

HANDBOEK BOOMGROEIPLAATSEN

HANDBOEK BOOMGROEIPLAATSEN



*Klimaatadaptieve
en duurzame
boomgroeiplaatsen
in stedelijke gebieden*



*BSI Bomenservice
Postbus 12
5480 AA Schijndel*

*Tel. +31(0)73 543 10 12
algemeen@bsi-bomenservice.nl
www.bsi-bomenservice.nl*



Disclaimer

Dit handboek is gemaakt met informatie uit verschillende bronnen en is bedoeld als informatief naslagwerk voor eenieder die te maken krijgt met bomen en hun groeiplaatsen. Getracht is om een zo breed mogelijk overzicht te bieden van alles wat er op het gebied van groeiplaatsen verkrijgbaar is in de huidige markt. Betrokken partijen kunnen op basis van de geboden informatie de keuze voor een groeiplaats maken en deze onderbouwen. De daadwerkelijke toepassing van de informatie vergt altijd maatwerk, aangezien ieder project uniek is. Echter, wij (en de betrokken partijen/organisaties) zijn niet verantwoordelijk voor eventuele fouten en/of schade die voortvloeien uit dit naslagwerk.

© 2017 BSI

Tweede druk: december 2017

Aan dit handboek werkten mee:

- Hans Jacobse, Hogeschool Van Hall Larenstein
- Hans Kaljee, gemeente Amsterdam
- Herman Best, Ingenieursbureau gemeente Amsterdam
- Egbert Roozen, Vereniging van Hoveniers en Groenvoorzieners (VHG)
- Elma van Beek, De Levende Stad
- Maarten Loeffen, Stadswerk Nederland
- Monique Bekkenutte, Koninklijk Nederlands Waternetwerk (KNW)
- Wim de Haas, Wageningen University & Research (WUR)
- Hans van der Staak, Helicon / Den Ouden Groep
- Hermen van de Wardt, gemeente Utrecht
- Anton Dekker, gemeente Apeldoorn
- Leendert Martijn, BT Rijnstad
- Gerrit-Jan van Prooijen, ProHold
- Martijn van der Spoel, BSN
- Peter Bakker, BSI
- Tom Klaus, BSI

Bomen zijn “groene parels”

Bomen zijn al eeuwen van groot belang voor onze leefomgeving, gezondheid en welzijn. Ze voorzien in zuurstof, vangen fijnstof en CO₂ uit de lucht, dragen bij aan een stabiele waterhuishouding in de bodem, gaan bodemerosie tegen, geven schaduw en beperken temperatuur extremen. Ze zorgen voor een gezonder leefklimaat en verhogen zelfs de vastgoedwaarde met 6 tot 15 %.

Door de steeds sterker verstedelijkte samenleving is het van groot belang om te zorgen voor een goede boomgroeiplaats, zonder dat dit ten nadele gaat van de hoge eisen die worden gesteld aan de inrichting van de openbare ruimte.

Door de grote positieve effecten op de luchtkwaliteit van bomen in stedelijk gebied, kunnen we dan ook niet anders dan zorg dragen voor behoud van deze “groene parels”.

Middels dit Handboek Boomgroeiplaatsen, willen we dan ook graag een inkijk geven in de

diverse mogelijkheden voor het realiseren van de meest ideale boomgroeiplaatsen die de “Symbiose tussen Natuur en Techniek” aangaan.

Er wordt gekeken naar hoe een keuze tot stand kan worden gebracht voor een bepaalde boomgroeiplaats per toepassing, door gebruik te maken van de juiste producten die specifiek ontwikkeld zijn voor de situatie, maar ook naar de wijze van verwerking om zodoende te allen tijde de meest optimale omstandigheden te creëren voor de boom.

Iedereen die met boomgroeiplaatsen te maken heeft, kan de benodigde informatie terugvinden in dit Handboek.

Wij hopen dat u met veel plezier dit Handboek Boomgroeiplaatsen doorneemt, en dat het bijdraagt aan het maken van de juiste keuze van groeiplaatsen voor het behoud van de bomen in onze leefomgeving.

Tom Klaus, *BSI Bomenservice*.



- Interview: Maarten Loeffen, Stadswerk** 6
- 1 Keuzeschema** 8
- 2 Ontwerp- en dimensioneringsschema's**
 - 2.1 Hangwaterprofiel 10
 - 2.2 Grondwaterprofiel 12
- 3 Uitvoeringsschema** 14
- Aan het woord: Monique Bekkenutte, Koninklijk Nederlands Waternetwerk (KNW)** 16
- 4 Groeiplaatsverbeteringen**
 - 4.1 Bomengrond 18
 - 4.2 Bomenzand 300/500 20
 - 4.3 Sandwichsubstraat 22
 - 4.4 Bomengranulaat (Basalt) Lava 24
 - 4.5 Bomengranulaat Grauwacke 26
 - 4.6 Duurzaam Bomengranulaat 28
 - 4.7 Verbetering bestaande groeiplaats 30
 - 4.8 Daktuinsubstraat 32
- Aan het woord: Hans van der Staak, Helicon / Den Ouden Groep** 34
- 5 Groeiplaatsconstructies**
 - 5.1 Sandwichconstructies 36



- 5.2 Kunststof draagconstructies 38
- 5.3 Prefab betonelementen 40
- Interview: Wim de Haas, Wageningen University & Research (WUR)** 42
- 6 Aanvullende groeiplaatsvoorzieningen**
 - 6.1 Beluchtingssysteem 44
 - 6.2 Beluchtingspaal 45
 - 6.3 Wortelbarrière 46
 - 6.4 Wortelstraten 47
 - 6.5 Gietranden 48
 - 6.6 Waterbuffer 49
- Interview: Egbert Roozen, Vereniging van Hoveniers en Groenvoorzieners (VHG)** 52
- 7 Groeiplaatsbemesting**
 - 7.1 Meststoffen 54
 - 7.2 Tweelaags Mulchstelsel 56
- Aan het woord: Elma van Beek, De Levende Stad** 58
- Checklist veldbeoordeling en verwerking groeimedia** 60
- Verklarende woordenlijst** 62
- Bronvermelding** 66

Welke functie heeft stedelijk groen als het gaat over waterberging?

Volgende waterbergend vermogen van de bodem zorgt bij extreme hoeveelheden neerslag voor minder wateroverlast. Gemeenten zetten erop in, via een groene infrastructuur, met parken en plantsoenen. Een bijkomstigheid van openbaar groen is de onafgedekte bodem, waardoor de capaciteit van de bodem om water te absorberen wordt vergroot. Voor een optimale waterberging kan de gemeente bijvoorbeeld wadi's aanleggen. Die komen bij hevige regenval onder water te staan, doordat hemelwater via de daken van omliggende gebouwen naar de wadi wordt afgevoerd. Maar overheden kunnen het niet alleen. Ook particulieren kunnen bijdragen. Door 'groene daken' aan te leggen, de hemelwaterafvoer los te koppelen van het riool, (gevel) tuintjes waarvan de bodem niet bedekt is aan te leggen of de ruimte onder trampolines in tuinen te gebruiken voor waterberging.

Wat is het effect van stedelijk groen op het welzijn van mensen?

Groen laat ons gezonder voelen én zijn, het zorgt voor ontspanning, verlaagt diabetes en obesitas en stimuleert ontmoeting. Groen zuivert de lucht en zorgt, in warme tijden,

's nachts voor verkoeling. Het houdt steden leefbaar en vitaal, leidt tot een daling van criminaliteitscijfers en zorgt voor lokale werkgelegenheid. Het draagt op tal van manieren en langs een veelheid aan sporen bij aan het welzijn van mensen en gemeenschappen.

Harmoniseert en socialiseert stedelijk groen op een bepaalde wijze?

Zeker als stedelijk groen ingezet wordt als instrument om bepaald gedrag aan te moedigen. Door het 'Internet of things' en Big data weten gemeenten steeds meer op microniveau waar behoefte aan is in wijken en buurten. Met die kennis kunnen gemeenten accenten leggen in hun groenplannen. Is obesitas onder kinderen een probleem, dan kunnen laagdrempelig toegankelijke sportieve en recreatieve groene voorzieningen worden gecreëerd. Is er veel eenzaamheid in een buurt, dan kan een groene ontmoetingsvoorziening uitkomst bieden. Is het druk in de stad, dan kan een groen 'eiland' buiten de stad de nodige ontspanning bieden.

Aan welke norm moet een duurzame groeiplaats voldoen?

Als stelregel hanteren wij: "Plant een boom goed, of plant hem niet." Er is een groeiend besef dat

we, door een goede groeiplaats te creëren, een boom tot wasdom kunnen laten komen, zodat deze een optimale bijdrage kan leveren aan klimaat- en milieudoelstellingen. Dit besef stimuleren we nog verder door de inzet van I-Tree.

Op welke manier kan stedelijk groen het beste bijdragen aan biodiversiteit?

Door bewust in te zetten op rijk en gevarieerd groen. Een gevarieerde beplanting biedt plaats en voedsel voor vogels, insecten en zoogdieren. Bijzonder is overigens dat de structuur van de stad, afwisseling van hoog- en laaggroen en



gebouwen, een diversiteit aan microklimaten bewerkstelligt met een evenredig groeiende diversiteit aan flora en fauna als gevolg. Meer en meer soorten weten de weg naar de stad te vinden.

Op welke manier kan urban farming gemotiveerd worden in de openbare ruimte?

Gemeenten kunnen initiatieven om onbenutte ruimte in de steden voor urban farming te gebruiken, faciliteren, stimuleren of er zelfs een ondernemende rol in spelen, als het initiatief niet vanuit de samenleving komt. Het zijn ideale plekken, die met urban farming, al dan niet tijdelijk, een nieuwe bestemming krijgen. Van belang is wel dat de grond niet verontreinigd is. Door urban farming zien steeds meer mensen waar hun groenten vandaan komen, neemt bewustwording over gezond eten en leven toe, worden verre transporten vermeden, stijgt de kennis over groenten en fruit en wordt de CO₂-voetafdruk verlaagd. Daarnaast is verticale landbouw een kans: leegstaande gebouwen waar groenten kunnen worden verbouwd. Tot slot: populaire producten als de Moes-tuintjes van Albert Heijn en de kweekbakken, raken steeds meer ingeburgerd in huishoudens

en tuinen. Daarmee kweken we onze urban farmers van de toekomst!

Wat is uw toekomstvisie omtrent de ontwikkeling van stedelijk groen?

Stedelijk groen heeft een centrale plek in Future Green City, onze stip op de horizon. Het is de groene, duurzame en gezonde Nederlandse metropool waaraan Stadswerk, met het samenbrengen en ontsluiten van nationale en internationale inzichten, wil bijdragen. Groen speelt een centrale rol vanwege zijn multifunctionaliteit. Het draagt bij aan gezondheid, aan duurzaamheid en aan reductie van CO₂-uitstoot. Aan ontmoeting en leefbaarheid, aan het dempen van de gevolgen van klimaatverandering... Er staat geen maat op groen!

Op welke wijze kan stedelijk groen bijdragen aan de circulaire economie?

Als beheer van groen en de inrichting van de openbare ruimte in samenhang worden aangevlogen, wordt één plus één al snel drie. Daarnaast wordt steeds beter gekeken naar een betere verwerking van groene reststromen: upcycling in plaats van downcycling. Papierproductie uit bermgras en 'stadshout' voor lokaal meubilair in plaats van versnipperen tot bio-

massa. Door binnen het beheer van stedelijk groen kringlopen te sluiten, bereiken we een grotere bijdrage aan de circulaire economie.

Denkt u dat stedelijk groen serieus kan bijdragen aan klimatologische verandering?

Zeker. Het dempt de gevolgen van de klimaatverandering, door de stad te verkoelen en regenwater te bergen, maar helpt ook bij het reduceren van CO₂-uitstoot en kan fijnstof afvangen. De mogelijkheden om de lucht met groen te zuiveren, nemen ook continu toe.

Wat is de belangrijkste functie van openbaar groen in stedelijk gebied?

Groen vervult nooit één belofte, maar combineert vele functies. Bijvoorbeeld: een groen dak bergt niet alleen water bij hoosbuien. Het verlaagt de energiekosten van het gebouw, het dak gaat langer mee, de biodiversiteit gaat omhoog, het is prettiger om naar te kijken, er ontstaat nieuwe verblijfruimte en PV cellen (zonnestroom) renderen tot 6% beter op een groen dak. Uiteraard blijft groen ook van enorm groot belang voor het 'sociale klimaat' in de stad. Het veraangenaamt ons verblijf en met een slimme inrichting nodigt het uit tot bewegen en draagt het bij aan onze gezondheid. En dat is misschien wel de belangrijkste functie van openbaar groen.

De geschiktheid van de groeiplaatsoplossing hangt onder andere af van de draagkracht, specifieke eigenschappen en zuurstofverbruik.

Groeiplaatsoplossingen	pagina	Open grond en groenstroken	Beton-verhardingen	Asfalt-verhardingen	Elementen-verhardingen
Bomengrond	18	●●	●	●	●
Bomenzand 300/500	20	●	●	●	●●
Sandwichsubstraat*	22	●	●	●	●●
Bomengranulaat (Basalt) Lava	24	●●	●	●	●●
Bomengranulaat Grauwacke	26	●●	●●	●●	●●
Duurzaam Bomengranulaat	28	●●	●●	●●	●●
Verbetering bestaande groeiplaats	30	●●	●●	●●	●
Daktuinsubstraat	32	●	●	●	●

* in combinatie met Sandwichconstructie / Boombunker

Groeiplaatsoplossingen	pagina	Open grond en groenstroken	Beton-verhardingen	Asfalt-verhardingen	Elementen-verhardingen
Sandwichconstructies	36	●	●	●●	●●
Kunststof draagconstructies	38	●	●●	●●	●
Prefab betonelementen	40	●	●●	●●	●
Beluchtingssysteem	44	●	●●	●●	●●
Beluchtingspaal	45	●	●	●	●
Wortelbarrière	46	●	●	●	●
Wortelstraten	47	●	●	●	●
Gietranden	48	●	●	●	●
Waterbuffer	49	●	●	●	●
Meststoffen	54	●●	●	●	●
Tweelaags Mulchstelsel	56	●	●	●	●

2 Ontwerp- en dimensioneringsschema's

2.1 Hangwaterprofiel

Hangwaterprofiel: de boomwortels staan gedurende het hele jaar niet in contact met de capillaire zone en kunnen daardoor géén gebruik maken van het grondwater. De boom is volledig afhankelijk van hangwater.

De hoeveelheid groeiplaats hangt nauw samen met de te bereiken leeftijd van de boom. Onderstaand schema geeft een indicatie van de benodigde hoeveelheid groeimedium en breedte van de groeiplaats bij verschillende eindbeelden. Tevens is een indicatie gegeven van de gewenste boomspiegelgrootte.

Gewenste eindleeftijd

	Indicatie kroon diameter eindbeeld	Obstakelvrije ruimte bovengronds	Indicatie stamdiameter eindbeeld	Gewenste grootte boomspiegel eindbeeld	Minimale breedte plantplaats (stabiliteitskluit)
61 t/m 80 jaar	ca. 17,5 m	9 tot 12 m	70 cm	2 x 2 m	3,5 m
41 t/m 60 jaar	ca. 12,5 m	6 tot 9 m	50 cm	1,75 x 1,75 m	3 m
31 t/m 40 jaar	ca. 10 m	5 tot 7 m	35 cm	1,5 x 1,5 m	2,5 m
21 t/m 30 jaar	ca. 4 m	2 tot 3 m	30 cm	1 x 1 m	1,5 m
t/m 20 jaar	ca. 3 m	1,5 tot 2,5 m	20 cm	0,75 x 0,75 m	1,5 m

Bovenstaand ontwerp- en dimensioneringsschema geeft een indicatie van het benodigde groeimedium, grootte van de groeiplaats en gewenste boomspiegel.

Ontwerp- en dimensioneringsschema's

Hangwaterprofiel

De hoeveelheid groeiplaats hangt nauw samen met de te bereiken leeftijd van de boom. Onderstaand schema geeft een indicatie van de benodigde hoeveelheid groeimedium en breedte van de groeiplaats bij verschillende eindbeelden. Tevens is een indicatie gegeven van de gewenste boomspiegelgrootte.

Gewenste eindleeftijd

	Bomengrond	Bomenzand	Bomensubstraat (Basalt) Lava	Bomgranulaat Grauwacke / Duurzaam Bomgranulaat	Sandwichconstructie	Kunststof draagconstructies	Boombunkers en prefab betonelementen
61 t/m 80 jaar	40 m ³	55 m ³	70 m ³	70 m ³	55 m ³	40 m ³	40 m ³
41 t/m 60 jaar	30 m ³	40 m ³	50 m ³	50 m ³	40 m ³	30 m ³	30 m ³
31 t/m 40 jaar	20 m ³	25 m ³	35 m ³	35 m ³	25 m ³	20 m ³	20 m ³
21 t/m 30 jaar	10 m ³	15 m ³	20 m ³	20 m ³	15 m ³	10 m ³	10 m ³
t/m 20 jaar	4 m ³	6 m ³	8 m ³	8 m ³	6 m ³	4 m ³	4 m ³

Bovenstaand ontwerp- en dimensioneringsschema geeft een indicatie van het benodigde groeimedium, grootte van de groeiplaats en gewenste boomspiegel.

2 Ontwerp- en dimensioneringsschema's

2.2 Grondwaterprofiel

Grondwaterprofiel: de boomwortels staan gedurende het hele jaar in contact met de capillaire zone.

De hoeveelheid groeiplaats hangt nauw samen met de te bereiken leeftijd van de boom. Onderstaand schema geeft een indicatie van de benodigde hoeveelheid groeimedium en breedte van de groeiplaats bij verschillende eindbeelden. Tevens is een indicatie gegeven van de gewenste boomspiegelgrootte.

Gewenste eindleeftijd

	Indicatie kroon diameter eindbeeld	Obstakelvrije ruimte bovengronds	Indicatie stamdiameter eindbeeld	Gewenste grootte boomspiegel eindbeeld	Minimale breedte plantplaats (stabiliteitskluit)
61 t/m 80 jaar	ca. 17,5 m	9 tot 12 m	70 cm	2 x 2 m	3,5 m
41 t/m 60 jaar	ca. 12,5 m	6 tot 9 m	50 cm	1,75 x 1,75 m	3 m
31 t/m 40 jaar	ca. 10 m	5 tot 7 m	35 cm	1,5 x 1,5 m	2,5 m
21 t/m 30 jaar	ca. 4 m	2 tot 3 m	30 cm	1 x 1 m	1,5 m
t/m 20 jaar	ca. 3 m	1,5 tot 2,5 m	20 cm	0,75 x 0,75 m	1,5 m

Bovenstaand ontwerp- en dimensioneringsschema geeft een indicatie van het benodigde groeimedium, grootte van de groeiplaats en gewenste boomspiegel.

Ontwerp- en dimensioneringsschema's

Grondwaterprofiel

De hoeveelheid groeiplaats hangt nauw samen met de te bereiken leeftijd van de boom. Onderstaand schema geeft een indicatie van de benodigde hoeveelheid groeimedium en breedte van de groeiplaats bij verschillende eindbeelden. Tevens is een indicatie gegeven van de gewenste boomspiegelgrootte.

Gewenste eindleeftijd

	Bomengrond	Bomenzand	Bomensubstraat (Basalt) Lava	Bomengranulaat Grauwacke / Duurzaam Bomengranulaat	Sandwichconstructie	Kunststof draagconstructies	Boombunkers en prefab betonelementen
61 t/m 80 jaar	25 m ³	32,5 m ³	40 m ³	40 m ³	32,5 m ³	25 m ³	25 m ³
41 t/m 60 jaar	20 m ³	25 m ³	30 m ³	30 m ³	25 m ³	20 m ³	20 m ³
31 t/m 40 jaar	15 m ³	17,5 m ³	20 m ³	20 m ³	17,5 m ³	15 m ³	15 m ³
21 t/m 30 jaar	5 m ³	7,5 m ³	10 m ³	10 m ³	7,5 m ³	5 m ³	5 m ³
t/m 20 jaar	3 m ³	4 m ³	5 m ³	5 m ³	4 m ³	3 m ³	3 m ³

Bovenstaand ontwerp- en dimensioneringsschema geeft een indicatie van het benodigde groeimedium, grootte van de groeiplaats en gewenste boomspiegel.

Omschrijving	Bomengrond	Bomezand 300 / 500	Sandwichsubstraat	Bomengrulaat (Basalt) Lava	Duurzaam Bomengrulaat/ Bomengrulaat Grauwacke	Verbetering bestaande groeiplaats
Groeiplaats uitgraven conform het theoretische profiel aangegeven op de werktekening.	●	●	●	●	●	●
Het mag niet rechtstreeks in contact komen met het grondwater. Het moet minimaal 20 cm boven de gemiddeld hoogste grondwaterstand (ghg) worden aangebracht.	●	●	●	●	●	●
Altijd droog en bij droog weer verwerken.		●	●			●
Het pakket mag niet dikker worden aangebracht dan 100 cm.	●					●
Indien het grondwater zichtbaar in de ontgraven groeiplaats aanwezig is, dient een goede ontwatering gerealiseerd te worden: breng op de bodem van de groeiplaats een laag drainagezand, tot 10 cm boven het grondwater, in combinatie met een afvoerdrain aan. De afvoerdrain onder de grondwaterstand leggen met de uitmonding hoger dan het drainagezand. De drain groeit op deze wijze niet dicht met wortels.	●	●		●	●	
Indien het grondwater zich dieper dan 120 cm vanaf de bodem van een groeiplaats bevindt, kan indien nodig contact met het grondwater worden gemaakt door middel van het boren van één gat (Ø 25 cm) per m ² . Vul deze gaten vervolgens met 20 cm drainagezand en vul de rest op met bomengrulaat.				●	●	
De bodem van de groeiplaats alleen doorspitten wanneer de grondwaterstand diep genoeg zit. Dit kan storende lagen voorkomen.	●					
Spit de bodem van de groeiplaats niet door.		●	●	●	●	
Een beluchtingsstelsel is aan te raden voor een permanente toetreding van zuurstof 'onderin' de groeiplaats.			●			
Een beluchtingsstelsel is noodzakelijk voor een permanente toetreding van zuurstof.		●		●	●	

Omschrijving	Bomengrond	Bomezand 300 / 500	Sandwichsubstraat	Bomengrulaat (Basalt) Lava	Duurzaam Bomengrulaat/ Bomengrulaat Grauwacke	Verbetering bestaande groeiplaats
In gebieden waar in de ondergrond veen aanwezig is, dient men op de bodem van de groeiplaats een wapening aan te brengen. De wapening zorgt voor een gelijkmatige zetting van de constructie.		●	●	●	●	●
Breng, indien nodig, na de eerste laag het beluchtingsstelsel aan, op minimaal 40 cm diepte en maximaal 80 cm vanaf bovenkant maaiveld.	●	●	●	●	●	●
Zuurstofhuishouding: minimaal 16 % (gemeten op ca. 50 cm -mv en ten minste 25 cm boven de heersende grondwaterstand).	●	●	●			●
In lagen van 30 cm aanbrengen en per laag verdichten.		●		●	●	●
Verticaal gemeten bodemverdichting (metingen indringingsweerstand bij bodemvochtgehalte van 12 tot 18 % en homogeen verdicht)	1,3 - 1,5 MPa /cm ²	1,8 - 2,0 MPa (na 2 maanden max. 2,0 - 2,5 MPa)		1,8 - 2,0 MPa (na 2 maanden max. 2,0 - 2,5 MPa)	1,8 - 2,0 MPa (na 2 maanden max. 2,0 - 2,5 MPa)	1,3 - 1,5 MPa /cm ²
Bodemverdichting (bij bodemvochtgehalte van 12 tot 20 %): homogeen verdicht met een bodemverdichting van 97 % proctordichtheid. Meting bodemverdichting (verticale indringingsweerstand) bij bomengrulaat niet mogelijk (meetwaarde 97 % proctordichtheid).						●
Inwateren of aanplempen van de bodem met water is niet toegestaan.	●	●	●	●	●	●
Laatste laag afdekken met geotextiel op puingrulaat, alvorens de laag straatzand wordt aangebracht				●	●	●
Maaiveld geëgaliseerd. Onkruidvrij en vrij van onregelmatigheden.	●	●	●			●
Toplaag zonder verslemping (geen plasvorming na regen). Vrij van opslag, rij- en betredingsporen.	●	●	●			●

Groen en Blauw onmisbaar voor de leefbare stad

Klimaatadaptatie is een veelgebruikte term. Wat er ook over de oorzaken gezegd kan worden, feit is dat er meer extreme buien vallen en er meer extreem droge periodes zijn. Deze hebben invloed op de leefbaarheid van de stad, waar ook nog eens steeds meer mensen gaan wonen.

Naast waterberging bij extreme buien, geeft stadsgroen ook verkoeling bij hittestress. Groen zorgt voor meer welbevinden van de inwoners en bezoekers van de stad. We blijven gezonder, kunnen beter leren en werken en we voelen ons prettiger in een groene stad. Groenplaatsen kunnen functies en mensen verbinden en dienen als ontmoetingsplek. Voor het opvangen van extreme buien zijn extra maatregelen nodig, zoals groene daken en gevels, bomenplaatsen en stadswateren. Inwoners kunnen een handje helpen door hun tuin te vergroenen in plaats van te verstenen.

Door voldoende en diverse groeiplaatsen biedt de stad meer kansen voor biodiversiteit, wat

een wisselwerking heeft met de kwaliteit van de flora en fauna.

De stad is ook een schakel in de circulaire economie. Regenwater kan opgevangen en (her)gebruikt worden, groenafval kan gecomposteerd worden en houtsnippers vormen wandelpaden. Waterflora en -fauna helpen mee om het water te zuiveren en stadswater kan worden ingezet als energie-opslag.

Duurzame groeiplaatsen hebben voldoende ruimte, voedsel en water nodig, net als mensen. Slimme innovaties zorgen voor meer kansen voor groen in het drukke stedelijke gebied. Een groene stad is ook een leefbare stad. Stadslandbouw helpt mee aan de acceptatie van de vergroening en de verduurzaming van de stedelijke omgeving. Met steeds meer druk op de openbare ruimte is een slimme groenvoorziening en functiemenging noodzakelijk, die vervolgens weer kunnen bijdragen aan meer sociale cohesie en welzijn.



Mijn droom is een vitale robuuste circulaire en goed bereikbare stad met veel groen en blauw waar ontmoetingen, sport en spel en kennis en waardering voor de natuur in zichzelf en daarmee ook voor het welzijn van de inwoners vanzelfsprekend zijn. Boomgroeiplaatsen zijn hierbij een onmisbaar onderdeel van de leefbare stad van de toekomst.

Monique Bekkenutte,
Koninklijk Nederlands Watermerk



Stadswateren in de vorm van infiltratievoorzieningen (WADI)

4 Groeiplaatsverbeteringen

4.1 Bomengrond

Bomengrond biedt een goede basis voor het planten en groeien van bomen. Een stabiele verankering en gezonde wortelgroei zijn het resultaat bij het toepassen hiervan. Bomengrond bevat belangrijke voedingsstoffen voor de boom en brengt balans in de bodem door de goede structuur. Dit product is ideaal voor het planten van bomen in open grond, maar bomengrond kan ook uitstekend gebruikt worden om de bodem te egaliseren en aan te vullen. Productie en toetsing conform BRL 9335/4 biedt u de garantie dat het product aan de hoogwaardige kwaliteitseisen voldoet.

Voordelen

- Direct beplantbaar
- Geen bijbemesting nodig
- Grote wateropslagcapaciteit
- Goede verankering en gezonde wortelgroei van uw boom
- Ideaal voor groeiplaatsverbetering in de open grond
- Conform de Standaard RAW bepalingen (CROW)

Eigenschappen

Organische stof	6,0 - 12,0 %
Lutumgehalte	< 10 %
Chloridegehalte	< 440 mg/l droge stof
Zuurgraad (pH)	5,5 - 8
Zoutbelasting (EC)	max. 60 mS/m
M50-cijfer	150 - 300
Respiratiesnelheid	< 8 mmol/O ₂ /kg organische stof/uur
Zuurstofgehalte	3 maanden na verwerking min. 16 % (zuurstofmeting tussen april en september)

Maximale tolerantie van afwijkingen: 15 % (m.u.v. zuurstofgehalte).

Toepassingsgebieden

- Groenvoorziening
- Tuinaanleg
- Cultuurtechniek
- Infratechniek



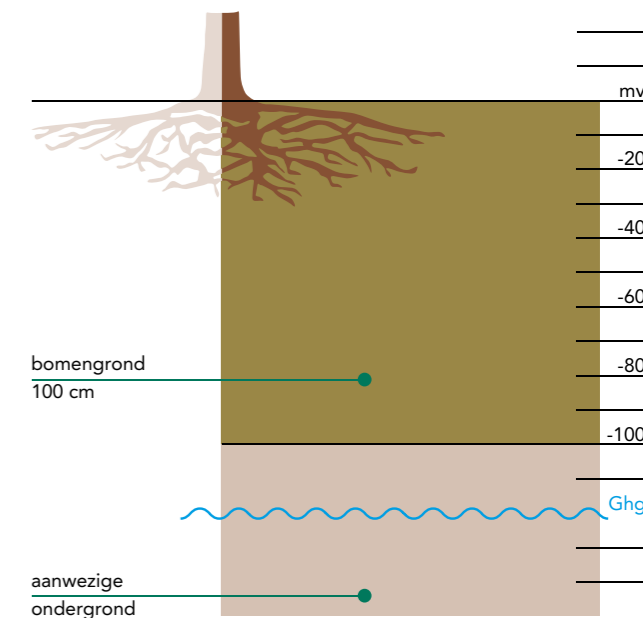
Bomen in boombakken met bomengrond in Sittard



Bomen aangeplant in bomengrond

Groeiplaatsverbeteringen

Bomengrond



Technisch ontwerp | Bomengrond in opengrondsituatie

4 Groeiplaatsverbeteringen

4.2 Bomenzand 300/500

Bomenzand wordt gemaakt met speciaal geselecteerd zand en compost, wat de water- en luchthuishouding ten goede komt. Bomenzand is dankzij de eentoppigheid een uitstekend product om toe te passen als mengsel tussen bestrating en beplanting van de bodem. Productie en toetsing conform BRL 9335/4 biedt u de garantie dat het product aan de hoogwaardige kwaliteitseisen voldoet.

- Voedingsrijk ten aanzien van organische stof
- Hoog waterdoorlatend vermogen
- Hoge vochtbuffer
- Voldoende draagkracht voor onder bestrating

Toepassingsgebieden

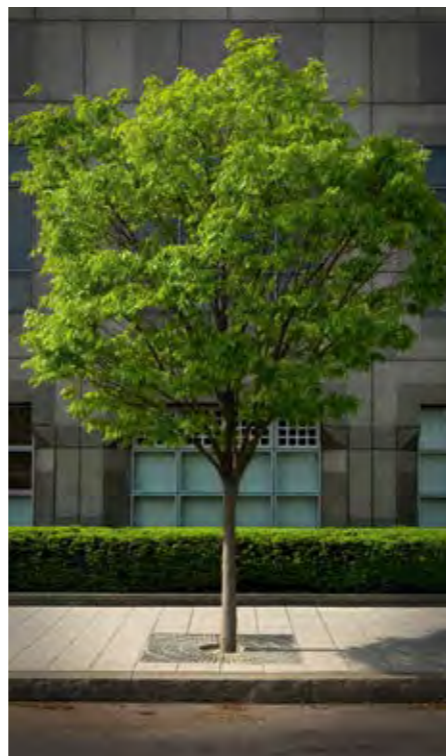
- Groenvoorziening
- Sportterreinen
- Cultuurtechniek
- Infratechniek

Voordelen

- Lichtgewicht makkelijk toepasbaar
- Conform de Standaard RAW Bepalingen (CROW)

Eigenschappen

Bomenzand	300	500
Organische stof	3,5 - 5,0 %	3,5 - 5,0 %
Vochtgehalte	10 - 20 %	10 - 20 %
Lutumgehalte	0 - 4 %	0 - 4 %
Chloridgehalte	max. 440 mg/l droge stof	max. 440 mg/l droge stof
Zuurgraad (pH)	5,5 - 7,5	5,5 - 7,5
Zoutbelasting (EC)	max. 1,5 mS/cm	max. 1,5 mS/cm
M50-cijfer	< 400	> 400
D60/D10	< 2,5	< 3,0
Respiratiesnelheid	< 5 mmol/O ₂ /kg organische stof/uur	< 5 mmol/O ₂ /kg organische stof/uur



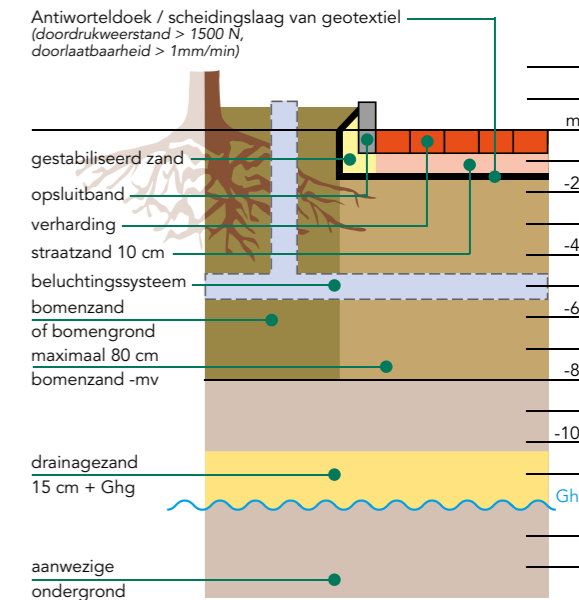
Toepassen bomenzand bij planten bomen in of nabij verhardingen



Proefkuil in recent aangebracht bomenzand

Groeiplaatsverbeteringen

Bomenzand 300/500



Technisch ontwerp | Bomenzand

4 Groeiplaatsverbeteringen

4.3 Sandwichsubstraat

Sandwichsubstraat wordt als groeimedium gebruikt in sandwichconstructies en boom-bunkers. Het substraat heeft een hoog water bufferend vermogen om wateroverlast in een stedelijke omgeving en de openbare ruimte te reduceren. Het substraat bestaat uit gerecyclede materialen zoals speciaal geselecteerd zand, uitgerijpte houtcompost en fijn vulkanisch gesteente. Dit zorgt voor een uitstekende water- en luchthuishouding in combinatie met een hoog organische stofgehalte. Door de uitgebalanceerde samenstelling van dit substraat, bevat dit de juiste eigenschappen en voedingselementen voor lange termijn.

Mede door het gebruik van het vulkanisch gesteente heeft het substraat een laag soortelijk gewicht van 700-800 kg/m³ en kan ongeveer 500-600 l/m³ vocht bufferen.

Productie en toetsing conform BRL 9335/4 biedt u de garantie dat het product aan hoogwaardige kwaliteitseisen voldoet.

Eigenschappen	
Organische stof	8 - 15 %
Vochtgehalte	10 - 20 %
Zuurgraad (pH)	5,5 - 7,5
M50-cijfer	200 - 400
Stikstof	> 3,0 kg/ton droge stof
Fosfaat	> 3,5 kg/ton droge stof
Kaliumoxide	> 2,5 kg/ton droge stof
Respiratiesnelheid	< 5 mmol/O ² /kg organische stof/uur
Fractie gezeefd	< 8 mm



Aanbrengen Sandwichsubstraat



Voordelen

- Hoge vocht- en voedingsbuffering
- Hoog waterdoorlatend vermogen
- Lichtgewicht makkelijk toepasbaar
- Voedingsrijk ten aanzien van organische stof
- Zorgt voor een gezonde doorgroei van de bomen over langere periode
- Makkelijk in te vegen door de fijne zeeffractie
- Conform de standaard RAW bepalingen (CROW)

Toepassingsgebieden

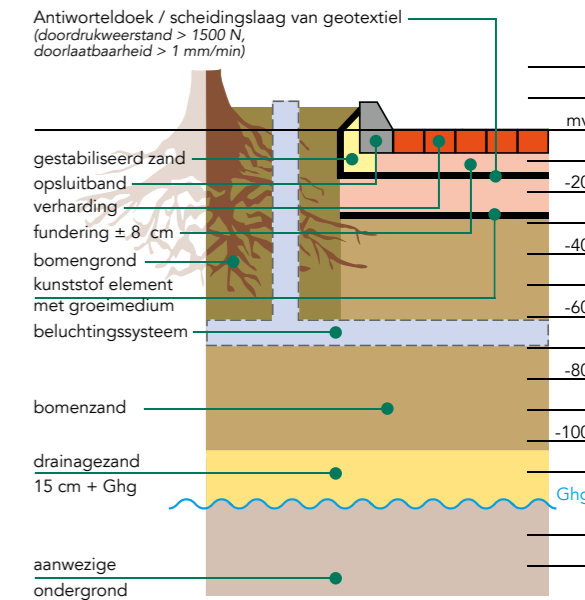
- Sandwichconstructies
- Boombunkers
- Sport- en evenemententerreinen
- Cultuurtechniek
- Infratechniek



Aanbrengen Sandwichsubstraat

Groeiplaatsverbeteringen

Sandwichsubstraat



Technisch ontwerp | Sandwichsubstraat

4 Groeiplaatsverbeteringen

4.4 Bomengranulaat (Basalt) Lava

Er zijn grote verschillen in de gebruikte lava-soorten. De lichte lavasoorten zijn verbrijzelingsgevoelig, waar de basaltlavasoorten dit niet zijn.

Ook in de gebruikte voedingsbodems zijn grote verschillen. Zo bestaan er bomengranulaten op basis van lava met o.a. bomenzand, bomengrond, klei en mengsels van turf en veen. Ieder mengsel heeft zijn voor- en nadelen en daarmee een specifiek toepassingsgebied. Daarnaast heeft ieder granulaat een andere pH (zuurgraad). Het is van belang de boomkeuze af te stemmen op het toegepaste bomengranulaat en vice versa.

Voordelen

- mengsel van lavabreksteen en een voedingsbodem
- goede verankering als gevolg van grote haakweerstand

Eigenschappen

K-waarde	min. 1 mm/min.
Zuurgraad (pH)	5 - 7,5
Poriënvolume	> 40 %
CBR waarde bij een proctordichtheid van 100 %	> 50 %
Eenpuntsproctordichtheid	> 1350 - 1450 kg/m ³
Droge dichtheid van de steenfractie	ca. 2500 kg/m ³
Fractie	16 - 32 mm

- zuurstofpercentage (gemeten onder verharding in het groeiseizoen) min. 16%
- ook voor groeiplaatsverbetering bij bestaande bomen

Toepassingsgebieden

- gebruik onder belaste verhardingen, zoals parkeerplaatsen en fietspaden

Type lava	Soortelijk gewicht	Toepassing
Lichte lava	400 - 1.000 kg/m ³	Onbelaste toepassingen: boombakken en daktuinen
Medium lava	1.000 - 1.500 kg/m ³	Licht belaste toepassingen: fietspaden en voetgangersgebieden
(Basalt)lava	> 1.500 kg/m ³	Zwaar belaste toepassingen: parkeerplaatsen en rijbanen



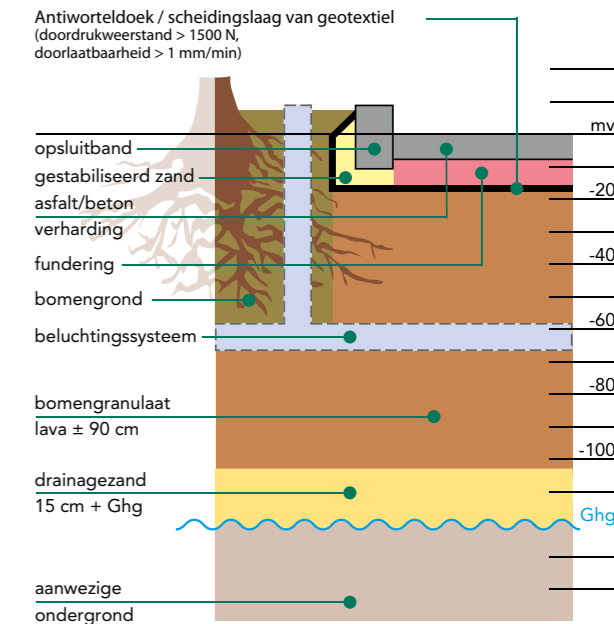
Vulkanisch gesteente



Opvullen van een groeiplaats met Bomengranulaat Lava

Groeiplaatsverbeteringen

Bomengranulaat (Basalt) Lava



Technisch ontwerp | Bomengranulaat Lava

4 Groeiplaatsverbeteringen

4.5 Bomengranulaat Grauwacke

Bomengranulaat Grauwacke is specifiek bedoeld voor het creëren van groeiplaatsen onder zwaar belaste situaties als wegen, fietspaden en parkeerplaatsen (verkeersklasse 1 t/m 5).

Het bomengranulaat heeft als basis Grauwackebreksteen en gerijpte klei. Bomengranulaat biedt in omstandigheden waarin het conform de strenge civieltechnische eisen is verwerkt, groeiruimte voor boomwortels om zich te ontwikkelen. Dit maakt het mogelijk gezonde bomen te ontwikkelen op plekken waar bomen anders niet tot ontwikkeling komen of problemen veroorzaken met bijvoorbeeld verhardingsopdruk. Grauwacke is een natuurlijk gebroken gesteente en voldoet aan de vigerende milieuclassificatie conform het Besluit bodemkwaliteit (Bbk).

Bomengranulaat - Grauwacke 16/32 bestaat uit een uitgebalanceerde combinatie van een draagkrachtig skelet en groeistoffen die beide belangen -van de boom en van de civiele techniek- de ruimte geeft.

Eigenschappen

Poriënvolume	> 20 %
CBR waarde bij een proctordichtheid van 100 %	> 55 %
Eenpuntsproctordichtheid	> 1775 kg/m ³
Droge dichtheid bij een verdichtingsgraad van 97 %	ca. 2000 kg/m ³
Droge dichtheid van de steenfractie	ca. 2625 kg/m ³
Fractie	16 - 32 mm
Soortelijk gewicht	1700 kg/m ³

Voordelen

- Goede water- en luchthuishouding
- Groot poriënvolume
- Hoge draagkracht
- Goede capillaire werking
- Voldoet aan het Besluit bodemkwaliteit (Bbk)
- Geen ontmenging

Toepassingsgebieden

- Boom- en plantvakken nabij zwaar belaste wegen
- Groeiplaatsverbetering van bestaande bomen
- Infratechniek



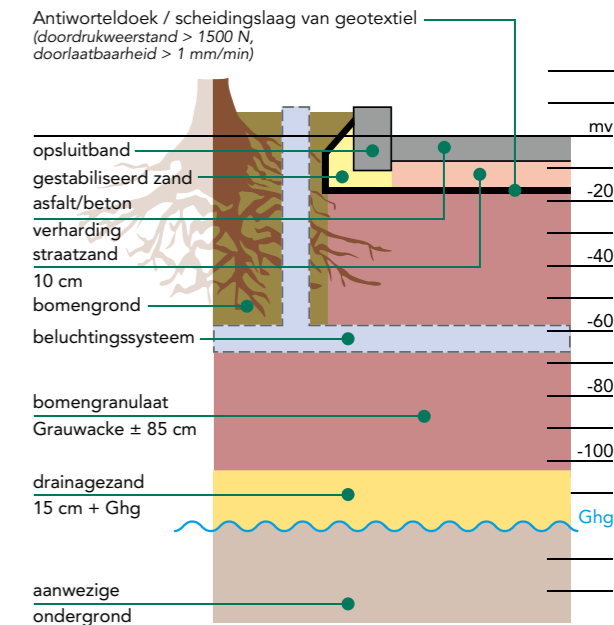
Boomgroeiplaats in een verharding



Aangebracht Bomengranulaat Grauwacke

Groeiplaatsverbeteringen

Bomengranulaat Grauwacke



Technisch ontwerp | Bomengranulaat Grauwacke

4 Groeiplaatsverbeteringen

4.7 Verbetering bestaande groeiplaats

Het toevoegen van een substraat (op basis van veen, natuurcompost, perliet en biologische preparaten), zorgt voor een schimmel- en humusrijk bodemleven. Dit substraat verbetert de groeimogelijkheden van bomen en is goedkoper en gemakkelijker te gebruiken dan bijvoorbeeld bomenzand. Het substraat laat zich eenvoudig mengen met de bestaande grond. Op basis van een bodemanalyse wordt de mengverhouding bepaald.

Voordelen

- Verbeterd het watervasthoudend vermogen
- Verbeterd de verwerkbaarheid
- Verhoogt het zuurstofgehalte in de bodem
- Vermindert verslapping.
- Per m³ meer effectieve bewortelbare ruimte.

Toepassingsgebieden

- Groeiplaatsverbetering voor o.a. bomen in open grond en onder verharding.
- Plantvakken
- Bermen
- Trottoirs
- Parkeerplaatsen
- Woonwijken

Eigenschappen

Op maat



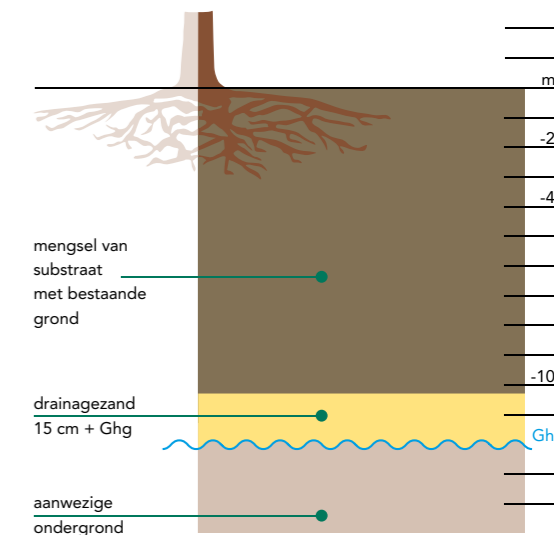
Groeiplaatsverbetering voor bomen in open grond



Substraat gemengd met de bestaande ondergrond

Groeiplaatsverbeteringen

Verbetering bestaande groeiplaats



Technisch ontwerp | Verbetering bestaande groeiplaats

4 Groeiplaatsverbeteringen

4.8 Daktuinsubstraat

Daktuinsubstraat is een van de belangrijkste onderdelen van een daktuin. Grofweg kunnen we daktuinsubstraat opdelen in een extensief (mineraal substraat vooral voor Sedum daken) en intensief (veelal dikkere teeltaag voor diverse planten en bomen) substraat. Daarin hebben we nog enkele verschillende samenstellingen waarbij er voornamelijk gekeken wordt naar; poriënvolume, vochtbuffer / waterbuffer, waterdoorlatendheid, organische stof en soortelijk gewicht.

Een juiste voedingswaarde is natuurlijk de basis, waarbij er gekeken wordt naar N-Stikstof, P-Fosfaat, K-Kalium en overige hoofd- en sporelementen. Deze zijn eventueel nog aan te vullen met meststoffen. Kortweg altijd de juiste samenstelling en voedingsbodem voor iedere plant of boom op de meest onmogelijk lijkende plaatsen.

Eigenschappen extensief	Basis	Premium
Zuurgraad (pH)	5,5 - 7,2	5,5 - 7,2
Stikstof	2,5 - 7 g N / kg	2,5 - 7 g N / kg
Fosfaat	60 - 120 mg P ₂ O ₅ / 100 g	60 - 120 mg P ₂ O ₅ / 100 g
Kalium	100 - 280 mg / l	100 - 280 mg / l
Poriënvolume	50 - 70 % v/v	45 - 65 % v/v
Droge dichtheid	0,95 - 1,08 g/cm ³	1,05 - 1,18 g/cm ³
Soortelijk gewicht	900 - 1000 kg/m ³	950 - 1150 kg/m ³
Maximale watercapaciteit	30 - 50 % v/v	35 - 55 % v/v
Waterdoorlaatbaarheid	30 - 40 mm/min	17 - 27 mm/min

Eigenschappen intensief	Basis	Premium
Zuurgraad (pH)	5,5 - 7,2	5,5 - 7,2
Stikstof	2,5 - 7 g N / kg	2,5 - 7 g N / kg
Fosfaat	60 - 120 mg P ₂ O ₅ / 100 g	60 - 120 mg P ₂ O ₅ / 100 g
Kalium	100 - 280 mg / l	100 - 280 mg / l
Poriënvolume	50 - 70 % v/v	45 - 65 % v/v
Droge dichtheid	0,98 - 1,11 g/cm ³	1,08 - 1,21 g/cm ³
Soortelijk gewicht	920 - 1120 kg/m ³	970 - 1170 kg/m ³
Maximale watercapaciteit	35 - 55 % v/v	40 - 60 % v/v
Waterdoorlaatbaarheid	30 - 40 mm/min	10 - 20 mm/min

Voordelen

- Bufferen en vertraagd afvoeren hemelwater
- Isolatie van het gebouw
- Beperken van opwarming van de stad (Urban Heat Island effect)
- Verminderen geluidsoverlast
- Verminderen CO₂ voetafdruk
- Vergroten biodiversiteit
- De mens voelt zich beter
- Groene duurzame uitstraling

- Verlengen levensduur daken (wegnemen UV straling)
- Waardevermeerdering van panden en omgeving.

Toepassingsgebieden

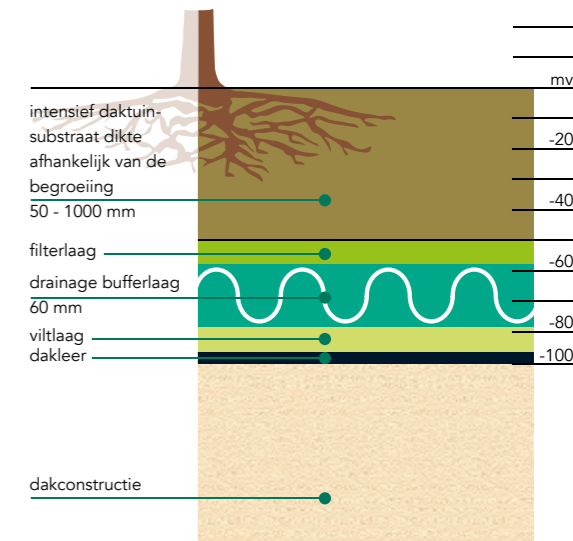
- Daktuinen
- Terras en balkonbeplanting
- Groene wanden
- Lichtgewicht plantenbakken



Daktuin in Rotterdam

Groeiplaatsverbeteringen

Daktuinsubstraat



Technisch ontwerp | Daktuinsubstraat (intensief)

Iedere boom of m² stedelijk groen telt

Groen in stedelijk gebied harmoniseert en socialiseert, laat zieken sneller beter worden geeft mensen een beter gevoel, verhoogt de vastgoedwaarde en verbetert de leefomgeving. Toch zien wij nog vaak dat groen een sluitpost is en het relatief weinig aandacht van sommige groepen heeft. Hoe komt dit dan?

Ten eerste heeft naar mijn mening een groene omgeving visionairs nodig. Mensen die kunnen zien hoe de groene omgeving er over tien, twintig of zelf veertig tot tachtig jaar uitziet. Naast de visie heeft men ook kennis nodig van bomen en planten en hoe zij zich ontwikkelen en het beste gedijen.

Plantenkennis leert men voor een groot gedeelte op het MBO, terwijl het HBO hier minimaal aandacht aan geeft. Op het HBO zullen eerder visionairs ontstaan dan op het MBO, echter de doorstroom van MBO naar HBO is zeer beperkt. VWO en HAVO leerlingen hebben zelden een uitgebreide kennis van bodem, plant en bemesting maar zijn wel vaak diegenen die later een grote rol in de vorming van onze leefomgeving gaan bepalen. Om juist

deze jongeren meer in aanraking met groen te laten komen zie ik een grote rol voor stedelijk groen en urban farming. Ik zie mijn kinderen opgroeien in het dorp en bij het samenspielen met vriendjes gaan ze niet verder dan het lokale bosje in het dorp of net aan de rand van het dorp. Dit groen is dus waar zij later hun beeld op gaan baseren. Hier kunnen wij met ons allen meer doen, want ik vergeet nooit het enthousiasme bij de kleuters op school toen ze voor de vakantie die éne aardappel die ze in de grond hadden gestopt eruit mochten halen en het bleken er wel twintig geworden!



Urban Farming in Amsterdam

Dit is pure magie in de ogen van kinderen en hierdoor krijgen zij enthousiasme voor groen mee. Urban farmers kunnen daar aan bijdragen. Urban farmers of stadslanbouwers kunnen dan ook gemotiveerd worden door ze een plek met vruchtbare grond in het stedelijk gebied te geven, het liefst dicht bij de mensen en basisscholen. Dit kan op incurante stukken grond of groenstroken in het stedelijke gebied, waarbij de gemeente vrijwilligers de zekerheid geeft voor langere tijd want niemand kan aan bodemvruchtbaarheid werken op korte termijn.

Ten tweede is naast het feit dat onbekend onbemind maakt, ook de overlast die groen kan geven vaak een reden voor verminderd groen. De klagers die aangeven te veel schaduw, te veel blad of last van honingdauw te hebben, krijgen vaak gelijk. Maar vergeet niet dat u als gemeente hiermee uw eigen leefomgeving en WOZ-waarde vermindert. Daarnaast zie ik vaak dat bomen een te kleine groeiplaats hebben, of dat deze verkeerd is aangelegd. Hierdoor zal een boom in slechte conditie verkeren of wortelopdruk overlast veroorzaken. Juist over de aanleg van een goede groeiplaats is veel informatie te vinden. Naast de informatie is vooral de juiste uitvoering van belang. Maar al te vaak krijgen wortels de ruimte om alsnog net onder de bestrating te groeien. Net onder de bestrating is het vaak ideaal voor een boomwortel. Regelmatig aanvoer van regen, voedingsstoffen via uitwerpselen, en een minimale weerstand, zeker in een v-groef tussen klinkers. Het juist afwerken van wortelwerende maatregelen rond de boomspiegel is hierbij van belang. Let hier eens extra op, dit voorkomt een hoop ellende in de toekomst.

Op de vraag of stedelijk groen serieus kan bijdragen aan klimatologische veranderingen, zeg ik volmondig ja. Wij moeten als mens niet meer de kop in het zand steken en denken dat er niets aan opwarming van de aarde te doen is of dat we zelf niets kunnen bijdragen.

Ieder groen blaadje, of groen sprietje, legt CO₂ vast en brengt deze in de bodem. Daarom is het ook dat iedere boom of vierkante meter groen telt. Daarnaast is er genoeg onderzoek gedaan waaruit blijkt dat bomen de temperatuur in een stedelijke omgeving aangenamer kunnen maken. Steden en hun randgebieden gaan een steeds groter gedeelte van onze aarde in beslag nemen. Wij kunnen als mens niet meer aangeven dat wij geen invloed op de aarde hebben. Wij kunnen hem volledig vernietigen of er juist voor zorgen dat er een leefbare omgeving is.

De belangrijkste functie van openbaar groen in stedelijk gebied is dan ook de stad leefbaar houden. Laten wij daar dan met z'n allen aan werken!



Hans van der Staak
Docent bodemkunde en bemesting aan Helicon Boxtel
en Agronoom bij Den Ouden Groep

5.1 Sandwichconstructie

Een sandwichconstructie is een groeiplaats-inrichting van bomenzand of bomengranulaat met een kunststof paneel tussen het groeimedium en het straatzand. Het paneel bevat holle ruimten en zorgt hiermee voor een betere drukspreiding en zuurstofhuishouding en voorkomt wortelopdruk.

Eigenschappen

Materiaal:	Gerecycled Polypropyleen
Lengte:	ca. 800 mm
Breedte:	ca. 400 mm
Uiteenlopende hoogte:	ca. 8 - 15 cm
Druksterkte:	> 1000 kN/m ²
Open ruimte:	92 %

Uitvoering

- Groeiplaats uitgraven conform het theoretische profiel aangegeven op de werktekening.
- Bomenzand mag nooit rechtstreeks in contact komen met het grondwater.
- Indien het grondwater zichtbaar in de ontgraven groeiplaats aanwezig is, dient een goede ontwatering gerealiseerd te worden: breng op de bodem van de groeiplaats een laag drainagezand, tot 10 cm boven het grondwater, in combinatie met een afvoerdrain aan. De afvoerdrain onder de grondwaterstand leggen met de uitmonding hoger dan het drainagezand. De drain groeit op deze wijze niet dicht met wortels.
- Spit niet de bodem van de groeiplaats door.
- Een beluchtingsysteem is noodzakelijk voor een permanente toetreding van zuurstof.



Aanbrengen sandwichconstructie in Roermond



Aanvullen met een groeimedium

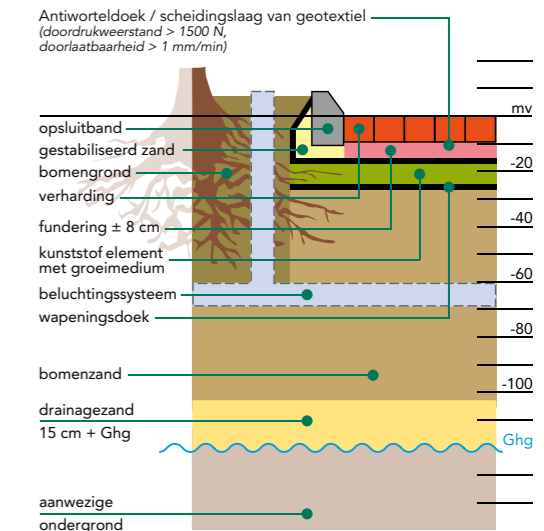


- In gebieden waar in de ondergrond veen aanwezig is, dient men op de bodem van het plantgat een wapening aan te brengen. De wapening zorgt voor een gelijkmatige zetting van de constructie.
- Breng na de eerste laag het beluchtingsstelsel aan, op minimaal 40 cm diepte, maximaal 80 cm vanaf bovenkant maaiveld.

- Het Bomenzand in lagen van 30 cm aanbrengen en per laag verdichten tot 1,8 - 2.0 MPa.
- Het Bomenzand wordt afgedekt/ gescheiden van de sandwichpanelen door middel van een wapeningsdoek (semipermeabel).
- Panelen kunnen worden gevuld met een groeimedium (bv. bosstrooicompost of Sandwichsubstraat) of leegworden gelaten.

Sandwichconstructie

- Egaliseer het Bomenzand.
- De panelen aanbrengen en aan elkaar koppelen, waarna ze worden afgedekt met semipermeabel doek.
- Een laag straatzand aanbrengen en daarop de verharding.



Technisch ontwerp | Sandwichconstructie

De groeiplaats wordt opgebouwd uit holle modules van kunststof. Deze geven de groeiplaats stabiliteit en voorkomen verdichting van het groeimedium. Modulaire systemen zijn ontwikkeld voor groeiplaatsen onder zwaar belaste verhardingen, zoals parkeerplaatsen en rijbanen. De modules worden gevuld met een groeimedium. Hierdoor ontstaat een tweede maaiveldconstructie (geïsoleerde groeiplaats). De belasting van de constructie wordt volledig losgekoppeld van het medium waarin de boom groeit. Wortelopdruk en het ontspannen van wortels zijn nauwelijks mogelijk.

Uitvoering

- Egaliseer de ondergrond (bestaande uit zand of een mengsel van gebroken puin en zand voor een stabielere ondergrond).
- Zuurstofhuishouding: minimaal 16 % (gemeten op ca. 50 cm -mv en tenminste 25 cm boven de heersende grondwaterstand).
- Maaiveld geëgaliseerd.
- Op de geëgaliseerde ondergrond wordt de constructie gestapeld/aangebracht. De constructie aanvullen met een groeimedium.

Eigenschappen

Ondanks de open structuur heeft het systeem een hoge belastbaarheid en vormt een sterke ondergrond voor bestrating.

Langte:	50 cm
Breedte:	50 cm
Hoogte:	25 cm
Druk:	260 kPa

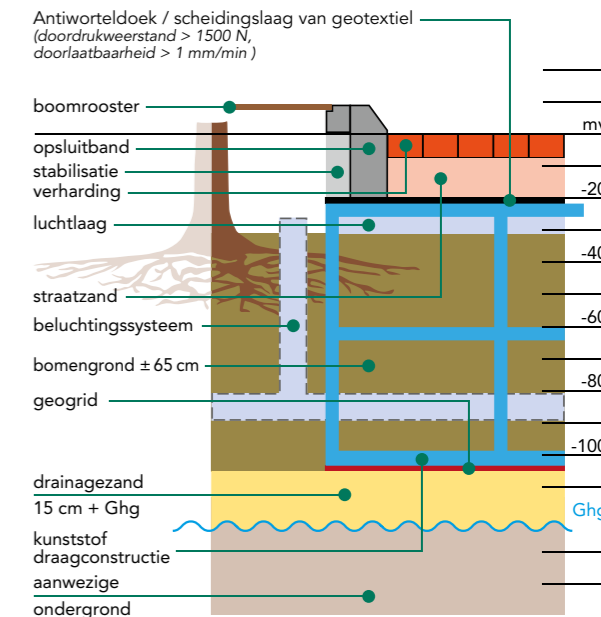
- De zijkanten van de constructie worden afgedekt met geogrid. De bovenzijde met het bijgeleverde deksel en hierna met geotextiel.
 - Vervolgens kan een laag straatzand van ca. 5 cm worden aangebracht en daarna de verharding.
- Bomengrond moet minimaal 15 cm boven het grondwater worden aangebracht. Het pakket bomengrond mag niet dikker zijn dan 100 cm. Bij een hoger pakket (niet gewenst) een beluchtingsysteem aanbrengen en een laag verschraald bomenzand of bomengrond aanbrengen tot 80 cm-maaiveld, die vervolgens aangevuld kan worden met bomengrond.



De constructie heeft een open structuur



Presentatie groeiplaats met draagconstructie



Technisch ontwerp | Kunststof draagconstructie

5.3 Prefab betonelementen

Met prefab betonelementen wordt een dragend frame gevormd, dat wordt gevuld met teelaarde of bomengrond. Op het frame wordt een betonnen deksel geplaatst, waarop de verharding kan worden aangebracht.

Hierdoor ontstaat een tweede maaiveldconstructie (geïsoleerde groeiplaats). De belasting van de constructie wordt volledig losgekoppeld van het medium waarin de boom groeit. Wortelopdruk en het ontsnappen van wortels is nauwelijks mogelijk. Deze groeiplaats wordt ingevuld met een groeimedium, dat optimaal is voor de te planten boomsoort.

Voordelen

- Vrije keuze uit groeimedia
- Geen wortelopdruk
- Zeer goede groei
- Goede zuurstofhuishouding door tweede maaiveld
- Zuurstofpercentage (gemeten onder verharding in het groeiseizoen) min. 16 %
- Hoge draagkracht.

Toepassingsgebieden

- Fietspaden
- Parkeerplaatsen
- Voetgangersgebieden
- Rijbanen



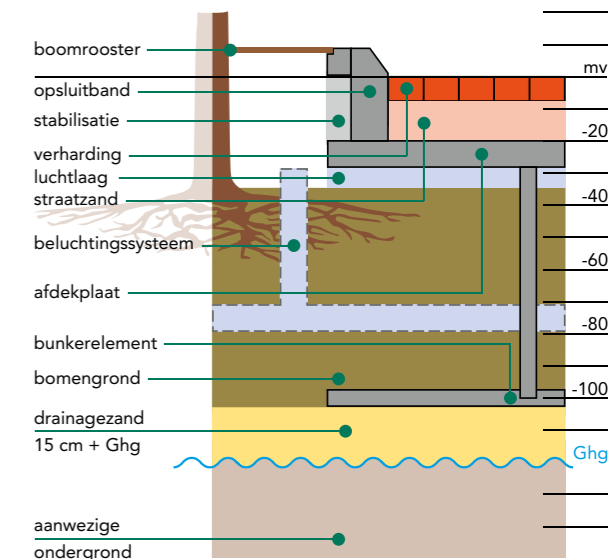
Frame van prefab betonelementen



Uitvoering

- Egaliseer de ondergrond (bestaande uit zand of een mengsel van gebroken puin en zand voor een stabilere ondergrond).
- Op de geëgaliseerde ondergrond worden de elementen gestapeld/aangebracht.
- Vervolgens wordt het geheel gevuld met een groeimedium.
- Met een plaat wordt de groeiplaats afgesloten.
- Vervolgens kan een laag straatzand worden aangebracht en de verharding.
- Bomengrond moet minimaal 15 cm boven het grondwater worden aangebracht.
- Het pakket bomengrond mag niet dikker zijn dan 100 cm. Bij een hoger pakket een beluchtingssysteem aanbrengen en eerst een laag verschaald bomenzand of bomengrond aanbrengen, die vervolgens aangevuld kan worden met bomengrond.
- Zuurstofhuishouding: minimaal 16 % (gemeten op ca. 50 cm -mv en tenminste 25 cm boven de heersende grondwaterstand).
- Maaiveld geëgaliseerd, onkruidvrij en vrij van onregelmatigheden.
- Toplaag zonder verslemping (geen plasvorming na regen).
- Vrij van opslag, rij- en betredingsporen.

Prefab betonelementen



Technisch ontwerp | Prefab betonelementen onder rijbaan

Gaat het goed met stedelijk groen?

Er is momenteel veel goodwill voor de positieve effecten van stedelijke groen: klimaat, water, natuur, welzijn, welvaart. Maar over 'green governance' wordt minder gesproken. Ik mis daarbij de verbinding tussen de groene omgeving en een groene mentaliteit. Groene steden zien er volgens mij niet alleen anders uit, maar gaan ook anders om met de bewoners en met de economie in de stad.

Hoe gaat een groene stad te werk?

Een echte groene stad is niet de stad die veel groen aanlegt, maar een stad die zich ervan bewust is dat zij onderdeel is van een evolutionair proces waarin mensen en dus de stad steeds opnieuw een nieuwe verhouding met de natuur moet vinden. Een groene stad is daar heel bewust mee bezig. Woorden als veerkracht (resilience) en aanpassingsvermogen (adaptiviteit) passen hier beter bij dan duurzaamheid.

Wat is de rol van het groen in de stad?

Bij groen denken hoort wat mij betreft ook het organisch ontwikkelen van de stad. Bekijk groene projecten niet alleen vanuit hun eigen

merites, maar juist vanuit hun effect op het ontwikkelingsproces van een stad of een wijk in die stad. Een groen raamwerk kan de stedelijke ontwikkeling op een positieve manier structureren. Denk aan singels op voormalige vestingwerken.

Wat is de essentie van stedelijk groen?

Flexibiliteit is daarbij belangrijk, meer nog dan multifunctionaliteit. Richt groene gebieden in de stad zo in dat het makkelijk is om van functie te veranderen. Dat ze bijvoorbeeld eerst voor sport worden gebruikt, later als wandelgebied en nog later voor stadslandbouw. Op deze manier krijgen ze over verschillende decennia steeds meer betekenis voor de stad.

Wat is het effect van stedelijk groen op het welzijn van mensen?

Dan denk ik vooral aan de betekenis van groen op sociale verhoudingen. In veel wereldsteden wordt groen ingezet als een middel om uitsluiting van groepen mensen tegen te gaan. Dit is een middel dat meestal indirect werkt. Daarin is het alleen al belangrijk dat mensen of organisaties samen iets doen, maar kan het ook



gaan om het groene placebo-effect: het idee dat er wordt gewerkt aan de wijk werkt alleen al stimulerend. Dit geldt bijvoorbeeld voor gezamenlijk buurtonderhoud en ook voor veel stadslandbouw projecten.

Leidt meer groen tot meer gezondheid?

Er zijn vele positieve effecten van groen, waaronder een positief effect op de gezondheid. Het effect op de gezondheid kan steeds harder wor-



den aangetoond. Zo hard zelfs, dat de gedachte opkomt om meer groen aan te leggen in arme wijken dan in rijke wijken. In de laatste hebben mensen het effect van groen op gezondheid minder nodig en hebben mensen meer compensatiemogelijkheden.

Wat is de betekenis van groen in de stad?

Wat vaak wordt vergeten, is de spirituele waarde van groen. Ik denk hierbij niet in eerste instantie aan bomen knuffelen, maar meer aan de betekenis die bijvoorbeeld de boom in de tuin van Anne Frank had. Groen, vaak bomen, kunnen soms een grote betekenis hebben voor mensen. Het gaat om een betekenis die verder gaat dan de beleving van schoonheid.

Waar komt groen het meest tot zijn recht?

Voor een groene stad is het belangrijk dat niet te strikt wordt gedacht vanuit een specifieke groeiplaats: op deze plek moet die boom of struik groeien, maar vanuit het groen. Waar wil wat groeien en hoe kunnen we dit ondersteunen. Ik vond de wethouder inspirerend die tegen klagers over gras tussen de tegels, zei dat de tegels moesten worden verwijderd omdat er

te weinig mensen lopen. Deze vorm van omkerend denken kom je helaas te weinig tegen.

Is meer groen goed voor de biodiversiteit?

Groen draagt bij aan biodiversiteit, maar dat doet een gebouw ook. Als we er maar voor zorgen dat er op, aan en in het gebouw plekken zijn waar de natuur zijn gang kan gaan. De mooiste definitie van natuur vind ik nog altijd: dat waar mensen vanaf blijven. In dat kader wordt ook wel eens gesproken van ecologie zonder natuur. Dat moet je natuurlijk niet te letterlijk opvatten. Het gaat erom dat we ons niet laten leiden door te starre opvattingen over wat natuur is.



WUR

Is er ook een argument tegen stedelijk groen?

Ja, en dat komt van de wereldberoemde stedenskundige Jane Jacobs (1916-2006). Zij waarschuwde voor een teveel aan groen in de stad: vreugdeloze parken en grasvelden die nauwelijks worden gebruikt en zelfs voor kijkgroen te saai zijn. Groen is pas waardevol als het schaars is, stelde zij. Iets genuanceerder gesteld: groen is alleen waardevol als het goed werkt in een stad. Dat laatste zegt niets over het uiterlijk. Een stukje braakland (restgroen) kan een belangrijkere functie hebben dan een mooi aangelegd park.

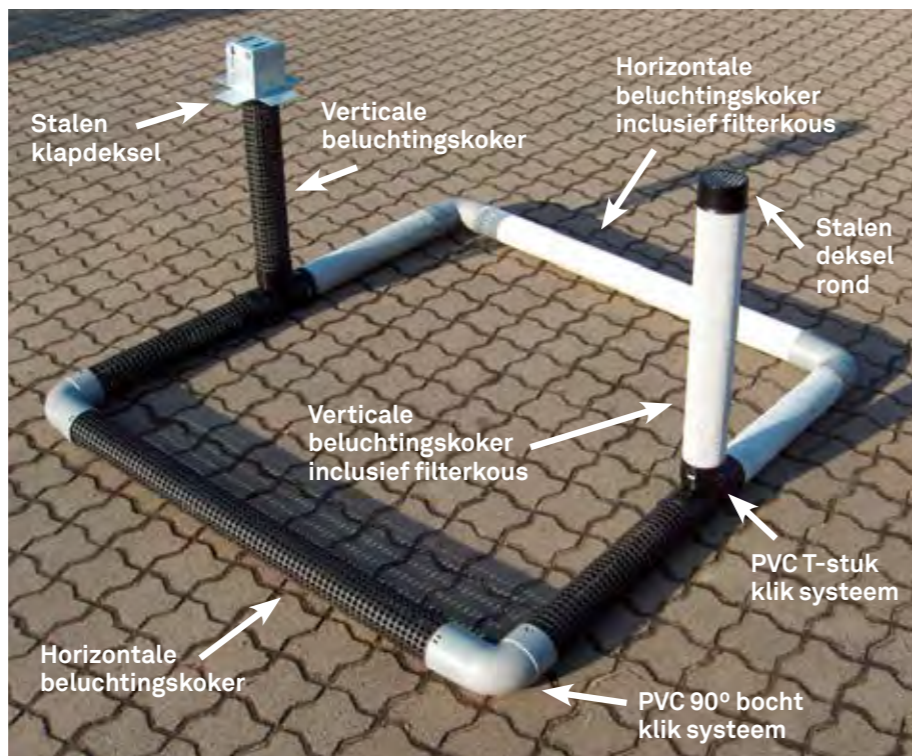
6 Aanvullende **groeiplaats**voorzieningen

6.1 Beluchtingssysteem

Het stimuleren van de zuurstofintreding in de bodem via luchtcirculatie vanaf het maaiveld is bij diverse boomplantinrichtingen van belang om zuurstof voor de wortels, bomenzand en andere mediums op de juiste wijze te kunnen toedienen.

Er dienen één of meer beluchtingsbuizen in de bodem te worden aangebracht, die met beide uiteinden via het maaiveld in contact staan met de buitenlucht, zodat de buitenlucht in de bodem via het beluchtingssysteem kan circuleren (ventilatiesysteem).

De beluchtingsbuizen hebben een diameter van 80 mm en minimaal 40 % perforatie voorzien van een drainkous. Op minimaal 25 cm afstand van de wortelkruit aanbrengen. Een te dicht op de wortels geplaatst beluchtingssysteem kan uitdroging van de wortels veroorzaken. Een beluchtingssysteem is geen oplossing voor een slechte bodemstructuur. Een beluchtingssysteem is ontworpen om de bodem te beluchten en is geen bewateringssysteem. Hiervoor zijn andere voorzieningen verkrijgbaar.



Onderdelen van een beluchtingssysteem

Aanvullende **groeiplaats**voorzieningen

6.2 Beluchtingspaal

Het stimuleren van de zuurstofintreding in de bodem via luchtcirculatie kan gereduceerd worden door een beluchtingspaal. Door de hoogte van de beluchtingspaal wordt meer 'trek' in het beluchtingssysteem verkregen, waardoor dit effectiever functioneert.



Beluchtingsgaten op maat

De beluchtingspaal is ontwikkeld om een bovengrondse beluchtingsoplossing te bieden op plaatsen waar gewone afdekkingen van beluchtingssystemen bij bomen niet volstaan. Hierbij kan men denken aan dichtslibbende deksels, strooizout, maaischade aan kokers en deksels of vervuiling door straatvuil. Doordat de beluchtingsgaten zich bij de beluchtingspaal vanaf een hoogte van 50 cm boven maaiveld bevinden, zullen deze niet door de bovenstaande oorzaken verstopt of beschadigd raken.

Tevens kan de beluchtingspaal gebruikt worden als een multifunctionele afzetting bij parkeervakken, in- en opritten, voetgangersgebieden, als erfafscheiding etcetera. De beluchtingspaal is vervaardigd uit 2 mm dik RVS, waardoor deze ongevoelig is voor (lichte) aanrijdingen en vandalisme. De paal is voorzien van een grote voetplaat annex grondanker, waardoor deze stevig in de bodem verankerd staat.



Beluchtingspaal

6 Aanvullende **groeiplaats**voorzieningen

6.3 Wortelbarrière

Het inbrengen van een barrière voor wortels is van belang om ongewenste wortelgroei in de achterliggende zone te voorkomen.

Verticaal in de bodem te plaatsen (water- en luchtdichte) kunststofplaten of (anti)wortel-folie op voldoende afstand van de stamvoet plaatsen, zodat ontwikkeling van benodigde stabiliteitswortels niet wordt gehinderd.

De verticale barrières plaatsen vanaf het maaiveld (5 cm +mv) tot in het grondwater, zodat wortels deze fysieke barrière niet kunnen passeren. Indien plaatsing tot in het grondwater niet mogelijk is, dan barrière plaatsen tot in een ondoordringbare bodemzone (sterk verdicht of bijvoorbeeld zuurstofarm), zodat wortelgroei onder de barrière door wordt voorkomen.



Verticale barrière middels kunststofplaten

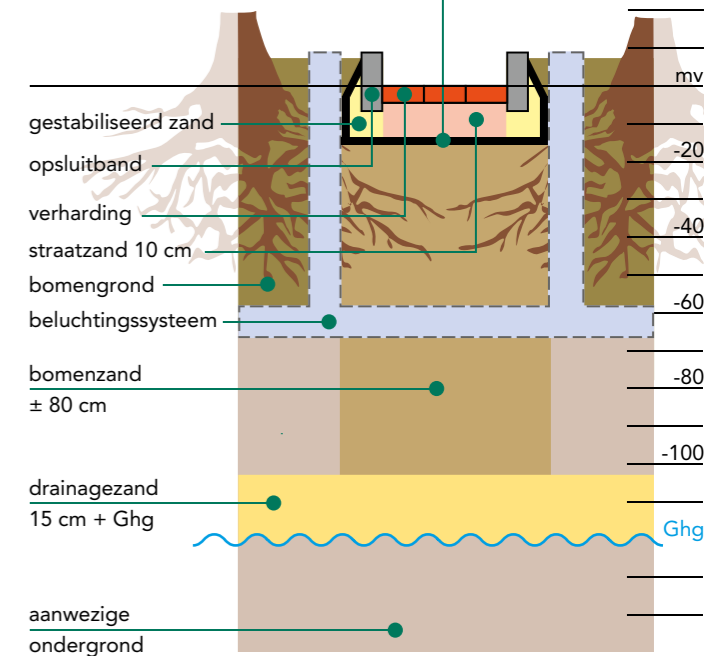
Aanvullende **groeiplaats**voorzieningen

6.4 Wortelstraten

Met behulp van in de bodem aangebrachte kunstmatige wortelstraten wordt een horizontale wortelverbinding mogelijk gemaakt. Voor het plaatsen van wortelstraten worden horizontale verbindingsstroken uitgegraven (eventueel middels horizontaal gestuurd boren). Wortelstraten worden aangelegd met een breedte van ten minste 0,5 tot 1,0 m en een lengte die nodig is om de gewenste afstand te overbruggen (tot meer dan 50 m mogelijk). De wortelstraten worden opgevuld met bomenzand.

Het plaatsen van wortelstraten wordt ook toegepast als groeiplaatsverbeterende maatregel bij bestaande bomen, voor het vergroten van de bewortelbare ruimte. Aan de rand van de stabiliteitskluit geplaatste wortelstraten verbeteren de boomverankering. Tevens wordt de zijdelingse ontwikkelingsruimte voor stabiliteitswortels vergroot. Hierdoor krijgen wortels meer ruimte en zal de groei van de boom toenemen.

Antiworteldoek / scheidingslaag van geotextiel
(doordrukweerstand > 1500 N,
doorlaatbaarheid > 1 mm/min)



Technisch ontwerp | Wortelstraten

6 Aanvullende **groeiplaats**voorzieningen

6.5 Gietranden

De gietrand is een watergeefoplossing die bijdraagt aan een optimale watergift bij uw bomen. Zo kan door de vaste maatvoering nauwkeurig bepaald worden hoeveel water er toegediend wordt.

Voordelen

- Eenvoudig te monteren
- Geen steunpalen nodig (achteraf toepassen in granulaat is onmogelijk)
- Geeft een uniform beeld
- Effectief en efficiënt door afgestemde watergift; minder uitval
- Reduceert de frequentie van water geven, water dringt direct door in de kluit
- Levensduur minstens 10 jaar
- Gericht water geven voorkomt afloop (dus verspilling) van water
- Het water wordt zeer gedoseerd afgegeven aan de bodem, waardoor minder water per watergeefbeurt nodig is
- De capaciteit van de watergeefploeg wordt verhoogd, het is immers voldoende de gietrand te vullen. Men hoeft niet te wachten om het water gedoseerd toe te voegen
- Beschermt de boom tegen maaischade



- Een eventuele mulch-, compost- of zandlaag wordt door de gietrand op zijn plaats gehouden
- Vloeibare- en vaste meststoffen kunnen direct binnen de gietrand worden toegediend.



Watergeefoplossingen

Aanvullende **groeiplaats**voorzieningen

6.6 Waterbuffer

Het afkoppelen van hemelwater van daken en dit opslaan in waterbuffers onder de groeiplaats om een (schijn)grondwaterspiegel te creëren. Zodoende worden vochttekorten in het groeiseizoen voorkomen. Het infiltreren en afkoppelen van hemelwater sluit aan bij het beleid van de overheid om meer water in de stad te houden, in plaats van dit af te voeren via het rioolstelsel.

Het gebied rondom de boom is grotendeels afgedekt met tegels en asfalt en voorzien van een goed verdichte ondergrond, waardoor het regenwater voor het grootste deel wordt afgevoerd naar het riool en niet ten goede komt aan de boom.

De hedendaagse praktijk biedt nieuwe mogelijkheden. Zo kan schoon hemelwater beschikbaar worden gesteld aan de stadsboom, in plaats van het af te voeren naar het riool.

Het schone hemelwater wordt gebufferd onder de 110 cm (+ 10 cm boven grondwater) in de waterbuffer die gemaakt is van EPDM-folie en gevuld met kunststof kratten.

Hierdoor ontstaat een schijngrondwaterspiegel. Tussen de holle ruimte van de kunststof kratten wordt voldoende hemelwater opgeslagen om de boom in droge perioden van water te voorzien.

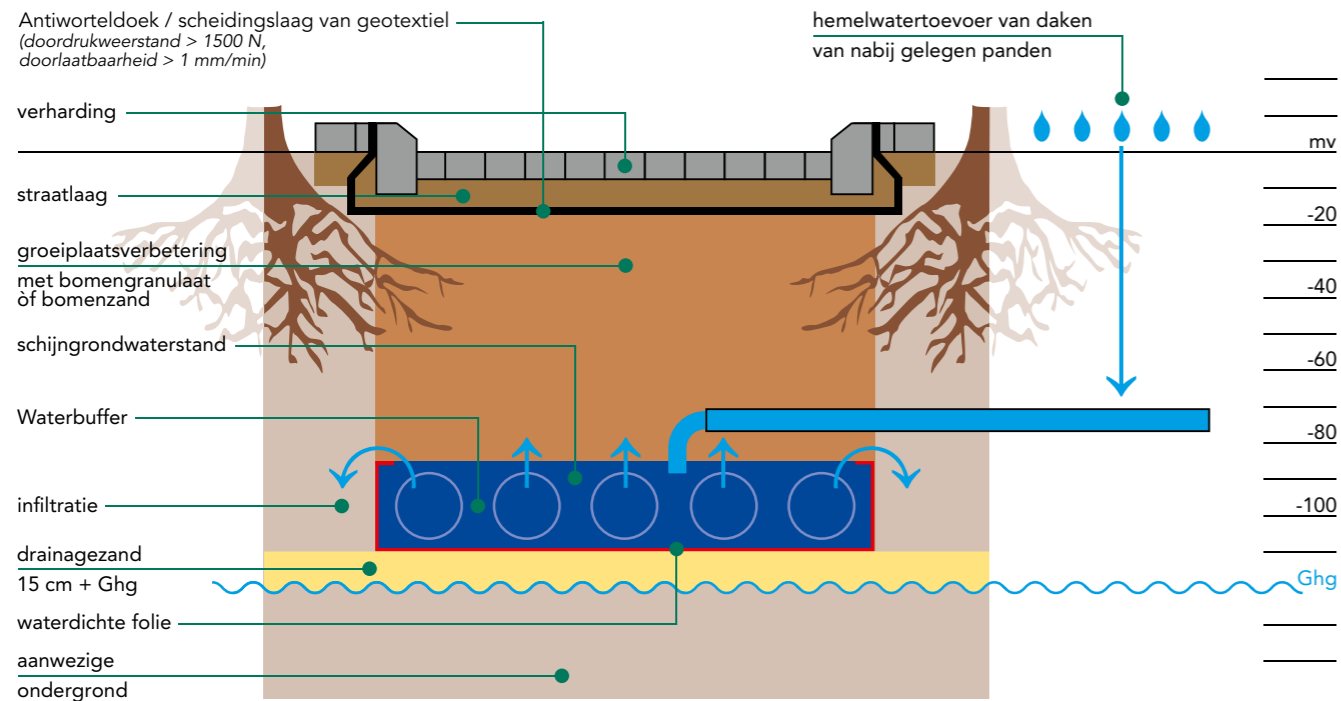
Het overtollige hemelwater wordt in de ondergrond geïnfiltreerd. De diepte van de te plaatsen waterbuffer en de schijngrondwaterspiegel varieert per plaats en is afhankelijk van de stand van het grondwater.

Dit systeem kan ook worden toegepast bij de verbetering van de groeiplaatsen van bestaande stadsbomen.

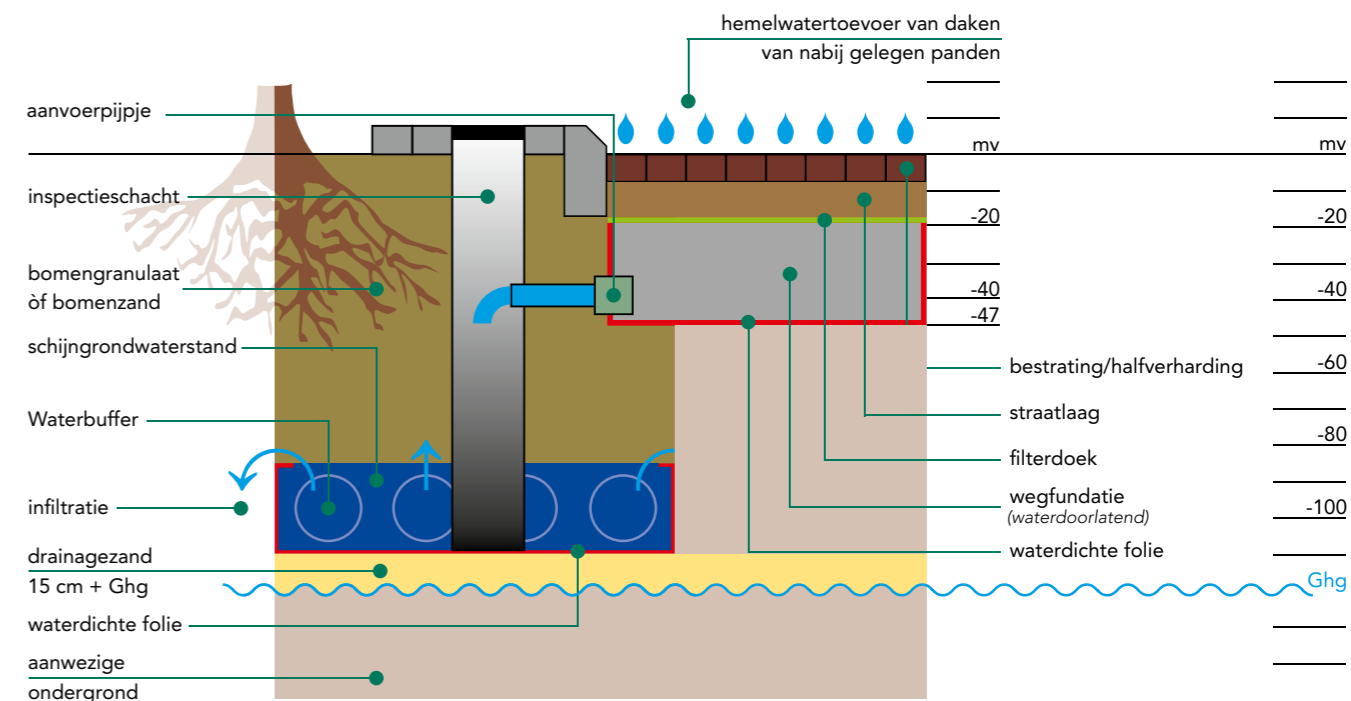
In dit geval wordt de waterbuffer rondom de bestaande wortels aangebracht, zodat nieuwe wortels in de waterbuffer kunnen groeien. Waterbeheer wordt in deze vorm gecombineerd met optimalisering van de groeiplaats.



Aanbrengen EPDM-folie, vilten doek en kunststof kratten



Waterbuffer voor bestaande bomen



Waterbuffer voor nieuwe bomen

Welke functies heeft stedelijk groen als het gaat om waterberging?

Nog niet zo lang geleden stond Houten, waar VHG gevestigd is, na een piekbui helemaal blank. Ongemakkelijk. Het water trekt wel weer weg. Hebben we wel in de gaten hoeveel schade hieruit voortvloeit? Er zou maar eens 20 centimeter water in jouw huis komen te staan. Daar zit niemand op te wachten. Groen biedt ruimte aan water, neemt het op en verdampt het weer. Door bomen, op groene daken en in groene gevels. Het nemen van klimaatmaatregelen staat inmiddels volop op de agenda bij gemeenten en waterschappen. Ook burgers moeten vergroenen. Het klimaat houdt niet op bij de schutting van de burens!

Wat is het effect van stedelijk groen voor het welzijn van de mens?

Uit wetenschappelijk onderzoek kan ik diverse percentages opnoemen over wat groen voor mensen doet. Minder stress, minder hoofdpijn, minder astma en COPD. Om maar eens wat te noemen. In groene wijken voelen mensen zich 1,5 keer zo gezond als mensen in een minder groene omgeving. Dat stelde wetenschapper Jolanda Maas vast in haar onderzoek. Als we dat weten, dan kunnen we veel gezondheidsklachten voorkomen en daarmee ook iets doen aan de stijgende zorgkosten

in Nederland. Het is goed om het belang van het stedelijke groen ook langs die lijn aan te vliegen.

Harmoniseert en socialiseert stedelijk groen op een bepaalde wijze?

De laatste jaren bieden gemeenten steeds meer ruimte aan burgers om initiatieven te nemen. Groen is hierbij een dankbaar thema. Vrij simpel is een stoeptegels te lichten en een stokroos op die plek te zaaien. In andere buurten worden fruitbomen geplant. Burgers waarderen het groen in hun wijk en die betrokkenheid is erg mooi. Om dit vast te houden is het belangrijk om groene initiatieven in de buurt te verduurzamen. Richt bijvoorbeeld een groencoöperatie op, waarin burgers, gemeente, groenprofessional en andere baathouders van het groen samenwerken. Dan krijgen we buurten met nog meer beleefbaar groen.

Aan welke norm moet een duurzame groeiplaats voldoen?

De juiste groeiomstandigheden van planten hangen samen met de kwaliteit van de bodem, voedsel voor de plant in de grond, water en licht. Daarbij moet je ook rekening houden met de juiste plant op de juiste plaats. Een hosta bijvoorbeeld heeft schaduw nodig. Die zet je niet in de volle zon. Maar wat ik ook heel belangrijk vind, is bijvoorbeeld de



groeiplaats voor bomen. Als je weet dat bomen vanaf hun 40-ste levensjaar optimale ecosysteemdiensten gaan leveren, dan is het jammer als deze rond die tijd gekapt moet worden omdat de boom op de verkeerde plaats is gezet. Ook dat is volgens mij iets om rekening mee te houden.

Op welke manier kan stedelijk groen het beste bijdragen aan biodiversiteit?

De laatste jaren is het stedelijke groen, onder druk van bezuinigingen tijdens de economische crisis, versoberd naar bomen, heg en gras. In de particuliere tuinen zien we nog steeds een verdergaande trend van versterking. Ondanks dat, halen bijvoorbeeld bij het meeste voedsel in de bebouwde omgeving. We kunnen hier nog een geweldige impuls aan geven door bijvoorbeeld meer bij- en vlinder-vriendelijke vaste planten borders. En wat dacht je van het creëren van stedelijke natuur? Vlinder-idyllen bijvoorbeeld met veel wilde bloemen. Ook dat is iets, dat ik steeds meer zie opkomen.

Op welke manier kan urban farming gemotiveerd worden in de openbare ruimte?

Ik verwacht niet, dat urban farming een grote loop gaat nemen. Daarvoor is de beschikbare oppervlakte te beperkt en is het de vraag of je de benodigde voorzieningen hiervoor allemaal ingepast

krijgt in de bestaande stedelijke omgeving. Op kleine schaal, bijvoorbeeld gekoppeld aan een buurtinitiatief of een restaurant, zie ik wel mogelijkheden. Wat ik er mooi aan vind is, dat er een stuk bewustwording aan gekoppeld kan worden van waar ons voedsel vandaan komt. Bovendien sluit het aan bij de trend, dat we graag zelf iets met voedsel kweken willen doen. Kijk maar eens naar de populariteit van de zaadjes van Albert Heijn!

Wat is uw toekomstvisie omtrent de ontwikkeling van stedelijk groen?

De tijd dat groen decoratie was, is voorbij. We zien het belang van groen in de kwaliteit van leven in de stedelijke omgeving steeds verder toenemen. Het is mijn overtuiging, dat groen een plaats moet hebben aan het begin van de planfase en bij het ontwerp van nieuwe projecten. Daarvoor is een nieuwe samenwerkingsketen nodig, die grofweg bestaat uit beleidsmakers, financiers, wetenschappers, onderwijs, maatschappelijke organisaties, creatieven, groenprofessionals en eindgebruikers. Op die manier kunnen we het belang van groen borgen en de baten van groen verder doorontwikkelen.

Op welke wijze kan stedelijk groen bijdragen aan klimatologische verandering?

Groen levert een belangrijke bijdrage aan de kwa-

liteit van onze leefomgeving, waaronder ik dan het opvangen van piekbuien, het verbeteren van de luchtkwaliteit en het voorkomen van hittestress versta. Enige jaren geleden mocht ik voor de Europese Commissie mee schrijven aan een Horizon 2020 programma, genaamd Nature Based Solutions in Renaturing the Cities. Kort gezegd komt het erop neer de natuur en de werking van de natuur in te zetten om de stad van de toekomst leefbaar te houden met innovatieve en kostenefficiënte groene maatregelen. Groen is een onuitputtelijke bron en een sleutel voor klimaatoplossingen.

Wat is de belangrijkste functie van openbaar groen in stedelijk gebied?

Wie kan zich een stad zonder groen voorstellen? Grijs, grijs, geen prettig gevoel. We kunnen als mens veel met technische voorzieningen, maar de natuur kunnen we niet vervangen. We hebben als mens groen nodig. Omdat we in een schone stad willen leven, de natuur dichtbij willen hebben en omdat groen iets met ons doet. Er is daarom niet één belangrijkste functie aan te duiden. Groen doet iets voor ons allemaal en iets voor ons persoonlijk. Dat maakt dat groen door iedereen anders beleefd kan worden en daarmee ook een heel gevarieerd uiterlijk kan hebben. Dat maakt groen uniek!

Bomen hebben voedingsstoffen nodig om te kunnen groeien. Binnen onze stedelijke omgeving heerst een gebrek aan voedingsstoffen. In dit hoofdstuk wordt de oorzaak van deze schaarste beschreven en hoe bemesting kan worden toegepast om bomen van voldoende voedingsstoffen te kunnen voorzien.

Bomen en planten halen met hun wortels voedingsstoffen uit de bodem. In een natuurlijke situatie is er sprake van een kringloop. De boom neemt voedingsstoffen op voor de groei. Afgewallen blad, dode takken en uiteindelijk, na het afsterven van een boom, wordt de gehele boom door diverse bacteriën en schimmels afgebroken, waarbij de eerst verbruikte elementen weer vrijkomen voor een andere boom of voor een nieuwe boom. Niets gaat verloren en het ecosysteem houdt zichzelf in stand (kringloop).

Binnen het stedelijk gebied, en dan met name bij straat- en laanbomen, is de natuurlijke cyclus doorbroken, waardoor het ecosysteem uit balans is. Grote delen van de groeiplaats zijn verhard, afgewallen blad wordt opgeruimd of verwaait als gevolg van de afwezigheid van onderbeplanting.

De door de boom opgenomen voedingsstoffen worden dus afgevoerd en komen niet vrij daar waar de boom ze nodig heeft.

Als gevolg hiervan verschaalt of verarmt de bodem en kan tevens de zuurgraad veranderen. Hierdoor nemen de hoeveelheid voedingsstoffen en het bodemleven af, waardoor bomen minder goed groeien en conditieverlies of gebreksverschijnselen vertonen. Hierdoor kunnen ze vatbaarder worden voor luis- en andere aantastingen.

Via bemesting kan de natuurlijke cyclus worden bevorderd en hersteld.

Bemesting kan bij voorkeur plaatsvinden door middel van het toedienen van compost, bladmulch of een organische meststof.

Organische meststoffen

Veelal gebruikte organische meststoffen worden geproduceerd op basis van kippenmest of koemest. Deze meststoffen kunnen gestuurd worden op onder andere N (stikstof) P (fosfaat) K (kalium) gehalte door het toevoegen van natuurlijke grondstoffen in het productieproces. Hierdoor kunnen deze meststoffen geheel naar behoefte van optimale groei en bodem-

herstel worden samengesteld. Voorbeelden van deze grondstoffen ter toevoeging zijn; visnasse en rockfosfaat.

Naast organische meststoffen in korrelvorm, zijn deze ook verkrijgbaar in vloeibare vorm.

Enkele voorbeelden van organische meststoffen:

- Kippenmestkorrels
- Koemestkorrels
- Compost



Organische meststoffen in korrelvorm

Chemische meststoffen

Chemische meststoffen bestaan uit voedingszouten (zuivere vorm of verbinding van voedingsstoffen) die zijn gebonden met een draagstof, bijvoorbeeld kalk. Dergelijke meststoffen zijn in diverse samenstellingen en verhoudingen te verkrijgen, waardoor zeer gericht bemest kan worden om bepaalde tekorten aan te vullen. Deze tekorten worden echter vaak veroorzaakt door een verkeerde boomkeuze of de oorzaak ligt in de bodemgesteldheid. Dergelijke meststoffen lossen het onderliggende probleem niet op, maar bestrijden het symptoom.

Enkele voorbeelden van chemische meststoffen:

- Patentkali
- Tripelsuperfosfaat
- Kalkammonsalpeter
- Ureum

Advies:

Bij voorkeur wordt er gebruik gemaakt van organische meststoffen, boven het gebruik van kunstmeststoffen. Kunstmeststoffen leveren snel resultaat, maar beschadigen ook het bodemleven, en putten de bodem uiteindelijk uit. Voor een langetermijnwerking die het bodemleven stimuleert, herstelt, en verbetert is het gebruik van organische meststoffen aanbevolen. Correct gebruik en dosering van organische meststoffen, maakt het gebruik van kunstmeststoffen overbodig.



Toevoegen voedingsstoffen aan het bodemleven

Het aanbrengen van een mulchlaag is een zeer effectieve methode om stressfactoren te beperken en gelijktijdig de bodem te verbeteren.

Voordelen

- verrijking van de voedingsstoestand van de bodem;
- weren van onkruid;
- reducering van bodemverdamping;
- reguleren van bodemtemperatuur;
- verminderen van bodemverdichting.

In een natuurlijke situatie vormen strooisellagen de voedingsbodem voor de boom. De onderliggende grondlagen zijn dan vaak relatief schraal en arm in voeding. In het stedelijk milieu kan een dergelijke strooisellaag niet ontstaan. Blad verwaait of wordt opgeruimd voordat dit verteert en ten goede komt aan de boom. Hierdoor ontstaan op termijn tekorten in de voeding of problemen in de bodemstructuur.

Francesco Ferrini, hoogleraar aan de Universiteit van Florence, heeft veel onderzoek verricht naar de samenstelling en werking van mulchlagen.



Mulchlaag met houtsnippers

Allereerst wordt, indien aanwezig, onderbegroeiing en gras verwijderd om verstikking te voorkomen. Vervolgens wordt een 4 cm dikke laag uitgerijpte compost (fractie 0-20 mm) aangebracht, met daarop een laag grove houtcompost (fractie 20-40 mm). Eventueel kan de bovenste laag worden vervangen voor Franse boomschors of houtsnippers.

Belangrijk aandachtspunt is dat geen verse, niet-gecomposteerde houtsnippers worden gebruikt. Door het blootliggende kernhout kan dit houtparasitaire schimmels aantrekken die de jonge aanplant kunnen infecteren. Een oppervlakte van 1-3 m² (afhankelijk van de kluitgrootte) bedekt met mulch is voldoende.



Mulchlagen worden ook gebruikt bij boomkwekerijen

Stedelijk groen in een Levende Stad

Een Levende Stad functioneert als organisme dat ademt en een eigen stofwisseling en vocht-huishouding heeft. Dat organisme heeft als doel een gezonde en prettige leefomgeving te bieden voor mensen in al hun verscheidenheid. Schone lucht, een goed functionerende infrastructuur en een duurzaam watersysteem liggen ten grondslag aan een gezond leefklimaat in de stad. In dat levend stedelijk systeem speelt de samenhangende groenstructuur een hoofdrol. Het netwerk van groene ruimtes heeft het openbaar groen als dragende en verbindende structuur.

Met de aanplant van voldoende bomen, planten en gras in de openbare ruimte, in combinatie met het realiseren van groene gevels, daken en balkons, is het mogelijk de negatieve gevolgen van opwarming van het stedelijk gebied te beperken. Daarnaast zijn in hoogstedelijke, dichtbebouwde en sterk versteende gebieden groenvoorzieningen essentieel om water vast te houden. Ter plaatse van groenvoorzieningen kan het water infiltreren in de bodem en zo de grondwaterspiegel in stand houden.

Vanuit de filosofie van de Levende Stad zijn groenvoorzieningen essentiële plekken voor het stimuleren van ontmoeting en ontspanning. Of dat ook lukt is grotendeels afhankelijk van de manier waarop dat groen is ingericht, hoe het groen gebruikt kan worden, welke functies de groenvoorziening omringen en wat de relatie is van de aanliggende bebouwing met dat groen. Stedelijk groen transformeert in toenemende mate tot multifunctioneel gebied. Waterberging en recreatie gaan hand in hand met educatie, voedselvoorziening, ecologie, sport- en ontmoetingsruimte, wandelen en spelen op een plek waar ook lucht, bodem, oppervlakte- en grondwater gezuiverd worden. Daarnaast draagt stedelijk groen bij aan de biodiversiteit. Dat gaat het beste door met een gebiedseigen en gevarieerde beplanting te werken, die deel uitmaakt van een grootschaliger groenstructuur en daar fysiek mee verbonden is. Op die manier kunnen planten en dieren zich optimaal verspreiden en hun eigen leefgebied kiezen.

Het is wetenschappelijk aangetoond dat in groen ingerichte stedelijke ruimtes mensen zich prettiger voelen, minder vaak depressief zijn en in geval van ziekte sneller herstellen,



dan in vergelijkbare stedelijke ruimtes zonder groenvoorzieningen. Dat werkt alleen al met uitzicht op groen, maar gaat nog beter als die mensen ook gebruik kunnen maken van de groenvoorzieningen. Dat kan bijvoorbeeld met urban farming. Door plekken voor deze functie af te bakenen, bijvoorbeeld met een haag of houten palen, is voor iedereen duidelijk dat dit geen hondenuitlaat-, parkeer- of kinderspeelplaats is. Een goede afstemming, sociale controle, overleg en het



aanstellen van een beheerder dragen eveneens bij aan de motivatie om voedsel te verbouwen in de openbare ruimte. Echt aantrekkelijk wordt het als gebruikers een gevoel van eigenaarschap krijgen, doordat ze zeggenschap hebben over de inrichting, afbakening en beheer. Daarmee wordt je eigen voedsel verbouwen in de gemeentetuin vooral ook leuk!

Wanneer er weinig ruimte is en we toch met een groenvoorziening kwaliteit aan die ruimte willen toevoegen, verdienen drie aspecten de aandacht: Ten eerste moet de beplanting zichzelf als levend systeem in stand kunnen houden, dus een minimum aan kunstmatige beregening of bemesting nodig hebben.

Ten tweede is het belangrijk een gebruiksfunctie toe te voegen aan de stad, zoals een klimboom, een kruidentuin, bloemenperk, of fruitboom. Ten derde mag het groen geen gevaar voor de gezondheid vormen, bijvoorbeeld met allergene pollen in de nabijheid van drukbezochte locaties zoals een school of ziekenhuis.

Niet overal in de stad is de ruimte even schaars. Op sommige plekken valt het stadsleven al of niet tijdelijk stil, bijvoorbeeld door leegstand.

Daar zijn locaties waar in een Levende Stad waardencreatie mogelijk is. Want in een Levende Stad functioneert de economie volledig circulair. Dat gaat veel verder dan kringlopen van water, afval- en grondstoffen. De stedelijke ruimte zelf ontwikkelt zich in de Levende Stad-filosofie volgens een circulair

proces. Door vrijvallende locaties niet braak te laten liggen, maar aan te planten of in te zaaien met gras kunnen zij ook op tijdelijke basis waarde toevoegen aan de stad. Daarna kan de locatie een nieuw leven beginnen met een invulling van meer permanente aard.



Prinzessinnengarten in Berlijn: Een braakliggende locatie midden in de stad transformeert tot oase en kunst-, cultuur-, educatie- en ontmoetingsplek waar buurtgenoten van alle leeftijden en achtergronden voedsel kweken en ter plaatse vervaardigde gerechten serveren op het terras.

Binnen het leveren en aanbrengen van groeiplaatsen voor bomen spelen veel aspecten een rol. Om het overzicht te bewaren voor diegenen die op het werk belast zijn met het in ontvangst nemen van groeimedia en/of met de verwerking hiervan, is onderstaande checklist opgesteld.

	Ja	Nee
Levering		
Is de locatie bereikbaar voor trekker-opleggercombinaties, motorwagen-aanhangwagencombinaties of vaste kippers?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Is de losplaats vlak, verhard en schoon (om verontreiniging van het groeimedium te voorkomen)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Controle geleverd groeimedium		
Is het groeimedium voorzien van de benodigde papieren?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Weegbon:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Is het bomengranulaat voorzien van een Fabrikant-Eigen-Verklaring?		
AP04 (indien van toepassing), en/of BRL / RAG-Certificaat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Overige keuringsbewijzen (indien van toepassing)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Is het groeimedium schoon en vrij van bodemvreemde materialen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Is het groeimedium homogeen gemengd (vrij van grove brokken, ontmengde delen enz.)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Is het groeimedium handvochtig?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Heeft het groeimedium een normale ('bosgrond-' of neutrale) geur? Gas-, alcohol-, rottingsachtige geur is niet goed; dan afkeuren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Is de temperatuur van het geleverde groeimedium niet warmer dan 35 °C?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Als deze hoger is, vindt nog te veel omzetting van organisch materiaal plaats (te hoog zuurstofverbruik met zuurstofgebrek als gevolg).</i>		
Depot		
Is het depot goed bereikbaar?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wordt het groeimedium bij regen afgezeild?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
In geval van groeimedia met een organische-stofgehalte van > 3 %:		
Is het depot niet hoger dan 1 m? Dit om zuurstofgebrek tijdens de depotperiode te voorkomen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Granulaten op basis van klei mogen tot maximaal 4 m hoogte op depot worden gesteld.		
Alle andere groeimedia op basis van organische stof tot maximaal 1 m.		

	Ja	Nee
Inrichting groeiplaats		
Is de groeiplaats uitgegraven conform het theoretische profiel aangegeven op de werktekening?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Is het groeimedium boven de hoogst gemeten grondwaterstand aangebracht?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Indien het grondwater zichtbaar in de ontgraven groeiplaats aanwezig is:		
Is een laag drainagezand aangebracht tot 10 cm boven de grondwaterstand, in combinatie met een afvoerdrain die aangesloten is op een riolering of oppervlaktewater?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Indien het grondwater zich dieper dan 120 cm bevindt, maar hoger dan 250 cm onder maaiveld:		
Is contact gemaakt met het grondwater door middel van waterpijlers?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(Bestaande uit 1 gat per m ² , met 20 cm drainagezand en vervolgens opgevuld met verschaald groeimedium.)		
Is de bodem van de groeiplaats ongemoeid gelaten (niet doorgespit/gewoeld)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verwerking groeimedia		
Is het groeimedium minimaal 10 cm boven de hoogst gemeten grondwaterstand aangebracht?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
In geval van slappe bodems, is wapeningsmat/-doek aangebracht?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Is een beluchtingssysteem aangebracht (ten minste 40 cm en maximaal 80 cm onder maaiveld)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Is het groeimedium in lagen van 30 cm aangebracht en met het juiste materieel verdicht?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bomengrond; laagsgewijs licht aandrukken met de bak van de kraan, verdichting max. 1,5 MPa.		
Bomenzand; laagsgewijs verdichten met Wackerstamper, na verdichting max. 2,5 MPa.		
Bomengranulaten; laagsgewijs verdichten met 6-tons trilplaat.		
Indien van toepassing, is scheidingsdoek aangebracht tussen substraat en straatzand?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



Bodemverdichting

De verdichting van de bodem heeft gevolgen voor wortelgroei en de chemische en microbiologische samenstelling van de bodem. Door betreding of door het te zwaar aandrukken/-stampen van de groeiplaats wordt de luchtfractie in de bodem erg laag, waardoor er niet alleen weinig lucht is, maar ook gasuitwisseling tussen bodem en buitenlucht wordt bemoeilijkt. Het rijden met zwaar materieel op een bodem heeft bodemverdichting tot gevolg.

BRL

Met BRL-certificering maakt u aantoonbaar aan opdrachtgevers en toezichhouders dat uw organisatie voldoet aan eisen aan uw proces of product die zijn vastgesteld in specifieke beoordelingsrichtlijnen. Deze eisen zijn met name gericht op de bouw- en infra sector.

RAG-certificaat

Het RAG-certificaat biedt de grootst mogelijke zekerheid aan grond- en structuurverbeteraars, omdat zowel het product als het proces in de keten wordt bewaakt. Het RAG-keurmerk waarborgt de kwaliteit van teeltmedia in de keten, van grondwinning tot bewerking en aflevering bij u op het bedrijf. Alle producten die RAG-gecertificeerd zijn, zijn onkruidarm en voldoen aan een maximaal zoutgehalte. Bovendien zijn zij gegarandeerd vrij van de meest voorkomende quarantaine ziekten. Natuurlijk voldoen de grond- en structuurverbeteraars aan de wettelijke eisen die gesteld worden aan de verontreinigingen met zware metalen, PAK's en minerale oliën. RAG-landscaping producten welke draagkrachtig dienen te zijn, worden middels LWD-meting getoetst op draagvermogen.

Light Weight Deflectometer (LWD)

De LWD is een handig hulpmiddel voor toetsing van de gerealiseerde kwaliteit aan draagkracht van het zandbed en/of fundering. Zo kan op relatief simpele wijze vertrouwen ontstaan of de ontwerputgangspunten haalbaar zijn.

CBR-waarde

De CBR (California Baring Ratio) is een stempeldrukproef die in de Verenigde Staten is ontwikkeld en gebaseerd is op zuiver gebroken steenfractie. Met deze proef wordt het draagvermogen van een bouwstof bepaald. Met CBR wordt geen draagvermogen gemeten, maar een verbrijzelingsgraad. Het is namelijk een proef gebaseerd op indringingsweerstand. Een LWD-meting zegt meer over draagvermogen.

D60/D10

De verhouding tussen de D60 en de D10 geeft de gelijkmatigheid (eentoppigheid) van de bodem weer. Hoe lager het getal, hoe homogener de samenstelling van de bodem is. Het getal geeft de spreiding van de korrelgrootte aan. D60 geeft de korreldiameter aan waarvoor geldt dat 60 % kleiner is dan de waarde. D10 geeft de korreldiameter aan waarbij 10% kleiner is dan die waarde. Als voorbeeld: 60 % van de korrels is kleiner dan 180 µm, 10 % van de korrels is kleiner dan 80 µm. Dan is de D60/D10: 180/80=2,25.

Droge dichtheid

De massa van het gedroogde product, uitgedrukt per volume-eenheid.

Druksterkte

De druk die een element kan weerstaan, uitgedrukt in kn/m².

Fabrikant-Eigen-Verklaring

Een Fabrikant-Eigen-Verklaring (FEV) is een schriftelijke verklaring afgegeven door de producent. De producent verklaart hiermee dat het product voldoet aan de in het Besluit bodemkwaliteit gestelde eisen met betrekking tot de milieuhygiënische kwaliteit van het product. Uit de verklaring blijkt op welke wijze (volgens welke methode en normen) is vastgesteld dat de partij voldoet aan de bij of krachtens het besluit gestelde eisen.

De afnemer die gebruikmaakt van een product dat is voorzien van deze verklaring, weet dat de partij voldoet aan de strenge eisen en voorwaarden gesteld in het Besluit bodemkwaliteit. Het product is toepasbaar op de manier zoals vermeld op het certificaat. De Fabrikant-Eigen-Verklaring is een nieuw type milieuhygiënische verklaring (naast de partijkeuring en de erkende kwaliteitsverklaring) voor bouwstoffen.

Fabrikant-Eigen-Verklaringen kunnen worden afgegeven voor producten waarvan:

- de kwaliteit constant voldoet aan de achtergrondwaarden;
- sprake is van een beheerst productieproces;
- de k-waarden voor alle parameters voldoen aan het k-waardecriterium.

De k-waarde wordt gebruikt om te bepalen of het product een constante kwaliteit heeft en geeft de kans op overschrijding van de samenstellings- en emissie-eisen aan. In deze maat zijn zowel de spreiding van de resultaten als de gemiddelde afstand tot de norm meegenomen. Wanneer wordt voldaan aan het k-waardecriterium, voldoet elke parameter in het product met ten minste 90% betrouwbaarheid aan de maximale waarden en in 90 % van de partijen aan de gestelde eisen in het Besluit bodemkwaliteit.

Ghg

Voor de gemiddeld hoogste grondwaterstand worden jaarlijks de 3 hoogste grondwaterstanden gemiddeld over de periode van 1 april tot en met 31 maart (hydrologisch jaar), het gemiddelde van deze jaarlijkse waarden over een periode van tenminste 8 jaar, waarin geen ingrepen hebben plaatsgevonden, wordt gebruikt als Ghg.

Grondwaterprofiel

Met een grondwaterprofiel wordt bedoeld dat de boom het grondwater kan bereiken en hieruit kan putten voor de vochtbehoefte. Bij dergelijke profielen is de mate van vochtbuffering in de bodem minder van belang.

Grondwaterstand

Hiermee wordt de stand van het grondwater bedoeld. Men dient rekening te houden met de perioden. De grondwaterstand varieert met de seizoenen en met de aanvoer van regenwater. Groeimedia moeten altijd boven de hoogst gemeten grondwaterstand worden aangebracht.

Hangwaterprofiel

Met een hangwaterprofiel wordt bedoeld dat de boom afhankelijk is van water dat in de bodem blijft hangen. Het grondwater is in deze profielen niet bereikbaar voor de boom. Hangwater is het regenwater dat wordt vastgehouden door de bodem.



Lutumgehalte

Alle vaste, anorganische deeltjes in een bodem die kleiner zijn dan 0,002 mm, voor zover ze niet bestaan uit oplosbare mineralen. Bodems met een lutumgehalte groter dan 8 % worden zavelgronden genoemd. Bodems met een lutumgehalte groter dan 25 % worden kleigronden genoemd. De lutumdeeltjes bestaan uit platte plaatjes die op elkaar zitten. Deze deeltjes hebben een negatieve ionenlading. Hierdoor zijn kleigronden doorgaans vruchtbaarder dan zandgronden. Door de negatieve lading van de lutumdeeltjes is de bodem in staat om (positieve) ionen van mineralen die opgelost zijn in het bodemwater te binden aan de lutumfractie. Hierdoor spoelen de voedingsstoffen niet uit, maar blijven ze gebonden aan de kleideeltjes en kunnen worden opgenomen door de boom. De naamgeving van bodems met een bepaald lutumgehalte is als volgt:

- 8-12 % zeer lichte zavel
- 12-17,5 % matig lichte zavel
- 17,5-25 % zware zavel
- 25-35 % lichte klei
- 35-50 % matig zware klei
- > 50 % zware klei

M50 getal (Zandmediaan)

Met een zandmediaan wordt de korrelgrootte bedoeld waarbij 50 % van het gewicht aan zanddeeltjes groter is en 50 % kleiner. De zandmediaan wordt ook wel M50 getal genoemd. Voorbeeld; 1 kilo zand waarvan 500 gram van de korrels een grootte heeft tussen de 50 µm en 220 µm en 500 gram van de korrels een grootte heeft tussen de 220 µm en 2000 µm, heeft een M50 van 220 µm.

Organische stof

Al het dode materiaal in de bodem dat van plantaardige of dierlijke oorsprong is, al of niet omgezet naar andere organische verbindingen.

pH

pH is de zuurgraad welke op diverse manieren bepaald kan worden. Meest gebruikt zijn de volgende methoden:

- pH-KCL: De pH-KCL wordt gemeten door kaliumchloride aan de grond toe te voegen. Deze methode maakt de H⁺ ionen die aan de klei- en humusdeeltjes zitten los, waardoor de gemeten zuurgraad vaak lager uitvalt.
- pH-H2O: pH-H₂O wordt gemeten door water aan het groeimedium toe te voegen. Vervolgens worden de vrije H⁺ ionen gemeten, die zijn gebonden aan de klei- en/of humusdeeltjes.

Poriënvolume

Het poriënvolume geeft het percentage poriën/holle ruimtes weer tussen de vaste bestanddelen waarin wortelgroei kan plaatsvinden en zich water of lucht bevindt. Is dit percentage poriën te laag of zijn deze poriën van een te kleine diameter, dan zal dit de wortelgroei belemmeren. Poriënvolume wordt daardoor ook vaak gelijkgesteld met het doorwortelbaar volume.

Proctordichtheid

De dichtheid van een grondmonster ten behoeve van de funderingsstabiliteit. Als stelregel stelt men dat de ondergrond ten minste 95 à 98 % proctordichtheid moet hebben. Zo wordt overmatige zetting na de werkzaamheden voorkomen.

Respiratiewaarde / stabiliteit

Zuurstofonttrekking door verse delen.

Verslemping

Het vervloeien van de toplaag van de bodem onder invloed van regen of bewatering. Door het water ontmengt de toplaag, waardoor de fijne delen naar boven drijven. Deze fijne deeltjes vormen slecht doorlatende laagjes aan het oppervlak. Bodems met een lutumgehalte tussen ongeveer 8 en 17 % (afslibbaar tussen 12 en 25 %) zijn het meest gevoelig voor verslemping.

Waterbufferend vermogen

De hoeveelheid water die de grond kan opnemen en vervolgens grotendeels kan afgeven aan de boom. Dit vermogen wordt bepaald door het regenwater dat in de bewortelde zone kan blijven hangen (hangwater) en bovendien door het water dat door capillaire opstijging uit het grondwater (indien bereikbaar) de wortelzone kan bereiken.

Zoutgehalte (Cl/L)

Het zoutgehalte wordt gemeten aan de hand van de hoeveelheid mg chloride per liter bodem. Chloride is een zout dat op een lager niveau ook schade bij planten kan veroorzaken. Te veel zout in de bomen kan er voor zorgen dat in een normaal vochtige grond planten verdrogen. Door het hoge zoutgehalte in de bodem is water slecht door de plant opneembaar.

Zuurstofgehalte

Het zuurstofgehalte in de bodem wordt gemeten met een bodemzuurstofmeter en geeft het zuurstofgehalte in de bodemlucht aan. Door diverse bodemchemische processen wordt zuurstof in de bodem verbruikt.

Geraadpleegde bronnen (in alfabetische volgorde):

Bade, T., Tonneijck, F., Middendorp, B. van (z.d.). De kroon op het werk. Subtitel: Werken aan het juiste klimaat voor mensen en bomen. Arnhem: Triple E Productions.

Bruggen, P. van der (2013). Bepaling van eigenschappen boomgranulaten. Vught: Koac-NPC.

BSI Bomenservice (2009). Brochure: De groeiplaatsen van BSI Bomenservice (2^e druk).

BSI Bomenservice. Geraadpleegd op 22 september 2014, van: <http://bsi-bomenservice.nl/>

Den Ouden Groep. Geraadpleegd april 2017, www.denoudengroep.com

Ferrini, F. (21 oktober 2013). Compost as mulch, good results and studies to develop. Geraadpleegd op 22 september 2014, van: <http://www.aboutplants.eu/portal/cms/ENG/content-cultivation/422-compost-as-mulch-good-results-and-studies-to-develop.html>

HTW Infiltratietechniek BV (z.d.). IT Plus Treebox. Geraadpleegd op 22 september 2014, van: <http://www.infiltratietechniek.nl/nl/producten/it-plus-treebox/>

IPC Groene Ruimte. Geraadpleegd mei 2017, www.ipcgroen.nl

Kennisplatform CROW (maart 2012). Combineren van onder- en bovengrondse infrastructuur met bomen. Publicatie 280 (1^e druk). ISBN: 978-90-6628-596-5

Kennisplatform CROW (2011). Standaard RAW Bepalingen; RAW 2010 (1^e druk). ISBN:978-90-66285-67-5

Kennisplatform CROW (december 2014). Standaard RAW Bepalingen 2015 (1^e druk). ISBN:978-90-6628-653-5

Koch-Eurolab; Research en routine lab voor bodem- en diergezondheid (z.d.). Tuinbouw on-line bodemwoordenboek rond en in de bodem. Geraadpleegd op 5 oktober 2014, van: <http://www.eurolab.nl/text-woordenboek-g.htm>

Normen Instituut Bomen. (2014). Handboek Bomen/KBB©. Capelle aan den IJssel, Normen Instituut Bomen.

Prooijen, G.J. van (2012). Stadsbomenvademecum 2A: Groeiplaatsaspecten (1^e druk). Arnhem: IPC Groen. ISBN: 978-90-74481-28-1

Prooijen, G.J. van (2011). Stadsbomenvademecum 2B: Groei en aanplant (1^e druk). Arnhem: IPC Groen. ISBN: 978-90-74481-47-2

Prooijen, G.J. van (2012). Stadsbomenvademecum 3B: Boomverzorging en groeiplaatsverbetering (2^e druk). Arnhem: IPC Groen. ISBN: 978-907-4481-20-5

SIKB (z.d.). Fabrikant-Eigen-Verklaring. Geraadpleegd op 8 april 2015, van: <http://www.sikb.nl/6568>

Tree Ground Solutions (z.d.). Treebox HP. Geraadpleegd op 22 september 2014, van: <http://www.tgs.nl/producten/groeiplaatsvoorziening/treebox-hp/>

Waterblock (z.d.). Watershell Atlantis. Geraadpleegd op 22 september 2014, van: http://www.waterblock.nl/index.php?option=com_content&view=article&id=201&slideopen=1§ionid=4&Itemid=21

Wijkmans, M.H.L. (2 mei 2013). Beproevingcertificaat fundering en grond (bomengranulaat Grauwacke/klei). Vught: Koac-NPC.

Wijkmans, M.H.L. (1 mei 2013). Beproevingcertificaat fundering en grond (bomengranulaat lava/voedingsgrond). Vught: Koac-NPC.

