25	< 25	12 - 18	hoge boom forse struik
Ligustrum vulgare	1¾ x 1	5 x 4	1 - 4	4 - 5	2 - 4	3 - 5	< 3	–	< 3
Ilex aquifolium	2 x 1¼	7 x 4 (20 jaar na aanleg)	> 4	8 - 15	> 4	10 - 12	< 10	–	kleine boom of hoge struik
Taxus baccata	3 x 2½ (20 jaar na aanleg)	4 x 4 (20 jaar na aanleg)	6 - 12	–	> 6	12 - 20	< 20	–	kleine boom of hoge struik
Cornus mas	2½ x 2	5 x 5	4 - 6	3 - 7	> 4	5 - 10	–	5 - 6	< 6

Tabel I Vergelijking van de hoogtematen uit verschillende literatuurbronnen aan de hand van het sortiment uit de case Polderpark, Almere.

Literatuuronderzoek

Bij het ontwerpen van beplantingen wordt literatuur geraadpleegd om de omvang van een plant in de ouderdomsfase te weten. Om te zien in hoeverre de literatuur hierin eenduidig is, zijn een negental bronnen geraadpleegd die informatie verschaffen over de grootte van planten bij volledige uitgroei. Als voorbeeld-planten zijn de soorten genomen die voorkomen in de cases Polderpark, Almere en Bakenhof, Arnhem (tabel I en II, appendix). De geraadpleegde bronnen zijn merendeels bekende werken. Lappen (2001) en Darthuizer (1994) zijn catalogi van (boom)kwekers.

Omdat in de literatuur niet vermeld wordt in welk gebied de *omvang* is bepaald, moet ervan uitgegaan worden, dat de gegevens gebaseerd zijn op een landelijk gemiddelde. De reden waarom de afmetingen van dezelfde plant uit verschillende bronnen zo sterk uiteen kunnen lopen, verklaren Pannekoek en Schipper als volgt (1983, deel 1, pagina 261): "(...), is het erg moeilijk om exact aan te geven hoe groot een bepaalde plant wordt, omdat de plant niet werkelijk een volwassen staat kent en omdat de grootte sterk afhankelijk is van de groeiomstandigheden". Ook de marges van de opgegeven maten zijn erg groot of globaal: bijvoorbeeld *Fraxinus excelsior* tot 40 m (Lappen), 'hoge boom' (Darthuizer), *Taxus baccata* groter dan 6 m (Pannekoek/Schipper) of 'kleine boom of hoge struik' (Darthuizer).

Uit de literatuur blijkt verder, dat in het algemeen geen *levensduur* wordt opgegeven, hetgeen noodzakelijk is voor de parametersering van de groeicurve. Vink (1972, 1975), Ruyten (1994, 2000) en Janson et al. (1994) geven wel leeftijden of de levensduur aan met bijbehorende hoogte- en/of breedtematen, maar deze gegevens hebben betrekking op landelijke gemiddelden.

Enquête

Gegevens over de hoogte en breedte in samenhang met de omvang in de volwassen fase van de plant, zijn door een eenvoudige telefonische enquëtering verkregen. Hiervoor zijn in relatie tot case Polderpark Almere twee hoveniers geënquëteerd. Beiden zijn werkzaam in hetzelfde gebied en zijn gevraagd op welke leeftijd de ouderdomsfase intreedt en welke afmetingen de plant in die fase dan heeft aangenomen (tabel 8, case 1 Polderpark, Almere). Het betreffen algemeen bekende en veel toegepaste houtige gewassen. Bij deze steekproef valt direct op, dat er bij sommige planten in de maatvoering een grote spreiding optreedt. De *Fraxinus* is bij hovenier A na 40 jaar, 14 m hoog, terwijl dezelfde plant bij B na 20 jaar al 20 m hoog is. Bij A bereiken de planten gemiddeld op veel hogere leeftijd de maximale uitgroei dan bij B. In de breedtematen is wel overeenstemming te bespeuren, maar dan op verschillende leeftijden.

Hoewel deze resultaten gebaseerd zijn op plaatselijke kennis, liggen per plantensoort de onderlinge verschillen nog te ver uit elkaar om daaruit betrouwbare informatie te ontleen voor de bepaling van de morfodynamische variabelen. Als mogelijke oorzaken van deze verschillen kan worden aangegeven: het feit dat de informatie over de omvang van planten bij mensen slechts zeer globaal is. In figuur 25a en b (casus 1: Polderpark Almere) zijn de opgegeven maten ingetekend. Duidelijk zijn de verschillen waar te nemen tussen de opgegeven maten van de hoveniers met de ter plaatse gemeten waarden van dezelfde planten.

Er is een vergelijk gemaakt tussen de hoogtematen uit de enquête van de hoveniers en de generieke landelijke cijfers uit tabel I (appendix). Het blijkt, dat de maatvoering van de struiken en bomen redelijk met elkaar overeen komen door met name de ruime marges in de afmetingen van de planten, zoals deze door de verschillende bronnen zijn opgegeven.

De enquête over de maatvoering levert nog weinig meerwaarde op ten opzichte van het gebruik van generische landelijke cijfers. Wat kan een *op locatie* opmeting opleveren?

Opmeten

Met het opmeten van planten wordt gezocht naar de gemiddelde omvang, die een plant, beplantingstype of beplanting aanneemt *onder lokale* omstandigheden bij een bekende leeftijd. Door de leeftijd heel hoog te nemen, wordt de kans groter, dat de gevonden omvang ook de maximale omvang vertegenwoordigt.

Door de afmetingen van de gerealiseerde groei van planten te relateren aan de leeftijd worden impliciet de lokale standplaatsfactoren in de groeiprestatie vertaald. Men dient er op bedacht te zijn, dat er binnen de lokale standplaatsfactoren verschillen kunnen optreden: wel of niet in verharding, wel of geen schaduw, nat of droog, wel of niet in een trekwind tussen gebouwen. Het is van belang, dat de standplaatsfactoren van de gemeten planten zoveel mogelijk overeen komen met de standplaatsfactoren, zoals deze in een ontwerpgebied voorkomen.

Aan de hand van voorhanden zijnde beplantingsplannen en kennis van de gemeentelijke plantsoenendienst (case Bakenhof, Arnhem) over de aanleg en het onderhoud van dit park was de leeftijd eenvoudig vast te stellen. Om te zien hoe een opmeting zich verhoudt tot de opgegeven maten uit de literatuur zijn beide resultaten in één tabel (II, appendix) ondergebracht. Uit deze vergelijking tussen de gemeten grootte uit case Bakenhof, Arnhem en de algemene literatuur, blijken naast een enkel opvallend groot verschil (*Populus canescens*) geringe verschillen aanwezig te zijn. Deze geringe verschillen worden verklaard door de zeer ruime marges in de hoogtematen, zoals de literatuur die opgeeft.

Over de praktijk van het opmeten van bomen heeft *van Geene* (1997) een rapport geschreven. Om de groeiontwikkeling van eiken, die in de verharding zijn toegepast, te onderzoeken is de hoogte van verschillende soorten eiken bepaald door de boom met nok-, dak- en deurhoogtes uit de omgeving te vergelijken met een interval van een halve meter, terwijl de stamdiameters met een verschil van 5 cm genoteerd zijn op een hoogte van 1 meter boven het maaiveld. Kroondiameters zijn niet opgemeten.

Sortiment case Bakenhof, Arnhem	Afmeting¹⁾	Ruyten et al.	Ned. Dendrologie	Vahl et al.	Pannekoek/Schipper	Lappen	Y. In 't Velt	Janson et al.	Darhuizen
Bomen	<i>ca. 38 jaar na de aanleg h x b (m)</i>	<i>30 jaar na de aanleg h x b (m)</i>	<i>max. uitgroei (hoogte in m)</i>	<i>max. uitgroei (hoogte in m)</i>	<i>max. uitgroei (hoogte in m)</i>	<i>max. uitgroei (hoogte in m)</i>	<i>max. uitgroei (hoogte in m)</i>	<i>max. uitgroei (hoogte in m)</i>	<i>max. uitgroei (hoogte in m)</i>
Fraxinus excelsior 'Westhof's Glorie'	17 x 12	25 x 13	> 12	20	> 15	25 - 30	30 - 40	20 - 25	hoge boom
Acer pseudoplatanus	18 x 10	20 x 18	> 12	tot 25	> 15	25 - 40	< 35	20 - 25	< 25
Ulmus hollandica 'Commelin'	18 x 8	20 x 10	> 12	15 - 25	> 15	>15	< 30	25	vrij smal en regelmatig
Populus canescens	35 x 22	20 x 13	6 - 12	25	> 15	20 - 30	< 25	20 - 25	boom of zeer hoge struik
Struiken	<i>30 jaar na de aanleg h x b (m)</i>	<i>10 jaar na de aanleg h x b (m)</i>							
Amelanchier laevis	6 x 5	3 x 3	4 - 6	3 - 7	2 - 4	6 - 8	< 5	4 - 6	hoog opgaande struik - kl. boom
Cornus sanguinea	6 x 6	4 x 4	> 4	4 - 5	> 4	3 - 5	< 4	–	hoge struik
Ligustrum vulgare 'Viride'	4 x 5	5 x 4	1 - 4	4 - 5	2 - 4	3 - 5	< 3	–	hoge breed uitgroeiend
Rosa rubiginosa	4 x 4	3 x 3	1 - 4	2 - 3	2 - 4	< 3	< 2	–	flinke struik
Sambucus racemosa	8 x 6	3 x 3	> 4	2 - 3	2 - 4	< 5	2 - 4	–	tamelijk hoog opgaand
Viburnum opulus	6 x 5	4 x 4	> 4	< 4	2 - 4	< 4	< 4	–	< 4

1) Eigen gemeten waarneming

Tabel II Vergelijking van de hoogtematen uit verschillende literatuurbronnen met de gemeten hoogtematen uit case Bakenhof, Arnhem.

Door de gemeenten Eindhoven, waar het onderzoek is uitgevoerd, werden verschillende leeftijden op verschillende standplaatsen per eikensoort opgegeven. De grafieken, die de meetresultaten uit dit onderzoek weergeven, laten de toename van de hoogte en de stamdiameter per eikensoort in de tijd zien (figuur 2d, appendix).

In de *houtmeetkunde* maakt men gebruik van de verhouding tussen de kroondiameter en de stamdiameter op borsthoogte. Daarmee kan redelijk precies bij andere soorten een vergelijkbare verhouding voorspeld worden (Philip, 1983; Avery et al., 1994). Ook het onderzoek van van Geene (1997) laat een zelfde verhouding zien maar dan tussen de hoogte van de boom en de stamdiameter. De hoogte van de bomen wordt in de houtmeetkunde door een hypsometer en een kroondiameter door metingen vanaf de grond of vanaf luchtfoto's uitgevoerd. In de praktijk blijkt dat de kroondiameter zich kleiner op de luchtfoto aftekent dan door metingen vanaf de grond.

Uit *eigen opmetingen* in case Polderpark Almere op vijf verschillende tijdstippen bleek de groeicurve van de *Corylus avellana* nagenoeg volgens een lineaire curve te verlopen (figuur 25a, paragraaf 5.4.1). Voor de andere struiksoorten uit deze case werd met eveneens vijf parameters de ouderdomsfase ongeveer in het 17^e jaar zichtbaar. De hoogtemetingen zijn handmatig uitgevoerd met een Suunto-instrument (code: PM-5/1520P).

Een benadering waaruit de hoogte- en breedtematen van planten in de groeiontwikkeling zijn af te leiden is de *genetische benadering*. Omdat de samenstelling van de beplantingsfilm alleen uitgaat van de morfodynamiek, is deze benadering daarvoor te gedetailleerd en biedt voor het doel een te gedetailleerde toekomstverwachting. Daarnaast is het aanleveren van gegevens voor dit computerprogramma zeer omvangrijk en bewerkelijk. Tenslotte is slechts een beperkt assortiment uitgewerkt.

Om deze reden wordt van dit computerprogramma geen gebruik gemaakt. Omdat de benadering op zichzelf interessant is, wordt hier wel melding van gemaakt. Deze genetische benadering wordt toegepast in het AMAP computerprogramma, bestaande uit 3D-plantsimulatie software. De basis hiervan vormt een uitgebreid onderzoek naar de genetische samenstelling van een bepaalde plant op het gebied van groei en vertakking. Op basis van een genetische code wordt de reactie van de plant op verschillende invloeden: seizoenen, droogte, licht, temperatuur etc. in een 3D-voorstelling gesimuleerd. (Bouchon et al., 1997). De achterliggende gedachte om dit onderzoek te starten was om oogsten en vruchtproducties te berekenen voor ontwikkelingslanden. Het betrokken instituut heet CIRAD en is gevestigd in Montpellier in Frankrijk. Ging men daar aanvankelijk uit van landbouwgewassen, later is men meer en meer overgegaan op sierteeltgewassen ten behoeve van illustraties bij architectonische voorstellingen van gebouwen.

Samenvattend kan uit het voorgaande ten behoeve van de toepassing van de vereenvoudigde lineaire groeicurve de volgende constatering worden gedaan:

- Uit het literatuuronderzoek kunnen de maximale omvang en de levensduur onder plaats specifieke omstandigheden niet worden afgeleid.
- Uit een enquête treedt een grote spreiding op met betrekking tot de opgave van de maximale omvang van planten en de leeftijd wanneer die omvang wordt aangenomen.
- Uit de houtmeetkunde blijkt, dat met behulp van luchtfoto's en meetapparatuur betrouwbare informatie over de omvang van bomen en struiken te verkrijgen is.

Er is betrouwbare informatie te vinden over de aanvangsgrootte en het jaar van de aanplant uit beplantingsplannen en historisch onderzoek (1^e parameter)

en er zijn betrouwbare opmetingen uit te voeren van de huidige omvang (2^e parameter). Hieruit is een vereenvoudigde lineaire groeicurve af te leiden, die de gemiddelde toename van de groei in hoogte en breedte van de plant gedurende deze bepaalde groeiperiode weergeeft. In lokaal gemeten groeiprestaties zijn afwijkingen in omvang, groeisnelheid en leeftijd zoals droogte, vernatting of ziekte meegenomen.

Omdat uit de vereenvoudigde lineaire groeicurve niet de maximale omvang, het tijdstip waarop deze bereikt wordt en de levensduur onder lokale omstandigheden zijn af te leiden, dient aanvullend bronnenonderzoek te worden uitgevoerd. Te denken valt aan gemeenten, boomkwekers, dendrologen, curatoren van botanische tuinen, tuin- en landschapsarchitecten, bosbouwkundigen, bos- en groenbeheerders en hoveniers (paragraaf 4.5.3). Om het gevaar van te grote spreiding van gegevens te verminderen dienen meerdere en verschillende bronnen te worden geraadpleegd.

Op grond van bovenstaande constatering en aannames is het onderzoek verder gegaan met deze vereenvoudigde lineaire groeicurve. Daarmee wordt voldoende inzicht verkregen in de morfodynamiek van de elementen ten behoeve van de vergelijking, omdat

- het toegepaste assortiment eenvoudig of gemakkelijk in het veld te herkennen is (inheems plantmateriaal),
- het toegepaste assortiment veelvuldig voorkomt, zodat goede gemiddelde groeiprestaties gevonden kunnen worden,
- de op locatie gerichte morfodynamische variabelen van het assortiment voor beide beplantingsmethoden in de vergelijking hetzelfde toegepast worden,
- de modelmatige weergave van de ontwikkeling van plant, beplantingstype of beplanting op basis van een lineaire groeicurve blijkt de beplantingsfilm (zie Cd-rom, appendix 2) voldoende inzicht geeft in de groeibeweging om de ruimtelijke werking daarvan te kunnen afleiden.

Appendix 2 Beplantingsfilm

(R. van Lammeren, 2005)

In de dynamische benadering van het ontwerpen van beplantingen vormt de beplantingsfilm een belangrijk middel. Over de mogelijkheden daarvan gaat deze appendix. Het begrip beplantingsfilm verwijst in dit verband zowel naar de film en video, maar ook naar de mogelijkheden van virtual reality.

In het eerste geval krijgt de gebruiker van de beplantingsfilm een beeldverhaal getoond, waarin de navigatie door tijd en ruimte al bepaald is. In het tweede geval kan de gebruiker van een beplantingsfilm zelf door de virtuele tijd en ruimte navigeren. Deze appendix behandelt voornamelijk de beplantingsfilm waarbij de navigatie vooraf is bepaald (Cd-rom: overzicht.avi). Deze appendix gaat daartoe allereerst in op de software waarmee de beplantingsfilm is gemaakt. Het daarop volgende onderwerp betreft de resultaten van deze software. Afbeeldingen gemaakt van de software worden vergeleken met de werkelijke situatie. Daarna wordt ingegaan op enkele voorbeelden van beplantingsfilms en de wijze waarop daarbij gebruik is gemaakt van alternatieve groeicurve-simulaties.

Beplantingsfilm software

Vanaf 2001 is stapsgewijs gewerkt aan de ontwikkeling van software waarmee het mogelijk is een beplantingsfilm te maken. Het in diverse fasen ontwikkelde prototype heeft de naam SALIX gekregen (1, 2, 3). Behalve dat de naam SALIX verwijst naar een pionier onder de boomsoorten is het tevens een acroniem voor "simulation agents for landscape architectural design in virtual reality (x)". Het acroniem verwijst daarmee naar samenwerkende software (agents) die veranderingen in tijd en ruimte simuleren (simulation) ter ondersteuning van het landschaparchitectonisch ontwerp.

Het SALIX programma maakt gebruik van een interface die ontwikkeld is in Javascript waarmee een

VRML-viewer en diverse Java modules worden aangeroepen. De Java-modules sturen o.a. de interactie met de virtuele wereld, de handelingen met de VRML-code alsmede de handelingen tussen de VRML-code en de gegevens in de databases (MS-Access). De VRML-code definieert zowel een virtuele wereld, de navigatie en het groeigedrag van de beplantingsobjecten. De database bevat de beplantingsgegevens.

In andere woorden; de VRML-code definieert het beplantingsplangebied, de beplantingsvormen, de beplantingselementen en de groei van de beplantingselementen (het virtuele beplantingsplan). Via de VRML-viewer kan de gebruiker door het virtuele beplantingsplan in tijd en ruimte navigeren en op deze wijze een beplantingsfilm maken.

Beplantingsfilm en visualisatie van beplantingstype

Het visualiseren van gesimuleerde beplantingselementen in een digitale omgeving is een lastige opgave. De kwaliteit van de digitale visualisatie van die elementen, en met name die in een virtuele werkelijkheid, hangt niet alleen af van de gehanteerde geometrische nauwkeurigheid, maar ook van de digitale texturen (bitmaps) die aan de geometrie wordt toegekend. Daarnaast zijn atmosferische omstandigheden (belichting, reflectie, ed.) van groot belang. In SALIX is, mede door het prototypisch karakter en de gerichtheid op simulatie, gebruik gemaakt van een zeer eenvoudige, visuele weergave van beplantingselementen. Boomsoorten bestaan uit cilinders (de stam) met daarop een in een richting uitgerekte bolvorm (de kroon). De struikvormige soorten bestaan uit ei-en rugbybalachtige vormen. De kronen van de boomelementen en de struikelementen zijn enigszins transparant gemaakt, zodat schaduwwerking en visuele verdichting, beter tot hun recht komen. Ook begint elke kroon op

een zodanige hoogte dat de horizon van de virtuele wereld voortdurend in beeld blijft indien de animatie vanuit een perspectief op menselijke ooghoogte wordt gemaakt.

Om de beleving te versterken zijn aan de bomen schaduwcirkels gekoppeld.

Ten behoeve van de ervaring van de maat van bomen, struiken is aan de ruimte een referentieobject meegegeven. In de beplantingsfilmpjes is dat de David van Michelangelo met bijbehorende hoogte en breedte strepen, die tezamen het 'Davids-kruis' vormen. De breedtestrepen zijn om de twee meter hoogte geplaatst. Een breedtestreep kent een spanwijdte van twee meter (FIGUUR 3, appendix).

Beplantingsfilm en werkelijkheid

Om de betrouwbaarheid van de resultaten van SALIX te onderzoeken zijn aan de hand van het Prins Bernhardbos in de Haarlemmermeer een aantal vergelijkingen gemaakt tussen de werkelijke situatie van het Prins Bernhardbos en de via SALIX gesimuleerde situatie voor een vergelijkbaar tijdstip.

Daartoe zijn op een aantal locaties in het Prins Bernhardbos foto's gemaakt waarbij de cameraconstanten zijn vastgelegd (standpunt, camerahoogte, brandpuntsafstand camera). Standpunt, camerahoogte en projectietype zijn in SALIX ingevoerd om de visualisatie van het model zo goed mogelijk vergelijkbaar te maken.

Dit heeft geleid tot de volgende resultaten:

- Boomlaan aanzicht (FIGUUR 4, appendix);
- Boomlaan (onder het boomedak) (FIGUUR 5A EN B, appendix)
- Bomen in struiklaag (FIGUUR 6, appendix)

Beplantingsfilm: groeicurven

Ieder beplantingstype heeft aan de hand van de metingen van de soorten op locatie een aantal waarden voor de omvang in de tijd opgeleverd. Deze waarden zijn via verschillende interpolatie technieken vertaald in groeicurven. Ten behoeve van SALIX is er daartoe gebruik gemaakt van zowel een eenvoudige lineaire functie als een s-curve (polynoom) functie (FIGUUR 7: Cd-rom pv_par_int_fp.avi en pv_par_int_fl.avi). De gevisualiseerde resultaten via de beplantingsfilm verschillen onderling zeer weinig.

Beplantingsfilm: beplantingsafstand

Om de architectonische werking van beplantingen te illustreren zijn een aantal beplantingsfilms gemaakt waarmee de verschillen in de uitwerking daarvan in beplantingselementen kunnen worden getoond. In dit voorbeeld is de beleving van een boomrij met een dichte en minder dichte beplantingsafstand gesimuleerd. De simulaties betreffen:

- beplanting 5 meter tussenafstand aanzicht (FIGUUR 8: Cd-rom: laan_dwars_int_fl.avi),
- beplanting 10 meter tussenafstand aanzicht (FIGUUR 9: Cd-rom: laan_dwars_int_fl10.avi),
- beplanting 5 meter tussenafstand aanzicht (FIGUUR 10: Cd-rom: laan_in_int_fl.avi),
- beplanting 10 meter tussenafstand aanzicht (FIGUUR 11: Cd-rom: laan_in_int_fl10.avi).

Tevens is er een animatie gemaakt (Cd-rom: salix2_1groeiv.avi) waarmee het effect van vrije uitgroei kan worden gesimuleerd en gevisualiseerd. Zodra een boom of struik onvoldoende ruimte krijgt voor de vrije uitgroei kleurt de animatie de betreffende boom- en struik-elementen rood. De SALIX-applicatie is nog steeds in ontwikkeling en kent diverse functies om een beplantingsfilm binnen de context van de integrale beplantingsmethode te ontwikkelen.

Referenties

- 1 Lammeren, R. van; Annevelink, E.; Kramer, H.; Ruyten, F.; Uiterwijk, M.; Wachowicz, M (2001) SALIX-Simulatie agenten voor landschapsarchitectonisch en virtueel groenbeheer (X), Departement Omgevingswetenschappen, Landschapsarchitectuur, Onderzoeksrapport Universiteit, Wageningen, (NL), 42 pp.
- 2 Lammeren, R.J.A. van; Clerc, V.; Kramer, H.; Ligtenberg, A., (2002) Virtual Reality in the landscape design process In: Landscape planning in the era of globalisation/D. Ogrin, I. Marusic & T. Simanic. - (S.1.) : (s.n.), 2002 - p. 158 - 165.
- 3 Lammeren, R.J.A. van; Clerc, V.; Kramer, H. (2003), SALIX-2; simulatie agenten voor landschapsarchitectonisch design in virtual reality (X), Wageningen, Alterra, 2003. Alterra-rapport 715 / CGI-rapport 2003-1, 65 blz.

Appendix 3 Kostenberekening cases

(L. Haegens, J. Knaapen, F. Kömhoff, W. Raedts, A. Reintjes)

1 Eenheidsprijzen/werkwijze

Het verzamelen van alle gegevens die relevant zijn voor de kostenberekening van elke beplantingsmethode apart op basis van eenheidsprijzen: van afmetingen aanvangsgrootte beplanting, geleverde arbeid en uurtarief.

Methode

Per case worden de eenheidsprijzen verzameld uit opgaven van gemeenten, aannemers of andere instanties zoals: aanschafprijs van het plantmateriaal en overige materialen, uurtarieven van mens- en machinearbeid. Bij uitgevoerde werken kan daarbij gebruik gemaakt worden van rekeningen, uurstaten, en werkbriefjes. Uit deze gegevens komt tabel IX voort, die een overzicht geeft van de gehanteerde eenheidsprijzen van alle cases, die nodig zijn om volgens de gestandaardiseerde werkwijze de beplanting aan te leggen en te onderhouden.

2 Kostenstaat

De kostenstaat bestaat uit zes kolommen van bedragen, waarin de jaarlijkse kosten staan vermeld. Per kolom heeft een bewerking plaatsgevonden. De kostenstaat legt de basis voor de volgende stap, stap 3: de grafiek.

Methode

In kolom 1 staan de kosten (K_n), die in het jaar n zijn gemaakt volgens het prijspeil 2000-2001. In elke case wordt volledig vastgelegd welke handelingen worden uitgevoerd en hoeveel mens- en machine-uren er zijn gebruikt. Het bovenste bedrag uit de kolom bevat

de aanlegkosten (basis situatie). In de onderstaande bedragen de onderhoudskosten in de 30 jaren erna.

In kolom 2 is de jaarlijkse indexeringsfactor (I_f_n) berekend. Deze indexeringsfactor rekt de kosten (K) uit kolom 1 om naar het prijsniveau in een bepaald jaar (n) ten opzichte van de basis situatie (aanleg). Omdat door de inflatie het geld in de toekomst minder waard wordt, is de indexeringsfactor groter dan 1, waarvoor geldt:

$$(1) \quad I_f_n = (1 + i)^n$$

i = rente 3% (0,03). De 3% is gebaseerd op de gemiddelde inflatie vanaf 1970 - 2000,
 n = een bepaald jaar.

In kolom 3 staan de bedragen (I), die de bedragen (K) uit kolom 1 door de indexeringsfactor zijn omgezet naar de geïndexeerde waarde (I) per jaar.

$$(2) \quad I_n = (1 + i)^n \cdot K_n$$

I = geïndexeerde waarde in jaar n ,
 K = kosten in jaar n ,
 i = rente 3% (0,03). De 3% is gebaseerd op de gemiddelde inflatie vanaf 1970 tot 2000,
 n = jaar na planten.

In kolom 4 is de jaarlijkse omrekeningsfactor contante waarde (C_f) berekend. Deze omrekeningsfactor rekt de bedragen (I) uit de kolom 3 uit een bepaald jaar (n) om naar de waarde van de basis situatie (aanleg)

waarvoor geldt:

$$(3) \quad C_f_n = 1/(1 + r)^n$$

r = rente 6% (0,06). Aangenomen rente van aan te trekken vreemd vermogen,
 n = bepaald jaar.

In kolom 5 staan de bedragen (C), die door de omrekeningsfactor contante waarde (C_f) de bedragen (I) uit kolom 3 omzet naar de contante waarde (C) per jaar.

$$(4) \quad C_n = 1/(1 + r)^n \cdot I_n$$

C = contante waarde is de waarde in het jaar van aanleg, die in jaar n wordt gemaakt,
 I = geïndexeerde waarde in jaar n ,
 r = rente 6% (0,06). Aangenomen rente van aan te trekken vreemd vermogen,
 n = het jaar waarin de kosten contant gemaakt worden.

In kolom 6 worden de bedragen (C) uit kolom 5 jaarlijks opgeteld (cumulatief), zodat per jaar zichtbaar is hoe de totale uitgave tot dan toe is geweest.

3 Grafiek

De cumulatieve geïndexeerde en contant gemaakte kosten worden uitgezet in een grafiek als functie van de tijd gedurende 30 jaar na de aanleg. Twee grafieken visualiseren het kostenverloop op verschillende tijdstippen van zowel de originele als de alternatieve beplantingsmethode.

jaar	1 bedrag in euro	2 indexerings- factor	3 geïndexeerde waarde	4 omrekenings- factor contante waarde	5 contante waarde	6 cumulatief
	$K_n =$	$I_n = (1+i)^n$	$I_n = (1+i)^n \cdot K_n$	$Cf_n = 1 / (1+r)^n$	$C_n = 1 / (1+r)^n \cdot I_n$	$\sum_{n=1}^n C_n$
aanleg	41.016	1,00	41.016	1,00	41.016	41.016
1	16.450	1,03	16.944	0,94	15.985	57.001
2	15.434	1,06	16.374	0,89	14.573	71.575
3	20.095	1,09	21.959	0,84	18.437	90.012
4	5.879	1,13	6.617	0,79	5.241	95.254
5	6.702	1,16	7.770	0,75	5.806	101.060
6	5.138	1,19	6.135	0,70	4.325	105.386
7	7.190	1,23	8.843	0,67	5.881	111.267
8	2.377	1,27	3.011	0,63	1.889	113.157
9	326	1,30	426	0,59	252	113.409
10	326	1,34	439	0,56	245	113.655
11	225	1,38	312	0,53	164	113.819
12	1.672	1,43	2.384	0,50	1.185	115.004
13	806	1,47	1.184	0,47	555	115.560
14	225	1,51	341	0,44	150	115.711
15	225	1,56	351	0,42	146	115.857
16	1.246	1,60	1.999	0,39	787	116.644
17	161	1,65	266	0,37	98	116.743
18	161	1,70	274	0,35	96	116.840
19	161	1,75	282	0,33	93	116.933
20	161	1,81	291	0,31	90	117.024
21	161	1,86	299	0,29	88	117.112
22	161	1,92	308	0,28	85	117.198
23	161	1,97	318	0,26	83	117.281
24	161	2,03	327	0,25	80	117.362
25	161	2,09	337	0,23	78	117.441
26	161	2,16	347	0,22	76	117.517
27	161	2,22	358	0,21	74	117.591
28	161	2,29	368	0,20	72	117.663
29	161	2,36	379	0,18	70	117.734
30	161	2,43	391	0,17	68	117.802
totaal	127.600					

Tabel III

Case 1: Polderpark, Almere
Traditionele beplantingsmethode

Totale onderhoudskosten: € 76.786

Cumulatieve kostenverloop aanleg en onderhoud in geïndexeerde contante waarde.

Tabel IV

Case 1: Polderpark, Almere
Integrale beplantingsmethode

Totale onderhoudskosten: € 23.215

Cumulatieve kostenverloop aanleg en
 onderhoud in geïndexeerde contante
 waarde.

jaar	1 bedrag in euro	2 indexerings- factor	3 geïndexeerde waarde	4 omrekenings- factor contante waarde	5 contante waarde	6 cumulatief
	$K_n =$	$I_f^n =$ $(1 + i)^n$	$I_n =$ $(1 + i)^n \cdot K_n$	$C_f^n =$ $1 / (1 + r)^n$	$C_n =$ $1 / (1 + r)^n \cdot I_n$	$\sum_{n=1}^n C_n$
aanleg	77.639	1,00	77.639	1,00	77.639	77.639
1	6.661	1,03	6.860	0,94	6.472	84.111
2	4.720	1,06	5.008	0,89	4.457	88.568
3	4.626	1,09	5.055	0,84	4.244	92.813
4	1.730	1,13	1.947	0,79	1.542	94.356
5	1.569	1,16	1.818	0,75	1.359	95.715
6	806	1,19	962	0,70	678	96.394
7	2.312	1,23	2.844	0,67	1.891	98.285
8	483	1,27	612	0,63	384	98.669
9	322	1,30	420	0,59	249	98.918
10	161	1,34	216	0,56	120	99.039
11	161	1,38	223	0,53	117	99.157
12	161	1,43	229	0,50	114	99.271
13	161	1,47	236	0,47	111	99.382
14	161	1,51	243	0,44	107	99.490
15	161	1,56	251	0,42	104	99.595
16	161	1,60	258	0,39	101	99.697
17	161	1,65	266	0,37	98	99.796
18	161	1,70	274	0,35	96	99.892
19	161	1,75	282	0,33	93	99.985
20	161	1,81	291	0,31	90	100.076
21	161	1,86	299	0,29	88	100.164
22	161	1,92	308	0,28	85	100.250
23	161	1,97	318	0,26	83	100.333
24	161	2,03	327	0,25	80	100.414
25	161	2,09	337	0,23	78	100.493
26	161	2,16	347	0,22	76	100.569
27	161	2,22	358	0,21	74	100.644
28	161	2,29	368	0,20	72	100.716
29	161	2,36	379	0,18	70	100.786
30	161	2,43	391	0,17	68	100.854
totaal	104.257					

jaar	1 bedrag in euro	2 indexerings- factor	3 geïndexeerde waarde	4 omrekenings- factor contante waarde	5 contante waarde	6 cumulatief
	$K_n =$	$I_f^n =$ $(1 + i)^n$	$I_n =$ $(1 + i)^n \cdot K_n$	$C_f^n =$ $1 / (1 + r)^n$	$C_n =$ $1 / (1 + r)^n \cdot I_n$	$\sum_{n=1}^n C_n$
aanleg	35.605	1,00	35.605	1,00	35.605	35.605
1	8.213	1,03	8.459	0,94	7.980	43.585
2	7.225	1,06	7.665	0,88	6.822	50.408
3	8.871	1,09	9.694	0,83	8.139	58.548
4	3.705	1,12	4.170	0,79	3.303	61.851
5	4.946	1,15	5.733	0,74	4.284	66.136
6	3.705	1,19	4.424	0,70	3.119	69.255
7	5.680	1,22	6.986	0,66	4.646	73.901
8	3.705	1,26	4.694	0,62	2.945	76.847
9	3.705	1,30	4.834	0,59	2.861	79.708
10	3.705	1,34	4.980	0,55	2.780	82.489
11	9.848	1,38	13.632	0,52	7.181	89.671
12	7.411	1,42	10.566	0,49	5.251	94.922
13	10.383	1,46	15.248	0,46	7.149	102.071
14	3.705	1,51	5.605	0,44	2.479	104.550
15	3.705	1,55	5.773	0,41	2.408	106.959
16	3.705	1,60	5.946	0,39	2.340	109.300
17	3.705	1,65	6.124	0,37	2.274	111.574
18	3.705	1,70	6.308	0,35	2.210	113.785
19	8.530	1,75	14.958	0,33	4.943	118.729
20	3.705	1,80	6.692	0,31	2.086	120.815
21	9.848	1,86	18.320	0,29	5.389	126.205
22	7.411	1,91	14.200	0,27	3.940	130.145
23	5.558	1,97	10.970	0,26	2.871	133.017
24	3.705	2,03	7.532	0,24	1.860	134.878
25	8.530	2,09	17.861	0,23	4.161	139.039
26	3.705	2,15	7.991	0,21	1.756	140.796
27	3.705	2,22	8.231	0,20	1.706	142.503
28	3.705	2,28	8.478	0,19	1.658	144.161
29	3.705	2,35	8.732	0,18	1.611	145.773
30	3.705	2,42	8.994	0,17	1.566	147.339
totaal	201.060					

Tabel V

Case 2: Bakenhof, Arnhem
Traditionele beplantingsmethode

Totale onderhoudskosten: € 111.734

Cumulatieve kostenverloop aanleg en onderhoud in geïndexeerde contante waarde.

Tabel VI

Case 2: Bakenhof, Arnhem
Integrale beplantingsmethode

Totale onderhoudskosten: € 26.256

Cumulatieve kostenverloop aanleg en
 onderhoud in geïndexeerde contante
 waarde.

jaar	1 bedrag in euro	2 indexerings- factor	3 geïndexeerde waarde	4 omrekenings- factor contante waarde	5 contante waarde	6 cumulatief
	$K_n =$	$I_f^n = (1+i)^n$	$I_n = (1+i)^n \cdot K_n$	$C_f^n = 1 / (1+r)^n$	$C_n = 1 / (1+r)^n \cdot I_n$	$\sum_{n=1}^n C_n$
aanleg	58.442	1,00	58.442	1,00	58.442	58.442
1	3.942	1,03	4.060	0,94	3.831	62.273
2	2.122	1,06	2.252	0,88	2.004	64.278
3	1.948	1,09	2.129	0,83	1.787	66.065
4	467	1,12	526	0,79	416	66.482
5	467	1,15	541	0,74	404	66.887
6	5.136	1,19	6.133	0,70	4.323	71.211
7	311	1,22	383	0,66	254	71.465
8	311	1,26	394	0,62	247	71.713
9	311	1,30	406	0,59	240	71.954
10	311	1,34	418	0,55	233	72.188
11	155	1,38	215	0,52	113	72.301
12	4.980	1,42	7.101	0,49	3.529	75.830
13	155	1,46	228	0,46	107	75.938
14	155	1,51	235	0,44	104	76.042
15	155	1,55	242	0,41	101	76.143
16	155	1,60	249	0,39	98	76.241
17	155	1,65	257	0,37	95	76.337
18	4.980	1,70	8.479	0,35	2.970	79.308
19	155	1,75	273	0,33	90	79.398
20	155	1,80	281	0,31	87	79.486
21	155	1,86	289	0,29	85	79.571
22	155	1,91	298	0,27	82	79.654
23	155	1,97	307	0,26	80	79.734
24	4.980	2,03	10.124	0,24	2.500	82.235
25	155	2,09	326	0,23	76	82.311
26	155	2,15	335	0,21	73	82.385
27	155	2,22	346	0,20	71	82.457
28	155	2,28	356	0,19	69	82.526
29	155	2,35	367	0,18	67	82.594
30	4.980	2,42	12.089	0,17	2.104	84.699
totaal	96.190					

jaar	1 bedrag in euro	2 indexerings- factor	3 geïndexeerde waarde	4 omrekenings- factor contante waarde	5 contante waarde	6 cumulatief
	$K_n =$	$I_f = (1+i)^n$	$I_n = (1+i)^n \cdot K_n$	$C_f = 1 / (1+r)^n$	$C_n = 1 / (1+r)^n \cdot I_n$	$\sum_{n=1}^n C_n$
aanleg	77.512	1,00	77.512	1,00	77.512	77.512
1	13.902	1,03	14.319	0,94	13.508	91.021
2	6.763	1,06	7.175	0,89	6.386	97.407
3	350	1,09	382	0,84	321	97.728
4	350	1,13	394	0,79	312	98.040
5	350	1,16	406	0,75	303	98.344
6	233	1,19	278	0,70	196	98.540
7	233	1,23	286	0,67	190	98.731
8	233	1,27	295	0,63	185	98.916
9	233	1,30	304	0,59	180	99.096
10	233	1,34	313	0,56	175	99.272
11	117	1,38	162	0,53	85	99.357
12	117	1,43	166	0,50	82	99.440
13	117	1,47	171	0,47	80	99.520
14	117	1,51	177	0,44	78	99.599
15	117	1,56	182	0,42	76	99.675
16	117	1,60	187	0,39	73	99.749
17	117	1,65	193	0,37	71	99.821
18	117	1,70	199	0,35	69	99.891
19	117	1,75	205	0,33	67	99.958
20	117	1,81	211	0,31	65	100.024
21	117	1,86	217	0,29	64	100.088
22	117	1,92	224	0,28	62	100.151
23	117	1,97	231	0,26	60	100.211
24	117	2,03	238	0,25	58	100.270
25	117	2,09	245	0,23	57	100.327
26	117	2,16	252	0,22	55	100.383
27	117	2,22	260	0,21	53	100.436
28	117	2,29	267	0,20	52	100.489
29	117	2,36	275	0,18	50	100.540
30	117	2,43	284	0,17	49	100.589
totaal	102.736					

Tabel VII

**Case 3: Prins Bernhardbos,
Hoofddorp
Integrale beplantingsmethode**

Totale onderhoudskosten: € 23.077

Cumulatieve kostenverloop aanleg en
onderhoud in geïndexeerde contante
waarde.

Tabel VIII

**Case 3: Prins Bernhardbos,
Hoofddorp
Traditionele beplantingsmethode
— variant 1**

Totale onderhoudskosten: € 84.703

Cumulatieve kostenverloop aanleg en
onderhoud in geïndexeerde contante
waarde.

jaar	1 bedrag in euro	2 indexerings- factor	3 geïndexeerde waarde	4 omrekenings- factor contante waarde	5 contante waarde	6 cumulatief
	$K_n =$	$I_f = (1+i)^n$	$I_n = (1+i)^n \cdot K_n$	$C_f = 1 / (1+r)^n$	$C_n = 1 / (1+r)^n \cdot I_n$	$\sum_{n=1}^n C_n$
aanleg	38.465	1,00	38.465	1,00	38.465	38.465
1	13.346	1,03	13.746,51	0,94	12.968	51.433
2	13.346	1,06	14.158	0,89	12.601	64.034
3	13.346	1,09	14.583	0,84	12.244	76.279
4	1.064	1,13	1.198	0,79	949	77.228
5	350	1,16	406	0,75	303	77.532
6	976	1,19	1.165	0,70	821	78.353
7	174	1,23	214	0,67	142	78.496
8	14.305	1,27	18.121	0,63	11.369	89.866
9	703	1,30	917	0,59	543	90.409
10	649	1,34	873	0,56	487	90.897
11	2.054	1,38	2.844	0,53	1.498	92.395
12	13.932	1,43	19.864	0,50	9.872	102.267
13	174	1,47	256	0,47	120	102.388
14	174	1,51	264	0,44	116	102.505
15	174	1,56	272	0,42	113	102.618
16	11.767	1,60	18.883	0,39	7.433	110.052
17	174	1,65	288	0,37	107	110.159
18	174	1,70	297	0,35	104	110.263
19	174	1,75	306	0,33	101	110.364
20	9.601	1,81	17.341	0,31	5.407	115.771
21	174	1,86	325	0,29	95	115.867
22	174	1,92	334	0,28	92	115.960
23	174	1,97	344	0,26	90	116.050
24	7.436	2,03	15.116	0,25	3.733	119.783
25	174	2,09	365	0,23	85	119.869
26	174	2,16	376	0,22	82	119.952
27	174	2,22	388	0,21	80	120.032
28	6.671	2,29	15.263	0,20	2.986	123.018
29	174	2,36	411	0,18	75	123.094
30	174	2,43	424	0,17	73	123.168
Totaal	150.637					

jaar	1 bedrag in euro	2 indexerings- factor	3 geïndexeerde waarde	4 omrekenings- factor contante waarde	5 contante waarde	6 cumulatief
	$K_n =$	$I_f^n =$ $(1+i)^n$	$I_n =$ $(1+i)^n \cdot K_n$	$C_f^n =$ $1 / (1+r)^n$	$C_n =$ $1 / (1+r)^n \cdot I_n$	$\sum_{n=1}^n C_n$
aanleg	38.465	1,00	38.465	1,00	38.465	38.465
1	10.009	1,03	10.309	0,94	9.726	48.191
2	10.009	1,06	10.619	0,89	9.450	57.642
3	10.009	1,09	10.937	0,84	9.183	66.825
4	1.064	1,13	1.198	0,79	949	67.774
5	350	1,16	406	0,75	303	68.078
6	976	1,19	1.165	0,70	821	68.899
7	174	1,23	214	0,67	142	69.042
8	14.305	1,27	18.121	0,63	11.369	80.412
9	703	1,30	917	0,59	543	80.955
10	649	1,34	873	0,56	487	81.443
11	2.054	1,38	2.844	0,53	1.498	82.941
12	13.932	1,43	19.864	0,50	9.872	92.813
13	174	1,47	256	0,47	120	92.934
14	174	1,51	264	0,44	116	93.051
15	174	1,56	272	0,42	113	93.164
16	11.767	1,60	18.883	0,39	7.433	100.598
17	174	1,65	288	0,37	107	100.705
18	174	1,70	297	0,35	104	100.809
19	174	1,75	306	0,33	101	100.910
20	9.601	1,81	17.341	0,31	5.407	106.317
21	174	1,86	325	0,29	95	106.413
22	174	1,92	334	0,28	92	106.506
23	174	1,97	344	0,26	90	106.596
24	7.436	2,03	15.116	0,25	3.733	110.329
25	174	2,09	365	0,23	85	110.415
26	174	2,16	376	0,22	82	110.498
27	174	2,22	388	0,21	80	110.578
28	6.671	2,29	15.263	0,20	2.986	113.564
29	174	2,36	411	0,18	75	113.640
30	174	2,43	424	0,17	73	113.714
totaal	140.627					

Tabel IX

**Case 3: Prins Bernhardbos,
Hoofddorp
Traditionele beplantingsmethode
— variant 2**

Totale onderhoudskosten: € 75.249

Cumulatieve kostenverloop aanleg en
onderhoud in geïndexeerde contante
waarde.

Tabel X

**Case 3: Prins Bernhardbos,
Hoofddorp
Traditionele beplantingsmethode
— variant 3**

Totale onderhoudskosten: € 65.976

Cumulatieve kostenverloop aanleg en
onderhoud in geïndexeerde contante
waarde.

jaar	1 bedrag in euro	2 indexerings- factor	3 geïndexeerde waarde	4 omrekenings- factor contante waarde	5 contante waarde	6 cumulatief
	$K_n =$	$I_f^n =$ $(1 + i)^n$	$I_n =$ $(1 + i)^n \cdot K_n$	$C_f^n =$ $1 / (1 + r)^n$	$C_n =$ $1 / (1 + r)^n \cdot I_n$	$\sum_{n=1}^n C_n$
aanleg	38.465	1,00	38.465	1,00	38.465	38.465
1	10.009	1,03	10.309	0,94	9.726	48.191
2	6.672	1,06	7.079	0,89	6.300	54.491
3	3.336	1,09	3.645	0,84	3.060	57.552
4	1.064	1,13	1.198	0,79	949	58.501
5	350	1,16	406	0,75	303	58.805
6	976	1,19	1.165	0,70	821	59.626
7	174	1,23	214	0,67	142	59.769
8	14.305	1,27	18.121	0,63	11.369	71.139
9	703	1,30	917	0,59	543	71.682
10	649	1,34	873	0,56	487	72.170
11	2.054	1,38	2.844	0,53	1.498	73.668
12	13.932	1,43	19.864	0,50	9.872	83.540
13	174	1,47	256	0,47	120	83.661
14	174	1,51	264	0,44	116	83.778
15	174	1,56	272	0,42	113	83.891
16	11.767	1,60	18.883	0,39	7.433	91.325
17	174	1,65	288	0,37	107	91.432
18	174	1,70	297	0,35	104	91.536
19	174	1,75	306	0,33	101	91.637
20	9.601	1,81	17.341	0,31	5.407	97.044
21	174	1,86	325	0,29	95	97.140
22	174	1,92	334	0,28	92	97.233
23	174	1,97	344	0,26	90	97.323
24	7.436	2,03	15.116	0,25	3.733	101.056
25	174	2,09	365	0,23	85	101.142
26	174	2,16	376	0,22	82	101.225
27	174	2,22	388	0,21	80	101.305
28	6.671	2,29	15.263	0,20	2.986	104.291
29	174	2,36	411	0,18	75	104.367
30	174	2,43	424	0,17	73	104.441
totaal	130.618					

Kostenoverzicht 1

	aanschaf struik ¹⁾		plantvak			
	traditioneel	integraal	traditioneel		integraal	
			aanleg ³⁾	onderhoud	aanleg ³⁾	onderhoud
Prins Bernhardbos						
(30 jaar onderhoud)	€ 0,34	€ 15,20	€ 2,52	€ 0,21	€ 5,65	€ 0,06
bomen + struiken prijspeil 1998	3-jarige plant	6-jarige plant	per m ²	per m ² / jr	per m ²	per m ² / jr
Bakenhof						
(30 jaar onderhoud)	€ 0,43	€ 17,25	€ 1,66	€ 0,33	€ 2,61	€ 0,05
bomen + struiken prijspeil 2001	3-jarige plant	6-8-jarige plant	per m ²	per m ² / jr	per m ²	per m ² / jr
Polderpark						
(30 jaar onderhoud)	€ 2,39	€ 53,06	€ 4,54	€ 0,39	€ 8,79	€ 0,10
bomen + struiken prijspeil 2001	3-jarige plant	1,5-2,5m in hoogte	per m ²	per m ² / jr	per m ²	per m ² / jr

uurtarieven							
mens	trekker + aanbouw	2-wielige trekker + maai balk	motor- kettingzaag	boswaaler	versnipperaar	hakfrees	
27,23	15,88	6,81	4,54	4,54	22,69	20,42	
30,86	15,88	6,81	4,54	4,54	–	–	
27,23	15,88	6,81	4,54	4,54	22,69	20,42	

Kostenoverzicht 2

	aanschaf boom ¹⁾		bomen per stuk			
	traditioneel	integraal	traditioneel		integraal	
			aanleg ³⁾	onderhoud	aanleg ³⁾	onderhoud
Prins Bernhardbos						
(30 jaar onderhoud)	€ 82,73	€ 123,44	€ 47,83	€ 2,63	€ 89,27	€ 0,93
prijspeil 1998	18-20 ²⁾	25-30 ²⁾	per st.	per st. / jr	per st.	per st. / jr
Bakenhof						
(30 jaar onderhoud)	€ 69,63	€ 119,55	€ 38,34	€ 1,79	€ 123,66	€ 6,82
prijspeil 2001	8-10 ²⁾	25-30 ²⁾	per st.	per st. / jr	per st.	per st. / jr
Polderpark						
(30 jaar onderhoud)	€ 98,95	€ 329,33	€ 41,29	€ 3,98	€ 55,81	€ 4,94
prijspeil 2001	14-16 ²⁾	25-30 ²⁾	per st.	per st. / jr	per st.	per st. / jr

1) gemiddeld, per stuk 2) stamomtrek op borsthoogte in cm 3) inclusief planten en materialen

Tabel XI Kostenoverzicht 1 en 2 (appendix 3).

Samenvatting

In het openbaar groen van de stedelijke gebieden vinden met de toepassing van de traditionele beplantingsmethode diverse menselijke ingrepen plaats. Deze ingrepen staan in verband met het creëren van de noodzakelijke individuele ruimte voor de omvang uit de ouderdomsfase van houtige gewassen. Deze ingrepen omvatten het uitvoeren van dunningen of het beperken van de uitgroei, wanneer de beplanting buiten de ruimte van het plantvak treedt. Deze ingrepen zijn duur, dienen tijdig te worden uitgevoerd teneinde een onomkeerbare vergroeiing van de beplanting te vermijden en beïnvloeden een ongeschonden uitgroei.

Het doel van het onderzoek is om de strijdigheid tussen menselijke beïnvloeding en ongeschonden uitgroei op te lossen door uit te gaan van een beplantingsmethode, die gebaseerd is op een dynamische benadering bij het ontwerpen van beplantingen. Uit deze dynamische benadering is de integrale beplantingsmethode als een theoretisch model voortgekomen, die de ruimte voor de maximale uitgroei voor planten uit de ouderdomsfase combineert met de realisering van architectonische functies. De aanvangsgrootte van de bomen en struiken bepalen daarbij het gewenste effect. De groeibeweging naar de afmetingen in de ouderdomsfase, maakt onderdeel uit van een compositie in ruimte en tijd volgens een zogenaamde 'beplantingsfilm'. Omdat de groei van de beplanting bepalend is voor de bovengenoemde composities, zijn de menselijke ingrepen tot een minimum beperkt. De integrale beplantingsmethode bevat tevens een instrumentarium om deze ruimte voor uitgroei van planten op locatie gerichte omstandigheden naar een bepaalde grootte op een bepaald tijdstip te bepalen. Door voldoende groeiruimte aan te houden en de levensduur af te stemmen op de omgevingsdynamiek worden onverwachte wijzigingen in de toekomstige groeiontwikkeling binnen zekere marges opgevangen.

Het retrospectief uit hoofdstuk 2 toont aan dat bij de uitgevoerde beplantingsmethode in de drie cases (Haarzuilens, Amsterdamsche Bos, Bijlmermeer Groenstructuur) de mens altijd snel effect wil bereiken met beplanting, de planning voor toekomstige groeiruimte gepaard gaat met veel inspanningen, die tijdig en systematisch moeten worden uitgevoerd wil het wensbeeld niet onomkeerbaar veranderen (Bijlmermeer Groenstructuur) of de werkachterstand niet verder oplopen.

Eenduidigheid in terminologie is van wezenlijk belang om de doelstelling of de beoogde werking van een beplanting tijdens de analyse vast te leggen en te legitimeren. Om tot deze eenduidigheid te komen, wordt in hoofdstuk 3 een beschrijving van de morfologie en de morfodynamiek (omvang, groeisnelheid, levensduur) van de elementen gegeven, waarmee de gedefinieerde toestand wordt omschreven. Uit deze beschrijving, die vastgelegd is in de tabellen 'Classificatie vrijstandsvormen', BEPLANTINGSTYOLOGIE I, II, III EN IV zijn eenduidige termen en definities ontstaan. Hieruit volgt de motivering voor het beplantingsplan (de beginsituatie: aanvangsgrootte, plantafstand, sortiment) en de beplantingsfilm (de gedefinieerde toestand). De 'groei', als het bewegende effect, wordt vervolgens van elk element herleid uit het groeicurvenonderzoek. Het groeicurvenonderzoek geeft de morfodynamische variabelen weer volgens een vereenvoudigde lineaire groeicurve. De transformaties van beplantingstypen blijken op basis van morfodynamiek tot stand gebracht te worden. De aan het proefschrift toegevoegde Cd-rom toont deze dynamiek vanuit diverse (bewegende) posities in de vorm van een beplantingsfilm.

Hoofdstuk 4 beschrijft de principes van de overgenomen, niet-overgenomen, identieke en verschoven

positie, waarmee de morfodynamische variabelen van de plant strategisch worden ingezet ook om transformaties van de beplantingstypen te realiseren. De implementatie van het groeicurvenonderzoek laat zien, hoe met groter plantmateriaal kan worden gestart. Hoe de principes in concrete situaties voor vrijstandsvormen uitwerken, toont het voorbeeld van een ongeveer 0,5 ha groot parkje in Boxmeer. De werkwijze en de handleiding verduidelijken hoe door regels en procedures een gedefinieerde toestand wordt vertaald naar een daartoe leidende beginsituatie (het beplantingsplan) en het daarbij behorende beheersregime (aanleg- en onderhoudsplan).

Om te weten hoe de integrale beplantingsmethode zich gedraagt ten opzichte van de traditionele methode is in hoofdstuk 5 een vergelijking uitgevoerd. Bij het ontwerpen van beplantingen bij de bepaling van het sortiment, plantafstand, aanvangsgrootte, en de wijze van aanleg en onderhoud komen vele variabelen voor, zoals architectuur, microklimaat, bodem, opvattingen over de wijze van aanleg en onderhoud, kwaliteit uitgangsmateriaal, organisatie uitvoerende instantie. Deze aspecten zijn in een aantal cases (Polderpark Almere, Bakenhof Arnhem, Prins Bernhardbos Hoofddorp) meegenomen.

De werkwijze, die bij de vergelijking is toegepast bestaat uit vier stappen. De eerste stap beschrijft de gedefinieerde toestand en de aanleg volgens de originele beplantingsmethode.

Tijdens de tweede stap vindt het groeicurvenonderzoek plaats, die de op locatie gerichte morfodynamische variabelen van de planten vastlegt voor de gerealiseerde en de voorspelde of toekomstige groei. De derde stap bevat een volledig uitgewerkt beplantings- en onderhoudsplan volgens de alternatieve beplan-

tingsmethode met dezelfde gedefinieerde toestand uit de eerste stap als uitgangspunt.

Tijdens de vierde stap worden de architectonische en de kostenaspecten tussen de beide beplantingsmethoden vergeleken. De architectonische aspecten bevatten een op schaal getekende weergave van de morfodynamiek van de beplanting over een lange termijn, aan de hand van aanzichten en plattegronden. Deze aspecten zijn gebaseerd op een uitgevoerd plaats specifiek groeicurvenonderzoek en een veldwaarneming met een beoordeling van de situatie ter plaatse. De kostenaspecten gaan uit van de aanleg- en onderhoudskosten voor de eerste 30 jaar na de aanleg, uitgedrukt in cumulatieve, geïndexeerde en contant gemaakte bedragen, die voor elke beplantingsmethode per case grafisch zijn weergegeven.

De resultaten uit de vergelijking laten zien, dat 4 - 7 jaar na de aanleg een scherm of blok volgens de traditionele beplantingsmethode op ooghoogte de volledige functionaliteit bereikt. Bij de integrale beplantingsmethode zijn de resultaten van een scherm of blok direct op ooghoogte waarneembaar, waarvan de functionaliteit 8 - 13 jaar na de aanleg volledig is. Vrijstandsvormen blijken in de praktijk en ook tijdens de simulaties op basis van de op locatie gerichte morfodynamische variabelen volgens de traditionele methode vrijwel niet realiseerbaar te zijn.

Uit het belevingsonderzoek van het Prins Bernhardbos, aangelegd volgens de integrale beplantingsmethode blijkt, dat de voorsprong van de grotere aanvangsma-

ten van de vrijstandsvormen volgens deze methode de bezoeker een groter gevoel van veiligheid biedt door de open structuur van de beplanting en het feit dat deze methode sneller een volledige beplantingsstructuur geeft.

Uit de vergelijking tussen de verschillende beplantingsmethoden blijkt verder, dat de aanlegkosten volgens de integrale beplantingsmethode ongeveer het dubbele bedragen van de aanlegkosten volgens de traditionele beplantingsmethode. De onderhoudskosten bij de integrale beplantingsmethode voor vrijstandsvormen vallen 60 - 75 % lager uit. Als gevolg daarvan treedt er binnen afzienbare tijd een terugverdienmoment op in de vergelijking met de traditionele beplantingsmethode (stedelijke variant).

De integrale beplantingsmethode is van toepassing voor klein- en grootschalige stedelijke en voor kleinschalige landelijke groenprojecten. Voor grootschalige landelijke projecten vraagt de toepassing van de integrale beplantingsmethode een nader onderzoek naar de afstemming tussen architectonische functies van beplanting en bos ecologie en bosbeheer.

De boomkwekerijsector zal zich meer moeten gaan toeleggen op de opkweek- en aanplantmethoden van groter plantmateriaal. Garanties dat de planten na de aanplant ook direct gaan groeien en de verzorging van deze grotere aanvangsmaten van bomen en struiken worden al door sommige boomkwekers voor een onderhoudsperiode van 10 jaar en langer aangeboden.

Summary

Public parks and gardens (planting structures) in urban areas are subject to various forms of human intervention, based on traditional planting methods. These forms of intervention are related to the creation of individual space required for mature growth of ligneous plants by thinning or by limiting growth in cases where plants exceed the space delineated for them. Such intervention is costly, must be executed timely in order to prevent irreversible deformity, and influences undamaged growth.

The objective of this study is to resolve the contradiction between human intervention and undamaged growth by adopting a planting method which is based on a dynamic approach to the design of planting schemes. This dynamic approach has led to the integral planting method as a theoretical model; in this method, the space required for maximum growth in a plant's mature phase is combined with the realisation of architectural functions. The desired effect is defined by the initial size of the trees and shrubs. The growth movement towards the dimensions of the maturity phase is part of a composition in time and space in accordance with a so-called 'planting-film'. Because the growth rate of the plants defines the above-mentioned composition, human intervention can be reduced to a minimum. In addition, the integral planting method contains a set of instruments to define the space for growth to a certain size at a certain point in time in location-specific circumstances. By providing sufficient room for growth and by relating life span to environment dynamics, unexpected changes in future growth development can, to a certain extent, be compensated.

The retrospective in Chapter 2 shows that with the planting method applied in the three cases (Haarzuilens, Amsterdamse Bos, Bijlmermeer Groenstructuur), people are always aiming for quick results and planning

for future growth requires much effort, which must be enforced timely and systematically to ensure that the desired effect is not affected irreversibly (Bijlmermeer Park Structure) or operational backlog is not increased further.

It is essential that the terminology used is unambiguous to define and legitimize the objective or intended development of a planting structure during the analysis phase. To achieve this unambiguousness, Chapter 3 provides a description of the morphology and morphodynamics (dimensions, growth rate, life span) of the elements used to describe the defined situation. This description, as defined in the tables 'Classification of free-standing forms', PLANTING TYPOLOGY I, II, III and IV, has led to unambiguous terms and definitions. This will lead to the motivation for the planting scheme (initial situation: initial dimensions, planting distances, assortment) and the planting film (the defined situation). Next, the 'growth', as the effect of movement, is derived from the growth curve survey for each element. The growth curve survey reproduces the morphodynamic aspects in a simplified linear growth curve. The transformations of planting types are shown to be brought about on the basis of morphodynamics. The Cd-rom supplied with this thesis shows these dynamics from different angles, in the form of a planting film.

Chapter 4 describes the principles of the adopted, not-adopted, identical and shifted position, with which the morphodynamic aspects of the plant can be applied strategically to also realise transformations of the plant types. The implementation of the growth curve survey shows how larger plant material can be used to start with. The example of a 2-acre park in Boxmeer shows what the principles for freestanding plant shapes bring about in real situations. The operating method and manual clarify how a starting situation (the planting

scheme) and its related management regime (execution and maintenance plan) can be derived from the defined situation to which it should lead.

In chapter 5 a comparison is made to ascertain how the integral planting method behaves in relation to the traditional method. When designing parks and gardens, the definition of assortment, planting interval, initial size and construction and maintenance method covers many variables such as architecture, micro climate, soil, opinions on construction and maintenance method, quality of base materials, organisation of implementation and so on. These aspects are covered in a number of cases (Polderpark Almere, Bakenhof Arnhem, Prins Bernhardbos Hoofddorp).

The method applied in the comparison covers four steps. Step one describes the defined situation and the set-up according to the original planting method. Step two covers the growth curve survey which defines the location-specific morphodynamic characteristics of the plants involved for their actual as well as projected or future growth. Step three contains a fully worked-out planting and maintenance plan based on the alternative planting method and starting from the same defined situation as in step one.

In step four the architectural and cost aspects of both planting methods are compared. The architectural aspects show the morphodynamics of the plant structure in the long term with the aid of views and diagrams drawn to scale, elucidated with data from the location-specific growth curve survey and field observations of the actual situation. The cost aspects are based on construction and maintenance for the first 30 years, expressed in cumulative, indexed and hard cash amounts, shown graphically for each planting method in the different cases.

The results of the comparison show that a screen or block based on the traditional planting method will reach full functionality at eye level after 4 - 7 years. With the integral planting method, the results of a screen or block will be visible at eye level from the start, and full functionality will be reached after 8 - 13 years. With the traditional method, it appears to be almost impossible to realise free-standing forms, in practice as well as in simulation during the growth curve survey. Empirical research of the Prince Bernhard forest, which was developed according to the integral planting method, shows that the head start of the larger initial sizes of the free-standing forms in this method provides the visitor with an increased sense of security because of the openness of the plant structure and the fact that this method leads to a completed planting structure in a shorter period of time.

In addition, the comparison shows that the construction costs using the integral planting method are about double the costs using the traditional planting method.

However, the maintenance costs for free-standing forms when the integral planting method has been applied are so low, that cost recovery will occur within a foreseeable period, as compared with the traditional planting method (urban variant).

The integral planting method can be applied to small- and large-scale urban and small-scale rural park projects. For large-scale rural projects application of the integral planting method requires further investigation of the relation between architectural functions of planting structures and forest ecology and forest management.

Tree nurseries will need to put more effort into the methods for breeding and planting larger plant material. Some growers already guarantee that their plants will start growing immediately after planting and they offer care and maintenance of these larger initial sizes of trees and shrubs for a maintenance period of 10 years and longer.

Curriculum vitae

Ludovicus, Godefridus, Anthonius (Frits) Ruyten werd geboren op 28 september 1950 te Venray. Na de 4^e klas HBS-b ging hij naar de Middelbare Tuinbouwschool te Venlo. Daarna vervolgde hij zijn studie aan de Rijks Hogere School voor Tuin- en Landschapsinrichting (Ontwerprichting) te Boskoop. Na de voltooiing hiervan startte hij zijn loopbaan bij het stedenbouwkundig adviesbureau (SAB) te Arnhem, waar hij landschapsonderzoek deed en inrichtingsvoorstellen ontwierp voor te ontwikkelen woon- en industriegebieden. Tijdens deze werkperiode begon hij de studie landschapsarchitectuur aan de Academie van Bouwkunst te Amsterdam. In 1987 werd deze studie succesvol afgesloten met een ontwerp voor het Oostelijk Havengebied in Amsterdam als toekomstig woongebied met water en watergebruik als recreatief uitgangspunt. Na twee jaar bij de gemeente Lelystad gewerkt te hebben, richtte hij in 1984 een eigen bureau op in Venray. Naast ontwerpen voor particuliere tuinen, de omgeving van gebouwen en openbaar groen, gaf hij

ook les onder andere aan de Biologische School te Horst, de Tuinbouw Vakschool te Vught en aan diverse Vrije Academies te Boxmeer, Venray, Venlo, Roermond en Weert en aan de Academie van Bouwkunst te Maastricht. Als docent aan de Leidse Onderwijsinstellingen leverde hij een belangrijke bijdrage aan de vernieuwde cursus Tuinarchitectuur. Met het schrijven van het bijbehorende boek 'Beplantingsleer' (1994, 2002) werd de basis voor dit promotieonderzoek gelegd. In 1998 startte hij een nieuw bureau, 'Integralis P.P.', om in een samenwerkingsverband met andere bureaus met de integrale beplantingsmethode ervaring op te doen. Zijn bureauwerkzaamheden werden gedurende 3 jaar (2002 - 2005) onderbroken om zich als wethouder Ruimtelijke Ontwikkeling in de gemeente Venray te ontplooien. Hij hield zich onder andere bezig met bestemmingsplannen, het Reconstructieplan voor Noord en Midden Limburg, plattelandsontwikkeling, welstand, ruimtelijke kwaliteit en monumenten.

Vormgeving: Louis Leenders †, Trudy Michels

Illustraties: Frits Ruyten

Printscreens, beplantingsfilms: dr. ir. R.J.A. van Lammeren, Wageningen University

Druk: vanGrinsven drukkers bv, Venlo

