Ecosysteemdiensten

De baten van stadsbomen

Minor stedelijke beplanting

Danny de Vries
Johan Hendriks
Robin van Milligen

10 januari 2014

Ecosysteemdiensten

De baten van stadsbomen

Hogeschool Van Hall Larenstein
Velp, Januari 2014

Voorwoord

Voor u ligt het eindproduct van een 20 weken durende onderzoeksperiode naar de baten van bomen in het stadscentrum. Na het lezen van dit rapport zult u als lezer anders gaan kijken naar de toepassing en sortimentskeuze van bomen. Bomen worden nu vaak nog gezien als gemeentelijke kostenpost. Vooral in deze tijd van bezuinigingen is de boom zowel in nieuwe plannen als in beheersplannen letterlijk het leidend voorwerp. De bomen worden uit de plannen wegbezuinigd en vervangen voor een goedkopere (groen)oplossing. Door anders naar bomen te gaan kijken zal men zien dat een boom veel meer is dan een kostenpost. Een boom levert namelijk een enorme hoeveelheid baten. Het inzichtelijk maken van die baten en deze baten koppelen aan boomsoorten is waar deze rapportage over gaat.

Om dit product te kunnen maken hebben wij veel profijt gehad van de vele experts die ons van informatie hebben voorzien. Wij bedanken in het bijzonder de heer Hoffman, wie ons meerdere malen heeft geholpen bij het opstellen van de selectiecriteria. Daarnaast gaat onze dank uit naar de heer Van Dorp en de heer Martin, van wie wij gedurende het gehele onderzoeksproces begeleiding hebben gehad. Deze begeleidingen hebben ons geholpen om tot dit eindproduct te komen.

Wij wensen u als lezer veel leesplezier en hopen dat de resultaten van dit verslag een omslag teweegbrengen in het kiezen van bomensortiment.

Danny de Vries Johan Hendriks Robin van Milligen

Niets uit deze uitgave mag verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van de auteurs

Samenvatting

Het is naar onze mening belangrijk dat men zich bewust wordt van de vele baten van stadsbomen. Deze baten die stadsbomen aan de mens kan leveren, noemen we ecosysteemdiensten. Wij doen onderzoek naar deze ecosysteemdiensten van stadsbomen, om de baten die de stadsbomen leveren inzichtelijk te maken en hier vervolgens een sortiment aan te kunnen koppelen.

De hoofdonderzoeksvraag die voortborduurt op deze onderzoeksgedachte luidt: “Met welk sortiment van bomen kunnen in het stadscentrum zoveel mogelijk ecosysteemdiensten verkregen worden die baten leveren voor de mens?”. Wij hebben eerst onderzoek gedaan naar het begrip ecosysteemdiensten en welke diensten van toepassing zijn op groen in het algemeen. Het resultaat is een reeks aan diensten die onderverdeeld kunnen worden onder de groepen productiediensten, culturele diensten, regulerende diensten en ondersteunende diensten. Vervolgens hebben wij ingezoomd op stadsbomen en onderzocht welke diensten van toepassing zijn op individuele stadsbomen. Het betreft hier alleen stadsbomen die verharding kunnen verdragen.

In het stadscentrum waar bomen in verharding staan, worden niet veel bomen aangeplant om hun producerende eigenschappen. De dienst voedsel productie zorgt in een dergelijk stedelijk gebied voor veel overlast door vruchtval. Ook de onder deze dienstengroep vallende dienst houtproductie is niet rendabel als baat in het stadscentrum. Deze dienstengroep is daarom niet interessant om toe te passen in het stadscentrum. Op deze manier hebben we alle diensten onder de loep genomen. Uit deze analyse blijkt dat er een viertal ecosysteemdiensten van toepassing zijn op individuele stadsbomen in verharding. De eerste twee zijn regulerende diensten, namelijk fijnstof afvangen en verkoeling. De ander twee zijn de culturele diensten sierwaarde en beleefbare biodiversiteit. Daarnaast zijn er diensten, zoals recreatie en WOZ-waarde, die nauw samenhangen met de sierwaarde van een boom en beleefbare biodiversiteit. Deze diensten zijn echter niet te koppelen aan individuele bomen.

Per genoemde ecosysteemdienst is er een top 10 samengesteld van bomen die de meeste baten vervullen binnen de ecosysteemdienst. Deze criteria

zijn eigenlijk sub-baten, welke samenvallen onder één ecosysteemdienst. Schematisch gezien bevat de beoordeling van de bomen dus de volgende drie stappen van een groot naar een klein schaalniveau: Dienstengroep --> Ecosysteemdienst --> Criteria's.

Door een strenge voorselectie van loofbomen die verharding kunnen verdragen en een selectie van naaldbomen die eventueel verharding zouden kunnen verdragen is er een lijst met bomen ontstaan die goed gebruikt kunnen worden in de verharde omgeving van het stadscentrum. Bij deze selectie is ook meegenomen dat de bomen geen overlast mogen voorzaken, zoals fruitbomen dit kunnen met vruchtval. In deze lijst met bomen is iedere boom individueel beoordeeld op de bovengenoemde diensten met de bijbehorende criteria. Deze criteria zijn tot stand gekomen uit verschillende bronnen. Aan deze criteria is een puntensysteem gekoppeld. Met dit puntensysteem zijn zowel de vier top tienen als de totale top 10 samengesteld.

Met het resultaat van deze tabel, welke voortkomen uit één grote overzichtstabel van alle voorgeselecteerde bomen, hebben wij inzichtelijk kunnen maken welk sortiment van bomen de meeste ecosysteemdiensten vervult in het stadscentrum. Dit resultaat geeft antwoord op onze hoofdvraag.

Het is belangrijk te vermelden dat de criteria met bijbehorende puntentelling in een aantal gevallen zijn gebaseerd op een benadering van gegevens. Het is niet van iedere boom bekend in hoeverre deze aan bepaalde eigenschappen voldoet. Een goed voorbeeld is de verkoelende werking van bomen. Hier is tot op heden vrijwel geen onderzoek naar gedaan. Dit betekent dat een onderwerp als sierwaarde van bomen, welke wel goed per boomsoort te beoordelen is, beter te toetsen is geweest dan een ecosysteemdienst waar nog weinig onderzoek naar is gedaan. Om ook voor onderwerpen als verkoeling een exacte beoordeling van de kwaliteiten van de bomen te kunnen geven, moet er meer onderzoek gedaan worden naar de baten.

Inhoud

Omschrijving	Pagina
Voorwoord	i
Samenvatting	ii
Inhoudsopgave	iii
1 Inleiding	9
1.1 Problematiek	11
1.2 Doelstelling van dit onderzoek	12
1.3 Onderzoeksmethodiek	12
1.4 Afbakening	13
1.5 Leeswijzer	14
2 Ecosysteemdiensten	15
2.1 Het begrip ecosysteemdiensten	17
3 Ecosysteemdiensten van groen	19
3.1 Producerende ecosysteemdiensten	21
3.2 Regulerende ecosysteemdiensten	25
3.3 Culturele ecosysteemdiensten	27
3.4 Ondersteunende ecosysteemdiensten	36
4 Ecosysteemdiensten van stadsbomen	33
4.1 Afvangen van fijnstof uit de lucht	35
4.2 Top 10 bomen voor afvangen fijnstof	38
4.3 Verkoeling	41
4.4 Top 10 bomen voor verkoeling	43
4.5 Sierwaarde	47
4.6 Top 10 bomen voor sierwaarde	49
4.7 Beleefbare biodiversiteit	53
4.8 Top 10 bomen voor biodiversiteit	55
5 Top 10 stadsbomen	59
5.1 Totstandkoming tabel	61
5.2 Top 10 stadscentra bomen	63
6 Conclusies en aanbevelingen	73
6.1 Conclusies uit dit onderzoek	75
6.2 Aanbevelingen voor vervolgonderzoek	77
7 Bijlagen	81
7.1 Samenvatting gesprekken en interviews	83
7.2 Begrippenlijst	85
7.3 Bronvermelding	87
7.4 Bronvermelding afbeeldingen	89
7.5 Batentabel postervorm	91

Inleiding

1

In deze paragraaf wordt het onderwerp van dit onderzoek geïntroduceerd. De keuze van dit onderwerp komt voort uit de problematiek, welke wij in het werkveld hebben ervaren. Wij willen door middel van dit onderzoek bijdragen aan een oplossing voor dit probleem. De paragraaf problematiek wordt gevolgd door de paragraaf doelstelling. In de derde paragraaf wordt de onderzoeksmethode beschreven, welke wij hebben gehanteerd om dit eindproduct te kunnen samenstellen. De laatste paragraaf geeft een afbakening van dit onderzoek. Een dergelijke afbakening is nodig, aangezien het onderwerp ecosysteemdiensten enorm omvangrijk is.

Inleiding

Afb 1.1 Luchtvervuiling vormt een mondiaal probleem

Afb 1.2 Het riool is niet bestand tegen piekbuien

1.1 Problematiek

De kwaliteit van onze leefomgeving is erg belangrijk. Het is een bekend probleem dat verschillende factoren deze kwaliteit negatief beïnvloeden. Vooral de problemen rondom het klimaat, de luchtkwaliteit en onze gezondheid zijn belangrijke onderwerpen van gesprek. Men is haastig op zoek naar oplossingen voor deze problemen. Kijkend naar de problemen rondom luchtverontreiniging *(afb. 1.1)* worden als oplossing steeds schonere auto's geproduceerd en wordt de industrie met steeds strengere regels belast om de uitstoot van schadelijke stoffen steeds verder terug te dringen. Ook zien we steeds heftigere regenbuien, de zogenoemde piekbuien *(afb. 1.2)*. Rioleringen hebben niet de capaciteit om het water weg te voeren, met schademeldingen door water op straat als gevolg. Ook voor dit probleem worden de meest slimme technische oplossingen aangedragen.

Het maatschappelijke probleem is daarmee duidelijk. Onze leefomgeving kent een aantal problemen welke voor onze levensstijl of levensbehoeften een bedreiging vormen. Naast deze maatschappelijke problemen spelen er ook problemen binnen het vakgebied beplanting. Steeds meer partijen, verantwoordelijk voor de aanleg en het beheer van groen in het stedelijk gebied, zien groen als een kostenpost. Vooral in deze tijd, waarin geld een steeds grotere schaarste wordt, is een bezuiniging op groen meestal de eerste stap. Het is erg belangrijk dat deze partijen inzicht krijgen in de voordelen van groen en groen gaan toepassen om de baten die het levert in plaats van de kosten.

1.2 Doelstelling van dit onderzoek

Het is naar onze mening belangrijk dat men zich bewust wordt van de vele baten van groen *(afb 1.3)*. Door middel van dit onderzoek willen wij de feiten boven tafel halen welke aantonen dat groen onze maatschappij materiële en immateriële baten kan leveren. Dit resultaat moet bijdragen aan de bewustwording van de baten van groen. Nog belangrijker vinden wij het dat deze informatie ook toegepast kan worden. Daarom streven wij naar een overzichtelijke lijst waarin duidelijk wordt gemaakt welk sortiment van bomen de meeste baten voor de mens levert. Dit resulteert in de volgende hoofdvraag: “Met welk sortiment van bomen kunnen in het stadscentrum zoveel mogelijk ecosysteemdiensten verkregen worden die baten leveren voor de mens?”. Deze vraag vormt de hoofdlijn van dit onderzoek. Onder deze hoofdvraag vallen een aantal deelvragen, waarvan de uitwerkingen het antwoord op de hoofdvraag vormen. Deze deelvragen zijn gelijk aan de titels van hoofdstukken 2, 3, 4 en 5.

Het uiteindelijke resultaat zal verwerkt worden in een product dat er toe gaat leiden dat mensen, die werkzaam zijn bij gemeenten of andere instellingen en te maken krijgen met inrichting van de buitenruimte, meer bewuste en beter onderbouwde keuzes zullen maken omtrent sortimentssamenstelling. De essentie van ons rapport zal verwerkt worden in een poster welke aan deze bewustwording gaat meewerken.

Afb 1.3 Recreatie, één van de vele baten van groen

1.3 Onderzoeksmethodiek

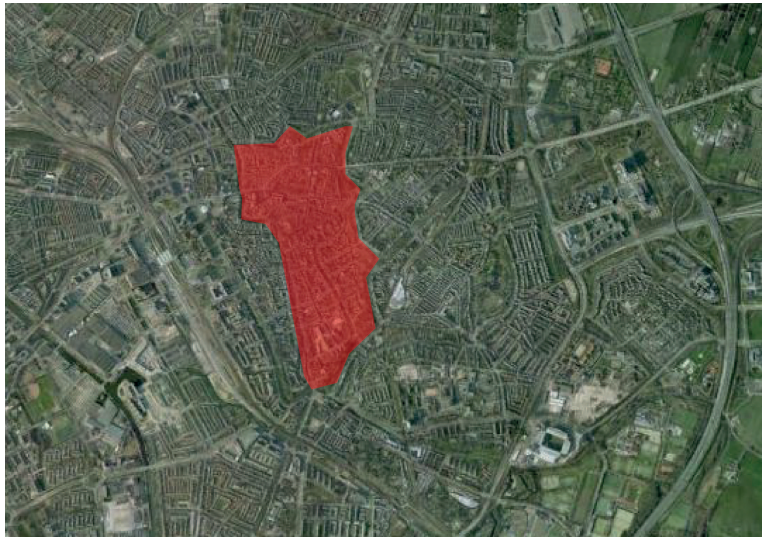
Om een compleet overzicht te kunnen krijgen van de baten van bomen starten wij met een begripsbepaling van het begrip ecosysteemdiensten. Hierop volgend stellen wij vast wat de verschillende mogelijke ecosysteemdiensten zijn die groen levert. Deze twee onderdelen vormen de basis voor de rest van ons onderzoek. Hierbij vormt literatuuronderzoek de basis.

Vervolgens wordt de koppeling gemaakt tussen de diensten en stadsbomen. De diensten die hieruit naar voren komen zullen gedetailleerd toegelicht worden. Hier wordt omschreven wat de betekenis van iedere dienst is in de stad en welke eisen er aan bomen gesteld worden om de dienst optimaal te kunnen leveren. Voor dit deel van het onderzoek zal literatuuronderzoek gedaan worden. Daarnaast zijn experts, welke hebben bijgedragen aan in het verleden uitgevoerde onderzoeken omtrent ecosysteemdiensten een belangrijke bron voor dit onderdeel.

Aan de hand van de overgebleven ecosysteemdiensten, die dus geleverd kunnen worden door stadsbomen, koppelen wij ecosysteemdiensten aan boomsoorten. Deze koppeling wordt gemaakt door naar de eigenschappen van de individuele boomsoorten te kijken en deze eigenschappen te koppelen aan de benodigde eigenschappen van de verschillende ecosysteemdiensten. Door criteria op te stellen voor iedere ecosysteemdienst kunnen we per boomsoort vaststellen of en in welke mate een soort de betreffende dienst vervult. De resultaten worden verwerkt in een overzicht. Deze informatie zullen wij vergaren uit onderzoeken die in het verleden gedaan zijn en door de onderzoekers die hieraan hebben meegewerkt te raadplegen. Ook zullen wij kwekers, experts en literatuur raadplegen om tot een juiste selectie van boomsoorten te komen.

Het resultaat van ons onderzoek zal een weergave zijn in tabelvorm, waarop van iedere door ons gekozen soort te zien is welke ecosysteemdiensten deze levert en in welke mate. Aan de hand van deze tabel wordt tevens een top 10 stadsbomen geselecteerd welke de meeste ecosysteemdiensten leveren. Ook zal per ecosysteemdienst een top tien samengesteld worden.

Afb 1.4 Ruimtegebrek belemmerd de toepassing van groen



Afb 1.5 Onderzoeksgebied als voorbeeld toegepast op Utrecht

1.4 Afbakening

Een onderzoek naar ecosysteemdiensten die van toepassing zijn op groen in het stedelijk gebied, is veelomvattend. Aangezien wij slechts 900 manuren te besteden hebben voor dit onderzoek is een inkadering van de te onderzoeken onderdelen en het onderzoeksgebied onvermijdelijk. Deze inkadering maken wij op de hieronder beschreven wijze.

Onderzoeksgebied

Groen kan de mens overal voordelen opleveren, zowel in de steden als het buitengebied. Wij zijn dit onderzoek gestart met de focus op het stedelijk gebied, aangezien hier voor een groot deel onze interesse en kennis ligt. Tevens is dit het gebied waar groen van zeer belangrijke betekenis kan zijn, maar de toepassing helaas nog vaak te wensen overlaat. Onze focus op het stedelijk gebied zorgt ervoor dat de ecosysteemdiensten die alleen mogelijk zijn in het landelijk gebied niet voor ons van toepassing zijn.

Het stedelijk gebied is een enorm groot gebied met zeer veel verschillende groene functies. Denk aan parken, lanen, brede groenstroken, smalle groenstroken, solitair staande bomen enzovoort. Nog steeds een enorm scala aan groen. Wij kiezen er dan ook voor om ons specifiek te richten op stadscentra *(afb 1.5)*. De openbare ruimten in stedelijke centra kennen vele belanghebbende partijen op een vaak schaarse ruimte *(afb 1.4)*. Deze veelvoud aan belangen en meningen bemoeilijkt in veel gevallen de toepassing van groen. Dit zien wij juist als een uitdaging om de belanghebbende partijen bij deze schaarse openbare ruimte de baten van groen in dit centrum te laten inzien.

Tevens is het stadscentrum doorgaans de trekpleister van de stad. Niet voor niets wordt er groen toegepast met een esthetisch hoge waarde. Veel steden zijn tegenwoordig bezig met duurzaamheid. Ook op dit vlak valt met groen veel te halen. Door juist in het stadscentrum te kiezen voor toepassing van duurzaam groen kan een stad zich positief profileren.

1.5 Leeswijzer

Onderzoekssortiment

Binnen het onderwerp groen zijn vele groencategorieën te onderscheiden. Grofweg zijn dit de categorieën bomen, heesters, vaste planten, siergrassen en gras- en kruidenmengsels. Voorafgaand aan dit onderzoek hebben wij de aanname gedaan dat bomen het meest waardevol zijn en daarmee de grootste hoeveelheid baten kunnen leveren voor de mens. Dit vanwege hun omvang en potentiele levensduur. Overige beplantingscategorieën zullen in dit onderzoek buiten beschouwing gelaten worden. Dit gegeven in combinatie met de inkadering van het onderzoeksgebied zorgt direct voor nog een laatste afbakening, namelijk het bomensortiment *(afb 1.6)*. Niet iedere boomsoort is geschikt voor toepassing in het stadscentrum, vandaar dat binnen de boomsoorten en bijhorende cultivars een kritische selectie is gemaakt. Deze selectie en de daarbij horende selectiecriteria worden behandeld in hoofdstuk 4 van dit onderzoeksrapport. Uit de resultaten van dit onderzoek zal blijken of een vervolgonderzoek naar de baten van andere beplantingsgroepen en andere gebieden zinvol is.

Dit rapport is opgebouwd uit zeven hoofdstukken. Zoals hiervoor te lezen is, begint dit rapport met de inleiding. Deze inleiding wordt gevolgd door het hoofdstuk ecosysteemdiensten, waarin het begrip ecosysteemdienst wordt uitgelegd. In het daarop volgende hoofdstuk wordt per categorie (deze categoriën worden ook omschreven in hoofdstuk 2) een aantal ecosysteemdiensten omschreven. Deze diensten zijn van toepassing op groen in het algemeen. Vervolgens worden in hoofdstuk 4 de diensten uitvoerig beschreven, welke specifiek van toepassing zijn op individuele bomen. In dit hoofdstuk worden ook per ecosysteemdienst criteria opgesteld om per dienst een top 10 bomen vast te stellen. In hoofdstuk 5 worden deze vier top tienen gecombineerd. Hieruit volgt een top 10 van bomen die de meeste ecosysteemdiensten leveren. Het complete overzicht van de beoordeelde bomen, waaronder de bomen die de top 10 niet hebben gehaald, wordt toegevoegd als bijlage op A2 poster. Dit hoofdstuk wordt gevolgd door de conclusies en aanbeveling welke zijn voortgekomen uit dit onderzoek. Het laatste hoofdstuk bevat de bijlagen, waaronder de bronvermelding, een overzicht van gevoerde gesprekken en de begrippenlijst.

Afb 1.6 Bomen in een stedelijke omgeving

Ecosysteemdiensten 2

In dit hoofdstuk wordt de definitie van het begrip ecosysteemdiensten nader toegelicht. Nadat duidelijk gemaakt is wat ecosysteemdiensten zijn, worden enkele voorbeelden gegeven van de belangrijkste diensten die de natuur kan leveren aan de mens. Ecosysteemdiensten zijn allemaal onder te verdelen in categorieën. Welke categorieën dit zijn wordt ook toegelicht in dit hoofdstuk.

Ecosysteemdiensten

Afb 2.1 De eikprocessierups, een opkomende plaag

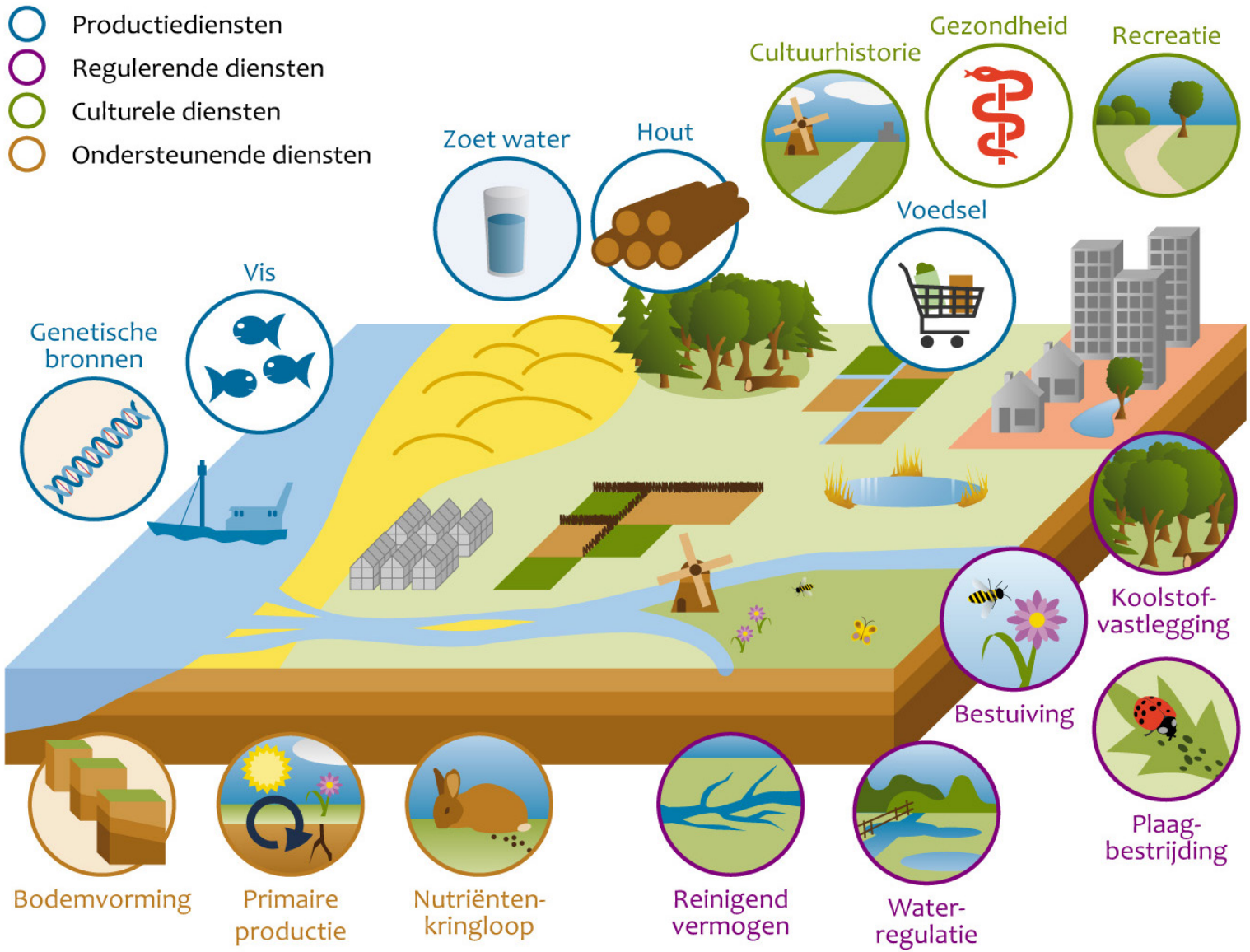
Afb 2.2 Natuur levert geld op

2.1 Het begrip ecosysteemdiensten

Het is een algemeen bekend feit dat groen geld kost. Deze kosten zitten in planvorming, aanschaf, aanleg en onderhoud. Jammer genoeg zijn de baten van groen veel minder bekend. Deze baten, welke de natuur aan de mens kan leveren, noemen we ecosysteemdiensten. Sommige ecosysteemdiensten zijn goed zichtbaar, terwijl andere ecosysteemdiensten vooral minder zichtbare baten aan de mens leveren. De verschillende ecosysteemdiensten zijn onder te verdelen in vier categorieën *(afb. 2.3)*, namelijk productiediensten, regulerende diensten, culturele diensten en ondersteunende diensten.

De categorie productiediensten omvat de fysieke producten die door de natuur worden geleverd. Dit zijn producten als voedsel, water, hout en genetisch materiaal. De regulerende diensten zijn diensten welke meehelpen of noodzakelijk zijn voor een aangenaam leefmilieu voor de mens. Dit zijn diensten als klimaatregulatie, waterzuivering en plaagbestrijding *(afb 2.1)*. De culturele diensten bieden baten op het gebied van bijvoorbeeld recreatie, religie en esthetiek. De laatste categorie, de ondersteunende diensten, bevat diensten welke nodig zijn om de hierboven genoemde diensten goed te laten functioneren. Denk hierbij aan fruit-producerende bomen welke deze eigenschap niet kunnen waarmaken zonder de bestuiving van bijen. De bestuiving is in dit voorbeeld de ondersteunende dienst.

Al deze diensten samen kunnen, zo blijkt uit verschillende wetenschappelijke onderzoeken, ons als mensen veel maatschappelijke en ook financiële voordelen opleveren. In een betrouwbaar onderzoek, gepubliceerd in het gezaghebbende tijdschrift Nature (publicatie van 1998), wordt de schatting gemaakt dat de natuur ons wereldwijd op jaarbasis 33 biljoen dollar oplevert. Dat maakt natuur niet alleen waardevol voor onze gezondheid en als recreatiemiddel, maar kan ons ook zeker financiële voordelen opleveren. Wie zegt dat geld niet aan bomen groeit?! *(afb. 2.2)* *(Bron 39)*



Afb 2.3 Belangrijkste ecosysteemdiensten onderverdeeld per categorie

Ecosysteemdiensten van groen

3

In dit hoofdstuk worden per categorie de ecosysteemdiensten beschreven. Het betreft hier de ecosysteemdiensten welke van toepassing zijn op de natuur en niet beschreven kunnen worden per boom. Dit betekend niet dat deze ecosysteemdiensten geen waarde hebben met betrekking tot bomen, alleen zijn deze diensten niet functioneel (genoeg) bij benadering per individuele boom. Aan het eind van iedere paragraaf worden een aantal (financiële) baten opgesomd, welke de verschillende ecosysteemdiensten uit de paragraaf kunnen leveren aan de mens.

Produceren

Afb 3.1 Fruitproductie

Afb 3.2 Groente, een product van de natuur

3.1 Producerende ecosysteemdiensten

De producerende diensten leveren een product welke door de mens gebruikt kan worden. Deze producten zijn in veel gevallen levensmiddelen of middelen welke het leven kunnen veraangenamen. In deze paragraaf worden een aantal belangrijke diensten beschreven welke door de natuur geleverd worden en daarmee een product voor de mens opleveren *(afb 3.1)*. *(Bron 18 & 27)*

Genetisch materiaal

Bij genetisch materiaal gaat het om het geheel aan genetische variatie dat in ecosystemen aanwezig is en dat kan worden benut voor menselijke toepassingen. Hieronder valt bijvoorbeeld het ontwikkelen van nieuwe geneesmiddelen of voor het ontwikkelen van nieuwe voedingsgewassen.

Om dit genetisch materiaal te behouden zijn insecten onmisbaar. Zij zorgen door middel van kruisbestuiving tussen verschillende planten voor een vermenging van het genetisch materiaal. Dat is van belang, omdat een te grote genetische eenvormigheid de soort kwetsbaar maakt. Soorten kunnen dan minder goed reageren op bacteriële of klimatologische bedreigingen. De vele bezoeken van insecten aan planten waarborgt de uitwisseling van genen, de gezondheid van de planten en, op langere termijn, van de ecosystemen. Dit is dus van groot belang om materialen die tegenwoordig gebruikt worden voor geneesmiddelen in de toekomst ook beschikbaar te houden.

Genetisch materiaal is tevens belangrijk om nieuwe soorten te kweken. In de traditionele en vooral in de biologische landbouw wordt veel met genetisch materiaal gewerkt. Men mag steeds minder bestrijdingsmiddelen gebruiken, waardoor zij afhankelijk worden van sterke rassen en soorten. *(Bron 5)*

Voedselproductie

Sinds begin der jaren is voedselproductie één van de belangrijkste ecosysteemdiensten die de natuur levert. De natuur vormt de basis van het voedsel dat mens en dier nuttigen. Niet voor niets heeft het grootste percentage land een functie als landbouwgrond, waar bijvoorbeeld fruit *(afb 3.5)*, aardappelen en groenten verbouwd worden *(afb 3.2)*, maar ook mais en gras behoren hiertoe. Dit zijn immers producten die gebruikt worden als voedsel voor vee. Dit vee zorgt weer voor melk of vlees. Zonder natuur zou de mensheid binnen korte tijd verhongeren.

Naast de traditionele vormen van landbouw is de term stadslandbouw tegenwoordig een veel gehoord begrip. Een steeds groter percentage van de bevolking woont in steden en de hoeveelheid bebouwd gebied blijft toenemen. Hierdoor groeit de behoefte aan natuurlijke structuren in de stad en is er steeds meer vraag naar herkenbaar en lokaal geproduceerd voedsel. Veel gemeenten hebben leegstand en braakliggende grond. Dit terrein kan jaren braak liggen, terwijl hier alle potentie is voor stadslandbouw. Al jaren zijn er buiten de stad de bekende volkstuintjes te zien. Hieruit is af te leiden dat er ongetwijfeld vele burgers zijn die gemeenten willen helpen bij een dergelijk initiatief als stadslandbouw. Het voordeel van deze lokale productie is dat er wordt bespaard op transportkosten. Bovendien wordt de sociale cohesie in de stad of wijk versterkt, door dat burgers zich betrokken voelen bij hetgeen er in hun wijk gebeurt en zij samen onderdeel kunnen worden van het proces. Stad en platteland raken door stadslandbouw steeds meer met elkaar vervlochten.

Afb 3.3 Fruit op schoolpleinen

Het toepassen van vrucht- en noot producerende bomen *(afb 3.3)* in de stad kan hier uitstekend een onderdeel van zijn. Hoewel voedselproducerende bomen nog weinig worden toegepast betekent dit niet dat het niet mogelijk is. Dichtbij winkels, horecagelegenheden, woningen en rijwegen kan overlast veroorzaakt worden wanneer er vrucht producerende bomen worden toegepast. Hierbij valt te denken aan fruit dat op auto's valt, gevallen fruit dat een glad verhardingsoppervlak tot gevolg heeft en vogels en insecten die op het fruit afkomen.

Dit betekent echter niet dat er in het stadscentrum geen ruimte is voor dergelijke bomen. Op pleinen, veldjes en groenstroken is vaak genoeg ruimte voor vruchtbomen. Wel dient er op deze locatie voldoende zon te zijn voor een aantrekkelijke opbrengst. Ook in school- en speeltuinen kunnen ook fruitbomen aangeplant worden. Burgers zijn vrij het fruit te plukken of te rapen. Kinderen krijgen weer een beeld hoe de natuur zelf voedsel produceert en zullen zich beseffen dat niet alles uit de fabriek komt. *(Bron 17, 35 & 37)*

Produceren

Hout

Al eeuwen wordt hout gebruikt voor diverse doeleinden, namelijk als constructiemateriaal en brandstof. De enige manier waarop dit belangrijke materiaal verworven kan worden is door de inzet van de natuur, namelijk bomen. Waar vroeger alleen natuurlijke bossen beschikbaar waren voor de houtwinning, worden deze natuurlijke bossen tegenwoordig vooral gekoesterd en worden voor houtproductie speciale productiebossen aangelegd *(afb 3.4)*.

Bij elke dunning in het bos en kap van bomen om diverse redenen komt hout vrij, dat voor verschillende toepassingen geschikt is. Als constructiemateriaal gaat de voorkeur uit naar hoogwaardig hout met van zichzelf een lange levensduur een hoge sterkheid. Naast constructiemateriaal worden veel andere producten van hout gemaakt. 49% van de 15 miljoen m^3 hout dat in Nederland wordt gebruikt, wordt verwerkt tot papier en karton. Slechts 13,5% van al dit hout is afkomstig uit Nederland.

Voor duurzame energie, biomassa, gaat de voorkeur uit naar hout dat minder geschikt is voor hoogwaardige toepassingen. De Nederlandse overheid streeft naar een aandeel van 10% aan duurzame energie in het jaar 2020, waarvan energie uit biomassa ongeveer een kwart voor haar rekening neemt.

Echter is niet alleen hout dat afkomstig is uit bossen geschikt voor deze toepassing, ook bij kap van een laan of bomenrij kan het vrijgekomen hout prima gebruikt worden. Omdat laanbomen vaak intensief beheerd worden is de stamkwaliteit gemiddeld hoger dan in bossen het geval is. Dit maakt het meer geschikt voor bijvoorbeeld zaaghout. Dergelijk materiaal wordt echter ook veel als brandhout verkocht. *(Bron 30)*

Afb 3.4 Productiebos

Baten voedselproductie in de stad
Eetbaar groen in de stad zorgt voor een snellere beschikbaarheid van voedsel en biedt het hoofd aan onzekere en geldrovende factoren als transport en politieke instabiliteit.

Baten genetisch materiaal
Des te groter de variatie aan genetisch materiaal, des te groter de kans op de ontwikkeling van nieuwe medicatie.

Afb 3.5 Fruitproductie zoals in de vorm van een boomgaard vormt al eeuwen een belangrijke ecosysteemdienst

Afb 3.6 Water op straat

Afb 3.7 Bomen zijn effectief in het vasthouden van CO_2

3.2 Regulerende ecosysteemdiensten

De regulerende diensten zorgen voor een goed verloop van bepaalde processen. Deze processen spelen zich voornamelijk af op het gebied van ons klimaat. Een voorbeeld hiervan is waterregulatie. Water valt in de vorm van regen uit de lucht. Om de overlast van dit regenwater zo klein mogelijk te houden voor de mens gaat de natuur aan de slag om dit water te verwerken. De natuur reguleerd in dit geval de verwerking van het regenwater.

Waterregulatie

Groen in de stad vervult een belangrijke rol in het bergen van hemelwater en het vertragen van de afvoer van hemelwater. Ten gevolge van klimaatverandering valt er in steeds kortere tijd meer neerslag. In steden kan vooral deze hevige neerslag tot problemen leiden *(afb 3.6)*, omdat het huidige rioolstelsel er niet op is berekend zoveel water in zo'n korte tijd te verwerken. In extreme situaties moet het rioolstelsel tot wel 500 keer zoveel water verwerken. Een overbelast riool kan tot diverse problemen leiden namelijk water dat op straten blijft staan en straten zelfs ontoegankelijk kan maken. Daarnaast komt het bij extreme buien voor dat water gebouwen vanaf de wegen binnen stroomt en dat de rioolinhoud vanuit het overbelaste riool naar buiten stroomt. Dit zijn extreme situaties waar wij door de huidige klimaatverandering steeds vaker mee te maken gaan krijgen.

Groen kan een groot deel van de neerslag bufferen en hiermee de druk op het rioolstelsel verlagen. Bomen kunnen hier een belangrijke rol in spelen. Gezonde wortelstelsels van bomen hebben een positief effect op de capaciteit van bodems om water te bufferen. Dit gebeurt op verschillende manieren. Bomen vangen met hun kroon de neerslag op. De hoeveelheid water welke na en bui achterblijft op bladeren en takken en vervolgens verdampt wordt weergegeven als de interceptiecapaciteit.

Daarnaast nemen bomen door middel van hun wortels water op uit de bodem en brengen het als waterdamp in de lucht via de huidmondjes. Circa 95% van het opgenomen water verdwijnt door deze verdamping. Door deze opname blijft de opwaartse

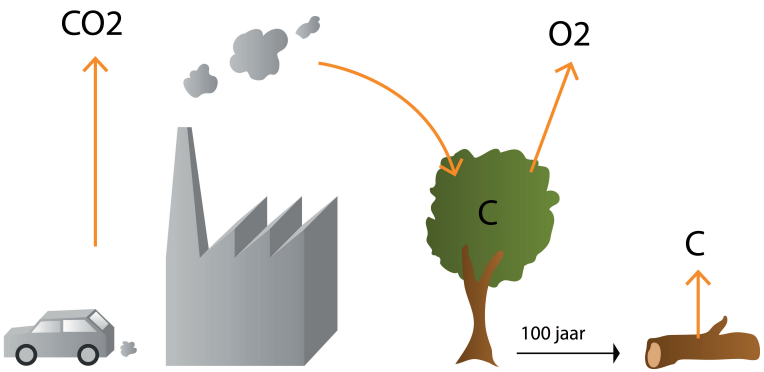
beweging van bodemwater intact en blijft de bodem vochtig. Gezonde wortelstelsels van bomen, gekoppeld aan voldoende omzetting van organisch materiaal in de bodem, hebben hierdoor ook een positief effect op de capaciteit van bodems om water te bufferen. Deze buffer voor regenwater zorgt voor een minder snelle overbelasting van het riool en bespaard daarmee veel kosten van ontstane schades. *(Bron 14)*

Klimaatregulatie

De opwarming van de aarde is een veelbesproken onderwerp. De klimaatveiligheid kan worden bevorderd door het aanplanten en vervangen van bomen. Door fotosynthese hebben bomen een koolstof-vastleggende werking *(afb 3.7)*, wat leidt tot een lagere CO2-concentratie in de lucht. Het aanplanten van bomen zorgt ervoor dat de netto uitstoot van broeikasgassen en de toename van de concentraties ervan in de atmosfeer vermindert.

De opvangen van CO2 begint bij de bron. Dit zijn voornamelijk auto's en de industrie. De uitgestote concentraties CO2 doorkuisen de bomen in de omgeving. Door middel van fotosynthese wordt de CO2 opgenomen door de boom en worden de koolstof ionen vastgelegd in het hout van de boom *(afb 3.8)*. De eerste levensjaren van de boom is deze vastlegging echter minimaal, omdat er dan nog maar beperkt fotosynthese plaatsvindt en er nog weinig hout is om de koolstof in vast te leggen. In zijn volwassen leeftijd legt een boom gemiddeld 12 kg CO2 vast per jaar.

In tegenstelling tot het afvangen van bijvoorbeeld fijnstof, wordt de CO2 slechts tijdelijk opgeslagen. Dit betekend dat de koolstof niet wordt afgebroken en na sterfte van de boom weer vrijkomt. Door het hout na de kap van de bomen of omvallen van de bomen op een nuttige manier te gebruiken, bijvoorbeeld als constructiemateriaal voor diverse producten, kan het vastliggende CO2 langer vastgehouden worden. Door gebruik te maken van hout in plaats van kunststoffen kan echter wel een CO2-neutraal product gemaakt worden, aangezien er geen CO2 wordt uitgestoten bij de productie van hout. *(Bron 21 & 29)*



Afb 3.8 CO_2 regulatie

Baten waterregulatie
Groene daken leveren een besparing van €10 - €19 per m² door water vast te houden bij piekbuien en daarmee schade te verminderen

Parken kunnen tot €19 per m² besparen door water tijdens piekbuien vast te houden

Baten klimaatregulatie
Bomen absorberen ozon

Naast absorptie nemen bomen NO2 op, waardoor de temperaturen rondom bomen kunnen dalen en ozon de kans niet krijgt om zich te vormen

Ongeveer 10% van alle NO2 kan uit de lucht gezuiverd worden bij optimaal gebruik van groen

Cultureel

Afb 3.9 Uitzicht op het stedelijk gebied

Afb 3.10 Uitzicht op groen verminderd lichamelijke en psychische klachten

3.3 Culturele ecosysteemdiensten

De culturele diensten zijn de diensten waar de mens het meest direct baat van heeft. Onder deze categorie vallen de diensten welke onmiddellijk financiële voordelen kunnen opleveren maar ook de diensten welke baten leveren op het gebied van recreatie, religie en gezondheid. Het begrip cultureel is daarmee een zeer veelomvattend begrip.

Recreatie

Groen is een middel dat uitstekend kan fungeren als middel voor recreatie. Naast de fraaie recreatie- en bosgebieden in ons land zijn goede voorzieningen om dicht in de woonomgeving te kunnen spelen en recreëren van groot belang. Dit varieert van een grasveldje tot bomen. Wanneer voor kinderen de mogelijkheid is om te spelen en vrije tijd door te brengen in het groen, zal het woongenot direct toenemen. Kinderen voetballen op het trapveldje of benutten de speelvoorzieningen. Joggers en skaters werken aan hun conditie in de lanen van het park. Ouderen en jongeren wandelen in het groen of rusten uit op een bankje.

Recreatie in het groen is een ruim begrip. Het varieert van ontspannen, genieten, tot rust komen tot conditie opdoen en spelen. Investeren in groen voor recreatiedoeleinden maakt wijken aantrekkelijker en betekent bovendien een belangrijke bijdrage aan de bestrijding van stress en alle psychische en gevolgen van dien. Daarnaast bevorderd het de beweging van mensen. Sporten en spelen is buiten in het groen immers aantrekkelijker dan op een grijs, verhard vlak tussen de bebouwing. *(Bron 31)*

Gezondheid

Hoe meer groen men in de directe woonomgeving aantreft, hoe gezonder burgers zich voelen. Niet alleen de kwantiteit van het groen, maar ook de kwaliteit van nabijgelegen groen is van invloed op hoe gezond mensen zich voelen. Men voelt zich overigens niet alleen gezonder, ze zijn het ook daadwerkelijk. Mensen met uitzicht op een park of een andere groene

omgeving verminderen aanzienlijk de kans op lichamelijke en psychische klachten *(afb 3.9 & 3.10)*. Depressie, aandoeningen aan de luchtwegen, diabetes, hoge bloeddruk, hartklachten, rug- en nekklachten, ademhalingsproblemen, darmstoornissen, migraine en duizeligheid worden minder vaak gerapporteerd in groene wijken. De gevonden relaties blijken het sterkst bij kinderen, jongeren, ouderen en mensen met een lage sociaaleconomische status.
In 2004 concludeerde een adviescommissie van de Gezondheidsraad en RMNO dat groen een gunstig effect heeft op herstel van stress en aandachtsmoeheid bij volwassenen. De afgelopen jaren zijn daar nog veel meer goed gecontroleerde onderzoeken met positieve resultaten bijgekomen. Vooral stressherstellende effecten zijn onderzocht en uit de uitkomsten kwam inderdaad een bevestigend antwoord op de vraag of groen bij kan dragen bij stressherstel. Ook blijkt dat volwassenen die in de kindertijd veel hebben gespeeld in het groen, beter zijn in leidinggevende functies en hun verantwoordelijkheid beter kunnen dragen in deze complexe samenleving. *(Bron 15 & 19)*

Educatie

Voor basis- en middelbare scholen in steden kan de natuur gebruikt worden voor educatieve doeleinden. De kinderen kunnen actief veranderingen in de natuur beleven, zoals bomen door de seizoenen heen meemaken en leren hoe bloemen en vruchten ontstaan. Naast de werking van het groen kan de fauna die op de beplanting afkomt een interessant lesonderwerp vormen.

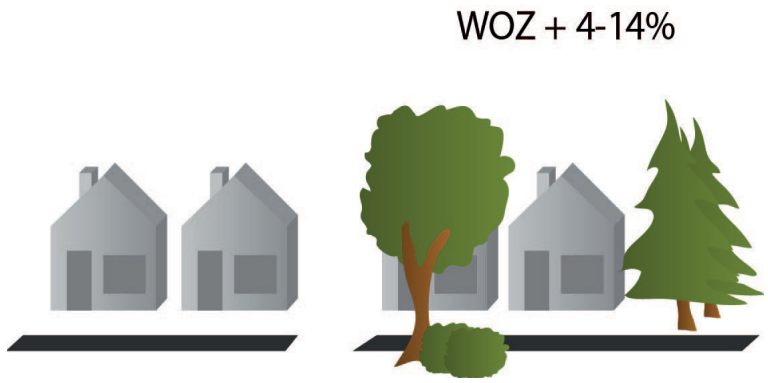
Naast deze directe vormen van educatie heeft de natuur ook indirect invloed op de ontwikkeling en educatie van kinderen. Uit onderzoek blijkt dat een groene woon- en speelomgeving een positieve invloed heeft op de motorische ontwikkeling, het speelgedrag en de creativiteit van kinderen. Door in het stedelijk gebied, vooral in de directe woonomgeving van kinderen groene speelplekken te creëren krijgen kinderen de kans om zich op genoemde vlakken te ontwikkelen. *(Bron 32)*

WOZ waarde

De afkorting WOZ staat voor Waardering Onroerende Zaken. De WOZ waarde wordt bepaald door een aantal factoren, waaronder de context van het gebouw.

De WOZ waarde van gebouwen is een onderwerp dat iedereen aanspreekt, het betreft immers de waarde van jouw woning of bedrijfspand. Uit onderzoek blijkt dat woningen in een groene omgeving 4 tot 14% *(afb 3.11)* meer waard zijn dan woningen in een niet groene omgeving. Hierbij gaat het wel om groen van hoge kwaliteit, waarmee gedoeld wordt op een hoog onderhoudsniveau en een hoge sierwaarde.

Het waardeverschil tussen een wel of niet groene omgeving is aanzienlijk groot. Dit is niet alleen in het belang van woningeigenaar en gemeente, maar ook meegenomen mag worden in de calculatie voor de bouw van een nieuwe woonwijk. Hieruit blijkt dat groen ook op dit een investering is welke zich zeer gemakkelijk laat terugverdienen. *(Bron 2)*



Afb 3.11 WOZ waarde

Cultureel

Religie

Al sinds het bestaan van de mens heeft beplanting en dan voornamelijk de boom een belangrijke plaats ingenomen in het menselijk leven. In veel religies wordt de boom gezien als de woonplaats van geesten en de verstrengeling met de goddelijke macht. De boom wortelt in het onderaardse en reikt tot in de hemel.

Veelal bekend zijn de boom des levens en de boom van de kennis van goed en kwaad in het leven van Adam en Eva uit Genesis. In het Noorse scheppingsverhaal wordt gesproken over de Yggdrasil, een machtige en gigantische es die het heiligste van het heiligste is. Takken die ook reiken tot in de hemel en wortels die zich tot in alle rijken uitstrekken in de Noorse traditie. De mens wordt uit hout gesneden; Adam heet Ask (essenhout) en Eva krijgt de naam Embla (iepenhout).

In de Islam spelen enkele bomen een belangrijke rol. Eén van de belangrijkste bomen is de dadelpalm. De dadelpalm is de gezegende boom die in de Koran op 20 plaatsen genoemd wordt. De dadels die aan deze boom groeien vervullen een belangrijke functie, zo zouden ze vergiftiging kunnen genezen en voorkomen. Ook de olijf- en moerbeiboom zijn gezegende bomen in dit geloof, welke vooral gekenmerkt worden door de genezende kracht die ze zouden hebben.

In het Christendom zijn bomen onmisbaar. Bomen zouden al eerder dan de mens zijn geschapen. Voor de Christenen, die in de wederopstanding geloven, is de Taxus symbool voor het eeuwige leven. Taxustakken worden vaak op Palmzondag in processies gedragen en altaren werden ermee versierd. Ook plukte men taxustakken op Nieuwjaarsdag om het nieuwe jaar te begroeten.

In de bijbel staan echter diverse andere bomen genoemd. De amandelboom stond bijvoorbeeld model voor de zesarmige kandelaar van de Bijbelse tabernakel. De amandel werd gezien als symbool van de onbevlekte ontvangenis. De Judasboom wordt ook genoemd in de bijbel *(afb 3.12)*. Deze boom heeft zijn naam te danken aan Judas, wie zich verhangen heeft aan de boom. Sindsdien zouden de bloemen rood kleuren in plaats van wit.

De olijfboom wordt genoemd als symbool van de vrede. Tevens zou als koning van de bomen gezien worden, doordat deze boom in zeer droge gebieden kan groeien en de zondvloed overleefd zou hebben. De heidense kerstboom is in de adventsperiode in menig christelijk kerkgebouw te vinden is naast de kansel. Deze boom heeft zich opgewerkt tot symbool van het licht. De vorm van de boom, puntig in de top en breder naar onder toe, zou de heilige drie-eenheid kunnen voorstellen. *(Bron 33 & 40)*

Baten recreatie

Koopgedrag van mensen verhoogd bij winkels met een groene openbare ruimte

Baten gezondheid

Werknemers van bedrijven in een groene omgeving en/of met veel kantoorgroen zijn minder vaak ziek. Dit kan een ondernemer tot € 837 per werknemer per jaar aan kosten schelen

Patiënten genezen tot 10% sneller in ziekenhuizen met uitzicht op groen. Dit zorgt een snellere beschikbaarheid van kamers om andere patiënten te kunnen opnemen en daarmee meer winsten te generen als ziekenhuis zijnde.

Verlaging van PM10 concentratie in de lucht door bomen scheelt tot €66 per boom per jaar aan gezondheidszorgkosten

Baten WOZ waarde

Woningen in een omgeving van kwaliteitsgroen zijn 4-12% meer waard (baat voor eigenaar gebouw en gemeente)

Kantoorgebouwen in een groene omgeving hebben tot 10% hogere huurprijzen dan exact dezelfde gebouwen in een niet groene omgeving

Afb 3.12 De Judasboom is een religieuze boom binnen het Christendom

Afb 3.13 Bestuiving van gewassen door bijen

Afb 3.14 Bladluis kan uitgroeien tot een plaag

3.4 Ondersteunende ecosysteemdiensten

Zoals de naam van deze categorie ecosysteemdiensten doet vermoeden hebben de diensten een ondersteunende functie. Deze diensten zijn erg belangrijk voor het functioneren van vele andere diensten. Zonder deze ondersteunende ecosysteemdiensten zouden vele natuurlijke processen en daarmee baten voor de mens wegvallen. Deze paragraaf kent geen opsomming van baten, aangezien deze ondersteunende diensten geen directe baten verzorgen.

Bodemvorming

Vorming van bodem is een belangrijk proces om de eerder genoemde diensten te laten functioneren. Bodem wordt gevormd door fysische, chemische en biologische processen die werkzaam zijn in het bovenste deel van de grond. Regenwormen, nematoden en bacteriën breken plantenresten af en zetten ze om in voedingsstoffen. Door de activiteit van de regenwormen wordt ook de structuur van de bodem veranderd, waardoor er meer zuurstof in de bodem komt. Vastlegging van organisch stof in de bodem is van belang voor de bodemvruchtbaarheid, landbouwgewassen groeien hierdoor beter. De daadwerkelijke grondsoort is afhankelijk van verschillende geologische processen. *(Bron 16)*

Bestuiving

De bevruchting van gewassen door bijen levert uiteindelijk een product dat voor de mens bruikbaar is (etenswaren). Deze baat heeft dus een direct verband met de producerende dienst voedsel, maar heeft ook connectie met de dienst biodiversiteit.

Naast wind vormen insecten belangrijke bestuivers *(afb 3.13)*. Bijen, hommels, vlinders, kevers en vliegen zijn de belangrijkste wilde bestuivers. Niet enkel de aantallen bestuivers, maar ook de diversiteit ervan is belangrijk, aangezien elke plantensoort zijn eigen specifieke bestuiver(s) heeft. Deze bestuivers leveren een grote bijdrage aan de voedselproductie. Sommige planten dragen geen vruchten als zij niet bestoven worden door bestuivers. Uit onderzoek van onder andere Naturalis Biodiversity blijkt dat

bestuiving door wilde insecten een positieve invloed heeft op het aantal vruchten of zaden per bloem.

Bestuiving is essentieel in de reproductie van planten en heeft grote invloed op de oogst van gewassen, zoals fruit, zaden en noten. Ruim zeventig procent van 's werelds belangrijkste gewassen heeft insecten nodig voor bestuiving en voortplanting. Hiervoor is biodiversiteit dus essentieel. Deze ecosysteemdienst wordt gratis door de natuur geleverd en de mens kan een handje helpen om het te bevorderen. Bestuiving vertegenwoordigt jaarlijks echter een waarde van 153 miljard euro.

Bestuiving is een fundamentele stap in de reproductie van planten en heeft grote invloed op de oogst van gewassen als fruit, zaden, noten en koffie. Zo'n zeventig procent van de tweehonderd belangrijkste gewassen ter wereld heeft insecten nodig voor goede bestuiving. Deze ecosysteemdienst vertegenwoordigt een waarde van 153 miljard euro per jaar. *(Bron 4 & 28)*

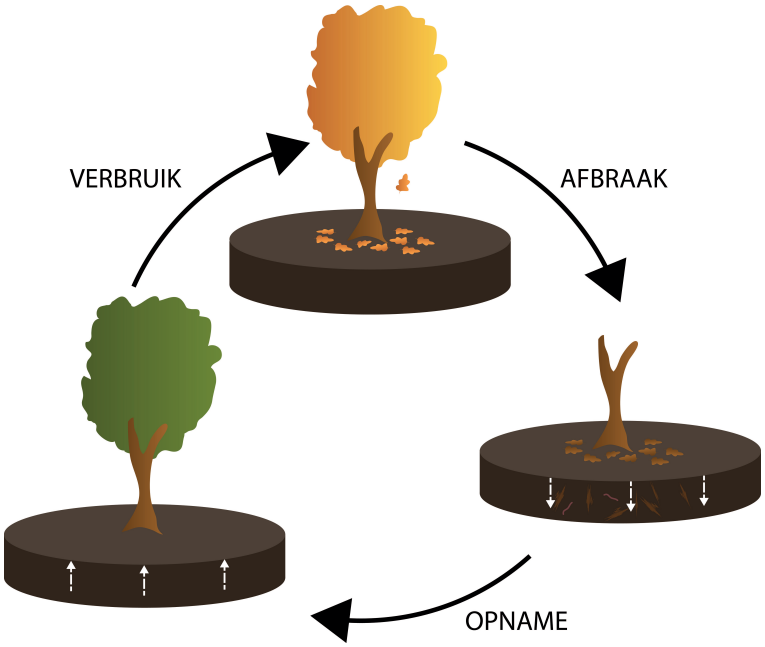
Plaagbestrijding

Door het vergroten van de biodiversiteit is er meer kans dat de vele bestaande voedselketens meer in balans komen. Dit zorgt ervoor dat plagen minder snel een kans krijgen en op natuurlijke wijze kunnen worden bestreden. Biologische plaagbestrijding *(afb 3.14)* is hier een goed praktijkvoorbeeld van. Dit wordt tegenwoordig al vaak ingezet. Na een periode van experimenteren wordt het op grote schaal toegepast in kassen en de fruitteelt. Biologische plaagbestrijding kan zorgen voor een aanzienlijke vermindering van de milieubelasting met giftige stoffen afkomstig van chemische bestrijdingsmiddelen.

Ook in gewone akkerbouw kan door bepaalde ingrepen te doen de biologische bestrijding bevorderd worden. Het gebruik van chemische bestrijdingsmiddelen kan hierdoor beperkt blijven. Aanleg van natuurvriendelijke oevers, akkerranden, singels en houtwallen bevordert de biodiversiteit en hiermee de hoeveelheid natuurlijke vijanden van eventuele plagen. *(Bron 39)*

Nutriëntenkringloop

Beplanting neemt nutriënten op uit de bodem om zich te kunnen ontwikkelen en voort te kunnen planten. Al het afgestorven materiaal komt op de grond terecht en wordt door insecten en micro-organismen omgezet, met als gevolg dat de bodem weer verrijkt wordt met nutriënten. Zoogdieren en vogels nuttigen diverse planten en ander organisch materiaal, wat vervolgens via de uitwerpselen op de grond terecht komt en ook weer in de bodem wordt opgenomen. Zo houdt de natuur zelf haar nutriëntenkringloop in stand en put de bodem niet uit, wat het voor planten en dieren mogelijk maakt om te blijven leven. Aangezien dit niet genoeg is voor de grootschalige voedselproductie, worden in de landbouw door de mens nutriënten aan de bodem toegevoegd om de groei en opbrengst te vergroten *(afb 3.15)*. *(Bron 1)*



Afb 3.15 Voorbeeld van een nutriëntenkringloop

Ecosysteemdiensten van stadsbomen

4

In dit hoofdstuk worden de vier ecosysteemdiensten die toepasbaar zijn op individuele bomen beschreven. Bij iedere dienst wordt omschreven wat de dienst betekend en welke baten de dienst levert. Vervolgens worden de criteria beschreven die uiteindelijk de puntentelling voor de eindtabel bepalen. Direct na deze criteria wordt de top 10 van de ecosysteemdienst weergegeven. Uit deze top 10 wordt één boom gehaald, welke een uitgebreide beschrijving krijgt. Deze beschrijving geeft een aantal feiten weer over de eigenschappen van de boom en de omstandigheden waar de boom het beste in groeit. *(Bron 12, 25 & 34)*

4.1 Afvangen van fijnstof uit de lucht

Afb 4.1 Het verkeer vormt een belangrijke bron van luchtvervuiling

Afb 4.2 De industrie brengt dagelijks veel schadelijke stoffen in de lucht

Een groot deel van de Nederlandse bevolking woont of werkt in steden. Dit heeft tot gevolg dat er veel gemotoriseerd verkeer aanwezig is. Veel van dit verkeer stoot door middel van uitlaatgassen veel schadelijke stoffen uit *(afb 4.1)*. Deze mengen zich met de lucht die de bewoners vervolgens inademen. De schadelijke stoffen komen in de longen en de kleinste deeltjes kunnen zelfs in de bloedbaan terecht komen. Het besef van deze gevolgen hiervan neemt toe. De hybride auto's nemen niet voor niets snel in aantallen toe.

Naast het verkeer is een andere belangrijke bron van deze vervuiling de industrie *(afb 4.2)*. De regels voor de uitstoot van schadelijk stoffen door de industrie worden frequent aangescherpt om ook deze bron van vervuiling in de toekomst het hoofd te bieden. Naast het aanpakken van de bron van vervuiling bij de industrie en de auto kunnen ook oplossingen worden geboden door middel van groen. Groen kan namelijk een bijdrage leveren in het afvangen van schadelijke stoffen. Vooral bomen spelen hierin een belangrijke rol vanwege hun grootte.

Verschillende schadelijke stoffen zijn in de lucht aanwezig, namelijk stikstofoxiden (NOx), zwaveldioxide (SO2), ozon (O3), fijnstof (PM10) en diverse organische verbindingen. Ozon onder invloed van zonlicht gevormd uit diverse stoffen die aanwezig zijn in uitlaatgassen, zoals NOx en SO2. Vooral ozon en fijnstof zijn zeer schadelijk voor de volksgezondheid. Deze verontreinigende stoffen zijn op verschillende wijzen door bomen uit de lucht te verwijderen.

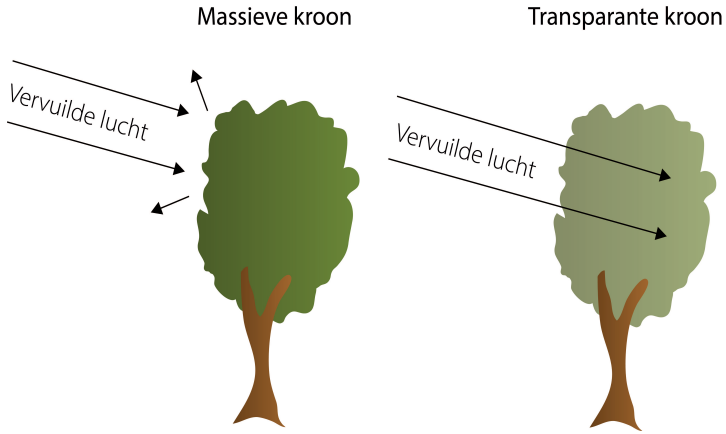
Voor het opnemen van stikstofoxiden en ozon is de gaswisseling van de bladeren bepalend. Daarbij zijn loofbomen effectiever dan naaldbomen en loofbomen met grote gladde bladeren effectiever dan bomen met behaard of plakkerig blad. Hierbij geldt dat hoe groter het bladoppervlak is, hoe groter de opname. De verontreinigende stoffen dringen via lucht welke door het blad wordt opgenomen mee het blad binnen. Hier worden de stoffen opgenomen in de cellen. Schadelijke organische verbindingen die zich in de lucht bevinden, zijn te groot om het blad binnen te

dringen. Ze kunnen echter wel in de waslaag op het oppervlak van bladeren en naalden worden opgenomen.

Fijnstof wordt niet door de boom opgenomen, maar wordt opgevangen door het oppervlak van de bladeren en takken. Het fijnstof dat in de lucht aanwezig is slaat neer als het langs en door de kroon van de boom stroomt. Dit gebeurt deels onder invloed van de zwaartekracht, maar ook door elektrostatische aantrekking en door de plakkende werking van sommige bladeren en twijgen. Via wind, regen en vallend blad geraakt het fijnstof op de grond en spoelt het weg via hemelwater of wordt het afgebroken door organismen in de bodem. Bomen met een grote bladmassa zijn erg effectief, omdat deze het grootste contact oppervlak hebben.

Bomen met een grote kroonprojectie zijn vanzelfsprekend effectiever dan bomen met een kleinere kroon. Het type blad is van invloed op welke hoeveelheid van welke stof een boom op zal nemen. Naaldbomen zijn het meest geschikt voor de verwijdering van fijnstof *(afb 4.3)*. De fijnstofdeeltjes in de lucht gaan met de luchtstroom mee, maar door de vele naalden wordt het erg vaak afgebroken. Veel fijnstofdeeltjes vliegen dan echter nog rechtdoor. Grotere en zwaardere deeltjes kunnen deze

Afb 4.3 Verschillende factoren zorgen voor de vangst van fijnstof door naalden



Afb 4.4 Transparante bomen vangen meer fijnstof af

plotselinge afbuiging van de lucht slechter volgen dan kleine, lichte deeltjes en botsen daardoor vaker op het blad of ander aanwezig oppervlak. Een ander voordeel van naaldbomen is dat veel soorten hun naalden het hele jaar vasthouden, waardoor ze het hele jaar rond een grote hoeveelheid op kunnen nemen. Dit in tegenstelling tot de veelal bladverliezende loofbomen.

Loofbomen met een wat complexere takstructuur en met fijne of ruwe en behaarde bladeren zijn ook effectief in het verwijderen van fijnstof, doordat ze het stof goed vast kunnen houden. Loofbomen met platte en brede bladeren zijn het best geschikt om verontreiniging in de vorm van stikstofoxiden en dergelijke op te nemen. Het verschil in functionaliteit tussen naald- en loofbomen is voor gasvormige verontreiniging minder groot dan voor fijnstof. Kortom, bij de aanplant van bomen kan men zich vooral richten op de verwijdering van fijnstof. Het positieve effect op gasvormige verontreiniging lift dan als het ware mee.

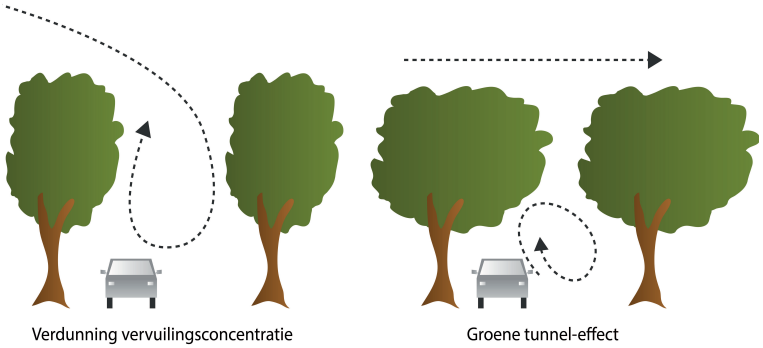
Toch is het verstandig om bomen toe te passen met verschillende bladvormen- en structuren. Belangrijk is een transperante en lichtdoorlatende kroon *(afb 4.4)*. Een porositeit van circa 50%

is het meest effectief. Hierdoor stroomt er lucht door de kroon en kan ook blad in het midden van de kroon schadelijke stoffen opnemen en beperkt dit zich niet tot de buitenrand van de kroon.

Voor de huidige concentraties van verontreiniging is het onwaarschijnlijk dat vegetaties en bomen op enig moment verzadigd raken en geen componenten meer opnemen. In absolute zin geldt dat planten meer verontreiniging uit de lucht verwijderen naarmate de concentratie groter is. Aanplant van groen dichtbij de bron van verontreiniging waar de concentraties het hoogst zijn, is dan ook effectiever dan aanplant op grotere afstand.
Zoals bekend vormen bomen een fysiek obstakel en hebben deze effect op de windsnelheid en de turbulentie. Niet voor niets worden bomen al van oudsher gebruikt voor windsingels. Ze hebben invloed op de luchtstroming door verlaging van de windsnelheid en veranderingen in turbulentie.

Veel van de in de stad geproduceerde luchtverontreiniging verdwijnt door luchtstroming naar de omgeving. Door de beweging van lucht wordt vervuilde lucht gemengd met schone lucht, waardoor deze als het ware verdunt wordt en de concentratie vervuiling verminderd. Juiste plaatsing van bomen kan de luchtturbulentie bevorderen. Verkeerde plaatsing kan het echter ook belemmeren *(afb 4.5)*.

Bij de plaatsing van bomen en bij de soortkeuze moet rekening gehouden worden met de turbulentie. Bomen die, het zij op latere leeftijd, een gesloten dak vormen doordat de kronen elkaar raken, belemmeren de luchtstroming. Uitlaatgassen hebben hierdoor niet de mogelijkheid om omhoog en door de kronen te stromen en blijven als het ware in een groene tunnel hangen. Dit heeft een hoge concentratie aan verontreinigende stoffen tot gevolg op deze locaties, omdat het niet kan mengen met schone lucht. Zo kunnen in een smal straatprofiel beter bomen toegepast worden die kleiner blijven of een smallere, opgaande kroon hebben. Ook kan er gekozen worden om de plantafstand te vergroten. *(Bron 8, 9, 10, 13, 18, 19 & 24)*



Afb 4.5 Turbulentie

Baten afvangen van fijnstof
Een boom met stamdiameter van +/- 30cm vangt ongeveer 100g PM10 per jaar

Een volwassen boom vangt tot 1.4KG PM10 per jaar

Het is belangrijk om groepen van deze bomen te maken of in de nabije omgeving van elkaar te plaatsen voor een zo groot mogelijk effect

100g PM10 staat gelijk aan een gemiddelde auto welke 1.500 KM aflegt, 1.4KG is daarmee gelijk aan 20.000KM

Financiële baten afvangen van fijnstof
Een boom is in staat om gemiddeld 0,22 kg PM10 per jaar uit de lucht te halen = €66 per jaar per boom aan gezondheidskostenbesparingen

4.2 Top 10 bomen voor afvangen fijnstof

Deze paragraaf geeft inzicht in welke bomen (top 10) het meest effectief bevonden zijn in het afvangen van fijnstof uit de lucht. Deze top 10 is samengesteld aan de hand van een aantal criteria. Deze criteria zijn voortgekomen uit een aantal voorgaande onderzoeken naar het effect van bomen op het vangen van fijnstof uit de lucht. Één van deze onderzoeken is op de markt gebracht door Huverba kwekerijen onder de naam Fijnstoflabel. De in dit rapport gebruikte criteria komen vrijwel allemaal voort uit dit onderzoek. Het criteria “grootte van de boom” is daarentegen in dit onderzoek toegevoegd, aangezien dit criterium in vele onderzoeken als onmisbaar wordt beschouwd.
De bomen uit de “hoofdtabel” (zie hoofdstuk 5) zijn getoetst op deze criteria en hebben daarmee de top 10 van bomen voor het afvangen van fijnstof opgeleverd. De genoemde criteria voor deze selectie worden hieronder beschreven.

Criteria naaldboom

Naaldbomen zijn zeer effectief in het afvangen van fijnstof uit de lucht. Dit heeft grofweg te maken met twee eigenschappen van naaldbomen. De eerste eigenschap betreft het grote oppervlak aan bladmassa. De vele naalden kennen daarmee een groter contactvlak dan bladeren van loofbomen. Naast dit grote oppervlak breken de vele naalden de luchtstomen. Dit heeft als gevolg dat fijnstof deeltjes aan de naalden blijven kleven. Deze twee eigenschappen maken het wel of niet te maken hebben met een naaldboom een belangrijk selectiecriterium.

Criteria bladgrootte

Naast de hoeveelheid blad is de grootte van het blad ook bepalend voor de hoeveelheid fijnstof welke de boom kan afvangen. Aangezien tien kleine bladeren evenveel oppervlak innemen als vijf grote bladeren is de opvangst aan de bovenzijde van het blad gelijk. Toch zijn de kleinere bladeren effectiever, aangezien deze veel meer bladrand oppervlak hebben. In dit onderzoek zijn bladeren kleiner dan 10 cm opgenomen als klein blad. Samengesteld blad wordt hierbij gezien als klein blad.

Criteria groenblijvend

Wanneer een boom het gehele jaar zijn bladeren of naalden behoudt, heeft dit een positief effect op de capaciteit van de boom om fijnstof af te vangen. Dit komt simpelweg doordat de boom het gehele jaar de tijd heeft om fijnstof te vangen in tegenstelling tot bladverliezende bomen. Dit betekent ook dat de vaak groenblijvende naaldenbomen ook op dit criterium veel punten kunnen halen.

Criteria bladeigenschappen

Enkele bladeigenschappen zorgen, met name bij loofbomen, voor een grotere capaciteit voor het afvangen van fijnstof. Een boom met ruw, kleverig of behaard blad vangt meer fijnstof dan bomen zonder deze eigenschappen.

Criteria hoogte boom

De hoogte van de boom is een ander belangrijk criterium voor het afvangen van fijnstof. In de regel geldt: Hoe groter de boom, des te groter de afvangcapaciteit. Dit heeft te maken met de hoeveelheid blad. Wanneer de grootte van de boom toeneemt, neemt ook het bladoppervlak van de boom toe. Meer blad betekent een groter contactvlak en daarmee meer fijnstof afvangst. (zie “Baten afvangen van fijnstof” op de vorige pagina)

Puntentelling

Om tot een goed gefundeerde top 10 bomen te komen is er een puntensysteem in het leven geroepen. Per genoemd criteria kan een boom één punt verdienen. Deze punten worden vervolgens omgezet in plustekens (+). Één plus wordt aan een boom toegekent bij het behalen van twee punten. Dit maakt deze boom redelijk effectief. Bij drie punten krijgt de boom twee plussen en maakt de boom daarmee goed effectief. Bij 4 en 5 punten krijgt de boom drie plussen. Dit maakt de boom uitmuntend effectief. Deze waardering is terug te vinden in de hoofdtabel. De beoordeling vormt de top 10 voor de afvangst van fijnstof.

Afb 4.6 Pinus sylvestris, de nummer 10 in het afvangen van fijnstof

Uitgelicht: Nr 10. Pinus sylvestris

Nederlandse naam:	Grove den
Hoogte:	10-30 meter
Kroon:	Piramidaal tot parasolvormig
Bloemen:	Onopvallend
Vruchten:	Hangende kegels
Toepassing:	Solitair in parken, bosbouw, pleinen
Toepassingsgebied:	Open bodems of groeiplaatsconstructie
Strooizout:	Stooizoutgevoelig
Wind:	Neutraal
Zeewind:	Neutraal
Grondsoort:	Goed doorlatend en droog
Overig:	Bij toepassing in het stedelijk gebied is een goede groeiplaats cruciaal. Bij plaatsing in verharde oppervlakken is een ondergrondse groeiplaatsconstructie aan te raden

Inheems in grote delen van Europa en Noord-Azië waar de boom veel in de bosbouw wordt toegepast. Eerst nog piramidaal maar later meer spreidend en grillig uitgroeiend in een parasolvorm. Meestal bevindt de kroon zich op hoge kale stammen. Wanneer de boom vrijstaat blijven de takken echter tot onderaan gevuld. Zo kunnen uitermate karakteristieke groeivormen ontstaan. In de beginjaren is de groei nog traag, later is die sneller. De schors is opvallend oranjebruin, later onderaan grijsbruin kleurend en in grove stroken afschilferend. Jonge twijgen zijn groen maar verkleuren naar geelgrijs. De stevige, licht gedraaide naalden staan in paren bijeen en zijn blauwgroen en 3 tot 6 cm lang. De grijsbruine ovale kegels zijn 3 - 6 cm lang en 2 - 3,5 cm breed. (Bron: Boomkwekerij Van den Berk)

Top 10 bomen voor afvangen fijnstof

Taxus baccata
Venijnboom

* Brede platte naalden

1

Cedrus libani 'Fastigiata'
Ceder

* Op oudere leeftijd ruwe stam

2

Cedrus deodara 'Karl Fuchs'
Ceder

* Veel verschil in lengte van naalden

3

Pinus cembra
Alpenden

* Vijf naalden in een bundel

4

Pinus contorta
Den

* Onregelmatige groeiwijze

5

Pinus jeffreyi
Den

* Achttien centimeter lange gedraaide naalden

6

Pinus nigra subsp. nigra
Oostenrijkse den

*Diep gegroefde schors

7

Pinus parviflora 'Glauca'
Japanse witte den

* Vijf gedraaide naalden in bundels

8

Pinus strobus
Weymouthden

* In oorspronkelijk gebied de hoogste conifeer (70m)

9

Pinus sylvestris
Grove den

* Grilllige uitgroeiende parasol

10

4.3 Verkoeling

Afb 4.7 Platanen bieden verkoeling aan het terras

Afb 4.8 Parkeren in de schaduw van de bomen

In steden kan de temperatuur in de zomer hoog oplopen. Ten gevolge van de klimaatverandering lijkt dit in de toekomst alleen maar erger te worden. Dit wordt ook wel het hitte-eilandeffect genoemd. De vele hoeveelheden verharding en bebouwing zorgen voor weerkaatsing en omvorming van zonlicht tot extra warmte. In de meest verharde delen van steden, veelal de centra, is het hitte-eilandeffect dan ook het grootst. Door toepassing van groen kan dit effect drastisch verminderen. Een grasveld of plantvak zorgt voor minder warmtevorming en bomen weerhouden het zonlicht ervan om in contact te komen met verharde oppervlakken en zorgen hiermee dus dat de temperatuur op de betreffende locatie minder oploopt *(afb 4.9)*. Juiste luchtturbulentie en dus goede ventilatie zijn echter ook essentieel. Het juist plaatsen en kiezen van bomen is belangrijk voor een optimaal effect.

Schaduw biedt daarnaast als voordeel dat het aangenaam is om in te parkeren of in te zitten tijdens warme dagen *(afb 4.8)*. Winkelstraten die beplant zijn met bomen zijn aangenamer om te bezoeken tijdens warme dagen *(afb 4.7 & 4.10)*. Tijdens regenachtige dagen kunnen bomen tevens fungeren als schuilplek. Bomen onttrekken vocht uit de koele ondergrond (meestal circa 10ºC lager). Daardoor kan de temperatuur in de lagere delen van het bladerdek overdag dalen. Aan de bovenkant van het bladerdek kan de temperatuur hoger liggen dan in de omgeving, aangezien de boom daar zonne-energie opslaat. Bomen zorgen dus voor een relatief koel microklimaat onder hun bladerdek. De temperatuur onder een vrijstaande boom is nagenoeg gelijk aan die in de open lucht, maar de gevoelstemperatuur is lager. De lagere gevoelstemperatuur is daar toe te schrijven aan een vermindering van de opgevangen directe zonnestraling.

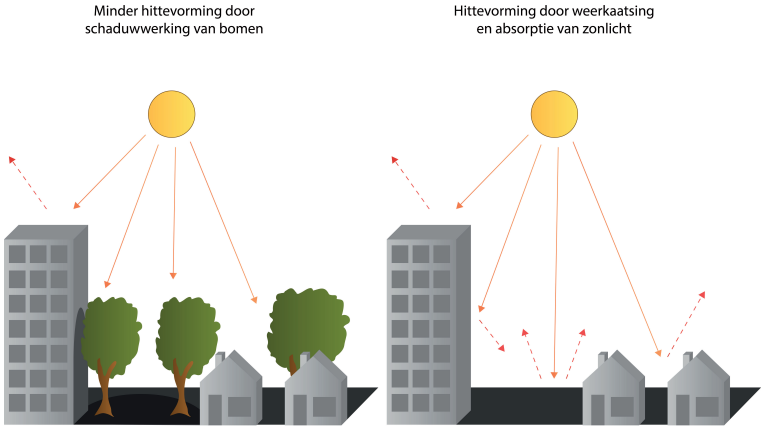
Bomen in de buurt van bebouwing zorgen, naast dat het de hoeveelheid straling die direct in contact komt met het gesteente van het gebouw, voor verkoeling binnenshuis. Dit heeft tot gevolg dat gebruik van verkoelende apparatuur, zoals airconditioning, beperkt kan blijven. Het gebruik van deze apparaten is indirect

ook van invloed op het klimaat. Gebruik van loofbomen is raadzaam, omdat loofbomen juist in de zomer, wanneer warmte een probleem kan zijn, verkoeling bieden en in de winter ruimte maken voor zon in huis.

Door verdamping en opname van stikstofdioxide zorgen bomen voor een hogere luchtvochtigheid. Een hogere luchtvochtigheid reduceert de kracht van zonnestralen en voorkomt vorming van ozon, waardoor de temperatuur minder snel oploopt. Cijfers over het verkoelende effect van verdamping slechts zeer beperkt bekend en nog niet soort specifiek.

Naast schaduwwerking en verdamping is het albedo van het blad van invloed op de omgevingstemperatuur rondom een boom. Albedo bepaald het reflecterend vermogen van een oppervlak. Hoe donkerder een object, hoe minder het reflecterende vermogen. Een boom met licht gekleurde bladeren heeft dus een hoger reflecterend vermogen dan een boom met donker blad. Licht blad weerkaatst dus veel licht en heeft een beter koelend vermogen. Uit onderzoek van Leuzinger & Körner (2007) is gebleken dat klein blad doorgaans ook koeler is dan groot blad en de omgevingstemperatuur meer verlagen. Er zijn echter soorten die hier van afwijken, dus het kan niet gezien worden als algemene regel.

Zoals eerder in dit rapport aan de orde is gekomen zorgt de hoge verkeersdruk voor veel uitstoot van schadelijke stoffen. Echter is gemotoriseerd verkeer ook een warmte producerende bron, wat van invloed is op de omgevingstemperatuur. Bomen langs wegen vormen een groen filter. Door turbulentie kan de koele lucht welke zich in en onder de boomkroon bevindt mengen met de warme lucht afkomstig van verkeer. Dit heeft daling van de gemiddelde temperatuur tot gevolg. *(Bron 20, 36 & 38)*



Afb 4.9 Verkoelende werking van bomen

Baten verkoeling
Voor iedere 10% groenaandeel in de stad daalt de temperatuur ter plaatse tot 10 graden

Op warme zomerdagen profiteren horecagelegenheden van de schaduw van bomen. Klanten worden aangetrokken door de schaduwrijke plekken, wat uiteindelijk winst oplevert voor de horeca-eigenaar.

Gebouwen die in de schaduw staan van bomen warmen minder snel op. Dit bespaart op de kosten van airconditioning.

4.4 Top 10 bomen voor verkoeling

In deze paragraaf wordt inzichtelijk gemaakt welke bomen (top 10) het meest effectief bevonden zijn in het brengen van verkoeling in het stadscentrum. Deze top 10 is samengesteld aan de hand van een aantal criteria. Deze criteria zijn voortgekomen uit voorgaande onderzoeken naar het effect van groen op de (gevoels)temperatuur in het stedelijk gebied. Uit deze onderzoeken blijkt dat een boom op twee manieren verkoeling kan bieden, namelijk met schaduwwerking en met verdamping. Over de schaduwwerking van een boom is veel informatie te vinden. Het was daarom mogelijk om voor dit onderdeel van verkoeling juiste toetsingscriteria op te stellen. Voor het onderdeel verdamping was dit echter niet mogelijk, aangezien er weinig tot geen onderzoeken zijn gedaan waarbij een boomsoort (of criteria om de soort te bepalen) gekoppeld wordt aan zijn verdampende werking. Door de afwezigheid van deze informatie wordt de top 10 voor verkoeling samengesteld met criteria waarmee de schaduwwerking van de boomsoorten kan worden beoordeeld.

Criteria half open/gesloten kroon

De lichtdoorlatendheid van de boomkroon is erg belangrijk bij het bepalen van de schaduwwerking. Bomen met een open kroon zoals jonge exemplaren van de Japanse notenboom, berken en enkele soorten van de Valse Christusdoorn laten veel zonlicht door naar het grondoppervlak. Deze bomen zijn dus niet toepasbaar als verkoelende objecten. Om op dit criteria te kunnen scoren moeten de boomsoorten een half open tot dichte kroon hebben.

Criteria boomgrootte

De grootte van de boom bepaald, in combinatie met het criteria kroonbreedte, de grootte van het oppervlak waarbinnen door de boom verkoeling wordt gebracht. Hoge objecten kennen immers een langere schaduw dan lage objecten. In de meeste situaties wordt van een grote boom gesproken bij bomen vanaf 15 meter hoog. Aangezien dit onderzoek zich richt op het stadscentrum wordt deze maatstaaf verlaagd tot 10 meter hoog. In het stadscentrum is meestal weinig ruimte voor groen en zijn daarom grote bomen niet wenselijk. Dit betekend dat in de praktijk bomen groter dan 15 meter niet aangeplant zullen worden, ondanks hun grote verkoelende werking. Met deze reden worden in dit onderzoek bomen groter dan 10 meter beschouwd als grote bomen.

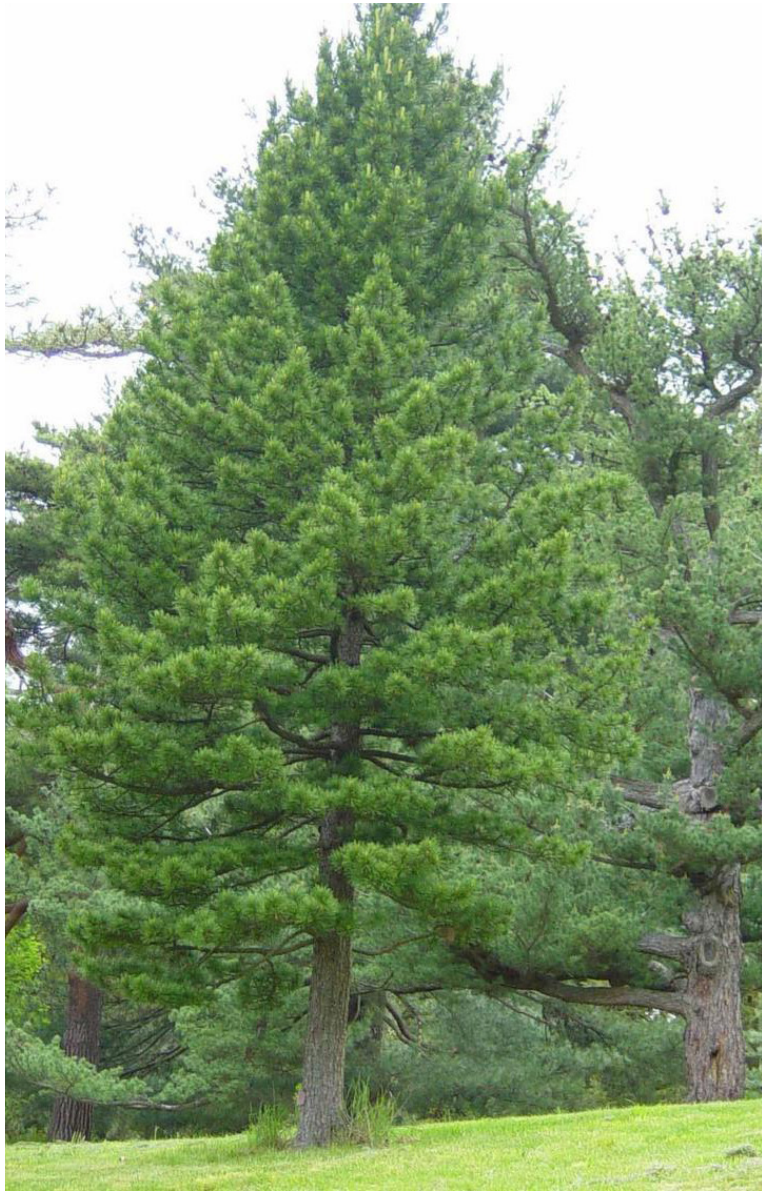
Criteria kroonbreedte

De breedte van de boom bepaald de breedte van het beschaduwde oppervlak. Een bredere boom brengt daarom ook een groter verkoelend oppervlak. Net als bij het criteria boomgrootte wijkt de maatstaaf van dit criteria af van het gebruikelijke. In stedelijke centra is een boom met een kroonomvang van vijf meter al een brede boom. Vijf meter vormt daarom de norm om vast de stellen of een boom wel of niet voldoet aan dit criteria.

Puntentelling

Om tot een goed gefundeerde top 10 bomen te komen is ook voor deze ecosysteemdienst een puntensysteem gecreëerd. Per genoemd criteria kan de boom één punt behalen. Deze punten worden omgezet in plustekens (+). Het maximaal aantal te behalen plussen is drie, net als het maximaal te behalen punten. Dit maakt één punt één plus waard, twee punten twee plussen waard en drie punten drie plussen waard. Door de bomen te rangschikken op het aantal behaalde plussen ontstaat een top 10. Wanneer meerdere bomen hetzelfde aantal plussen behalen, wordt vanuit vakkennis en ervaring een rangschikking tussen deze bomen gemaakt. Een boom met bijvoorbeeld een iets dichtere kroon zal daarmee hoger komen dan een gelijk gewaardeerde boom.

Afb 4.10 Ook de horeca profiteert van de schaduw van bomen



Afb 4.11 Pinus cembra, de nummer 4 in het bieden van verkoeling

Uitgelicht: Nr 4. Pinus cembra

Nederlandse naam:	Alpenden
Hoogte:	10-15 meter
Kroon:	Smal tot breed piramidaal
Bloemen:	Onopvallend, roodbruin
Vruchten:	Opstaande kegels
Toepassing:	Parken, solitair, in groepen, tuinen
Toepassingsgebied:	Open bodems of groeiplaatsconstructie
Strooizout:	Neutraal
Wind:	Niet gevoelig
Zeewind:	Enigszins gevoelig
Grondsoort:	Voedzaam (redelijk bodemvaag)
Overig:	Kegels verschijnen pas na 70/80 jaar

Inheems in de berggebieden van Midden-Europa en Noord-Azië waar de boom op zeer grote hoogtes voorkomt. In zijn jeugd groeit P. cembra nog opgaand en smal piramidaal, later wordt hij breder met een afgeplatte top en iets doorhangende takken. Hij vormt meestal meerdere toppen. Indien de boom rondom vrij staat blijven de onderste takken gevuld. Pinus cembra is een langzame groeier die tot 1000 jaar oud kan worden. De gladde grijsgroene schors wordt later gegroefd en donker. Jonge twijgen zijn aanvankelijk geelbruin en viltig maar worden later oranjebruin. De vrij stijve en opstaande naalden staan in bundels van 5 bijeen. Ze zijn blauwgroen en hebben aan de binnenzijde blauwwitte huidmondjes. Pas na 70 - 80 jaar verschijnen er kegels. Deze Pinus is bestand tegen stadsklimaat en verlangt een zonnige standplaats. (Bron: Boomkwekerij Van den Berk)

Top 10 bomen voor verkoeling

Taxus baccata
Venijnboom

* Groenblijvend, bij warm voorjaar ook verkoeling

1

Ailanthus altissima
Hemelboom

* Snelgroeiende brede en hoge boom

2

Sorbus intermedia 'Brouwers'
Zweedse meelbes

* Dichte vertakking

3

Pinus cembra
Alpenden

* Op latere leeftijd breed piramidaal

4

Pinus nigra subsp. nigra
Oostenrijkse den

* Wordt een hoge boom, tot vijfentwintig meter

5

Pinus pinea
Parasolden

* Enorm brede parasolvormige kroon

6

Celtis occidentalis
Zwepenboom

* Tot tien meter brede kroon

7

Aesculus 'Laciniata'
Paardenkastanje

* Tot vijftien meter hoog en tot acht meter

8

Tilia cordata 'Rancho'
Winterlinde

* Goede lucht koeler voor smalle straten

9

Alnus glutinosa 'Laciniata'
Zwarte els

* Breed kegelvormig

10

4.5 Sierwaarde

Afb 4.12 Bloei is één van de meest gewaardeerde sierwaarden

Afb 4.13 Herfstkleur is een belangrijke sierwaarde

Bomen worden veelal toegepast vanwege hun esthetische waarde. Met bomen kunnen zowel het landschap als het stedelijk gebied enorm verfraaid worden. Iedere boom heeft een eigen esthetische waarde die vaak wordt vertaald in schoonheid. Die schoonheid kan tot uitdrukking komen op verschillende manieren, bijvoorbeeld in de vorm en structuur van de boom als geheel, de bloei *(afb 4.12)*, de bladkleur en -structuur, de kleur en structuur van de bast *(afb 4.14)* of de vruchtdracht.

Waar het stedelijk gebied elke dag hetzelfde oogt, doordat gesteente geen verandering ondergaat, kunnen bomen een stad of ander bebouwd gebied levendig maken. Het uiterlijk van een boom veranderd het hele jaar door, waardoor bomen een ultieme seizoensbeleving kunnen leveren. Doorgaans bieden bomen in het voorjaar, de zomer en in de herfst *(afb 4.13)* een mooie sierwaarde die het beeld in de stad verfraaid. In de winter verliezen bomen over het algemeen hun blad en zijn zij slechts een verticaal accent. Toch zijn ook hier verschillende oplossingen voor te vinden. Door gebruik te maken van wintergroene of winterbloeiende bomen kan een plein of andere locatie een echte blikvanger worden in de winter. Dit aangezien er bomen staan die zich onderscheiden van andere bomen. Ook een opvallende stam of lang aanblijvende vruchten kunnen voor een aantrekkelijk beeld zorgen in de winter.

Bomen verfraaien met hun uitstraling de bebouwde omgeving, waardoor de omgevingswaarde wordt verhoogd. Juiste plaatsing en soortkeuze zijn hiervoor erg belangrijk. Eén juist geplaatste, solitaire boom kan de omgevingswaarde al enorm verhogen. Bomen voegen onder andere schoonheid toe door kleur aan ruimtes toe te voegen en harde lijnen van bebouwing te verzachten. Ook kunnen ze minder fraaie objecten, zoals industrieterreinen en andere lelijke uitzichten, camoufleren en geven ze structuur en herkenbaarheid aan straten en wegen. Daarnaast kunnen bomen een karakter of identiteit geven aan een straat of wijk. Per straat kan bijvoorbeeld een soort gekozen worden met bepaalde kenmerken. Een wijk kan een strakke uitstraling krijgen door opgaande zuilvormen toe te passen die

allemaal gelijk zijn, maar door bomen toe te passen met een losse, onregelmatige vorm en structuur kan juist een landschappelijke uitstraling gecreëerd worden. Kortom, het uiterlijk van een boom is erg waardevol. Het geeft identiteit en maakt een omgeving aantrekkelijk om te wonen en te werken.

Visuele variatie wordt veelal gezien als sleutel voor aangename esthetische ervaringen. Een variatie aan bomen met verschillende kleuren, structuren en vormen wordt gemiddeld genomen door mensen gewaardeerd. Uitzicht op bomen vanuit huis, de auto of vanaf de fiets heeft veelal positieve invloed op de emotionele en mentale status van mensen. Bewoners en werknemers die vanuit hun woning of kantoor uitzicht hebben op een groene omgeving hebben minder gauw last van een depressie, stress en andere soortgelijke aandoeningen. Bovendien wijst onderzoek in de richting van een positieve invloed op de cognitieve en emotionele ontwikkeling van kinderen. Dit sluit aan bij de algemene bevinding dat bewoners van een groene buurt minder vaak een bezoek brengen aan de huisarts en dat mensen in ziekenhuizen sneller genezen. Beplantingstroken tussen gebouwen en de straat, voortuinen, bomenrijen langs straten en beplanting om parkeerplaatsen zijn manieren om dit uitzicht op groen te versterken. *(Bron 3)*

Afb 4.14 De stam van een boom kan een sierwaarde vormen

Baten sierwaarde
Plekken waar bomen zijn aangeplant met een hoge sierwaarde trekken bezoekers aan. Wanneer zich op deze locatie bedrijven bevinden kunnen deze dankbaar gebruik maken van deze bezoekers.

4.6 Top 10 bomen voor sierwaarde

In deze paragraaf wordt de top 10 van bomen weergeven welke het beste scoren in het vervullen van sierwaarde. Het begrip sierwaarde doet al snel esthetiek vermoeden. Sierwaarde en esthetiek zijn nauw met elkaar verbonden. Een boom kan een sierwaarde hebben, maar is daarmee niet vanzelfsprekend esthetisch waardevol. De esthetische waarde is altijd gebaseerd op een mening. De een vindt iets wel mooi, wat een ander afschuwelijk vindt. Sierwaarde daarentegen is een feit, of het nou mooi is of niet. Om deze top 10 toch te kunnen samenstellen , zonder daar een directe mening in te verwerken, is hier gewerkt met sierwaardes. Deze sierwaardes zijn gebaseerd op het boek “Van den Berk over Bomen. Dit boek heeft een groot aandeel geleverd in het opstellen van de criteria om sierwaarden van een boom vast te kunnen stellen. Daaruit zijn onderstaande drie criteria voortgekomen. Dit zijn de criteria welke door de meeste mensen als beste worden gewaardeerd.

Criteria opvallende bloei

Bloei is voor de meeste mensen de hoogst gewaardeerde sierwaarde die een boom kan hebben. Een rijk bloeiende boom geeft een plezierig signaal af aan zijn omgeving *(afb 4.15)*. Bomen die in het voorjaar bloeien luiden vaak het voorjaar in. Dit is voor veel mensen een vrolijke tijd. Daarnaast kunnen bomen in extreme gevallen met hun bloei een echte eyecatcher worden, een plek waar mensen massaal naar toe komen om de bomen te zien bloeien. Met deze veelvoud aan positieve punten van opvallende bloei in een boom is wel aangetoond dat bloei een belangrijke baat is voor de mens. Niet in financiële zin, maar wel in mentaal gezien. Het is belangrijk te vermelden dat de bomen uit de tabel alleen op dit criteria scoren wanneer er sprake is van opvallende bloei. Nauwelijks zichtbaar bloeiende bomen krijgen geen punten.

Criteria opvallende vrucht

Vruchten van bomen hebben in veel gevallen een hoge sierwaarde. Vooral de vruchten met een opvallende kleur worden als waardevol beschouwd. Vaak wordt bij vruchtdragende bomen (en überhaupt bij stadsbomen) alleen maar gedacht aan loofbomen. Net als bij de voorgaande ecosysteemdiensten worden de naaldbomen ook hier meegenomen in de beoordeling van de tabel. Veel naaldbomen, hierbij te denk aan Pinus-soorten, hebben zeer opvallende vruchten welke niet zouden misstaan in het stadscentrum.

Criteria opvallende bladtextuur/herfstkleur

De textuur van het blad kan een erg opvallende sierwaarde zijn van een boom. Opvallen doet het zeker, aangezien de boom er in ieder geval twee seizoenen helemaal vol mee zit. Een opvallende bladtextuur kan een bontbladige boom betekenen maar ook een boom waarvan de bladeren een erg opvallende nervenstructuur hebben. Naast de textuur van het blad kan ook de herfstkleur een belangrijke sierwaarde leveren. Vooral de tinten rood, geel en oranje spreken de mensen vaak aan. Bomen met een opvallende bladtextuur en/of een opvallende herfstkleur verdienen voor dit criteria punten. Bomen waarbij deze eigenschappen wel aanwezig zijn maar niet als opvallend omschreven kunnen worden, krijgen geen punten voor dit onderdeel.

Puntentelling

Met de bovenstaande criteria zijn punten te behalen, welke zich vertalen in plustekens. Met het aantal behaalde plustekens wordt vervolgens de top 10 bomen voor een hoge sierwaarde samengesteld. Per genoemd criteria kan de boom één punt behalen. Deze punten worden omgezet in plustekens (+). Het maximaal aantal te behalen plussen is drie, net als het maximaal te behalen punten. Een behaalde plus betekent een boom met weinig opvallende sierwaarden, twee punten een boom met enkele opvallende sierwaarden en drie punten een boom met veel opvallende sierwaarden. Door de bomen te rangschikken op het aantal behaalde plussen ontstaat een top 10. Wanneer meerdere bomen hetzelfde aantal plussen behalen, wordt vanuit vakkennis en ervaring de rangschikking gemaakt.

Afb 4.15 De bloei van een Magnolia wordt zeer gewaardeerd

Cultureel

Afb 4.16 Liriodendron tulipifera, de nummer 3 voor sierwaarde

Uitgelicht: Nr 3. Liriodendron tulipifera

Nederlandse naam:	Tulpenboom
Hoogte:	20-25 meter
Kroon:	Ovaal
Bloemen:	Tulpvormig
Vruchten:	Kegelvormige vruchten
Toepassing:	Parken en brede lanen
Toepassingsgebied:	Open tot gesloten oppervlakken
Strooizout:	Gevoelig
Wind:	Takbreukgevoelig
Zeewind:	Takbreukgevoelig
Grondsoort:	Voorkeur voor humeuze losse bodems
Overig:	Met kluit verplanten

Snelgroeiende boom met een kaarsrechte stam. De kroonvorm is eerst smal, later kegelvormig. Bij oude bomen spreiden de takken zich zodat een breed ovale kroon ontstaat. De stam is lichtgrijs tot grijs en krijgt bij ouder worden ondiepe groeven. De jonge twijgen zijn groengrijs, later roodbruin. Het blad is 4-lobbig en de top recht tot breed v-vormig ingesneden. De onderzijde is lichtgroen. In de herfst kleurt het blad geel. De tulpvormige bloemen verschijnen nadat het blad is uitgelopen. Ze zijn circa 4 cm lang en 6 cm breed, hebben een groene buitenkant en een geel met oranje binnenkant. De kegelvormige vrucht is opgebouwd uit veel spiraalsgewijs tegen elkaar gedrukte gevleugelde nootjes. Vanwege de diepgaande en vlezige penwortel wordt een diepe en losse bodem verlangd. Liriodendron tulipifera vormt een gesloten kroon met gezond blad dat in de herfst opvallend geel verkleurt. De boom heeft vanwege zijn grove vertakking een open wintersilhouet. (Bron: Boomkwekerij Van den Berk)

Top 10 bomen voor sierwaarde

Pyrus communis 'Beech Hill'
Sierpeer

* Witte bloei in april
* Peervormige vruchten in het najaar
* Oranjerode Herfstkleur

1

Sorbus intermedia 'Brouwers'
Zweedse meelbes

* Crèmewit bloei in mei
* Bloemen zijn geurend
* Oranjerode vruchten na de bloei, lang aanblijvend
* Herfstkleur geel tot oranjegeel

2

Liriodendron tulipifera
Tulpenboom

* Groen met geel oranje bloem in juni/juli
* Kegelvormige vrucht
* Herfstkleur geel

3

Pyrus nivalis
Sneeuwpeer

* Wit eind april/mei
* Nazomer geelgroene vruchten
* Herfstkleur donkerrood

4

Malus 'Professor Sprenger'
Sierappel

* Witte bloemen uit donkerroze bloemknoppen in mei
* Geurende bloemen
* Oranjegele tot dieporanje vruchten
* Herfstkleur goudgeel

5

Ailanthus altissima
Hemelboom

* Het jonge blad is roodbruin van kleur
* Groenwitte pluimen in juni/augustus
* Geurende bloemen
* Gevleugelde vruchten die verkleuren naar rozerood

6

Sorbus aria 'Gigantea'
Meelbes

* Witbloeiend in mei
* Oranjegele vruchten na de bloei
* Blad blijft lang aan de boom

7

Pyrus communis subsp. caucasica
Gewone peer

* Witte uitbundige bloei in april
* Peervormige vruchten in het najaar

8

Alnus glutinosa 'Laciniata'
Zwarte els

* Opvallend diep ingesneden blad
* Blad blijft lang aan de boom
* Na de blad val opvallende elzenproppen

9

Celtis occidentalis
Zwepenboom

* Opvallende zweepvormige scheuten
* Herfstkleur opvallend goudgeel
* Na onopvallende bloei verschijnen kleine steenvruchten die van oranje naar purperzwart verkleuren.

10

Afb 4.17 Slechtvalk in de stad

Afb 4.18 Bijen zijn een belangrijke vorm van beleefbare biodiversiteit

4.7 Beleefbare biodiversiteit

Het plaatsen van bomen kan mensen de mogelijkheid bieden om flora en fauna te ervaren op de plaatsen waar ze wonen, werken en hun vrije tijd spenderen. Solitaire bomen of boomstructuren kunnen al veel betekenen voor de biodiversiteit, maar door nieuwe groenstructuren aan te laten sluiten op bestaande structuren in en om de stad kan een groen netwerk gecreëerd worden welke fauna de mogelijkheid biedt de stad in te trekken. Deze netwerken maken het voor bepaalde soorten mogelijk om makkelijker van A naar B te trekken, zonder dat de stad hierbij een obstakel vormt *(afb 4.17)*.

Het is belangrijk dat een grote verscheidenheid aan stuifmeel- en nectarrijke bomen wordt aangeplant. Deze zijn attractief voor bijen, vlinders, hommels, vliegen en andere insecten welke verantwoordelijk zijn voor de bestuiving van planten *(afb 4.18)*. De bestuiving van gewassen door bijen levert uiteindelijk een product dat eetbaar is voor de mens. Hierdoor staat biodiversiteit dus indirect in verband met andere ecosysteemdiensten, zoals het produceren van voedsel. Het meest effectief is een sortiment te gebruiken dat het hele jaar rond interessant is voor bestuivers. Hierbij valt te denken aan bomen die in verschillende maanden bloeien. Daarnaast fungeren insecten als voedsel voor veel vogels en kleine zoogdieren. De aanwezigheid van vrucht- en nootproducerende bomen en struiken bevordert de mogelijkheid voor deze dieren om zich te handhaven in de stad.

Naast de zichtbare fauna worden veel boomsoorten bewoond door een groot aantal verschillende insecten die minder duidelijk aanwezig zijn. De hoeveelheid insecten is verschillend per soort en afhankelijk van de leeftijd van een boom. Naarmate een boom ouder wordt zal de hoeveelheid insecten die zich op de boom huisvesten toenemen. Niet alleen variatie in soorten, maar ook in leeftijd is dus van belang voor de biodiversiteit *(afb 4.19)*.

Inheemse beplanting is uitermate geschikt voor de huisvesting van insecten en trekt daarmee meer kleine dieren aan. Toch is gebruik van inheemse soorten niet altijd noodzakelijk. Ook uitheemse soorten kunnen een toegevoegde waarde hebben

voor wilde dieren. Zo is de Sophora japonica uiterst geschikt voor bijen. Inheemse soorten trekken doorgaans echter een groter aantal en een grotere diversiteit aan insecten aan, doordat de natuurlijke leefomgeving van flora en fauna in dit geval met elkaar overeenkomen en de insecten gebruik kunnen maken van de boom. In de natuurlijke leefomgeving van uitheemse soorten zijn andere insecten aanwezig dan in Nederland. In de afgelopen eeuw zijn diverse uitheemse soorten in grote getale toegepast, zoals de plataan en de paardenkastanje. Deze bomen zijn of waren erg insectenarm, omdat Nederlandse insecten geen gebruik konden maken van deze soorten. Toch hebben in de loop der tijd niet-inheemse insecten deze bomen gevonden, zoals de plataanvouwmijnmot en de kastanjemineermot. Op termijn raken dus ook deze insectenarme bomen bewoond door insecten. Echter, doordat deze insecten vaak nog geen last hebben van natuurlijke vijanden kunnen deze insecten een plaag gaan vormen. Het gebruik van enkel uitheemse, insectenarme, soorten in de stad is dus een bedreiging voor de biodiversiteit. Om dit te voorkomen is het aanplanten van een grote verscheidenheid aan soorten van groot belang. Naast het feit dat dit de kans op het ontstaan van ziekten en plagen verkleint doordat zich een betere natuurlijke voedselketen vormt, zorgt dit voor meer afwisseling en dus een aangenamere omgeving voor de mens om te wonen en werken.

Naast toepassen van bomen die voedsel produceren voor diverse dieren, kunnen met bomen locaties gecreëerd worden die fungeren als nest-, schuil- en overnachtingsgebied. Men wil de dieren immers niet alleen de stad in trekken, maar ze hier ook houden. Het meest effectief is niet alleen op boomniveau maar op alle schaalniveaus rekening te houden met de fauna. Groenstructuren kunnen ook een verbinding vormen voor dieren, zoals vleermuizen, om vanaf het ene deel van de stad het andere deel van de stad te bereiken. Dit alles draagt niet alleen bij aan de biodiversiteit zelf, maar ook aan beleving van groen door de mens. Men krijgt een ander beeld bij die ene boom. Het is niet zomaar een inrichtingselement, maar een bron van leven. *(Bron 6 , 7, 22, 23 & 28)*

Afb 4.19 Straatbeeld met weinig diversiteit in sortiment

Baten biodiversiteit
Een grotere biodiversiteit kan zorgen voor een natuurlijke bestrijding van plagen in bomen. De levert een besparing op bestrijdingsmiddelen en geeft aangetaste bomen een fraaier beeld.

Cultureel

4.8 Top 10 bomen voor biodiversiteit

Biodiversiteit is een erg omvangrijk begrip. Daarnaast verzorgen niet alle vormen van biodiversiteit baten voor de mens. Er zijn zelfs voorbeelden van biodiversiteit in de stad, zoals de komst van ratten, welke absoluut niet gewenst is. Daarom wordt hier alleen gewerkt met beleefbare biodiversiteit. Het begrip beleefbaar geeft aan dat men de biodiversiteit moet kunnen beleven, maar dan wel op een positieve manier. Een belangrijk criterium voor het verhogen van de biodiversiteit is vaak inheems materiaal. Dit is echter niet als criterium opgenomen, aangezien deze bomen in algemene zin gevoeliger zijn voor aantastingen. Dit verhoogt wel de biodiversiteit, maar past niet binnen het beeld dat in het stadscentrum gecreëerd moet worden. De bomen uit de hoofdtabel worden wel geselecteerd op de drie onderstaande criteria.

Criteria drachtplant voor insecten

Er zijn zoals bekend vele verschillende soorten insecten. Veel van deze insecten dragen niet bij aan de positieve beleving van biodiversiteit. Een aantal doen dat echter wel. Dit zijn insecten als hommels, bijen en vlinders. Daarom scoren bomen alleen op dit criterium wanneer deze bomen als drachtplant voor één van de genoemde insecten fungeren. Het is daarbij niet belangrijk dat de boom voor alle genoemde insecten als drachtplant fungeert. Één soort insect is al genoeg om op dit onderdeel een punt te verdienen, wanneer deze in grote getalen op de boom afkomt.

Criteria voedsel voor vogels

Vogels zijn een belangrijke vorm van beleefbare biodiversiteit. Voedsel voor deze vogels kan vooral geboden worden door het voorgaande criterium. Een boom waar veel insecten op leven zal ook veel vogels aantrekken. Naast insecten eten vogels ook de vruchten van bomen. Bomen met eetbare vruchten krijgen daarmee ook een punt op de onderdeel. Een andere bron van voedsel voor vogels zijn zaden. Bomen waar zaden inkomen zijn daarom ook een bron van voedsel.

Criteria schuil- en nestplaats

Om een grotere biodiversiteit in het stadscentrum te krijgen is het belangrijk om schuil- en nestplaatsen te bieden voor de beoogde doelsoorten. In dit geval zijn voornamelijk de vogels een belangrijke doelsoort. Bomen welke geschikt zijn als nestelplaats of schuilplaats scoren voor dit criterium een punt *(afb 4.20)*.

Puntentelling

Met de bovenstaande criteria zijn punten te behalen, welke zich vertalen in plustekens. Met het aantal behaalde plustekens wordt vervolgens de top 10 bomen met een grote biodiversiteit samengesteld. Zoals beschreven gaat het om positief beleefbare biodiversiteit, waardoor bomen die ongewenste fauna aantrekt geen punten scoort ondanks zijn waarde voor de biodiversiteit. Per genoemd criterium kan de boom één punt behalen. Deze punten worden omgezet in plustekens (+). Het maximaal aantal te behalen plussen is drie, net als het maximaal te behalen punten. Een behaalde plus betekend een boom met een lage gewenste biodiversiteit, twee punten een boom met middelmatige gewenste biodiversiteit en drie punten een boom met een hoge biodiversiteit. Door de bomen te rangschikken op het aantal behaalde plussen ontstaat een top 10. Wanneer meerdere bomen hetzelfde aantal plussen behalen, wordt vanuit vakkennis en ervaring de rangschikking gemaakt.

Afb 4.20 Mussen in de stad is een goed voorbeeld van beleefbare biodiversiteit

Afb 4.21 Celtis australis, de nummer 8 voor biodiversiteit

Uitgelicht: Nr 8. Celtis australis

Nederlandse naam:	Oosterse netelboom
Hoogte:	10-15 meter
Kroon:	Rond tot schermvormig
Bloemen:	Onopvallend, groen
Vruchten:	Ronde steenvrucht, zwartrood
Toepassing:	Laan- en straatboom
Toepassingsgebied:	Open tot gesloten oppervlakken
Strooizout:	Neutraal
Wind:	Gevoelig
Zeewind:	Gevoelig
Grondsoort:	Goed doorlatend, geen zware klei
Overig:	Gevoelig voor late nachtvorst

Een weinig toegepaste boom met een ronde tot schermvormige kroon. Volwassen exemplaren kunnen hoger dan 20 m worden, de boom groeit met sierlijk overhangende takken. De bast is grijs en glad, op latere leeftijd in kleine plaatjes afbladderend. Het langwerpig ovale tot eironde blad is scherp gezaagd en zeer lang toegespitst. De bovenzijde is donkergroen, de onderzijde grijsgroen. Het voelt aan beide zijden ruw aan. Na de onopvallende bloei volgen besvormige steenvruchten die donkerrood tot bijna zwart zijn en zoet smaken. Ze hangen aan ± 2 cm lange, behaarde stelen. Het hout is waardevol en de jonge, buigzame twijgen werden vroeger als zweep gebruikt. Vandaar dat de boom ook ‘zwepenboom’ genoemd wordt. Een sierlijke boom die weinig gevoelig is voor luchtverontreiniging. Jonge twijgen kunnen vorstschade oplopen. (Bron: Boomkwekerij Van den Berk)

Top 10 bomen voor biodiversiteit

Taxus baccata
Venijnboom

* In het voorjaar veel stuifmeel
* Veel bessen in het najaar voor vogels
* Altijd groen, zowel ‘s zomers als ‘s winters schuilmogelijkheden

1

Pyrus communis ‘Beech Hill’
Sierpeer

* Interessant voor bijen en hommels

2

Sorbus intermedia ‘Brouwers’
Zweedse meelbes

* Interessant voor bijen en vlinders
* Veel bessen na de bloei een lekkernij voor vogels

3

Celtis occidentalis
Zwepenboom

* Vruchten worden graag gegeten door diverse vogels
* Waardplant voor verschillende insecten

4

Sorbus aria ‘Gigantea’
Meelbes

* Interessant voor bijen en vlinders
* Veel bessen na de bloei een lekkernij voor vogels

5

Sorbus aria ‘Majestica’
Meelbes

* Interessant voor bijen en vlinders
* Veel bessen na de bloei een lekkernij voor vogels

6

Pyrus communis subsp. caucasica
Gewone peer

* Interessant voor bijen en hommels

7

Celtis australis
Oosterse netelboom

* Vruchten worden graag gegeten door diverse vogels
* Waardplant voor verschillende insecten

8

Sorbus discolor
Lijsterbes

* Interessant voor bijen en vlinders
* Veel bessen na de bloei een lekkernij voor vogels

9

Sorbus x thuringiaca ‘Fastigiata’
Bastaard meelbes

* Interessant voor bijen en vlinders
* Veel bessen na de bloei een lekkernij voor vogels

10

Top 10 stadsbomen

5

In dit hoofdstuk komen de vier ecosysteemdiensten, zoals beschreven in hoofdstuk 4, bij elkaar. Door middel van een puntentelling wordt bepaald welke 10 bomen de meeste ecosysteemdiensten kunnen leveren en daarmee de hoofdvraag beantwoorden.

Afb 5.1 Sierwaarde van de tulpenboom

Afb 5.2 Van den Berk bomenboek, belangrijke bron voor de straatboomkeuze

5.1 Totstandkoming tabel

Voorselectie stadsbomen en uitgangspunten

De voorselectie van de te beoordelen bomen is gedaan op basis van verschillende criteria, die aan de hand van het boek 'Van den Berk over Bomen' *(afb 5.2)* zijn vastgesteld. Deze verschillende onderdelen hebben te maken met het kiezen van soorten die in het stadscentrum een levensduur van ten minste 40 jaar kunnen bereiken en dus potentie hebben in de toekomst monumentale bomen te worden. Soorten die op een leeftijd minder dan 40 jaar al gekapt zouden moeten worden vanwege overlast door vruchten, plak, takbreuk of ziekten worden dus niet meegenomen. Naast deze kenmerken dient rekening gehouden te worden met een beperkte doorrijhoogte. Treurbomen zijn dan ook uitgesloten, gezien het feit dat het opkronen van treurbomen ten behoeve van de doorrijhoogte niet mogelijk is of een onaangenaam beeld geeft. Cultivars van soorten zijn en beperkte mate in de selectie meegenomen, mits deze voldoende afwijkende kenmerken vertonen. Veel cultivars zijn vrijwel identiek aan elkaar of aan de soort, waardoor deze niet interessant zijn om in dit onderzoek te behandelen.

Omdat er in het stadscentrum vrijwel altijd sprake is van verharde omstandigheden en er dus weinig open groeiruimte is, dienen de bomen verharding goed te kunnen verdragen. De ondergrond is er over het algemeen droog en voedselarm. Om deze reden zijn bomen die voedselrijke en vochtige omstandigheden verlangen niet opgenomen. Het centrum van een stad ligt veelal nabij de wegen met de hoogste verkeersdruk. Deze wegen zijn een grote bron van luchtverontreiniging, door het vele gemotoriseerde verkeer. De bomen dienen dan ook goed bestand te zijn tegen luchtvervuiling. Tot slot zijn ook vorstgevoelige bomen niet in de selectie opgenomen.

Enkele kenmerken zijn niet te onderbouwen of erg situatie-afhankelijk, waardoor deze uitgesloten zijn in de selectie. Hieronder valt de mate waarin een boom verharding opdrukt en strooizoutgevoeligheid. Slechts weinig soorten kunnen volgens literatuur strooizout goed verdragen, maar in praktijk blijkt het effect van strooizout doorgaans mee te vallen. Enkele

soorten zijn echter wel extreem gevoelig. Het is altijd aan te bevelen, bij iedere boomsoort, dat de boom zo min mogelijk in contact komt met strooi- of spatzout. Dit onderzoek gaat daarom uit van een ideaalsituatie, waar de groeiplaats op een juiste manier is ingericht. Dit betekent dus dat wortelopdruk en contact met strooizout in deze situatie minimaal zijn. Voor het op een juiste wijze inrichten van een groeiplaats raden wij aan gebruik te maken van het boek 'Stadsbomen Vademecum 2A: Groeiplaatsaspecten'.

In de huidige tijd is er minder geld beschikbaar voor de openbare ruimte. Dit is dan ook de reden dat er op een verantwoorde wijze met de soortkeuze van materialen moet worden omgegaan. Dit geldt voornamelijk voor beplantingsmateriaal. Kwalitatief hoogstaand plantmateriaal en een goed ingerichte groeiplaats zal in aanschaf en aanleg de nodige kosten met zich meebrengen. Slecht plantmateriaal en een slecht ingerichte groeiplaats, dus slecht doorlatend, een beperkt doorwortelbaar volume en verkeerd groeisubstraat, brengen op lange termijn echter aanzienlijk meer kosten met zich mee aan beheer. Tevens is de kans op een sierlijke, volgroeide boom is beperkt.

De eindbeoordeling

De tabel die aan de hand van onderzoek naar ecosysteemdiensten tot stand is gekomen geeft weer welke bomen de meeste baten leveren. De in de tabel aanwezige soorten zijn bepaald aan de hand van de onderdelen welke in voorgaande paragrafen beschreven zijn. De tabel is echter een indicatie en is niet geheel wetenschappelijk onderbouwd. De oorzaak hiervan is het feit dat enkele in de tabel aanwezige onderdelen nog niet of slechts beperkt wetenschappelijk onderzocht zijn, zoals verkoeling door verdamping. Hier is dan ook uitgegaan van kenmerken die gemiddeld genomen als sierlijk *(afb 5.1)* gewaardeerd worden.
Enkele eigenschappen zijn niet in de tabel opgenomen, maar kunnen wel degelijk als baat gekenmerkt worden. Zo hebben bomen de eigenschap dat zij koolstof vastleggen in de houtige delen, wat een positieve invloed heeft op de concentratie CO2 in de atmosfeer. De mate waarin een boom CO2 vast legt is echter niet per soort vast te stellen, omdat hier nog geen wetenschappelijke resultaten van zijn. Tevens is het effect van één boom op dit gebied vrij beperkt en is het pas echt effectief bij grote groepen bomen. Dit laatste geldt ook voor de productie van hout. Een heel bos is erg effectief voor houtproductie, maar wanneer er naar een solitaire boom gekeken wordt is deze baat totaal niet rendabel.

Voedselproductie is een zeer belangrijke baat van bomen, maar door de kans op overlast is de toepassing van voedselproducerende bomen in het stadscentrum niet overal gewenst. Tevens is van veel bomen niet bekend dat de vruchten eetbaar zijn. Aangezien onbekend vaak onbemind maakt, valt er over te twisten of een dergelijk geval wel echt een baat levert. Daarom is de reden dat deze eigenschap niet in de tabel aanwezig is.

De tabel laat in de rijen van boven naar onder van de geselecteerde bomen de boom met de meeste baten zien tot de boom met de minste baten. De baten afvangen van fijnstof, sierwaarde, verkoeling en biodiversiteit zijn in de tabel opgenomen en te vinden in de kolommen. Voor elk van deze baten zijn criteria opgesteld welke te vinden zijn in de betreffende paragrafen in hoofdstuk 4. De mate waarin een boomsoort aan de verschillende criteria voldoet, bepaalt hoe goed de betreffende baat vervuld wordt. Wanneer aan een criteria voldaan wordt, is dit in de tabel te zien als groen vlak. In welke mate de verschillende baten vervuld worden is bepalend voor de eindscore, weergegeven in plusjes. Deze eindscore is zodanig opgesteld, dat een dienst met vijf criterium een gelijke eindscore haalt als een dienst met drie criteria. De criteria bij de dienst van vijf worden in dit geval eigenlijk iets minder waard. Hiermee wordt voorkomen dat dienst met meer criteria hoger gewaardeerd wordt dan een dienst met minder criteria. De eindscore van iedere boom is aan de rechterzijde van de tabel te vinden.
De tabel heeft een te groot formaat om in dit verslag te laten zien. Deze is opgenomen als bijlage op formaat A2. *(Bron 12, 25 & 34)*

5.2 Top 10 stadscentra bomen

Afb 5.3 Taxus baccata, de nummer 1

Nr 1. Taxus baccata

Nederlandse naam:	Venijnboom
Hoogte:	15-20 meter
Kroon:	Eivormig tot rond
Bloemen:	Onopvallende gele knopjes
Vruchten:	Rode vruchten
Toepassing:	Boom, hagen solitair, snoeivorm
Toepassingsgebied:	Open bodems
Strooizout:	Stooizoutgevoelig
Wind:	Matig
Zeewind:	Neutraal
Grondsoort:	Goed doorlatend
Overig:	Bij toepassing in het stedelijk gebied is een goede groeiplaats cruciaal. Bij plaatsing in verharde oppervlakken is een ondergrondse groeiplaatsconstructie aan te raden

Meestal forse struik die tot kleine boom uitgroeit. De groei is traag maar uiteindelijk kan de boom een hoogte van circa 15 - 20 m bereiken waarbij de breedte circa 12 - 15 m is. De kroonvorm is onregelmatig. De korte bruinrode stam wordt bij ouderdom dik en bladdert dan af. Oude takken gaan sterk doorhangen en raken soms de grond. Jonge twijgen zijn groen. De naalden zijn tegenoverstaand op horizontaal uitstaande twijgen en spiraalsgewijs op vertikaal groeiende twijgen. Na de onopvallende bloei volgen opvallende vruchten. De zaden worden voor circa 4/5 omgeven door een ovaal vlezig rood omhulsel van 0,6 - 0,7 cm lang. Hoewel het rode vlezige deel van de vrucht niet giftig is, zijn de zaden, evenals de naalden, dit wel. (Bron: Boomkwekerij Van den Berk)

Afb 5.4 Pyrus communis ‘Beech Hill’, de nummer 2

Nr 2. Pyrus communis ‘Beech Hill’

Nederlandse naam:	Sierpeer
Hoogte:	9-12 meter
Kroon:	Smal piramidaal
Bloemen:	In bundels, zuiver wit
Vruchten:	Geelbruine kleine peren
Toepassing:	Straat- en laanboom, parken, tuinen
Toepassingsgebied:	Open tot gesloten oppervlakken
Strooizout:	Enigszins gevoelig
Wind:	Weinig gevoelig
Zeewind:	Weinig gevoelig
Grondsoort:	Neutraal tot kalkhoudend
Overig:	Goed toepasbaar op drogere gronden

Gezonde en weinig eisende boom met een smal piramidale kroon. Hoogte 9 - 12 m. Breedte tot circa 5 - 7 m. De stam van oude bomen is donkergrijs tot bijna zwart, diepgegroefd en in kleine delen loslatend. Jonge twijgen zijn licht behaard maar worden spoedig kaal. Ze kleuren grijsbruin en zijn soms voorzien van doorns. Het blad is ovaalrond tot elliptisch en glanzend heldergroen, de bladrand puntig getand. De herfstkleur is oranjerood tot geelrood. In april verschijnt de uitbundige bloei van zuiver witte bloemen. Deze staan in bundels met 5 tot 9 bij elkaar en zijn circa 4 cm in doorsnede. In het najaar volgen de eetbare, maar smakeloze peervormige vruchten. Verlangt neutrale tot kalkhoudende grond. Verdraagt droogte. Toe te passen als solitair en in smalle lanen en straten. (Bron: Boomkwekerij Van den Berk)

Afb 5.5 Sorbus intermedia ‘Brouwers’, de nummer 3

Nr 3. Sorbus intermedia ‘Brouwers’

Nederlandse naam:	Zweedse meelbes
Hoogte:	10-12 meter
Kroon:	Eivormig tot kegelvormig
Bloemen:	Cremewit, in tuilen
Vruchten:	Oranjerode eivormige vruchten
Toepassing:	Laanboom, straatboom
Toepassingsgebied:	Open tot gesloten bodems
Strooizout:	Enigszins gevoelig
Wind:	Niet gevoelig
Zeewind:	Enigszins gevoelig
Grondsoort:	Weinig eisend, optimaal op kalkgrond
Overig:	Betere kroonopbouw dan soort

De cultivar ‘Brouwers’ heeft een beter doorgaande kop dan de soort en groeit daardoor veel uniformer. Het is een langzame groeier met een dichte vertakking. De zwartgrijze stam blijft lang glad maar is later gegroefd. Jonge twijgen zijn grijsbruin tot olijfbruin, aanvankelijk grijs behaard maar spoedig kaal. Het blad is gelobd met aan beide kanten 5 tot 9 lobben. Aan de bovenzijde is het donkergroen en licht glanzend, de onderzijde is witviltig en in de herfst kleurt het geel tot oranjegeel. Soms blijft herfstverkleuring achterwege. De crèmewitte bloemen verspreiden een typische geur. Na de bloei verschijnen de oranjerode eivormige tot ronde vruchten in kleine tuilen. Deze zijn tot in oktober aanblijvend. Het is een windbestendige boom die droogte goed verdraagt. Toepasbaar in kustgebieden. ‘Brouwers’ draagt beduidend minder vruchten dan de soort. Resistent tegen bacterievuur. (Bron: Boomkwekerij Van den Berk)

Afb 5.6 Ailanthus altissima, de nummer 4

Nr 4. Ailanthus altissima

Nederlandse naam:	Hemelboom
Hoogte:	20-25 meter
Kroon:	Rond tot bolvormig
Bloemen:	Groenwit in pluimen
Vruchten:	Geelgroen tot rozerode vruchten
Toepassing:	Parken, brede lanen en straten
Toepassingsgebied:	Open tot gesloten oppervlakken
Strooizout:	Weinig gevoelig
Wind:	Gevoelig in verband met takbreuk
Zeewind:	Weinig gevoelig, wel takbreuk
Grondsoort:	Geringe bodemeisen
Overig:	Snel groeiende boom

Een boom met stevige vertakkingen en een robuuste uitstraling. Wanneer de maximale hoogte van 25 m is bereikt, heeft de boom een breedte van ongeveer 15 m. Vooral in zijn jeugdige jaren is de groei fors. Het blad is oneven geveerd, maar vaak ontbreekt het topblaadje, waardoor het even geveerd is. Het is maximaal 60 cm lang, bestaat uit 12 tot 25 blaadjes en verschijnt laat in het voorjaar. Bij kneuzing verspreidt het een onaangename geur. De eenslachtige, groenwitte bloemen staan in forse pluimen en worden gevolgd door gevleugelde vruchten die verkleuren van lichtgroen naar rozerood. Vrijwel altijd zijn de bomen tweehuizig. Zelfs op de slechtste en droogste plaatsen blijft de boom overleven, de groei is daar trager. In China, vroeger ook in Frankrijk, gebruikt voor de zijderupsteelt. (Bron: Boomkwekerij Van den Berk)

Afb 5.7 Celtis occidentalis, de nummer 5

Nr 5. Celtis occidentalis

Nederlandse naam:	Zwepenboom
Hoogte:	8-15 meter
Kroon:	Rond, onregelmatig
Bloemen:	Onopvallend, groen
Vruchten:	Ronde steenvrucht, purperzwart
Toepassing:	Brede lanen en straten
Toepassingsgebied:	Open tot gesloten oppervlakken
Strooizout:	Neutraal
Wind:	Gevoelig
Zeewind:	Gevoelig
Grondsoort:	Geringe bodemeisen
Overig:	Goeie straatboom

Een boom met een onregelmatig groeiende kroonvorm die van oorsprong in Noord -Amerika voorkomt. Op enkele plaatsen komen daar exemplaren voor die boven de 20 m, soms 30 m, uitkomen. Hij vertakt zich vrij laag zodat soms een meerstammige boom ontstaat met veel, sterk afhangende twijgen. De stam is grillig met diepe inkepingen en veel oneffenheden. Het blad is langwerpig eirond, lang toegespitst en glanzend groen. De onderzijde is doffer. De bovenste helft van de bladrand is scherp gezaagd en beide zijden van het blad voelen ruw aan. In de herfst verkleurt het opvallend goudgeel. Na de onopvallende bloei verschijnen kleine steenvruchten die van oranje naar purperzwart kleuren. Deze kunnen de gehele winter aan de boom blijven hangen. Het hout is waardevol en de jonge, buigzame twijgen werden vroeger als zweep gebruikt. (Bron: Boomkwekerij Van den Berk)

Afb 5.8 Sorbus aria ‘Gigantea’, de nummer 6

Nr 6. Sorbus aria ‘Gigantea’

Nederlandse naam:	Meelbes
Hoogte:	8-12 meter
Kroon:	Breed piramidaal
Bloemen:	Witte bloemen in brede tuilen
Vruchten:	Oranjegele vruchten
Toepassing:	Parken, lanen en straten
Toepassingsgebied:	Open tot gesloten oppervlakken
Strooizout:	Enigszins gevoelig
Wind:	Weinig gevoelig
Zeewind:	Gevoelig
Grondsoort:	Weinig eisend
Overig:	Groot blad

Deze cultivar heeft een dichte breed piramidale tot ovale kroon en een hoogte van 8 - 12 m. Hij onderscheidt zich van de soort doordat het blad opvallend groter is. Soms tot wel 25 cm, maar gewoonlijk circa 17 cm lang. In de herfst blijft het lang aan de boom. De bloeiwijze is als de soort maar in de nazomer volgen oranjegele vruchten die circa 1,5 cm groot zijn. ‘Gigantea’ vertoont veel gelijkenis met S. aria ‘ Majestica’ maar groeit aanzienlijk sneller. Goede parkboom of voor toepassing in lanen en straten. Verdraagt verharding. (Bron: Boomkwekerij Van den Berk)

Afb 5.9 Pinus nigra subsp. nigra, de nummer 7

Nr 7. Pinus nigra subsp. nigra

Nederlandse naam:	Oostenrijkse den
Hoogte:	20-25 meter
Kroon:	Kegelvormig tot rond
Bloemen:	Onopvallend
Vruchten:	Afstaande hangende kegels
Toepassing:	Parken, brede lanen, landschappelijk
Toepassingsgebied:	Open oppervlakken
Strooizout:	Niet bekend
Wind:	Matig
Zeewind:	Niet gevoelig
Grondsoort:	Weinig eisend
Overig:	Bij toepassing in het stedelijk gebied is een goede groeiplaats cruciaal. Bij plaatsing in verharde oppervlakken is een ondergrondse groeiplaatsconstructie aan te raden

Vormt een zeer grote imposante boom met een opvallende schors. Toe te passen als laag vertakte of als opgekroonde boom. Indien vrijstaand blijven de takken tot aan de basis gevuld. In zijn jeugd nog piramidaal groeiend maar op ouderdom breder schermvormig tot rond wordend. De zwartgrijze schors is diep gegroefd en vooral bij oude bomen bijzonder decoratief. Takken zijn kaal en geelbruin. De bijna symmetrische kegels zijn lichtbruin en hangen gewoonlijk in paren of alleen. Lege kegels vallen in het voorjaar af. Geschikt voor vele grondsoorten. Groeit nog op droge kalkrijke grond. Verdraagt vormsnoei goed waardoor de boom ook voor kleinere plaatsen is te gebruiken. Is bestand tegen zeewind en zeer resistent tegen luchtvervuiling. (Bron: Boomkwekerij Van den Berk)

Afb 5.10 Pyrus communis subsp. caucasica, de nummer 8

Nr 8. Pyrus communis subsp. caucasica

Nederlandse naam:	Gewone peer
Hoogte:	15-20 meter
Kroon:	Langwerpig tot eivormig
Bloemen:	Witte bloemen in bundels
Vruchten:	Geelbruine kleine peren
Toepassing:	Straten, lanen en parken
Toepassingsgebied:	Open tot gesloten oppervlakken
Strooizout:	Enigszins gevoelig
Wind:	Weinig gevoelig
Zeewind:	Weining gevoelig
Grondsoort:	Neutraal tot kalkhoudend, liefst droog
Overig:	Groeit ook goed aan de kust

Met een variabele groeiwijze vormt zich een boom met een meestal smal eivormige kroon. Hoogte circa 15 - 20 m, breedte circa 10 m. De stam van oude bomen is donkergrijs, soms bijna zwart. Meestal diepgegroefd en soms in kleine delen loslatend. Jonge twijgen zijn licht behaard maar worden spoedig kaal. Ze kleuren grijsbruin en zijn soms voorzien van doorns. Het blad is zeer variabel van vorm. Het is rond, ovaal of elliptisch en glanzend donkergroen, de bladrand puntig getand. Eind april verschijnt de uitbundige bloei van witte bloemen. Deze staan in bundels met 5 tot 9 bij elkaar en zijn circa 4 cm in doorsnede. In het najaar volgen de eetbare, maar vrij smakeloze peervormige vruchten. Verlangt neutrale tot kalkhoudende grond en is bestand tegen droogte. (Bron: Boomkwekerij Van den Berk)

Afb 5.11 Pinus parviflora ‘Glauca’, de nummer 9

Nr 9. Pinus parviflora ‘Glauca’

Nederlandse naam:	Japanse witte den
Hoogte:	6-12 meter
Kroon:	Breed piramidaal
Bloemen:	Onopvallend
Vruchten:	Hangende kegels
Toepassing:	Solitair in parken of brede straten
Toepassingsgebied:	Open bodems
Strooizout:	Niet bekend
Wind:	Matig
Zeewind:	Neutraal
Grondsoort:	Weinig eisend, goed doorlatend
Overig:	Bij toepassing in het stedelijk gebied is een goede groeiplaats cruciaal. Bij plaatsing in verharde oppervlakken is een ondergrondse groeiplaatsconstructie aan te raden

Langzaam groeiende boom die in zijn jeugd nog smal blijft maar later asymmetrisch en breed uitgroeit. De kroon is halfdicht en grilliger dan bij de soort waarbij de onderste takken, die vaak wat korter zijn, iets doorhangen. De stam is paarsachtig grijs en glad maar wordt later donkerder en afschilferend. Twijgen zijn kaal, soms fijn behaard en groenbruin. De naaldkleur is opvallender blauw dan bij de soort. Reeds bij jonge exemplaren verschijnen afstaand hangende kegels. Soms alleenstaand, soms in groepen. Verdraagt zeewind, is geschikt voor aanplant in industriegebieden en verlangt een zonnige standplaats. Vanwege de sierlijke vorm en de blauwgrijze naalden wordt ‘Glauca’ veel toegepast in particuliere tuinen.(Bron: Boomkwekerij Van den Berk)

Afb 5.12 Tilia cordata ‘Rancho’, de nummer 10

Nr 10. Tilia cordata ‘Rancho’

Nederlandse naam:	Winterlinde
Hoogte:	10-15 meter
Kroon:	Smal kegelvormig tot smal eirond
Bloemen:	Geel tot roomkleurige bloemen in tuilen
Vruchten:	Ronde tot eivormige vruchten
Toepassing:	Lanen en straten
Toepassingsgebied:	Open tot gesloten oppervlakken
Strooizout:	Gevoelig
Wind:	Weinig gevoelig
Zeewind:	Weinig gevoelig
Grondsoort:	Alle, verdraagt droogte
Overig:	Ook goed te gebruiken aan de kust

Amerikaanse cultivar die een sterke gelijkenis vertoont met ‘Böhlje’. Vormt een dichte smal piramidale kroon die later smal eivormig wordt. ‘Rancho’ heeft een regelmatige en schuin opgaande takstand. De onderste takken staan in een hoek van 45° op de kaarsrechte stam, de bovenste maken een hoek van 30°. Uiteindelijk wordt de boom circa 6 m breed. Het donkergroene blad is iets groter en dikker dan bij de soort met een hartvormige bladvoet en een abrupt toegespitste bladtop. Opvallend is de gele herfstverkleuring. In de vroege zomer verschijnen de sterk geurende bloemen in korte tuilen. Het lichtgroene schutblad is iets korter dan de tuil. In de nazomer volgen de kleine vruchten. T. cordata en cultivars zijn vrij ongevoelig voor luis. Vanwege de smalle groeiwijze is ‘Rancho’ uitermate geschikt voor toepassing in lanen en straten. (Bron: Boomkwekerij Van den Berk)

Conclusies en aanbevelingen 6

In deze paragraaf worden de conclusies en aanbevelingen beschreven. Deze zijn voortgekomen uit het twintig weken durende onderzoek, waarvan het eindproduct voor u ligt. In de paragraaf conclusies wordt een korte beschrijving gegeven van de door ons gevonden antwoorden op de gestelde hoofdvraag. Deze paragraaf wordt gevolgd door een paragraaf aanbevelingen. In deze paragraaf beschrijven wij welke vervolgonderzoeken kunnen plaatsvinden om de in dit rapport gepresenteerde informatie over ecosysteemdiensten verder te kunnen onderzoeken.

Concluderen

Afb 6.1 Deze straatbomen domineren het straatbeeld

Afb 6.2 Straatbeeld van bloeiende bijenbomen

6.1 Conclusies uit dit onderzoek

Veelvoud aan baten

Bomen hebben veel meer baten dan men nu weet. Wellicht dat de kennis over de verschillende baten die groen kunnen leveren er wel is, maar deze worden tot nu toe niet in verband gebracht met bomen. Uit dit onderzoek blijkt dat bomen veel meer zijn dan kostenposten. Bomen (en groen in het algemeen) levert voor onze gezondheid, ons leefmilieu en onze recreatie veel meer voordelen dan we beseffen. De stelling, welke bij gemeentelijke diensten vooral in deze tijd van bezuinigingen veel wordt gebruikt, dat bomen alleen geld kosten wordt met deze resultaten ontkracht. Bij een goed doordachte sortimentskeuze kan een boom geld gaan opleveren in plaats van kosten.

Sortiment uit de tabel

In onze hoofdvraag stellen wij de vraag welke sortiment van bomen de meeste baten vervuld. Één van de belangrijkste antwoorden op die vraag, misschien zelfs de belangrijkste, betreft het naaldhoutsortiment. Uit de tabel blijkt duidelijk dat naaldbomen veel baten leveren, in veel gevallen meer baten dan loofbomen. Dit is een opmerkelijke conclusie, aangezien momenteel zelden tot geen naaldbomen worden toegepast in het stedelijk gebied. Hier vloeit de aanbeveling uit, zoals ook in de paragraaf aanbevelingen te lezen is, om meer gebruik te maken van naaldbomen. Een van de weinige voorbeelden van een toepassing van naaldbomen is station Apeldoorn *(afb 6.3)* Dit is een goed voorbeeld voor toekomstige plannen hoe goed naaldbomen in het stedelijk gebied kunnen groeien en ook hoe mooi dit kan zijn.

Naast de hoge notering van de naaldbomen valt op dat het geslacht Sorbus goed is vertegenwoordigd in de top 10. Met twee noteringen in de algemene top 10 en een aantal noteringen in de top tienen van de vier ecosysteemdiensten vervult dit geslacht opvallend veel baten. Over het algemeen scoort het geslacht Sorbus goed op alle onderdelen, behalve op het afvangen van fijnstof. Dit is ook niet verwonderlijk, aangezien de meeste bomen van het geslacht Sorbus redelijk grote bladeren

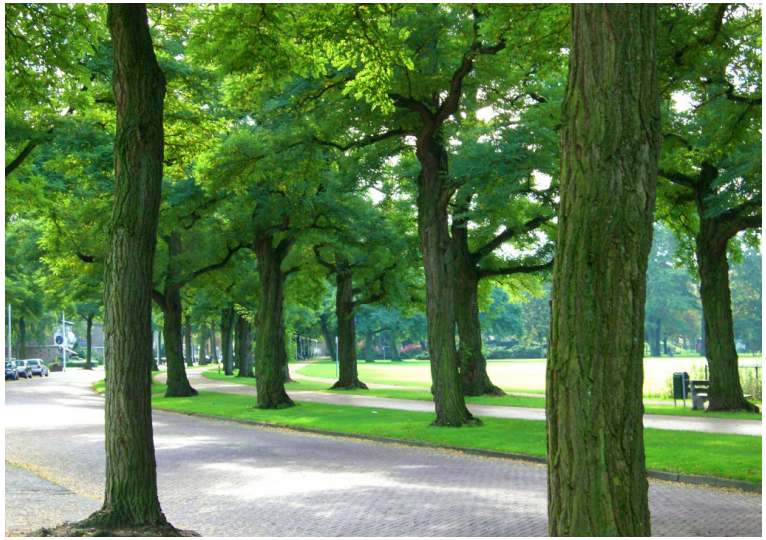
en geen groenblijvende of andere bijzondere bladeigenschappen hebben.

Ook het geslacht Pyrus staat hoog genoteerd in de tabel. Net als het geslacht Sorbus komt dit geslacht twee maal voor in de algemene top 10 en meerdere malen in de overige top tienen. De bomen van het geslacht Pyrus scoren over het algemeen iets beter op fijnstof dan bomen van het geslacht Sorbus. Dit heeft vooral te maken met de kleinere bladeren van peren, welke meer fijnstof kunnen afvangen dan bomen met grotere bladeren. De peren scoren daarentegen minder punten op verkoeling, aangezien deze bomen over het algemeen vrij smal blijven. Dit verkleint de schaduwwerking en daarmee de verkoelende werking.

In de tabel komt duidelijk naar voren dat loofbomen over het algemeen meer sierwaarden hebben dan naaldbomen. Dit betekend echter niet dat naaldbomen niet aangeplant kunnen worden voor hun sierwaarden *(afb 6.1 & 6.2)*

De eindtabel biedt, afgezien van het geslacht Pinus, een vrij divers sortiment met een hoge eindscore. Dit betekent dat niet alleen de bomen uit de top tienen waardevol zijn om toe te passen maar dat ook de andere bomen met een hoge noteren goed toegepast kunnen worden. Vooral voor het krijgen van een divers beeld is een sortimentssamenstelling van verschillende soorten bomen een goede keuze.

Afb 6.3 Zijn naaldbomen in straatprofielen de toekomst?!



Afb 6.4 Sfeerbeeld van een toepassing van bomen in een groenstrook

Afb 6.5 Bloeiende bijenbomen hebben op dat criterium een hoge sierwaarde

6.2 Aanbevelingen voor vervolgonderzoek

Tijdens de uitvoering van het onderzoek zijn we tegen diverse knelpunten aangelopen. Vooral het gebrek aan beschikbare informatie en cijfers over bepaalde onderwerpen was hiervan de oorzaak. Dit heeft tot gevolg dat dit onderzoek op een aantal fronten een vervolgonderzoek nodig heeft om ook deze criteria wetenschappelijk te kunnen onderbouwen. Echter heeft dit onderzoek met de beschikbare gegevens wel tot diverse aanbevelingen geleid. Wij hopen dat deze aanbevelingen leiden tot een vernieuwende blik op de onderbouwing van sortimentskeuzes bij projecten en dat dit onderzoek aanzet tot vervolgstudies.

Onderzoek en tabel

Dit onderzoek richt zich alleen op in verharding geplaatste stadsbomen in stadscentra. De principes waarmee wij gewerkt hebben kunnen in vervolgonderzoeken ook toegepast kunnen worden op bomen in groenstroken *(afb 6.4)*, parken of andere groenstructuren in stadscentra. Daarnaast zijn deze ook toepasbaar voor bomen in stadsranden of juist in het landschap. Een dergelijke onderzoekswerkwijze is ook toepasbaar voor onderzoek naar andere beplantingstypen, zoals heesters of vaste planten.

De principes en criteria in dit onderzoek zijn gebaseerd en opgesteld aan de hand van literatuur, dat voor een groot deel is gebaseerd op wetenschappelijk onderzoek. Belangrijk is te vermelden dat er in het opzetten van de tabel rekening is gehouden met de geschiktheid van de betreffende boom om te groeien in een verhard stadscentra en met de criteria per ecosysteemdienst. Er is echter geen rekening gehouden met aanleg- en beheerskosten. Uit nader onderzoek zou kunnen blijken dat een boom die in ons onderzoek als ideale boom naar voren komt qua kosten zeer onaantrekkelijk is, bijvoorbeeld vanwege het vele onderhoud dat deze vergt.

Loof- en naaldbomen

In Nederland is tot op heden weinig tot geen onderzoek gedaan naar hoe goed bomen zich handhaven en ontwikkelen in verharding. Het huidige toegepaste sortiment is vooral gebaseerd op ervaring. Gegevens die hierover in literatuur te vinden zijn, zijn doorgaans ook hierop gebaseerd. Om deze reden zijn in ons onderzoek enkel de bomen behandeld welke volgens het Stadsbomen Vademecum en het Van den Berk Bomenboek geschikt zijn voor toepassing in verharding. De lijst met behandelde bomen bestaat vrijwel alleen uit uitheemse of gecultiveerde inheemse soorten, omdat deze voornamelijk toegepast worden en hier dus veel ervaring mee is in verharde omgevingen. Het is echter interessant om inheemse en meer onbekende soorten te onderzoeken op mogelijkheid voor toepassing in verharding.

Coniferen worden in de huidige tijd in Nederland niet erg gewaardeerd wat betreft de esthetische waarde. Vooral in de openbare ruimte in steden, waarbij parken en groenstroken niet meegerekend worden, zijn deze bomen nauwelijks aanwezig. Hierdoor is er weinig ervaring met conifeerachtigen in verharding. Wij adviseren deze constatering te gebruiken als aanknopingspunt om in de toekomst nader onderzoek te doen naar conifeerachtige in verharding, omdat deze bomen vooral op het gebied van het afvangen van fijnstof en het bieden van verkoeling een belangrijke rol kunnen vervullen.

Strooizoutgevoeligheid

Uit literatuur en ervaring blijkt dat slechts enkele soorten relatief goed strooi- en spatzout kunnen verdragen, zoals Alnus en Fraxinus. Relatief, omdat zout in deze vorm in geen enkel geval bevorderlijk is voor de boom, maar bepaalde soorten echt schade ondervinden en andere vrijwel niet. Bomen die bij kortdurend contact al schade ondervinden aan strooi- en spatzout zijn in onze bomenselectie afgevallen, omdat het in contact komen met zout in stadscentra vrijwel onvermijdelijk is. Wil men echter selecteren op een strooizoutresistente boom, dan blijft er geen enkele soort over.

In het huidige straatbeeld treffen we echter veel bomen aan die, volgens literatuur, gevoelig zijn voor strooizout. Deze bomen worden dus om een bepaalde reden toch toegepast. De vraag waarop de soortkeuze dan wel is gebaseerd en hoe belangrijk strooizoutgevoeligheid is, kan een aanknopingspunt voor een onderzoek zijn.

Voedselproducerende bomen in stadscentra

Zoals eerder in het rapport vermeld is in de tabel in dit onderzoek die ecosysteemdienst voedselproductie buiten beschouwing gelaten. Het is interessant om voedselproducerende bomen in de stad of zelfs stadscentra toe te passen, maar uit ons onderzoek naar deze dienst hebben wij geconcludeerd dat toepassing van dergelijke bomen in verharde stadscentra erg lastig is. Vruchtbomen verlangen doorgaans een voedselrijke, vochtige standsplaats. De standplaats is in stedelijk gebied al gauw droog en schraal, dus niet geschikt. Daarnaast vormen vruchtdragende bomen al gauw een bron van overlast.

Dit onderwerp biedt echter potentie voor een vervolgonderzoek. De vragen in welke toepassingsvorm voedselproducerende bomen toch toegepast kunnen worden in stadscentra, welke soorten hiervoor geschikt zijn en hoe de burger bekend mee kan geraken en het kan waarderen zijn hiervoor bruikbare handvaten.

Zuivering van de lucht

Er is al veel onderzoek gedaan naar de luchtzuiverende werking van bomen. Dit onderzoek is wat betreft luchtzuivering vooral gericht op het afvangen van fijnstof, omdat dit volgens wetenschappelijk onderzoek een zeer schadelijk en zelfs dodelijk materiaal is. Er zijn echter meerdere stoffen die, soms slechts in beperkte mate, schadelijk zijn en door bomen afgevangen kunnen worden. Hierbij valt te denken aan stikstofoxiden en vluchtige organische stoffen en het zeer schadelijke zeer fijne

stof. De eerste twee genoemde worden in veel onderzoeken behandeld en bomen kunnen deze effectief afvangen. In de toekomst zou het principe dat wij gehanteerd hebben ook voor het afvangen van deze stoffen gedaan kunnen worden. Dit is ook het geval voor het zeer fijne stof, hoewel hier nog zeer weinig bekend over is wat betreft de mate waarin bomen dit afvangen. Het is dan ook ten zeerste aan te bevelen om hier in de toekomst onderzoek naar te doen.

Tevens is het zo dat dit onderzoek en andere onderzoeken gebaseerd zijn op enkele principes, zoals deze ook in dit rapport naar voren zijn gekomen, namelijk de structuur en vorm van het blad en de vorm en dichtheid van de kroon. Dit zijn goede handvaten om de mate van zuiverende werking te bepalen, maar diepgaand wetenschappelijk onderzoek op soortniveau is nog nauwelijks gedaan. Om per soort een echt betrouwbaar waarde oordeel te geven op dit gebied zou wetenschappelijk onderzoek met meetapparatuur gedaan moeten worden, zodat vastgesteld kan worden hoeveel een soort daadwerkelijk op kan vangen.

Verkoeling in de stad

In de tabel van dit onderzoek is de dienst verkoelende werking opgenomen. Dit is evenals de zuiverende werking vooral gebaseerd op criteria die niet wetenschappelijk onderbouwd zijn, zoals de grootte, vorm en dichtheid. Dit is namelijk van invloed op de hoeveelheid zonlicht dat in contact kan komen met verhard oppervlak en zo warmte vormt. Echter is ook verdamping van invloed op de verkoelende werking van een boom. Omdat er nog geen of nauwelijks onderzoek naar gedaan is hebben wij geen gegevens kunnen vinden die bruikbaar genoeg waren om criteria op te stellen. Verdamping hebben wij dan ook buiten beschouwing gelaten, hoewel het toch essentieel is als het gaat om de verkoelende werking van een soort. Het is aannemelijk dat de huidige waarden in te tabel af zullen wijken wanneer criteria voor verdamping opgesteld en meegerekend worden. Het feit dat er zo weinig bekend is over de verdampende werking van bomen en in welke mate dit van invloed is op de omgevingstemperatuur vormt een interessant aanknopingspunt voor nader onderzoek.

Esthetische waarde

De esthetische waarde van een boom is zoveel omvattend dat wij het niet onder dezelfde noemen op hebben genomen in het onderzoek. Voor ieder individu is de esthetische waarde van een boom verschillend. Dit is de reden dat het onder de naam sierwaarde terugkomt in dit onderzoek. Het is namelijk wel zo dat een opvallende herfstkleur of bloeiwijze door de gemiddelde burger meer gewaardeerd wordt dan een boom die jaarrond hetzelfde uiterlijk heeft en geen opvallende, sierlijke kenmerken vertoond. Vanzelfsprekend zijn er altijd uitzonderingen met een andere persoonlijke smaak. Door te enquêteren zou in een nader onderzoek getracht kunnen worden vast te stellen wat door ‘de Nederlandse burger’ gewaardeerd wordt als esthetische waarde. Een opvallende bloei kan mooi zijn, maar kan voor sommige mensen ook te extreem zijn. Interessant is te achterhalen waar deze grens ligt en hoe divers de persoonlijke smaak van mensen is als het gaat om esthetische waarde van bomen of groen in het algemeen *(afb 6.6).*

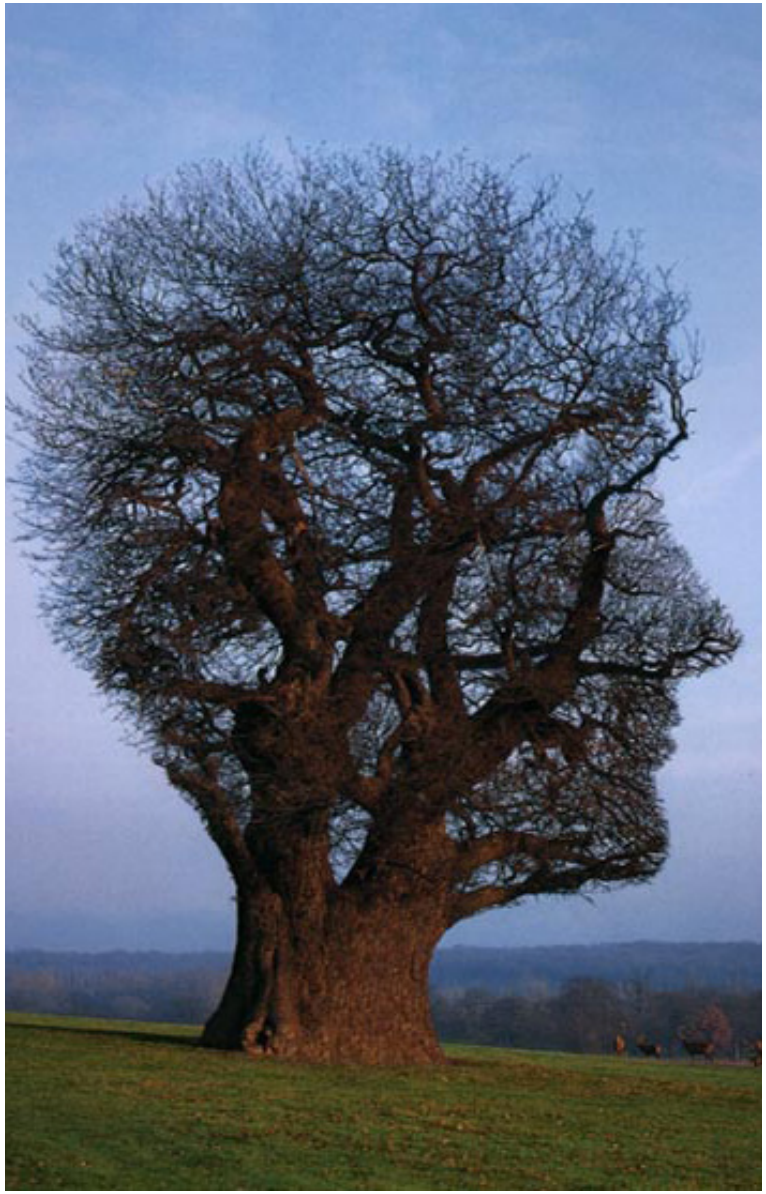
Ecologische waarde

De ecologische waarde van bomen is in dit onderzoek gehanteerd als zichtbare fauna. Hieronder rekenen wij vogels en insecten zoals bijen en vlinders. De kroon en bloeiwijze is hiervoor voornamelijk bepalend. Deze zichtbare fauna maakt een boom voor de burgers interessant en zorgt voor een hogere waardering van groen. Echter zijn de criteria die wij voor deze dienst hanteren echter niet juist en volledig. Onder ecologische waarde wordt namelijk veel meer verstaan, zoals zoogdieren en kleine beestjes die op het eerste gezicht niet waarneembaar zijn. Voor dit laatste is enorm verschillend per soort en zou de tabel op het gebied van ecologische waarde drastisch kunnen veranderen. Dit alleen al omdat er binnen de selectie van soorten veel uitheemse soorten aanwezig zijn, welke in algemene zin

aanzienlijk minder insecten en kleine organismen bevatten dan inheemse soorten. Er zijn maar weinig gegevens bekend over de exacte aantallen aanwezige beestjes op verschillende soorten. Ook is er weinig bekend als het gaat om wat een boom aantrekkelijk of onaantrekkelijk maakt voor deze vorm van fauna. Dit maakte het ondoenlijk om waardevolle criteria op te stellen en per boom een waardeoordeel te geven op dit gebied. Nader onderzoek naar deze onbekende gegevens zou zeer waardevol zijn.

Financiële opbrengsten van bomen

De vele genoemde baten in dit rapport zijn nu in veel gevallen uitgedrukt in procentuele voordelen of zijn zelfs helemaal nog niet in cijfers uitgedrukt. Om aan te tonen dat een boom daadwerkelijk direct financiël voordeel op kan leveren, moeten de verschillende ecosysteemdiensten in geld uitgedrukt gaan worden, wat vervolgens weer doorberekend kan worden op één boom. Dit is in een aantal gevallen al wel door andere onderzoekers gedaan met indirect financiël voordeel. Een goed voorbeeld zijn de besparing op de zorgkosten. Uitzicht op bomen vanuit het ziekenhuisbed versneld het herstel. Daarmee vertrekt de patiënt eerder, wat voor zowel het ziekenhuis als de patiënt/zorgverzekeraar geld oplevert. Met deze harde gegevens wordt de toepassing van bomen nog interessanter. Daarom is het ons advies om voor in ieder geval de vier ecosysteemdiensten luchtzuivering, verkoeling, sierwaarde en beleefbare biodiversiteit een onderzoek te starten naar de financiële baten van deze bomen.



Afb 6.6 Een goede sortimentskeuze vereist de juiste denkrichting

Bijlagen

7

In deze paragraaf staan alle bijlagen. Deze bijlagen bestaan uit een korte samenvatting van alle gevoerde gesprekken met externe partijen, de bronvermelding, de begrippenlijst en de afbeeldingverwijzing. De afbeeldingverwijzing geeft aan waar de gebruikte afbeeldingen vandaan zijn gehaald.

Gesprekken

7.1 Samenvattingen gesprekken en interviews

Ir. M Hoffman

Omschrijving:	DLO Onderzoeker
Organisatie:	Praktijkonderzoek Plant en Omgeving (PPO)
Organisatie-eenheid:	PPO Boomkwekerij

De heer Hoffman hebben we in eerste instantie benaderd bij het samenstellen van de criteria voor het onderdeel biodiversiteit. Voor het beoordelen van de bomen wilden we namelijk ook zijn onderzoek gebruiken naar biodiversiteit in tuin en plantsoen. Het was voor ons belangrijk om één betrouwbare bron te gebruiken, omdat we niet veel tijd hadden om verschillende bronnen naast elkaar te leggen en te kijken. Hierbij heeft hij ons flink op weg geholpen.
In een later stadium hebben wij de heer Hoffman nog een keer benaderd en gevraagd wat hij vond van onze onderzoeksmethode. Hierop werd positief gereageerd met enkele kritische opmerkingen. Deze opmerkingen hebben wij verwerkt in ons onderzoek, namelijk in onze tabelvorm en enkele in de aanbevelingen. Enkele onderdelen hadden we bewust niet opgenomen, vanwege onvoldoende informatie of het niet passen binnen onze context. Dit hebben we daarom opgenomen in het hoofdstuk conclusies en aanbevelingen.

H. Horlings

Omschrijving:	Commercieel directeur
Organisatie:	M. van den Oever boomkwekerijen

De heer Horlings van M. van den Oever boomkwekerijen hebben we benaderd, om te achterhalen wat iemand uit het werkveld van ons onderzoek vindt. De heer Horlings vond het een interessant onderzoek en was benieuwd naar de uitkomst. Ook zochten we naar meer informatie over naaldbomen in verharding. De heer Horlings heeft ons hierbij kunnen helpen, maar we kwamen er ook achter dat er nog veel infromatie over de toepassing van naaldbomen onbekend is.

Ing. B de Vries

Omschrijving:	DLO HBO Onderzoeker
Organisatie:	Alterra Wageningen UR
Organisatie-eenheid:	Alterra - Natuur en samenleving

De heer De Vries hebben we benaderd vanwege zijn expertise op het gebied van luchtvervuiling. Onze criteria waren alleen gebaseerd op literatuuronderzoek en wij hadden hierbij nog enkele vraagtekens. Door het telefonische gesprek en mail contact hebben wij onze criteria betreffende fijnstof afvangen kunnen aanscherpen.

Ir. J Kopinga

Omschrijving:	DLO Onderzoeker
Organisatie:	Alterra Wageningen UR
Organisatie-eenheid:	Alterra - Natuur en samenleving

De heer Kopinga heeft ons geholpen met het aanscherpen van de criteria voor verkoeling. Ook heeft hij kritische opmerkingen gegeven over onze onderzoeksmethode. Deze opmerkingen hebben we opgenomen in onze aanbevelingen, dit omdat er verder geen tijd en informatie was om deze methode aan te scherpen.

Dr. D van Dorp

Omschrijving:	Docent
Organisatie:	Hogeschool Van Hall Larenstein
Organisatie-eenheid:	Tuin- & Landschapsinrichting

De heer Van Dorp heeft ons intensief begeleid met het opstellen van de onderzoeksmethode en het uitvoeren van het onderzoek. Ook hebben we de heer Van Dorp vanuit zijn expertise als landschapsecoloog, verschillende dingen kunnen vragen betreffende biodiversiteit. Door het hele onderzoeksproces heen zijn we door de heer Van Dorp enorm ondersteund.

Ing. JMJ Martin

Omschrijving: Docent
Organisatie: Hogeschool Van Hall Larenstein
Organisatie-eenheid: Tuin- & Landschapsinrichting

De heer Martin heeft ons, net als de heer Van Dorp, begeleid met het opstellen van de onderzoeksmethode en het uitvoering van het onderzoek. Ook hebben we de heer Martin specifieke vragen kunnen stellen over eigenschappen van bomen. Gedurende het hele onderzoeksproces zijn we door de heer Martin enorm geholpen.

Ir. JAAT van Merriënboer

Omschrijving: Docent
Organisatie: Hogeschool Van Hall Larenstein
Organisatie-eenheid: Tuin- & Landschapsinrichting

De heer Van Merriënboer hebben we vaak benaderd vanwege zijn vakkennis betreffende beplantingen. Dit heeft ons enorm geholpen bij onze voorselectie van bomen.

Ing. H Jacobse

Omschrijving: Docent
Organisatie: Hogeschool Van Hall Larenstein
Organisatie-eenheid: Tuin- & Landschapsinrichting

De heer Jacobse hebben we getroffen op het NLGreenLabel congres in Arnhem. Tijdens een later contactmoment heeft de heer Jacobse ons enkele zeer bruikbare bronnen aangereikt. Ook hebben we gevraagd naar zijn expertise als boomdeskundige over naaldbomen in het openbaar gebied. Over dit onderwerp was weinig bekend bij de heer Jacobse.

Ir. J Raggers

Omschrijving: Docent
Organisatie: Hogeschool Van Hall Larenstein
Organisatie-eenheid: Bos- & Natuurbeheer

De heer Raggers hebben wij benaderd met de vraag naar de mogelijkheden houtproductie door stadsbomen. De uitkomst van dit gesprek hebben we verwerkt in het rapport.

WTM Verhoeven

Omschrijving: Docent
Organisatie: Hogeschool Van Hall Larenstein
Organisatie-eenheid: Tuin- & Landschapsinrichting

De heer Verhoeven hebben we benaderd voor onze beoordeling betreffende sierwaarde. De heer Verhoeven is commissielid bij de Nederlandse tuinenstichting en heeft veel kennis over de relatie tussen beplantingen en mensen. Wij hebben uit de gesprekken met betrekking tot esthetiek veel informatie kunnen halen voor het opstellen van de criteria.

E van Herwijnen

Omschrijving: Groeiplaatsspecialist
Organisatie: Van den Berk boomkwekerijen

De heer Herwijnen van boomkwerkerij Van den Berk hebben we benaderd vanwege zijn expertise betreffende groeiplaatsen. Onze vraag had te maken met de toepassing van coniferen in verharding. Hierover bleek weinig informatie beschikbaar te zijn.

NL Greenlabel congres

Dit congres bestond uit verschillende sprekers die iets vertelden over hun eigen expertise. Wij hebben hier helaas weinig nieuwe informatie ontvangen, omdat wij ons al goed in de betreffende materie hadden verdiept. Tijdens ons onderzoek zijn wij regelmatig rapportages tegengekomen van aanwezige sprekers. Zo hebben wij onder andere een onderzoeksrapport over de baten van groen met betrekking tot gezondheid gebruikt als bron. Jolanda Maas, senior onderzoeker bij het VU medisch centrum, heeft hier aan meegewerkt en was tevens spreekster op het congres. Veel van de door ons vergaarde informatie werd door de sprekers bevestigd.

Begrippen

7.2 Begrippenlijst

A
De **albedo** is het licht-reflecterende vermogen van een object. Dit wordt weergegeven in een percentage of een waarde tussen 1 en 0. Hoe hoger de waarde, hoe hoger het reflecterende vermogen.

Men spreekt van **aandachtsmoeheid** wanneer een persoon te maken heeft met mentale overbelasting.

B
Baat is een element met een gunstig effect.

Biodiversiteit is de variatie in organismen uit de gehele wereld en de ecologische verbanden
waar ze deel van uitmaken; de diversiteit betreft de variatie binnen soorten, tussen soorten
en tussen ecosystemen, aldus het Biodiversiteitsverdrag (Rio de Janeiro, 1992)

Beleefbare biodiversiteit wordt in dit rapport gehanteerd als met het blote oog zichtbare diversiteit in flora en fauna.

C
Een **cultivar** is een plant die uit een soort, variëteit of kruising is ontstaan of geselecteerd en die op vegetatieve wijze wordt vermeerderd.

Culturele diensten zijn de diensten waar de mens direct het meeste baat bij heeft. Gezondheid is hiervan een voorbeeld.

D
Een **drachtplant** is een plant die in de vorm van nectar en nectar en pollen voedsel levert aan insecten.

E
Een **ecosysteemdienst** is een dienst die door een ecosysteem aan mensen wordt geleverd.

F
Fijnstof is een vorm van luchtvervuiling. Dit fijnstof bestaat uit microscopisch kleine deeltjes welke onder andere schadelijk kunnen zijn voor onze gezondheid.

F**otosynthese** is een proces waarin lichtenergie wordt gebruikt om koolstofdioxide en water om te zetten in glucose en zuurstof.

G
De **gevoelstemperatuur** is temperatuur die je ervaart. Deze is afhankelijk van de windschil en de hitte-index. De temperatuur kan sterk afwijken van de absolute temperatuur.

H
Het **hitte-eilandeffect** is het fenomeen waarbij de temperatuur in een stedelijk gebied gemiddeld hoger is dan in het omliggende landelijke gebied, dit gebied wordt dan een hitte-eiland genoemd.

I
De **interceptiecapaciteit** is een maat voor de hoeveelheid water op bladeren en takken die na een bui verdwijnt door verdamping (evaporatie).

K
Het **klimaat** van een bepaald gebied is het gemiddelde weer over langere tijd: het gemiddelde van meteorologische grootheden zoals temperatuur, neerslag, vochtigheid, zonneschijn en wind. Ook de extremen van dergelijke verschijnselen vallen onder het klimaat.

Klimaatregulatie kan in verschillende vormen voorkomen. In het kader van dit verslag zijn de bomen het regulerende element van het klimaat.

Klimaatverandering is de verandering van het gemiddelde weertype of klimaat over een bepaalde periode en is het duidelijkst merkbaar in een stijging of daling van de gemiddelde

temperatuur en van de gemiddelde hoeveelheid neerslag.

L
Een **loofboom** is een term die gebruikt wordt om onderscheid te maken met “naaldbomen”. Loofbomen hebben blad in plaats van naalden of schubben zoals naaldbomen.

Luchtkwaliteit geeft de mate van afwezigheid van luchtvervuiling aan.

Luchtvervuiling is het verschijnsel waarbij de ons omringende lucht wordt verontreinigd door stoffen die daar van oorsprong niet in voorkomen.

N
Onder **naaldbomen** worden coniferen verstaan. Coniferen betekend kegeldragers daaronder vallen bijvoorbeeld; dennenboom (Pinus), venijnboom (Taxus) en lariks (Larix). Vaak wordt deze term gebruikt om onderscheid te maken met loofbomen.

Nematoden zijn lange, microscopisch kleine, ronde wormpjes. Ook wel blad- of wortelaaltjes genoemd.

O
Ondersteunende diensten zijn ecosysteemdiensten die een dienst ondersteunen. Zo is bestuiving een ondersteunende dienst van voedselproductie.

P
De **producerende diensten** leveren een product welke door de mens gebruikt kan worden, zoals hout.

R
De **regulerende diensten** zorgen voor een goed verloop van bepaalde processen, zoals het vastleggen van CO2.

Onder **religie** wordt gewoonlijk een van de vele vormen van zingeving of het zoeken naar betekenisvolle verbindingen verstaan, waarbij meestal een hogere macht, opperwezen of god centraal staat.

S
Stadslandbouw is het telen, oogsten en afzetten van voedsel in of in de nabijheid van een stad.

Een **stadsboom** is een boom die geschikt is voor toepassing in het stedelijk gebied en zich goed kan handhaven op schrale standplaatsen.

Bronnen

7.3 Bronvermelding

A

[1] Boekhold, S. (2010). *Advies sluiten nutriëntenkringlopen* . Den Haag.

B

[2] *Baten van de openbare ruimte*. Publicatie 312. (2012). CROW.

[3] Tyrväinen, L., Pauleit, S., Seeland, K., & Vries, S. d. (sd). *Benefits and Uses of Urban Forests and Trees*, Chapter 4.

[4] *Bijen, bestuiving en biodiversiteit*. Opgehaald van Bijen-Avi: http://www.bijen-avi.be/attachments/article/18/4%20-%20Bijen,%20bestuiving%20en%20biodiversiteit.pdf

[5] Prof. dr. ir. Olivier Hollay. (2010). *Biodiversiteit: basisproduct of luxegoed?* Leuven: KU Leuven.

[6] Broek, van den. J. Eijsackers, H. Straalen van, N. Evenblij. M.(kwartaal 4, 2012). *Biodiversiteit Bio-wetenschappen en Maatschapij*. Zutphen: Drukkerij Tesink

[7] Hoffman, M. (2010). *Biodiversiteit in tuin en plantsoen.* Boskoop: All-Round Communications

[8] Hiemstra, J.A., Schoenmaker-van der Bijl, E., Tonneijck, A.E.G., 2008. *Bomen: Een verademing voor de stad.*

[9] Tonneijck, A.E.G., Kuypers, V.H.M., 2006. *Stadsbomen voor een goede luchtkwaliteit*. Bomennieuws (lente), 8-10.

[10] Samsom, R., Wuyts, K., Wittenberghe, S. v., & Wuytack, T. (2010). *Bomen: Op je gezondheid!* Bosrevue, 9-14.

[11] Hoffman, I. M. (2009). *Bomen en struiken voor wegvangen van fijnstof.* Wageningen: Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

[12] Houtman, R. (2004). *Van den Berk over Bomen*. Sint-Oedenrode: Boomkwekerij Gebr. Van den Berk B.V.

D

[13] Tonneijck, Fred. Leest van der, Kim. *De levende tuin*.

E

[14] Melman, T., & Heide, C. v. (2011). *Ecosysteemdiensten in Nederland: verkenning betekenis en perspectieven*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving (PBL).

[15] Wetten, J. v. (2010). *Een groene gezonde wijk*. EMGO+ Instituut (VU Universitair Medisch Centrum), GGD Werkgroep Groen en Gezondheid, Kenniscentrum Recreatie, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit en Plant Publicity Holland.

[16] *De bodem en ondergrond in beeld*. (2013, 09 27). Opgehaald van Eurofins:http://www.eurofins.nl/media/8588687/activiteiten_in_bodem_en_ondergrond.pdf

F

[17] Mauritz, J. P. (sd). *Fruitbomen veroveren het openbaar groen*. Bodegraven: Cyber bv.

G

[18] Roo de, M. (2011). *Green City Guidelines*. Wormerveer: Zwaan Printmedia.

[19] Bade, T., Smid, G., & Tonneijck, F. (2010). *Groen Loont.* Nijmegen: XXL-press.

[20] Kuypers, V., & Vries, B. d. (2008). *Groen voor Klimaat.* Wageningen, Nederland.

[21] Peeters, D., & Sanctorum, H. (2011). *Groen Bomencharter.* Vlaanderen: Groen!

H

[22] Broek, P. d., Eijsackers, P. d., & Straalen, P. d. (2012, 31e jaargang). Biodiversiteit, meer dan alleen soorten. *Het Cahier, Stichting Bio-Wetenschappen en Maatschappij.*

K

[23] Beerens, A. (2010). *De relatie tussen biodiversiteit en openbaar groen in de Gemeente Utrecht*. Kennispunt Bètawetenschappen, Universiteit Utrecht.

L

[24] F. Tonneijck, B. de Vries en V. Kuypers, 2008. *Leidraad luchtzuiverend groen*. Rapport gemeente Amsterdam, in druk.

[25] Ley, W. (2012). *LEY'S GRÜNER TASCHENKATALOG.* Meckenheim, Deutschland: Wilhelm Ley GmbH, Baumschulen.

M

[26] *Rol wilde bestuivers veel belangrijker dan gedacht*. (2013, 03 11). Opgehaald van Naturalis: http://www.naturalis.nl/nl/over-ons/nieuws/onderzoek/rol-wilde-bestuivers-veel-belangrijker-dan-gedacht/

[27] Melman, T.C.P. Heide van der, C.M. (2011). *Ecosysteemdiensten in Nederland: verkenning betekenis en perspectieven.* Wageningen: Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu.

N

[28] *Rol wilde bestuivers veel belangrijker dan gedacht*. (2013, 03 11). Opgehaald van Naturalis: http://www.naturalis.nl/nl/over-ons/nieuws/onderzoek/rol-wilde-bestuivers-veel-belangrijker-dan-gedacht

[29] Nabuurs, G.-J., & Verkaik, E. (1999). De 10 meest gestelde vragen over koolstofvastlegging in bos. *Nederlands Bosbouw Tijdschrift,* 3-5.

P

[30] Kuiper, L. (sd). *Houtproductie*. Opgehaald van www.probos.net:http://www.probos.net/bosdigitaal/html/doc_houtproductie_txt.html

R

[31] *Recreatie*. (sd). Opgehaald van De Vitale Groene Stad: http://www.vitalegroenestad.nl/Categorieen/Recreatie.wli

S

[32] Berg, A. v., Koenis, R., & Berg, M. v. (2007). Spelen in het Groen, Alterra-rapport 1600. Wageningen: Alterra.

[33] Schouten, M. (2005). *Spiegel van de natuur*. Zeist: Knnv Uitgeverij.

[34] Janson, T.J.M. (2006). *Stadsbomen Vademecum. Nijmegen*: Drukkerij MacDonald/SSN

[35] WageningenUR. (2012). *Stadslandbouw.* Wageningen, Nederland.

[36] Putten, R. v., & Sassen, E. (2011). *Stedelijke hitte, Bomen tegen het hitte-eilandeffect.* Velp: Hogeschool Van Hall-Larenstein.

[37] Kolk, M. v. (2011). *Steden van Fruit en Honing*. Utrecht: InnovatieNetwerk.

T

[38] Chen Y. & N.H. Wong, 2006. *Thermal benefits of city parks.*

W

[39] Woestenburg, M. (2010). *Wat natuur de mens biedt*, PBL-publicatienummer 500414002. Den Haag: RIVM. Planbureau voor de Leefomgeving (PBL).

Z

[40] *Bomen: machtig groot(s) of juist niet?* (2012, 06 22). Opgehaald van Zinweb: http://www.zinweb.nl/zinprofiel/2012/06/22/bomen-machtig-groots-juist-niet

Bronnen

7.4 Bronvermelding afbeeldingen

Voorblad	www.skyscrapercity.com
Titelpagina H1	http://www.wageningenur.nl
Afb. 1.1	http://www.gbtimes.com
Afb. 1.2	http://www.zeeburgnieuws.nl
Afb. 1.3	http://www.nexusmods.com
Afb. 1.4	http://www.recreatiewoning.nl
Afb. 1.5	Eigen afbeelding, ondergrond Google Earth
Afb. 1.6	http://saevisundis.blogspot.nl
Titelpagina H2	http://www.nationalgeografic.nl
Afb. 2.1	http://www.wageningenur.nl
Afb. 2.2	http://www.permaculturenews.org
Afb. 2.3	Woestenburg, M. (2010). Wat natuur de mens biedt, PBL-publicatienummer 500414002. Den Haag: RIVM. Planbureau voor de Leefomgeving (PBL).
Titelpagina H3	http://www.fijnstoflabel.nl
Afb. 3.1	http://www.hoogstamboomgaard.nl
Afb. 3.2	http://www.bieten.nl
Afb. 3.3	http://www.platformbuitenspelen.nl
Afb. 3.4	http://www.wikimedia.nl
Afb. 3.5	http://www.nationalgeografic.nl
Afb. 3.6	http://www.112groningen.nl
Afb. 3.7	http://www.inthermo.de
Afb. 3.8	Eigen illustratie
Afb. 3.9	http://www.boever.wordpress.com
Afb. 3.10	http://www.ruteandoproac. blogspot.com
Afb. 3.11	Eigen illustratie
Afb. 3.12	http://www.paxtonvic.wordpress.com
Afb. 3.13	http://www.bessenkwekerijen.com
Afb. 3.14	http://www.entocare.nl
Afb. 3.15	Eigen illustratie
Titelpagina H4	http://www.groenranst.be
Afb. 4.1	http://www.bloomberg.com
Afb. 4.2	http://www.gelderlander.nl
Afb. 4.3	Eigen illustratie
Afb. 4.4	http://stevo-k90.wix.com
Afb. 4.5	Eigen illustratie
Afb. 4.6	Eigen afbeelding
Top 10 afvangen fijnstof	
1.	http://www.elretornodelawen.nl
2.	http://newplants.tripod.com
3.	http://florawonder.blogspot.com
4.	http://www.flora.dempstercountry.org/
5.	http://www.eventbrite.com
6.	http://www.solitair.be
7.	http://www.vdberk.nl
8.	http://www.solitair.be
9.	http://animal.comyr.com
10.	Eigen afbeelding
Afb. 4.7	http://www.dusseldorf.de
Afb. 4.8	http://www.alt-opel.org
Afb. 4.9	http://Eigen illustratie
Afb. 4.10	http://www.euronet.nl
Afb. 4.11	http://www.davesgarden.nl
Top 10 verkoeling	
1.	http://www.elretornodelawen.nl
2.	http://www.treepicturesonline.nl
3.	http://www.baumschule-brossmer.de
4.	http://www.davesgarden.nl
5.	http://www.solitair.be
6.	http://www.fotosimagenes.org
7.	http://www.bomen-inventaris.irisnet.be
8.	http://www.barvihalandscape.com
9.	http://davisla.wordpress.com
10.	http://www.cityoffargo.com

Afb. 4.12	http://www.xn--80aqafcrtq.cc
Afb. 4.13	http://www.geheimenvanveldhoven.nl
Afb. 4.14	http://www.arboretum-poortbulten.nl
Afb. 4.15	http://www.novenyshop.hu
Afb. 4.16	http://davisla.wordpress.com
Top 10 sierwaarde	
1.	http://www.vdberk.nl
2.	http://www.bomenonline.nl
3.	http://www.willowaynurseries.com
4.	http://www.secretgardens.com
5.	http://slottstradgardsmastaren.blogspot.nl
6.	http://www.treepicturesonline.nl
7.	http://www.eplanta.com
8.	http://www.vdberk.nl
9.	http://davisla.wordpress.com
10.	http://www.cityoffargo.com
Afb. 4.17	http://www.bureaustadsnatuur.nl
Afb. 4.18	http://www.ecocolmena.com
Afb. 4.19	http://www.skyscrapercity.com
Afb. 4.20	http://www.stolpje.nl
Afb. 4.21	http://www.fuoridalcomune.it
Top 10 biodiversiteit	
1.	http://www.elretornodelawen.nl
2.	http://www.vdberk.nl
3.	http://www.bomenonline.nl
4.	http://www.cityoffargo.com
5.	http://www.eplanta.com
6.	http://davisla.wordpress.com
7.	http://www.vdberk.nl
8.	http://www.fuoridalcomune.it
9.	http://www.halesia.com
10.	http://www.bomentoer.nl

Titelpagina H5	http://www.bouwpututrecht.nl
Afb. 5.1	http://ayearwiththetrees.blogspot.com
Afb. 5.2	http://www.vdberk.nl
Afb. 5.3	http://www.elretornodelawen.nl
Afb. 5.4	http://www.vdberk.nl
Afb. 5.5	http://www.vdberk.nl
Afb. 5.6	http://www.treepicturesonline.nl
Afb. 5.7	http://www.cityoffargo.com
Afb. 5.8	http://www.eplanta.com
Afb. 5.9	http://www.plantsfordesigners.eu
Afb. 5.10	http://www.vdberk.nl
Afb. 5.11	http://www.vdberk.nl
Afb. 5.12	http://www.barvihalandscape.com
Titelpagina H6	http://www.maxvanhemel.be
Afb. 6.1	http://www.panneweel.nl
Afb. 6.2	Eigen afbeelding
Afb. 6.3	Eigen afbeelding
Afb. 6.4	http://www.hallo040.nl
Afb. 6.5	http://picasaweb.google.com
Afb. 6.6	www.corvanvliet.nl
Titelpagina H7	http://commons.wikimedia.org
Colofon	www.gentblogt.be

Batentabel

7.5 Batentabel postervorm

Colofon

Auteurs	Danny de Vries Johan Hendriks Robin van Milligen
Opleiding	Tuin & landschapsinrichting
Onderdeel	Minor stedelijke beplanting
Onderwijsinstituut	Hogeschool Van Hall Larenstein te Velp
Studiejaar	4e jaar
Begeleiding Larenstein	Dick van Dorp Jack Martin
Periode	01 september 2013 t/m 10 januari 2014
Eerste druk	10 januari 2014