

Voorwoord

Beste Park- en Groenbeheerder,

Straat- en laanbomen, park- en pleinbomen vormen de ruggengraat van het openbaar groen. Ze hebben een gunstig effect op de leefbaarheid in de stad. Maar de stenige omgeving en de strijd om ruimte in de stad of het dorpscentrum beperkt de overlevingskansen van bomen. Bomen hebben ruimte nodig, zowel boven als onder de grond. Dit wordt vaak vergeten. Bij **een nieuwe aanleg van een park, straat of plein**, worden bomen wel door ontwerpers 'gepland', maar er wordt meestal geen rekening gehouden met de omvang die bomen in de volwassen fase zullen bereiken. Gevolg is: vroegtijdige kapping, permanente snoeizorg, kwijnende bomen of zelfs schade door vallende bomen tijdens een storm. Dit maakt het bomenbeheer zeer duur. Daarom is het bij een nieuwe aanleg heel belangrijk om een eindbeeld van de aangeplante bomen te bepalen. Willen we grote bomen, middelgrote of kleine? Afhankelijk van die keuze kan dan de nodige ruimte voorzien worden. Eens de bomen aangeplant zijn, moeten ze verzorgd worden. **Bomen verzorgen** vraagt heel specifieke expertise. **Technische kennis en specialisatie** van de groenbeheerder is hier een must.

Niet alleen de zorg voor bomen door de groenbeheerder is belangrijk. De **bescherming van bomen** door andere gebruikers van de publieke ruimte is minstens even belangrijk. Al te vaak worden bomen goed beheerd, maar wordt dit beheer teniet gedaan door graafwerken in de wortelzone van bomen waardoor de wortels beschadigd worden en de boom afsterft. Vaak wordt de zone onder de kruin (waar heel wat wortels zitten) gebruikt als stapelplaats voor werkmateriaal bij een bouwwerf. Hierdoor verdicht de bodem; wortels kunnen niet meer 'ademen'; de boom sterft af. Speciale maatregelen die een betere boombescherming garanderen, zijn noodzakelijk. Ook schade door aanrijdingen leidt vaak tot het afsterven van de straat- en laanbomen.

U leest het, de zorg voor bomen in de stedelijke omgeving is een heel belangrijke maar geen eenvoudige opdracht. Daarom werkte het Agentschap voor Natuur en Bos dit Technisch Vademecum Bomen uit. Dit vademecum beschrijft **alle technische beheerrichtlijnen** die nodig zijn om tot een kwalitatief bomenbestand te komen; van bij de aanplant en aanleg tot het moment van de velling van de boom. Het geeft de groenbeheerder de **nodige bagage** om een oordeelkundig bomenbeheer te voeren en geeft duidelijk aan wanneer gespecialiseerde kennis is vereist.

Dit technisch vademecum maakt deel uit van een reeks technische vademecums die het Agentschap voor Natuur en Bos ontwikkelt ter ondersteuning van groenbeheerders. Deze technische vademecums kaderen allen in de beheervisie Harmonisch Park- en Groenbeheer (HPG).

Reeds verschenen in deze reeks zijn:

Vademecum Beheerplanning HPG
Technisch Vademecum Water HPG
Technisch Vademecum Grasland HPG
Technisch Vademecum Integrale Toegankelijkheid HPG

Niet alleen de technische uitvoering van het bomenbeheer is van belang. Er moet ook voldoende aandacht gaan naar de organisatie van dit bomenbeheer. Dit kan door de opmaak van een bomenplan. Het ANB werkte een methodiek uit voor de opmaak van een bomenplan. In dit laatste wordt aangegeven hoe u planmatig werk kan maken van een duurzaam bomenbeleid en –beheer in stedelijke omgeving. Zowel het Technisch Vademecum Bomen als het Bomenplan kwamen tot stand op vraag van en in samenwerking met steden en gemeentes.

Voor u ligt een lijvig werk dat met heel veel zorg is samengesteld door een werkgroep van experts zowel van het Agentschap voor Natuur en Bos als ook van andere administraties en verenigingen. Ik wil alle medewerkers bedanken voor hun bijdrage en hen proficiat wensen met dit mooie resultaat. Ik ben ervan overtuigd dat dit werk een sterke stimulans zal betekenen voor een meer kwalitatief bomenbeheer.

Marleen Evenepoel
Administrateur-generaal
April 2008

Colofon

Een uitgave van
Agentschap voor Natuur en Bos
Koning AlbertII-laan 20 bus 8, Brussel

Redactie
Tom Joye – Inverde vzw
Jos Ramaekers – Nationale Boomgaardenstichting
Peter Van Herp – Sint-Martens-Latem
Jos De Wael - VVOG
Paul Geerts – vakjournalist
Mieke Schauvliege - ANB

Stuurgroep Vademecum Bomen
Ludo De Bosscher – ANB Antwerpen
Luc De Cleene – KAHO Sint-Lieven Hogeschool
Arthur De Haeck – Diagnosecentrum Bomen INBO
Dirk Demeyere – ANB Centrale Diensten
Pieter Jan De Winter – Nationale Bomenbank bv
Paul Geerts – Vakjournalist
Tom Joye – Inverde vzw
Filip Lievens – ANB West-Vlaanderen
Wim Moerdijk – Stad Gent
Marcel Peeraer – VZW Bomen Beter Beheren
Wim Peeters – VZW Boomverzorging
Jos Ramaekers – Nationale Boomgaardenstichting
Mieke Schauvliege – ANB Centrale Diensten
Jan Van Bogaert – Docent groenbeheer
Geert Vanderlinden – VIOE
Peter Van Herp – Sint-Martens-Latem
Alvarez Vanhove – Agentschap Wegen en Verkeer West-Vlaanderen
Eric Van Reusel – Stad Mortsel
Roland Verhaeghe – ANB Oost-Vlaanderen

Foto's
Inverde, tenzij anders vermeld

Vormgeving
Ijsbreker nv

Tekeningen
Johan Van Houtvinck (Ijsbreker)

Prepress en druk
Pootprinters

Gedrukt op 100% gerecycleerd Maco Cyclus Print

Depotnummer
D/2008/3241/048

Copyright
Wij beogen een zo groot mogelijke verspreiding van de inhoud van dit werk.
Overname van teksten moedigen we aan.

Verantwoordelijke uitgever
Yves Decuypere
Agentschap voor Natuur en Bos
Koning AlbertII-laan 20 bus 8 - 1000 Brussel

Inhoudstafel

Voorwoord.....	1
Colofon.....	2
Inhoudstafel.....	3
A	Inleiding..... 11
A.1	Het Technisch Vademecum Bomen 13
A.2	Harmonisch Park- en Groenbeheer en bomen 14
A.2.1	Duurzaamheid..... 15
A.2.2	Dynamiek..... 16
A.2.3	Diversiteit 16
A.2.4	Mensgerichtheid 16
A.2.5	Natuurgerichtheid 17
A.2.6	Milieugerichtheid 17
A.2.7	Organisatiegerichtheid..... 18
A.2.8	Principes, bomen en beheer 18
B	Terreineenheden..... 21
B.1	Alleenstaande boom 22
B.2	Bomengroep..... 23
B.3	Bomenrij..... 23
B.4	Dreef - laan 24
B.5	Straatbomen..... 24
B.6	Parkhout 25
B.7	Boomgaard..... 26
C	Bomen in de planningsfase 29
C.1	Een 'bomentoets' 29
C.2	Keuzes maken vanaf de planningsfase 30
C.3	Een groenconcept op bomenmaat 30
D	Eigenschappen en functies van bomen..... 35
D.1	Mensgericht..... 35
D.1.1	Esthetiek en beeldvorming 35
D.1.2	Beleving en gebruik..... 36
D.1.3	Cultuurhistoriek..... 37
D.1.4	Structuurbepaling en -geleiding 38
D.1.5	Educatie 40
D.1.6	Wetenschap 41
D.1.7	Economische waarde 42
D.2	Natuurgericht..... 42
D.2.1	Natuurwaarde door een verscheidenheid aan biotopen 44
D.2.2	Verbindingen - randeffecten..... 45
D.2.3	Uitwijkplaats..... 46
D.3	Milieugericht 47
D.3.1	Luchtkwaliteit 47
D.3.2	Geluid 49
D.3.3	Temperend effect / wind 49
D.3.4	Schaduw 50
D.3.5	Luchtcirculatie..... 50
D.3.6	Erosie / water 51
D.3.7	Mineralenkringlopen..... 51
D.3.8	Lineaire elementen (bomengroep-bomenrij-dreef) 51
	Uniforme methode voor de waardebeoordeling van bomen..... 52

E	Doelstellingen.....	63
E.1	Onderdelen van een bomenplan	63
E.2	Inventarisatie.....	64
E.3	Visie bepalen	64
E.4	Beheer vastleggen	66
F	Technische handleiding	69
F.1	Basis boommorfologie en -fysiologie.....	69
F.1.1	Algemeen.....	69
F.1.1.1	Morfologie.....	69
F.1.1.2	Fysiologie.....	71
F.1.2	Bladeren.....	73
F.1.2.1	Morfologie.....	73
F.1.2.2	Fysiologie.....	74
F.1.3	Stam en takken.....	75
F.1.3.1	Loofhout	77
F.1.3.2	Ringporig – diffuusporig	78
F.1.3.3	Naaldhout.....	79
F.1.3.4	Floëem	80
F.1.4	Wortels.....	80
F.1.4.1	Morfologie.....	81
F.1.4.1.1	Penwortel.....	81
F.1.4.1.2	Gestelwortels.....	82
F.1.4.1.3	Fijne wortels, haarwortels en wortelharen	84
F.1.4.2	Fysiologie.....	85
F.2	Gespecialiseerd werk vereist gespecialiseerd personeel	86
F.3	Aanleg.....	90
F.3.1	Boomkeuze.....	90
F.3.1.1	Eindbeeld.....	91
F.3.1.1.1	Boomgrootte	94
F.3.1.1.2	Kroonvorm.....	96
F.3.1.1.3	Kroondichtheid.....	98
F.3.1.1.4	Takvrije stamlengte	99
F.3.1.1.5	Andere criteria	99
F.3.1.2	Standplaats.....	100
F.3.1.3	Soortspecifieke eigenschappen	100
F.3.1.3.1	Zoutgevoeligheid.....	101
F.3.1.3.2	Luchtvervuiling.....	102
F.3.1.3.3	Gevoeligheid voor ziekten en plagen	102
F.3.1.3.4	Windgevoeligheid.....	102
F.3.1.3.5	Zuurgraad - pH.....	104
F.3.1.3.6	Bodemverdichting.....	104
F.3.1.3.7	Hinderlijke eigenschappen	104
F.3.1.4	Eindbeelden vastleggen	105
F.3.1.5	Type plantgoed	105
F.3.1.5.1	Maat.....	110
F.3.1.5.2	Naakte wortel/ kluitboom/ containerboom.....	111
F.3.1.5.3	Takvrije stam/ bemantelde stam	114
F.3.2	Kwaliteit plantgoed.....	114
F.3.2.1	Spillen/veren	115

F.3.2.2	Laanbomen.....	116
F.3.2.2.1	Stam.....	116
F.3.2.2.2	Vertakking.....	118
F.3.2.2.3	Wortelgestel.....	119
F.3.2.3	Keuren van leveringen.....	123
F.3.2.3.1	Verloop van de keuring.....	123
F.3.3	Transport en behandeling van plantgoed.....	124
F.3.3.1	Transport.....	125
F.3.3.2	Opslag.....	127
F.3.3.2.1	Inkuilen.....	129
F.3.3.3	Behandeling tijdens het planten.....	130
F.3.4	Standplaatsvoorbereiding.....	130
F.3.4.1	Kwaliteitsbeoordeling standplaats.....	130
F.3.4.1.1	Bodemeigenschappen.....	130
F.3.4.1.2	Bodemverdichting.....	133
F.3.4.1.3	Water.....	136
F.3.4.1.4	Bodemlucht.....	139
F.3.4.1.5	Mineralenvoorziening.....	141
F.3.4.1.6	Doorwortelbaar bodemvolume.....	144
F.3.4.1.7	Biologische kwaliteit.....	151
F.3.4.2	Plantput.....	152
F.3.4.2.1	Grootte.....	153
F.3.4.2.2	Wanden.....	153
F.3.4.2.3	Bodem.....	154
F.3.4.2.4	Drainage.....	155
F.3.4.2.5	Beluchting.....	156
F.3.4.2.6	Verharding.....	159
F.3.5	Aanplant.....	160
F.3.5.1	Planttijdstip.....	160
F.3.5.1.1	Najaars- of voorjaarsaanplant?.....	160
F.3.5.2	Het aanplanten van de boom.....	161
F.3.5.2.1	Plantdiepte.....	161
F.3.5.2.2	Oriëntatie.....	162
F.3.5.2.3	Bomen met naakte wortel.....	162
F.3.5.2.4	Kluitbomen.....	163
F.3.5.2.5	Containerbomen.....	164
F.3.5.2.6	Opvullen van de plantput.....	164
F.3.5.2.7	Planten van poten van populier en staken van wilg.....	165
F.3.5.3	Snoei bij aanplanting.....	166
F.3.5.4	Draaiwortels.....	166
F.3.5.5	Vastmaken van de boom.....	168
F.3.5.5.1	Palen.....	168
F.3.5.5.2	Aanbindmateriaal.....	171
F.3.5.5.3	Kluitverankering.....	173
F.3.5.6	Watervoorziening.....	174
F.3.6	Specifieke aandachtspunten.....	177
F.3.6.1	Plantafstand.....	177
F.3.6.1.1	Dreef/laan/bomenrij.....	177
F.3.6.1.2	Boomgroepen.....	180

F.3.6.2	Lichtgebrek bij aanplantingen naast bestaande bomen	180
F.3.6.2.1	Dreefbomen in het bos	181
F.3.6.2.2	Straatbomen in een groene omgeving	182
F.3.6.3	Boomgaard	183
F.3.6.3.1	Hoogstam-halfstam-laagstam	183
F.3.6.3.2	Onderstam	184
F.3.6.3.3	Fruitsoort	184
F.3.6.3.4	Plantdiepte	186
F.3.6.3.5	Plantverbanden bij boomgaarden	186
F.4	Onderhoud	186
F.4.1	Verzorging eerste jaren na aanplant	189
F.4.1.1	Vervanging van jonge bomen	189
F.4.1.2	Boompaal en -band	191
F.4.1.3	Kroonontwikkeling	192
F.4.1.4	Boomspiegel	193
F.4.1.5	Watervoorziening	194
F.4.2	Snoei	194
F.4.2.1	Waarom snoeien?	194
F.4.2.2	Reactie van een boom op snoei	195
F.4.2.2.1	Afgrendeling	195
F.4.2.2.2	Wondweefsel- wondovergroeiing	200
F.4.2.2.3	Evenwicht kroon-wortels	202
F.4.2.3	Werkwijze	202
F.4.2.3.1	Snoeitijdstip	202
F.4.2.3.2	Snoeitechniek	204
F.4.2.4	Begeleidingssnoei	208
F.4.2.4.1	Vrije doorrijhoogte – takvrije stamlengte	208
F.4.2.4.2	Tijdelijke kroon	210
F.4.2.4.3	Werkwijze	211
F.4.2.4.4	Achterstallige snoei	218
F.4.2.4.5	Bemantelingssnoei	219
F.4.2.5	Onderhoudssnoei	219
F.4.2.5.1	Probleemtakken in de blijvende kroon	200
F.4.2.5.2	Uitlichten	221
F.4.2.5.3	Uitdunnen	223
F.4.2.5.4	Innemen	223
F.4.2.5.5	Snoei bij fruitbomen	225
F.4.2.5.6	Opslag aan de stamvoet	228
F.4.2.5.7	Wilde scheuten	229
F.4.2.5.8	Regressie	229
F.4.2.6	Snoeivormen	231
F.4.2.6.1	Knotbomen	232
F.4.2.6.2	Leibomen	234
F.4.2.6.3	Kandelaren	239
F.4.2.6.4	Geschoren vormen	243
F.4.3	Wondverzorging	246
F.4.3.1.1	Wondrand – wondoppervlak	246
F.4.3.1.2	Holten	246
F.4.3.1.3	Wondverzorgingsmiddel	248

F.4.4	Boomcontrole.....	250
F.4.4.1	Aansprakelijkheid van boombeheerders	250
F.4.4.2	Visuele boombeoordeling.....	250
F.4.4.2.1	Beoordelen van de structuur: herkennen van defectsymptomen en beschadigingen	253
F.4.4.2.2	Beoordelen conditie	262
F.4.4.3	Boomcontrole met meetinstrumenten	266
F.4.5	Ziekten en plagen.....	269
F.4.5.1	Schimmels.....	269
F.4.5.1.1	Bladvlekkenziekten.....	270
F.4.5.1.2	Roestziekten	271
F.4.5.1.3	Meeldauw	271
F.4.5.1.4	Bastnecrose of schorsbrand	272
F.4.5.1.5	Kankers en woekeringen	272
F.4.5.1.6	Vaat- en verwelkingsziekten.....	273
F.4.5.1.7	Heksenbezems.....	274
F.4.5.1.8	Houtrotschimmels.....	274
F.4.5.2	Bacteriën en virussen.....	276
F.4.5.3	Nematoden.....	279
F.4.5.4	Insecten en mijten.....	279
F.4.6	Standplaatsverbetering.....	283
F.4.6.1	Uitbreiden van het doorwortelbare bodemvolume.....	284
F.4.6.2	Verbeteren van de fysische bodemeigenschappen	286
F.4.6.2.1	Bodemverdichting.....	286
F.4.6.2.2	Bemesting.....	290
F.4.6.2.3	Drainage	290
F.4.6.2.4	Irrigatie	291
F.4.6.2.5	Grond uitwisselen	292
F.4.6.3	Verharding op de plantplaats.....	293
F.4.6.3.1	Doorlaatbaarheid	293
F.4.6.3.2	Verharding vereist verdichting.....	295
F.4.6.3.3	Speciale grondmengsels	295
F.4.6.3.4	Standplaatsconstructies.....	298
F.4.7	Boomspiegel verzorgen	300
F.4.7.1	Beplanten.....	301
F.4.7.2	Hakken en wieden.....	302
F.4.7.3	Mulchen.....	303
F.4.7.4	Boomrooster	305
F.4.8	Beschermen van bomen	307
F.4.8.1	Reguliere bescherming	307
F.4.8.1.1	Schade aan de stamvoet en de boomspiegel.....	307
F.4.8.1.2	Vandalisme	308
F.4.8.1.3	Urineschade	308
F.4.8.1.4	Vee- en wildschade.....	309
F.4.8.1.5	Parkeerschade	312
F.4.8.1.6	Maaischade	314
F.4.8.2	Bescherming van bomen bij werken	317
F.4.8.2.1	Planning van boombehoud en –bescherming.....	317
F.4.8.2.2	Vorbereidende boomverzorgende werken	319
F.4.8.2.3	Beschermingszone.....	319

F.4.8.2.4	Bodemverdichting.....	323
F.4.8.2.5	Grondwerken.....	324
F.4.8.2.6	Kabels en leidingen.....	330
F.4.8.2.7	Waterhuishouding.....	333
F.4.9	Verankeren van volwassen bomen en takken.....	336
F.4.9.1	Verankeren en ondersteunen van bomen.....	336
F.4.9.1.1	Verankering.....	337
F.4.9.1.2	Ondersteuning.....	337
F.4.9.2	Kroonverankering.....	338
F.4.9.2.1	Starre verankering.....	338
F.4.9.2.2	Losse verankering.....	339
F.4.10	Verplanten, rooien en vervangen van bomen.....	340
F.4.10.1	Solitair.....	341
F.4.10.2	Boomgroep.....	342
F.4.10.3	Bomenrij/dreef/laan.....	343
F.4.10.4	Parkhout.....	344
F.4.10.5	Boomgaard.....	345
F.4.10.6	Behouden van de stam bij velling.....	345
F.4.10.7	Verplanten van volwassen bomen.....	347
F.4.10.7.1	Vorbereiding op verplanting.....	347
F.4.10.7.2	Het verplanten.....	349
F.4.10.7.3	Nazorg.....	350
F.4.11	Materiaal en gereedschap.....	350
F.4.11.1	Gereedschap.....	350
F.4.11.1.1	Snoeischaren.....	350
F.4.11.1.2	Snoeizagen.....	351
F.4.11.1.3	Stokzagen.....	352
F.4.11.1.4	Motorkettingzaag.....	352
F.4.11.2	Toegang tot de werkplek.....	354
F.4.11.2.1	Ladder.....	354
F.4.11.2.2	Hoogtewerker.....	355
F.4.11.2.3	Klimtechnieken.....	355
F.4.11.2.4	Klimsporen.....	356
G.	Technische fiches.....	357
G.1	Kwaliteit plantgoed: spullen en veren.....	359
G.2	Kwaliteit plantgoed: laanbomen.....	361
G.3	Inkuilen.....	365
G.4	Plantput.....	365
G.5	Aanplanten van een boom.....	367
G.6	Steunpalen.....	369
G.7	Drainage.....	371
G.8	Beluchting.....	373
G.9	Correcte snoeitechniek.....	373
G.10	Begeleidingssnoei.....	375
G.11	Onderhoudssnoei.....	377
G.12	Snoeivormen.....	379
G.13	Visuele boombeoordeling.....	383
G.14	Ziekten en plagen.....	385

G.15	Eikenprocessierups	387
G.16	Kwaliteitsbeoordeling standplaats.....	389
G.17	Standplaatsverbetering	391
G.18	Verzorging van de boomspiegel	393
G.19	Bescherming van bomen bij werken	395
G.19	Verankeren van volwassen bomen en takken	397
G.20	Verplanten van volwassen bomen	399
G.21	Materiaal en gereedschap.....	401

Achtergrondinformatie

Bomen en fijn stof	47
Uniforme methode voor de waardebeoordeling van bomen	52
Het generatievermogen van bomen	72
Kernhout en spinhout	76
Hoe ver strekken boomwortels zich uit?	83
Mycorrhiza	85
Praktijkvoorbeeld van een lange-termijnonderhoudscontract in Mortsel.....	89
Grootte van bomen	95
Vegetatieve vermeerdering.....	97
Types plantgoed.....	106
Rekenvoorbeeld waterbehoefte – doorwortelbaar bodemvolume	145
Schade door boomwortels	148
Zonnebrand	176
Verenigbaarheid.....	185
Takaanhechting.....	196
Afgrending van wonden in het spinhout (CODIT)	197
Bolvormen	229
De 'erfenis' van de boombeheerder.....	230
Toppen en afzagen van gesteltakken	240
Verwerking van snoeihout en bladafval	244
Injecteren	249
Boomvriendelijke boordstenen.....	264
Checklist visuele boomcontrole	282
Standplaats of groeiplaats?	283
Wortelgeleiding.....	299
Bescherming van de gesteltakken.....	323
Wortelsnoei	335
Vellen en vervangen van dreven in Vordenstein.....	344
Persoonlijke beschermingsmiddelen bij het gebruik van de motorkettingzaag	353
Verklarende woordenlijst.....	403
Boomsoortenregister.....	409
Tabellenlijst	411
Literatuur	413



A Inleiding

A.1 Het Technisch Vademecum Bomen

Dit vademecum richt zich tot de beheerders van parken en openbaar groen, die geconfronteerd worden met bomen in alle mogelijke vormen. Er wordt kort ingegaan op boombeleid en het opstellen van doelstellingen. Maar het Technisch Vademecum Bomenbeheer moet in de eerste plaats een werkinstrument worden waarin de beheerder een antwoord vindt op al zijn technische vragen bij het beheer van zijn bomenbestand. De beheerder vindt er richtlijnen voor een goed onderbouwd bomenbeheer dat het welzijn van de boom zoveel mogelijk verzoent met de menselijke eisen die eraan gesteld worden. Alle stellingen en beheerrichtlijnen worden uitgebreid onderbouwd, zodat een beheerder niet alleen weet 'hoe' een bepaalde ingreep moet gebeuren, maar ook 'waarom'. Als een beheerder over een bepaald onderwerp meer wetenschappelijke en gedetailleerde informatie wenst, verwijzen wij door naar de gespecialiseerde literatuur.

Een belangrijke vraag die een antwoord moet krijgen voor we verder kunnen gaan met het bomenbeheer is: "Wat is een boom?" Er circuleren vele definities van 'boom' en geen enkele wordt algemeen geaccepteerd. Enkele aspecten komen echter altijd terug, zoals de aanwezigheid van een of meerdere overblijvende houtige stammen, die een secundaire diktegroei vertonen. Soms behoren ook een minimale hoogte of dikte tot de criteria, net als de boomsoort. Verder wordt gesproken over vertakkingen op een 'zekere' hoogte boven de grond.



*Monumentale eik
(Foto Peter Van Herp)*

Voor dit Vademecum wordt een definitie gehanteerd die een boom als groeivorm ziet, dus onafhankelijk van soorten.

Een boom is een plant met één of enkele houtige stammen die een secundaire diktegroei vertonen. De stam of stammen zijn duidelijk te onderscheiden en overheersen het boombeeld door hun volume. Een boom kan vrij uitgroeiend zijn of niet vrij uitgroeiend zijn. Bij een niet vrij uitgroeiende boom wordt de boomgroei beperkt door de randvoorwaarden. Als er bijvoorbeeld verkeer onderdoor moet, zal de stam gedeeltelijk takvrij moeten zijn.

Hakhout of struiken, die reeds van op de grond vertakken en geen duidelijke stammen hebben, vallen voor dit vademecum buiten de definitie van bomen. Er wordt ook geen minimale stamlengte of boomhoogte gehanteerd.

A.2 Harmonisch Park- en Groenbeheer en bomen

In 2001 werd de beheervisie van het Agentschap voor Natuur en Bos uitvoerig beschreven in het **Vademecum Beheerplanning van het Harmonisch Park- en Groenbeheer**. In wat volgt wordt deze beheervisie toegelicht en vertaald naar bomen toe.

In het Vademecum Beheerplanning HPG is het beheer van bomen enkel in het item ‘Natuurgerichte maatregelen’ opgenomen. De principes waaruit de beheervisie is opgebouwd, zijn van toepassing voor alle groenelementen. Bij straat- en laanbomen, vaak de belangrijkste component van het bomenbestand in een gemeente, is enige nuancering van deze principes gepast. De basis van de parkaanleg wordt gevormd door inheemse bomen. Uitheemse bomen zijn ook welkom, maar kunnen niet de hoofdcomponent zijn van het park. Daarnaast wordt in de beheervisie expliciet beschreven dat bomen oud moeten kunnen worden, ze moeten maximale overlevingskansen krijgen.

Ondanks de schijnbare incompatibiliteit tussen HPG en het beheer van bomen in een stedelijk milieu (zeker voor straat- en laanbomen) zijn er heel wat verwijzingen in de beheervisie die kunnen toegepast worden.

In het HPG staan 6 basisbegrippen centraal: duurzaamheid, dynamiek, diversiteit, mensgerichtheid, natuurgerichtheid en milieugerichtheid. Vaak wordt organisatiegerichtheid hier nog als 7de basisbegrip aan toegevoegd. Straat- en laanbomen zijn omringd door harde infrastructuren die hun groeikansen beperken en zelfs bedreigen. Principes als ‘behoud van de standplaatsgeschiktheid’ of ‘de basis voor de aanleg wordt bepaald door inheemse boomsoorten’ gaan voor straat- en laanbomen niet altijd op Plataan, valse acacia en andere boomsoorten uit warmere gebieden doen het bijvoorbeeld uitstekend in ons stedelijk milieu.

Het uitgangspunt moet steeds zijn dat, gelet op de omstandigheden, bomen voldoende garanties krijgen om te groeien en om een bepaald kwaliteitsniveau te bereiken. Essentieel is dat bomen pas op lange termijn volgroeid zijn. Het beheer moet hierop afgestemd worden. Bij de aanleg moet rekening gehouden worden met de ruimte, die een volwassen boom zowel boven- als ondergronds nodig heeft.

Hieronder overlopen we alle basisbegrippen en hun betekenis voor individueel beheerde bomen. Indien het principe niet of gedeeltelijk van toepassing is voor straat- en laanbomen wordt dit aangegeven.

A.2.1 Duurzaamheid

Bijna alle principes die betrekking hebben op duurzaam groenbeheer zijn rechtstreek van toepassing op het beheer van bomen:

- Duurzaam bomenbeheer is gericht op het in standhouden van de gewenste bomen op een zo hoog mogelijk kwaliteitsniveau.
- De duurzaamheid van het bomenbestand wordt versterkt door het ontwikkelen van een totaalvisie op het bomenbestand in relatie met de omgeving.
- Een duurzaam bomenbeheer baseert zich op een evenwicht tussen de eigenheid van de bomen, de gedetecteerde maatschappelijke behoeftes en de draagkracht van het groen/park.
- Een duurzaam bomenbeheer gaat uit van het behoud van de standplaatskwaliteit.
- De duurzaamheid van bomen wordt versterkt door de aanleg, eventuele heraanleg en beheer af te stemmen op de biotische en abiotische randvoorwaarden gesteld door het terrein en de omgeving.
- De duurzaamheid van bomen in parken en plantsoen wordt versterkt door het toepassen van een natuurgericht beheer. Bij straat – en laanbomen moet hiervan soms worden afgeweken (bv. gebruik van een aangepast bomensubstraat, verwijderen bladval om veiligheidsredenen, snoeien, enz.).
- De duurzaamheid van bomenbeheer wordt versterkt door het streven naar een maatschappelijke acceptatie van de aanwezigheid van bomen en van het gevoerde beheer. Informatie, communicatie en participatie zijn daartoe de instrumenten. Wijzigingen in het beheer worden begeleid door een voorlichtingscampagne naar omwonenden toe.
- De motor voor het duurzaam beheren van bomen is het bomenplan.

Het optimaliseren van het bomenbestand is in een (ver)stedelijk(t)e omgeving een grote uitdaging. Bomen worden bedreigd door tal van factoren. Denk maar aan de vele bomen die afsterven als direct of indirect gevolg van een verkeersschade of door schade ten gevolge van bouwwerken. Vaak moeten bomen wijken voor bouwprojecten, of gewoon omdat ze hinder bezorgen aan buurtbewoners. Om een duurzaam bomenbestand op peil te houden is een duidelijke visie onmisbaar. De visie wordt vastgelegd in een bomenplan.

Bomen in een stedelijke omgeving roepen soms nogal wat controverse op waardoor het afstemmen van noden en wensen moeilijk is. Deze tegenstrijdige houding maakt het afstemmen van de noden en de wensen in verband met bomen dikwijls moeilijk. Om een groot draagvlak voor een bomenplan te realiseren is actieve, eerlijke communicatie dan ook een vereiste. Deze communicatie is noodzakelijk met bewoners maar ook met alle betrokken overheidsdiensten en nutsmaatschappijen. Al te vaak worden bomen langs straten onherstelbare schade berokkend door wegenwerken, trekken van leidingen, enz. Om dit te vermijden is het belangrijk dat alle betrokkenen meewerken.

HPG gaat uit van een behoud van de standplaatskwaliteit en van standplaatsgeschiktheid. Het behoud van de standplaats is een uitgangspunt bij bomen in parken en plantsoenen en bij bomen in landelijk gebied. Dit principe gaat niet op bij straat- en laanbomen in stedelijk gebied. De standplaats is bijna altijd dermate verstoord dat een aanpassing van de standplaats noodzakelijk is, wil men bomen doen groeien. Standplaatsgeschiktheid is wel een belangrijk uitgangspunt, belangrijker dan behoud van de standplaats en het inheems zijn.

Bij het beheer van alleenstaande bomen wordt binnen HPG steeds gestreefd naar een natuurgericht beheer. Het natuurgericht beheer vertaalt zich in respect voor de habitus van de boom. Er wordt gestreefd naar zoveel als mogelijk vrij uitgroeiende bomen. Snoeivormen kunnen, maar zijn niet het hoofdbestanddeel van het bomenbestand.

Er wordt uitgegaan van een continuïteit in het beheer. Deze continuïteit wordt bekomen door een geleidelijke verjonging van het bomenbestand door te voeren. Dit kan door een gevarieerde leeftijdsopbouw na te streven (zie ook A.2.3 Diversiteit).

A.2.2 Dynamiek

Het beheer van bomen is geen statisch gegeven. Boombeheer moet open staan voor de geldende tijdsgeest en nieuwe inzichten en ontwikkelingen. Denk maar aan de introductie van exoten in tuinen van rijke industriëlen in het begin van de 19de eeuw als uiting van hun rijkdom of meer recent het gebruik van bomen in stedelijke omgeving als stofvanger. De vraag van bewoners naar bomen, ook op plekken met beperkte mogelijkheden, stimuleert beheerders en kwekers o.a. tot het zoeken naar aangepaste kroonvormen of manieren om de standplaats in de stedelijke omgeving te optimaliseren. HPG erkent deze wijzigende behoeftes en functies op vlak van bomen en houdt er rekening mee, echter wel zonder klakkeloos trends en modes te volgen.

Duurzaamheid en dynamiek zijn op het eerste zicht tegenstrijdige begrippen, dit vereist een evenwichtige beleidsuitwerking gericht op continuïteit van de grote lijn (het fundament) met flexibiliteit in de detailuitwerking.

A.2.3 Diversiteit

HPG – principes gericht op diversiteit hebben bij bomen te maken met diversiteit in soorten, leeftijd, functies en structuren. Bij straat- en laanbomen is de diversiteit in structuren minder uitgesproken

Bomen zijn een belangrijke component binnen de groenstructuur in de stedelijke omgeving. Bomenrijen, bomengroepen, alleenstaande bomen, straat- en laanbomen maken deel uit van deze structuur. Net de afwisseling tussen bomenrijen, bomengroepen, alleenstaande bomen en straat- en laanbomen in de stedelijke omgeving zorgen voor structuurdiversiteit. Dit betekent dat structuurdiversiteit in de eerste plaats bekomen wordt door de manier van aanplanten (plantafstand en plantverband).

Een goede leeftijdsverdeling is belangrijk voor het bomenbestand. Als het grootste deel van het bomenbestand in de aftakelingsfase zit bijvoorbeeld, dan zal de verjonging over grote delen van de stad op hetzelfde tijdstip moeten gebeuren. Dat zal een heel sterke invloed hebben op de boomstructuur. Ook om organisatorische redenen is een leeftijdsspreiding te verkiezen.

HPG gaat uit van een gevarieerde soortensamenstelling. Deze soortenvariatie wordt ingegeven vanuit natuurdoelstellingen. Ook voor straat- en laanbomen is dit van belang. Soortendiversiteit brengt automatische structuurdiversiteit met zich mee. Het is ook een vorm van risicobeheersing. De kans dat grote delen van het stedelijke bomenbestand verdwijnen ten gevolge van een soortspecifieke aantasting (bv. iepenziekte, bloedingsziekte, bacterievuur, enz.) wordt bij een gevarieerde soortensamenstelling beperkt.

A.2.4 Mensgerichtheid

Bomen in de publieke ruimte en mensgerichtheid spreken elkaar absoluut niet tegen.

Volgende principes gelden ook voor bomen:

- De cultuurhistorische en landschappelijke elementen worden prioritair behouden en krijgen een aangepast beheer en in sommige gevallen een juridische bescherming.
- Alle voorzorgen worden genomen en aan alle voorschriften wordt voldaan om parkgebruikers, bewoners of passanten een maximale fysieke veiligheid te waarborgen. HPG gaat uit van een optimale veiligheid, zeker voor bomen in stedelijke omgeving.

Bomen, zeker solitairen maar ook bomengroepen, dreven en laan- en straatbomen bepalen in grote mate het beeld en de structuur van een park, het openbaar groen en van de publieke ruimte. Zij zijn beeldbepalend. Het behouden en waar nodig aanvullen van deze beeldbepalende bomen is dan ook uitermate belangrijk wil men de park- of landschapstructuur behouden, herstellen of versterken.

Bomen in een stedelijke omgeving hebben een belangrijke educatieve functie. Zij zijn in zekere zin de 'belichaming' van natuur in de stad. Zij vormen voor veel stedelingen vaak het enige teken van de wisselende seizoenen. Ook kan de aanwezigheid van verschillende boomsoorten in de stad de eerste kennismaking zijn met 'biodiversiteit'. Dit educatieve aspect mag niet onderschat worden. Dit wordt door HPG erkend en moet uitgebouwd te worden.

De verkeersgeleiding van bomen wordt binnen HPG expliciet erkend als een mogelijke functie. Dit kan echter niet eenzijdig bekeken worden. HPG staat ook voor een verweving van functies.

A.2.5 Natuurgerichtheid

- Natuurgerichte maatregelen beogen het instandhouden en/of verhogen van de biodiversiteit.
- Bomen met een hoge natuurwaarde moeten behouden worden en een aangepast natuurvriendelijk beheer krijgen.
- Bomen moeten oud kunnen worden. Ze moeten maximale overlevingskansen krijgen. Dit gaat zeker op voor alleenstaande bomen, bomengroepen en dreven. Bij infrastructuur- of wegenwerken moet er extra aandacht gaan naar boombescherming.
- Inheemse/autochtone soorten (vooral in parken en grote groengebieden) worden zoveel als mogelijk toegepast, ook in stedelijke omgeving. Pas na een bewuste afweging wordt gekozen voor exoten en cultuurvariëteiten.
- Bij afgestorven bomen moet afgewogen worden of zij als liggend of staand dood hout kunnen behouden worden (rekening houden met veiligheidsaspect) en op die manier een meerwaarde betekenen voor de biodiversiteit in het park.
- Spontane vestiging en ontwikkeling wordt waar mogelijk bevorderd.

A.2.6 Milieugerichtheid

Het milieugerichte karakter van boombeheer beoogt te voldoen aan de algemene zorgplicht voor het milieu ingeschreven in het milieubeleidsplan.

Sinds 2001 geldt het decreet houdende 'de vermindering van het gebruik van bestrijdingsmiddelen door openbare diensten' in het Vlaamse Gewest. Het decreet regelt een nulgebruik van pesticiden vanaf 2004 tenzij een stapsgewijze afbouw tot 2015 wordt goedgekeurd.

Een ander milieuaspect is het bereiken van een gesloten mineralenkringloop. Dit is mogelijk in parken en groengebieden door het beperken van snoei, laten liggen van blad- en takafval, het laten staan van dood hout en niet bemesten.

HPG staat tevens voor het optimaliseren van het leefmilieu. Bomen vervullen hierin een belangrijke rol onder de vorm van luchtverversing en klimaatbeheersing, CO₂-vastlegging, luchtfiltering en het afvangen van fijn stof.

A.2.7 Organisatiegerichtheid

Een degelijk bomenbeheer vraagt om een duidelijke en goed uitgebouwde organisatie. De volgende principes zijn daarbij belangrijk:

- de uitbouw van scholingsmogelijkheden, gezondheids- en veiligheidsrichtlijnen;
- inzet van de juiste expertise;
- aandacht voor rentabiliteit;
- bij het opstellen van een balans zowel kosten als baten van individueel beheerde bomen opnemen;
- een lastenboek der werken opmaken;
- uitgebreid en duidelijk bestek inclusief de vereiste beschermingsmaatregelen;
- jaarplannen opmaken.

A.2.8 Principes, bomen en beheer

De principes van het Harmonisch Park- en Groenbeheer zijn geen dogma's. Ze zijn een leidraad die helpen bij het maken van keuzes voor kwalitatief bomenbeheer. Na een grondige studie, een correcte waardering, een juiste afweging en onderbouwing van de doelstellingen stellen ze de beheerder in staat de juiste beheerdoelstellingen en –richtlijnen op te stellen.



B Terreineenheden

Het opmetingsplan vormt de basiskaart voor alle verdere stappen in het beheer van parken en openbaar groen. Door hierop elke terreineenheid exact te lokaliseren, te typeren en op te meten, bekom je als beheerder een onmisbaar werkinstrument voor alle verdere stappen in de beheerplanning. Binnen het Harmonisch Park- en Groenbeheer is de terreineenheid de eenheid van beheer. Terreineenheden worden opgedeeld in vlakvormige, lijnvormige en puntvormige terreineenheden.

In dit vademecum worden zes terreineenheden uit het Vademecum Beheerplanning behandeld:

- twee puntvormige terreineenheden: alleenstaande boom en bomengroep;
- twee lijnvormige terreineenheden: bomenrij en dreef of laan;
- twee vlakvormige terreineenheden: parkhout en boomgaard.

Daarnaast wordt een terreineenheid 'straatbomen' gecreëerd omwille van het specifieke beheer dat zij vragen. Om misverstanden te vermijden, wordt hieronder duidelijk gedefinieerd wat in het kader van dit vademecum wél, maar vooral ook wat niet onder de verschillende terreineenheden thuishoort.

Tijdens de typering van de terreineenheden is het aan de beheerder om bij twijfel de knoop door te hakken. Elk type terreineenheid heeft eigen aandachtspunten en accenten, maar de typering van de terreineenheid zal geen fundamenteel ander beheer met zich meebrengen.



Een twijfelgeval: als terreineenheid kan je voor deze oude eikenhakhoutstoof kiezen voor hakhout, alleenstaande meerstammige boom of bomengroep

B.1 Alleenstaande boom

Een alleenstaande of solitaire boom is een boom die is uitgegroeid zonder zichtbare beïnvloeding door andere bomen. We spreken hierbij over het eindbeeld: een volwassen boom die de ruimte gekregen heeft om zich te ontwikkelen.

Solitaire bomen zijn meestal niet de restanten van een groter geheel zoals een bos of een houtkant. Ze worden om specifieke redenen op een bepaalde plaats aangeplant. De bedoeling is vaak om de aandacht te trekken, bijvoorbeeld door hun omvang, vorm of kleur. Dit betekent niet dat een dergelijke solitair noodzakelijkerwijs in zijn eentje staat. Hij kan ook de blikvanger zijn in een rij of een groep bomen.

Alleenstaande boom



Hoewel deze aftakelende Amerikaanse eik niet alleen staat, kan je hem toch als solitair beschouwen.



B.2 Bomengroep

Een bomengroep wordt in het Vademecum Beheerplanning omschreven als een 'ruimtelijk afgescheiden en beperkte hoeveelheid bomen bij elkaar'. Er moet dus een samenhang zijn tussen bomen in mekaars onmiddellijke omgeving en de groep moet te onderscheiden zijn van andere bomen. Over hoeveel bomen het gaat, valt moeilijk vast te leggen. Dat is afhankelijk van de context. Houd wel in het achterhoofd dat het hier gaat om een puntvormige terreineenheid.



Bomengroep

B.3 Bomenrij

De benaming 'bomenrij' spreekt voor zich. Dit is een 'rij van bomen', zonder meer. Vanaf wanneer spreken we van een bomenrij? Als er drie of meer bomen op een rij staan, maakt niet uit waar of hoe. Uiteraard moet er een zekere samenhang bestaan tussen de elementen van de bomenrij. Drie bomen die 100 m uit elkaar staan, zijn bezwaarlijk nog als één terreineenheid te zien.

Wat in dit vademecum niet onder deze terreineenheid valt zijn hagen, houtkanten en houtwallen. Ook al bestaan ze meestal uit boomsoorten, hun beheer verschilt sterk van dat van rijen opgaande bomen. Deze terreineenheden zullen behandeld worden in een volgend vademecum.



Bomenrij

B.4 Dreef - laan

Een dreef of laan bestaat uit een of meerdere bomenrijen langs een weg. Vaak gaat het om relatief oude bomen, die in een grazige berm staan.

Dreef



B.5 Straatbomen

Ook straatbomen worden opgenomen in dit vademecum. Straatbomen kunnen alleen of in groep staan of een rij vormen. In die zin kunnen ze ook geplaatst worden onder elk voorgaand type terreineenheid. Wat betreft beleidsvisie en beheervorm zijn er echter belangrijke verschillen met de andere terreineenheden.

Voor dit vademecum worden straatbomen gedefinieerd als bomen in een verstedelijkte context. Het kan dus gaan om stadsbomen of om bomen in een eerder landelijke omgeving. Ze staan in een plantvak of een plantstrook omgeven door verharde oppervlaktes of in een berm, maar altijd in een door de mens beïnvloede omgeving met vaak verdichte bodems, wegfunderingen, rioleringen, huizen, oprit-ten, voet- of fietspaden, nutsleidingen, enz. Dit zorgt voor enkele specifieke beheerproblemen.



Straatbomen staan in een omgeving die zeer sterk door de mens beïnvloed is.

B.6 Parkhout

Meestal wordt de term parkhout of parkbos heel breed gebruikt. In dit vademecum wordt de term gebruikt voor een open bos met monumentale bomen, die van in het begin ruim geplant werden en vaak sterk opgesnoeid zijn. Men zou het een 'geperfectioneerde versie van het bos' kunnen noemen waarbij het esthetische aspect primeert. De bedoeling was de bezoeker te overweldigen bij het betreden van het bos.

Het beheer moet er dan ook op gericht zijn dat de individuele bomen door gerichte maatregelen hun volle wasdom kunnen bereiken en dat oude, monumentale bomen in de mate van het mogelijke behouden worden. Deze terreineenheid vraagt een specifiek beheer in vergelijking met het 'klassiek' bosbeheer (hooghout, middelhout, hakhout, gemengd bos, enz.). Dikwijls worden bijzondere soorten of cultivars aangeplant. De bomen worden aangeplant als solitair en vaak ook zo beheerd. Zelfs in een volgroeid parkhout is de kroonsluiting meestal niet volledig.

Hoewel openheid heel belangrijk is en een nevenetage vaak ontbreekt, kunnen struiken voorkomen, veelal exoten en groenblijvende heesters. Deze struikmassieven worden heel doordacht aangeplant. Veel spontane ontwikkelingen worden aan banden gelegd en er wordt relatief intensief gestuurd en 'getuinierd'.

B.7 Boomgaard

Een boomgaard wordt gedefinieerd als een samenhangende aanplant van hoogstam- of halfstam fruitbomen. Als 'samenhangende aanplant' sluit een boomgaard aan bij de terreineenheid bomengroep, die echter als puntvormig gezien wordt. Als vlakvormige terreineenheid hanteren we voor dit vademecum een minimum van 6 fruitbomen om over een boomgaard te spreken.

Een fruitboom definiëren we als een voor zijn eetbaarheid geselecteerde cultuurvariëteit van appel, peer, kers, pruim, perzik, nectarine, abrikoos, amandel, mispel, kweepeer, Aziatische peer, okkernoot of tamme kastanje. Aangeplant in een gemengde boomgaard rekenen we ook niet veredelde bomen van okkernoot en tamme kastanje tot het fruit, evenals veredelde en niet veredelde bomen van de zwarte en witte moerbeï en peerlijsterbes.

Boomgaard (Foto NBS)





C Bomen in de planningsfase

In *F.3 Aanleg* wordt uitgebreid ingegaan op nieuwe aanplantingen en de voorwaarden om op lange termijn een geslaagde aanplanting te bekomen. Daarnaast moet de opvolging van bomen gedurende hun levensloop zo stabiel mogelijk blijven. Verder moet er een verweving zijn van het bomenbeleid en -beheer in andere beleidsdomeinen. Deze aspecten worden hieronder belicht.

C.1 Een 'bomentoets'

Bomenbeleidsplannen, -structuurplannen, -beheerplannen en -werkplannen ... het succes staat of valt met de verweving van het bomenbeleid in de dagelijkse besluitvorming. De diverse plannen zijn uiteraard noodzakelijk en nuttig om het beleid te onderbouwen. De realisatie van de doelstellingen hangt vaak af van concrete en dikwijls eenvoudige afspraken tussen de verschillende disciplines en diensten. Basisvoorwaarde is dat de bomen een plaats verwerven in de hoofden van de beleidsmakers. Dit proces hangt nauw samen met de groeiende belangstelling en bezorgdheid van de bevolking over wat gebeurt in hun onmiddellijke omgeving. Mondige burgers kunnen bomen op de agenda plaatsen, ongeacht of ze al dan niet rechtstreeks betrokken zijn. Naarmate hun woonomgeving zijn bomen als herkenningspunten verliest, vergroot ook het draagvlak voor beschermende maatregelen.

Bomen worden bedreigd door een gebrek aan ruimte voor de diverse functies binnen het openbaar domein maar ook door een verschil in 'snelheid' tussen het leven van de boom en de omgeving waarin hij moet opgroeien. Bestuurders wisselen elkaar in snel tempo af, zeker in 'bomentijdrekening'. Ook onze infrastructuur (wegen, voetpaden, nutsleidingen, enz.) wordt binnen relatief korte periodes vernieuwd, heringericht of heraangelegd. Op het ogenblik dat de straatboom de volwassen fase bereikt heeft en de onderhoudskosten sterk dalen, wordt zijn omgeving verstoord. Nochtans hebben bomen, behalve goede groeiomstandigheden, nood aan continuïteit, ruimte en rust. Vaak wordt bij heraanleg tot doel gesteld om de bomen 'maximaal te behouden'. Even vaak gebeurt dit zonder praktische toets of evaluatie van de gevolgen van de werken voor de bomen. Onwetendheid leidt in dergelijk geval tot onherstelbare schade en het verdwijnen van de bomen, dikwijls onbedoeld. Het gewenste eindbeeld wordt hierdoor niet bereikt en men moet van vooraf aan starten.

Succesvol bomen plannen, planten en behouden vergt een continue wisselwerking met andere beleidsdomeinen dan het park- en groenbeheer. Een boom planten is een langetermijninvestering. Om die investering te laten renderen zijn automatismen of reflexen nodig bij het plannen en afwegen van werken rond bomen. Om dit te bereiken moet de invloed van werken op bomen reeds in een vroeg stadium van de planvorming worden meegenomen in de besluitvorming. Dit kan door een 'bomentoets' of een 'bomeneffectanalyse' in te voeren.

De overheid kan hiervoor diverse vergunningsystemen uit andere regelgeving hanteren. Ze kan bijvoorbeeld voorwaarden opleggen inzake graafwerken bij de aanleg van nutsleidingen op openbaar domein, met daaraan gekoppeld de Uniforme methode voor de waardebeoordeling van straatbomen. Zo kan schade vermeden of beperkt worden en als ze toch optreedt, is een objectieve manier voorhanden

voor het bepalen van eventuele schadevergoedingen. Voor de betrokken bedrijven zou een Vlaamse regeling uiteraard wenselijk zijn. Een andere mogelijkheid is beschermingsvoorwaarden voor bomen op het openbaar domein op te nemen in de stedenbouwkundige vergunning. Door bijvoorbeeld tijdens bouwwerken een zone af te zetten anderhalve tot twee meter buiten de kroonprojectie, kunnen mechanische schade en bodemverdichting vermeden worden. Een tweede aspect bij de stedenbouwkundige vergunning is de impact van het ontwerp op het openbaar domein. Ontwerpers bekijken een bouw­kavel vaak als een eiland zonder rekening te houden met de kwaliteiten van het openbaar domein dat daaraan grenst. Indien daar geen aandacht aan besteed wordt op het ogenblik van de aanvraag, leidt dit vaak tot het ongewild verdwijnen van bomen. Door een systematische controle van de aanvragen tot stedenbouwkundige vergunning door groenbeheerders kan dit worden vermeden. Desgewenst kan een bomeneffectanalyse ook geïntroduceerd worden voor het private domein. Meer info vind je bij de Bomenstichting.

C.2 Keuzes maken vanaf de planningsfase

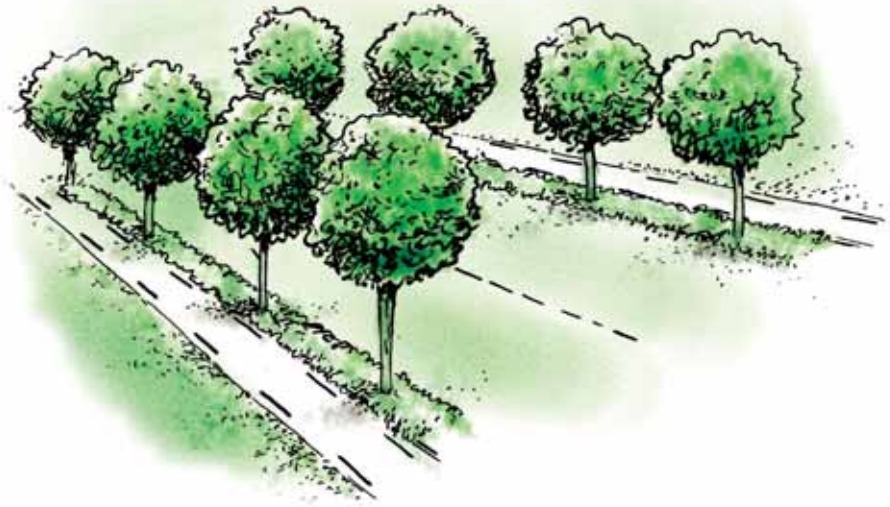
Een grotere betrokkenheid van de groenbeheerders bij het ontwerpproces schept kansen om bij te sturen en stelt de beleidsvoerders voor duidelijke keuzes.

Stel bijvoorbeeld dat het behoud van de bomen een doelstelling is bij de heraanleg van een straat. Dan moet vóór het ontwerp de situatie van de bomen in kaart gebracht worden, inclusief een opmeting van de standplaats, de huidige conditie, de ontwikkelingsmogelijkheden en in het bijzonder de minimale voorwaarden om de bomen te behouden in een nieuw ontwerp. Zo kan al vanaf de ontwerpfase optimaal rekening gehouden worden met de aanwezige bomen en kunnen de beschermingsmaatregelen al in deze fase vastgelegd worden. Bijsturing ná goedkeuring of tijdens de werken leidt doorgaans tot halfslachtige oplossingen. Dan holt een groenbeheerder achter de feiten aan en wordt het meestal 'redden wat er te redden valt'. Ook vroeger in het proces kunnen reeds onomkeerbare besluiten genomen worden door een gebrek aan kennis en gegevens.

C.3 Een groenconcept op bomenmaat

Bij nieuwe projecten moeten zowel kwantitatieve als kwalitatieve randvoorwaarden inzake bomen deel uitmaken van het programma. Het volstaat niet om de wens naar bomen te vermelden en de groendienst de 'vakjes' te laten opvullen nadat de werken voltooid zijn. Een 'ontwerp op bomenmaat' betekent dat voor elk type boom voldoende ruimte wordt voorzien, zowel onder- als bovengronds. Ook hier is de betrokkenheid van groenbeheerders in een pril ontwerp­stadium van essentieel belang.

Om nieuwe boomaanplantingen te ontwerpen, rekening houdend met de boven- en ondergrondse concurrentie, moet gezocht worden naar een nieuwe visie op groen, een groenconcept op bomenmaat. De klassieke verkavelingsontwerpen met boomaanplantingen aan beide zijden van de weg in een smalle gazonberm bieden slechts kansen voor veel te kleine bomen met een beperkte levensverwachting (15-20 jaar). Nochtans zijn meer duurzame en kwaliteitsvolle oplossingen mogelijk zonder dat meer ruimte wordt ingenomen. Zo kan alle beschikbare ruimte gebundeld worden in één beeldbepalende dreef in een wijk, die zelfs bomen van eerste grootte een kans geeft of in één brede berm in plaats van twee smalle bermen. Het openbaar groen kan ook gebundeld worden op hoeken of pleintjes waar bomen ongestoord kunnen groeien en hun beeldbepalende rol vervullen. Daarnaast zijn voorschriften nodig voor de aanleg van de voortuin­stroken om de samenhang te garanderen. Dit kan stedenbouwkundig eenvoudig geregeld en afgedwongen worden.



De beschikbare ruimte voor bomen kan gebundeld worden in één brede berm.



Zowel voor de overheid als voor particulieren kan een deskundig bomenbeleid enkel gerealiseerd worden door problemen op een gestructureerde wijze te beoordelen en bomen reeds zo vroeg mogelijk in de besluitvorming mee te nemen.



D Eigenschappen en functies van bomen

Als bomen aangeplant worden, is dat meestal met een goed doordachte reden: omwille van hun esthetische waarde, om het verkeer te geleiden, omwille van hun natuurwaarde of hun vruchten, de reeks is bijna eindeloos. Maar ongeacht om welke reden bomen aangeplant worden, ze vervullen altijd verschillende functies tegelijk. In dit hoofdstuk wordt gepoogd om een overzicht te geven van de verschillende eigenschappen en functies van bomen, opgesplitst in de drie HPG-pijlers Mensgericht, Natuurgericht en Milieugericht.

D.1 Mensgericht

D.1.1 Esthetiek en beeldvorming

Het spreekt voor zich dat de esthetische waarde van een boom een hoogst subjectief gegeven is, maar dat een boom een effect heeft op ieders gemoedstoestand is een feit. Dat esthetische overwegingen meespelen bij het aanplanten van bomen blijkt uit de overvloed aan cultuurvariëteiten die de mens gekweekt heeft. Vaak gaat het om bomen met een speciale groeivorm, bladkleur, bladvorm of herfstverkleuring.

Het beeldbepalende vermogen van een boom wordt in de eerste plaats gerealiseerd door zijn habitus. Dit geldt niet alleen voor bomen met een speciale groeivorm zoals zuilvormige bomen of treurbomen. Elke boomsoort heeft een typische groeivorm. Ook de vertakking, die duidelijk naar voor komt in het winterbeeld, is typerend.

Elke boomsoort heeft een typische groeivorm, die duidelijk naar voor komt in het winterbeeld.



Vanuit puur esthetisch oogpunt worden mensen het meest aangesproken door monumentale en oude bomen. Ondermeer daarom is het belangrijk om te kiezen voor bomen van eerste grootte indien zowel de boven- als ondergrondse ruimte voorhanden is. Vaak zijn we bang van bomen van eerste grootte, terwijl de keuze voor één enkele goedgeplaatste boom van eerste grootte meer impact kan hebben dan een volledige rij klein blijvende bomen.

Veel soorten en vooral cultuurvariëteiten hebben een speciale bladvorm. Denk bijvoorbeeld aan de liervormige bladeren van de tulpenboom of aan de varenbeuk, met zijn diep ingesneden bladeren. Naast de bladvorm speelt ook de kleur een rol bij het ervaren van de schoonheid van bomen. In de herfst krijgen we daarenboven nog het hele kleurenpalet van de herfstverkleuring voorgeschoteld. Ook de bloeiwijze van een boom kan in het oog springen, net als zijn vruchten. Indien deze 's winters aan de boom blijven hangen, versterken ze net als de kleur van de twijgen het winterbeeld van de boom.

D.1.2 Beleving en gebruik

Met beleving gaan vaak zintuiglijke waarnemingen gepaard: smaken, geuren, kleuren, gevoel. Onder gebruik kan zeer veel verstaan worden, maar het spreekt voor zich dat parken en openbaar groen er zijn voor de mensen en dat die er ook op de meest diverse manieren gebruik van moeten kunnen maken, ook van de bomen.

Vele bomen dragen vruchten. Deze kunnen, zoals eerder aangehaald, zorgen voor het esthetische aspect, maar heel vaak zijn ze ook eetbaar. Vruchtopbrengst is meestal een nevenfunctie, maar soms, en zeker in boomgaarden, worden bomen specifiek voor deze functie aangeplant. Want wie is als kind eens niet kastanjes, noten of appels gaan rapen in het plaatselijke stadsparkje?

Minder voor de hand liggend, maar minstens even waardevol kan de geur zijn die bepaalde delen van de boom verspreiden. Denk bijvoorbeeld aan de zoete geur van een bloeiende linde.

Uit wetenschappelijk onderzoek is gebleken dat groen, en zeker bomen, een belangrijke factor zijn voor de fysieke en psychische gezondheid van de mens. Mensen die in een groene omgeving wonen, beoordelen hun eigen levenskwaliteit positiever en geven zichzelf een hogere gezondheidsscore. Zelfs een beperkte groene zone of een kleine boom in een smalle straat in de stad blijkt reeds effect te hebben. Enkel al het vertoeven in een groene omgeving zorgt voor een daling van het stressniveau en een grotere sociale betrokkenheid en samenhang. Het is moeilijk om duidelijke standaarden te definiëren waaraan een groenelement moet voldoen om deze gezondheidseffecten zo groot mogelijk te maken. De aanwezigheid van bomen lijkt wel een rol te spelen, maar de kwaliteit van een groenelement heeft niet echt een duidelijk effect op de gezondheidseffecten. Diezelfde kwaliteit kan uiteraard wel helpen om mensen naar een groene zone te lokken. Mensen zullen eerder geneigd zijn om gebruik te maken van een parkje met wat bomen dan van een grasvlakte met enkele struiken. Zeker in een sterk verstedelijkte omgeving kan één boom op een pleintje een wereld van verschil betekenen voor de leefbaarheid in de directe omgeving, zonder dat omwonenden daar echt objectieve redenen voor kunnen aanhalen.

Rechtstreeks gebruik van bomen in parken en openbaar groen is eerder beperkt. Wel zoeken mensen in de zomer beschutting tegen de zon onder een boom, terwijl het er in de winter net iets warmer en minder winderig is. Bomen kunnen ook als spelelement dienst doen. Denk bijvoorbeeld aan een liggende stam van een gestorven monumentale eik of een meerstammige boom met lage horizontale vertakkingen, die perfect dienst kan doen als klimboom. Uiteraard mag dit het behoud en de over-

leving van een boom niet in het gedrang brengen. Let er ook op dat de veiligheid van de spelende kinderen altijd gewaarborgd is.



Een liggende stam kan gebruikt worden als spelelement.

D.13 Cultuurhistoriek

Bomen in parken en openbaar groen zijn soms de restanten van een groter geheel als een bos of een houtkant. Maar meestal worden ze om specifieke redenen op een bepaalde plaats aangeplant. Veel historische kasteelparken zijn geboren vanuit praalzucht, met een hoofdzakelijk esthetische functie. Vele kasteelenaars waren ook echte verzamelaars. Bomen waren een statussymbool (en zijn dat soms nog steeds): hoe specialer en uitzonderlijker de boom, hoe meer aanzien men kon verwerven. Veel solitaire of bomengroepen zijn ook aangeplant of beheerd vanuit religieuze overwegingen, als markering van grenzen of ter herinnering van een bepaalde gebeurtenis. Solitaire bomen in het landschap springen steeds in het oog, wat hun vroegere baken- of wegwijzerfunctie benadrukt.

Vanuit cultuurhistorisch oogpunt kan dus de instandhouding van een bepaalde solitaire, op dezelfde plaats en met net dezelfde variëteit belangrijk zijn. Bij het aanplanten van bomen moet de cultuurhistorische relevantie in feite altijd in het achterhoofd gehouden worden. Kapelletjes zijn bijvoorbeeld vaak geplaatst naast een vereringsboom voor een heidense godheid, zoals een linde ter verering van een

vruchtbaarheidsgodin. Het gaat dus niet op om naast dat kapelletje, waar eeuwen lang een linde heeft gestaan plots een plataan of een esdoorn te planten. De laatste jaren krijgt het symbolisch gebruik van bomen hernieuwde aandacht: er worden bijvoorbeeld steeds meer geboortebomen, vrijheidsbomen of vredesbomen aangeplant.

Kapelbomen zijn vaak lindes.



Daarnaast kan het behoud van een historische beheervorm of een gebruik een mogelijke doelstelling zijn vanuit cultuurhistorisch oogpunt. Denk hier bijvoorbeeld aan een etagelinde op een plein of aan gerechtsbomen en grensbomen.

Als een bomengroep of een alleenstaande boom een ander klein landschapselement verbergt, hangt het behoud en het beheer van de bomen nauw samen met de bescherming van dat onroerende erfgoed. Denk bijvoorbeeld aan een ijskelder, een grafheuvel of een bron. Het is belangrijk om de aanwezigheid van dergelijke cultuurhistorische elementen goed te onderzoeken en te behouden. Vaak zijn ze zelfs wettelijk beschermd.

Landschappelijk dienden bomenrijen, net als grensbomen vaak om een grens aan te geven van een eigendom. Het gebruik van bomen langs straten is gestart langs rijkswegen vanaf de 16de eeuw. In eerste instantie was het de bedoeling om schaduw te geven aan het leger. Gedurende de volgende eeuwen zijn straat- en laanbomen ook ingeburgerd geraakt in de stad, eerst op grote lanen en later doorheen de hele stad.

D.1.4 Structuurbepaling en -geleiding

Door de aandacht te trekken geleidt een boom de blik in de richting die de beheerder of ontwerper in gedachten had. Op deze manier versterken bomen structuren en lijnen zoals zichtassen in parken en openbaar groen. Op een grotere schaal hebben ze hetzelfde effect in de stad of het open landschap. Ze

leveren contrasten door hun kleur, textuur en vorm. Als structuurdrager maakt een boom de structuur leesbaar. Op deze manier zorgen bomen ook voor verkeersgeleiding en voor het verzachten van het kunstmatige en harde aanzicht van de stad.

Omwille van deze belangrijke functie moet het aanplanten van bomen goed overdacht worden. Gezien zijn zeer lange levensduur kan een verkeerd aangeplante boom voor lange tijd zaken verbergen die net gezien moesten worden of omgekeerd dingen benadrukken die je liever verstoep had. Een boom kan op de voorgrond treden of een achtergrond vormen. Bij correcte inplanting (en dus planning) bieden bomen een sterke opwaardering van pleinen, speelpleinen en woonwijken. Bij een verkeerde inplanting zal een boom altijd een bron van problemen blijven. Bomen kunnen ook gebruikt worden om geleiding en onderscheid van wijken en stadsdelen zichtbaar te maken of net een structurele binding van de diverse stadsdelen duidelijk te maken. Op een lager niveau bepaalt de boomsoortkeuze of straten al dan niet als een eenheid gezien worden.

De architecturale eigenschappen van bomen worden dankbaar gebruikt bij het inrichten van parken en openbaar groen en dit zeker in de stad. Bomen kaderen scènes, leiden blikken, doorbreken ruimtes of definiëren deze net. Bomen zijn echter geen ondoorzichtige obstakels. Hun verschijning omvat zoveel meer subtiliteiten, gaande van het fijne takkennetwerk met een grote doorzichtigheid in de winter tot de diepgroene ondoorzichtige massieven die bomenrijen 's zomers zijn, met daartussen eindeloze variaties.



De verticale structuur van de hoogbouw wordt benadrukt door het gebruik van piramide-eiken.

Bomen kunnen een veiligheidsrisico betekenen. Mensen moeten echter op een veilige, ongehinderde manier kunnen gebruik maken van de openbare ruimte. Het bomenbeheer moet hierop afgestemd worden. Voor straat- en laanbomen en dreefbomen bijvoorbeeld moet de takvrije stamlengte en de breedte tussen de bomenrijen aangepast zijn aan de gebruikers van de weg, zodat de takken geen gevaar opleveren. Omgekeerd moeten bomen langs wegen beschermd worden tegen verkeerd of onrechtmatig gebruik. Zo gaan veel monumentale bomen verloren door te zwaar verkeer te dicht tegen de bomen, door onderhoudsverkeer of door evenementen in parken.

D.1.5 Educatie

Door mensen te betrekken bij het beheer kan een zekere responsabilisering bekomen worden. Als iedereen zich betrokken voelt met het welzijn van de bomen in zijn omgeving, zowel in de stad als in parken, kan dit het draagvlak voor het gekozen beheer alleen maar vergroten. Als het om bomen gaat, zien we heel vaak 'not in my backyard' gedrag. Iedereen wil graag in een groene omgeving wonen, maar niet als de boom een stuk van hun tuin overschaduwde of blaadjes en vruchten laat vallen in de voortuin. Door participatie kan het draagvlak voor openbaar groen gevoelig verhoogd worden en kan opnieuw gekozen worden voor kwaliteitsvolle bomen in plaats van zoals nu maar al te vaak voor kleine, onderhoudsintensieve en meestal kwaliteitsloze bomen.

Het beheer van openbaar groen wordt als referentie gebruikt: mensen kopiëren de werkwijzen die worden toegepast in het openbare domein en bij bomen. Beheerwerken aan bomen hebben daarom een niet te onderschatten educatief neveneffect, ook voor het bomenbeheer in privé-tuinen. Mede daarom moet het bomenbeheer gestoeld zijn op kennis en kunde en moet bij werken aan bomen kwaliteit altijd als vertrekpunt gekozen worden.

Mensen kopiëren de werkwijzen die toegepast worden op het openbaar domein naar hun eigen tuin.



Los van het educatieve van het beheer is er ook het ecologische educatieve luik, vooral voor kinderen. Bomen zijn organismen die een grote levensgemeenschap ondersteunen en zijn bijgevolg een dankbare kapstok om kinderen een aantal ecologische basisprincipes mee te geven, die bovendien aansluit bij hun leefwereld. Bomen zorgen daarnaast voor een zekere binding met de natuur en met de seizoenen, waardoor ook het algemene natuurbewustzijn vergroot.

D.1.6 Wetenschap

Voor het behoud van de genetische diversiteit van boomsoorten hebben parken en openbaar groen een grote rol, vooral door de aanwezigheid van vele oude bomen, vaak van een zeldzame soort of cultivar. Om die genenpool niet verloren te laten gaan, kan een collectie van bomen aangelegd worden, als solitaire aangeplant doorheen een park (eventueel enkel soorten en cultivars uit één geslacht). Voor een oude boom afsterft, kunnen vruchten geoogst of stekken genomen worden, zodat genetisch exact hetzelfde oude type heraanplant kan worden.

Een andere mogelijkheid is de aanleg van een arboretum, met solitaire of bomengroepen. Waar arboreta in oorsprong dienden om de gebruiksmogelijkheden van vreemde boomsoorten in ons klimaat te onderzoeken, hebben deze nu vooral een educatieve waarde (Meer info in publicatie 'Arboreta' van ANB).



In een arboretum wordt een systematische collectie aangelegd van verschillende boomsoorten.

Oude bomen of terreineenheden met oude bomen zijn ook waardevol als moedermateriaal voor autochtone bomen en struiken. Dit zijn bomen en struiken die zich na de laatste ijstijd spontaan bij ons gevestigd hebben en zich dus optimaal aan onze klimaatomstandigheden aangepast hebben.

Ook moet er tot op zekere hoogte ruimte zijn in het openbaar groen voor proefprojecten zoals het aanplanten van nieuwe soorten of variëteiten of het gebruiken van nieuwe technieken bij aanplanting en beheer. Uiteraard enkel als dit op een goed onderbouwde manier gebeurt.

D.1.7 Economische waarde

Voor parken en openbaar groen is economische waarde zeker geen hoofdfunctie meer. Kasteelparken werden vroeger ook economisch bekeken: dreefbomen werden geveld voor ze waardeloos werden en fruitbomen moesten fruit leveren van topkwaliteit (hoewel dit ook een prestigekwestie was). Toch kan ook nu nog een economische waarde verbonden worden aan bomen. De rechtstreeks vermarktbaar economische waarde van het hout, de vruchten of bessen zal in de praktijk verwaarloosbaar zijn. Het gaat vooral om die 'waarden' die moeilijk in een marktprijs uit te drukken zijn, zoals een aangename leefomgeving, zuivere lucht, rust en dergelijke meer.

De grootste economische waarde die aan bomen moet gehecht worden is de stijging van de eigendoms waarde in de onmiddellijke omgeving. Want wie wil niet in een groene omgeving wonen? De aanwezigheid van een park of openbaar groen in de nabijheid van de woning kan de prijzen doen stijgen met 5 tot 15%. Voor grondprijzen kan dit oplopen tot 75%. Bomen in het openbaar groen dragen verder bij tot een aantrekkelijk groen stadsbeeld en bepalen zo het beeld van een positieve, natuurgerichte stad of gemeente. Dit spreekt mensen aan om er te gaan wonen en kan zelfs indirect zorgen voor een toeristische en economische ontwikkeling.

Hoe moet dit nu gewaardeerd worden? Het is moeilijk om 'niet-gebruikswaarden' om te zetten in een financiële waarde. Beschaduwning en vermindering van de windsnelheid bijvoorbeeld kunnen omgerekend worden in een verminderde kost voor airconditioning of verwarming. Voor de andere 'waarden' kan gewerkt worden met de bereidheid om te betalen. Er kan aan de mensen gevraagd worden hoeveel ze bereid zijn te betalen voor de aanwezigheid van een bepaalde voorziening, zoals bomen in de straat of een park in de nabijheid. Een andere waarderingsmogelijkheid is de 'erfwaarde', wat mensen willen betalen voor het bewaren van bomen voor een mogelijk toekomstig gebruik, niet voor hen, de huidige gebruikers, maar voor hun erfgenamen. Een dergelijke manier van waarderen sluit uiteraard naadloos aan bij de duurzaamheidgedachte die meer en meer aan belang wint en die ingeschreven is in HPG. Toch zijn dergelijke manieren van waarderen subjectief en weinig eenduidig. Voor Vlaanderen is er een objectieve en algemeen aanvaarde methode beschikbaar voor de waardebeoordeling van bomen: de Uniforme methode voor de waardebeoordeling van bomen. Deze is opgenomen aan het einde van dit hoofdstuk. De uniforme methode is oorspronkelijk ontwikkeld voor gebruik bij bomen op het openbaar domein, maar nu wordt ze ook algemeen aanvaard door rechtbanken en verzekeringsmaatschappijen als een objectieve en aanvaardbare berekeningswijze voor de waarde van straatbomen, parkbomen en bomen in tuinen en groenzones.

D.2 Natuurgericht

Elke boom heeft om te beginnen een intrinsieke natuurwaarde, gewoon door zijn bestaan. Maar daarnaast bieden bomen ook een unieke biotoop voor flora en fauna, wat zeker in een stedelijke omgeving uitermate belangrijk is. Vooral oude en dikke bomen hebben vaak een hoge natuurwaarde. Aangezien parken in verhouding veel van dergelijke monumentale bomen bevatten, hebben zij een belangrijke rol voor het natuurbehoud in Vlaanderen.

Zo biedt een boom voedsel en beschutting aan andere organismen. Bomen, zeker bloeiende en vrucht dragende bomen, leveren voedsel voor dieren. Denk hierbij aan nectar en stuifmeel voor insecten en zaden en vruchten voor vogels en zoogdieren. Bloeiende lindes bijvoorbeeld zijn een waar paradijs als drachtplant voor bijen. De namen van besdragende bomen als lijsterbes spreken uiteraard voor zich. Daarnaast leveren bomen nestgelegenheid voor vogels, insecten en sommige zoogdieren. Spechten, kauwen, steenmarters en vleermuizen zijn slechts enkele soorten die graag boomholtes gebruiken voor hun nesten, als broedboom of als winter- of zomerkolonie.



In de knot van deze wilg hebben een lijsterbes, een braam en een wilde roos een plaatsje gevonden.

Als natuurwaarde een doelstelling is, is de boomsoortkeuze van groot belang. Op boomsoorten als zomereik, wilg en berk kunnen bijvoorbeeld honderden verschillende insectensoorten aangetroffen worden die de boom als waardplant gebruiken. Op uitheemse soorten als valse acacia en plataan, maar ook op inheemse soorten als linde en venijnboom is dat aantal veel beperkter. Maar daar kunnen weer andere natuurwaarden aanwezig zijn. De natuurwaarde van bomen in parken en openbaar groen zal in de regel het grootst zijn als het oude en vaak ook inheemse bomen betreft. Dat wil uiteraard niet zeggen dat de natuurwaarde van een jonge boom of een uitheemse boomsoort onbestaande is, of op termijn niet zeer groot kan worden.

De natuurwaarde van veel parken situeert zich vooral in de aanwezigheid van zeer oude, dikke en monumentale bomen. De holtes en scheuren in de vaak eeuwenoude bomen in dit landschap bieden de geschikte leefmogelijkheden voor diverse spechtsoorten, bosuil, eekhoorn, boommarters en vleermuizen als dwergvleermuis en grootoorvleermuis. Daarom kan het een doelstelling zijn om zoveel mogelijk oude dikke bomen te bekomen, maar ook om oude aftakelende bomen niet weg te halen, maar deze rustig te laten sterven. Een eeuwenoude boom die op de terugweg is, kan nog eeuwen verder leven en zo naast zijn zeldzaamheidswaarde ook een zeer grote ecologisch waarde hebben. Dit is ook zo met oude knotbomen. Die werden vroeger op relatief jonge leeftijd geveld, omdat zo ook de stam kon gebruikt worden als zaaghout. De oude, ingerotte, gescheurde en afgetakelde knotbomen van nu hebben onmiskenbaar een veel grotere natuurwaarde dan hun voorgangers.

Ook de natuurwaarde van een boomgaard is in grote mate gekoppeld aan de leeftijd van de bomen, de omvang van de aanplant, de diversiteit aan soorten en rassen, en de verbondenheid met andere groenelementen zoals een haag of houtkant. De hoogste natuurwaarden worden bereikt in boom-

gaarden met een diverse soortensamenstelling, met een ruim plantverband, bestaande uit verschillende leeftijdsklassen en waarvan de grasmat wordt gehooïd of extensief wordt begraasd. Ook het fruit draagt in al zijn verscheidenheid bij aan de natuurwaarden. Valfruit is in de winter een belangrijke voedselbron voor lijsterachtigen en kleine knaagdieren. De pitten van afgevallen en vergaand zomerfruit worden gretig genuttigd door kleine knaagdieren en de appelvink, terwijl de vroege kersen de eerste rijpe vruchten van het seizoen zijn, en tevens goede dorstlessers in een droog voorjaar.

Bomen hebben een groot ecologisch belang voor vogels, ongewervelden en epifyten zoals korstmossen. Dit gaat zeker op als het een solitair betreft in een voor de rest intensief beheerd en gebruikt park of groenelement. Want naast de natuur in reservaten, heeft ook natuur daarbuiten een grote ondersteunende waarde, bijvoorbeeld als verbinding tussen verschillende groene eilandjes. Parken en lanen zorgen ook voor 'groene vingers' in de stad, zij brengen natuur van het buitengebied naar het centrum.

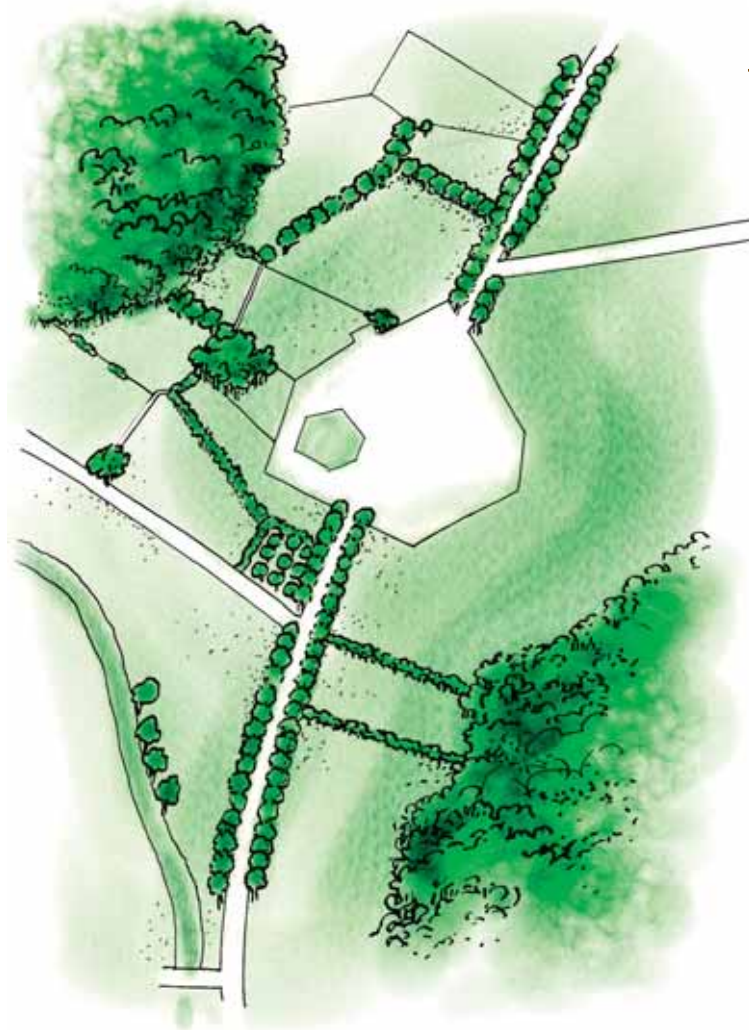
Een ander aspect van natuurgerichte doelstellingen is de aanwezigheid van dood hout. Dit biedt een grote ecologische meerwaarde (vooral zwaar dood hout). Dood hout kan liggend, staand, gecombineerd (afgebroken boom) of verzaagd voorkomen. Elke situatie biedt een verschillende biotoop en voedingsbron voor een heleboel insecten, schimmels en andere micro-organismen. Daardoor levert het dan weer voedsel voor insectenetende vogels zoals spechten. De aanwezigheid van dood hout in een stedelijk milieu is zeker niet evident en de haalbaarheid hiervan is sterk afhankelijk van de specifieke situatie. In parken en openbaar groen geeft dood hout vaak een slordige indruk of levert het gevaarlijke situaties op. Als een oude monumentale boom afbreekt of ontwortelt, heeft een recreant meer problemen met de aanwezigheid van het dode kroonhout dan met de liggende rottende stam. Eeuwenoude aftakelende bomen hebben trouwens een grote aantrekkingskracht op mensen en kunnen een heel mooi en natuurlijk parkbeeld opleveren. Door een goede uitleg (infoborden) en eventuele kleine ingrepen om de veiligheid te verzekeren, kan het draagvlak voor dood hout in parken en openbaar groen sterk vergroot worden.

D.2.1 Natuurwaarde door een verscheidenheid aan biotopen

De diversiteit aan soorten en levensgemeenschappen wordt sterk bepaald door de mate van verscheidenheid aan milieus die in een gebied voorkomen. Daarnaast zorgt het naast elkaar bestaan van een groot aantal verschillende soorten en variëteiten van bomen voor een ware schatkamer aan genen. Biodiversiteit is groter dan rijkdom aan soorten, maar de biodiversiteitwaarde van het grote sortiment bomen, inclusief exoten en cultuurvariëteiten, mag zeker niet onderschat worden. Om de natuurwaarde te vergroten, kan dus gekozen worden voor een grote variatie aan soorten en variëteiten, in verschillende types terreineenheden en beheervormen. Voor de natuurwaarde is vooral het creëren van een bepaald biotoop van belang. Hoe breder en hoe groter het landschapelement, hoe groter de kernzone zal zijn, waar de omstandigheden duidelijk afwijken van de omgeving. Deze omgeving zal voor bomen in het openbaar groen en in parken vaak intensief beheerd of sterk verstedelijkt zijn. De verstoring die in de randzone voorkomt is het gevolg van lawaai, licht, vervuiling en wind. Hoe groter de kernzone, hoe groter de interne kwaliteit en dus de potentiële natuurwaarde. Uiteraard is dit sterk afhankelijk van de specifieke situatie op het terrein. Een groep van drie bomen in een intensief gemaaid grasveld zal niet veel meer natuurwaarde hebben dan een solitair op dezelfde plaats. Voor een bomengroep met een onderbegroeiing van struiken is de potentiële natuurwaarde al veel groter. In een grotere bomengroep zal het kerngebied meer en meer een bossituatie benaderen, waardoor hier zelfs nog relictpopulaties van oude bosplanten kunnen overleven, zeker als het gaat om een bomengroep als overblijfsel van een bos.

D.2.2 Verbindingen - randeffecten

Een belangrijke natuurgerichte functie van lineaire groenelementen is de verbindingsfunctie. Bomenrijen, dreven, straat- en laanbomen verbinden, net als houtkanten en hagen, natuur met elkaar. Natuur die vaak als eilanden in een intensief beheerde of verstoorde omgeving ligt. Lineaire elementen vormen ook 'wegen' waarlangs dieren zich verplaatsen doorheen het landschap of de stad. Voor de kleinere vleermuisensoorten bijvoorbeeld kan een open strook van 40 m reeds een onoverbrugbaar obstakel vormen. Dit voorbeeld maakt het belang duidelijk van de connectiviteit, het grotere netwerk waarvan bomenrijen deel uitmaken. Want de ecologische waarde van een bomenrij stijgt niet alleen als ze langer wordt, maar ook als ze verbonden is met andere bomenrijen of andere lijnvormige landschapselementen. Als deze ecologische verbinding een belangrijke functie is, moet duidelijk vooropgesteld worden welke soorten het netwerk zouden moeten gebruiken. Want een sterk uitgebouwd netwerk van landschapselementen wordt pas nuttig als het ook effectief gebruikt wordt door de doelorganismen. Zo kunnen kleine zoogdieren zich perfect verplaatsen tussen twee bosgebieden langs een dicht hagenetwerk, terwijl dit net een obstakel is voor de verspreiding van bosplanten die via de wind verspreid worden. Voor epifyten zoals mossen en korstmossen zal een bomenrij dan wel weer helpen als tussenstap om de afstand tussen bosgebieden te overbruggen, hoewel ze deze vaak niet echt nodig hebben.



Bomen spelen een belangrijke rol in het 'groene netwerk' doorheen het landschap.

Naast de onderlinge verbindingen zijn ook de randeffecten belangrijk. Het spreekt voor zich dat randeffecten voor lijnvormige terreineenheden zeer groot kunnen zijn. Vaak zullen deze door dieren in de eerste plaats gebruikt worden als corridor om zich te verplaatsen en minder als biotoop op zich. Voor planten zijn de randeffecten van groter belang. Daarom moet altijd een maximale breedte voorzien worden om een minimale verstoring te krijgen. Naast de verbindingen zijn ook grotere kernzones van belang, waar het organisme wel een stabiele populatie kan vormen, zonder al te grote verstoring.

D.2.3 Uitwijkplaats

Bomen, zowel solitair als in bomenrijen, zijn een dankbare uitwijkplaats voor epifytische mossen en korstmossen. Welke soorten voorkomen is uiteraard sterk afhankelijk van de specifieke omstandigheden op en rond de stam, maar vaak gaat het om restpopulaties, al dan niet uit bossen. Door de specifieke omstandigheden op de stam van vrijstaande bomen en bomenrijen, zijn deze vaak rijker aan epifyten dan bosbomen. Een populierenrij bijvoorbeeld draagt misschien weinig bij aan de biodiversiteit, maar kan door zijn mineralenrijke schors wel een rijke epifytenflora herbergen.

Naast de bomen zelf kan bij een dreef ook de berm grote natuurwaarden bevatten. Als deze kruidlaag een bloemrijk aspect heeft of bestaat uit een schrale vegetatie met mossen en korstmossen, kan deze als zeer waardevol beschouwd worden. Een berm die enkel bestaat uit grassen met nauwelijks wilde bloemen, mossen of korstmossen zal naar alle waarschijnlijkheid slechts een lage natuurwaarde herbergen. Hoewel een berm met bloemen meer geapprecieerd wordt, zit de waarde van een ecologisch waardevolle berm vaak in heel onopvallende planten. De natuurwaarde van de grazige berm kan dus vaak moeilijk in een oogopslag beoordeeld worden.

*De berm onder bomen is vaak ecologisch waardevol.
(Foto Wim Peeters)*



Beplanting met bomen is doorgaans wel ongunstig voor de soortenrijkdom en het bloeiaspect van de vegetatie in bermen en op dijken. Boomsoorten als zomereik en gewone beuk zijn echter bevorderlijk voor de paddestoelenflora (vaak symbionten) en de kruidlaag uit de bossen zelf bloeit vaak overvloediger in de bermen dan in het bos zelf. Vaak zijn de bermen in dreven de laatste uitwijkmogelijkheid voor oude bosplanten of voor karakteristieke hooilandplanten. Bovendien zijn een groot aantal plantenetende insectensoorten gebonden aan deze boomsoorten. Op deze manier kunnen dreven, nog iets meer dan bomenrijen, ecologische verbindingen vormen tussen groene 'eilandjes'.

D.3 Milieugericht

D.3.1 Luchtkwaliteit

Een boom kan met zijn kruin de luchtkwaliteit gevoelig verbeteren. Met zijn bladeren filtert de boom fijne stofdeeltjes uit de lucht. Als het blad eenmaal schoongespoeld is door de regen, kan het opnieuw dienst doen als filter. Ook schadelijke gassen worden opgenomen door de boom. Het gaat onder meer om ozon, stikstofoxiden, ammoniak, zwaveldioxide en vluchtige organische stoffen (PAKs en dioxines). Sommige boomsoorten zoals wilg, populier en eik stoten ook zelf natuurlijke vluchtige organische stoffen uit. Als de externe verontreiniging te groot wordt, kan schade aan de boom optreden. De tolerantie ten opzichte van luchtvervuiling is sterk soortafhankelijk. De meeste coniferen filteren meer fijn stof uit de lucht dan loofbomen doordat ze het jaar rond groen zijn. Ze zijn wel gevoeliger voor schade door vervuilende stoffen. Doorheen de 20ste eeuw, waarin luchtkwaliteit een 'hot item' was, zijn zeer veel inspanningen gedaan om de uitstoot van bv. zwaveldioxide terug te dringen. Vervuilende stoffen als stikstofoxiden, vluchtige organische stoffen en fijn stof (gerelateerd aan autoverkeer) vormen zeker in en rond stedelijk gebied nog steeds een probleem. Ook de klimaatsverandering heeft een effect, denk bv. aan hogere atmosferische ozonconcentraties. Onderzoek naar de invloed van vegetatie op de luchtkwaliteit geeft wisselende resultaten, maar het valt te verwachten dat de milieuverbeterende rol van openbaar groen, zeker in de stad, alsmear belangrijker wordt.

Bomen leggen CO₂ vast in hun hout. Het opgeslagen CO₂ komt opnieuw vrij als het hout verbrand wordt of verrot, maar in tegenstelling tot fossiele brandstoffen gaat het hier om CO₂ dat in een recent verleden eerst is onttrokken aan de lucht: het gebruik van hout levert geen extra belasting op van de atmosfeer, het is CO₂-neutraal. Op lokaal niveau zijn de door bomen opgeslagen percentages van de CO₂-uitstoot slechts miniem, maar globaal spelen bomen wel degelijk een rol als CO₂-opslagplaats. Snelgroeiende soorten zijn het meest geschikt voor CO₂-opslag.

Bomen en fijn stof

Als over fijn stof gesproken wordt, dan wordt eigenlijk een complex mengsel van deeltjes bedoeld met een verschillende grootte en samenstelling. Een gedeelte van het fijn stof is van natuurlijke oorsprong, zoals zeezout of bodemstof. Ongeveer de helft is afkomstig van menselijke activiteiten, vooral door de verbranding van fossiele brandstoffen. Als over fijn stof gesproken wordt, wordt hiermee meestal PM₁₀ bedoeld. Dit zijn deeltjes (Particulate Matter) met een diameter tot 10 micrometer (0,01 µm). Dergelijke kleine stofdeeltjes dringen diep door in het ademhalingsstelsel en kunnen leiden tot gezondheidsklachten, vooral luchtwegaandoeningen en hart- en vaatziekten. In Vlaanderen sterven jaarlijks naar schatting enkele duizenden personen vroegtijdig aan de gevolgen van de chronische blootstelling aan fijn stof. Omdat fijn stof zich over duizenden kilometers kan verplaatsen, moet dit probleem op een globaal niveau aangepakt worden. Daarom heeft de EU normen opgesteld, zowel voor de jaargemiddelde concentratie als voor de daggemiddelde concentratie fijn stof in de lucht. De 'dagnorm' mag volgens de Europese richtlijn niet meer dan 35 dagen per jaar worden overschreden. Vooral in meetstations langs autosnelwegen en in steden en industriegebieden in Vlaanderen is dit al een onhaalbare kaart gebleken.

Planten kunnen fijn stof uit de lucht filteren door het op te vangen en vast te houden. Bij regen wordt dan alles opnieuw schoongespoeld. Bomen zijn uitermate geschikt voor het filteren van de lucht door hun grote omvang. Ze hebben ook een grote bladoppervlakte in een relatief klein volume, veel twijgen en harige of ruwe structuren. De hoeveelheid fijn stof die uit de lucht gefilterd wordt, verschilt sterk tussen de verschillende boomsoorten. De depositie van stof is het grootst als de bladeren vochtig zijn, ruw of behaard zijn of elektrostatisch geladen. Bovendien wordt extra stof gecapteerd als ook de schors

ruw is. Groenblijvende coniferen hebben het voordeel dat ze ook in de winter groen zijn en dat ze door de spitse vorm van hun naalden meer fijn stof capteren. Bladverliezende soorten die goede eigenschappen hebben om fijn stof te capteren zijn ondermeer haagbeuk, gewone beuk, zoete kers, gewone esdoorn en in de struiklaag hazelaar en braam.

Het fijn stof in de lucht kan zowel afkomstig zijn van veraf gelegen bronnen als van lokale bronnen zoals het verkeer. Bomen nemen beide op. Door het opnemen van fijn stof van veraf gelegen bronnen kunnen bomen deze 'achtergrondconcentratie' met 0,5 tot 1% laten dalen. Bomen bieden ook een lokale bescherming door fijn stof van lokale bronnen uit de lucht te halen. Lokaal is zo een daling van 15 tot 20% van de concentratie fijn stof in de lucht haalbaar. Een daling van de achtergrondconcentratie zal vooral bereikt worden door grote volumes groen in en rond steden (stadsbossen of parken), waar verticale afzetting van fijn stof gebeurt. Lokale bescherming wordt verkregen door groenstroken tussen bebouwing en wegen, waarbij het fijn stof uit de windstromen gecapteerd wordt. In steden kunnen bomen in smalle straten er wel voor zorgen dat het fijn stof blijft hangen, waardoor de luchtkwaliteit op die plaats eerder achteruit gaat, ondanks de filterende werking van de bomen.

Bomen kunnen fijn stof tegenhouden, maar in smalle straten zorgen ze ervoor dat het stof blijft hangen.

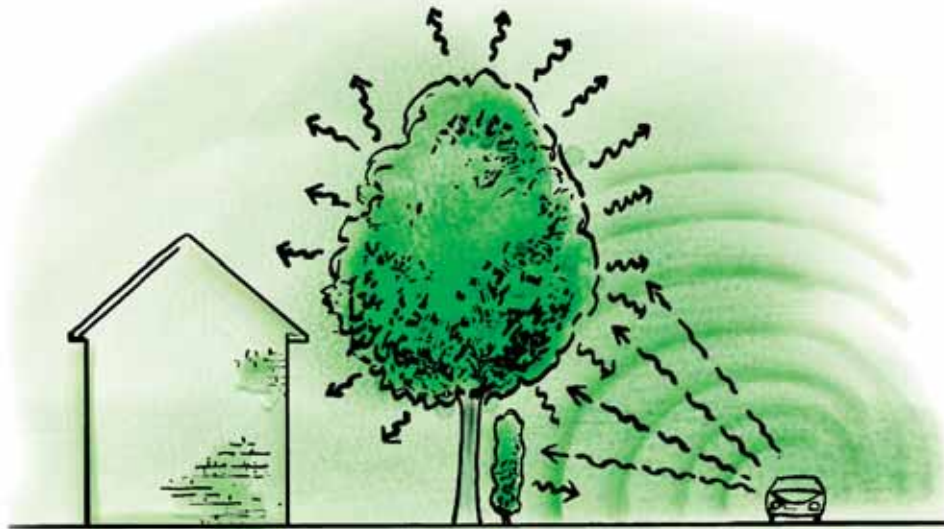


Naast de biologische eigenschappen zoals de ruwheid van de bladeren of de kroondichtheid is de effectiviteit van lineaire groenstroken in het capteren van fijn stof ondermeer afhankelijk van de afstand tot de weg, breedte, hoogte en profiel van de groenstrook, soortensamenstelling en porositeit (de doorzichtigheid van een groenelement). Een porositeit van 20-30% geeft de beste resultaten. Ook de verticale opbouw is van belang. Als er enkel een bomenrij aanwezig is, zal een groot deel van de lokale pollutie onder de kronen doorgaan, maar zal de boom met zijn kroon nog steeds fijn stof uit de achtergrondconcentratie opvangen. Een groenstrook met onderbegroeiing zal een veel groter effect hebben op lokale, verkeersgerelateerde fijn-stofconcentraties. Beplanting net naast een drukke weg kan een tegenstrijdig effect hebben, vooral bij zeer kleine stofdeeltjes (PM_{2,5}). De bomen nemen nog steeds het stof op, maar verlagen ook de windsnelheid, waardoor de verkeersuitstoot minder gemengd wordt met de lucht. De concentratie aan fijn stof net na de groenstrook kan daardoor netto stijgen. Groenstroken worden daarom beter verder van de wegas aangelegd, zo dicht mogelijk bij de te beschermen objecten (bv. woonwijken).

D.3.2 Geluid

Naast het filteren van stof en luchtvervuiling, wordt ook geluid door bomen geabsorbeerd, weerkaatst en verstrooid. Voor een solitaire boom zal dit effect miniem zijn, tenzij hij net tussen de geluidsbron en de ontvanger in staat. Een bomengroep zal al meer effect hebben, maar om een sterke afname van de geluidssterkte te bekomen, is een relatief brede groengordel nodig, met zowel bomen als struiken.

Geluid wordt verstrooid door de boomkroon.



Belangrijker is echter dat door bomen de geluidsbron gemaskeerd wordt, waardoor het geluid diffuus wordt en wij de indruk krijgen dat het geluidsniveau vermindert. Hetzelfde geldt uiteraard voor bomenrijen en dreeven. En hoe miniem ook, vaak blijkt zelfs het geruis van bladeren een maskerend effect te hebben. Aangezien veel mensen als reden voor een bezoek aan een groenelement 'rust' aangeven, is dit uiteraard een belangrijk argument.

D.3.3 Temperend effect / wind

Een boom creëert een microklimaat. Bomen temperen temperatuursexremen en wind. Het temperatuurverschil tussen de schaduw van een boom en de volle zon kan tot 15°C bedragen. Op een grotere schaal is het afkoelende effect van bomen en bij uitbreiding parken ook merkbaar, zij het in mindere mate. Er is namelijk een relatief grote oppervlakte vereist om een echt merkbare luchttemperatuurdaling te verkrijgen (10 ha voor 1°C daling van de luchttemperatuur).

Dit effect kan versterkt of verzwakt worden door het doordacht plannen van bomen. Voor bestaand openbaar groen speelt dit natuurlijk minder mee, maar voor nieuw aan te planten bomen kan het creëren van een microklimaat een vooropgestelde doelstelling zijn. Uit onderzoek is gebleken dat bepaalde oriëntaties en bepaalde boomtypes een sterker afkoelend effect hebben dan andere. Zo geeft een beplanting in oost-westrichting aan de zuidzijde van gebouwen beschaduwing op het gebouw, wat

soms gewenst is om af te koelen, maar soms ook niet omwille van de lichtafname. Beplantingen in noord-zuidrichting kunnen dan weer de overwegende zuidwestenwinden de stad binnenleiden.

Bomen in de nabijheid van huizen bieden schaduw en beschutting. Het kan gaan om bomen die bewust aan de zuidkant van een huis aangeplant worden om de zon 's zomers buiten te houden, wat vaak in zuiderse klimaten gebeurt. In ons klimaat werden historisch meer bomenrijen aangeplant om de gure westenwind tegen te houden. Daardoor kan de aanwezigheid van bomen in de nabijheid van gebouwen een vermindering van de energievraag tot gevolg hebben, zowel voor verwarming als voor afkoeling. Hiermee wordt een vermindering in CO₂-uitstoot bereikt, altijd welkom in deze tijden van klimaatopwarming.

*De oude haagbeuk zorgt voor beschutting van dit boerderijtje.
(Foto Arthur De Haeck)*



D.3.4 **Schaduw**

Naast het temperend effect speelt beschaduwing ook een rol in het blokkeren van UV-straling, aangezien een boom een 'beschermingsfactor' heeft van 6 tot 10. Dit wil zeggen dat het niveau van schadelijke UV-straling onder een boom kan dalen tot een tiende van de straling in volle zon. Bijvoorbeeld als beschaduwing van speelterreinen kan dit een overweging zijn die meespeelt.

D.3.5 **Luchtcirculatie**

Door het creëren van temperatuurverschillen brengen bomen luchtcirculatie op gang. Dit zorgt op een warme zomerdag voor tocht en een zekere mate van luchtverversing. Bomen verkrijgen dit afkoelende effect niet alleen door rechtstreekse beschaduwing, maar ook door het opnemen van energie voor het verdampen van water

D.3.6 Erosie / water

Door zijn verdamping zorgt een boom voor meer vocht in de lucht en dus voor een grotere luchtvochtigheid. Bij bomen die in een verharding staan is dit effect miniem, aangezien zij te kampen hebben met een zekere mate van droogtestress. In natte zones kunnen bomen een gunstig effect hebben op de waterhuishouding. Een volwassen boom verdampt gedurende een groeiseizoen 400 tot 800 l water per m² kroonprojectie (ter vergelijking: een grasmat van 10 cm zonder watertekort verdampt gemiddeld iets meer dan 500 l/m² gedurende een heel jaar). Dit cijfer is uiteraard sterk afhankelijk van boomsoort én van de standplaats. Door de sterke verdamping en dus de verminderde waterafvoer kan wateroverlast lokaal verminderd of vermeden worden. Groepen of rijen bomen als wilg, els en populier kunnen zeer veel water uit de grond pompen en helpen de drainage van drassige gronden.

Met zijn wortels legt een boom een aanzienlijke hoeveelheid bodem vast. Uiteraard is dit sterk soortafhankelijk, maar een boombeplanting kan een sterk erosiebestrijdende invloed hebben. Ook het feit dat regendruppels niet rechtstreeks op de bodem vallen, maar onderschept worden door de boomkroon, heeft een gunstig effect op de erosie. Daarnaast wordt door het nadruppelen de waterafvoer meer gespreid in de tijd en wordt een gedeelte van het regenwater verdampt van op de bladeren nog voor het op de bodem terecht komt. Langs sloten en beken verstevigt het wortelstelsel van bomenrijen in grote mate de oevers. Ook voor wegranden is dit stabiliserend effect niet onbelangrijk, op voorwaarde dat een correcte plantafstand tot de wegrand gerespecteerd wordt.

D.3.7 Mineralenkringlopen

Dood hout en bladeren doorlopen verschillende verteringsstadia en uiteindelijk worden ze in de humuslaag opgenomen, waar de voedingsstoffen opnieuw worden vrijgegeven en opgenomen door de wortels van levende bomen. Dergelijke gesloten voedingsstoffencycli moeten ook nagestreefd worden in parken en openbaar groen. Door het composteren, recycleren of hergebruiken van groenafval kan de hoeveelheid afgevoerd groenafval beperkt worden. Hierbij moet wel opgemerkt worden dat vertend dood hout en blad onder bomen niet hetzelfde effect op de vegetatie heeft als verhakseld hout of compost onder bomen (zie *Verwerking van snoeihout en bladafval*).

D.3.8 Lineaire elementen (bomengroep-bomenrij-dreef)

Lineaire elementen die bestaan uit bomen hebben in veel opzichten een groter effect op het milieu dan solitaire bomen of bomengroepen. Aangezien een bomenrij een grotere fysieke barrière vormt, is een bomenrij microklimatologisch efficiënter dan een solitair. Dit is ook het geval voor de verbetering van de luchtkwaliteit, geluidsdemping en -verstrooiing.

Uniforme methode voor de waardebepaling van bomen

Beschrijving

De 'uniforme methode' maakt het mogelijk om op eenvoudige wijze de waarde van een boom te berekenen aan de hand van vijf factoren: de basiswaarde, de soortwaarde, de standplaatswaarde, de conditiewaarde en de plantwijzewaarde.

Gebruik van de uniforme methode

De 'uniforme methode' kan gebruikt worden voor:

- het bepalen van de actuele waarde van een boom of bomengroep;
- het vaststellen van een eis tot schadevergoeding bij schade aan bomen;
- het vaststellen van een premie voor de verzekering van een boom tegen schade;
- het opmaken van de inventariswaarde van een bomenbestand of een groene ruimte met bomen.

De 'uniforme methode' wordt niet gebruikt:

- Als een beschadigde boom vervangen kan worden door een gelijkwaardig exemplaar. Men zal voor de berekening van de schadevergoeding in dat geval de actuele handelsprijs gebruiken;
- Bij bomen met een productiefunctie zoals bomen in boomkwekerijen en boomgaarden waar, in geval van schade, normaliter het verlies aan opbrengst in rekening gebracht wordt;
- Om de waarde van bomen in bossen en natuurgebieden te berekenen.

Berekening van de boomwaarde

De boomwaarde W verkrijgt men door vermenigvuldiging van vijf factoren volgens de formule: $W = B \times S \times ST \times C \times P$

In deze formule is:

- W de boomwaarde in EUR;
 B de basiswaarde in EUR/cm²;
 S de coëfficiënt voor de soortwaarde;
 ST de coëfficiënt voor de standplaatswaarde;
 C de coëfficiënt voor de conditiewaarde;
 P de coëfficiënt voor de plantwijzewaarde.

Berekening van de basiswaarde

De basiswaarde B wordt berekend met de formule:

$$B = Opp \times E$$

In deze formule is:

- B de basiswaarde, uitgedrukt in EUR;
 Opp de oppervlakte van de stamdoorsnede, uitgedrukt in cm²;
 E de eenheidsprijs, uitgedrukt in EUR/cm².

De oppervlakte van de stamdoorsnede wordt berekend uit een diametermeting op 1,3 m hoogte:

$$Opp = \pi \times d_1 \times d_2 / 4$$

Wanneer de stamomtrek van de boom ongeveer rond is, is de diameter d overal even groot:

$$D = d_1 = d_2 = omtrek / \pi$$

Wanneer de stamomtrek niet rond is, dan worden met behulp van een meetklem twee diameters, d_1 en d_2 loodrecht op elkaar, gemeten.

Wanneer de stam op 1,3 m een afwijkende vorm heeft waarbij de dikte abnormaal is, dan wordt een gemiddelde diameter berekend tussen de meting boven en onder de afwijkende vorm.

De eenheidsprijs E wordt jaarlijks berekend aan de hand van de prijzen gepubliceerd in de catalogi van een representatief aantal Vlaamse boomkwekerijen. Deze actuele eenheidsprijs kan geraadpleegd worden op de website van de Vereniging voor Openbaar Groen: <http://www.vvog.info>

Bepaling van de soortwaarde

De soortwaarde S verschilt van boom tot boom en geeft voor een bepaalde boomsoort of -variëteit de verhouding weer tussen de prijs per cm^2 van die soort en de eenheidsprijs. Voor de soortwaarde geldt: $0,2 < S < 2,1$

Om de soortwaarde te berekenen wordt van alle soorten de berekende gemiddelde prijs per cm^2 vergeleken met de berekende eenheidsprijs. Hoe groter de soortwaarde, hoe duurder een bepaalde soort is in de boomkwekerij. De soortwaarde is een indicator van de moeilijkheden bij productie en cultuur, de zeldzaamheid van voorkomen en de duur van opgroeien.

De actuele soortwaarde kan geraadpleegd worden op de website van de Vereniging voor Openbaar Groen: http://www.vvog.info/soortwaarde_boomsoorten.asp

Bepaling van de standplaatswaarde

De waarde van een boom neemt toe naarmate de aanplantingsmogelijkheden voor een boom geringer en dus minder evident worden. Hoe groter de bebouwingsdichtheid, hoe groter de waarde van de boom.

ST	Omschrijving standplaats
1,0	Stadscentrum
0,9	Gesloten bebouwing - dorpskern
0,8	Open en halfopen bebouwing
0,7	Overgangszone: bebouwde kom - landelijk gebied
0,6	Landelijk gebied

Tabel 1: Standplaatswaarde

Vaststelling van de conditiewaarde

Bij het vaststellen van de conditiewaarde C wordt nagegaan:

- hoe de actuele gezondheidstoestand van de boom is;
- wat de levensverwachtingen van de boom zijn;
- hoe zijn gezondheidstoestand in de toekomst vermoedelijk zal evolueren.

Met de mogelijk in het vooruitzicht gestelde kaprijpheid mag echter geen rekening gehouden worden.

Voor het vaststellen van de conditiewaarde is deskundigheid op het gebied van bomen vereist.

C	Omschrijving conditie
0	dode boom
0,1	bijna afgestorven boom
0,2-0,5	kwijnende boom, die binnen een periode van 2 tot 6 jaar kan afsterven (geringe levensverwachting)
0,6-0,9	gezonde boom, waarvan eventueel een zijarm is afgebroken of die kruinbeschadiging of kruinvergroeiing vertoont; voor knotbomen wordt uitgegaan van een maximale conditiewaarde tussen 0,6 en 0,9
1,0	kerngezonde boom die voldoet aan alle vereisten wat gezondheid, levensverwachting, esthetisch aanzien en vormgeving betreft

Tabel 2: Conditiewaarde

Vaststelling van de plantwijzewaarde

De ontwikkeling van het uiterlijk (de habitus) van een boom hangt in belangrijke mate af van de manier waarop hij geplant wordt. De plantwijzewaarde P is een factor die dat in rekening brengt.

De waarde van een solitairboom, die aan alle kanten goed is uitgegroeid, wordt hoger geacht dan de waarde van een rijboom of een boom in groep, die door de naburige kronen beperkt wordt in zijn uitgroei.

P	Omschrijving plantwijze
1	solitair
0,8	in rij beplanting
0,6	in groep 2 tot 5 stuks
0,4	in grotere groepen
0,2	in bospark

Tabel 3: Plantwijzewaarde

Berekening van een schadevergoeding voor bomen

Wanneer wordt een schadevergoeding berekend?

Het kan belangrijk zijn om een schadevergoeding voor een boom te berekenen in de volgende gevallen:

- bij schade door een verkeersongeval;
- bij schade door slecht uitgevoerde onderhoudswerken (snoeischaade, maaischaade);
- bij schade door vandalisme;
- bij clandestien kappen;
- bij schade door bouwwerkzaamheden;
- bij schade door de aanleg van allerlei nutsvoorzieningen (kabels, buizen ...);
- bij schade door grondophoging, door wijziging van de grondwaterstand;
- bij schade door strooizouten, herbiciden, gaslekken, e.d.

Hoe wordt een schadevergoeding berekend?

Wanneer de "uniforme methode" gebruikt wordt om een schadevergoeding te berekenen, dan moet een onderscheid gemaakt worden tussen een boom die totaal vernield is en een boom die gedeeltelijk beschadigd is.

In beide gevallen wordt eerst de waarde van de boom berekend volgens de bovenstaande formule. Deze waarde vormt dan de grondslag voor de berekening van de schadevergoeding.

Schadevergoeding bij totale vernieling van een boom

Voor de berekening van de schadevergoeding voor bomen die totaal vernield zijn, maakt men een onderscheid tussen vervangbare bomen en niet-vervangbare bomen. In het eerste geval kan de vernielde boom vervangen worden door een gelijkwaardig exemplaar (= zelfde soort én zelfde afmetingen). De beoordeling van het begrip vervangbaar en niet-vervangbaar vereist deskundigheid op het gebied van bomen.

Totale vernieling van een vervangbare boom

Indien de vernielde boom vervangen kan worden door een volledig gelijkwaardig exemplaar, dan zal de schadevergoeding gelijk zijn aan de som van de volgende twee termen:

- de kostprijs voor het rooien en verwijderen van de vernielde boom en het verwijderen van de stronk;
- de kostprijs van de nieuw aan te planten boom, inclusief de plantkosten en een hergroei-garantie van minstens 2 jaar.

Totale vernieling van een niet-vervangbare boom

Indien de volledig beschadigde boom niet vervangen kan worden door een gelijkwaardig exemplaar, dan is de schadevergoeding gelijk aan de som van de volgende drie termen:

- de kostprijs voor het rooien en verwijderen van de vernielde boom en het verwijderen van de stronk;
- de kostprijs voor de heraanplanting van een vervangende boom, namelijk:
 - het maken van het plantgat;
 - het inbrengen van verrijkte teelaarde;
 - het uitvoeren van de planting, inclusief steunstok(ken);
- de mogelijke herstellingen aan het wegdek;
- de nazorgen;
- de eventuele meerkosten voor een hergroei-garantie van minstens 2 jaar;
- de waarde van de vernielde boom, berekend volgens de "uniforme methode".

Schadevergoeding bij gedeeltelijke beschadiging van een boom

Indien de boom gedeeltelijk beschadigd is, dan wordt aan de hand van de omvang van de schade een schadepercentage bepaald. Dit percentage wordt vermenigvuldigd met de boomwaarde. Het bedrag dat men op deze wijze verkrijgt, is gelijk aan de waardevermindering van de boom.

De schadevergoeding is gelijk aan de som van:

- de waardevermindering van de boom;
- de eventuele kosten voor noodzakelijke wondverzorging.

Er zijn 6 mogelijke gevallen van gedeeltelijke beschadiging van een boom:

- oppervlakkige beschadiging of ontschorsing van de stam;
- diepe beschadiging van de stam, met beschadiging van het hout;
- beschadiging van de kroon (kruin);
- beschadiging van de wortels;
- conditieverlies;
- herhaalde of gecombineerde schade.

Oppervlakkige beschadiging of ontschorsing van de stam

Hieronder verstaat men beschadiging door het wegrukken van de bast tot op het spinthout.

Men dient rekening te houden met de verhouding tussen de breedte van de wonde en de omtrek van de stam. Aangezien de hoogte van de wonde geen invloed heeft op de genezing, wordt hiermee geen rekening gehouden. De breedte van de wonde

wordt gemeten ter hoogte van het breedste deel van de wonde. De waardevermindering door oppervlakkige beschadiging of ontschorsing van de stam wordt weergegeven in tabel 4.

Beschadiging in % van de stamomtrek	Waardevermindering in % van de boomwaarde
≤ 10	5
11 – 20	10
21 – 30	20
31 – 40	30
41 – 50	40
51 – 60	60
61 – 75	90
76 – 100	100

Tabel 4: Waardevermindering door oppervlakkige beschadiging of ontschorsing van de stam

Diepe beschadiging van de stam, met beschadiging van het hout

Hieronder verstaat men verwondingen aan de stam waardoor het spinthout en soms het kernhout beschadigd is. Er dient rekening gehouden te worden met de verhouding tussen de breedte van de wonde en de omtrek van de stam. De waardevermindering wordt weergegeven in tabel 5.

Beschadiging in % van de stamomtrek	Waardevermindering in % van de boomwaarde
≤ 20	20
21 – 25	25
26 – 30	35
31 – 35	50
36 – 40	70
41 – 45	90
46 – 100	100

Tabel 5: Waardevermindering door diepe beschadiging van de stam, met beschadiging van het hout

Beschadiging van de kroon

Wegens het verlies aan esthetische en functionele waarde en het verlagen van de kans op normaal uitgroeien bij het afbreken van één of meer gesteltakken, dient hiermee bij het berekenen van de schadevergoeding terdege rekening te worden gehouden. Het verlies van één of meer gesteltakken geldt als een zware beschadiging. De waardevermindering is weergegeven in tabel 6.

Kroonvolumeverlies (%) door verdwenen gesteltak(ken)	Waardevermindering in % van de boomwaarde
≤ 20	20
21 – 25	25
26 – 30	35
31 – 35	50
36 – 40	70
41 – 45	90
46 – 100	100

Tabel 6: Waardevermindering door beschadiging van de kroon

Wanneer door het afbreken van de gesteltakken de kroon moet bijgesnoeid worden of wondverzorging noodzakelijk is, worden de gemaakte kosten bij de waardevermindering gevoegd.

Beschadiging van de wortels

Beschadiging van de wortels kan vooral bij bomen die moeilijk wortels vormen of bomen die geen paalwortels bezitten, belangrijke gevolgen hebben. Met de mogelijkheden van een dergelijke beschadiging dient bij het bepalen van de schadevergoeding ten volle rekening te worden gehouden.

De schade wordt berekend in procenten van de kroonprojectie en is weergegeven in tabel 7.

Beschadiging binnen de Kroonprojectie in % van de Kroonprojectie	Waardevermindering in % van de boomwaarde
≤ 20	10
21 – 30	20
31 – 40	40
41 – 50	60
51 – 60	80
61 – 100	100

Tabel 7: Waardevermindering door beschadiging van de wortels

Conditieverlies

Door allerlei oorzaken kan na zekere tijd bij een boom conditieverlies optreden, waardoor de boomwaarde afneemt. In dit geval kan de schadevergoeding berekend worden door het verschil te maken tussen de boomwaarde vóór het conditieverlies en de waarde die verkregen wordt nadat aan de boom een andere (= lagere) conditiewaarde (C) is toegekend.

Herhaalde of gecombineerde schade

Indien zich op korte tijd herhaalde schade voordoet, dient de laatste schade te worden berekend op basis van de verminderde waarde van de boom, na het vorige schadegeval.

Er kan ook sprake zijn van een combinatie van stam-, kroon- en wortelbeschadiging. De schadevergoeding moet dan berekend worden op basis van de som van de schadepercentages. Indien deze groter is dan 100 % moet de schade berekend worden zoals bij totale vernieling.

De waardevermindering als grondslag voor de berekening van de schadevergoeding kan per boom nooit groter zijn dan de totale waarde van de boom.

Modelformulier (naar SB 250)

WAARDEBEPALING VAN BOMEN VOLGENS DE UNIFORME METHODE			
<i>Identificatiegegevens van de boom</i>			
001 Gemeente	005 Sectie	010 Naam groenobject	
002 Deelgemeente	006 Eigenaar	011 Aard groenobject	
003 Straat	Adres	012 Groenfichenr.	
004 Wijk		014 Volgnr. boom	
<i>Beschrijving van de boom</i>			
100 Boomsort			
Wetenschappelijke naam			
Nederlandse naam			
200 Situering van de boom			
201 Huisnr.			
202 Kadasternr. perceel			
203 Straatkant			
300 Numerieke kenmerken / morfologie			
301 Plantdatum			
Stamomtrek op 1,3 m		cm	
302 Stamdiameter(s) op 1,3 m		cm	
303 Kroonprojectie-diameter		cm	
304 Hoogte van de boom		cm	
305 Boomspiegel-diameter		cm	
Stamhoogte		cm	
<i>Berekening van de waarde (800)</i>			
801 Basiswaarde	Eenheidsprijs (zie website vvog)	EUR /cm ²	
	× d ₁ *	(d1)	
	× d ₂ *	(d2)	
	× π	(π)	
	× 0,25 (= delen door 4)	(B)	
	(*) bij ronde stam: $d_1 = d_2 = \frac{\text{omtrek}}{\pi}$		
802 Soortwaarde (S)	(zie website vvog)	(S)	
803 Standplaatswaarde (ST)			
1,0 Stadcentrum			
0,9 Gesloten bebouwing - dorpskern			
0,8 Open en halfopen bebouwing			
0,7 Overgangszone			
0,6 Landelijk gebied	×	(ST)	
804 Conditiewaarde (C)			
1,0 Kernegezonde boom			
0,6 - 0,9 Gezonde boom of knotboom			
0,2 - 0,5 Kwijnende boom			
0,1 Afstervende boom			
0,0 Dode boom	×	(C)	
805 Plantwijzewaarde (P)			
1,0 Solitair			
0,8 In rij beplanting			
0,6 In groep van 2 tot 6 stuks			
0,4 In grotere groepen			
0,2 In bospark	×	(P)	
806 Totale boomwaarde	$W = B \times S \times ST \times C \times P$	EUR	

<i>Vaststellingen i.v.m. de schade</i>			
Schade aangericht door	.....	
Datum van schadegeval	.....	
Plaats van schadegeval	.....	
Proces-verbaal nr.	.....	opgemaakt op	.....
Door	.....	
<i>Beschrijving van de schade</i>			
Duid op een tekening aan waar de schade zich heeft voorgedaan			
<i>Totale vernieling van een niet-vervangbare boom</i>			
Kostprijs voor het rooien en verwijderen van de vernielde boom	.....		EUR
Kostprijs voor het verwijderen van de stronk	.....		EUR
Heraanplanting van een nieuwe boom (incl. hergroeigarantie, prijs van de boom niet inbegrepen)	.....		EUR
Waarde van de vernielde boom volgens de "Uniforme methode"	.....		EUR
Schadevergoeding	.....		EUR
<i>Totale vernieling van een vervangbare boom</i>			
Kostprijs voor het rooien en verwijderen van de vernielde boom	.....		EUR
Kostprijs voor het verwijderen van de stronk	.....		EUR
Heraanplanting van een nieuwe boom (incl. hergroeigarantie)	.....		EUR
Schadevergoeding	.....		EUR
<i>Gedeeltelijke beschadiging van een boom</i>			
	beschadigings- percentage	waardevermin- dering in % van de boomwaarde	waarde van de beschadigde boom volgens de "Uniforme methode"
Oppervlakkige beschadiging van de STAM	.....	.....	× ..... = ..... EUR
Diepe beschadiging van de STAM	.....	.....	× ..... = ..... EUR
Beschadiging van de KROON	.....	.....	× ..... = ..... EUR
Beschadiging van de WORTELS	.....	.....	× ..... = ..... EUR
Conditieverlies: waarde vóór - waarde na			= EUR
Kosten voor wondverzorging			= EUR
Opgemaakt te		op	Schadevergoeding = EUR



E Doelstellingen

Gelet op het belang van bomen in de stedelijke omgeving (zie *D Eigenschappen en functies van bomen*) is het noodzakelijk voldoende aandacht te besteden aan het beleid en het beheer van bomen. Dit kan door een bomenplan op te maken. Het bomenplan bevat de beleidsuitgangspunten en geeft aan hoe die moeten verwezenlijkt worden.

Het bomenplan focust zowel op het behouden van het huidig bomenbestand als op het uitbreiden ervan. Het maakt het bomenbeleid en –beheer concreet, transparant en duurzaam en biedt kwaliteitsgaranties voor het behoud en de uitbreiding van het bomenbestand, onderbouwt de budgettering en geeft inzicht in de benodigde werkorganisatie, capaciteit en planning.

E.1 Onderdelen van een bomenplan

Het bomenplan is gebaseerd op 3 strategische vragen:

Wat heb ik?
Wat wil ik?
Hoe moet dat?

Wat heb ik ?

Het antwoord op de vraag ‘Wat heb ik ?’ wordt gegeven vanuit de inventarisatie. Voor het uitwerken van een realistisch bomenplan is het noodzakelijk inzicht te hebben in het actuele bomenbestand in eigendom en/of beheer van de organisatie. Het bomenplan start dan ook met dit onderdeel.

Wat wil ik ?

Het antwoord op de vraag ‘Wat wil ik?’ vormt de visie. Het zet de koers uit voor de lange termijn (ongeveer 20 jaar).

Hoe moet dat ?

Het antwoord op de vraag ‘Hoe moet dat?’ vormt het beheerplan bestaande uit beheerrichtlijnen. De realisatie van de visie en doelstellingen gebeurt in overzichtelijke stappen. In het beheerplan wordt voor de eerste 4 tot 6 jaar deze realisatie uitgewerkt in de vorm van maatregelen en projecten. Jaarlijks wordt een werkplan opgesteld met de te verrichten onderhoudsactiviteiten en de daarbij horende inzet van mensen en middelen.

E.2 Inventarisatie

In de inventarisatiefase wordt het actuele bomenbestand opgemeten, zowel op kwantitatief als op kwalitatief vlak. De bomen worden individueel gelokaliseerd en gedetermineerd. Dit levert een dataset aan onveranderlijke, vaste gegevens op. Daarnaast worden een aantal variabele gegevens opgenomen die belangrijk zijn om de kwaliteit van het bomenbestand op te volgen. Belangrijk hierbij is dat er een set aan basisparameters bepaald worden die relatief beperkt zijn. Een gedetailleerde opname is pas noodzakelijk om specifieke doelstellingen te bereiken om bijvoorbeeld een beleid voor monumentale bomen uit te stippelen.



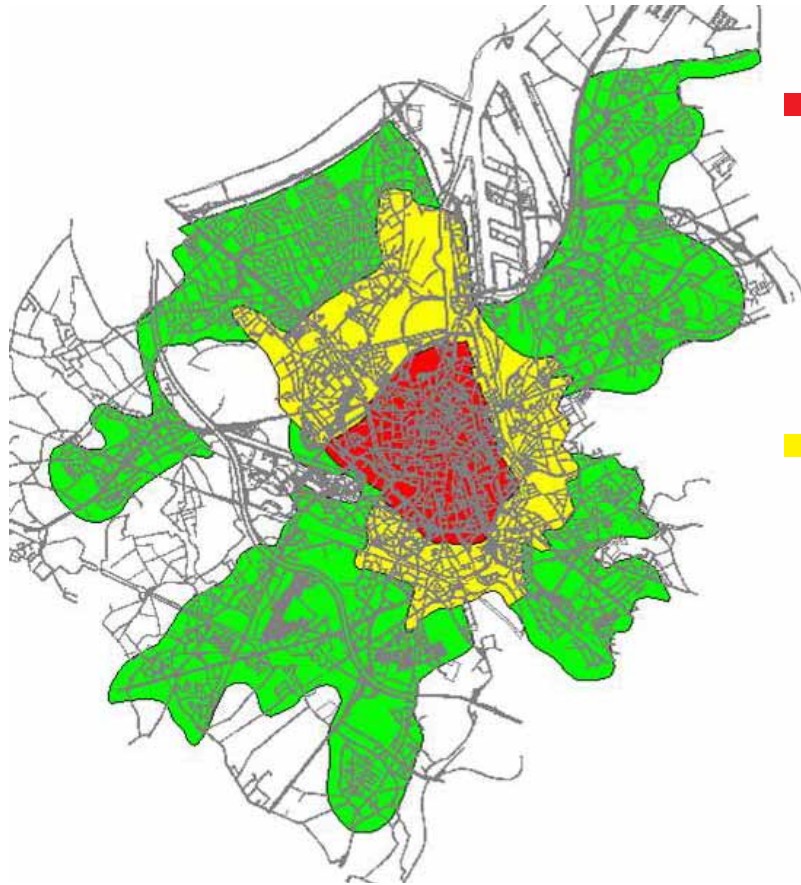
Inventarisatie van bomen kan bovenstaande info opleveren.

E.3 Visie bepalen

Gericht beheren is beheren met visie. Het vastleggen van de visie gebeurt door doelstellingen te bepalen. Er worden een 3-tal doelstellingen onderscheiden nl.:

- doelstellingen m.b.t. het behoud van het bomenbestand;
- doelstellingen m.b.t. de uitbreiding van het bomenbestand;
- beperkende doelstellingen.

Bovenstaande doelstellingen worden gebiedsdekkend, gezoneerd en/of gebiedsspecifiek uitgewerkt. Om de samenhang en de structuur weer te geven wordt dit uitgezet op een kaart. Zo bekom je een bomenstructuurplan.



Voorbeeld van een zonering als onderdeel van een bomenstructuur.

Bomennormen zone 1:

Bomennorm 1: bomen toepassen op zichtlocaties, kruispunten, pleinen, rotondes en parken

- 1^e grootte
- duurzame soort
- duurzame standplaats

Bomennorm 2: bomen toepassen in beluiken, woonerven en woonstraten.

- grootteklasse afstemmen met de beschikbare ruimte
- duurzame standplaats indien mogelijk anders korte omloop boom

Bomennormen zone 2

Bomennorm 1: per "zichtsveld" 1 duurzame boom van de 1^e of 2^e grootte met duurzame standplaats op o.a. de volgende locaties:

- kruising/rotonde
- plein
- park
- particuliere tuinen
- ...

Bomennorm 2: per 5 parkeerplaatsen 1 boom (hart op hart 32 meter)

- grootteklasse afhankelijk van de beschikbare ruimte (bij voorkeur 1^e grootte)
- incidenteel vormbomen in het straatbeeld toepassen (realisatie op basis van specifiek ontwerp)
- op locaties met beperkte ruimte, toepassen bomen met een korte omloop

Bomennormen zone 3

Bomennorm 1: per "zichtsveld" 1 duurzame boom van de 1^e of 2^e grootte met duurzame standplaats op de volgende locaties:

- kruising/rotonde
- plein
- park
- particuliere tuinen

Bomennorm voor verkavelingen: per 3 parkeerplaatsen 1 boom (hart op hart 20 meter)

- grootteklasse afhankelijk van de beschikbare ruimte
- waar mogelijk rijstructuur toepassen: 1 rij bomen
- op locaties met beperkte ruimte, toepassen bomen met een korte omloop

Bomennorm voor overgangsgebied zone 2 en zone 3: per 4 parkeerplaatsen 1 boom (hart op hart 25 meter).

- grootteklasse afhankelijk van de beschikbare ruimte
- op locaties met beperkte ruimte, toepassen bomen met een korte omloop

Doelstellingen zijn pas handig als ze ook concreet en resultaatgericht opgesteld worden. Voor het opstellen van werkbare doelstellingen is een methodiek ontwikkeld, die met een letterwoord SMART heet. SMART staat voor Specifiek, Meetbaar, Acceptabel, Realistisch en Tijdgebonden. Pas als de doelstelling op deze vijf punten voldoet, heb je een concrete en resultaatgerichte doelstelling opgesteld. Dat kan door volgende vragen te stellen:

Specifiek

‘Wat gaan we precies doen?’ Het antwoord moet een concrete en ondubbelzinnige omschrijving zijn van een activiteit.

Meetbaar

‘Hoeveel gaan we doen?’ Doelen moeten meetbaar zijn in hoeveelheid, kwaliteit, tijd of geld.

Acceptabel

‘Is er een draagvlak voor wat we doen?’ Het antwoord op deze vraag kan uit het participatieluw van het beheerplan gehaald worden.

Realistisch

‘Kan het wat we willen doen?’ Het plannen van iets dat niet realiseerbaar is, is nutteloos en zorgt alleen voor frustratie. Wees ambitieus, maar niet onrealistisch.

Tijdgebonden

‘Wanneer zijn we klaar?’ Doelen die ‘ooit’ moeten gerealiseerd worden, leveren doorgaans weinig problemen op, maar geven vaak geen resultaat.

Doelen op vlak van bomen worden geformuleerd in de vorm van eindbeelden (zie *F.3.1.1 Eindbeeld*).

Voorbeeld van een eindbeeld:

Volwassen straatboombeplanting van de 1^e grootte waarbij de kronen van de bomen elkaar niet raken. Specificaties:

- *Soort*: Zilverlinde;
- *Individueel eindbeeld*: niet vrij uitgroeiende boom met een takvrij stamstuk van 9 meter, behoud tot de aftakelingsfase;
- *Plantverband*: 2 rijen aan weerszijden van de weg in de parkeerstrook met een tussenafstand van 20 m (om de 3 parkeerplaatsen 1 boom);
- *Plantspiegels*: 2 x 2 meter begroeid met kleine maagdenpalm (*Vinca minor*);
- *Voorzieningen*: verhoogde boordsteen en boombeugels aan weerszijden van de boom.

E.4 Beheer vastleggen

Het bomenbeheerplan beantwoordt de vraag ‘Hoe moet dat?’. Het vertaalt de doelstellingen bepaald in de visie naar de praktijk.

Het bomenbeheerplan wordt gemaakt voor de middellange termijn (4-6 jaar). Aan het eind van de periode vindt er een evaluatie plaats en wordt het plan bijgesteld voor de daarop volgende beheertermijn.

De opmaak van het beheerplan start na de inventarisatiefase en de fase van de visievorming en is gericht op het realiseren en het behouden van deze eindbeelden.

Het jaarlijks plannen van de beheeractiviteiten nodig om dit eindbeeld te bekomen, wordt beschreven in het jaarplan of werkplan.

Voor richtlijnen om het bomenplan op te stellen verwijzen we naar de publicatie ‘Bomenplan’, die in het najaar van 2008 beschikbaar zal zijn bij het ANB.



F Technische handleiding

F.1 Basis boomvormologie en -fysiologie

Om de gevolgen van bomenbeheer zoals aanplanten of snoeien te kunnen begrijpen, is het noodzakelijk dat een beheerder weet hoe een boom opgebouwd is (morfologie) en wat de fysiologische processen zijn die plaats hebben in een boom (fysiologie). In dit hoofdstuk worden alle basisbegrippen uitgelegd.

F.1.1 Algemeen

F.1.1.1 Morfologie

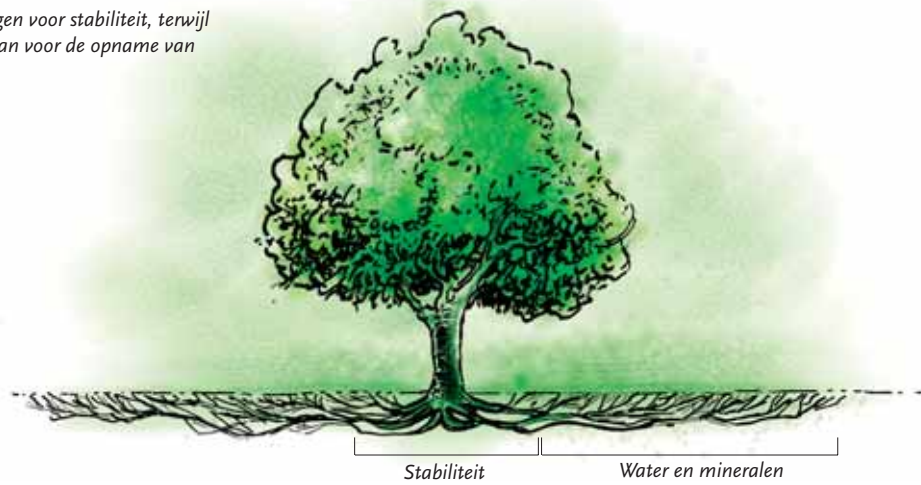
Een boom bestaat uit zes verschillende 'organen'. Drie hebben een voortplantingsfunctie: de bloemen, vruchten en zaden. Voor het technische bomenbeheer zijn vooral de resterende drie vegetatieve structuren (bladeren of naalden, stam en takken en wortels) belangrijk.

Bladeren en naalden kunnen zeer veel vormen aannemen. Ze kunnen slechts enkele mm groot zijn, zoals bij de sneeuwwilg of een halve meter groot, zoals bij de Anna Paulowna boom. Ze kunnen enkelvoudig zijn of samengesteld, in een veelvoud aan vormen. Het verschil tussen een samengesteld blad en een tak met bladeren is vaak niet erg duidelijk. De stelregel is: bij loofbomen komt er een knop voor in de oksel tussen blad en twijg. Dat is niet zo in de oksel tussen een deelblaadje en de bladsteel. Soms wordt als stelregel genomen dat een samengesteld blad herkend kan worden doordat het in de herfst als één geheel valt. Dit is echter niet altijd zo: ook de deelblaadjes kunnen apart afvallen (bv. bij de gewone es).

Stam, takken en twijgen vormen het 'skelet' van een boom, zij dragen de bladeren of naalden. Een twijg is nog niet verhout en kent dus geen diktegroei. Eenmaal de twijg wel verhout is en verdikt, spreken we over een tak. Zoals in de vorige paragraaf uitgelegd werd, is het onderscheid tussen twijg en bladsteel niet altijd duidelijk. Dat is ook zo bij het verschil tussen een tak en de stam. Tussen stam en takken bestaat een hiërarchie: de tak groeit aan de stam en tussen beide komt een takkraag voor, waarin stam- en takweefsel gescheiden zijn. Sommige codominante toppen zien eruit als takken (zeker als ze jong zijn), maar zijn eigenlijk gelijkwaardig en bestaan uit stamweefsel. Tussen beide is geen takkraag aanwezig: het stamweefsel loopt gewoon door.

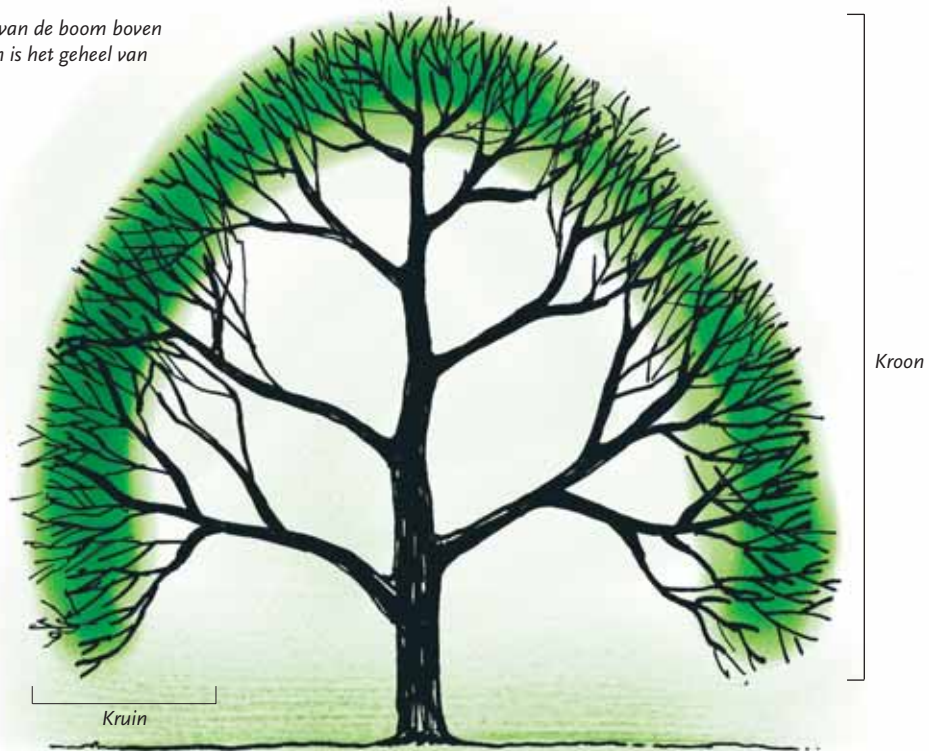
De wortels zijn het ondergrondse deel van de boom. Ook binnen de wortels is er een hiërarchie: de dikke gestelwortels vormen de stronk en zorgen voor de stabiliteit, terwijl de fijne wortels verder van de boom instaan voor de opname van water en mineralen.

De gestelwortels zorgen voor stabiliteit, terwijl de fijne wortels instaan voor de opname van water en mineralen.



Tot slot is er nog het onderscheid tussen de kroon en de kruin, twee begrippen die courant door elkaar gebruikt worden. De kroon is het gedeelte van de boom boven de takvrije stam. Met de kruin wordt het geheel van de bladeren en twijgen bedoeld, de kruin is dus als het ware de buitenste, levende schil van de kroon.

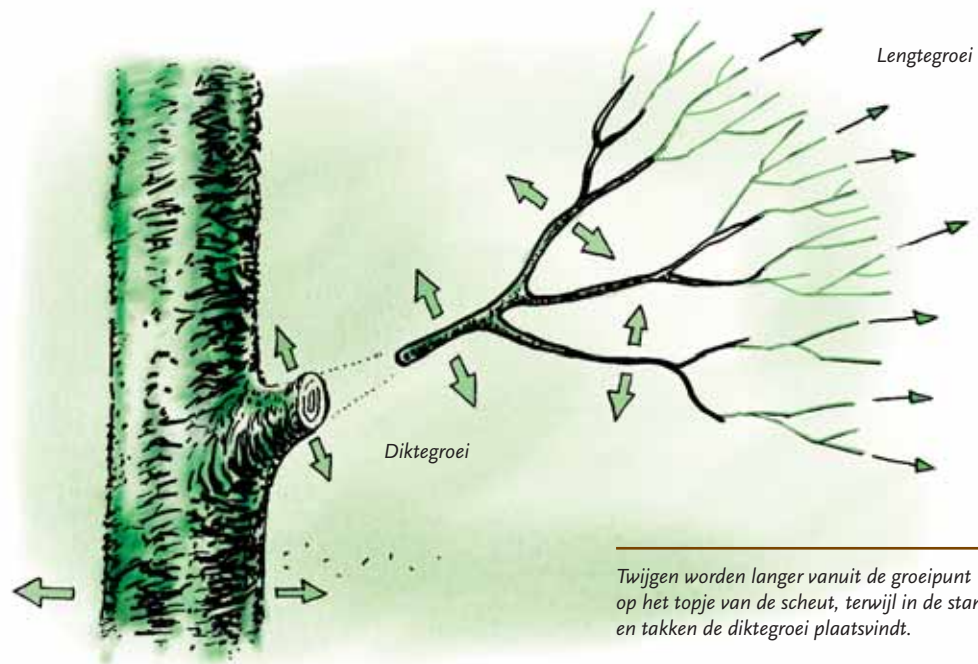
De kroon is het gedeelte van de boom boven de takvrije stam, de kruin is het geheel van bladeren en twijgen.



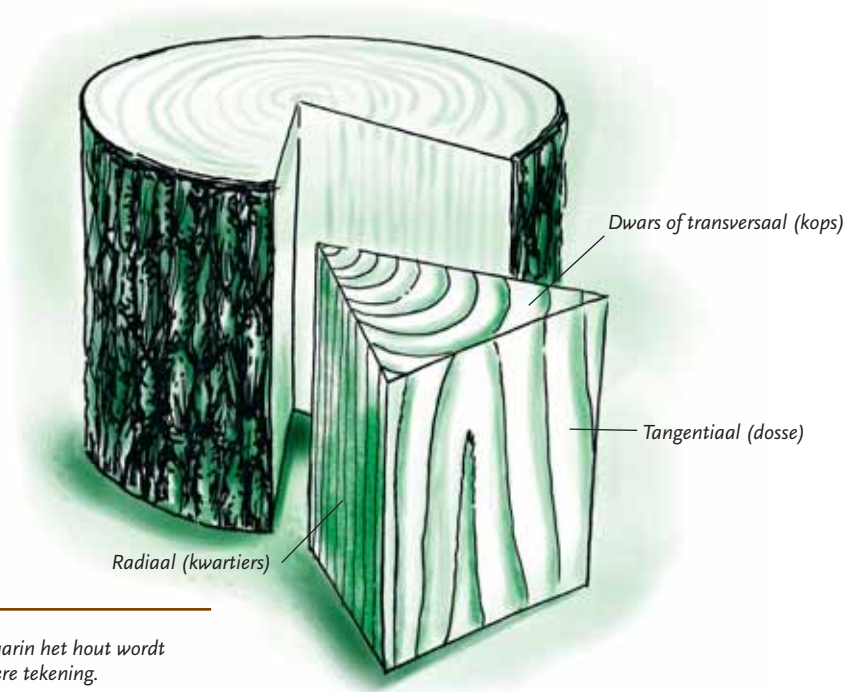
F.1.1.2 Fysiologie

De wortels absorberen water en mineralen uit de bodem, ondermeer stikstof, fosfor en calcium. Het water en de opgeloste mineralen worden doorheen het levende hout naar de bladeren getransporteerd. Die verdampen een groot deel van het opgenomen water. De rest van het water wordt door de bladeren gebruikt om onder invloed van licht suikers te produceren uit CO_2 . Deze suikers zijn de 'brandstof' voor het functioneren van de boom. Ze worden gebruikt als bouwstenen voor het vormen van cellulose en lignine, twee stoffen die de grootste massa van een boom uitmaken. De suikers worden door de levende bast doorheen de boom getransporteerd naar waar ze nodig zijn. Ze worden samen met de opgenomen mineralen gebruikt om nieuw weefsel op te bouwen, waaronder de bloemen en vruchten die de start van een nieuwe generatie vormen. Suikers die niet onmiddellijk gebruikt worden, worden opgeslagen in het hout van de stam, de takken en de wortels.

Nieuwe twijgen worden langer vanuit een groeipunt aan het topje van de scheut. Dit is de primaire groei, die voorkomt bij alle planten. Zogenaamde 'houtige' planten hebben ook een secundaire groei of diktegroei (behalve de houtige eenzaadlobbigen zoals palmen en bamboe). Terwijl de twijgen langer worden, vindt in de takken en stam de diktegroei plaats. Die diktegroei komt voort uit de celdeling in een dunne cellaag tussen schors en hout en vormt de structuur van de stam, de takken en de wortels. In gebieden met een gematigd klimaat zoals Europa vertonen bomen een groeiperiodiciteit. De groei vertraagt sterk of stopt tijdens de winter. Dus vormt de boom elk jaar opnieuw een laagje hout rond het reeds bestaande hout. Dat zijn de jaarringen die men ziet op een dwarsdoorsnede van de stam. Binnen de jaarringen wordt in het voorjaar vroeghout met dunne celwanden gevormd. Later in het groeiseizoen wordt laathout gevormd, met duidelijk dikkere celwanden.



Deze manier van groeien geeft mede de typische tekening die we krijgen als we een stam doorzagen, zowel dwars (kops), tangenciaal (dosse) als radiaal (kwartiers). Daarnaast wordt het houtbeeld bepaald door kleur, textuur en houtstralen.



Afhankelijk van de richting waarin het hout wordt doorgezaagd, krijg je een andere tekening.

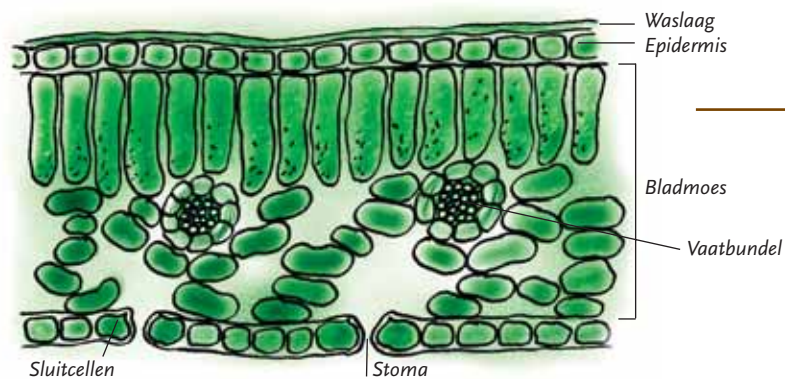
Het generatievermogen van bomen

Al te vaak worden bomen behandeld zoals mensen zouden behandeld worden. Zo worden wonden bijvoorbeeld proper gemaakt, ontsmet en afgedekt opdat ze beter zouden 'genezen'. Een essentieel verschil tussen bomen en mensen is dat wij als één geheel werken. Wij hebben één hart, één set ogen, één lever, enz. voor ons hele organisme. Bomen werken in modules. Ze zijn opgebouwd uit verschillende gelijkaardige delen, die elk relatief onafhankelijk werken en ook vervangbaar zijn. Bomen kunnen een tak of zelfs hun hele stam verliezen en die vervangen en verder leven. Bij verwonding genezen mensen door het beschadigde weefsel te herstellen op dezelfde plaats. Wij hebben een regeneratievermogen. Bomen maken nieuwe weefsels aan op een andere plaats om de functie van het verloren gegane onderdeel over te nemen (bomen genereren in plaats van regenereren). Meestal is het levende deel van een boom slechts een heel dunne schil over een 'skelet' van hout dat reeds lang dood is. Dat is de reden waarom een volledig holle boom nog springlevend kan zijn. Toch beschermt de boom dat houten skelet zo goed mogelijk tegen aantastingen door dieren, zwammen en andere micro-organismen, aangezien dit de mechanische sterkte levert om overeind te blijven staan.

F.1.2 Bladeren

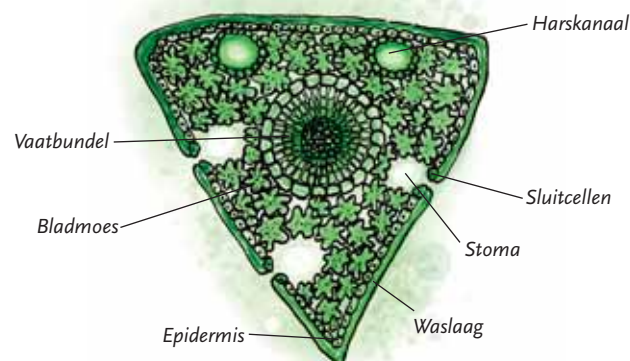
F.1.2.1 Morfologie

Loofbomen hebben meestal een plat en breed blad, om zoveel mogelijk licht op te vangen. Het blad is opgebouwd uit een bovenste en onderste opperhuid of epidermis, waartussen bladmoes zit. Dit kan uit verschillende celtypes bestaan. Hierin zit ook het chlorofyl dat voor de fotosynthese zorgt en dat de groene kleur aan de bladeren geeft. Het blad heeft meestal een wasachtige laag op zijn oppervlak, om nutteloze waterverliezen te beperken en zo een vochtige omgeving binnenin het blad te behouden en verwelking tegen te gaan. Gasuitwisseling gebeurt door kleine gaatjes in de opperhuid, de huidmondjes of stomata. Deze komen vooral voor op de onderkant van het blad, soms op beide zijden. Ze kunnen geopend of gesloten worden door sluitcellen en staan in verbinding met een kleine holte waar de gasuitwisseling plaatsvindt. Het transport van water, suikers en mineralen gebeurt door de vaatbundels of nerven die in het bladmoes ingebed zijn. Bladeren hebben zich op zoveel manieren aangepast aan de groeiomstandigheden dat het scala aan bladvormen en -soorten haast eindeloos lijkt.



De morfologie van het blad

De naalden van coniferen mogen niet enkel gezien worden als gereduceerde bladeren. De basiswerking van een naald is echter sterk vergelijkbaar met die van het blad. De fotosynthese gebeurt door het chlorofyl en water- en gasuitwisseling gebeurt door huidmondjes in de opperhuid. Naalden zijn beter dan bladeren opgewassen tegen onherbergzame groeiomstandigheden door hun compactere vorm, hun dikke waslaag en de ingezonken huidmondjes, waarvan er vaak ook minder zijn. Coniferen houden hun naalden meestal meerdere jaren, soms twee of drie, maar bij sommige soorten kan dit oplopen tot enkele tientallen jaren (bijvoorbeeld bij de slangenden, *Araucaria araucana*). Sommige coniferen zoals lork (*Larix decidua*) verliezen elk jaar hun naalden. Ook slechte groeiomstandigheden of gezondheidsproblemen kunnen ervoor zorgen dat de naalden vroeger vallen. Eén of twee vaatbundels zorgen voor het watertransport. Vaak zijn ook harskanalen aanwezig. Deze spelen een rol bij het afweersysteem (bv. insectenvraat).



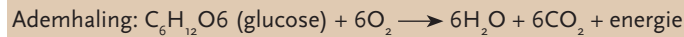
De morfologie van de naald

F.1.2.2 Fysiologie

Bladeren zijn de energiecentrale van de boom. Door koolstofdioxide (CO_2) uit de lucht te combineren met water uit de grond produceren zij met behulp van licht suikers en zuurstof. Dit gebeurt in het chlorofyl. Chlorofyl kan ook aanwezig zijn in jonge stammen en takken en in het merg van jonge bomen. De geproduceerde suikers zijn het echte 'voedsel' voor de boom (en niet de mineralen die hij uit de grond haalt), ze worden gebruikt als energiebron. Gecombineerd met de mineralen uit de grond vormen zij alle mogelijke noodzakelijke stoffen, gaande van eiwitten tot oliën.

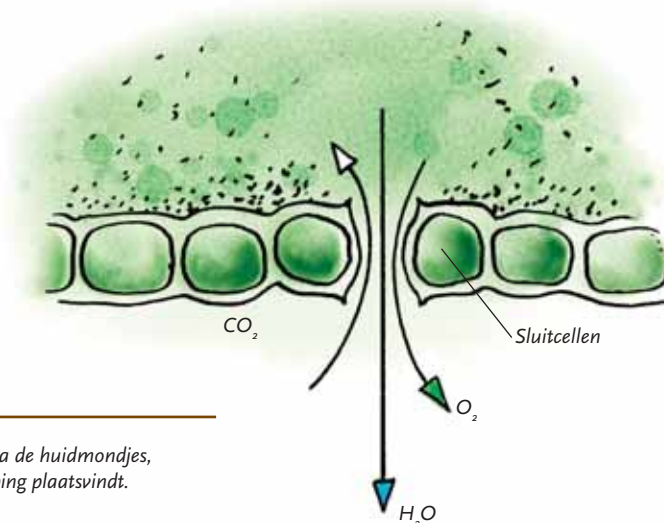


Wat vaak vergeten wordt is dat alle delen van de boom, zowel bladeren als stam, takken en wortels, ook zuurstof en suikers verbruiken om de levensprocessen op gang te houden. Dit gebeurt via het omgekeerde proces van de fotosynthese, de ademhaling. Hierbij wordt dus zuurstof uit de lucht verbruikt om de aangemaakte suikers te verbranden en wordt opnieuw water en CO_2 uitgestoten in de lucht. Dat is ook wat gebeurt als de boom of delen ervan rotten of verbrand worden.



Tijdens het groeiseizoen wordt overdag een overmaat aan zuurstof geproduceerd, maar in het donker of tijdens de winter, als er geen bladeren zijn, verbruiken bomen zuurstof en suikers zonder er te produceren.

Om de fotosynthese te kunnen laten plaats vinden, is uitwisseling van gassen nodig. Dit gebeurt via de huidmondjes. Uiteraard vindt via deze huidmondjes ook waterverlies plaats, maar dat wordt gecontroleerd door het openen of sluiten van de sluitcellen. Door de verdamping van water door de bladeren wordt een waterstroom op gang gebracht van de wortels naar de bladeren. Zo raken de opgenomen mineralen uit de bodem tot boven in de boom. Verdamping zorgt ook voor afkoeling, waardoor de bladeren beschermd worden tegen oververhitting door het zonlicht. Een volwassen boom kan in het groeiseizoen 400 tot 800 liter water per m^2 kroonprojectie verdampen. Een grote solitair verbruikt dus minstens 40 000 liter bodemwater per groeiseizoen.



De gasuitwisseling verloopt via de huidmondjes, waarlangs ook waterverdamping plaatsvindt.

F.13 Stam en takken

Bomen onderscheiden zich van andere planten door hun 'skelet' dat wordt gevormd door een stam en takken. Deze stam dient uiteraard om hun bladeren hoog boven die van andere planten uit te tillen in hun strijd om licht. Maar daarnaast zorgt de stam er ook voor dat water van de wortels tot bij de bladeren raakt en dat voedsel over de hele boom verspreid raakt om alle delen, ook de wortels, in leven te houden. De stam is echter zoveel meer dan een buis die beide uiteinden van de boom met elkaar verbindt.

Als we een stam laag per laag van buiten naar binnen afpellen, dan komen we achtereenvolgens volgende lagen tegen:

- **Schors:** dit is een lucht- en waterdichte laag die het onderliggende weefsel beschermt tegen invloeden van buitenaf. Niet alleen beschermt de schors de boom tegen gure weersomstandigheden, maar ook tegen een invasie door allerlei organismen, gaande van bacteriën en schimmels tot insecten en zelfs zoogdieren. De schors bestaat aan de buitenkant uit kurkcellen die worden gevormd vanuit een delende cellaag, het fellogeen of kurkcambium. De schors heeft dus nooit een geleidingsfunctie gehad. Er is geen scherpe grens tussen de eigenlijke schors en afgestorven, verhoude floëemcellen.
- **Bast (floëem):** dit is een dunne laag en bestaat uit levend weefsel. Het floëem staat in voor het transport van voedingsstoffen van de bladeren naar de rest van de boom, hoofdzakelijk neerwaarts. Soms kan in het floëem een omgekeerde sapstroom vanuit de opslagweefsels optreden, bijvoorbeeld bij het uitlopen van een boom in het voorjaar. Floëem dat veroudert, verliest zijn geleidingsfunctie. Vaak worden het floëem en de schors samen de bast genoemd, aangezien er geen duidelijke scheiding is tussen het niet meer functionele floëem en de schors.
- **Cambium:** dit is de delende cellaag in een boom die zorgt voor de diktegroei van de boom. Het cambium bestaat theoretisch uit één cellaag, maar in de realiteit ligt er een dunne band niet-gedifferentieerde cellen rond de hele boom. Deze is enkele cellagen dik. Het cambium vormt naar buiten het floëem en naar binnen het xyleem.
- **Hout (xyleem):** dit is het deel van de boom dat zorgt voor het watertransport van de wortels naar de bladeren. In het xyleem vindt dus een opwaartse waterstroom plaats. Het watertransport gebeurt in lege dode cellen. Door het hout lopen vanuit de kern naar buiten zogenaamde 'stralen' van levende parenchymcellen. Deze houtstralen gaan door het cambium en verbinden het xyleem met het floëem. Samen met de verticale strengen van levende parenchymcellen vormen de houtstralen één groot netwerk. Dit netwerk van levende cellen speelt een rol in het transport en de opslag van voedingsstoffen en de vorming van het kernhout.

Kernhout en spinthout

Sommige bomen hebben een donker gekleurde kern (kernhout) met daaromheen een cirkel van lichter hout (spinhout). Het spinthout bevat levende weefsels en staat in voor het watertransport. Het kernhout bevat geen levende weefsels en neemt niet langer deel aan fysiologische processen zoals watertransport of opslag van suikers. Het draagt wel in grote mate bij tot de stevigheid van de stam. Kernhout is aangerijkt met allerlei stoffen die zorgen voor de verkleuring en vaak ook zorgen voor een betere weerstand tegen aantastingen (gom, harsen, enz.). Bij sommige soorten is het kernhout niet te onderscheiden van het spinthout, maar is het er wel (rijphoutsoorten). Bij nog andere bomen wordt geen kernhout gevormd, maar vermindert de activiteit van de vaten in het centrum (spinhoutsoorten). De breedte van het spinthout is zeer variabel, gaande van enkele jaarringen tot enkele tientallen of honderden jaarringen. Bovendien kunnen externe factoren zoals een schimmelaantasting er voor zorgen dat er in het kernhout een verkleuring ontstaat die niets te maken heeft met kernhoutvorming, maar er wel mee wordt verward (zie F.4.2.2.1 Afgrenzing).

Het donker gekleurde kernhout is fysiologisch niet meer actief, het is 'dood' weefsel. Het watertransport gebeurt via het licht gekleurde spinthout.



De 'valse kern' in deze beuk is het gevolg van een externe factor, bv. een schimmelaantasting.



Merg: in het centrum van de boom kan merg voorkomen. Dit restant van hooguit enkele mm breed zorgde voor stevigheid en watertransport in de jonge, eenjarige scheut. Vanaf het tweede jaar nemen de weefsels gevormd tijdens de secundaire groei die functies over en sterft het merg af, onmiddellijk of gespreid over enkele jaren.



In de stam en de takken kom je van buiten naar binnen achtereenvolgens de schors, de bast, het cambium en het hout tegen.

Veel van de structuurelementen van een boom zijn nauwelijks te onderscheiden met het blote oog. Met een loep die 10x vergroot kunnen veel elementen of weefsels wel duidelijk waargenomen worden. Het juist interpreteren van wat je ziet is in veel gevallen moeilijker dan de waarneming zelf.

F.1.3.1 Loofhout

Loofhout bevat vaten, vezelcellen en parenchym.

Vaten of tracheeën zorgen voor het opwaartse watertransport. Ze bestaan uit vrij korte, cilindrische cellen die als tonnen op elkaar gestapeld zijn. De cellen zijn dood en leeg. De tussenwanden zijn geheel of gedeeltelijk verdwenen om een optimale waterstroom toe te laten. Zo worden 'buisjes' gevormd die enkele cm tot enkele meters lang kunnen zijn.

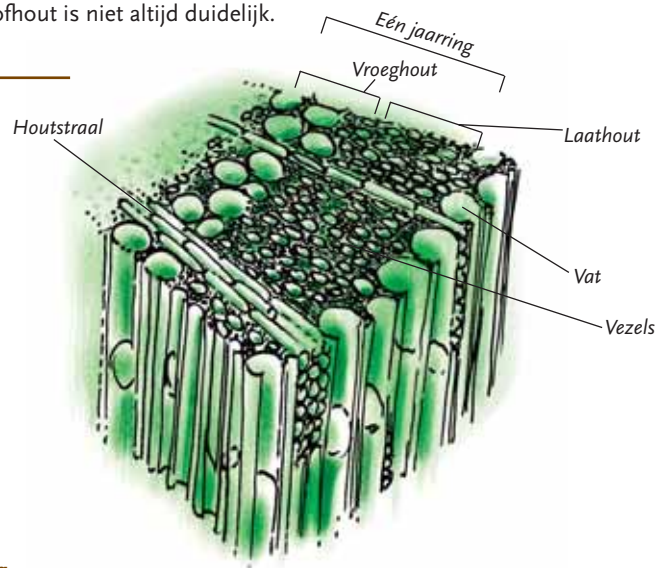
Vezelcellen staan in voor de stevigheid. Ze zijn veel smaller dan de vaten en hebben dikke celwanden zodat ze hun steunfunctie optimaal kunnen waarmaken. De vezelcellen vormen het basisweefsel bij loofhout en maken dan ook het grootste deel hiervan uit.

Parenchymcellen hebben verschillende functies: opslaan van reserves, sappeleiding in de radiale richting (in de houtstralen), sappeleiding in de tangentiële richting, enz. Ze leven veel langer dan vaten en vezelcellen en vormen het levende netwerk dat verweven zit tussen de vaten en vezels. Ze lopen zowel in radiale richting als in de lengterichting. Parenchymstrengen die in radiale richting lopen worden houtstralen genoemd. Deze kunnen zeer klein zijn, maar ze kunnen ook zeer breed en hoog zijn, zoals bij eiken (waar ze voor de 'spiegels' op het hout zorgen). Parenchymcellen kunnen allerlei vormen hebben, maar vaak zijn ze niet zo lang en smal als de andere houtcellen.

In de celwanden zijn meestal kleine openingen van cel naar cel aanwezig, de stippels.

Voor de volledigheid vermelden we dat in sommige tropische loofbomen ook tracheïden voorkomen. Dit is een celtype dat kenmerkend is voor naaldhout. Tracheïden hebben zowel een steun- als een sapgeleidingsfunctie. Ze zijn langgerekt en aan beide zijden puntig toelopend. Het onderscheid tussen vezels en tracheïden in loofhout is niet altijd duidelijk.

Opbouw van loofhout



F.1.3.2 Ringporig - diffuusporig

Wanneer de brede vaten duidelijk gegroepeerd staan in het vroeghout spreekt men van een ringporige houtsoort. In het laathout zijn de vaten veel dunner. Voorbeelden van ringporige soorten zijn eik, es, iep, valse acacia en tamme kastanje. Dit is duidelijk te onderscheiden met het blote oog. Bij de meeste boomsoorten is er geen concentratie van brede vaten in het vroeghout, maar liggen de vaten min of meer egaal verspreid in het grondweefsel. Deze soorten worden verspreidporig of diffuusporig genoemd. Soms zijn hier ook de jaarringen moeilijk te onderscheiden. Een kleine groep boomsoorten zit tussen beide extremen in en wordt halfringporig genoemd, omdat de brede vaten minder duidelijk geconcentreerd zijn in het vroeghout. Zoete kers en notelaar zijn voorbeelden van halfringporige soorten.

Bij de eik zijn de brede vaten duidelijk gegroepeerd in het vroeghout, het is een ringporige soort.



F.1.3.3 Naaldhout

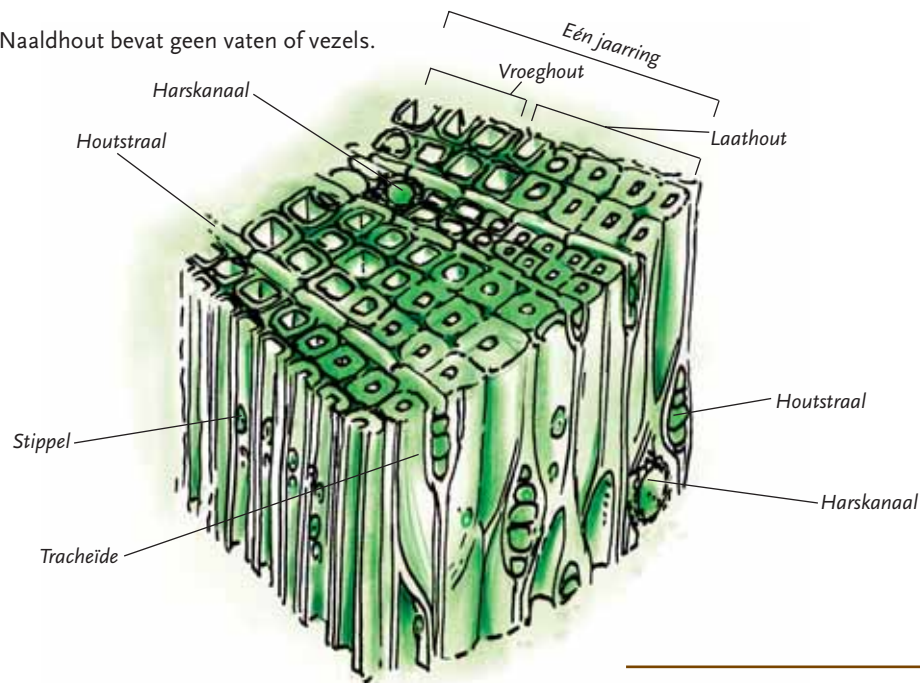
De structuur van naaldhout is veel eenvoudiger dan die van loofhout, evolutionair gezien primitiever. Deze grotere homogeniteit maakt dat bij gelijke volumieke massa naaldhout in de regel sterker is dan loofhout.

Het grondweefsel van naaldhout bestaat uit **tracheïden**. Deze staan zowel in voor het saptransport als voor de stevigheid. Ze zijn langgerekt en aan beide zijden puntig toegespitst. Als saptransportelement zijn ze minder efficiënt dan de vaten in loofhout, maar het systeem van tracheïden is wel minder kwetsbaar. Het transport gebeurt van cel naar cel, doorheen stippels. Indien nodig kunnen deze stippels zich sluiten. In het vroeghout hebben de tracheïden een brede celopening en relatief dunne wanden. Deze zorgen vooral voor het watertransport. In het laathout hebben ze stevige dikke celwanden en zijn ze smaller zodat ze hun steunfunctie beter kunnen vervullen.

Naaldhout bevat vaak **harskanalen** die omgeven zijn door parenchymcellen, die het hars erin afzetten. Deze harskanalen mogen niet verward worden met de vaten van loofhout. Harskanalen geleiden geen sap of water en hebben een totaal andere structuur. Ze hebben geen eigen wand en bestaan dus enkel uit een holte tussen de parenchymcellen. Ze kunnen zowel in horizontale als in verticale richting voorkomen. De harskanalen zijn soms met het blote oog zichtbaar, net als de vaten van loofhout. Deze harskanalen spelen een rol in de bescherming van de boom tegen schimmels en insecten.

Parenchymcellen komen, net als bij loofhout, ook in de houtstralen voor. De houtstralen van naaldhout zijn steeds dun en dus niet met het blote oog te zien.

Naaldhout bevat geen vaten of vezels.



De opbouw van naaldhout is eenvoudiger dan die van loofhout.

F.1.3.4 Floëem

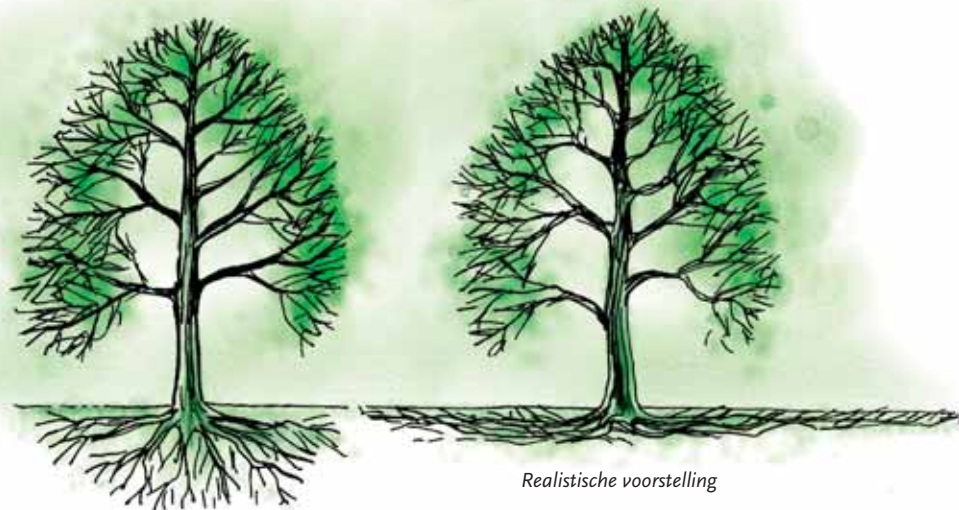
De laag floëem die de sapstroom geleidt, is zeer smal, vaak minder dan een millimeter. Vaak zijn de floëemcellen slechts één jaar actief. De sapstroom in het actieve floëem gebeurt in de **zeefvaten**. Dit zijn levende, dunwandige cellen die op elkaar gestapeld zijn. Bij loofbomen zijn de uiteinden geperforeerd en worden ze zeefplaten genoemd. De zeefcellen staan in nauw contact met **zustercellen**. Bij naaldbomen gebeurt het contact tussen de verschillende zeefvaten zoals bij tracheïden via stippels. Er zijn geen zustercellen aanwezig.

De zeefvaten zijn ingebed in een matrix van sterke vezels en parenchym, inclusief stralen.

Eens het floëem veroudert en zijn geleidingsfunctie verliest, vinden allerlei veranderingen plaats, waaronder sterke verhouting, afzetting van kristallen, ineenklappen van zeefvaten, enz. Dit oud en non-actief floëem vormt samen met kurkcellen, die door het kurkcambium of fellogeen gevormd worden, de schors.

F.1.4 Wortels

Gewoonlijk denkt men dat de wortels in de grond een soort spiegelbeeld vormen van de kruin bovengronds. In realiteit ziet een boom er meer uit als een wijnglas met de wortels die een brede, maar ondiepe basis vormen. De meeste bomen wortelen niet diep omdat het fysisch moeilijk is of omdat het gewoon niet nodig is. De twee hoofdfuncties van wortels zijn de opname van water en mineralen en het recht houden van de boom. Regen en verterend organisch materiaal op de bodem zorgen ervoor dat water en mineralen vooral te vinden zijn in de bovenste bodemlagen. De relatief 'platte' wortelplaat blijkt goed in staat te zijn om een boom recht te houden, dus gaat de boom het niet dieper zoeken dan nodig.



Naast opname van water en mineralen en verankering slaan wortels ook voedsel op (door de bladeren geproduceerde suikers) én spelen ze een belangrijke rol bij de uiteindelijke grootte van een boom. De wortels en de bladeren van een boom beïnvloeden elkaar namelijk wederzijds. De bladeren zorgen

voor voedsel voor de wortels en de wortels leveren water en mineralen aan de bladeren. Er is een broos evenwicht tussen beide. Een beperkte wortelruimte of slechte groeiomstandigheden kunnen er dus toe leiden dat een boom kleiner blijft dan verwacht. Zo wordt ook het beoogde eindbeeld nooit bereikt.

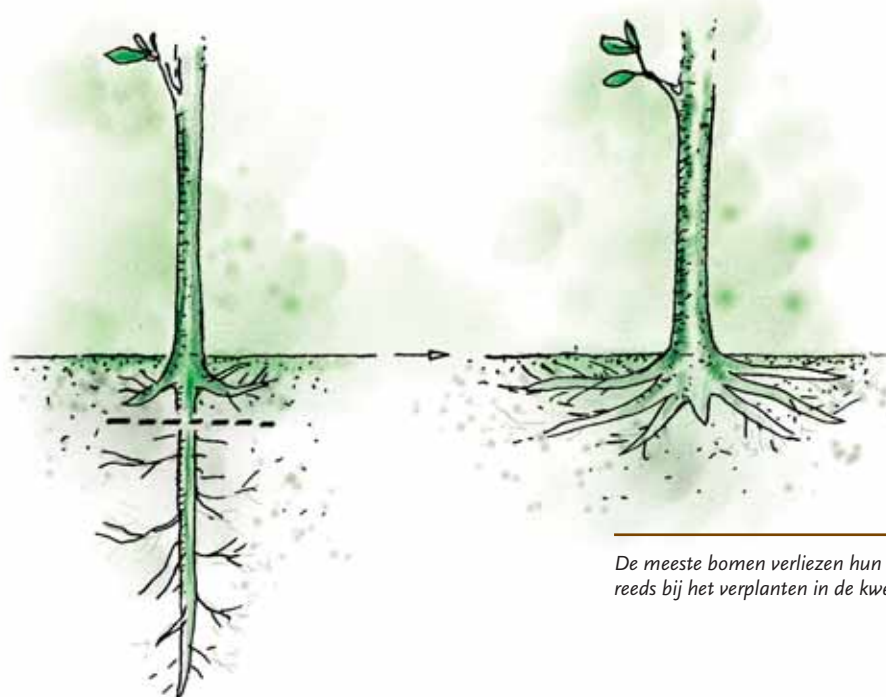
Water en opgeloste mineralen verspreiden zich maar traag door de bodem, de wortels gaan dus zelf op zoek naar wat ze nodig hebben. Hun groei wordt wel beïnvloed door de zwaartekracht en is soortafhankelijk, maar wortels zijn opportunisten: ze groeien waar dat het gemakkelijkst is en waar er het meest te rapen valt. Ze volgen scheuren in de grond, wormgangen en gaten en ze ontwikkelen zich waar ze water vinden. Net daarom en omdat de bodemeigenschappen zeer verschillend kunnen zijn op korte afstand, is de vorm van het wortelgestel zeer onvoorspelbaar. Heel vaak passen bomen hun typisch bewortelingspatroon aan de heersende omstandigheden aan en wordt het soortgebonden bewortelingspatroon overschaduwd. Toch kunnen enkele algemene delen onderscheiden worden.

F.1.4.1 **Morfologie**

In het wortelgestel van een boom worden verschillende delen onderscheiden, vooral gebaseerd op hun grootte. De variatie in grootte van wortels is echter continu en het onderscheid is dan ook eerder kunstmatig en niet perfect afgelijnd. Toch helpt deze indeling om het overzicht te behouden en de verschillende functies duidelijk te illustreren.

F.1.4.1.1 **Penwortel**

Zaailingen vormen meestal één wortel die naar beneden groeit als jonge penwortel. Bij sommige soorten is die penwortel klein, buigt hij gemakkelijk af en speelt hij geen grote rol. Voorbeelden hiervan zijn de fijnspar, linde, wilg, populier en berk. Bij andere soorten zoals grove den, eik, gewone walnoot en bitternoot groeit hij krachtig en domineert het jonge wortelgestel. Maar zelfs hier is de penwortel niet essentieel, de meeste bomen uit kwekerijen verliezen die trouwens bij het verspenen of verplanten. Als de penwortel behouden blijft, kan deze zeer diep wortelen.



De meeste bomen verliezen hun penwortel reeds bij het verplanten in de kwekerij.

F.1.4.1.2 Gestelwortels

In ieder geval vermindert het belang van de penwortel als zich aan de basis hiervan de laterale gestelwortels vormen. Meestal gaat het om drie tot elf grote wortels. Deze kunnen heel dicht tegen het oppervlak groeien, zoals bij fijnspar, of eerst enkele tientallen centimeters schuin naar beneden groeien en dan pas horizontaal groeien, zoals bij eik. Terwijl deze zijwortels zich als de spaken van een wiel uitspreiden, vorken ze, vertakken ze en kruisen ze elkaar. De wortels verdikken op een gelijkaardige manier als takken (secundaire groei). Ze kunnen zo tot dertig cm dik worden aan de stambasis (maar versmallen snel tot een tiental cm verder van de stam). Door die secundaire diktegroei drukken wortels vaak tegen elkaar en vergroeiën ze met elkaar, zodat ze als het ware op elkaar geënt zijn. Zo wordt een stevige stronk gevormd die reageert als één geheel en zorgt voor verankering en steun voor de boom.



De gestelwortels kruisen en vergroeiën tot een stevige stronk, maar versmallen al snel tot lange, fijne wortels.

Als een boom ontwortelt, bijvoorbeeld tijdens een storm, wordt de stronk zichtbaar. Hierdoor dacht men dat de wortels zich slechts enkele meters uitstrekken. De wortels stoppen echter niet na het deel dat ontwortelt. Ze groeien verder als 'touwen' van 2 tot 5 cm dik en lijken onbelangrijk. Die 'touwen' maken echter tot de helft uit van de wortelmassa en worteloppervlakte van de boom. Zij staan niet zozeer in voor de verankering van de boom als wel voor de zoektocht naar water.



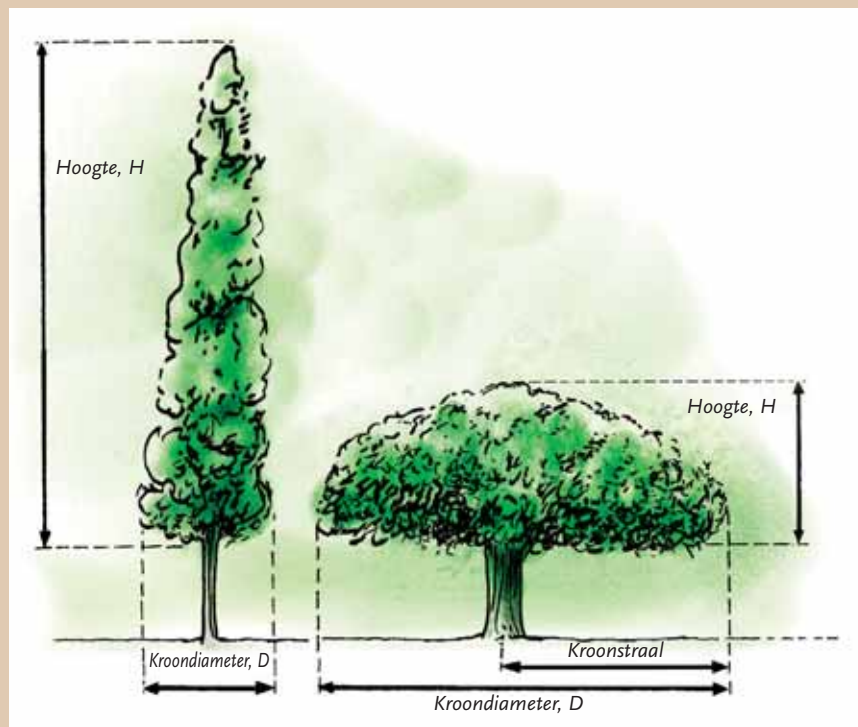
Als een boom ontwortelt, wordt de stronk zichtbaar. De wortels strekken zich echter nog veel verder uit.

In diepe bodems zonder ondiepe verdichte lagen en met de grondwatertafel op voldoende diepte vormen bomen vaak afzinkers. Dit zijn wortels die zich verticaal naar beneden ontwikkelen van op de zijwortels. Hierdoor zorgen bomen voor extra toegang tot waterreserves en voor extra steun. Zoals de penwortel kunnen deze wortels blijven groeien tot ze gestopt worden door een dichte laag, lage zuurstofconcentraties of de grondwatertafel. Zo komen courant wortels voor tot ongeveer 1 tot 1,5 m diepte. Daar groeien en vertakken de wortels opnieuw horizontaal, waardoor een tweede laag horizontale wortels gevormd wordt. Meestal is deze tweede horizontale laag niet zo uitgebreid als de eerste die dichter tegen de oppervlakte ligt en is ze ook minder ontwikkeld. Er zijn uitzonderingen, met wortels die tot enkele tientallen meters diep kunnen gaan. Maar dan gaat het meestal om zeer specifieke groeiomstandigheden of gespecialiseerde soorten.

Hoever strekken boomwortels zich uit?

Hoever de wortels van een boom zich uitstrekken is sterk afhankelijk van de bodemomstandigheden. In ideale omstandigheden bestaat vooral een grote horizontale wortelspreiding. De eenvoudigste manier om de doorwortelde oppervlakte (wortelprojectie) uit te drukken is om deze voor te stellen in verhouding tot de kroonprojectie. Dit is de schaduw die een boom zou werpen als de zon er loodrecht boven staat. De kroonprojectie is eenvoudig te benaderen als $[3,14 \times \text{kroonstraal}^2]$. De verhouding kroonprojectie/wortelprojectie is bij een goed doorwortelbare bodem $1/2$ tot $1/3$. Bij arme bodems kan dit oplopen tot $1/4,5$. Bij voedselrijke bodems met een goede watervoorziening kan de wortelprojectie kleiner zijn, minimaal de grootte van de kroonprojectie.

De bovenstaande verhoudingen gelden enkel voor bomen met een ronde of piramidale kroon. Voor bomen met een zuilvormige of een afgeplatte kroon moet voor berekeningen op basis van de kroonprojectie rekening gehouden worden met een omrekeningsfactor, namelijk $[3,14 \times \text{kroonstraal}^2 \times (H/D)]$ waarbij H staat voor de hoogte van de kroon en D voor de kroondiameter. Bij zuilvormige bomen is de wortelprojectie dus altijd veel groter dan de kroonprojectie.



Bij bomen met een zuilvormige of afgeplatte kroon moet men in de benadering van de wortelprojectie een factor H/D verrekenen.

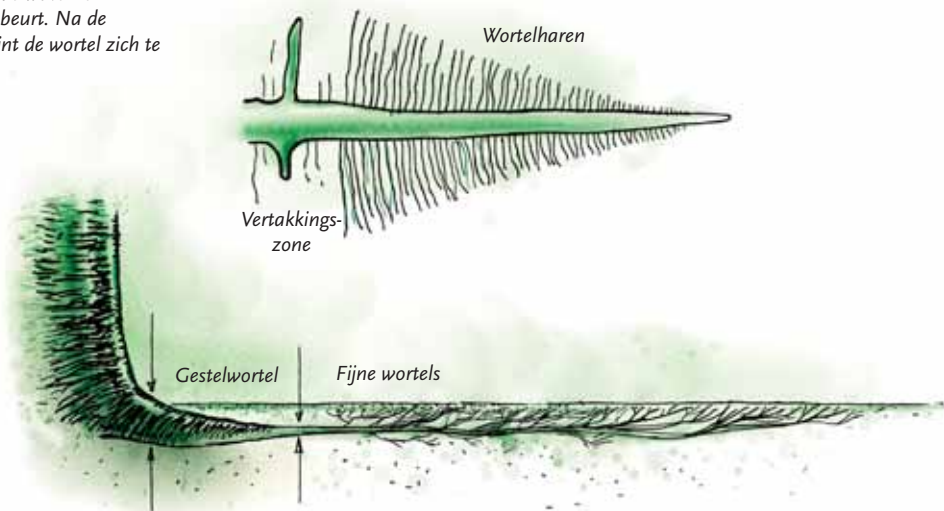
Uiteraard bestaan er nog verschillen tussen bomen en boomsoorten onderling. Zo heeft een es eerder snel groeiende en weinig vertakkende wortels terwijl een beuk eerder korte, traag groeiende en sterk vertakte wortels heeft. Het eerste type is ideaal om zo snel mogelijk een zo groot mogelijk grondvolume te verkennen, het tweede zorgt voor een zeer efficiënte benutting van een klein volume. Verder kunnen lokale groeiomstandigheden ervoor zorgen dat de wortelontwikkeling totaal verschillend is van wat verwacht wordt. Bovenstaande vuistregels kunnen dus gebruikt worden om een idee te krijgen van de wortelprojectie, maar als de wortels van een specifieke boom moeten gevonden worden (bijvoorbeeld bij bouwwerken in de buurt van bomen), dan moet de grens van de wortelprojectie door voorzichtig graven gezocht worden.

F.1.4.1.3 Fijne wortels, haarwortels en wortelharen

De reikwijdte van de wortelkluit en de laterale wortels bepalen de grootte en de vorm van het hele wortelstelsel, maar het is het netwerk van steeds dunnere wortels die het intieme bodemcontact verzorgen. Vanuit de dunne zijwortels van de gestelwortels groeien smalle en sterk vertakte houtige wortels weg van de stam. Deze eindigen in waaiers van korte niet-houtige wortels, de haarwortels. Typisch zijn de fijne houtige wortels enkele meters lang, maar slechts een vijftal mm dik. Ze dienen om de haarwortels te ondersteunen en niet om de boom recht te houden. De haarwortels zijn slechts enkele mm lang en 0,2 tot 1 mm in diameter, maar enorm talrijk. Bij een monumentale eik kunnen tot 500 miljoen levende wortelpunten voorkomen. Deze haarwortels komen vooral voor in de bovenste bodemlagen. In kleileembodems bevindt 99% van de wortels zich vaak op minder dan 1 m onder het maaiveld en het grootste deel is zelfs te vinden in de bovenste 30 cm. Een groot deel van de haarwortels staan dus in rechtstreekse concurrentie met kruiden en grassen voor de opname van water en mineralen. Waar een strooisellaag aanwezig is, groeien vaak zelfs haarwortels bovengronds, tussen het strooisel. Dit neemt niet weg dat wortels ook dieper kunnen voorkomen.

De opname van water en mineralen gebeurt hoofdzakelijk via een zone van fijne wortelharen vlak achter de groeipunt van de haarwortels. Deze wortelharen leven slechts enkele uren of dagen tot enkele weken en worden continu vervangen, maar ze zijn essentieel voor de water- en mineralenopname. Ook de haarwortels zelf leven vaak niet het hele groeiseizoen en worden enkele keren per jaar vervangen.

Net na de punt van de fijne wortels komt een wortelharenzone voor, waar het grootste deel van de water- en mineralenopname gebeurt. Na de wortelharenzone begint de wortel zich te vertakken.



Zoals gezegd moeten we dus afstappen van het beeld dat bomen dikke, diepe wortels hebben. Een realistischer beeld is dat van een stevig centraal netwerk van wortels die radiaal lopen, gecombineerd met een ongelooflijk fijn netwerk van kleine wortels net onder het maaiveld.

F.1.4.2 Fysiologie

Het grootste deel van de wateropname van bomen gebeurt door passieve absorptie. Dit verloopt hoofdzakelijk via de wortelharen op de haarwortels in de bovenste bodemlagen, maar ook de grotere houtige wortels nemen een deel van de waterabsorptie voor hun rekening. Doordat de bladeren water verdampen, wordt water als het ware in de wortels gezogen. Opname van mineralen is een complex proces. Sommige mineralen worden actief opgenomen, andere door diffusie. De mineralen worden ook gewoon in opgeloste vorm meegevoerd met het water. Binnen in de wortel kunnen sommige cellen wel selecteren welke mineralen verder opgenomen worden en welke niet.

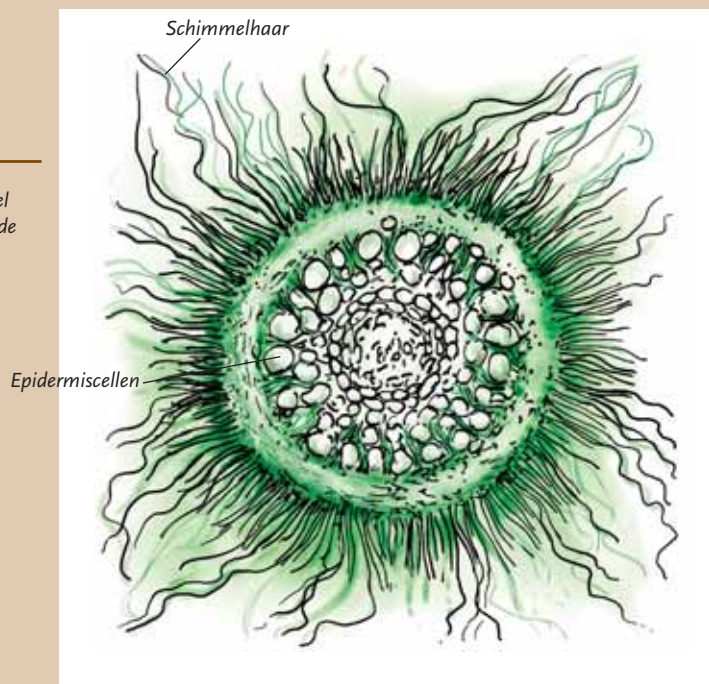
De actieve opname van mineralen en de groei van de wortels kost energie. De cellen krijgen die energie door suikers te verbranden die via de bast van de bladeren naar de wortels zijn gebracht. Voor de verbranding van suikers is zuurstof nodig. Sommige bomen in zeer natte gebieden kunnen zuurstof van de lucht naar hun wortels transporteren via speciale structuren zoals luchtwortels (bv. moerascypres), maar de meeste boomsoorten zijn afhankelijk van de bodemlucht. In het groeiseizoen, als de wortels actief zijn, daalt het zuurstofgehalte in de bodem daarom het best niet onder 10-12% (ideaal zelfs 20%). Bodemverdichting en wateroverlast zijn de voornaamste factoren die zorgen voor een zuurstoftekort in de bodem. Het actiefste gedeelte van wortels zijn de groeipunten. Het zijn vooral deze dunne en niet-verhoude wortels die snel beschadigd worden bij zuurstoftekort. Bij temperaturen onder - 6°C sterven de meeste fijne wortels af, waardoor het zuurstofverbruik sterk afneemt en een zuurstoftekort minder schadelijk wordt. Bij lage temperaturen zijn wortels weinig actief, maar de wortelactiviteit ligt nooit helemaal stil, dus de wortelademhaling gaat ook in de winter door.

Mycorrhiza

Mycorrhiza zijn een symbiose tussen schimmels en bomen, een samenwerking waarvan beide partners voordelen ondervinden. De schimmel krijgt van de boom suikers als energiebron en zorgt voor een extra opnamecapaciteit voor de boom. Zo krijgt hij toegang tot water en mineralen die anders moeilijk opneembaar zijn.

Veel bomen hebben mycorrhiza nodig om te kunnen groeien (bv. beuk, eik en den), voor andere is het niet essentieel (bv. esdoorn en berk). Op heel rijke bodems zijn vaak minder mycorrhiza aanwezig, aangezien de boom de extra opnamecapaciteit hier niet broodnodig heeft en dus ook geen suikers 'investeert' in de symbiose. Er zijn twee courante types mycorrhiza: endo- en ectomycorrhiza. Bij de endomycorrhiza dringt de schimmel de cellen van de wortelschors binnen, bij ectomycorrhiza leeft de schimmel tussen de cellen van de wortelschors en vormt hij een mantel rond de volledige wortel. Ectomycorrhiza komen voor bij de meeste boomsoorten uit gematigde streken. Endomycorrhiza zijn minder courant bij bomen, maar bij sommige soorten komen zowel endo- als ectomycorrhiza voor (bv. bij populier, wilg en tulpenboom). Ectomycorrhiza kunnen zorgen voor een 100 maal grotere opnameoppervlakte en kunnen bovendien in kleinere poriën dan haarwortels op zoek gaan naar water en mineralen. Verder kunnen ectomycorrhiza ook een zekere bescherming bieden tegen parasitaire schimmels en ziekteverwekkers.

Bij ectomycorrhiza vormt de schimmel een mantel rond de volledige wortel en dringt hij door tussen de cellen van de wortelschors.



Mycorrhiza worden wel eens aangeprezen als het ultieme redmiddel om een aftakelende of door schimmels aangetaste boom er weer bovenop te helpen. Zeker in parken zijn mycorrhizavormende schimmels reeds aanwezig in de bodem. Het zijn de problemen met de fysische bodemeigenschappen (bodemverdichting, slechte lucht- en watervoorziening, zuurgraad, enz.) die een succesvolle samenwerking tussen boom en schimmel sterk bemoeilijken. Zolang dit niet verholpen wordt, heeft het inbrengen van extra symbionte schimmels dan ook weinig zin. Bij nieuwe aanplantingen in een steriele bodem (of bomenzand), kan het inbrengen van mycorrhizavormende schimmels het aanslaan van de boom wel sterk verbeteren. Eventueel kan wat grond ingebracht worden van een park of plantsoen in de buurt waar bomen in een goede conditie staan en waar dus waarschijnlijk ook mycorrhizavormende schimmels in de bodem zitten.

F.2 Gespecialiseerd werk vereist gespecialiseerd personeel

Werken met bomen, of het nu aan de boom zelf of in zijn omgeving is, vereist gespecialiseerde kennis. Het gaat dan niet alleen over de technische kennis om met kettingzagen, klimmateriaal, hoogtewerkers, enz. om te kunnen gaan. Minstens even belangrijk is een goede kennis van de boombiologie en van de reactie van bomen op beschadigingen en aantastingen. Bomen zijn complexe organismen en een kleine fout bij het beheer kan grote schade toebrengen. Die schade heeft niet altijd het afsterven van de boom tot gevolg, maar kan wel gevolgen hebben voor zijn kwaliteit, zijn levensverwachting of de onderhoudskost.

Het is niet belangrijk of de standplaatsvoorbereiding, de aanplanting of de snoeiwerken uitgevoerd worden door eigen personeel of door aannemers. Wél belangrijk is dat de uitvoerders weten wat ze doen en waarom ze het doen (of dat ze op zijn minst aangestuurd worden door iemand die dat weet).

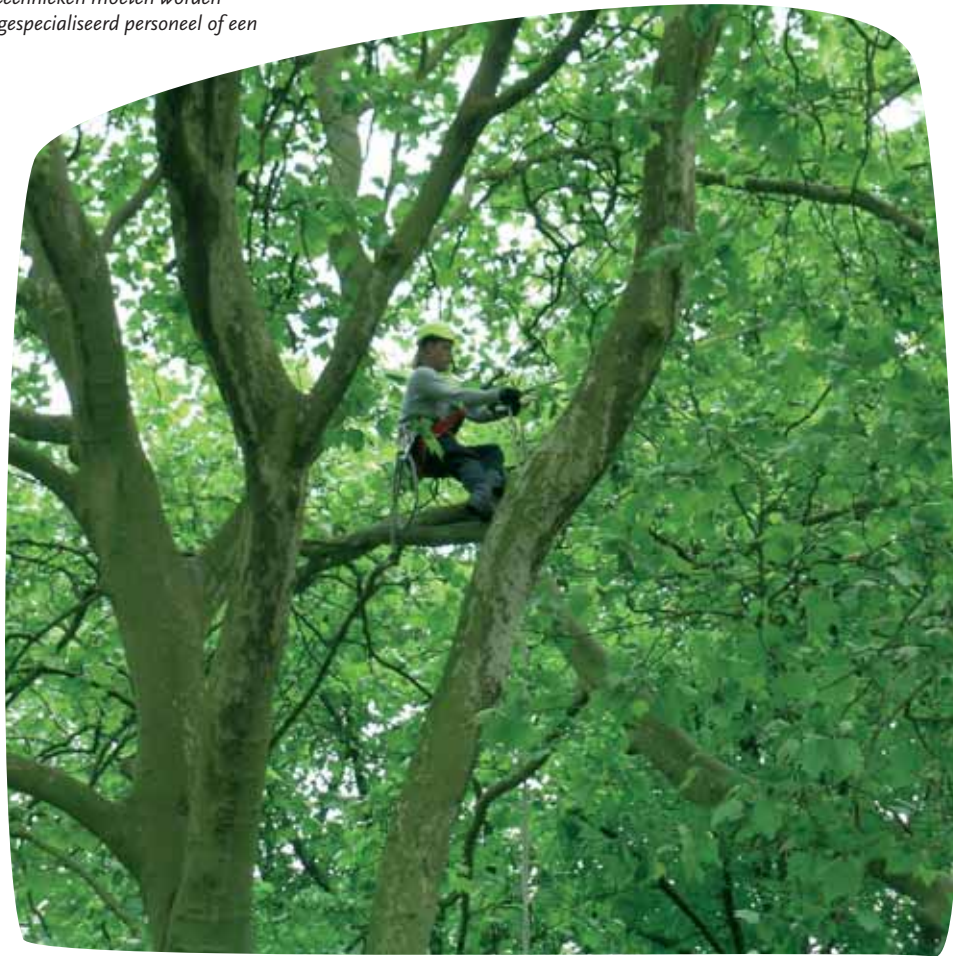
Het voordeel van de inzet van eigen personeel bij het bomenbeheer is dat zij dezelfde bomen jaar na jaar opvolgen en er na verloop van tijd een zekere verantwoordelijkheid voor ontwikkelen. Daarbij is vorming zeer belangrijk: alle personeelsleden moeten een vorming krijgen die aangepast is aan hun taak binnen het bomenbeheer. Dit geldt zowel voor het uitvoerende personeel als voor de personen die verantwoordelijk zijn voor planning, ontwerp en beheer. Enkel zo kunnen zij gewezen worden op de (positieve of negatieve) gevolgen van hun acties voor de kwaliteit van de bomen die ze samen beheren. Vooral werken aan jonge bomen, zoals aanplanting en begeleidings snoei, kunnen zeker uitgevoerd worden door eigen personeel met een goede vorming. Voor werken bij volwassen bomen, bijvoorbeeld onderhoudssnoei, is er een bijkomende moeilijkheidsgraad: de grote hoogte waarop de werken gebeuren. De technieken om op grote hoogte te werken in bomen zijn zeer gespecialiseerd: klimtechnieken of hoogtewerkers. Het is dan ook meestal niet mogelijk deze werken door eigen personeel te laten uitvoeren. Als de werken uitgevoerd worden door aannemers, kan de kwaliteit gestuurd worden door vakbekwaamheidseisen op te nemen in het bestek. Hierbij zijn het beroepsprofiel van boomverzorger en de Europese certificaten van European Tree Worker en European Tree Technician zeer waardevol. Ook het opnemen van een snoei proef op het terrein in de toewijzingsprocedure is een mogelijkheid om zich te verzekeren van de vakbekwaamheid van de aannemer. Na de toewijzing kan door de aannemer een model gezet worden (zoals bepaald in het Standaardbestek 250, vanaf hier vermeld als SB 250). Daarbij wordt één boom volledig gesnoeid op aanwijzing van de beheerder. Deze wordt dan als model gebruikt voor de rest van de te snoeien bomen. Op korte termijn kan vorming van eigen personeel of het selecteren en aansturen van vakbekwame aannemers een dure zaak lijken, maar het terugverdieneffect op lange termijn is veel groter: door de hoge kwaliteit van het werk zullen de bomen een betere kwaliteit hebben. De gevolgen zijn een lagere onderhoudskost, minder aantastingen en dus een langere levensverwachting van de boom.



Begeleidings snoei is zonder problemen uit te voeren met eigen personeel, mits een goede vorming.

Als werken door een aannemer gebeuren, is dit bij voorkeur een boomverzorger. Enkel boomverzorgers hebben voldoende kennis over bomen om alle werken rond bomen op een correcte manier uit te voeren, gaande van standplaatsvoorbereiding tot snoeiwerken en vellingen. In 2006 heeft de Sociaal-Economische Raad van Vlaanderen het beroepsprofiel van de boomverzorger uitgewerkt (zie www.serv.be). Hierin staan alle competenties waarover een boomverzorger moet beschikken, uitgebreid beschreven. Door het behalen van een getuigschrift op basis van dit competentieprofiel kan een boomverzorger bewijzen over de nodige vakbekwaamheid te beschikken. Daarnaast bestaat ook een Europese certificering onder toezicht van de European Arboricultural Council (www.eac-arboriculture.com): European Tree Worker (ETW) en European Tree Technician (ETT). ETW is een certificaat voor de uitvoerende boomverzorger en garandeert dat de houder ervan een minimaal kennis- en vakbekwaamheidsniveau heeft bereikt om werken in bomen uit te voeren (met toepassing van een hoogtewerker en/of klimtechnieken). Een ETT wordt bekwaam geacht om toezicht te houden op boomwerken en boomverzorgers aan te sturen. Hij heeft meer een coördinerende rol. Beide certificaten zijn slechts te bekomen na een examen, onder toezicht van de EAC. De certificaten zijn drie jaar geldig.

Werken waarbij klimtechnieken moeten worden gebruikt, vragen om gespecialiseerd personeel of een boomverzorger.



Praktijkvoorbeeld van een lange-termijnonderhoudscontract in Mortsel

Naar 'Groenbeheer, een verhaal met toekomst'

In het vooruitzicht van het aangaan van een lange-termijnonderhoudscontract voor het snoeien van straat- en laanbomen paste de stad Mortsel een originele toewijzingsprocedure toe. Deze was bedoeld om op objectieve wijze de vakdeskundigheid te laten meespelen, vooral omdat de praktische relevantie van de bestaande kwalitatieve selectiecriteria tekortschiet.

In de praktijk werd voor de toewijzing gebruikgemaakt van de beperkte offerteaanvraag als procedure.

Na publicatie werd gekozen op basis van de kwalitatieve selectiecriteria:

- registratie categorie o8 of o0;*
- de studie- en beroepskwalificatie van de dienstverlener en zijn personeel;*
- referenties van gelijksoortige werken van eenzelfde omvang gedurende de voorbije drie jaar;*
- een verklaring over de gemiddelde personeelsbezetting gedurende de voorbije drie jaar;*
- een verklaring over de werktuigen en het materieel waarover de aannemer kan beschikken voor de uitvoering van deze opdracht.*

Aan de hand hiervan werd een eerste selectie gemaakt tussen de ingediende kandidaturen. Deze firma's kregen een volledig bestek toegestuurd en werden uitgenodigd om een offerte op te maken.

Een bijzonder criterium voor de selectie was het opleidingsniveau van bedrijfsleiders en uitvoerend personeel. Ook hier is een eenduidige lijn moeilijk te trekken. Er zijn momenteel nog geen erkende diploma's en het Europese certificaat van European Tree Worker is uiteindelijk nog zo jong en zo weinig verbreid in Vlaanderen, dat het moeilijk als referentiekader kan dienen.

De aanbestedingsprijs is een criterium dat zeker niet uit het oog mag verloren worden. Toch mag de kost in een materie als deze zeker niet het enige doorslaggevend argument zijn. Immers, de gevolgen van een goedkope, maar slecht uitgevoerde snoei kunnen jarenlang technische en financiële gevolgen hebben of zelfs onherstelbare schade aan de behandelde boom veroorzaken.

Om meer vat te hebben op de uitvoering van de opdracht en om discussies over de uitvoering van de werkzaamheden uit te sluiten, werd de aannemers gevraagd om een duidelijke beschrijving te maken van hun werkwijze. Dat moest gebeuren aan de hand van drie typevoorbeelden met daarbij een duidelijke omschrijving van zowel de gebruikte technieken als van het materiaal.

De technische kennis en vaardigheid werden getest aan de hand van een praktijkproef. Elke aannemer moest binnen een bepaald tijdsbestek één boom uit een reeks snoeien. Om de objectiviteit van de evaluatie te garanderen werd de proef geëvalueerd door meerdere onafhankelijke deskundigen van zowel binnen het bestuur als van erbuiten; dit alles volgens een vooraf opgesteld evaluatieprotocol.

Concreet bestond de snoeioproef uit het snoeien van een linde uit de categorie 'driejarige snoei' (om de drie jaar snoeien) met een achterstallige snoei (langer dan drie jaar geleden). Het betreft hier dus volwassen bomen met een hoogte tussen 12,5 m en 17 m en een kroondiameter tussen 7 m en 9 m. De stamomtrek op een hoogte van 1,3 m boven het maaiveld ligt tussen 150 en 200 cm. Onder de beplanting ligt een wandelweg met een halfverharding en een strook met heesterbeplanting.

De evaluatie van de snoeioproef werd vooral gebaseerd op:

- De eigenlijke snoeitechniek: voorbereiden snoeiwerk, correctheid van de zaagsnede, afwerking van de snoeiwonde, lengte van het takrestant.*
- Snoeivolume: het volume gesnoeid materiaal moet correct zijn: niet te veel en niet te weinig. Bovendien is er een wel-*

bepaalde hiërarchie waarin problemen weggenomen dienen te worden.

- Beschadigingen: niet-noodzakelijke beschadigingen aan de te snoeien boom zelf, maar ook beschadigingen aan de omgeving, zowel aan de beplanting als aan infrastructuur.
- Beveiliging en veiligheid: beveiliging van de werkzone, zowel voor onvoorzichtige passanten als voor medewerkers die op de begane grond werken. Ook de veiligheid van de snoeier zelf wordt geëvalueerd.

Na evaluatie bleek dat de bedrijven met de beste technische en veiligheidsscore (zie tabel: A en B) ook de laagste prijs hadden geboden. Waarschijnlijk komt dit omdat door de aanwezige technische kennis en kunde de opdracht realistisch kon worden ingeschat. De bedrijven met de beste score waren immers het best gekwalificeerd en hadden een vollediger opleiding met betrekking tot boomverzorging genoten.

Bedrijf	Verhoudingsgewijze offerte
A	100%
B	107%
C	107%
D	256%

Tabel 8: Relatieve offertes voor het lange-termijnonderhoudscontract voor periodieke snoei van bomen in de stad Mortsel (de offerte met de waarde 100% is deze van de geselecteerde aannemer)

F.3 Aanleg

F.3.1 Boomkeuze

Voor een boom echt aangeplant wordt, moeten een aantal keuzes gemaakt worden. Welke boomsoort en eventueel welke cultuurvariëteit wordt aangeplant? In welke maat? Met geveerde of takvrije stam? Met kluit of naakte wortel? Bij stedenbouwkundige projecten zijn het vaak de ontwerpers die hierover beslissen, bij kleinere projecten of in parken is het meestal de beheerder die de knoop doorhakt of de 'vakjes' mag invullen. Jammer genoeg worden bomen door ontwerpers vaak slechts als decorstukken beschouwd en wordt de keuze gemaakt op basis van gewoonte of puur esthetische kenmerken. Bovendien bestaat bij veel ontwerpers een schrijnend gebrek aan kennis over het bestaande bomen-sortiment.

Om een duurzame boomkeuze te maken, moet tegelijk rekening worden gehouden met het gewenste eindbeeld en met de standplaats. Enkel als beide bekend zijn, kan een gefundeerde keuze van de boomsoort gemaakt worden. Dit gebeurt het best door een rangorde van de noodzakelijke eigenschappen te maken en die af te toetsen aan de soortspecifieke eigenschappen. Helemaal op het einde kunnen nog een aantal wenselijke kenmerken meegenomen worden. Deze spelen in eerste instantie niet mee in de boomsoortkeuze, maar indien mogelijk binnen het sortiment dat voldoet aan alle prioriteiten, wordt een verdere keuze gemaakt op basis van deze wensen.

Prioriteitbepaling bij boomsoortkeuze

	Aantal boomsoorten									
Volledig boomassortiment	[Green bar]									
1ste prioriteit	Boomgrootte en standplaatsgeschiktheid									
2de prioriteit										
3de prioriteit										
Wenselijke kenmerken										

De rangorde van de eigenschappen kan je als boombeheerder vrij bepalen, maar voor een duurzame boomkeuze moeten boomgrootte (boven- en ondergronds) en standplaatsgeschiktheid altijd de eerste prioriteit krijgen. Afhankelijk van de situatie worden de lagere prioriteiten anders ingevuld.

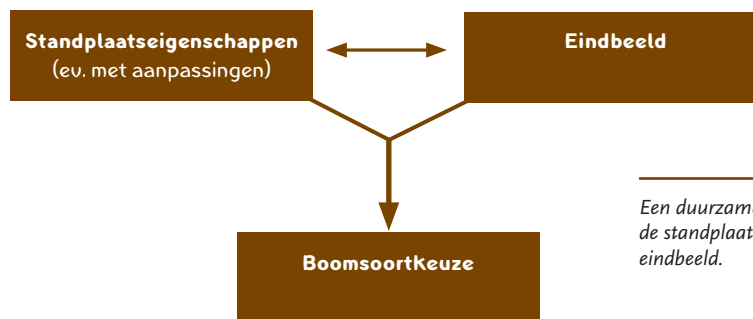
Een laatste aandachtspunt bij de boomsoortkeuze is dat het sortiment bomen dat gebruikt wordt, het best zo breed mogelijk is. Ook het aandeel van één soort mag nooit te groot worden. Zo worden de nadelen en risico's (bv. ziekten of plagen) die verbonden zijn aan een boomsoort maximaal gespreid.

Voorbeelden

- Bij straatbomen zullen de lagere prioriteiten in volgorde van belang ingenomen worden door: bereikbare takvrije stamlengte, kroonvorm en –dichtheid, afwezigheid van plakoksels en een relatieve zouttolerantie. Wenselijke eigenschappen zijn van esthetische, cultuurhistorische of ecologische aard. Het al dan niet inheems zijn van bomen zal in het stedelijke gebied minder belangrijk zijn. Wel wenselijk is het ontbreken van hinderlijke eigenschappen (bv. het druipen van linde).
- Voor een parkboom kan de rangorde vanaf de tweede prioriteit zijn: kroonvorm / kroondichtheid en esthetiek / cultuurhistoriek.
- In landelijke gebieden zal het landschappelijke en ecologische luik prioriteit krijgen, waardoor de nadruk komt te liggen op inheemse soorten.

Eigenschappen als gevoeligheid voor luchtverontreiniging, wind of ziektes zullen, afhankelijk van de specifieke situatie op de standplaats, hoger of lager in de rangorde komen.

Als binnen het beschikbare sortiment geen boomsoort gevonden wordt die voldoet aan alle eisen, kunnen een aantal mogelijke denkpistes gevolgd worden: ofwel worden een aantal vereisten van lagere prioriteit weggelaten, zodat het sortiment bomen om uit te kiezen, groter wordt. Ofwel kunnen aanpassingen aan het ontwerp of aan de standplaats overwogen worden. Technische aanpassingen aan de standplaats (bodemverbetering, drainage, beluchting, enz.) zijn vanuit HPG-standpunt vaak niet verdedigbaar door hun geringe duurzaamheid. Ze worden dan ook het best selectief toegepast. Als er geen boomsoort gevonden wordt die voldoet aan alle eisen (zeker standplaatsgeschiktheid en grootte), wordt er beter geen boom geplant.



Een duurzame soortkeuze is altijd gebaseerd op de standplaatseigenschappen en het gewenste eindbeeld.

F.3.1.1 Eindbeeld

Het is belangrijk dat het eindbeeld, de volwassen boom, reeds vroeg in de ontwerpfase meegenomen wordt bij beslissingen. De keuze voor een eindbeeld heeft namelijk gevolgen voor de rest van het ontwerp, de aanleg en het beheer. Zeg duidelijk wat je wenst, wees concreet, maar ook realistisch. Ga

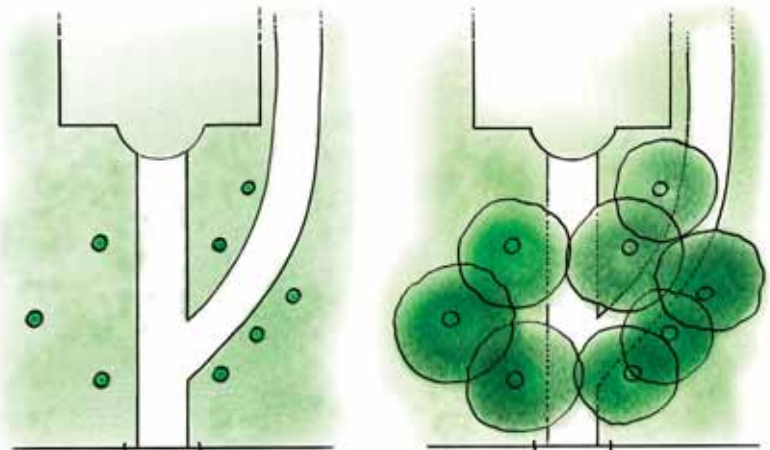
uit van wat mogelijk is op het terrein, eventueel in overleg met omwonenden of gebruikers. Want een boom die niet gewenst is, zal geen lang leven beschoren zijn. Hou rekening met de aanwezige ruimte, bovengronds en ondergronds, en de standplaatsomstandigheden. Een boom van 30 m hoog en breed zal meer boven- en ondergrondse ruimte innemen en andere eisen stellen dan een boom van 5 m hoog en breed. Zoals reeds gezegd in *C Bomen in de planningsfase* moeten beslissingen over het eindbeeld genomen worden in overleg met alle gebruikers van de openbare ruimte. Gebeurt dit niet, dan gaan kansen verloren en worden vaak onzinnige keuzes gemaakt, met hoge beheerkosten en een lage kwaliteit als gevolg. De boombeheerder is de best geplaatste persoon om reeds in de ontwerpfase de mogelijkheden en knelpunten voor bomen te evalueren en indien nodig het ontwerp bij te sturen.

Het eindbeeld van een laan platanen is volledig anders dan dat van een laan van sierkersen.



Om de reële plaats die een boom inneemt in het eindbeeld duidelijk te maken, is het noodzakelijk dat bomen op plannen op een realistische manier weergegeven worden, zowel bij het ontwerpen als bij het heraanleggen van de openbare ruimte. Dit kan door zowel de boven- als ondergrondse ruimte die een boom inneemt of op termijn kan en zal innemen, duidelijk op de plannen aan te geven. Dit geeft meteen mogelijke knelpunten aan, zoals een tekort aan bewortelingsruimte, teveel beschaduwing van gevels of conflicten met boven- en ondergrondse nutsleidingen. Op deze manier kan geanticipeerd worden op problemen.

Bomen worden op plan meestal enkel door een cirkeltje aangeduid. Om de juiste impact van de boom op zijn omgeving (of omgekeerd) in te schatten, wordt het best de reële boven- en ondergrondse grootte getekend.



Om het eindbeeld concreet en werkbaar te maken, moeten een aantal parameters vastgelegd worden. Het gaat in volgorde van belang om de boomgrootte, de kroonvorm, de kroonarchitectuur en eventueel bijkomende eigenschappen.

Is het gewenste eindbeeld eenmaal vastgelegd en de boom geplant, dan duurt het vele jaren voor dat eindbeeld effectief bereikt wordt. Geef de bomen de kans en dus ook de tijd om het eindbeeld te bereiken. Als de omstandigheden het toelaten, moeten bomen hun natuurlijke leeftijdsgrens kunnen bereiken. In tegenstelling tot wat gedacht wordt, nemen zo de gemiddelde onderhoudskosten sterk af, aangezien de stabiele levensfase van de boom veel langer duurt. Voor zo'n duurzaam boombeheer moet het eindbeeld vastgelegd worden in een bomenplan. Dat moet eveneens vastleggen welke acties moeten ondernomen worden bij werken rond bomen. Want ook bij infrastructuurwerken (die elkaar sneller opvolgen dan de bomen) moet het behoud van de bomen een uitgangspunt zijn. Is dit niet het geval en worden bomen beschadigd, dan komt het eindbeeld in gevaar en moet vaak helemaal opnieuw begonnen worden, met het rooien van de bomen en een heraanplanting. Dergelijke beschadigingen gebeuren vaak uit onwetendheid, soms moedwillig, maar zorgen altijd voor een fikse meerkost. Meer informatie over het beschermen van bomen tijdens bouwwerken vind je in *F.4.8.2 Bescherming van bomen bij werken*.



Het boombeeld kan veranderen in de tijd, het eindbeeld blijft gelijk. De pas aangeplante plataan wordt ooit een monumentale boom.

F.3.1.11 Boomgrootte

De boomgrootte is een eerste belangrijke parameter van het eindbeeld. De gewenste boomgrootte moet vastgelegd worden in relatie met de standplaats. De beschikbare ruimte is belangrijk, maar ook het gewenste ruimtelijke effect. Een te grote boom in een te kleine ruimte zal problemen opleveren, maar een te kleine boom in een grootschalige omgeving kan elk effect verliezen. Daarbij is het belangrijk altijd het eindbeeld voor ogen te houden. Een pas aangeplante boom zal zijn ruimtelijke werking nog niet kunnen waarmaken, pas volwassen kan hij zijn rol ten volle spelen. Het boombeeld evolueert dus, terwijl het eindbeeld vast staat. Om sneller een ruimtelijk effect te hebben, worden soms meerdere bomen dicht bij elkaar geplant dan wenselijk. Op termijn zou hier net als in de bosbouw gedund moeten worden. In het groenbeheer is dit echter geen courante praktijk en als het dunnen achterwege blijft, kunnen de kosten voor snoei en onderhoud hoog oplopen, zonder ooit het vooropgestelde eindbeeld te bereiken. Alleen in heel specifieke omstandigheden kan een dergelijke strategie dus overwogen worden.

In een verstedelijkte omgeving halen bomen vaak niet hun natuurlijke grootte, aangezien de standplaatseigenschappen dit niet toelaten. Redenen hiervoor zijn bijvoorbeeld een te beperkte doorwortelbare ruimte, watertekort of –overlast of bodemverdichting. Dit betekent eigenlijk dat de boom onder constante stress staat en permanent balanceert tussen overleven en afsterven. Dit zorgt voor een verhoogde gevoeligheid voor ziekten en plagen. Als de boom de slechte omstandigheden overleeft en toch groter wordt dan vastgelegd in het eindbeeld, wordt het onderhoud veel intensiever en dus duurder dan men voor ogen had. Het kan dus zeker niet de bedoeling zijn om grote bomen toch aan te planten waar de standplaats dit niet toelaat.

*Alle drie de platanen zijn op hetzelfde moment aangeplant: de linkse in een plantvak in de verharding, de middelste in een doorlopende plantstrook en de rechtse in een plantsoen. Vergelijk even de boomhoogte en de takvrije stamlengte.
(Foto Arthur De Haeck)*

Boomhoogte

Takvrije stamlengte

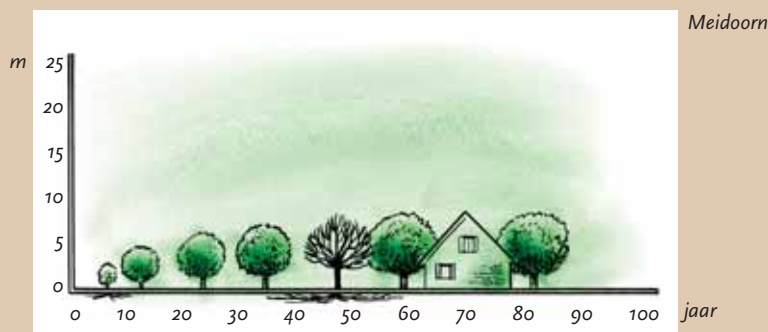
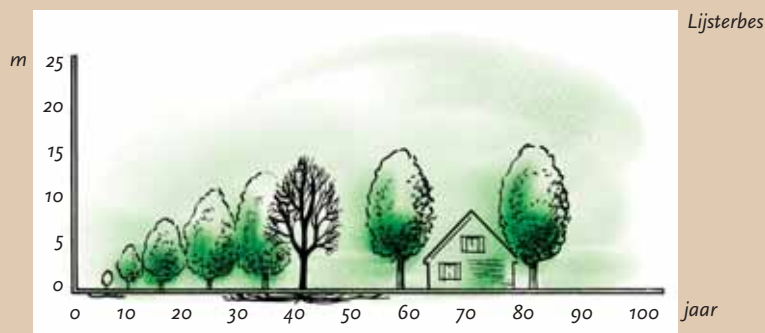
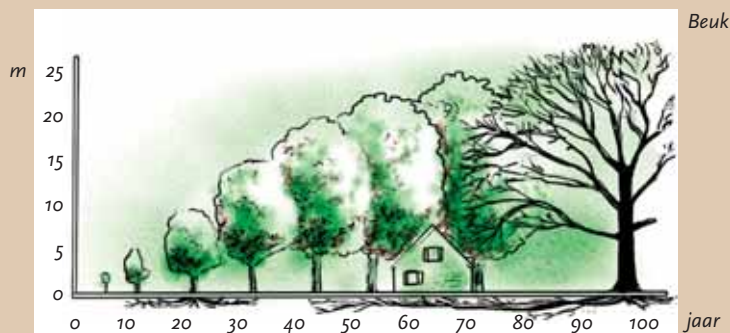


Grootte van bomen

Om de hoogte van bomen op een eenvoudige manier te typeren wordt gebruik gemaakt van drie groottes:

- Bomen van eerste grootte worden hoger dan 12 m. Deze klasse bevat zowel bomen die 15 m hoog worden als bomen die 35 m halen. Voorbeelden zijn valse acacia, zomereik, gewone beuk, grootbladige linde, enz.
- Bomen van tweede grootte worden tussen 6 m en 12 m hoog. Voorbeelden zijn lijsterbes en veel appel- en peervariëteiten.
- Bomen van derde grootte blijven kleiner dan 6 m. Vaak zijn het soorten die ook als struik voorkomen, soms op een onderstam geënt. Voorbeelden zijn tweestijlige meidoorn, wilde kardinaalsmuts en veel kersenvariëteiten. Sommige bomen van derde grootte zoals de bolacacia worden minstens even breed als hoog en zijn dan ook ongeschikt voor smalle straten en plantsoenen.

De grootte van bomen slaat op hun bovengrondse ruimte-inname, maar is ook gelinkt aan hun ondergrondse ruimte-inname. Een boom van eerste grootte vraagt een groter doorwortelbaar volume dan één van derde grootte. De berekening van het vereiste doorwortelbaar volume wordt uitgelegd in F.3.4 Standplaatsvoorbereiding.



Vergelijk de verandering van de boomgrootte doorheen de tijd van gewone beuk (eerste grootte), lijsterbes (tweede grootte) en tweestijlige meidoorn (derde grootte).

F.3.1.1.2 Kroonvorm

Naast boomgrootte is ook de kroonvorm belangrijk voor de plaats die een boom inneemt en het ruimtelijk effect dat hij heeft. Bomen kunnen ongeacht hun grootte zeer breed worden of net smal blijven. Dit is een kenmerk dat eigen is aan een soort. Vaak zijn cultuurvariëteiten ontwikkeld met een afwijkende kroonvorm. Het gaat dan bijvoorbeeld om dwergvormen of zuilvormen. Deze worden vaak gebruikt op plaatsen waar onvoldoende bovengrondse ruimte beschikbaar is. Ondergronds nemen ze wel relatief veel ruimte in.

Beide bomen zijn haagbeuken, maar de rechtse is een cultivar met een smallere kroon en een steile takstand.



Bij de keuze voor een zuilvormige variëteit moet wel opgelet worden dat het om een echte smalblijvende vorm gaat. Vaak worden deze zuilvormige cultivars op latere leeftijd breder. De zuilvormige haagbeuk *Carpinus betulus* 'Fastigiata' bijvoorbeeld kan op termijn even breed als hoog worden. Ook de populaire bolacacia wordt eenmaal volgroeid breed en schermvormig. Bovendien hebben dergelijke groeivormen specifieke problemen, die een aangepast beheer vragen. Zo ontwikkelen zuilvormen door hun steile takstand gemakkelijk plakoksels, wat ze minder geschikt maakt voor gebruik als straatboom. Een ander aandachtspunt is de vormvastheid. Variëteiten die uit zaad vermeerderd worden zijn vaak niet vormvast: twee bomen van dezelfde variëteit kunnen een volledig andere kroonvorm hebben. Vegetatief vermeerderde variëteiten, bijvoorbeeld geënte bomen, hebben dit probleem minder.

*De zuilvormige haagbeuk *Carpinus betulus* 'Fastigiata' kan op termijn zeer breed worden en verliest dan zijn smalle kroon.*



Vegetatieve vermeerdering

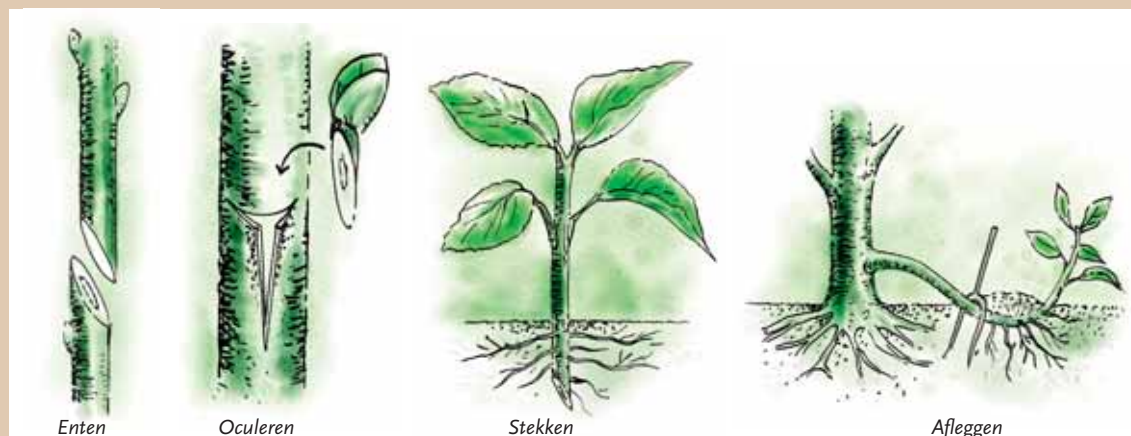
Waar een uniform beeld gewenst is, moeten alle bomen van eenzelfde soort of cultivar dezelfde eigenschappen hebben. Als bomen uit zaad gekweekt worden, bezitten ze eigenschappen van beide ouders en zijn ze nooit helemaal identiek. Om de eigenschappen zo uniform mogelijk te houden, worden de bomen vaak vegetatief vermeerderd. Elke boom is dan genetisch identiek aan zijn 'ouder', een kloon dus. Er zijn verschillende methodes van vegetatieve vermeerdering. De belangrijkste zijn:

- **Enten:** een stukje twijg met de gewenste eigenschappen, de ent, wordt verbonden met een inkeping op een onderstam. Dit kan vlak boven de wortelhals of hoger op de stam gebeuren. In het eerste geval is de boom onderveredeld, in het tweede geval is hij bovenveredeld. De onderstam kan van dezelfde of van een andere cultivar (of zelfs soort) zijn. Door het contact tussen het cambium van ent en onderstam vergroeien deze met elkaar. Niet alle ent-onderstamcombinaties hebben een even goede vergroeiing. Een slecht vergroeide ent kan op latere leeftijd afbreken op de entplaats.



Door een groot verschil in groeikracht tussen ent en onderstam kan de entplaats een zwakke plek worden voor deze linde.

- **Oculeren:** is gelijkaardig als enten, maar hier wordt enkel een knop i.p.v. een twijg verbonden met de onderstam.
- **Stekken:** een stukje weefsel (meestal een twijg), wordt geplant en ontwikkelt zelf wortels. De beworteling kan gestimuleerd worden door bv. stekpoeder te gebruiken.
- **Afleggen:** twijgen worden gebogen en gedeeltelijk in de grond gestopt. De twijg vormt zelf wortels en wordt dan losgesneden van de moederplant.



Enten

Oculeren

Stekken

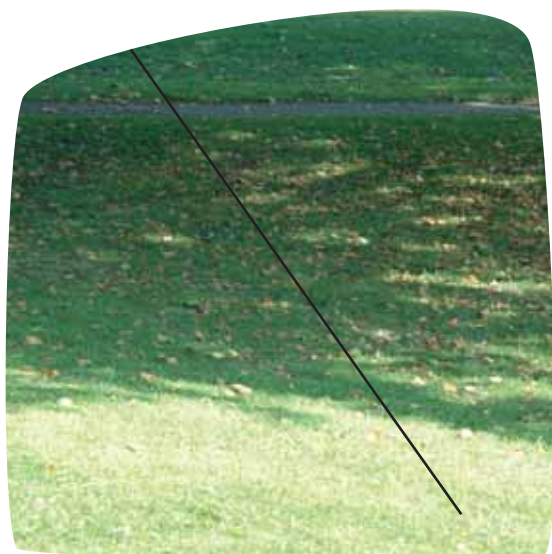
Afleggen

Naast de natuurlijke kroonvorm kan ervoor gekozen worden om een snoeivorm als eindbeeld voorop te stellen. Waar weinig ondergrondse ruimte is, kan door de kroon in grootte te beperken, ook de wortelgroei van bomen beperkt worden. Dit leidt wel tot een intensief onderhoud, wat uiteraard hogere kosten met zich meebrengt. Meer over snoeivormen in *F.4.2.6 Snoeivormen*.

F.3.11.3 Kroondichtheid

De kroondichtheid bepaalt de hoeveelheid licht die een boom doorlaat. Zeker in een verstedelijkte omgeving is dit belangrijk omwille van beschaduwing van gevels, voortuintjes en onderbeplanting. Het 'soort' schaduw dat een boom geeft, heeft een invloed op hoe die schaduw ervaren wordt door mensen. Zo heeft een beuk een donkere en massieve schaduw, die niet altijd als aangenaam ervaren wordt. De schaduw onder platanen en esdoorns wordt door veel mensen wél als aangenaam ervaren: het is een lichte schaduw, die op een speelse manier onderbroken wordt door vlekken zonlicht. Ook de kroonsluiting in bomenrijen en laanbeplantingen en de mate van doorzicht zijn afhankelijk van de kroonarchitectuur. Een dichte kroon heeft wel een positief effect op de captatie van fijn stof in de lucht.

De lichte, speelse schaduw van plataan rechts op de foto wordt doorgaans aangenamer ervaren dan de donkere schaduw van beuk links.



Deze eikenrij is aangevuld met populier. De bomen zijn ondertussen even groot, maar hebben een volledig andere kroondichtheid. Het beeld is helemaal anders.

F.3.1.1.4 Takvrije stamlengte

Als voetgangers, fietsers, auto's of vrachtwagens onder bomen door moeten of als dit voor het boombeeld gewenst is, kan of moet een zekere takvrije stamlengte bereikt worden. Deze moet mee opgenomen worden in het eindbeeld. Kleine bolvormige bomen of zuilvormen die op latere leeftijd open vallen kunnen voor problemen zorgen. Om het verkeer niet te hinderen zal dan continu gesnoeid moeten worden. Hoe de gewenste takvrije stamlengte bepaald wordt en bereikt kan worden, lees je in F.4.2.4 Begeleidingssnoei.



De takvrije stamlengte is hier net groot genoeg om de bus te laten passeren. Als de takken later uitzakken, kan dit problemen geven.

F.3.1.1.5 Andere criteria

Naast de vereisten die te maken hebben met de habitus van de boom, kunnen ook cultuurhistorische, esthetische of ecologische eigenschappen vastgelegd worden in het eindbeeld. Voorbeelden zijn snoeivorm, boomsoort, herkomst, meerstammigheid, bladkleur, bladvorm, bloeiwijze, vruchten of herfstverkleuring. Deze mogen nooit primeren op de vereisten die vastgelegd zijn door de standplaats, zoals beschikbare boven- en ondergrondse ruimte en bodemeigenschappen.

Voorbeelden

- Naast een kapel op een kruispunt op het platteland staat al eeuwenlang een oude linde. Als deze verdwijnt, is het vanuit cultuurhistorisch oogpunt wenselijk om opnieuw een linde aan te planten. Zelfs een moderne cultuurvariëteit van linde met een smalle kroon is hier niet op zijn plaats.

- Een marktplein is omgeven door een dubbele rij gekandelaarde lindes. De beschikbare ruimte, vooral ondergronds, is te beperkt om ze vrij te laten uitgroeien. Het kan hier een bewuste keuze zijn om als eindbeeld voor gekandelaarde lindes te kiezen en deze bij vervanging opnieuw aan te planten, ondanks het intensief en duur onderhoud dat deze keuze met zich meebrengt.



F.3.1.2 Standplaats

Van groot belang bij de soortkeuze zijn de standplaatseigenschappen. Een boom moet aangepast zijn aan de standplaats waar hij moet groeien. Deze eigenschappen zijn bijvoorbeeld bodemsoort, waterhuishouding, mineralenrijkdom, bodemstructuur, doorwortelbare ruimte, verharding, enz. Ze worden uitgebreid beschreven in *F.3.4 Standplaatsvoorbereiding*. De soortspecifieke standplaatsvereisten zijn te vinden in standaardwerken als *Stadsbomenvademecum 4*.

Uiteraard kan bij het ontwerpen of aanplanten de standplaats in zekere mate aangepast worden aan de gewenste boomsoort. Dit kan bijvoorbeeld door te draineren of te irrigeren, door grond te vervangen of door de doorwortelbare ruimte te vergroten met standplaatsverruimende constructies. Het moet altijd gaan om structurele oplossingen. Vaak zijn aan dergelijke ingrepen hoge kosten verbonden. Uiteindelijk telt slechts dit: als het eindbeeld eenmaal is vastgelegd en de soortkeuze gemaakt, moeten boomsoort en standplaats perfect op elkaar afgestemd zijn. Zoniet zal het eindbeeld niet bereikt worden en zullen de onderhoudskosten sterk stijgen.

F.3.1.3 Soortspecifieke eigenschappen

Als het eindbeeld is bepaald en de standplaatseigenschappen bekend zijn, blijven soms nog enkele aandachtspunten over die een rol kunnen spelen bij de boomsoortkeuze. De soortspecifieke eigenschappen zijn te vinden in *Stadsbomenvademecum 4*.

F.3.1.3.1 Zoutgevoeligheid

Alle bomen zijn in meerdere of mindere mate gevoelig voor schade door strooizout. Het kan gaan om schade door opspattend zout tegen de stam of om zout smeltwater dat in de bewortelingszone raakt. Zoutschade kan enkel vermeden worden door op een verantwoorde manier om te gaan met strooizout in de buurt van bomen of door de standplaats zodanig te maken dat inspoeling van zout smeltwater vermeden wordt (bv. door het bol leggen van de plantplaats of door gebruik te maken van aangepaste boordstenen (zie *Boomvriendelijke boordstenen*). Als inspoeling van zout water in de wortelzone waarschijnlijk is, kan gekozen worden voor soorten die hiervoor minder gevoelig zijn. Veel literatuurgegevens spreken elkaar tegen, maar over de hier opgenomen soorten zijn de verschillende auteurs het min of meer eens. De tolerantie van boomsoorten voor zout is dan ook niet absoluut. Op plaatsen waar de standplaatsomstandigheden te wensen overlaten, kan zout zelfs bij tolerante boomsoorten voor problemen zorgen. Cultivars worden algemeen verondersteld dezelfde zouttolerantie te hebben als de onderstam waarop ze zijn geënt.

Weinig gevoelig	Matig gevoelig
Veldesdoorn	Gewone es
Valse acacia	Meidoorn
Zomereik	Lijsterbes
Wintereik	Beuk
Amerikaanse eik	Haagbeuk
Els	Paardenastanje
Valse Christusdoorn	Boskers
Plataan	Schietwilg
Ruwe berk	Linde
Honingboom	
Witte abeel	
Ginkgo	
Hemelboom	

Tabel 9: Tolerantie van verschillende boomsoorten voor zout in het wortelmilieu

Bomen die naast wegen geplant worden waar met hoge snelheid gereden wordt, moeten in de eerste plaats tolerant zijn voor opspattend zout tegen de stam. Sommige van deze soorten, die redelijk bestand zijn tegen opspattend zout, zijn wel gevoelig voor de ophoping van zout in het wortelmilieu (bv. Europese zwarte populier), maar dit blijkt naast wegen buiten een verstedelijkte omgeving minder problematisch te zijn.

Boomsoorten, tolerant voor spat-zout
Valse Christusdoorn
Valse acacia
Witte abeel
Europese zwarte populier
Veldesdoorn
Gewone esdoorn
Noorse esdoorn
Zomereik
Gewone es

Tabel 10: Boomsoorten die tolerant zijn voor spat-zout

F.3.1.3.2 Luchtvervuiling

Luchtvervuiling is slechts zelden de primaire reden voor het afsterven van bomen, maar kan wel voor een conditievermindering zorgen waardoor bomen gevoelig worden voor andere aantastingen. Bomen kunnen gevoelig zijn voor een of meerdere vervuilende stoffen in de lucht, terwijl ze voor andere minder gevoelig zijn. Luchtvervuiling is namelijk een containerbegrip. Het slaat op een verzameling vervuilende stoffen uit verschillende bronnen: zwaveldioxide (SO₂), ammoniak (NH₃), stikstofoxiden (NO_x), ozon (O₃), vluchtige organische stoffen (VOS), fijn stof (PM₁₀) enz. De laatste tientallen jaren is de uitstoot van zwaveldioxide sterk teruggedrongen. Ammoniak is vooral afkomstig uit de landbouw. Vooral de laatste vier vervuilende stoffen, hoofdzakelijk afkomstig van het verkeer, zorgen nu voor problemen met de luchtkwaliteit. Schade aan bomen door luchtvervuiling is nu meestal het gevolg van NO_x en ozon. Als luchtvervuiling lokaal een probleem vormt, bijvoorbeeld bij aanplanting langs een drukke ringweg of in industriegebieden, kan gekozen worden voor soorten waarvan de resistentie tegen een bepaald type luchtvervuiling bekend is. Plataan en Japanse notenboom zijn voorbeelden van boomsoorten die weinig gevoelig zijn voor luchtvervuiling in het algemeen.

Bomen kunnen ook aangeplant worden om de luchtkwaliteit te verbeteren (zie D.3.1 Luchtkwaliteit). Dit doen ze door vervuilende stoffen uit de lucht op te nemen of te filteren. Naaldbomen blijken beter in staat te zijn om fijn stof uit de lucht te halen, loofbomen scoren dan weer beter wat betreft opname van stikstofoxiden en ozon. Sommige boomsoorten stoten zelf VOS uit (bv. wilgen, populieren en eiken). Een zeer dichte laanbeplanting vlak naast de weg kan ervoor zorgen dat de vervuiling door de verminderde windsnelheid lokaal minder verdund wordt en meer blijft hangen. De kroonvorm en -dichtheid zijn dus ook van belang voor de lokale invloed van bomen op de luchtkwaliteit. Maar globaal gezien komt de aanplanting van bomen, ongeacht de soort, de luchtkwaliteit ten goede.

F.3.1.3.3 Gevoeligheid voor ziekten en plagen

Sommige boomsoorten zijn gevoelig voor ziekten en plagen en kunnen dan ook beter niet of heel beperkt aangeplant worden. Sommige aantastingen zijn dodelijk voor de boom, andere hebben enkel een esthetisch effect. Zo is de bloedingsziekte bij paardenkastanje dodelijk, terwijl de paardekastanjemieneermot (*Cameraria ohridella*) slechts een beperkt effect lijkt te hebben op de boomconditie, maar wel het boombeeld sterk beïnvloedt (een 'verdorde' boom midden in het groeiseizoen). Binnen een soort kunnen sommige cultuurvariëteiten gevoeliger zijn voor ziekten en plagen dan andere. Afhankelijk van het eindbeeld en de locatie moet de mogelijkheid dat een ziekte of plaag optreedt, afgewogen worden tegen de voordelen die een soort of cultivar biedt.

F.3.1.3.4 Windgevoeligheid

De hoeveelheid wind die een boom te verwerken krijgt, is sterk afhankelijk van zijn standplaats. Rond hoge gebouwen ontstaan zeer specifieke situaties, met valwinden en windhozen, die een extra windbelasting kunnen creëren. Op plaatsen waar dit mogelijk gevaar oplevert voor windworp of takbreuk, plant men het best geen windgevoelige soorten of variëteiten. Tabel 11 geeft een overzicht van enkele windgevoelige soorten. Gevoeligheid voor windworp is bovendien afhankelijk van de mogelijke bewortelingsdiepte voor de boom en de wind die een boom in zijn jeugdfase te verwerken kreeg. Bomen die plots vrij komen te staan, zijn veel gevoeliger voor windworp dan bomen die altijd in de wind hebben gestaan en stevige trekwortels hebben gevormd. Bomen die op een rijke grond staan of die bemesting gekregen hebben, zijn extra gevoelig voor takbreuk.



Sommige boomsoorten zijn gevoelig voor takbreuk.

Windgevoelige boomsoorten

Zilveresdoorn	Zeer gevoelig voor takbreuk
Hemelboom	Gevoelig voor takbreuk
Trompetboom	Gevoelig voor windworp (wortelt oppervlakkig)
Meidoorn	Gevoelig voor windworp of scheef waaien
Gewone Beuk	Gevoelig voor windworp (wortelt oppervlakkig)
Valse Christusdoorn	Gevoelig voor takbreuk, vooral op rijke gronden
Amberboom	Gevoelig voor takbreuk
Tulpenboom	Gevoelig voor takbreuk
Plataan	Jonge takken gevoelig voor takbreuk, jonge bomen gevoelig voor windworp of scheef waaien (extra boompal plaatsen)
Kers	Gevoelig
Valse acacia	Gevoelig voor takbreuk, vooral op rijke gronden

Tabel 11: Windgevoelige boomsoorten (niet limitatief)

Door de hoge zoutconcentraties in de lucht en de hogere windsnelheden kan zeewind voor extra problemen zorgen in de kuststreek. Kies daar voor minder windgevoelige en zeewindtolerante soorten of cultivars. Tabel 12 geeft een niet limitatieve lijst van zeewindtolerante soorten.

Zeewind tolerante boomsoorten

Veldesdoorn	Witte abeel	Moseik
Gewone esdoorn	Canadapopulier	Steenek
Zwarte els	Grijze abeel	Zweedse meelbes
Hartbladige els	Trilpopulier	Tamarix
Gewone es	Europese zwarte populier	Winterlinde
Pluimes	Peer	Zilverlinde

Tabel 12: Zeewindtolerante soorten (niet limitatief)

F.3.1.3.5 Zuurgraad - pH

De zuurgraad van de bodem wordt weergegeven door de pH, een eenheidsloos cijfer van 0-14. Zuur wordt weergegeven door 0, basisch door 14. De pH heeft een invloed op de beschikbaarheid van mineralen. In grote lijnen kunnen bomen groeien tussen pH-waarden van 3,5 tot 6,5, maar elke boomsoort heeft een typisch pH-traject waarbinnen ze geen problemen ondervindt om te groeien. In tabel 13 wordt dit in grote lijnen weergegeven voor enkele boomsoorten.

pH	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5
Paardenkastanje, beuk	Yellow	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow
Zomereik	Yellow	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
Esdoorn, plataan, linde, iep	Red	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Yellow
Canadapopulier, schietwilg, es*	Red	Red	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow

* Essen vragen in droge omstandigheden een hogere pH

Tabel 13: pH-traject van boomsoorten

- Green pH-optimum
- Yellow boomgroei nog mogelijk zonder grote gebreken
- Red pH-problemen

F.3.1.3.6 Bodemverdichting

Bodemverdichting zorgt voor een verstoorde water- en luchthuishouding en bemoeilijkt de doorworteling van de bodem. Niet alle bomen zijn even gevoelig voor bodemverdichting. Plataan en linde zijn bijvoorbeeld soorten die relatief goed tegen verdichting kunnen, terwijl beuk er absoluut niet tegen kan.

F.3.1.3.7 Hinderlijke eigenschappen

Hinderlijke eigenschappen zijn eigenschappen die eigen zijn aan bomen, maar die op bepaalde locaties overlast veroorzaken. Voorbeelden zijn vruchtval (vb. paardenkastanje), stekels (bv. meidoorn naast een fietspad), wortelopslag (bv. linde), het opdrukken van de verharding (bv. populier, valse acacia, berk, schietwilg en verschillende kersensoorten) of honingdauw (bv. sommige lindesoorten op parkeerplaatsen). Als deze eigenschappen op een bepaalde locatie ongewenst zijn, kan dit het sortiment verder beperken.



Dat deze boom de verharding opduwt is eerder te wijten aan het beperkte doorwortelbare bodemvolume dan aan een hinderlijke eigenschap van de boom zelf.

F.3.1.4 Eindbeelden vastleggen

Om het werken met eindbeelden mogelijk te maken, moeten ze concreet en werkbaar opgesteld en vastgelegd zijn, samen met alle bijkomende vereisten voor de bomen op die plaats. Dat gebeurt in een bomenplan. Zo wordt het eindbeeld geconsolideerd en blijft het constant over een lange tijd.

Stel als eindbeelden dus niet:

- 1) 'een rij opgaande bomen aan weerszijden van de weg' (bijvoorbeeld voor een brede landelijke invalsweg naar een gemeente)
- 2) 'een solitair' (in een grasvlakte van 1/2 ha in een park)
- 3) 'kleine bomen' (in een winkelwandelstraat in het centrum)

Maar wel:

- 1) 'een aaneengesloten bomenrij van eerste grootte aan weerszijden van de weg, van een inheemse soort, minimaal 20 m hoog, brede kroonvorm, takvrije stam van 7 m, relatief zouttolerant'

De term 'opgaand' is niet specifiek genoeg om een goede soortkeuze mogelijk te maken. Zowel sierappels (tweede of derde grootte) als zomereik (eerste grootte) komen in aanmerking. En toch is het ruimtelijk effect van een laan met sierappels totaal verschillend van dat van een laan met zomereiken. Langs een drukke invalsweg is een voldoende lange takvrije stam bovendien een vereiste om het verkeer ongehinderd te laten passeren en eventueel om met hun kroon tot boven elektriciteitsleidingen te raken, wat bij sierappels onmogelijk is door hun geringe hoogte. Ook zouttolerantie is op deze locatie een niet onbelangrijke eigenschap. Randvoorwaarde om tot dit eindbeeld te komen is ondermeer een voldoende brede berm, zodat de bomen voldoende doorwortelbare ruimte hebben.

- 2) 'een solitair van eerste grootte, 35 m hoog, breed piramidaal, meerstammig, bij voorkeur met speciale bladkleur/herfstverkleuring'

Net als in het vorige voorbeeld komen alle boomsoorten in aanmerking voor aanplanting als 'solitair'. In een kleinschalige omgeving kan een boom van derde grootte perfect als solitair gebruikt worden, maar in het midden van een grote grasvlakte of een plein zal dezelfde boom wat verloren staan. Bij een solitair worden soms speciale kenmerken verwacht, zoals meerstammigheid, een opvallende kleur of vruchten. De bladkleur is geen dwingende voorwaarde, aangezien eerst de boomsoort moet afgestemd worden op de standplaats.

- 3) 'verspreid aangeplante bomen van derde grootte, smalle kroon (max 4 m), lichte schaduw, geen vruchten'

'Kleine bomen' is opnieuw niet specifiek genoeg. Een bolacacia is bijvoorbeeld wel een kleine boom, maar wordt op latere leeftijd zeer breed en schermvormig. Op deze locatie zal hij winkelende voetgangers hinderen, tenzij intensief gesnoeid wordt. Bovendien heeft hij een relatief donkere schaduw, wat misschien tot klachten van winkel- en horeca-eigenaars zal leiden. Voor een winkelstraat waar veel voetgangers langskomen zijn ook vruchten (zeker bessen) beter te vermijden. Als ze kapot getrapt worden ontstaat een gladde smerige boel, wat de veiligheid van de gebruiker in gevaar brengt.

F.3.1.5 Type plantgoed

Het type plantgoed is afhankelijk van de standplaats, de soort, de aangeplante maat, het eindbeeld en het beschikbare budget voor aanplanting en nazorg. Ongeacht de maat of het type moet het plantgoed aan bepaalde kwaliteitseisen voldoen. Deze worden verder beschreven in *F.3.2 Kwaliteit plantgoed*.

Types plantgoed

Boomkwekerijbegrippen worden in een andere context (vb. het verwoorden van eindbeelden) soms met een andere betekenis gehanteerd. Om verwarring te vermijden worden hieronder een aantal boomkwekerijbegrippen met betrekking tot bomen uitgelegd. Er zijn niet altijd eenduidige normen beschikbaar, zeker niet op Europees niveau. Omschrijf daarom in bestekken of bestellingen altijd duidelijk hoe het gewenste plantgoed er moet uitzien, zonder al te veel te vertrouwen op 'geijkte' begrippen. Dat is de enige garantie dat je ook krijgt wat je wil.

Bosgoed

Bosgoed is een zeer algemene term. In strikte zin zijn het jonge planten van één of enkele jaren oud, die gebruikt worden om bos aan te planten of om verder op te kweken tot bomen. Onder dezelfde term worden ook andere jonge planten, die niet voor bosaanplant gebruikt worden, aangeboden. Bosgoed bestaat meestal uit een scheut van 30 cm tot 1 m hoog, eventueel met wat kleine zijtakken. Meestal zijn ze één of meerdere keren verplant, om een dicht en fijn vertakt wortelgestel te verkrijgen. Aanplanting gebeurt meestal met naakte wortel, maar er wordt ook bosgoed aangeboden in pot of in zogenaamde plugs: smalle, verterende containers. Dan wordt dit aangegeven door de letter P (voor potgekweekt) of A (voor pluggekweekt), gevolgd door een cijfer dat de diameter of breedte van de pot of plug aangeeft. Zo is P9 opgekweekt in een pot met een diameter van 9 cm.



Bosgoed

Bosgoed is goedkoop, gemakkelijk te planten en het slaat goed aan. Daar staat tegenover dat het kwetsbaar is en dus nog jaren beschermd moet worden tegen concurrentie en schade. Bosgoed wordt meestal gebruikt voor grootschalige bosaanplantingen, hagen of houtkanten. In de terreineenheden die opgenomen zijn in dit vademecum zal bosgoed slechts zelden gebruikt worden, dus de gedetailleerde beschrijving van het plantgoed is hier niet opgenomen.

Spil

Een spil is een jonge boom die bestaat uit één forse scheut met weinig of geen zijtakken en zonder kroon. Spillen kunnen enkele meters hoog zijn. Een spil slaat relatief goed aan, maar is kwetsbaar. Spillen worden meestal getypeerd door hun grootte (175-200 is een jonge boom van 175 tot 200 cm hoog) of door hun omtrek. Spillen zijn het basismateriaal om hoogstammen te kweken en moeten dus recht zijn. Ze worden vaak recht gekweekt met bamboestokken.

Veer

Een veer bestaat uit een dominante stam met zijtakken die lager dan 60 cm van de grond beginnen, maar nog geen echte kroon. De sterkste zijtakken bevinden zich onderaan. Een veer wordt meestal getypeerd door zijn breedte en hoogte in cm. Een veer wordt gebruikt voor soorten die gevoelig zijn voor zonnebrand of om ze later als geschoren vorm te beheren. Ook veel zuilvormige bomen worden als veer gekweekt en geplant. Een aandachtspunt is dat deze bomen op latere leeftijd soms moeilijk op te kronen zijn.



Veer

Er moet een onderscheid gemaakt worden tussen veren en hoogstammen met een bemantelde stam. Deze laatste hebben, in tegenstelling tot veren, wel een stam en een kroon. Op hun stam hebben ze bovendien een bemanteling van fijne twijgen, om die te beschermen tegen zonnebrand. Deze twijgen worden regelmatig verjongd, om ze klein en gedrongen te houden.

Hoogstam

Een hoogstam heeft een rechte, takvrije stam en een kroon met een doorgaande harttak. De lengte van de takvrije stam kan variëren. Meestal worden omtrekklassen gebruikt om hoogstammen te typeren: 8/10 is bijvoorbeeld een boom met een omtrek op 1 m van 8 tot 10 cm.

Er zijn ook uitzonderingen: leivormen, bolvormen, treurvormen, enz. hebben wel een takvrije stam, maar soms geen doorgaande harttak.

Voor fruitbomen wordt het begrip hoogstam gebruikt ter onderscheid van half- en laagstambomen. Daar zijn duidelijk omliggende boven- en ondergrenzen voor de enthoogte. Het boomkwekerijbegrip hoogstam staat daar in feite los van. Afhankelijk van de gewenste kroonvorm hebben fruitbomen al dan niet een doorgaande harttak.

Laanbomen zijn een soort hoogstam, die geschikt zijn om een grote takvrije stamlengte te bekomen (bv. om langs straten aan te planten). Ze hebben een minimale takvrije stamlengte van 180 cm en altijd een doorgaande harttak, zodat ze zonder problemen verder opgesnoeid kunnen worden. Veel kwekerijen bieden nu al laanbomen aan met takvrije stamlengtes van 220 cm of meer.

Solitair

Solitairbomen zijn bomen die op grote tussenaafstanden opgekweekt zijn in de kwekerij waardoor ze een zware kroon en de typerende kroonvorm voor de soort of cultivar hebben verkregen. Door hun vormkenmerken zijn ze zeer geschikt om als alleenstaande boom te planten.



Solitair

Meerstammige bomen

Meerstammige bomen zijn bomen met meerdere stammen die niet hoger dan 50 cm van de grond ontstaan zijn. Ze worden als alleenstaande boom aangeplant. Meerstammige bomen ontstaan door een enkele stam terug te snoeien, niet door meerdere bomen in hetzelfde plantgat te stoppen. Meerstammige bomen worden getypeerd door het aantal stammen en de omtrek van de dunste stam, gemeten op 1 m boven het maaiveld.



Meerstammige bomen ontstaan door één stam terug te snoeien, niet door meerdere bomen in hetzelfde plantgat te stoppen.

Onderveredeld - bovenveredeld - eigen wortel

Bomen kunnen uit zaad gekweekt worden, maar veel cultivars worden vegetatief vermeerderd om zo de eigenschappen van de cultivar zo uniform mogelijk te behouden. Een cultivar kan geënt of geoculeerd worden op een onderstam, meestal van de eigen soort, maar ook een onderstam van een andere soort is mogelijk. Deze bomen kunnen onderveredeld zijn,

net boven het maaiveld, of bovenveredeld, op een zekere hoogte boven het maaiveld. Bovenveredelde bomen zijn meestal cultivars die moeilijk een rechte stam vormen (bolvormen, treurvormen, ...) en die daarom op een onderstam van een andere cultivar of zelfs een andere soort gekweekt worden. Soms wordt nog een tussenstam gebruikt. Dan zijn er twee entplaatsen. De enthoogte van de cultivar bij bovenveredelde bomen is meestal ook de uiteindelijke lengte van de takvrije stam. Bovenveredelde bomen zijn dan ook vaak niet geschikt om te gebruiken op plaatsen waar een grote takvrije stam gewenst is, bv. langs straten.



Bovenveredelde boom



Onderveredelde boom

Als bomen niet geënt of geoculeerd zijn, staan ze op eigen wortel. Dit kunnen bomen zijn die uit zaad opgekweekt zijn, maar ook vegetatief vermeerderde bomen, zoals stekken of afleggers.

Aantal keer verplant

Om een fijn wortelgestel te vormen is het noodzakelijk dat een boom regelmatig verplant wordt: minimaal elke 3 jaar, voor solitairen volstaat 4 tot 5 jaar. Dit wordt aangegeven door 'x v' voorafgegaan door het aantal keer dat een boom verplant is: 4xv is vier keer verplant.

Kluit

Kluitbomen worden verplant, gerooid en verkocht met een grondkluit rond de wortels. Een kluit die na het rooien aangeemaakt is, is geen echte kluit. Bij kleinere maten wordt de kluit omwikkeld met kluitlappen, meestal gemaakt uit jute en/of kunststof. Voor de grotere maten worden de kluit bijeengehouden door een draadkorf uit gegloeide metaaldraad die rond de kluitlappen aangebracht wordt. Bij draadkluiten moeten de kluitlappen altijd volledig verteerbaar zijn, ze mogen dus geen kunststof bevatten. Kluitbomen kunnen getypeerd worden door de maat van de kluit.

Container

Containerbomen worden verkocht in een container gevuld met potgrond. Ze hebben enkel het laatste (soms ook het voorlaatste) groeiseizoen in de container doorgebracht, daarvoor zijn ze net als kluitbomen in volle grond opgekweekt. De bomen moeten een volledig groeiseizoen in de pot gekweekt zijn, anders moet dit duidelijk aangegeven zijn (bv. 'vers gepot'). Het begrip 'container' is zeer breed: meestal is het een vaste container, maar het kan even goed een kunststof zak zijn. Dan moet dit aangegeven worden door de kweker. Containerbomen worden getypeerd door een C, gevolgd door de inhoud (in liter) van de container: C50 is een containerboom in een container van 50 liter. Een container heeft per definitie een inhoud groter dan 2 liter.

Naakte wortel

Bij bomen die met naakte wortel verkocht worden, wordt het wortelgestel opgegraven en verkocht en aangeplant zonder grond rond de wortels. Bomen die met naakte wortel verplant worden, zijn zeer gevoelig voor uitdroging en moeten dan ook met zorg behandeld worden en zoveel mogelijk afgedekt blijven (bv. geleverd in een zak).

Poten - staken

Poten van populier en staken van wilg zijn afgezaagde, rechte takken die geplant worden. Eenmaal ze geplant zijn, vormen ze door het grondcontact gemakkelijk wortels. Poten en staken zijn 2,5 – 3 m lang en een vijftal cm dik.

F.3.1.5.1 Maat

Voor kleine bomen wordt de maat meestal aangegeven door de hoogte in cm. Vanaf een omtrek van 6 of 8 cm op 1 m hoogte, gemeten vanaf de wortelhals, wordt de maat aangegeven door middel van omtrekklassen: de maat 8/10 heeft op 1 m hoogte een stamomtrek tussen 8 en 10 cm. Het interval tussen de klassen is 2 cm en wordt 5 cm vanaf 20 cm omtrek. Courante maten zijn dus: 8/10, 10/12, ..., 18/20, 20/25, enz. Om uit de maat de diameter in cm te krijgen moet ruwweg door 3 gedeeld worden. Een boom van maat 8/10 heeft dus een diameter van ongeveer 3 cm.

Maat 18/20 (de boompalen zijn ongeveer 160 cm)



De grootte van het plantgoed heeft geen enkele invloed op de vereiste doorwortelbare ruimte of de standplaatsomstandigheden. Een zomereik blijft een zomereik, aangeplant als 8/10 met naakte wortel of als 20/25 met draadkluit. Als volgroeide boom nemen beide dezelfde boven- en ondergrondse ruimte in en stellen ze dezelfde eisen aan de bodem. Daarom heeft het geen zin om voor een ondergedimensioneerde plantplaats een kleinere maat te kiezen in plaats van een aangepaste soort. Wel kunnen grotere maten een meer uitgebreide standplaatsvoorbereiding vereisen. Zo zal de plantput groter en de verankering steviger moeten zijn. De hogere kosten van het plantgoed verantwoorden de hogere kosten voor standplaatsvoorbereiding. Hoe groter de aangeplante maat, hoe belangrijker een correcte planttechniek is voor het slagen van de aanplant.

De keuze voor een maat wordt bepaald in functie van het beschikbare budget voor aanplant en nazorg, de plantstress die een boom aan kan, de wens om snel een ruimtelijk effect te hebben en het risico op beschadiging (kleine boompjes zijn bv. gevoeliger voor vandalisme). Kleinere maten kosten meestal minder bij aankoop, zijn relatief gemakkelijk te planten, maar vragen relatief veel nazorg (langere begeleidingssnoei, vrijmaken boomspiegel, enz.). Daartegenover staat dat het langer duurt vooraleer het eindbeeld benaderd wordt. Grote maten geven sneller effect, maar zijn duurder om aan te kopen, moeilijker handelbaar en dus ook duurder om te vervoeren en planten. Soms worden volwassen bomen aangeplant, maar door de zeer hoge kosten blijft dit eerder uitzondering dan regel. De mogelijke problemen bij aanplant nemen namelijk evenredig met de maat toe. Ongeacht de grootte van de wortelkluit gaat proportioneel meer wortelmassa verloren bij grotere maten. Daarom lijden deze meer onder verplanting en slaan ze ook moeilijker aan. Het is dus zeker niet altijd aangewezen om het grootste en duurste plantgoed aan te kopen. Voor elke specifieke situatie moet de juiste keuze gemaakt worden. Daarnaast speelt ook de beschikbaarheid op de markt van een bepaalde soort in een bepaalde maat een rol. Speciale maten, soorten of cultivars kunnen door de beheerder zelf opgekweekt worden op basis van beschikbaar genetisch materiaal. Dit vraagt wel tijd en kennis van de beheerder. Sommige soorten verdragen verplanting beter dan andere. Soorten die moeilijk te verplanten zijn, worden het best in een kleinere maat aangeplant. Vaak gaat het om soorten met grove wortels.

Goed verplantbaar	Minder goed verplantbaar	Slecht verplantbaar
Els	Notelaar	Berk
Sorbus	Kers	Hemelboom
Linde	Es	Appel
Wilg	Kastanje	Haagbeuk
Populier	Meidoorn	Hazelaar
Japanse notenboom	Peer	Eik
Plataan	Esdoorn	Beuk
Valse acacia	Paardenkastanje	Amberboom
Den		Magnolia
Valse Christusdoorn		
Vleugelnoot		
Iep		
Venijnboom		

Tabel 14: Verplantbaarheid van bomen (naar Roberts et al.; Atsma, J en in 't Velt, Y)

F.3.1.5.2 Naakte wortel/ Kluitboom/ containerboom

De keuze om bomen met naakte wortel, met kluit of als containerboom aan te planten, is afhankelijk van de gewenste maat, de mogelijkheden voor nazorg en de boomsoort. Bij alle opgekweekte bomen, ongeacht het planttype, moet het de bedoeling zijn een compact, levenskrachtig en evenwichtig wor-

telgestel te vormen, zodat ze zo goed mogelijk de schok van het verplanten overwinnen. De keuze voor een type plantgoed heeft gevolgen voor het planttijdspip (zie *F.3.5.1 Planttijdspip*).

Bomen met naakte wortel hebben het voordeel dat ze goedkoop zijn en gemakkelijk handelbaar. Het nadeel is dat ze een grote schok ondergaan als ze verplant worden. De wortels brengen een zekere tijd boven de grond door, waar ze kunnen uitdrogen en gedeeltelijk afsterven. Het grote risico op uitdrogende wortels vereist dat bomen met naakte wortel zo snel mogelijk na rooien geplant worden. De gevolgen van een foute behandeling tijdens het transport of het planten kunnen dan ook zeer groot zijn, tot bijna 100% uitval. Zolang er voldoende levende en vitale wortels aanwezig zijn, zal de boom opnieuw aanslaan. Het eerste jaar is er een vertraagde groei. Bomen met naakte wortel worden bij voorkeur in het najaar geplant. Door correct om te gaan met het plantgoed tijdens het transport en de aanplanting kan zeer veel uitval vermeden worden. Dit wordt uitgebreid beschreven in *F.3.3 Transport en behandeling van plantgoed*.

Bomen met kluit hebben het grote voordeel dat de plantschok veel kleiner is dan bij naakte wortels. Het risico voor de wortels om uit te drogen tijdens verhandeling en transport is veel kleiner. De kans dat de boom goed aanslaat en onmiddellijk kan verder groeien is dus veel groter, ook als opslag, transport en aanplanting niet optimaal gebeurd zijn. De boom moet wel voldoende verplant zijn, zodat hij een fijn bewortelde kluit heeft. Ook de nazorg in de eerste jaren na aanplanting is kleiner dan bij bomen met naakte wortel. Het grote nadeel van kluitbomen is dat ze duurder zijn in aankoop en dat ze moeilijker transporteerbaar en hanteerbaar zijn door het grote gewicht van de kluit. De plantperiode voor kluitbomen is langer dan voor bomen met naakte wortel.



Voor de grotere maten worden vaak met kluit aangeplant, aangezien het risico op uitval dan de hogere kosten verantwoordt. Vanaf maat 20/25 is het voor alle boomsoorten aan te raden bomen met kluit aan te planten. Voor boomsoorten met een fijn wortelstelsel, die vatbaar zijn voor uitdroging, is het aangeraden om ook bij kleinere maten voor kluitbomen te kiezen. Sommige boomsoorten hebben een vlezig wortelgestel dat gemakkelijk beschadigd wordt. Deze soorten worden het best altijd met kluit aangeplant, ongeacht de maat.

Soorten met een fijn vertakt wortelstelsel (ook kleinere maten met kluit planten)	Soorten met een grover wortelstelsel (slechts grotere maten met kluit planten)	Soorten met een teer (vlezig) wortelstelsel (altijd Kluitplanten)
Esdoorn	Paardenkastanje	Hemelboom
Els	Appel	Trompetboom
Berk	Populier	Japane notenboom
Meidoorn	Peer	Notelaar
Es	Amerikaanse eik	Goudenregen
Valse Christusdoorn	Moseik	Amberboom
Valse acacia	Wilg	Liriodendron
Honingboom	Moerascypres	Magnolia
Boskers	Haagbeuk	Vleugelnoot
Lijsterbes	Beuk	
Zomereik		
Linde		

Tabel 15: Type wortelstelsel (naar Roberts et al.; Atsma, J en in 't Velt, Y)

Soms worden bomen in containers geteeld. Het begrip 'container' is zeer breed en kan gaan van een plastic zak tot een grote houten bekisting voor de zwaardere maten. Hierin groeit de boom in een potgrondmengsel. Containerbomen slaan meestal zeer goed aan. Meestal groeit de boom enkel het laatste groeiseizoen in de container, daarvoor wordt hij net als kluitbomen in volle grond gekweekt. Bomen die langer dan één jaar in een container groeien, ontwikkelen zeer snel draaiende wortels als die de wand van de container raken. Deze kunnen evolueren tot wurgwortels die de stamvoet afknellen. Ook staan de wortels bij containerbomen bloot aan veel grotere temperatuurextremen, waardoor beschadiging niet denkbeeldig is. Bij de plantkeuring moet hiervoor extra aandacht zijn. De teelt en het gebruik van containerbomen is een zeer dure zaak en is dan ook financieel alleen te verantwoorden in situaties waar met kluitbomen geen goed resultaat kan worden bekomen. Vaak gaat het dan om aanplantingen buiten het klassieke plantseizoen, soorten die zeer moeilijk aanslaan of een kwetsbaar wortelgestel hebben. Bij aanplanting buiten het klassieke plantseizoen vragen de bomen wel extra zorg.



Het begrip 'container' is zeer breed, maar meestal gaat het om een grote kunststof kuip.

F.3.1.5.3 Takvrije stam/ bemantelde stam

Afhankelijk van het gewenste eindbeeld zal een boom al dan niet één takvrije stam moeten hebben. Straat- en laanbomen bijvoorbeeld moeten vaak een rechte takvrije stam hebben omwille van de verkeersveiligheid. Voor een solitaire parkboom kan meerstammigheid of een grillige vorm net een vereiste zijn. Als bomen nog moeten opgekroond worden is het aangewezen om ofwel bomen te selecteren die eenvoudig opgekroond kunnen worden (geen zware lage takken of probleemtakken en één doorgaande spil) of die al gedeeltelijk opgekroond zijn (hoogstam).

Soorten met een dunne schors (bv. beuk, esdoorn, haagbeuk) zijn gevoelig voor zonnebrand. Dit is zeker het geval als de boom vanuit de kwekerij plots verhuist naar een standplaats waar hij niet meer beschermt wordt door bomen in zijn directe omgeving. Deze soorten worden het best geplant met een bemantelde stam, waarbij een fijne betakking op de stam zorgt voor schaduw tot de boom een voldoende grote kroon heeft om zijn eigen stam te beschaduwden. Als bomen bemanteld geplant worden, moet er bij de begeleidingssnoei ook een bemantelings-snoei toegepast worden om te vermijden dat er zware snoeiwonden ontstaan wanneer de mantel ineens zou worden weggesnoeid. Zo komt de uiteindelijke stamkwaliteit niet in het gedrang. Een alternatief is om de stam te omwikkelen met jute. Hierbij moet erop gelet worden dat de jute niet gebruikt wordt om grote snoeiwonden of stamfouten te verhullen. Zie *Zonnebrand*.



Er is een duidelijk onderscheid tussen de kroon en de bemanteling van de stam.

F.3.2 Kwaliteit plantgoed

Voor een geslaagde aanplant is een goede kwaliteit van het plantgoed een eerste vereiste: de bomen moeten van de juiste soort of cultivar zijn, ze moeten vrij zijn van ziekten en gebreken en correct opgekweekt en voorbereid zijn op de verplanting. De kwaliteit van het plantgoed valt uiteen in twee delen: de inwendige kwaliteit en de uitwendige kwaliteit.

De inwendige kwaliteit ('echtheid' van soort of cultivar, ent/onderstamcombinatie, conditie, gezondheid, enz.) is soms moeilijk te keuren op het moment van levering. Dit is een garantie die de leverancier moet bieden. De echtheid van het plantgoed kan door de leverancier gegarandeerd worden met een conformiteitsattest zoals bepaald in SB 250. De goedkeuring van het plantgoed gebeurt toch het best 'onder voorbehoud van echtheid'. Tijdens het eerste groeiseizoen kan dan bepaald worden of de soort en cultivar correct zijn.

De uitwendige kwaliteit van bomen is wel grotendeels zichtbaar en meetbaar. Het is vooral deze uitwendige kwaliteit van het plantgoed die gekeurd wordt op het moment van levering. In dit hoofdstuk zijn standaardnormen opgenomen voor spullen en veren en voor laanbomen. Afhankelijk van de plantplaats en het eindbeeld kunnen de kwaliteitseisen afwijken, zeker wat de vormkenmerken betreft (bijvoorbeeld voor leibomen, solitair, enz.). Zo moet een solitair in een park soms geen takvrije stam hebben of kan een meerstammige boom gewenst zijn. Beschrijf het gewenste plantgoed duidelijk in het bestek of de bestelling en zorg er in elk geval voor dat de kwaliteitseisen duidelijk geformuleerd staan in het bestek. Vertrouw daarbij niet te veel op 'geijkte' begrippen (spil, veer, hoogstam, enz.), aangezien daarvoor geen normen bestaan. Momenteel wordt op Europees niveau een aanzet gegeven tot een minimumnormering voor boomkwekerijbegrippen door de European Nurserystock Association.

F.3.2.1 Spillen/veren

- Spillen worden doorgaans met naakte wortel geleverd, tenzij anders aangegeven.
- De wortels zijn minstens 25 cm lang.
- De doorgaande stam is recht van de wortelhals tot de eindknop, zonder knikken of gaffels. De eindknop mag niet beschadigd zijn en de volledige scheut is voldoende afgehard.
- Lichte spullen zijn éénmaal verplant, zwaardere spullen minstens tweemaal.
- Bij veren is de stam vanaf de basis (maximaal 60 cm van de grond) tot aan de top regelmatig bezet met zijtakken, de sterkste onderaan.



Een veer van goede kwaliteit is regelmatig bezet met zijtakken, de sterkste onderaan.

F.3.2.2 Laanbomen

F.3.2.2.1 Stam

- De stam is recht en stevig en heeft een normaal verloop (onderaan dikker dan bovenaan).
- De stam heeft geen beschadigingen, open stamwonden of kneuzingen.
- Snoeiwonden zijn maximaal 2 tot 3 cm. Er mogen geen verse snoeiwonden voorkomen, alle snoeiwonden moeten met callus omgroeid zijn.

Snoeiwonden zijn maximaal 2 tot 3 cm groot en omgroeid met callus.



- De boom heeft niet meer dan één stam en slechts één overjarige topscheut in het verlengde van de stam (voor meerstammige bomen geldt dit uiteraard niet). Er zijn geen dubbele toppen of zuigers aanwezig.

Er is slechts één doorgaande topscheut.



- De topscheut is niet beschadigd en bij voorkeur niet ingesnoeid. Het insnoeien van de topscheut en het opbinden van een zijscheut geeft knikken in de stam. Zeker bij soorten met grote tegenoverstaande knoppen, zoals paardenkastanje of es, leidt dit tot een sterke kromming in de stam.



Door het insnoeien van de top heeft deze boom meerdere knikken in de stam. Een niet-ingesnoeide topscheut heeft de voorkeur.

- De lengte tussen de wortelhals en de helft van de topscheut is ten hoogste 30 keer de stamomtrek (voor snelgroeiende soorten 35 keer). Hoe groter de maat, hoe kleiner de verhouding stamomtrek/lengte. Grote maten mogen dus minder lang zijn ten opzichte van hun stamomvang. Als de bomen langer zijn, vergroot het risico op doorbuigen sterk. De stam is dan niet sterk genoeg om de windbelasting te weerstaan.
- De verhouding takvrije stam: kroon is voor omtrekmaten kleiner dan 20 cm maximaal 1:1 en voor omtrekmaten groter dan 20 cm maximaal 1:2.
- De takvrije stamlengte is minimaal 180 cm (voor de maat 6/8 is 150 cm voldoende, anders is de verhouding tussen takvrije stam en kroon te groot).
- De wortelhals is recht.
- Ter hoogte van de entplaats komen geen noemenswaardige verdikkingen of knikken voor. De ent en de onderstam zijn goed vergroeid.



Plantgoed met een grote knik of verdikking op de entplaats moet afgekeurd worden.

- Bij bomen met een bemantelde stam zijn de bemantelingstwijgen regelmatig over de stam verdeeld. De twijgen zijn niet ouder dan twee jaar en gedrongen van vorm.

F.3.2.2.2 Vertakking

- De doorgaande harttak is recht, vormt een normale verlenging van de stam en is voldoende dicht betakt (het aantal takken is soortafhankelijk). Er mogen geen dikke takken voorkomen. Sommige boomsoorten hebben van nature een grillig takkenpatroon (bv. valse christusdoorn). Bij deze soorten kan licht afgeweken worden van de strenge vereisten voor een rechte harttak.
- De takken in de kroon zitten zo regelmatig mogelijk rond de stam en over de kroon verdeeld.
- In de kroon komen geen dikkere takken boven dunnere voor.

De takken moeten regelmatig rond de stam verdeeld zijn.



Zonder doorgaande topscheut kan moeilijk nog een rechte takvrije stam gevormd worden.



- De takken zijn op gelijk niveau ongeveer even lang en dik. Bij de kleinere maten is de kroon regelmatig verjongd.
- Alle takken zijn voldoende afgehard.
- Er komen geen takken met ingesloten bast voor (plakoksels) of takken waarbij de takkraag de takbasis niet volledig omsluit.
- Ter hoogte van de entplaats komen geen noemenswaardige verdikkingen of knikken voor. De ent en de onder- of tussenstam zijn goed vergroeid.



Ook bij bovenveredelde bomen mag er geen grote verdikking of knik aanwezig zijn ter hoogte van de ent.

F.3.2.2.3 Wortelgestel

- Het wortelgestel is voldoende vertakt, met regelmatig gespreide, doorlopende hoofdwortels. De wortels maken geen knikken of bochten scherper dan 90°. Bomen met een verticaal afgeplat wortelgestel hebben in een te smalle sleuf met dichtgesmeerde wanden gestaan. Daardoor konden de nieuwe wortels zich niet in alle richtingen ontwikkelen. Dit kan na het planten gevolgen hebben voor de verankering van de boom.
- Het wortelgestel is in goede conditie en mag niet uitgedroogd zijn.
- Het wortelgestel bevat geen rondgroeïende wortels of wurgwortels. Dergelijke wortels hebben de neiging om na aanplanting rond te blijven groeien en kunnen op termijn de stambasis afknellen. Vooral containerbomen zijn hiervoor zeer gevoelig.



Vooral containerbomen ontwikkelen vlug draaiwortels.

- Het wortelgestel is vrij van ziekten en aantastingen (in het bijzonder door de wortelknobbelbacterie, *Agrobacterium tumefaciens*).
- Het wortelgestel is vrij van mechanische beschadigingen zoals ingescheurde wortels, afgescheurde hoofdwortels, gebroken wortels of bastbeschadigingen. Er mag geen schade voorkomen door rot, vorst of droogte.
- Het wortelgestel bevat voldoende fijne wortels rond de stamvoet. Daarom moet de boom regelmatig verplant zijn (minimaal elke 3 jaar, voor solitairen volstaat 5 jaar). Meestal wordt een verplantjaar afgetekend door een kortere lengtegroei van de overeenkomstige tak of twijg. Zo kan je nagaan of de boom voldoende verplant is.



Deze paardenkastanje is drie winters geleden voor de laatste keer verplant en heeft in het daaropvolgende groeiseizoen slechts een zeer korte scheut gevormd.

- De afmetingen van het wortelgestel staan in relatie tot de stamomtrek. De onderstaande tabellen geven een idee van de minimumafmetingen van het wortelgestel. Hoe groter het wortelgestel, hoe beter de bomen zullen aanslaan en hoe minder uitval er zal zijn.

F.3.2.2.3.1 Bomen met naakte wortel

Stamomtrek	Minimumlengte van de wortels
≤ 14 cm	Minimaal 25 cm
> 14 cm	Minimaal 2x de ondergrens van de omtrekklass

Tabel 16: Wenselijke minimumafmetingen van het wortelgestel voor bomen met naakte wortel volgens SB250

F.3.2.2.3.2 Kluitbomen

Boommaat	Doorsnede kluit (cm)	Hoogte kluit (cm)
6/8	40	32
8/10	45	34
10/12	50	36
12/14, 14/16	60	40
16/18, 18/20	70	45
20/25	80	50
25/30	100	60

Tabel 17: Wenselijke minimumafmetingen van de kluit bij kluitbomen (naar Roberts et al.)

- De kluit zit vast aan de boom: aarde en wortels vormen één geheel en de kluit is goed doorworteld. Een valse kluit die aangemaakt is na het rooien, voldoet hier niet aan.
- De wortelhals is zichtbaar aan de bovenkant van de kluit. Als dit niet zo is, heb je mogelijk met een valse kluit te maken.
- De grond in de kluit is bij voorkeur van een gelijkaardig type als deze op de voorziene standplaats. Als de boom geplant wordt in een sterk vergraven, gemengde grond (bv. in de stad), dan heeft dit minder belang.
- Kluitlappen zijn bij voorkeur van organisch materiaal (bv. jute). Als er synthetisch weefsel gebruikt is, moet dit verwijderd worden bij aanplanting. Bij draadkluiten moeten de kluitlappen bestaan uit zuivere jute of een ander volledig verteerbaar materiaal. De draadkorf bestaat uit niet verzinkte, niet gegalvaniseerde, gegloeide vlechtdraad.



Deze boom krijgt een kluitverankering en heeft voor de stevigheid een tweede laag kokos kluitlappen gekregen rond de jute kluitlappen.

- De boom is ten laatste 2 jaar voor de levering voor de laatste keer verplant.
- De kluit is onkruidvrij.

F.3.2.2.3.3 Containerbomen

Boommaat	Inhoud container (l)
6/8	10
8/10	15
10/12	25
12/14, 14/16	50
16/18, 18/20	65
20/25	100
25/30	150

Tabel 18: Wenselijke minimuminhoud van de container bij containerbomen (naar Sprong, R en Borst, R.)

- De volledige pot is goed doorworteld. De boom is dus minstens het laatste volledige groeiseizoen in de container opgekweekt, maar maximaal twee groeiseizoenen (anders komen vaak draaiwortels voor).
- De container is vrij van onkruid, mossen en levermossen.
- De kluit in de container mag geen krimpranden vertonen (vrije ruimte tussen de kluit en de container). Als je de boom opheft, moet de container meekomen.

Bij containerbomen mogen er geen krimpranden zijn, dit wijst op uitdroging en bemoeilijkt het aanslaan.



F.3.2.3 Keuren van leveringen

De opdrachtgever is verantwoordelijk voor het opmaken van een duidelijke bestelling of bestek. Daarin moet de gewenste kwaliteit duidelijk omschreven zijn, net als de hoeveelheden, de soort en (cultuur-) variëteit van de bestelde bomen. De basiskwaliteitseisen staan hierboven beschreven, aanvullende of afwijkende eisen, bijvoorbeeld wat betreft de vorm, moeten duidelijk en gedetailleerd omschreven worden. De leverancier wordt geacht het plantgoed te leveren conform de bestelling of het bestek en de overeengekomen leveringsvoorwaarden. De keuring van het geleverde plantmateriaal is in feite de controle van de bestelling. Alleen als duidelijk is omschreven waaruit de bestelling bestaat, kan deze toetsing goed plaatsvinden.

F.3.2.3.1 Verloop van de Keuring

Deze paragraaf is gebaseerd op de voornaamste bepalingen over de keuring van plantgoed uit het Standaardbestek 250 (SB250) en de Wetgeving betreffende Overheidsopdrachten. Deze bepalingen zijn algemeen geldend voor openbare besturen. Als niet gewerkt wordt volgens SB250, kan expliciet vermeld worden dat het SB250 geldt of worden de onderstaande punten het best opgenomen in het bestek. Alleen op die manier worden ze juridisch afdwingbaar.

- De keuring gebeurt bij de levering op de werf of op de plaats van bewaring en/of inkuiling, dus voor het planten. Eventueel kan de koper het plantgoed vooraf selecteren en labelen in de kwekerij of de (groot)handel, maar de definitieve keuring gebeurt altijd in het plantseizoen, bij levering. Ook na goedkeuring van de uitwendige kwaliteit blijft de aannemer (of leverancier) verantwoordelijk voor de inwendige kwaliteit: 'echtheid' (correctheid van soort, cultivar, herkomst, uitgangsmateriaal,...), conditie, hergroei, enz. voor de duur van de waarborgperiode.
- De bomen die niet geleverd worden volgens de in het bestek opgelegde voorwaarden (bv. in een open in plaats van een gesloten wagen), kunnen onmiddellijk afgekeurd worden.
- De keuring van de uitwendige kwaliteit wordt zorgvuldig uitgevoerd en er wordt het best gebruik gemaakt van een gestandaardiseerd keuringsformulier. Voer de keuring volledig uit, ook als de levering reeds bij de start van de keuring afwijkt van de eisen.
- Bij grote partijen plantgoed kan steekproefsgewijs gewerkt worden: er wordt een representatief staal gekeurd (5 tot 20%). Bij kleine partijen of bij problemen, twijfel of onenigheid kunnen alle bomen gekeurd worden.
- Het staat de opdrachtgever vrij een zekere marge (bv. 10%) te hanteren op de verschillende kwaliteitseisen. Naargelang de ernst van de afwijking kan de volledige levering afgekeurd worden of kan overgegaan worden tot een schifting, waarbij enkel de goedgekeurde bomen in ontvangst genomen worden.
- Afgekeurd plantgoed wordt apart ingekuild en mag niet uitgeplant worden, het blijft eigendom van de leverancier. Afgekeurd plantgoed kan gemerkt worden zodat het niet opnieuw aangeboden wordt, maar dit moet gebeuren zonder aan de waarde van de bomen te raken. Afgekeurd plantgoed wordt binnen de 24 u afgevoerd van de plaats van bewaring of inkuiling en wordt vervangen door nieuw plantgoed.
- Alle bomen die ter vervanging van afgekeurd plantgoed dienen, moeten opnieuw gekeurd worden.
- Op het einde van het groeiseizoen (half augustus tot eind september) wordt de echtheid van de bomen gecontroleerd en ook de conditie. Niet-echte, dode en slecht opgekomen bomen moeten elk plantseizoen tijdens de waarborgtermijn vervangen worden door de aannemer. In SB250 is de waarborgtermijn gesteld op 3 jaar. Dit is de periode tussen de voorlopige oplevering en de definitieve oplevering.

criterium	Aantal goed	Aantal fout
Lengtemaat		
Stamomtrek op 1 m		
Takvrije stamlengte		
Verhouding lengte/omtrek (max. 30 x)		
Vertakking		
Doorgaande, rechte stam en harttak		
Conditie en beschadigingen		
Maat wortelgestel/kluitmaat/containermaat		
Wortels en kluit vormen één geheel (voor kluit- en containerbomen)		
Opbouw wortelgestel (richting wortels, voldoende fijne wortels, geen draaiwortels,...)		
Conditie wortelgestel (uitdroging, ...)		
Verteerbare kluitlappen + draadkorf		
Kroon en wortels vrij van ziekten		
...		
Totaal		
Percentage		

Partij goedgekeurd ja / nee

Opmerkingen:

Keuringsformulier IPC (naar Sprong et al.)

F.3.3 Transport en behandeling van plantgoed

Naast de behandeling die de bomen op de kwekerij gekregen hebben (verplanten, begeleidingsnoei, bemesting...), is vooral de behandeling van het plantgoed na het rooien van belang voor een succesvolle aanplanting. Dit slaat dus op de periode dat de wortels (of de wortelkluit) losgemaakt worden uit de bodem, tot het moment dat de boom aangeplant is op zijn definitieve standplaats. Het is op dit moment dat de boom heel kwetsbaar is voor uitdroging en beschadiging. Als de wortels uitdrogen, sterven eerst de haarwortels en vervolgens de grotere wortels af. Dit is vooral van belang voor bomen met naakte wortel, maar ook voor kluit- of containerbomen, hoewel deze minder gevoelig zijn. Bij alle planttypes zijn ook de stam en takken vatbaar voor uitdroging, dus ook deze worden het best beschermd tegen uitdrogende invloeden.

De opslag na het rooien en het transport naar de plantplaats worden meestal door de aannemer of de boomkweker verzorgd. Als koper heb je er dan ook weinig vat op. Door een kwekerijbezoek en door oog te hebben voor enkele aandachtspunten bij de levering kan je wel een zicht krijgen op de courante praktijken bij de boomkweker. Na de levering ben je als koper uiteraard verantwoordelijk voor een goede behandeling van de bomen, tenzij ook de aanplanting door de aannemer gebeurt.

F.3.3.1 Transport

Tijdens het transport van de kwekerij naar de afnemer, maar ook tijdens het transport naar de plantplaats zelf, is het gevaar voor kwaliteitsverlies tweemaal: uitdroging en transportschade. Beide zijn vermijdbaar door doordacht te laden, stapelen, vervoeren en afladen.

Een sterk uitdrogende factor tijdens het transport is wind door het rijden. Zon kan de uitdroging nog versterken. Daarom is transport in open wagens absoluut af te raden, zelfs voor korte afstanden. De planten moeten steeds vervoerd worden onder een dekzeil en bij voorkeur met de wortels extra verpakt in plastic of natte jute. Dit geldt zowel voor bomen met naakte wortel als voor container- of kluitbomen. Net als bij de opslag is het afdekken van de wortels of de wortelkluit vooral bij droogtegevoelige soorten extra belangrijk (soorten met een fijn vertakt of vlezig wortelstelsel uit tabel 15). Weiger altijd planten die aankomen in een open wagen en vermeld dit reeds bij de bestelling. Omdat de temperatuur onder een dekzeil snel kan oplopen bij zonnig weer, worden de planten het best onmiddellijk na aankomst afgeladen en opgeslagen of opgekuild.



Bomen worden altijd vervoerd onder een dekzeil of in een gesloten wagen.

Bij het transport van bomen moet schade aan de stam, takken en wortels én aan die van de andere geladen bomen vermeden worden. Daarom is het geen goed idee om zoveel mogelijk bomen tegelijk te laden. Kleinere maten met naakte wortel kunnen met de hand geladen worden of op paletten of plantenrekken. Bij het stapelen van bomen, zowel in de laadbak als op paletten of plantenrekken, mogen geen takken of wortels afgebroken worden. Bij het stapelen worden de soorten met gemakkelijk brekende takken (valse acacia, valse Christusdoorn, enz.) bovenaan gelegd. Eventueel worden de takken voorzichtig samengebonden om breken tegen te gaan. Worden de bomen vooraf gestapeld op paletten of plantenrekken, dan moet ook het laden hiervan zorgvuldig gebeuren zodat uitstekende takken en wortels niet beschadigd worden.

Kluitbomen worden altijd geladen vóór bomen met naakte wortel. Kluiten worden nooit op naakte wortels of op takken van andere bomen gelegd. Bij het stapelen van kluitbomen moet tussen de kluiten of tussen kluit en stam bescherming aangebracht worden (stro, karton, enz.). Zoniet kan de metaaldraad

die rond de kluit zit een onder- of bovenliggende stam beschadigen. Indien mogelijk kan op de laadbak een gladde en afgeronde draagbeugel bevestigd worden waarop de stammen en takken kunnen rusten. Op deze manier slepen de boomtoppen niet op de weg en worden stammen en takken niet beschadigd door scherpe randen van de laadbak.

Door de bomen op de vrachtwagen te laten rusten op een draagbeugel, vermijd je stambeschadiging.



Kluitbomen, zelfs kleine maten, worden het best nooit met een strop rond de stam opgetild, noch bij het laden, noch bij het planten. Dit kan schade aan de schors of zelfs het cambium tot gevolg hebben. Zeker laat in het plantseizoen, wanneer de fysiologische processen reeds op gang komen, is het cambium zeer gevoelig. Er ontstaan dan zeer gemakkelijk stamwonden doordat de bast loslaat. Kluitbomen worden daarom altijd beter aan de kluit opgetild. Een lus rond de stam mag enkel dienen ter ondersteuning, nooit om het volledige gewicht van de boom en de kluit te dragen. Dit kan door middel van kettingen rond de kluit, een speciale optilhaak of door de kluitbomen op te tillen in rekken. Er mag niet te ruw met de kluit omgegaan worden. Kluiten van een vrachtwagen laten vallen zorgt voor beschadigingen van het wortelgestel.

Met een optilhaak kunnen kleinere maten zonder problemen opgetild worden.





Grote maten kunnen met kettingen rond de kluit opgetild worden. Een lus rond de stam mag enkel dienen ter ondersteuning.

Om het gewicht van de kluit beter te kunnen inschatten worden in tabel 19 een aantal richtwaarden gegeven voor een gemiddelde bodem (dichtheid 1850 kg/m³). De kluitmaten zijn de aanbevolen kluitmaten uit F.3.2.2.3.2 *Kluitbomen*. Een zeer zandige bodem is lichter, terwijl een klei- of leembodem zwaarder is. Hier moet nog het gewicht van de draadkorf, de kluitlappen en de boom zelf bijgeteld worden. Reken op enkele tientallen tot honderden kilo's extra, afhankelijk van de maat.

Boommaat	Doorsnede Kluit (cm)	Hoogte Kluit (cm)	Gewicht Kluit (kg)
6/8	40	32	50
8/10	45	34	70
10/12	50	36	90
12/14, 14/16	60	40	140
16/18, 18/20	70	45	220
20/25	80	50	310
25/30	100	60	580

Tabel 19: Richtwaarden voor het gewicht van de kluit bij een gemiddelde bodemdichtheid van 1850 kg/m³

F.3.3.2 Opslag

De tijd tussen rooien en planten moet zo kort mogelijk gehouden worden om de kans op uitdroging en beschadiging van de boom zo klein mogelijk te maken. Als de opslag op een correcte manier gebeurt, hoeft de kwaliteit van het plantgoed daar niet onder te lijden. Vooral de combinatie van hoge of lage temperaturen met zon of wind zorgt voor een snelle uitdroging van de bomen. Bij mistig en windstil weer is de kans op uitdroging geringer. Bomen worden het best niet in open lucht opgeslagen, zelfs niet onder een dekzeil. De wortels moeten altijd verpakt worden in plastic of in vochtige jute, bij

voorkeur zelfs de hele boom. Dit is vooral van belang bij droogtegevoelige soorten (soorten met een fijn vertakt of vlezig wortelstelsel uit tabel 15). Niet alleen naakte wortels, maar ook kluiten kunnen uitdrogen en worden daarom het best altijd afgedekt.

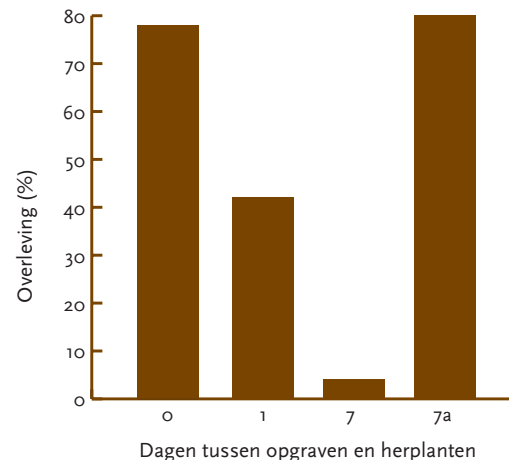


Ook kluiten kunnen uitdrogen en worden het best afgedekt. Dit kan bv. door een mulchlaag.

Als bomen niet binnen het uur kunnen worden geplant, moeten ze worden ingekuuld of in een opslagplaats opgeborgen. Bomen worden het best opgeslagen bij temperaturen tussen 0 en 5°C en worden zelfs in de opslagplaats afgedekt met plastic of vochtige jute. Kluitbomen en containerbomen kunnen rechtop dicht naast elkaar gezet worden, maar moeten ook vochtig gehouden worden. In de opslagplaats moet de luchtvochtigheid continu hoog zijn. Er moet een lichte luchtstroming zijn om schimmelvorming tegen te gaan, maar de opslagplaats moet vrij zijn van wind of sterk uitdrogende luchtstromen. Als het aanplanten nog lange tijd op zich zal laten wachten, bijvoorbeeld als al het plantgoed voor het hele plantseizoen in één keer in het najaar geleverd wordt, dan worden de bomen het best ingekuuld.

Overleving van berkenzaailingen bij verschillende behandeling. (naar Roberts et al.)

- 0 : opgraven en onmiddellijke herplant
- 1 : opgraven en herplant na 1 dag onafgedekt in de opslagplaats
- 7 : opgraven en herplant na 7 dagen onafgedekt in de opslagplaats
- 7a : opgraven en herplant na 7 dagen afgedekt in de opslagplaats



Bij de keuze van verpakkings- en afdekmiddelen zijn er een paar aandachtspunten. Plastic houdt alle water tegen en is dan ook zeer effectief tegen uitdroging, maar kan zorgen voor een ideale omgeving voor de ontwikkeling van schimmels, zeker als de temperatuur niet voldoende laag gehouden wordt. Jute heeft dit probleem minder, maar laat wel verdamping toe en moet dus vochtig gehouden worden. Droge jute is trouwens niet erg efficiënt om uitdroging tegen te gaan. Bij het hergebruik van verpakkingsmiddelen, zowel plastic als jute, moeten deze vrij zijn van schimmels en chemicaliën.

Soms worden de wortels gedipt in een wortelbeschermingsmiddel dat uitdroging moet tegengaan. Dit kan gaan van een waterhoudende gel die water levert aan de wortels tot een eenvoudige kleifilm over de wortels, die enkel het waterverlies beperkt. De effecten van deze middelen zijn omstrede en hun gebruik betekent in geen geval dat verdere bescherming niet meer vereist is.

F.3.3.2.1 Inkuilen

Als bomen niet meteen na levering kunnen geplant worden, worden ze het best zo snel mogelijk ingekuild. Dit is vooral van belang voor bomen met naakte wortel, maar ook kluitbomen worden het best ingekuild. Opslag zoals hierboven beschreven staat is slechts aangeraden voor korte tijd.

Inkuilen gebeurt door de wortels of de wortelkluit te bedekken met grond. Zet bomen nooit in water, zelfs niet tijdelijk. Dit zorgt voor zuurstofgebrek voor de wortels, zodat de boom letterlijk verdrinkt. Bovendien kunnen de mycorrhizavormende schimmels (zie *Mycorrhiza*) afspoelen. Zeker eik, tamme kastanje en beuk verdragen dit absoluut niet. Enkel poten van populier en staken van wilg mogen tijdelijk in water gezet worden. De grond in de kuilhoek is het best los en kruimelig en altijd goed gedraineerd, maar met een voldoende waterleverend vermogen. Er mag nooit water in de sleuven staan. Vaak wordt in de plaats van grond zand gebruikt. Dan moet er goed op gelet worden dat het zand zoutvrij is. Ook beschutting tegen wind en zon is wenselijk, maar luchtcirculatie moet mogelijk blijven om ziektes te voorkomen. De bomen staan bij voorkeur rechtop of licht schuin, eventueel met steun van elkaar of een draagbeugel. Zo wordt ruimte bespaard en verkleint de kans op beschadigingen als bomen weggehaald worden. Sorteert de bomen per soort en ras of cultivar op rijen (bij voorkeur N-Z om een goede bezonning te verkrijgen) en label alle bomen duidelijk. Zorg voor voldoende ruimte tussen de rijen: minstens 1,5 maal de omvang van het wortelgestel. Het inkuilen gebeurt altijd tot de wortelhals net boven het maaiveld uitsteekt. Onderveredelde bomen moeten tot aan de entplaats bedekt worden met grond. Het inkuilen moet met zorg gebeuren: wortels mogen niet gedraaid of omhoog gekruld liggen, de grond wordt goed tussen de wortels geschud en licht aangedrukt, maar niet te sterk verdicht. Om te zorgen dat de bodem vochtig genoeg blijft, kan hij bedekt worden met bladeren of stro. Dit voorkomt ook het bevriezen van de wortels. Tijdens warme of droge periodes moet water gegeven worden.



In de kuilhoek worden de bomen goed gesorteerd en duidelijk gelabeld op rijen geplaatst.

Zorg ervoor dat de kuilhoek na het plantseizoen volledig vrijgemaakt wordt van plantenresten, zodat ziekten en plagen geen kans krijgen om zich te vestigen.

F.3.3.3 Behandeling tijdens het planten

Haal de bomen slechts uit de opslagplaats of uit de kuilhoek als ze onmiddellijk geplant kunnen worden. De standplaatsvoorbereiding is dan bij voorkeur al gebeurd, zodat de boom onmiddellijk de grond in kan. De bomen, zeker die met naakte wortel, moeten afgedekt blijven tot het moment dat ze geplant worden. Houd ook tijdens het transport naar de plantplaats dezelfde hoge standaard aan voor de behandeling van plantgoed, zelfs al is het maar voor een zeer korte afstand. Door het onachtzaam omgaan met bomen net voor het planten kan al het eerdere werk om uitdroging en beschadigingen te voorkomen, in één klap teniet gedaan worden. Als bomen wel opgegraven, maar door onvoorziene omstandigheden niet geplant zijn, moeten ze opnieuw ingekuuld worden.

F.3.4 Standplaatsvoorbereiding

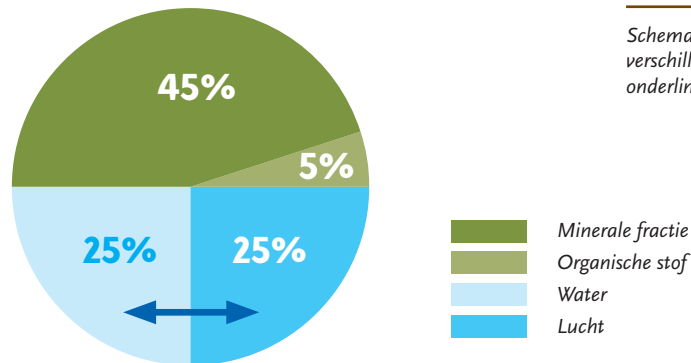
Voor tot planten kan overgegaan worden, moet de toekomstige standplaats, die veel groter is dan de plantput, volledig voorbereid zijn op het ontvangen en laten groeien van de boom die er zal komen. Bij het bepalen van de standplaatsvereisten moet opnieuw uitgegaan worden van het eindbeeld, van de eisen van de volwassen boom die hopelijk ooit op die locatie zal staan. Door van bij de aanplant te zorgen voor een duurzame plantplaats waar het eindbeeld kan bereikt worden, kunnen veel problemen en de hoge kosten om ze op te lossen, vermeden worden. Zeker in verstedelijkt gebied zijn er binnen de wortelzone van bomen vaak conflicten met andere gebruikers van de openbare ruimte. Het kan gaan om verharding, riolering, gebouwen, leidingen, enz. Daarom moet het inrichten van de standplaats gebeuren in overleg met alle betrokken diensten, zodat reeds bij de aanplant duidelijk is wat mogelijk is en wat niet.

F.3.4.1 Kwaliteitsbeoordeling standplaats

Om een boom optimaal te laten groeien, moet zijn standplaats voldoen aan een aantal voorwaarden inzake beschikbaarheid van water, zuurstof en mineralen en moeten de fysieke bodemeigenschappen wortelgroei toelaten. Tijdens zijn hele leven, vanaf de aanplant, moet de standplaats van een boom blijven voldoen aan deze voorwaarden. Heel vaak liggen problemen met de standplaats aan de basis van slechte groei en conditie van bomen. De standplaatsvereisten kunnen sterk verschillen tussen boomsoorten onderling. Jammer genoeg wordt hiermee onvoldoende rekening gehouden bij het planten van bomen.

F.3.4.1.1 Bodemeigenschappen

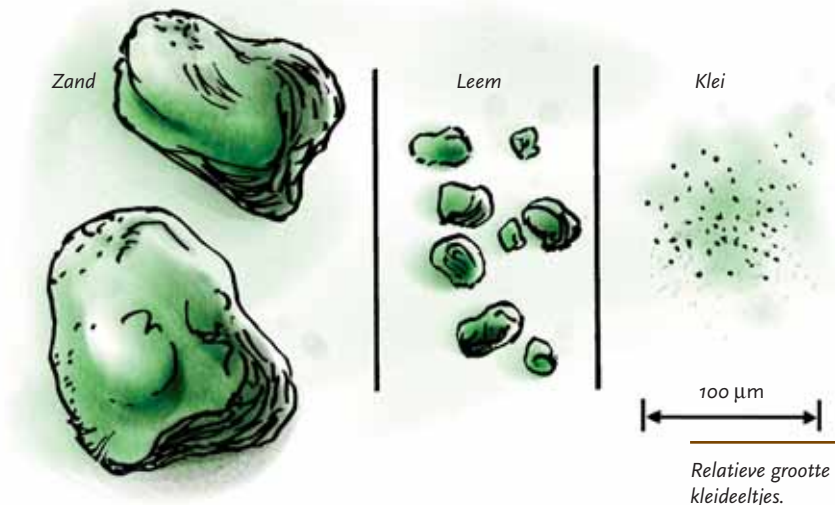
De bodem bestaat grofweg uit vier componenten: de minerale fractie, organisch materiaal, water en lucht. De vaste bestanddelen maken ongeveer 50% uit, de andere helft wordt ingenomen door poriën. Water en lucht in de poriën wisselen elkaar af naargelang het vochtgehalte van de bodem. De minerale bestanddelen zijn ontstaan door vertering van gesteenten, organische stof ontstaat uit dode planten en dieren.



Schematische voorstelling van de verschillende bodemcomponenten en hun onderlinge verdeling.

F.3.4.1.1 Bodemtextuur

De textuur van grond wordt bepaald door de korrelgrootteverdeling van de minerale fractie. Die bestaat uit drie fracties: zand, leem en klei. De grofste fractie (0,2 - 2 mm) bestaat uit zand, de fijnste (<0,002 mm) uit klei en de fractie daartussenin (0,002 - 0,2 mm) bestaat uit leem. Onderstaande figuur geeft een beeld van de relatieve korrelgrootte en de vorm van de verschillende bodemdeeltjes. Zand- en leemdeeltjes zijn eerder rond of kubusvormig, terwijl kleideeltjes afgeplat zijn.



Relatieve grootte van zand-, leem- en kleideeltjes.

Bodems bestaan uit een mengsel van bodemdeeltjes met verschillende korrelgroottes. De verschillende textuurklassen hebben verschillende eigenschappen die ook de boomgroei sterk kunnen beïnvloeden. Vooral het kleigehalte heeft een sterke invloed op de bodemeigenschappen. Kleibodems zijn gewoonlijk compact en samenhangend en vaak slecht gedraineerd en verlucht. Maar doordat ze bestaan uit zeer kleine bodemdeeltjes hebben ze een grote oppervlakte om water en nutriënten te binden. Zandbodems zijn los en weinig samenhangend. Door de vele grote poriën zijn zandbodems goed gedraineerd en verlucht, maar hebben ze een klein wateropslagvermogen. De eigenschappen van een leembodem liggen tussen deze extremen. Bodems die bestaan uit een mengsel van deeltjes met een verschillende grootte zijn vaak het meest geschikt voor bomen. Overgangen in de bodem tussen

lagen met een verschillende textuur (bv. door opgebrachte grond) kunnen een probleem geven met de waterafvoer- of voorziening. Onderstaande tabel geeft een eenvoudige manier weer om de bodemtextuur in het veld na te gaan.

Bepalen van de bodemtextuur in het veld	Kan je een balletje rollen van wat grond?	Kan je het balletje glad polijsten door erop te wrijven?	Kan je een worstje rollen van wat grond?	Kan je het worstje buigen over een vinger zonder het te breken?
zand	nee	nee	nee	nee
zandleem	ja	nee	nee	nee
kleileem	ja	ja	ja	nee
klei	ja	ja	ja	ja

Tabel 20: Het bepalen van de bodemtextuur in het veld

F.3.4.1.2 Bodemstructuur

Water- en luchttransport in de bodem wordt niet alleen bepaald door de textuur van de bodem, maar vooral door de structuur. De bodemstructuur geeft de stapeling van bodemdeeltjes weer en de mate waarin bodemdeeltjes al dan niet in grotere structuurelementen samengeklit zijn. Deze structuurelementen worden gevormd door een combinatie van factoren: elektrische en chemische bindingen, ijzer- en aluminiumhydroxiden, humus en gelatineuze stoffen die geproduceerd worden door plantwortels en bodemorganismen. Het organische stofgehalte speelt een belangrijke rol in de vorming van een stabiele bodemstructuur, ondermeer door de activiteit van allerlei bodemorganismen te bevorderen. Binnen de structuurelementen gelden wel nog steeds de eigenschappen van de afzonderlijke bodemdeeltjes. Vooral grond met een hoog zand- of leemgehalte vormt niet gemakkelijk grotere structuurelementen, waardoor hier vooral de textuur belangrijk is voor de bodemkarakteristieken. Structuurvorming in de bodem is een traag proces, het vernietigen van de bodemstructuur kan daarentegen zeer snel gaan door bodemverdichting, bijvoorbeeld door met zware machines over een natte bodem te rijden.

Een structuurrijke bodem zorgt voor een betere boomgroei.



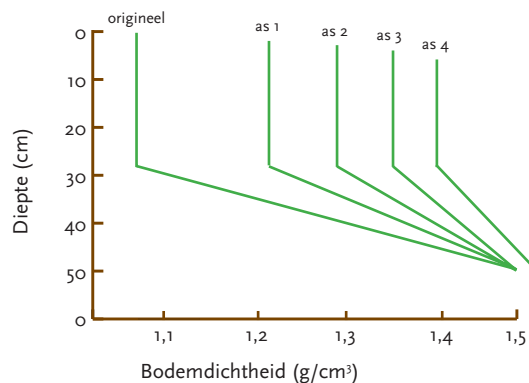
Hoe beter de structuur ontwikkeld is, hoe beter dit is voor boomgroei. De aanwezigheid van voldoende grote en kleine poriën en van stabiele, afgeronde en kruimelige structuurelementen zijn kenmerkend voor een goede structuur. Boomwortels ontwikkelen zich doorgaans in de macroporiën (>0,1 mm),

terwijl de microporiën (<0,1 mm) voor de planten beschikbaar water vasthouden en ruimte bieden aan haarwortels, schimmels en bacteriën, die essentieel zijn voor de nutriëntenopname en de mineralenkringloop. Een intensieve beworteling wijst op een goede structuur, maar omgekeerd verbetert doorworteling ook de bodemstructuur. Boomwortels vergroten door hun diktegroei poriën en laten deze na als ze afsterven. Slijmerige stoffen gevormd door de wortels zorgen er bovendien voor dat de bodemdeeltjes samenklitten. Zo heeft een bosgrond met een hoog organische-stofgehalte en een rijk bodemleven meestal een goede structuur. Bodems in een verstedelijkte omgeving, zelfs in parken en openbaar groen, zijn vaak structuurarm. Ze zijn vaak door de mens verstoord en hebben een laag organische-stofgehalte, onder andere door het verwijderen van strooisel. Veel bodems zijn vergraven, gemengd of uitgespreid, wat meestal structuurvernietigend werkt. Ook regen of beregening op een naakte bodem kan de bodemstructuur oppervlakkig vernietigen en een dichte, slecht doorlaatbare korst vormen.

F.3.4.1.2 Bodemverdichting

F.3.4.1.2.1 Oorzaken

Als een bodem belast wordt, kan verdichting optreden doordat bodemdeeltjes dichter bij elkaar gedruwd worden. Bodemverdichting is zeer slecht voor boomgroei. De bodemlucht wordt verdreven en het poriënvolume daalt. Vooral de macroporiën en de grotere microporiën verminderen, zowel in grootte als in aantal. Daardoor stijgt de bodemdichtheid. Bodemverdichting kan opzettelijk gebeuren omwille van technische redenen, bijvoorbeeld bij funderingen. Maar vaak is de bodemverdichting niet opzettelijk. Een veelvoorkomende oorzaak van onopzettelijke bodemverdichting is de doortocht van voertuigen of zware machines. Maar ook voetgangers zijn een belangrijke oorzaak van oppervlakkige bodemverdichting, zeker bij straatbomen met een beperkte boomspiegel. De grootste bodemverdichting treedt op bij de eerste belasting, dus bijvoorbeeld na een eenmalige doortocht van een voertuig. Dit blijkt duidelijk uit onderstaande figuur. Verder kan opslag van grond of bouwmaterialen op werven bodemverdichting veroorzaken. In wegbermen kunnen trillingen ervoor zorgen dat bodems verdichten zonder rechtstreekse belasting. De kleine bodemdeeltjes worden dan tussen de grotere bodemdeeltjes getrild en de poriën verdwijnen. Een natuurlijke oorzaak van oppervlakkige verdichting is regen of beregening. Die zorgen voor een ondoorlaatbare, dichte korst op het bodemoppervlak.



Bodemverdichting bij de doortocht van een vierassig voertuig met een gemiddelde aslast van 6 ton op een zandige leembodem bij 25% bodemvochtigheid. De grootste bodemverdichting treedt op na de doortocht van de eerste as. (naar Roberts et al.)

Bodems zijn vooral gevoelig voor verdichting bij veldcapaciteit. Dit is de toestand waarbij na verzadiging van de bodem met water al het water dat onder invloed van de zwaartekracht vrij kan draineren, uit de bodem verdwenen is. Rond de bodemdeeltjes is nog een waterfilm aanwezig. De kleine poriën

zijn gevuld met water, de grotere poriën met lucht. De macroporiën worden bij veldcapaciteit gemakkelijk samengedrukt of gevuld met kleinere bodemdeeltjes, terwijl het water in de microporiën voor een zekere plasticiteit zorgt. Belasting van waterverzadigde bodems zorgt ervoor dat de bodemstructuur oppervlakkig vernietigd wordt. De bodem slempt gemakkelijker dicht of vormt een korst na het uitdrogen. Daardoor wordt het oppervlak praktisch ondoorlaatbaar voor water. Droge bodems zijn minder vatbaar voor bodemverdichting. Probeer werken rond bomen dan ook zoveel mogelijk tijdens droge periodes te plannen.

Oppervlakkige verslemping van de bodem.



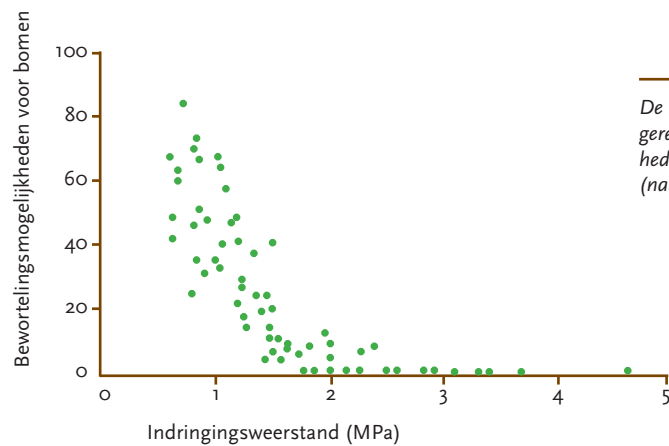
F.3.4.1.2.2 Gevolgen

De verdichting van de bodem heeft een rechtstreekse invloed op de doorwortelbaarheid. Boomwortels hebben een zekere poriëngrootte nodig om zich te kunnen ontwikkelen. Ze kunnen in hun lengterichting namelijk maar een beperkte kracht ontwikkelen om zich tussen de bodemdeeltjes en grotere structurelementen door te wringen. De verminderde wortelconditie in verdichte bodems maakt boomwortels bovendien gevoeliger voor aantastingen. De mate waarin de verschillende boomsoorten gevoelig zijn voor bodemverdichting is onder andere afhankelijk van de gemiddelde diameter van de fijne wortels. Soorten als plataan en linde kunnen relatief goed tegen bodemverdichting, terwijl bv. beuk er zeer slecht tegen kan.

Naast de rechtstreekse invloed op de beworteling, beïnvloeden de veranderingen in poriënverdeling van de bodem ook de water- en luchthuishouding en de nutriëntenstromen. Het gedaalde aandeel macroporiën zorgt voor een verslechtering van de gasuitwisseling in de bodem. De zuurstofvoorziening van de boomwortels kan daardoor in het gedrang komen. Bovendien verminderen infiltratie- en drainagesnelheid. Het water stroomt namelijk veel trager door de overgebleven microporiën dan door de verdwenen macroporiën, het moet een langere weg zoeken. Het resultaat is wateroverlast als het regent en bijgevolg nog meer problemen met de zuurstofvoorziening van de boomwortels. Ook de activiteit van mycorrhiza vermindert sterk op verdichte bodems. De capaciteit van bomen om water en mineralen op te nemen wordt daardoor aangetast.

F.3.4.1.2.3 Meten en kwantificeren

De bodemdichtheid is een maat voor de hoeveelheid grond in een bepaald bodemvolume en wordt uitgedrukt in g/cm^3 . Aangezien alle minerale bestanddelen ongeveer dezelfde dichtheid hebben, is de bodemdichtheid een maat voor de hoeveelheid poriën en dus voor de bodemverdichting. Toch zijn er grote verschillen in doorwortelbaarheid van verschillende bodems van dezelfde dichtheid, afhankelijk van de bodemtextuur en –structuur. Daarom is de indringingsweerstand van de bodem een betere maat voor de mate van bodemverdichting. De indringingsweerstand geeft namelijk veel beter dan de dichtheid een indruk van de bewortelingsmogelijkheden voor bomen. De indringingsweerstand kan gemeten worden met een penetrometer. Deze meet de kracht die nodig is om een metalen staaf in de bodem te duwen. De interpretatie van de indringingsweerstand vraagt enige ervaring, aangezien deze afhankelijk is van het vochtgehalte van de bodem. Om onderling vergelijkbare waarden te verkrijgen, wordt het best gemeten bij veldcapaciteit. Hoe droger de bodem, hoe hoger de gemeten indringingsweerstand.



*De indringingsweerstand is duidelijk gerelateerd aan de bewortelingsmogelijkheden voor bomen.
(naar Roberts et al.)*



De penetrograaf is een penetrometer die de meetresultaten rechtstreeks optekent op een grafiekje.

Bij een indringingsweerstand groter dan 1,5 MPa wordt wortelgroei geremd, vanaf 3 MPa is wortelgroei voor de meeste soorten onmogelijk (ter vergelijking: de indringingsweerstand van verdichte funderingen voor wegen of voetpaden is minimaal 6 MPa). Verwar deze richtwaarden niet met de samendrukbaarheidsmodulus (ook in MPa), die ook een beeld geeft van de verdichting (meetmethode volgens SB250). Deze wordt gemeten met een plaatproef en door deze verschillende meetmethode liggen de gemeten waarden veel hoger. De bovenstaande richtwaarden voor de indringingsweerstand gelden bij veldcapaciteit en voor een homogeen profiel. Voor natuurlijk gevormde bodems met verschillende lagen is de interpretatie van de gegevens moeilijker. Ook de bodemstructuur en de aanwezigheid van holten en scheuren spelen namelijk een belangrijke rol in de doorwortelbaarheid. Aangezien de penetrometer een puntmeting geeft, zijn meerdere metingen op verschillende plaatsen nodig om een beeld te krijgen van de bodemverdichting op een bepaalde locatie.

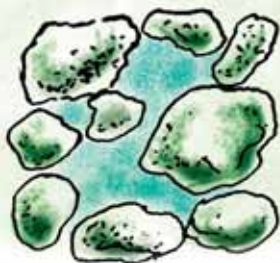
F.3.4.1.3 Water

Water is nodig bij de fotosynthese en bij tal van andere scheikundige processen in de plant. Levende cellen bestaan voor meer dan 80% uit water. Het is ook het oplosmiddel voor mineralen- en suikertransport. Te veel water moet echter vermeden worden. Een verstoorde watervoorziening (zowel te veel als te weinig water) is een van de meest voorkomende standplaatsproblemen van bomen. Vaak zijn problemen met de waterhuishouding gerelateerd aan andere standplaatsproblemen, zoals bodemverdichting of onvoldoende doorwortelbaar bodemvolume.

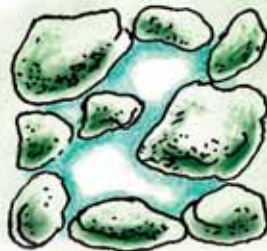
F.3.4.1.3.1 Vochtkenmerken van de bodem

Bomen zijn voor hun watervoorziening aangewezen op de bodem waarin ze groeien. Water en lucht vullen de poriën tussen de bodemdeeltjes, samen is dat ongeveer de helft van het bodemvolume. Het poriënvolume is afhankelijk van de textuur en de structuur van de bodem. Structuurrijke, fijne gronden hebben een groter poriënvolume dan een bodem met een grove textuur. Voor de waterhuishouding is niet zozeer het totale poriënvolume van belang, wel de grootteverdeling van de individuele poriën. Grote poriën zorgen voor een sneller watertransport en een goede verluchting. Kleine poriën houden water vast tegen de zwaartekracht in. Beide zijn nodig voor een goede waterhuishouding.

Als alle poriën gevuld zijn met water is de bodem waterverzadigd. Alle bodemlucht is dan verdrongen door water. Als er geen water meer bijkomt, kan het water vrij draineren onder invloed van de zwaartekracht doorheen de grotere poriën, de niet-capillaire poriën. De toestand van de bodem na deze vrije drainage noemen we de veldcapaciteit. De niet-capillaire poriën zijn dan gevuld met lucht, de bodem is als het ware 'uitgelekt'. Deze toestand komt vaak voor aan het begin van het groeiseizoen. Het water dat dan nog aanwezig is, wordt tegen de zwaartekracht in vast gehouden in kleine poriën, de capillaire poriën, of op het oppervlak van de bodemdeeltjes. Dit is het capillair water. Daarvan is ongeveer de helft beschikbaar voor de plant. Naarmate planten meer water opnemen, wordt het water uit steeds kleinere poriën opgenomen en wordt de waterfilm op de bodemdeeltjes zodanig dun dat de planten op een gegeven moment de zuigkracht waarmee het water in de bodem wordt vastgehouden niet meer kunnen overwinnen. De bodem heeft op dat moment het verwelkingspunt bereikt. Er is dan nog steeds water aanwezig in de bodem, maar het is niet meer beschikbaar voor planten. Het watervolume tussen veldcapaciteit en verwelkingspunt is het beschikbare water voor plantengroei. Ook het water uit de niet-capillaire poriën is in principe beschikbaar voor de boom, voor zover hij dit kan opnemen voor het weg gedraineerd is. Het watergehalte van een bodem bij veldcapaciteit of het verwelkingspunt en de hoeveelheid beschikbaar water zijn karakteristiek voor elke bodem. Vochtgehalten van de bodem geven dus niet echt een beeld van de hoeveelheid water die voor de boomgroei beschikbaar is.



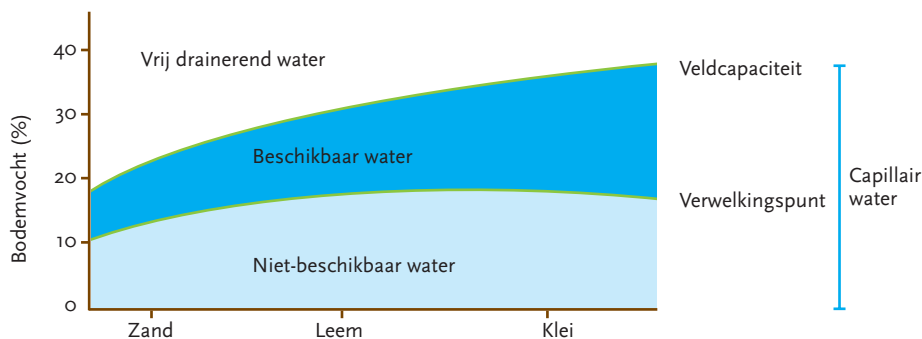
Bij een waterverzadigde bodem zijn alle poriën gevuld met water.



Bij veldcapaciteit is de bodem 'uitgelekt' en zijn enkel de kleine poriën nog gevuld met water.



Bij het verwelkingspunt is er enkel nog een dunne waterfilm aanwezig op de bodemdeeltjes. Het water is niet opneembaar voor planten. (naar Harris)

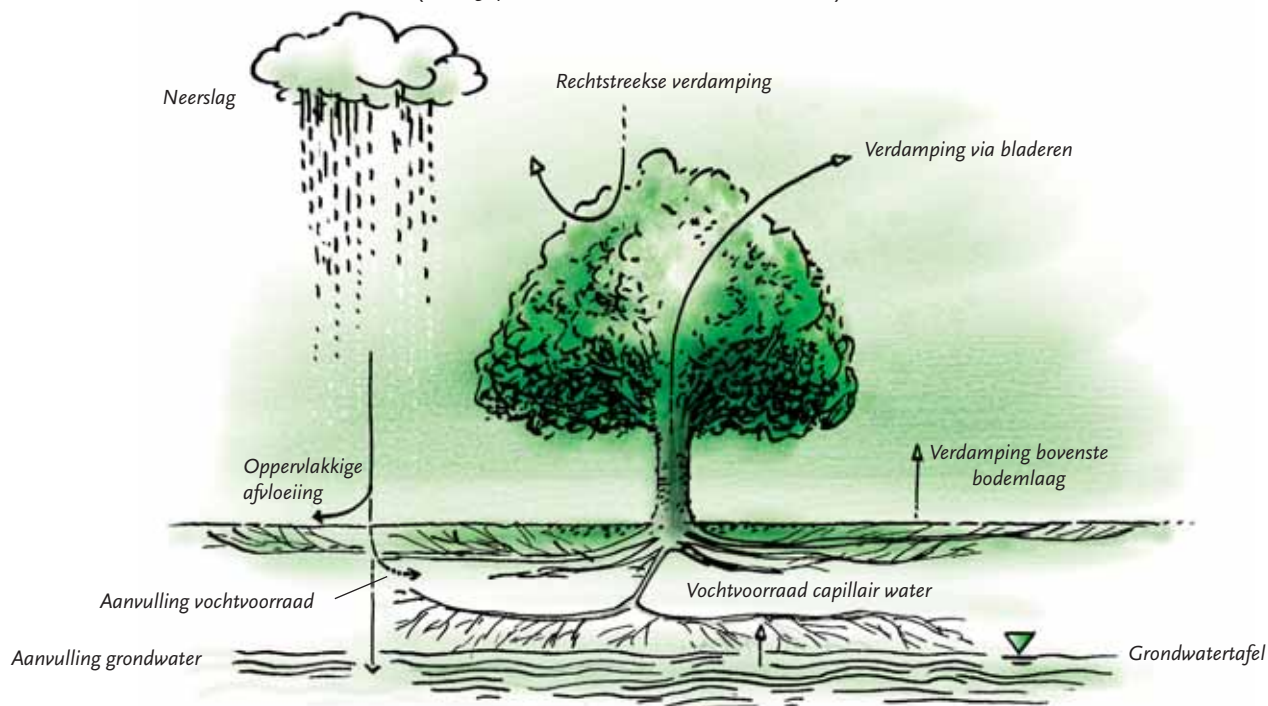


Vochtkenmerken van verschillende bodemtypes. (naar Harris)

F.3.4.1.3.2 Vochtbalans

Los van de vochtkenmerken van de bodem waarin hij groeit, is het voor een boom belangrijk dat de aanvoer van water uit de bodem voldoende is om zijn waterbehoefte volledig te dekken. De watervoorziening is optimaal voor een boom als hij onbeperkt water kan verdampen. Is dat niet zo, dan moet de boom zijn verdamping en dus ook zijn groeisnelheid vertragen. Hoeveel water een boom nodig heeft, is niet eenvoudig vast te leggen. De enige manier om te bepalen of een boom voldoende water ter beschikking heeft, is door een vochtbalans op te stellen, waarin alle inkomende en uitgaande waterstromen van de standplaats en de boom weergegeven en gekwantificeerd worden. Bij benadering verdampt een volwassen boom per jaar 400 tot 800 l water per m² kroonprojectie, afhankelijk van de standplaats en de boomsoort. Bomen die op een grondwaterprofiel (zie F. 3.4.1.6 *Doorwortelbaar wortelvolumen*) groeien zullen in principe onbeperkt kunnen verdampen. Het water dat zij aan de bodem onttrekken, wordt namelijk onmiddellijk aangevuld vanuit het grondwater. Waar dit niet het geval is, bijvoorbeeld bij een hangwaterprofiel of een contactprofiel (zie F. 3.4.1.6 *Doorwortelbaar bodemvolumen*), zal de boom een beroep moeten doen op de watervoorraad die aanwezig is in de bodem. De neerslag tijdens het groeiseizoen is in de meeste gevallen namelijk niet voldoende om te voorzien in

de waterbehoefte van de boom. In dit geval moet de som van de neerslaghoeveelheid en de beschikbare watervoorraad in de bodem minstens even groot zijn als de reële verdamping van de boom. De relatie tussen de vraag en het aanbod van water wordt besproken in de berekening van het vereiste doorwortelbaar volume (zie F.3.4.1.6 Doorwortelbaar Bodemvolume).



De vochtbalans brengt alle in- en uitgaande waterstromen in beeld. (naar Atsma, J. en in 't Velt, Y.)

F.3.4.1.3.3 Watertransport door de bodem

Water verplaatst zich door de bodem op drie manieren.

- Als de bodem vochtiger is dan de veldcapaciteit stroomt het water onder invloed van de zwaartekracht gewoon naar beneden door de niet-capillaire poriën.
- Eenmaal droger dan de veldcapaciteit verplaatst het bodemwater zich capillair van zones met een hoger watergehalte naar zones met een lager watergehalte doorheen de kleine, capillaire poriën. Capillaire verplaatsing van water kan in alle richtingen gebeuren, maar gaat traag en is beperkt in afstand.
- Als het verwelkingspunt benaderd wordt, verplaatst water zich alleen nog in de vorm van waterdamp. Dit proces gaat zeer traag en het is weinig waarschijnlijk dat een boom zichzelf enkel door watervoorziening via waterdamp in leven kan houden.

Waterbewegingen in de bodem worden gehinderd door bodemverdichting, maar ook door opeenvolgende lagen met een verschillende textuur. Vooral een fijne laag bovenop een laag met een grovere textuur kan voor problemen zorgen. De drainage van de fijne laag naar de grovere laag zal pas gebeuren als de bovenste, fijne laag volledig waterverzadigd is. Dit kan voor een 'valse' grondwatertafel zorgen bovenop de grove laag, wat tot bewortelingsproblemen leidt in de waterverzadigde zone. Let dus op met het aanvoeren van grond met een andere textuur.

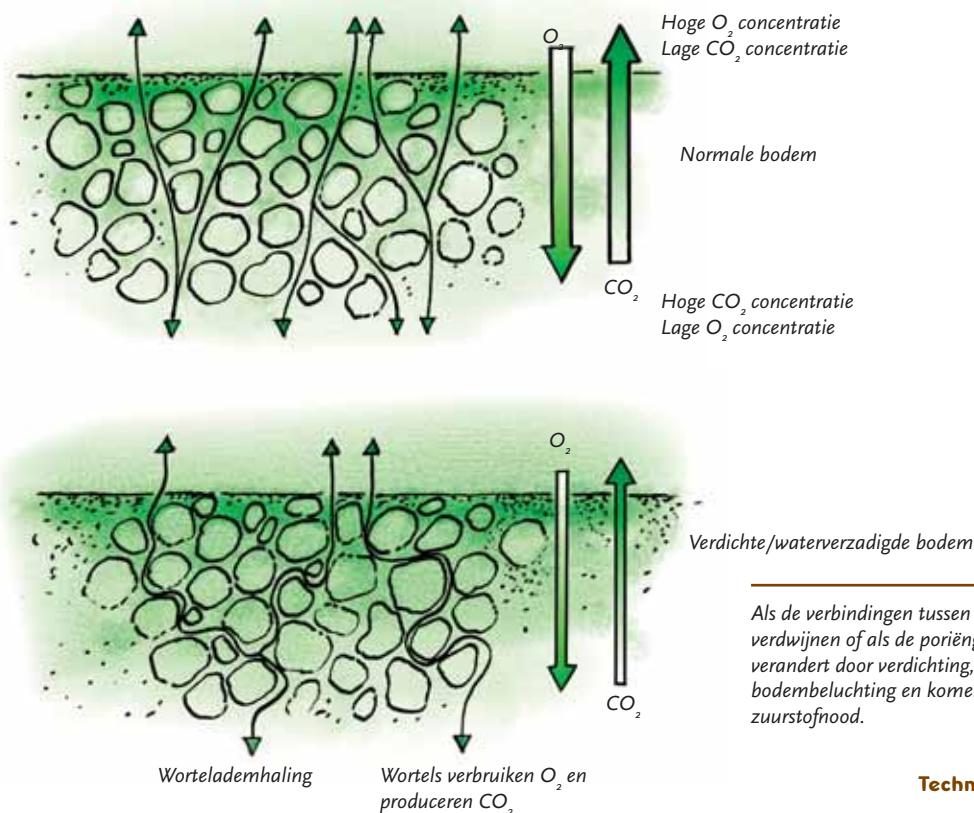
Als er problemen zijn met de waterhuishouding, zowel bij een tekort als bij een overmaat aan water, is dit in veel gevallen te wijten aan een onzorgvuldige standplaatsvoorbereiding. Ondoorlatende lagen zijn onopgemerkt gebleven, het beschikbare bodemvolume is te klein voor de boom of de grondwater-tafel staat permanent te hoog om boomgroei toe te laten.

F.3.4.1.4 Bodemlucht

Een gezond wortelstelsel heeft zuurstof (O_2) nodig voor de verbranding van suikers die gevormd worden door de bladeren tijdens de fotosynthese (zie 1.2.2 *Fysiologie*). De energie die daarbij vrijkomt, is noodzakelijk voor wortelgroei en voor essentiële functies zoals de opname van mineralen en voor allerlei celprocessen. Koolstofdioxide (CO_2) is een bijproduct van de verbranding. De conditie van de wortels is dus rechtstreeks afhankelijk van de hoeveelheid lucht in de bodem, zijn kwaliteit (vooral het O_2 -gehalte) en de transportmogelijkheden door de bodem om zuurstof aan te voeren en koolstofdioxide af te voeren.

F.3.4.1.4.1 Gastransport

Gastransport in de bodem gebeurt door diffusie door een netwerk van poriën die onderling met elkaar verbonden zijn. Het gastransport gebeurt van zones met een hoge concentratie naar zones met een lage concentratie. Het concentratieverschil is de drijvende kracht achter het gastransport door de bodem. Elke verandering in de grootteverdeling van de poriën of de continuïteit van de verbindingen ertussen heeft een rechtstreeks effect op het gastransport. Als de verbindingen tussen poriën verdwijnen, bv. door bodemverdichting of waterverzadiging, moet de bodemlucht langere en meer kronkelige wegen zoeken om zich door de bodem te verplaatsen. De bodembeluchting wordt slechter. De wortelgroei neemt af en ook de mycorrhizavormende schimmels lijden erg onder het zuurstoftekort. Als het zuurstoftekort aanhoudt en wortels afsterven, verzwakt de boom zodanig dat hij een makkelijke prooi wordt voor secundaire belagers zoals honingzwam, of zelfs kan verwelken.



F.3.4.1.4.2 Oorzaken van een verminderde bodembeluchting

De hoofdoorzaken voor een verminderde bodemverluchting zijn bodemverdichting en waterverzdiging. Bodemverdichting vernietigt de bodemstructuur en vermindert het aandeel macroporiën (>0,1mm). Het gastransport moet dan gebeuren door kleinere poriën die bovendien minder met elkaar verbonden zijn. Het resultaat is een lager O₂-gehalte en een hoger CO₂-gehalte in de bodemlucht. Wortels en bodemorganismen verbruiken namelijk het aanwezige O₂ voor hun ademhaling en zorgen zo voor een aanrijking met CO₂. Ook vers organisch materiaal in de plantput of omgewoelde organische grond kunnen een tijdelijk zuurstoftekort doen ontstaan door de omzetting en afbraak van het organische materiaal door bodemorganismen. Na enkele jaren, als het organische materiaal verteerd is, vermindert de zuurstofvraag door de bodemorganismen sterk. Hoge watergehaltes in de bodem verminderen de beluchting van de bodem doordat water de luchtdoorgang in de poriën blokkeert. Als organisch materiaal onder water komt te liggen, kan bovendien methaangas ontstaan. Ook aardgaslekken zorgen voor methaangas in de bodem. Dit verdrijft niet alleen de bodemlucht, maar wordt eveneens afgebroken door bodemorganismen. Daarbij worden grote hoeveelheden zuurstof verbruikt. Ook het ophogen van grond en het verzegelen van de bodem door verharding zorgen voor een verslechtering van de bodembeluchting. Het gebruik van poreuze materialen of kleine elementen met veel voegen komt het gastransport door de verharding ten goede. Als vuistregel kunnen we stellen dat het gastransport door verharding waarschijnlijk voldoende is als de infiltratiesnelheid van water door de verharding voldoende is.

F.3.4.1.4.3 O₂-gehalte en CO₂-gehalte

In onverstoorde en onverdichte bodems daalt het O₂-gehalte van de bodemlucht, zelfs 1 m onder het maaiveld, zelden onder 18%. Het CO₂-gehalte is er nooit groter dan 2%. Door de wortelademhaling in de bodem is het O₂-gehalte er altijd lager en het CO₂-gehalte hoger dan in de atmosfeer. Ter vergelijking: in de atmosfeer zijn deze concentraties respectievelijk 21% en 0,03%. Onder verharding kan door een gebrekkig gastransport het O₂-gehalte dalen tot 4% en het CO₂-gehalte stijgen tot meer dan 15%. Niet alleen kan het O₂-gehalte de wortelgroei afremmen, ook een overmaat aan CO₂ kan problemen geven. In de praktijk blijkt dat het zuurstoftekort al problematisch wordt lang voordat het CO₂-gehalte bedreigend wordt (een CO₂-gehalte hoger dan 6% kan problemen met de wortelontwikkeling geven). Vanaf welke O₂-concentratie wortelgroei belemmerd wordt, is moeilijk te bepalen. De zuurstofvraag van boomwortels en bodemorganismen schommelt namelijk sterk. Lagere temperaturen zorgen voor een hogere tolerantie voor zuurstoftekort. In de winter is de zuurstofvraag dus veel kleiner dan in het groeiseizoen. Bovendien is de ene boomsoort veel toleranter voor lage zuurstofconcentraties dan andere. Zo zijn loofbomen meestal toleranter voor zuurstoftekort dan coniferen. Soorten zoals wilg, populier en els zijn bijvoorbeeld zeer tolerant voor zuurstoftekort, zeker in de winter. Dan kunnen ze weken of zelfs maanden een zuurstofloze situatie overleven, bijvoorbeeld bij overstromingen. Andere soorten zoals esdoorn of beuk, zijn dan weer heel gevoelig voor zuurstoftekort. Globaal gezien vermindert wortelgroei vanaf zuurstofconcentraties onder 10%, terwijl wortelgroei stilvalt bij zuurstofconcentraties lager dan 3%. Als de wortelgroei vertraagt of stopt door zuurstoftekort, is er een verminderde water- en mineralenopname. Daardoor wordt ook de fotosynthese gereduceerd en gaat de boom verwelken. De symptomen zijn dus dezelfde als bij watertekort.

Het zuurstofgehalte van de bodem kan bepaald worden met een zuurstofmeter. Het zuurstofgehalte in de bodem is onderhevig aan schommelingen in het groeiseizoen. Daarom wordt het best een serie van metingen op verschillende tijdstippen uitgevoerd.

F.3.4.1.5 Mineralenvoorziening

F.3.4.1.5.1 Bodemvruchtbaarheid

De bodem bestaat voor ruim de helft uit vaste bestanddelen, hoofdzakelijk minerale fractie en enkele procenten organische stof. Zij zijn de voornaamste leveranciers van 13 van de 16 bekende essentiële elementen voor plantengroei, de minerale elementen (zie tabel 21). De resterende 3 (koolstof, zuurstof en waterstof) worden opgenomen uit de lucht en het water. Zij maken het grootste deel uit van de droge stof van een boom. De minerale elementen worden ingedeeld in macro- en micro-elementen, naar de hoeveelheid die een boom nodig heeft voor een gezonde groei. Een boom heeft beduidend meer macro- dan micro-elementen nodig, maar toch zijn ze allen even essentieel voor de boom.

Macro-elementen	Micro-elementen
Stikstof (N)	Ijzer (Fe)
Kalium (K)	Mangaan (Mn)
Calcium (Ca)	Boor (B)
Magnesium (Mg)	Zink (Zn)
Fosfor (P)	Koper (Cu)
Zwavel (S)	Molybdeen (Mo)
	Chloor (Cl)

Tabel 21: De 13 essentiële minerale elementen voor plantengroei, opgedeeld in macro- en micro-elementen. (naar Harris, R.)

De minerale elementen vervullen vele functies in de plant: ze maken deel uit van de plantenweefsels, dienen als katalysator bij scheikundige processen, regelen osmotische processen of de membraan-doorlatendheid. Ze kunnen op verschillende manieren in de bodem voorkomen: opgelost in het bodemwater, neergeslagen als kristallen of als mineraal gesteente (mica of veldspaat), als deel van de organische stof of als uitwisselbare ionen opgeslagen of geadsorbeerd op het oppervlak van klei en organische stof. De meeste nutriënten worden selectief opgenomen door de plant, meestal opgelost in het bodemwater. Toch is het vooral de capaciteit van een bodem om nutriënten te adsorberen op klei en organische stof die de bodemvruchtbaarheid en –productiviteit bepaalt. Hoe fijner de textuur van een bodem, hoe meer ‘inwendige oppervlakte’ aanwezig is om nutriënten te binden, meestal in de vorm van positieve ionen (kationen, bv. kalium: K^+). Een klei- of leembodem is dus veel vruchtbaarder dan een zandbodem. De geadsorbeerde kationen worden uitgewisseld met kationen uit de bodemoplossing, waardoor ze opneembaar worden voor de plant. In de bodemvloeistof komen ook negatieve ionen (anionen) voor. De voornaamste zijn nitraat (NO_3^- , bevat stikstof), sulfaat (SO_4^{2-} , bevat zwavel) en fosfaat (PO_4^{3-} , bevat fosfor). Nitraat is zo goed als volledig oplosbaar, fosfaten komen meestal neergeslagen voor, terwijl sulfaten zich qua oplosbaarheid tussen die twee extremen bevinden.

F.3.4.1.5.2 Gebrek of overmaat?

Bij gebrek of overmaat aan een specifiek mineraal element kan de boom reageren door afwijkingen in bladvorm of bladkleur, een vertraagde groei, een verminderde conditie of zelfs verwelking. Het is zeer moeilijk om op basis van de symptomen het element waaraan een tekort of overmaat is, te identificeren, aangezien meestal ook andere factoren zoals bodemverdichting of problemen met de water- of luchthuishouding in het spel zijn. De basis voor een goede mineralenhuishouding is een voldoende groot doorwortelbaar volume van een goede kwaliteit. In de meeste situaties groeien bomen in evenwicht met hun omgeving, ongeacht eventuele gebreken. Het enige symptoom is een vertraagde groei. Op de meeste plaatsen is er geen gebrek aan stikstof of fosfaat, het zijn eerder tekorten aan andere elementen die voor problemen zorgen. Overmaat van een bepaald element kan giftig zijn voor de

boom of kan een gebrek aan een ander element veroorzaken. Als er een vermoeden bestaat van een gebrek of overmaat aan een specifiek mineraal element, is de enige uitweg een chemische bodemanalyse. Hierbij moet opgemerkt worden dat de analyse van bodemstalen voor bomen sterk afwijkt van die voor landbouwkundige gewassen. Bij bomen is namelijk ook de mineralenvoorziening op lange termijn van belang.

Ijzergebrek geeft een vergeling van het blad, enkel de nerven blijven groen. (Foto Joseph O'Brien, USDA Forest Service, Bugwood.org)

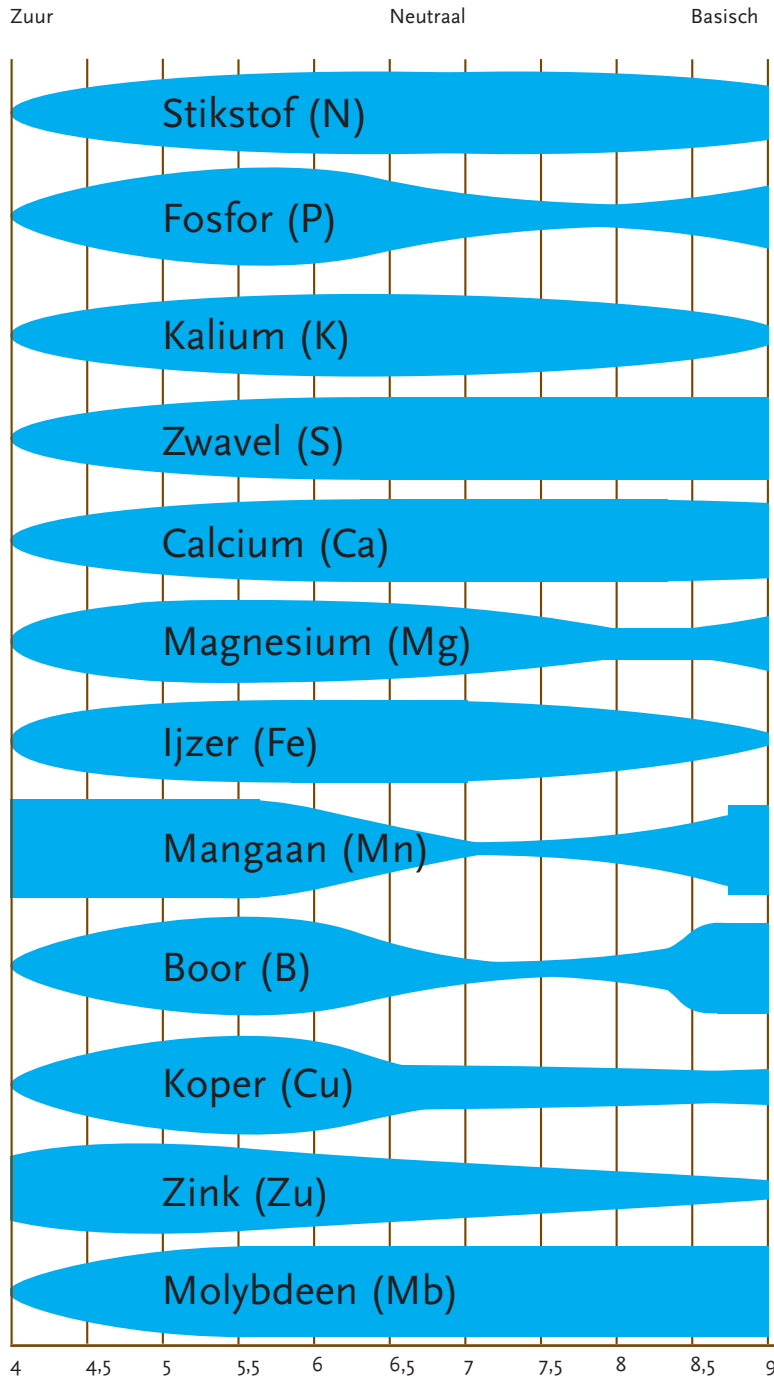


F.3.4.1.5.3 pH

De pH van een bodem geeft de zuurgraad weer. De pH beïnvloedt boomgroei hoofdzakelijk door zijn effect op de oplosbaarheid van ionen en dus de beschikbaarheid van minerale voedingsstoffen. Ook de activiteit van micro-organismen wordt beïnvloed door de pH. De pH van een bodem kan variëren van 2 (zuur) tot 9,5 (basisch). Een neutrale pH heeft als waarde 7. Feitelijk wordt de pH van het bodemvocht gemeten. Dit geeft een beeld van de totale zure werking van de bodem, aangezien de pH-verschillen die op korte afstand in de bodem optreden, onmogelijk meetbaar zijn. De courant gebruikte pH-waarden voor bodems worden in het labo gemeten na een extractie met kaliumchloride (de zogenaamde pH-KCl). Pas dus op met pH-metingen op een grondstaal dat enkel gemengd is met water. De pH-waarde zal dan 0,8 tot 1 eenheid hoger liggen.

Grofweg kunnen we stellen dat pH waarden lager dan 3,5 à 4 te laag zijn voor boomgroei. Ook een pH boven 6,5 kan voor problemen zorgen. De meeste boomsoorten kunnen wel een zeker pH-traject aan, de ene al wat breder dan de andere (zie *F.3.1.3.5 Zuurgraad-pH*).

Bij veranderende pH-waarden verandert het mineralenaanbod voor de boom: mineralen worden oplosbaar en spoelen uit of worden net gefixeerd. Lage pH-waarden hebben verschillende effecten: een overmaat aan aluminium en mangaan, fosforgebrek, afname van de activiteit van micro-organismen, mogelijk stikstofgebrek door een afnemende nitrificatie, calciumgebrek voor de wortels, enz. Te hoge pH-waarden veroorzaken dan weer ijzer-, mangaan-, borium-, zink- en kopergebrek en eventueel een verminderde beschikbaarheid van fosfor en kalium. Ook de microbiële activiteit vermindert (ondermeer de mycorrhizavorming). Een lage pH kan ook wortelgroei rechtstreeks beperken, maar dit is eerder zeldzaam.



Beschikbaarheid van mineralen is afhankelijk van de pH.

Het aanpassen van de pH bij aanplanting is in beperkte mate mogelijk. Een te lage pH kan eventueel wat gecorrigeerd worden door bekalking. In de stedelijke omgeving is de pH in veel gevallen echter veel te hoog, door de aanwezigheid van kalk in veel bouwmaterialen of het rijkelijk gebruiken van kalk en cement om taluds te stabiliseren. Ook het gebruik van kalkhoudende verharding als dolomiet kan een pH-stijging veroorzaken. Waar de pH te hoog is, kan die verlaagd worden door het inbrengen van turf of zuurwerkende meststoffen. In plaats van de zuurgraad van de bodem kunstmatig te beïnvloeden, wordt beter de soortkeuze aangepast aan de standplaatsomstandigheden.

F.3.4.1.6 Doorwortelbaar bodemvolume

Op veel plaatsen beperkt het beschikbare doorwortelbare bodemvolume na verloop van tijd de boomgroei. Meestal komt daardoor de watervoorziening van de boom in het gedrang, maar er kunnen ook problemen optreden met de stabiliteit van de boom of de mineralenvoorziening, vooral door een gebrek aan stikstof. Al bij de aanplanting van een boom moet een voldoende groot bodemvolume voorzien worden waarin hij zich kan verankeren en voldoende water en mineralen opnemen.

Voor de berekening van het doorwortelbaar volume wordt meestal uitgegaan van de vochtvoorziening als beperkende factor. Er wordt verondersteld dat als het bodemvolume voldoende groot is voor een goede vochtvoorziening, ook de hoeveelheid mineralen en de ruimte voor verankering zullen volstaan. Zeker voor bomen in een verstedelijkte omgeving is de vochtvoorziening de limiterende factor. Als de vochtvoorziening niet de limiterende factor is, dan is een vergelijkbare berekening mogelijk gebaseerd op andere bodemeisen zoals de mineralenvoorziening. Om op basis van het vocht aanbod het vereiste bodemvolume te berekenen, zijn verschillende benaderingswijzen mogelijk. Ook verschillen in bodemtype en klimaat leiden tot grote verschillen tussen de berekende bodemvolumes, die gaan van 3 tot 200 m³ voor een volwassen boom. In dit vademecum hebben we ervoor gekozen de berekeningswijze zo eenvoudig mogelijk te houden. Voor gedetailleerde berekeningswijzen of speciale situaties wordt verwezen naar het Stadsbomenvademecum deel 2 of andere gespecialiseerde literatuur.

We gaan uit van twee mogelijke situaties:

- **Grondwaterprofiel:** de grondwatertafel is bereikbaar en beschikbaar voor de boom gedurende het groeiseizoen (gemiddelde laagste grondwaterstand op max. 30 cm onder de wortelzone, maximaal tussen 1 en 1,3 m onder het maaiveld). Bij een grondwaterprofiel wordt verondersteld dat het water dat de boom onttrekt aan de bodem continu wordt aangevuld door capillaire opstijging vanuit het grondwater. De grootte van de capillaire opstijging is afhankelijk van de grondsoort. Ze is het grootst bij zandleem en het kleinst bij zand en zware klei.

Bij een grondwatertafel die meer dan 1,3 m onder het maaiveld ligt, kan de boom enkele verticaal groeiende wortels naar beneden sturen als 'waterhalers'. In dit geval bevindt de boom zich in een tussenliggende situatie tussen een grondwater- en een hangwaterprofiel, het zogenaamde contactprofiel. Hij kan in dit geval slechts gedeeltelijk rekenen op het grondwater om te voldoen aan zijn vochtbehoefte. Een boom kan ook in deze situatie verkeren als de grondwatertafel in de loop van het groeiseizoen te ver wegzakt om nog een bijdrage aan de watervoorziening te leveren.

- **Hangwaterprofiel:** de grondwatertafel levert geen enkele bijdrage in de vochtvoorziening, dus de boom is aangewezen op de aanwezige watervoorraad in de bodem en het infiltrerende neerslagwater. Het vereiste bodemvolume voor een boom op een hangwaterprofiel zal veel groter zijn dan voor een boom op een grondwaterprofiel. Een hangwaterprofiel komt bij veel bomen in een verstedelijkte omgeving voor.

Rekenvoorbeeld waterbehoefte – doorwortelbaar bodemvolume

Alle rekenwaarden zijn standaardwaarden, die slechts indicatief zijn. Voor exacte berekeningen wordt beter uitgegaan van metingen op de plantplaats zelf.

• De **kroonprojectie** is de schaduw die een boom zou werpen als de zon er loodrecht boven staat. Ze kan benaderd worden door $[3,14 \times \text{straal} \times \text{straal}]$ en wordt dan theoretisch als een schijf gezien. Bij piramidale of schermvormige bomen mag in berekeningen met de kroonprojectie ook een factor (H/D) in rekening gebracht worden, waarbij H staat voor de hoogte van de kroon en D voor de kroondiameter. De formule wordt dan: $[3,14 \times \text{straal} \times \text{straal} \times \text{hoogte} / \text{diameter}]$. Voor een zuilvormige boom is $(H/D) > 1$, voor schermvormige bomen is $(H/D) < 1$.

• De **vochtbehoefte** van een volwassen boom per groeiseizoen bedraagt tussen 400 en 800 liter water per m^2 kroonprojectie, afhankelijk van de standplaats. Voor bomen in een verstedelijkte omgeving ligt de vochtbehoefte meestal hoger door de extreme omstandigheden waaraan zij bloot staan (meer wind door een tunneleffect tussen gebouwen; hogere temperaturen door asfalt, beton enz.; lagere luchtvochtigheid...).

400 l/m^2 : voor bomen centraal in bomengroepen, parkhout, beschutte situaties, enz.

600 l/m^2 : voor laanbomen, bomenrijen, enz.

800 l/m^2 : voor solitaire bomen

• Voor België bedraagt de gemiddelde **neerslaghoeveelheid** 780 mm. Bomen kunnen slechts de neerslag tijdens het groeiseizoen (mei-oktober) rechtstreeks benutten, voor België is dit gemiddeld iets meer dan 400 mm of l/m^2 (bron: KMI). De hoeveelheid neerslag die effectief infiltreert, kan verschillen van de neerslaghoeveelheid, aangezien vaak verharding is aangebracht binnen de infiltratiezone of de bodem er verdicht is. Het percentage van de neerslag die effectief infiltreert, is afhankelijk van het type verharding en het aandeel voegen. Dus ook de voegbreedte, de mate van vervuiling van de voeg, onkruidgroei in de voeg, enz. spelen een rol. Tabel 22 geeft richtwaarden voor de **infiltratiepercentages** van de neerslag bij verschillende verhardingstypes.

Richtwaarden voor de infiltratiepercentages

Asfalt	0
Sterk verdichte bodem	15-20
Tegels (60x60x7)	35-65
Tegels (30x30x5)	60-80
Klinkers (20x10x10)	90-95
Kiezel	100
Onverdichte bodem	100

Tabel 22: Richtwaarden voor de infiltratiepercentages (%)
(naar Roberts et al.; Atsma, J en in 't Velt, Y)

- Tabel 23 geeft het **vochtleverend vermogen** van de verschillende bodemtypes (l/m^2). Dit is de vochtvoorraad in de bodem die opgebouwd wordt tijdens het winterseizoen en tijdens het groeiseizoen ter beschikking staat van de boom.

Vochtleverend vermogen van de verschillende bodemtypes	
Straatzand	70
Zandige bodem	100
Zware klei	110
Lemig zand	150
Lichte klei	160
Sterk lemig/kleiig zand	250
Leem	260
Zandleem	270
Veen/strooisellaag	330

Tabel 23: Gemiddeld vochtleverend vermogen per bodemtype (in l/m^2)

Deze waarden hebben betrekking op grond zonder organische stof (buiten voor veen). Voor elk procent organische stof in de bodem mogen ze verhoogd worden met $10 l/m^3$.

- De doorwortelbare diepte wordt bij een grondwaterprofiel bepaald door de diepte van de grondwatertafel. Wortels groeien normaal niet dieper dan 10 tot 30 cm boven de gemiddelde laagste grondwaterstand. Voor berekeningen van het benodigde doorwortelbaar bodemvolume bij een hangwaterprofiel wordt een maximale diepte van 1 tot 1,2 m gehanteerd. Het onderliggende bodemvolume wordt door zuurstofgebrek slechts weinig doorworteld en levert daardoor slechts een zeer kleine bijdrage aan de vochtvoorziening van de boom (zie ook F1 Basis boomvormologie en -fysiologie).

Berekening van het vereiste bodemvolume

• Grondwaterprofiel

Aangezien bij een grondwaterprofiel de wortels kunnen groeien tot net boven de grondwatertafel, zal hier niet de waterbehoefte de beperkende factor zijn, maar wel de mineralenbehoefte. Op een grondsoort met een gemiddeld mineralengehalte (lichte klei- of zandgrond met 5% organische stof) is gebleken dat $0,75 m^3$ doorwortelbaar bodemvolume per m^2 kroonprojectie voldoende is voor een goede dekking van de mineralenbehoefte van een boom. Op rijkere gronden met meer organische stof kan $0,5 m^3 /m^2$ volstaan, op armere gronden zal eerder $1 m^3 /m^2$ nodig zijn.

Een solitaire boom met een kroondiameter van 15 m geeft volgend rekenvoorbeeld:

$$\text{Kroonprojectie} = 3,14 \times (7,5 \text{ m})^2 = \text{ca. } 175 \text{ m}^2$$

$$\text{Vochtbehoefte} = 800 \text{ l/m}^2 \text{ kroonprojectie} \times 175 \text{ m}^2 = 140000 \text{ l}$$

$$\text{Vereist doorwortelbaar volume} = 0,75 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ kroonprojectie} \times 175 \text{ m}^2 = \text{ca. } 130 \text{ m}^3$$

$$\text{Grootte van de standplaats (doorwortelbare diepte 1 m)} = \sqrt{(130 \text{ m}^3 / 1 \text{ m})} = \text{ca. } 11,5 \text{ m} \times 11,5 \text{ m}$$

• Hangwaterprofiel

Bij een hangwaterprofiel kan de boom geen beroep doen op het grondwater voor zijn vochtbehoefte. Hij is volledig aangewezen op de vochtvoorraad die aanwezig is in zijn wortelzone aan het begin van het groeiseizoen en de hoeveelheid neerslag die in zijn wortelzone infiltreert gedurende het groeiseizoen. De grootst mogelijke kroonprojectie die bereikt kan worden op een plantplaats wordt bepaald door de wateraanvoer te delen door de verdamping. De wateraanvoer bestaat uit de som van de infiltratie, de vochtvoorraad en eventueel een randeffect. Dit randeffect is het water dat een boom kan benutten uit het bodemvolume rond het doorwortelde bodemvolume (10-15 cm in zand, 30-50 cm in zwaardere bodemtypes). Als de wortelzone droger wordt dan de omgeving, zal het water naar de wortelzone gezogen worden en komt het zo

de boom ten goede. Meestal is het randeffect miniem. Gemakshalve wordt het daarom in de berekening weggelaten. Dit is in het voordeel van de boom, aangezien het berekende bodemvolume zo iets hoger zal uitvallen.

We nemen dezelfde solitaire boom als uit het vorige rekenvoorbeeld. Bij een hangwaterprofiel is wel bijkomende informatie vereist over zijn plantplaats: de kroondiameter is 15 m, de bodem bestaat uit zandleem en de helft van de wortelzone is geplaveid met tegels van 30 x 30 cm, de andere helft is onverdichte bodem. De bewortelingsdiepte is 1 m.

$$\text{Kroonprojectie} = 3,14 \times (7,5 \text{ m})^2 = \text{ca. } 175 \text{ m}^2$$

$$\text{Vochtbehoefte} = 800 \text{ l/m}^2 \text{ kroonprojectie} \times 175 \text{ m}^2 = 140000 \text{ l}$$

$$\text{Vochtlevering zandleem} = 270 \text{ l/m}^3$$

$$\text{Infiltratie} = 200 \text{ l/m}^2 \text{ (de helft van de wortelzone is open, dus } 400 \text{ l/m}^2 / 2) + (200 \text{ l/m}^2 \times 0,70) \text{ (de helft van de wortelzone is betegeld, met een infiltratiegraad van 70\%)} = 340 \text{ l/m}^2$$

$$\text{Bij een bewortelingsdiepte van 1 m is de wateraanvoer dus } (270 \text{ l/m}^3 \times 1 \text{ m}) + 340 \text{ l/m}^2 = 610 \text{ l/m}^2$$

$$\text{Vereiste infiltratieoppervlakte} = 140000 \text{ l} / 610 \text{ l/m}^2 = 229 \text{ m}^2$$

$$\text{Vereist doorwortelbaar volume} = 229 \text{ m}^2 \times 1 \text{ m (bewortelingsdiepte)} = 229 \text{ m}^3$$

$$\text{Grootte van de standplaats (bewortelingsdiepte 1 m)} = \sqrt{(229 \text{ m}^3 / 1 \text{ m})} = \text{ca. } 15 \text{ m} \times 15 \text{ m}$$

Het beschikbaar zijn van een voldoende groot doorwortelbaar volume betekent niet dat elke verhouding tussen de maten van de plantplaats voldoende. Voor zijn stabiliteit is vooral de horizontale verspreiding van de wortels van belang. Een boom zal beter wortelen in een volume van 25 m³ grond met een oppervlakte van 5 x 5 m en 1 m diep dan met een oppervlakte van 3 x 3 m dat meer dan 2,5 m diep is. De doorwortelbare diepte wordt beperkt door de grondwaterafzel of door zuurstofgebrek en moet nooit meer zijn dan 1,2 m. De verhouding tussen de horizontale maten benadert het best zo dicht mogelijk 1/1. De berekende bodemvolumes zullen uiteindelijk volledig door de wortels ingenomen worden, dus deze zijn het best obstakelvrij. In parken is dat meestal mogelijk, maar in verstedelijkt gebied treden in de wortelzone conflicten op doordat ze ook gebruikt wordt voor leidingen, rioleringen, verharding, enz.

Uit de rekenvoorbeelden blijkt duidelijk dat het benodigde bodemvolume sterk afhankelijk is van het vooropgestelde eindbeeld. Omgekeerd is het bereikbare eindbeeld sterk afhankelijk van het beschikbare bodemvolume. Als er maar 15 m³ bodem beschikbaar is om een boom te laten groeien, dan kan het eindbeeld van een monumentale solitaire boom onmogelijk bereikt worden. Door creatief te ontwerpen kan het beschikbare doorwortelbaar volume voor boomgroei zonder grote kosten aanzienlijk uitgebreid worden. Zo kan de plantplaats aansluiten op een groenstrook of op de omliggende tuinen. Ook door lanen of bomenrijen aan te planten in een doorlopende groenstrook in plaats van in aparte plantputten, wordt het beschikbare bodemvolume per boom vaak aanzienlijk groter.

Veel bomen in het openbaar groen en zeker in een verstedelijkte omgeving hebben een kleiner doorwortelbaar volume dan ze nodig hebben om te kunnen uitgroeien tot hun uiteindelijke grootte. Vaak zijn de omstandigheden buiten de plantput zeer vijandig voor wortelgroei en is het doorwortelbaar volume beperkt tot de enkele kubieke meters van de plantput. De boom moet dus overleven met slechts een fractie van het vereiste water en de vereiste mineralen om zijn natuurlijke grootte te bereiken. Indien de relatie tussen de ondergrondse en bovengrondse groeiruimte bij het ontwerpen en aanplanten van bomen wordt genegeerd, dan levert dit onvermijdelijk hogere kosten op voor snoei en onderhoud van een boom die uiteindelijk slechts een geringe kwaliteit zal hebben. De gevolgen zijn duidelijk zichtbaar langs onze wegen: veel bomen hebben een slechte conditie en een geringe grootte, ondanks een leeftijd van enkele tientallen jaren. Als de omstandigheden de boom niet toelaten om aan zijn waterbehoefte te voldoen, zorgen de wortels bovendien voor overlast door bijvoorbeeld bestrating op te drukken.

De bomen in een plantvak, kwijnen weg door een te klein doorwortelbaar bodemvolume, terwijl de bomen op de achtergrond, met meer ondergrondse ruimte, het veel beter doen. (Foto Arthur De Haeck)



Schade door boomwortels

Bomen kunnen voor schade zorgen aan 'harde' structuren (wegen, paden, muren, huizen, buizen,...). Schade door bomen kan opgesplitst worden in directe schade, zoals het opdrukken van stoeptegels of boordstenen, en indirecte schade door het zwellen en krimpen van kleibodems onder invloed van bomen. Dit kan schade toebrengen aan funderingen van woningen. Boomwortels kunnen ook ingroeien in lekkende rioleringsbuizen.

Als 'harde' structuren te dicht bij bomen staan, worden ze vaak opgeduwd of beschadigd.



Opedrukte stoeptegels, boordstenen, muurtjes en verharding of platgedrukte buizen komen voor in de directe omgeving van de stam. Ze zijn het gevolg van de diktegroei van de stam en de gestelwortels. Naarmate de afstand vergroot, vermindert de kans op directe schade zeer sterk. Verder verwijderd van de stam verdikken wortels veel minder en meestal groeien ze rond obstakels als ze daar de mogelijkheid toe hebben. Bij sommige soorten met veel oppervlakkige wortels kunnen ook verder van de boom nog lichte structuren opgeduwd worden. Vooral esdoorn, es, amberboom, eik, populier, wilg en linde zorgen in dit verband voor problemen. Maar doordat bomen de vorm van hun wortelstelsel zeer sterk aanpassen aan hun standplaats, vallen in feite weinig voorspellingen te doen over welke soort op welke plaats problemen zal geven.

Dat bomen rotsen kunnen klieven en muren doen scheuren lijkt in tegenspraak met het feit dat bomen problemen hebben met hun wortelontwikkeling op verdichte bodems. Een wortel heeft echter heel weinig kracht in de lengterichting, om zijn groeipunt ergens doorheen te duwen. Wortels worden dus relatief gemakkelijk tegengehouden door harde en compacte structuren (ook door een gladde wand van de plantput), tenzij ze ergens een zwakke plek zoals een scheur vinden om in te groeien. Sommige soorten hebben slechts een gaatje van 0,1 mm nodig om ergens in te groeien. Eenmaal ze daarin geslaagd zijn, kunnen wortels opmerkelijk grote zijdelingse krachten ontwikkelen door hun diktegroei. Een wortel van 1 cm dik die over de hele lengte van een tegel (30 cm) contact maakt, kan een gewicht van 250 kg opdrukken. Het spreekt voor zich dat een stoeptegel daar niet voldoende weerstand tegen kan bieden. De enige manier om dergelijke directe schade te vermijden is door bomen voldoende ruimte te geven voor hun diktegroei (zie tabel 24).

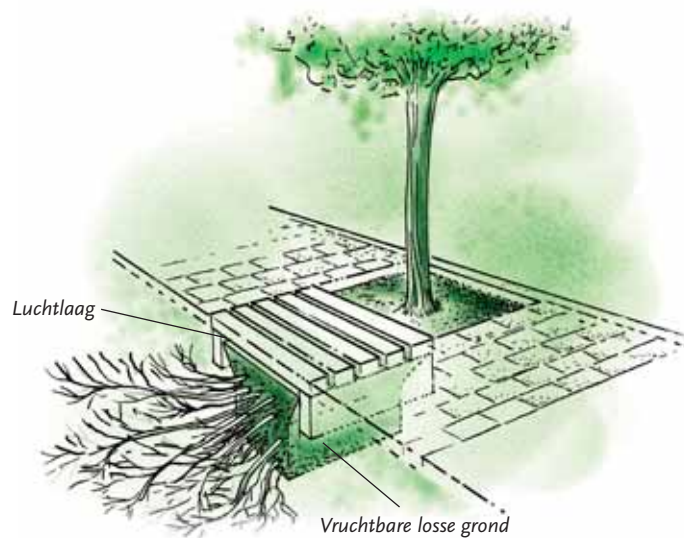
Type structuur	Aangewezen afstand tussen bomen en 'harde' structuren (m)		
	Diameter 1,5 m < 30 cm	30-60 cm	> 60 cm
Gebouwen en zwaar belaste structuren	-	0,5	1,2
Licht belaste structuren (garage, veranda,...)	-	0,7	1,5
Ondergrondse leidingen en buizen			
< 1m diep	0,5	1,5	3
> 1m diep	-	1	2
Gemetselde afsluitingsmuurtjes			
Lichte verplaatsing/schade toegestaan	-	0,5	1
Geen schade toegestaan	-	1	2
Ter plaatse gegoten betonpaden			
Lichte verplaatsing/schade toegestaan	-	0,5	1,5
Geen schade toegestaan	0,5	1	2,5
Paden met flexibele bedekking of tegels			
Lichte verplaatsing/schade toegestaan	-	0,5	1
Geen schade toegestaan	0,7	1,5	3

Tabel 24: Aangewezen afstand (m) tussen bomen en 'harde' structuren (British Standard 5837) (naar Roberts et al.)

Zeker in een verstedelijkte omgeving kan het moeilijk zijn om deze afstanden aan te houden. Dan moet gekozen worden voor een andere boomsoort of moet een creatieve oplossing gezocht worden om de boom toch de nodige groeiruimte te gunnen. De beste manier om schade door boomwortels te vermijden is namelijk door de boom voldoende ondergrondse ruimte te geven om aan zijn noden te voldoen (sommige soorten, zoals schietwilg, populier, valse acacia of berk hebben ondanks een goede plantplaats toch de neiging om verharding op te duwen). Dit kan door creatief te ontwerpen. Zo kunnen bomen in plaats van tussen voetpad en straat, tussen voetpad en (private) voortuintjes geplant worden. De boom zal dan de nodige groeiruimte vinden in de voortuin en minder geneigd zijn om de tegels op te drukken. Ook kunnen dragende structuren gemaakt worden om de wortels de kans te geven onder de verharding door te groeien naar beschikbare open ruimte aan de overkant. Het 'opsluiten' van de boom in zijn plantvak door wortelbarrières heeft meestal niet het gewenste

effect (zie Wortelgeleiding). Het beschadigen van de wortels om bv. een stoep opnieuw aan te leggen, heeft een averechts en tijdelijk effect, aangezien de wortels zeer sterk reageren op de beschadiging, waardoor het probleem na korte tijd opnieuw optreedt of zelfs erger wordt. Bovendien kan de boom door de wortelbeschadiging aangetast worden door schimmels of andere parasieten, wat zijn stabiliteit en levensduur vermindert.

Een dragende constructie laat ruimte voor de wortels om zonder schade onder het voetpad door te groeien.



Door creatief te ontwerpen, bijvoorbeeld de bomen in te plannen aan de zijde van de voortuintjes, geef je bomen ondergronds meer ruimte.

Naast de directe schade door verdikking van de stamvoet en gestelwortels kunnen ook dikke wortelpakketten vlak onder de verharding voor schade zorgen. In tegenstelling tot wat vaak gedacht wordt, zijn de omstandigheden vlak onder verharding meestal niet zo slecht voor wortelgroei, vergeleken met de sterk verdichte, droge en zuurstofarme fundering. Het is er donker, warm en door condensatie wat vochtig. Zeker voor bomen die slechts zeer kleine bodemvolumes hebben om te groeien, is wortelgroei vlak onder de verharding vaak de enige manier om te overleven. Dergelijke wortelpakketten kunnen voor straatbomen tot 80% van het water leveren.

Sommige kleigronden krimpen en zwellen als het watergehalte verandert. Bomen beïnvloeden door hun waterverbruik tijdens het groeiseizoen het watergehalte van de bodem en dit kan leiden tot schade aan huizen in een straal van enkele tientallen meters rond de boom. Als huizen een degelijke fundering hebben vormt dit meestal geen probleem en schadegevallen door krimpemde kleigronden komen in Vlaanderen dan ook weinig voor.

Een probleem dat wel vaak optreedt zijn ingroeïende wortels in rioleringsbuizen. Na verloop van tijd kunnen de wortels de doorstroming van het water hinderen of zelfs volledig blokkeren. In tegenstelling tot wat vaak gedacht wordt, beschadigen boomwortels geen intacte buizen. Ze gaan ook niet gericht op zoek naar buizen, want een boom kan tenslotte niet voelen dat er water stroomt door een intacte buis. Ze kunnen wel een vochtgradiënt volgen. Ze worden dus aangetrokken door lekkende buizen of door het condensatievocht rond koele buizen. Daar vormen ze vervolgens dichte wortelpakketten. Ook relatief warme afvoerbuizen bieden de wortels betere groeiomstandigheden. Maar wortels zijn ook opportunisten, dus als ze een opening in de buis vinden, benutten ze de geboden kans. De kier moet slechts enkele tienden van een mm groot zijn opdat een boomwortel zou kunnen binnendringen. Vaak gaat het om de verbindingen tussen buizen. Vooral oude verbindingen tussen rigide buizen en buizen in verschillende materialen zijn kwetsbaar. De huidige rubberen verbindingen en flexibele buizen blijken veel minder gevoelig. Eenmaal binnengedrongen in de buis, ontwikkelen de wortels zich en blokkeren ze de buis. Bij zwakke buizen kunnen boomwortels door hun diktegroei de schade nog vergroten. De enige manier om wortelingroeiing te voorkomen is door lekkende buizen op tijd te herstellen. Zo worden trouwens ook grondverzakkingen vermeden. Het uitfrezen van boomwortels uit de buis is slechts een tijdelijke en dure oplossing. Ook het weghalen van de boom biedt geen oplossing. Vaak is niet duidelijk welke boom in de buis groeit en bovendien wordt zo niets gedaan aan de echte reden, de lekkende buis. Eenmaal de wortels uitgefreesd zijn, bestaan in situ oplossingen om lekken te dichten (bv. het aanbrengen van een polymeerlaag), waardoor de buis oninteressant wordt voor boomwortels.

Boomwortels dringen het meest binnen in rioleringsbuizen met afvalwater. Regenwaterafvoerbuizen staan te vaak droog om interessant te zijn en waterleidingen die constant water onder een verhoogde druk vervoeren bieden niet de goede levensomstandigheden voor boomwortels. Populieren en wilgen, soorten met een uitgebreid wortelgestel, die vaak kunnen groeien in zeer vochtige omstandigheden, worden vaak geciteerd als soorten die in rioleringsbuizen groeien.

Als het beschikbare bodemvolume niet kan uitgebreid worden, dan kan de boomsoortkeuze aangepast worden aan de standplaats. Er moet wel altijd een minimale beschikbare ruimte aanwezig zijn. Alleen zeer kleine bomen kunnen probleemloos en zonder intensieve verzorging overleven op een standplaats van enkele kubieke meters.

F.3.4.1.7 Biologische kwaliteit

Een theelepeltje grond kan miljarden levende organismen bevatten. In een vruchtbare bodem kunnen alle organismen samen bijna een kilogram biomassa per m² uitmaken. Zij zorgen voor de afbraak van organisch materiaal, stikstoffixatie uit de lucht, de omzetting van stikstofverbindingen naar een opneembare vorm, de productie van antibiotica, de verbetering van de bodemstructuur en allerlei andere processen die de boom positief of negatief beïnvloeden.

De bekendste organismen die in de bodem leven, zijn regenwormen. Zij dragen bij tot een goede bodemstructuur door organische stof in de bodem te brengen, grond te mengen en te verplaatsen,

de bodem te verluchten met hun gangen en hem aan te rijken met hun slijmerige afscheidingen. Veel kleiner, maar wel talrijker zijn de protozoa, de eencelligen, en de nematoden, microscopisch kleine aaltjes die zowel saprofytisch als parasitisch kunnen leven. Veruit het grootste deel van het bodemleven wordt ingenomen door micro-organismen: bacteriën, algen en schimmels. Bacteriën zijn betrokken in enorm veel processen die bijdragen tot de afbraak van organisch materiaal. Sommige bacteriën kunnen stikstof uit de lucht fixeren, al dan niet in symbiose met plantenwortels. Schimmels zijn de belangrijkste afbrekers van organisch materiaal in de bodem. Daarnaast zijn ook de mycorrhizovormende schimmels uitermate belangrijk voor bomen. Sommige soorten hebben ze zelfs nodig om te kunnen overleven. Maar niet alle bodemleven draagt bij tot het welzijn van bomen. Een gedeelte van de bodemorganismen zijn ziekteverwekkers of –overbrengers. Zowel nematoden, bacteriën als schimmels kunnen bomen beschadigen. In een gezonde en biologisch rijke bodem is de kans groter dat deze ziekteverwekkers onder controle gehouden worden door de andere organismen.

Om geschikt te zijn voor boomgroei moet een bodem voldoende ‘leven’ bevatten. In de meeste parken is dit geen probleem, maar een min of meer steriele bodem, zoals die nog al te vaak bij straatbomen in de plantput wordt gebracht, zal een boom hoogstens toelaten kwijnend te overleven. Door het inbrengen van organische stof kan het bodemleven worden gestimuleerd. De zuurstoftoevoer moet dan wel voldoende zijn om zowel boomgroei als afbraak van de organische stof toe te laten. In ieder geval wordt het best traag afbrekende en reeds sterk verteerde organische stof in de bodem gebracht. Naast een voldoende hoog organische stofgehalte moeten ook de fysische eigenschappen van de bodem (lucht- en vochtcondities, bodemdichtheid, zuurgraad en temperatuur) voldoende zijn om bodemleven toe te laten. Het heeft dus geen zin om een mislukte aanplanting of een kwijnende boom te stimuleren door het inbrengen van regenwormen, mycorrhiza of andere bodemorganismen, zonder eerst de problemen met de fysische bodemeigenschappen op te lossen. Enkel op grond waar al heel lang geen bomen gestaan hebben, zoals op landbouwgrond, of op steriele grond in plantputten, kan het stimuleren van het bodemleven een verbeterde boomgroei opleveren. Bij volwassen bomen kan door het onderbreken van de natuurlijke kringlopen (bv. het weghalen van bladeren) na verloop van tijd ook het humusgehalte van de bodem dalen. Het bodemleven lijdt hier sterk onder, net als het waterbergend vermogen en de aanlevering van mineralen. Probeer dus altijd zoveel mogelijk strooisel onder de boom te laten liggen.

F.3.4.2 Plantput

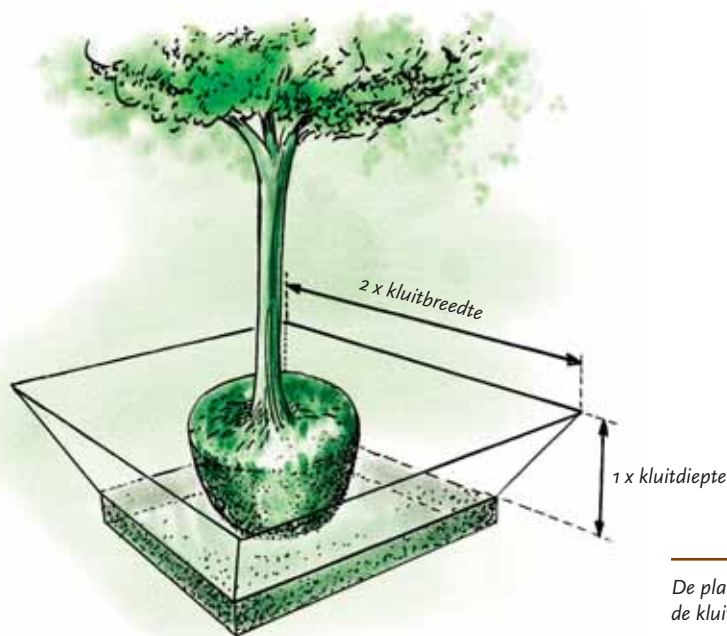
Om een optimale boomgroei mogelijk te maken, moet niet alleen voldoende doorwortelbare ruimte aanwezig zijn, ook het graven van de plantput moet op een correcte manier gebeuren. Een goede plantput is veel meer dan een gat in de grond. De groeiomstandigheden in de plantput zijn vaak beter dan daarbuiten. Meestal zal de grond in de plantput luchtiger zijn dan de omringende bodem en dus wortelgroei beter toelaten. Wanneer er een aanzienlijk verschil is tussen de kwaliteit van de bodem in en de bodem naast de plantput, hebben de wortels de neiging te blijven groeien in het beperkte volume van de plantput. Ze overbruggen moeilijk de barrière tussen plantput en de omliggende bodem. Zo komt de boom als het ware in een grote bloempot te staan. In een goed gemaakte plantput moeten de boomwortels gestimuleerd worden om ook buiten de plantput te wortelen. Het bloempoteffect mag zeker niet versterkt worden door fouten bij de aanplanting. Probeer daarom ook de tijd tussen het graven van de plantputten en het planten zelf zo kort mogelijk te houden. Houd bij voorkeur ook de bovenste 15 – 20 cm vruchtbare, structuurrijke grond gescheiden van de rest van de grond uit de plantput. Gebruik deze opnieuw als bovenste laag bij het aanvullen van de plantput. Dit verbetert het aanslaan van de bomen en de groei tijdens de eerste jaren.

F.3.4.2.1 Grootte

De grootte van de plantput is afhankelijk van de maat van de boom die geplant wordt. Voor bomen met naakte wortel moet de plantput groot genoeg zijn zodat alle wortels er in uitgespreid kunnen worden zonder gedraaid te liggen of aan de buitenzijde van de plantput omhoog te wijzen. Als de wortels niet in de plantput passen, moet de plantput groter gemaakt worden in plaats van de wortels te snoeien.

Voor kluit- en containerbomen kan als algemene stelregel gehanteerd worden dat de plantput minstens dubbel zo groot moet zijn als de kluit.

De plantput moet net zo diep zijn dat bij het aanplanten van de boom de wortelhals boven het maaiveld zit (zie F.3.5.2.1 *Plantdiepte*).



De plantput moet dubbel zo groot zijn als de kluit.

F.3.4.2.2 Wanden

Om de overgang tussen de plantput en het omgevende bodemvolume optimaal te maken, worden de wanden van de plantput het best 'gebroken'. Dit is zeker van belang bij een zware compacte bodem. Op die manier kunnen de wortels zich ontwikkelen in de bovenste bodemlagen in plaats van te blijven rondcirkelen in de plantput. Ook 'versmering' van de wanden is een veel voorkomend probleem, zeker als het plantgat machinaal wordt gemaakt en in klei- en leemhoudende grond. In deze bodemtypes worden de poriën in de bodem gemakkelijk dichtgesmeerd, zeker bij gebruik van een plantboor. Zo wordt het bloempoteffect nog versterkt en kunnen de wortels de gladde wanden niet doorbreken. Om dit tegen te gaan kan de plantboor aangepast worden met een 'vleugeltje' aan de buitenkant om de wanden ruwer te maken. Eventueel kunnen de wanden met de hand los gestoken worden, zeker in grote plantputten die met de kraan gegraven worden. Om versmering tegen te gaan worden plantputten het best onder droge omstandigheden gemaakt.



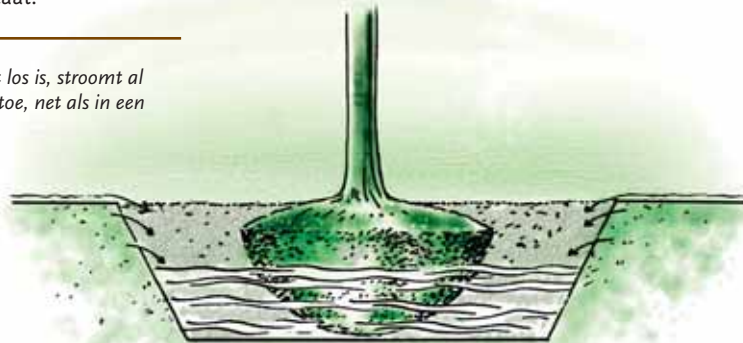
Als plantputten machinaal gemaakt worden, is er gevaar voor versmering van de wanden. Ze worden dan het best manueel gebroken, bv. met een spade.

F.3.4.2.3 Bodem

Ook op de bodem van de plantput kan een abrupte overgang naar de ondergrond voor bewortelingsproblemen zorgen. Bovendien moet de bodem waterdoorlatend zijn, maar tegelijk een voldoende draagkracht bezitten, zodat de boom niet gaat nazakken.

Storende lagen en abrupte overgangen moeten zoveel mogelijk doorbroken worden. Als een plantput gevuld wordt met luchtig zandleem in een bodem van zware klei of met leem in een zeer zandige of kiezelige bodem, dan ontstaat een te sterk verschil in textuur en doorlaatbaarheid. In dat geval laat de drainage sterk te wensen over en ontstaat een zogenaamd badkuipeffect. Daarbij blijft neerslagwater in de plantput staan of stroomt het er zelfs vanuit de omgeving naar toe. Dit leidt tot een ernstig zuurstofgebrek voor de boom. Een laag die geen water doorlaat of een abrupte overgang kan verbroken worden door het spitten of woelen van de bodem van de plantplaats. Daarbij kan een gedeelte van de ingebrachte grond gemengd worden met de omliggende grond en ontstaan minder abrupte overgangen. Dit vermindert het badkuipeffect, stimuleert een diepere beworteling en verbetert de capillaire opstijging bij grondwaterprofielen. Bij het doorspitten van de bodem van de plantput moet wel opgelet worden dat geen nieuwe, slecht doorlatende laag gecreëerd wordt. Dit kan het geval zijn bij leemhoudende lagen of als twee verschillende grondsoorten gemengd worden, bijvoorbeeld fijn met grof zand. Na het doorspitten moet de bodem opnieuw stevig aangedrukt worden, maar niet sterk verdicht. Als diep gespit is, gebeurt dit aandrukken het best laag na laag. Wordt de bodem niet aangedrukt, dan bestaat het gevaar dat de boom te sterk gaat nazakken na het planten. Zo komt hij te diep, wat zeer nefast is. Zelfs vijf cm kan al te veel zijn. Als de bodem van de plantput gespit wordt, wordt de boom, zelfs bij een aangedrukte bodem, het best 5 tot 10 cm te hoog geplant zodat hij na het zakken op de goede diepte staat.

Doordat de bodem in de plantput los is, stroomt al het water uit de omgeving ernaartoe, net als in een badkuip. De boom verdrinkt.





Zeker in verharding kan het badkuipeffect zeer groot zijn.

F.3.4.2.4 Drainage

De drainage kan eenvoudig getest worden door een testput (1-1,5 m diep) volledig te vullen met water. Als een groot deel van het water na 24 u nog steeds in de put staat en de put ook na enkele dagen nog niet droog is, zal de drainage vanuit de plantput naar de omliggende bodem onvoldoende zijn. Als na het doorspitten van de bodem de drainage in de plantput nog steeds onvoldoende is, moet gedraineerd worden. De eenvoudigste manier is om verticale grondpijlers van 10-15 cm diameter te boren tot voorbij de diepste waterondoorlatende laag of tot op een waterdoorlatende laag waar het overtollige water horizontaal kan afgevoerd worden. Door de testput dieper te maken en opnieuw te vullen met water kan gezocht worden naar een geschikte waterdoorlatende laag. De opeenvolging van bodemlagen is eventueel al bekend uit een voorafgaand bodemonderzoek. Vul de grondpijler met goed doorlatende, structuurrijke grond, gemengd met grof zand, fijn grind of geëxpandeerde kleikorrels, maar zorg ervoor dat het bodemtype niet te veel verschilt van de grond uit de plantput. Een grovere textuur dan de aanwezige grond kan de afwatering verbeteren, maar een te groot textuurverschil kan net een averechts effect hebben. Grond met een fijne textuur geeft namelijk moeilijk water af aan zuiver zand of grind. Eén grondpijler per m² kan volstaan voor een goede drainage. Na de installatie van grondpijlers moet de infiltratie, zelfs bij vochtige bodem, minstens 2 mm/u zijn. Een eenvoudige manier om overtollig water weg te leiden van de boomspiegel is een oppervlakkige begreppeling of aanplant op een licht verhoogde plantplaats.



Door bomen op een heuveltje te planten, staan ze al iets droger.

Een kunstmatig drainagesysteem is duur, weinig duurzaam en onderhoudsintensief. Slechts als een meer duurzame 'natuurlijke' drainage uitgesloten is, kan geselecteerd worden voor een kunstmatige drainage. Een kunstmatig drainagesysteem bestaat uit een drainagebuis onder de wortelkruit, al dan niet ingebed in een grondlaag met een iets grovere textuur dan de oorspronkelijke. Het is belangrijk dat de drainagebuis aangesloten is op een afvoer (open water of riolering). Het aanbrengen van een drainagebuis zonder afvoer is absoluut nutteloos. Bij bomenrijen kunnen alle plantputten samen gedraineerd worden, met een gemeenschappelijke afvoer. Een dergelijke kunstmatige drainage kan zeer efficiënt zijn, maar brengt ook een aantal mogelijke problemen met zich mee. Zo raakt de drainagebuis na enkele jaren waarschijnlijk verstopt door vuil of wortelgroei of wordt ze beschadigd bij grondwerken in de omgeving van de boom. Beschadiging kan vermeden worden door ze diep genoeg te leggen, dus onder de plantplaats en de nutsleidingen. Bij een diepte van 1,4 m blijken nog weinig problemen te zijn met beschadiging, zowel bij werken als door boomwortels. Dergelijke dieptes bemoeilijken wel weer de afwatering. Hoe dieper een drainagebuis ligt, hoe hoger bovendien de kosten voor aanleg, onderhoud en herstel. Als de drainagebuis niet regelmatig vrijgemaakt (doorgespoten) of hersteld wordt, komt de boom op latere leeftijd alsnog in de problemen door wateroverlast. Het aanbrengen van een kunstmatig drainagesysteem wordt het best geen standaardprocedure voor elke boom, maar in uitzonderlijke omstandigheden kan het zijn nut bewijzen.

Een kunstmatig drainagesysteem moet onderaan de wortelzone aangelegd worden en moet altijd aangesloten worden op een afvoer.



Wateroverlast kan ook veroorzaakt worden door een permanent hoge grondwaterstand. Ook in dit geval biedt een kunstmatige drainage mogelijk een uitkomst. Omwille van de hierboven aangehaalde problemen is het in dit geval interessanter te kiezen voor een boomsoort die een hoge grondwaterstand verdraagt of de volledige plantplaats op te hogen. Als je blijvend problemen voorziet, plant dan op die plaats geen bomen.

F.3.4.2.5 Beluchting

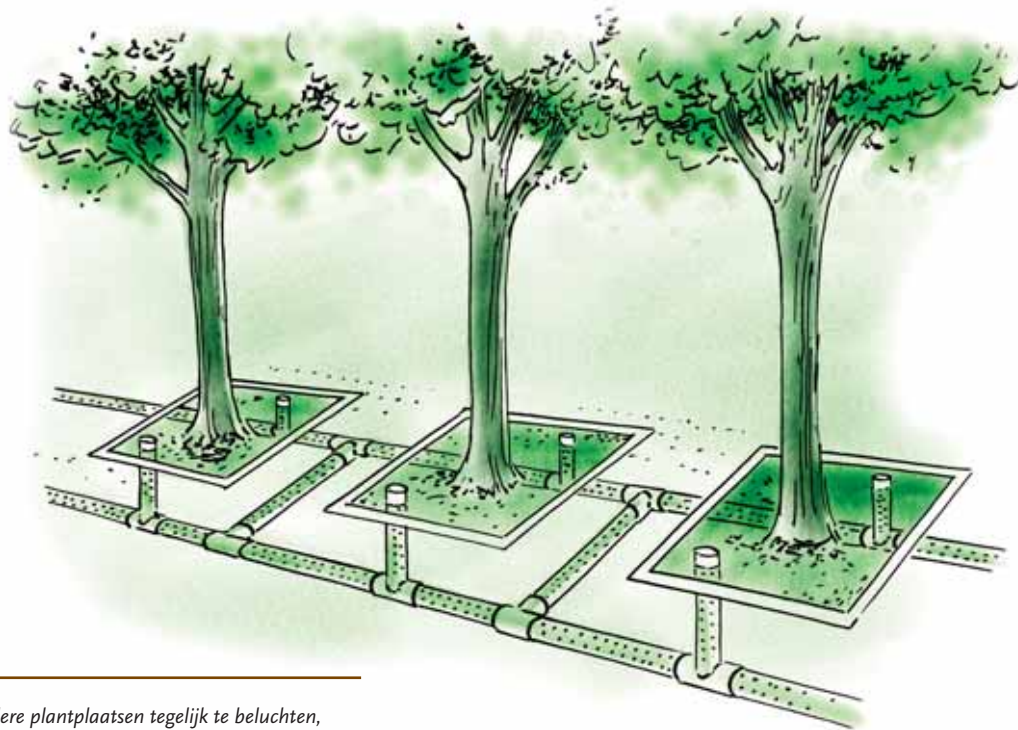
Zeker voor bomen in een verstedelijkte omgeving kan het nodig zijn om naast een drainage ook een beluchtingssysteem aan te brengen. Een beluchtingssysteem is zeker niet voor alle bomen nodig, maar kan vereist zijn voor bomen waarvan de plantplaats onder verharding ligt, in verdichte bodems

met een gebrekkige doorlaatbaarheid voor gassen of een hoog zuurstofverbruik (bv. de eerste jaren na aanplanting in een bodem met een hoog organische-stofgehalte). Het is de onderkant van de wortelzone die het meest te kampen heeft met een zuurstofgebrek. Zuurstoftekort, al dan niet door de grondwatertafel, is een van de limiterende factoren voor de bewortelingsdiepte van bomen. Daarom moet het beluchtingssysteem voor een optimale werking onder de wortelpruik aangelegd worden, in het plantgat of door de volledige plantplaats. Door het dichtslibben van de poriën en het doorwortelen van de buizen verliest een beluchtingssysteem meestal na enkele jaren zijn functie. Onderhoud is mogelijk, maar duur. Als de boom niet kan overleven zonder een kunstmatig beluchtingssysteem, wordt beter de soortkeuze aangepast en zijn waarschijnlijk andere ingrepen voor een standplaatsverbetering vereist.

Een beluchtingssysteem bestaat uit verticale geperforeerde buizen die tot onder aan de wortelzone komen. Om de verspreiding van lucht in de bodem optimaal te maken, is een maximale luchtbeweging vereist. Om luchtbeweging binnen één luchtkoker mogelijk te maken, heeft die het best een minimum diameter van 16 cm. In smallere buizen staat de lucht gewoon stil. Nog efficiënter is een ondergrondse ringleiding (bv. een ribbeldrain) die verschillende verticale luchtkokers, eventueel van een volledige bomenrij, onderling verbindt. Op die manier ontstaat een schoorsteeneffect en circuleert de lucht door het hele systeem. Bij het gebruik van een ringleiding mogen de verticale kokers smaller zijn. De diffusie van lucht in de bodem is optimaal bij een perforatiegraad van de buizen van 10-30%. Dit is meer dan de courante perforatie voor drainagebuizen. Om de diffusie van lucht vanuit de kokers naar de omliggende bodem te verbeteren, zeker in zware bodems, kunnen deze omgeven worden met een grover materiaal zoals kiezel, geëxpandeerde kleikorrels of grof zand. De intredeweerstand tussen buis en bodem wordt dan bijna nul en de poriën in de buis raken minder snel verstopt door vuil en aarde. In verdichte bodems met een laag luchtgehalte kan het effect van een beluchtingssysteem volledig teniet gedaan worden. Daar is de intredeweerstand tussen buis en grond te groot en blijft de lucht in de buis circuleren. Op dergelijke locaties biedt een beluchtingssysteem geen oplossing, maar moet voor een betere beluchting eerst de bodemverdichting opgeheven worden.



Een beluchtingssysteem wordt onderaan de wortelzone aangelegd en heeft bij voorkeur meerdere uitgangen naar de buitenlucht en een ringleiding onderaan de plantplaats.

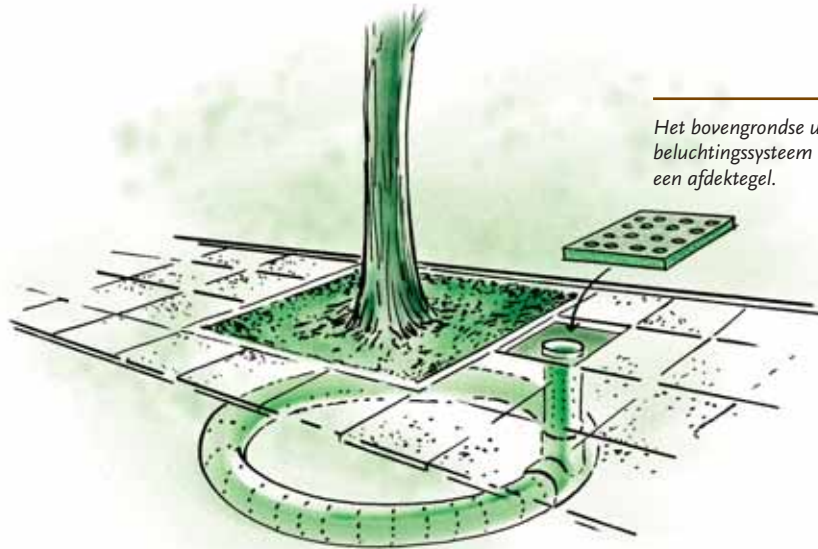


Door meerdere plantplaatsen tegelijk te beluchten, ontstaat een grotere luchtcirculatie en dus een betere bodembeluchting.

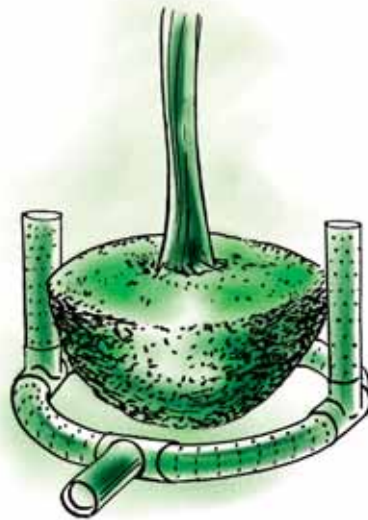
De uiteinden van het beluchtingsysteem die bovengronds komen kunnen afgedekt worden met een geperforeerde of sterk poreuze tegel. Ook speciale geperforeerde beluchtingspaaltjes zijn mogelijk. Om de luchttoevoer niet te hinderen moeten het bovengrondse uiteinde en de afdektegel vrij gehouden worden van vuil. De uiteinden van het beluchtingsysteem zijn een toegangspoort tot het wortelgestel van de boom en worden in verstedelijkt gebied wel eens het mikpunt van vandalen. Door de uiteinden af te dichten wordt dit wel deels tegengegaan.

De uiteinden van het beluchtingsysteem moeten bovengronds uitkomen.





Het bovengrondse uiteinde van het beluchtingsstelsel kan afgedekt worden met een afdeksteegel.



Het is mogelijk om een beluchtingsstelsel te combineren met een kunstmatig drainagesysteem.

F.3.4.2.6 Verharding

Verharding zorgt ervoor dat de infiltratie van neerslagwater en de diffusie van zuurstof in de bodem vermindert. Probeer daarom altijd om verharding boven een plantplaats zo doorlatend mogelijk te maken voor neerslagwater. Een verharding binnen de wortelzone zal slechts aangebracht worden als er nog een nevengebruik is, zoals voetgangersverkeer of autoverkeer. De eisen die aan de ondergrond gesteld worden voor een stabiele verharding zijn tegenstrijdig aan de eisen die bomen stellen voor wortelgroei, vooral wat betreft verdichting. In veel gevallen zal een kunstmatige standplaatsconstructie of het gebruik van speciale grondmengsels vereist zijn om deze tegenstrijdige eisen min of meer te verzoenen. Meer over verhardingen binnen de wortelzone en standplaatsconstructies in *F.4.6 Standplaatsverbetering*.

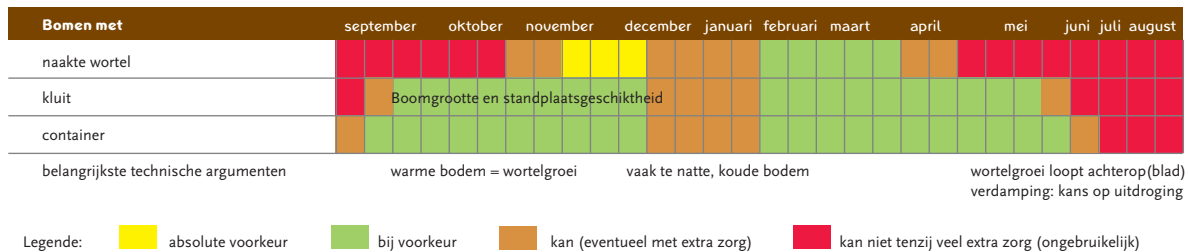
F.3.5 Aanplant

Standplaatsvoorbereiding en aanplant worden in dit vademecum bewust in twee aparte hoofdstukken behandeld. De standplaatsvoorbereiding moet al gebeurd zijn voor de boom op de plantplaats aankomt. Zo wordt vermeden dat het kwetsbare plantgoed moet wachten om geplant te worden terwijl de standplaatsvoorbereiding gebeurt. De omstandigheden op de vrachtwagen of in open lucht naast de plantplaats zijn namelijk niet ideaal als het plantgoed daar nog een tijd moet bewaard worden. Door de standplaatsvoorbereiding vooraf te doen, verhoogt ook de efficiëntie.

F.3.5.1 Planttijdstip

Bomen met naakte wortel moeten geplant worden tijdens hun winterrust. Voor de meeste loofbomen betekent dit nadat ze alle bladeren hebben verloren en voor ze opnieuw uitlopen. Het plantseizoen voor bomen met naakte wortel loopt dus ongeveer van half november tot begin april. Door het verplanten is hun capaciteit om water op te nemen sterk gedaald. Maar aangezien er geen bladeren zijn, is ook de verdamping beperkt.

Aangezien bij kluitbomen de wortels altijd omgeven blijven door grond, drogen zij minder gemakkelijk uit en is de schok van het aanplanten iets kleiner. Daardoor kunnen zij iets vroeger geplant worden en loopt het plantseizoen ook langer door, ruwweg van half september tot half mei. Bomen in container kunnen in principe het hele jaar door aangeplant worden als ze voldoende water krijgen. Aanplanting tijdens de zomermaanden wordt toch het best vermeden, aangezien de kans op uitdroging dan zeer groot is.



Planttijdstip voor de verschillende types plantgoed

Voor alle types plantgoed geldt dat ze beter niet geplant worden tijdens een zeer natte of een vorstperiode. Bij strenge vorst bevriest de losse grond in de plantput en kunnen de wortels uitdrogen. Als er enkel een lichte nachtvorst is, kan men het best wachten met planten tot het iets opwarmt in de loop van de dag. Tijdens een erg natte periode kan een zuurstoftekort ontstaan, waardoor de boom als het ware verdrinkt. Plant dus zeker nooit bomen in een plantput waar water in staat. Ook het graven van de plantput en het aandrukken van de grond vernietigen de bodemstructuur als het te nat is.

F.3.5.1.1 Najaars- of voorjaarsaanplant?

Om aan te slaan heeft het wortelgestel van een boom water nodig. Zowel in het voor- als in het najaar valt voldoende neerslag om de boom op gang te krijgen. In het najaar krijgt de boom voor de winterkou nog de kans om zijn wortelontwikkeling te starten. Bovendien heeft de grond in de plantput een hele winter om zich rond en tussen de wortels te verdelen. Dit maakt de boom minder droogtegevoelig

tijdens het eerste groeiseizoen. Op het moment dat de boom in de lente uitloopt zijn de omstandigheden optimaal voor de boom. In het voorjaar kan het te nat zijn of te lang vriezen, waardoor men in tijdsnood raakt. Bij een vroege lente kan het zijn dat bomen al uitlopen terwijl de bodem nog te nat is om te planten. In ieder geval heeft een in het voorjaar geplante boom een nadeel op een najaarsaanplant, aangezien de boom net na het planten onmiddellijk moet uitlopen en het eerste groeiseizoen moet zien te overleven. Globaal gezien is een najaarsaanplant dus gunstiger voor bomen dan een voorjaarsaanplant, zeker voor bomen met naakte wortel.

Uitzonderingen op de algemene regel zijn boomsoorten met een vlezige wortel, coniferen en bladhoudende loofbomen. Bomen met een vlezige wortel (zie *Tabel 15*) worden het best in het voorjaar geplant. Zo is de periode tussen het planten en de start van de wortelontwikkeling zo kort mogelijk en kan de boom vlugger herstellen van schade aan het tere, vlezige wortelgestel. De wortelactiviteit bij coniferen en bladhoudende loofbomen gaat ook in de winter door, zij het op een laag pitje. Deze bomen worden het best vroeg in het najaar of laat in het voorjaar geplant. Vroeg in het najaar hebben de bomen nog enkele maanden tijd om te herstellen van wortelbeschade voor de wortelactiviteit vertraagt. Laat in het voorjaar is de wortelactiviteit alweer op gang gekomen en kan de boom onmiddellijk reageren op de verplanting.

F.3.5.2 Het aanplanten van de boom

Net als de plantkeuze, het transport en de standplaatsvoorbereiding moet ook het planten van een boom met de nodige zorg gebeuren om hem de grootst mogelijke kans te geven om aan te slaan en te groeien.

F.3.5.2.1 Plantdiepte

Bij het planten worden veel fouten gemaakt met de plantdiepte. Bomen worden vaak te diep geplant. Eenmaal geplant moet de wortelhals boven het maaiveld zitten. Slechts enkele centimeters te diep planten kan de boomwortels in de problemen brengen. Zoals eerder aangehaald groeien wortels vooral in de bovenste bodemlagen omdat daar het meeste neerslagwater en voedingsstoffen te vinden zijn. Het is voor de meeste boomsoorten onmogelijk om nieuwe wortels te vormen op de wortelhals of het onderste gedeelte van de stam als ze te diep geplant worden. Voor kluitbomen komt het erop neer dat de bovenkant van de kluit slechts met een dun laagje aarde moet bedekt worden en dat de wortelhals zichtbaar is boven de grond. Als de wortelhals niet zichtbaar is, maar in de kluit zit, is de boom in de kwekerij te diep geplant of is er een valse kluit aangemaakt. Dit plantgoed moet afgekeurd worden (zie *F.3.2 Kwaliteit plantgoed*). Houd er rekening mee dat de boom na het planten nog zakt, zeker als de bodem van de plantput doorspit werd. Daarom wordt de boom beter 5 tot 10 cm te hoog geplant. Zo levert het nazakken zeker geen problemen op.



Bij een correcte plantdiepte is de wortelhals net zichtbaar boven de grond.

Een veelvoorkomende oorzaak van kwijnende bomen:
meer dan 20 cm te diep geplant.
(Foto Arthur De Haeck)



F.3.5.2.2 Oriëntatie

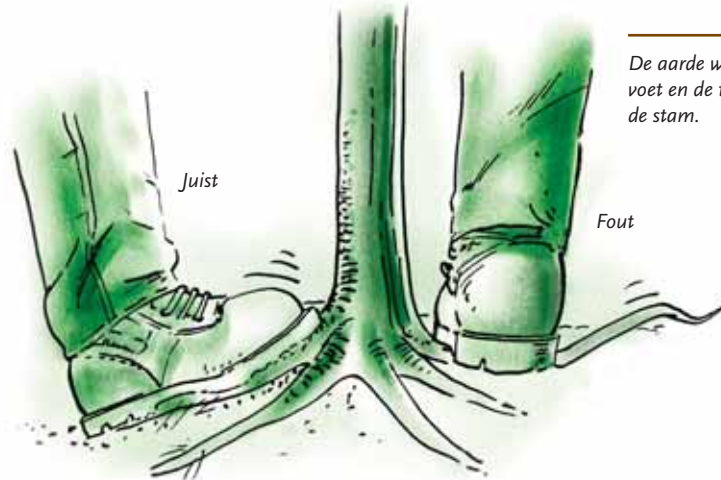
Bomen worden het best in dezelfde oriëntatie als op de kwekerij geplant, zeker als grotere maten gebruikt worden. Deze oriëntatie kan aangeduid worden op de kwekerij of kan eventueel afgeleid worden uit verkleuring of algen- en mosgroei op de noordkant van de stam. Dit komt de boom ten goede omdat zijn wortels en zijn kroon zo al aangepast zijn aan de overheersende windrichting. Door hem in dezelfde oriëntatie te planten zal zijn verankering beter zijn en zijn kroonontwikkeling evenwichtiger.

F.3.5.2.3 Bomen met naakte wortel

Zoals reeds aangehaald bij de standplaatsvoorbereiding moet de plantput voor bomen met naakte wortel voldoende groot zijn om de wortels uit te spreiden zonder dat ze gedraaid liggen of aan de punten naar boven wijzen tegen de wanden. Wortels die gedraaid liggen in de plantput, blijven draaien (zie F.3.5.4 *Draaiwortels*), wortels waarvan de punten omhoog wijzen kunnen een verminderde stabiliteit als gevolg hebben. Vaak worden de wortels gesnoeid om ze te laten passen in de plantput. Elke verwonding is echter een toegangspoort voor belagers. Enkel zeer lange uitlopers of beschadigde wortels kunnen weg gesnoeid worden. Deze wortels zullen namelijk als eerste uitdrogen en verliezen dan toch hun functie. Bij een goede kwaliteit van het plantgoed en een goede behandeling tijdens opslag en transport is wortelsnoei dus niet nodig.

Voor het planten kan de wortelpruik ondergedompeld worden in een brij van klei, water en eventueel wat verse koemest. Door dit 'pralineren' zijn de wortels beschermd tegen uitdroging en slaat de boom gemakkelijker aan. Bij het opvullen van de plantput moet de boom licht op en neer geschud worden, zodat de losse grond zich goed verspreidt tussen de wortels en er geen grote luchtholtes ontstaan. De boom mag een tiental cm hoger gehouden worden dan de uiteindelijke plantdiepte, aangezien bij het aandrukken en na het planten de boom nog iets zal zakken. Als het plantgat eenmaal is opgevuld, wordt de grond aangedrukt met de voet, maar niet door hard te stampen. Het volstaat om de grond stevig aan te drukken met de vlakke voet en de top van de voet gericht naar de stam. Anders wordt de grond te sterk verdicht en wordt wortelgroei bemoeilijkt. Door te hard aanstampen, zeker met de

hiel of de voet dwars over wortels kunnen bovendien wortels beschadigd worden. Diepe plantputten kunnen eventueel laag per laag aangevuld en aangedrukt worden. Onmiddellijk na het planten moet de boom water krijgen om de wortelontwikkeling zo snel mogelijk op gang te laten komen en om de aarde goed te laten aansluiten rond de wortels.



De aarde wordt aangedrukt met de vlakke voet en de top van de voet in de richting van de stam.

F.3.5.2.4 Kluitbomen

Na het plaatsen van de boom in de plantput wordt die eerst tot op $\frac{1}{3}$ van de kluithoogte opgevuld. Let op de goede plantdiepte. De wortelhals moet uiteindelijk net boven het maaiveld zitten. Houd rekening met nazakken door 5 tot 10 cm te hoog te planten. De draadkorf uit niet-gegalvaniseerd metaal roest weliswaar na enkele jaren weg, maar om te vermijden dat de bovenste spandraad de wortelhals afklemt, moet deze verwijderd worden. Daarna kan de draadkorf opengelegd worden. Als de kluitlappen bestaan uit jute of een ander afbreekbaar materiaal, moeten deze niet verwijderd worden. Wel moeten ze losgemaakt en opengelegd worden. Synthetische materialen moeten altijd uit de plantput verwijderd worden. Nadien kan de plantput verder opgevuld en met de voet aangedrukt worden. Net als bij bomen met naakte wortel wordt het best niet overdreven aangestampt, om de doorwortelbaarheid van de grond niet te verminderen. Diepe plantputten kunnen laag per laag aangedrukt worden. De plantput wordt opgevuld met grond tot aan de bovenkant van de kluit. Zo zit de wortelhals net boven de grond. Onmiddellijk na de aanplant moet water gegeven worden, aangezien anders de kluit zijn water kan verliezen aan de omgevende grond. Door water te geven sluit de aanvulgrond ook beter aan rond de kluit.

Planten van kluitbomen



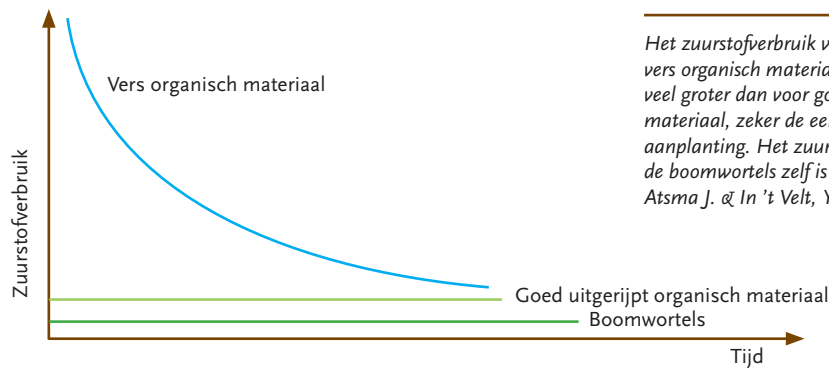
F.3.5.2.5 Containerbomen

Bij containerbomen moet de container verwijderd worden omdat deze bijna altijd uit onverteerbare materialen bestaat. Bij grotere maten kan de container in de plantput los gesneden worden. Zo wordt beschadiging tijdens het tillen vermeden. Slechts sporadisch worden bomen gekweekt in wilgentenen manden. Deze verteren snel en het overgrote deel van de fijne wortels bevindt zich in of vlak tegen de mand. Deze manden worden niet verwijderd. Let op de goede plantdiepte: de wortelhals bevindt zich na planting iets boven het maaiveld. De container is meestal gevuld met venige potgrond. Als deze uitdroogt, klinkt hij sterk in en neemt hij zeer slecht opnieuw vocht op. Bij het inklinken wordt het contact tussen de wortelkluit en de omgevende grond verbroken, waardoor de watervoorziening in het gedrang komt. De boom kan bovendien niet wortelen buiten het containervolume door de aanwezige luchtlaag. Om dit te vermijden is de watergift bij het planten van containerbomen zeer belangrijk, zeker als laat in het plantseizoen geplant wordt of in de zomer. Eventueel kan men de kluit voor het planten laten volzuigen met water. Te vaste kluiten moeten voorzichtig verbrokken worden.

F.3.5.2.6 Opvullen van de plantput

De opvulgrond verschilt het best zo weinig mogelijk van de omgevende grond om het bloempoteffect zo klein mogelijk te maken. Als zowel de chemische kwaliteit van de grond als de fysische structuur ervan voldoende zijn voor boomgroei, kan de plantput opgevuld worden met de oorspronkelijke grond. Bij zeer arme bodems kan een bodemverbetering uitgevoerd worden door maximaal 50% rijkere grond (geen organisch materiaal) bij te mengen. De boom kan dan de eerste jaren groeien in grond die het midden houdt tussen de arme standplaats en de rijke kwekerijomstandigheden. Zo wordt de plantchok kleiner en slaat de boom beter aan. Als de boomsoort aangepast is aan de standplaats volstaat dit ruimschoots. De bijmenging gebeurt bij voorkeur met een grondsoort met vergelijkbare textuur. Te abrupte overgangen zorgen immers voor problemen met de doorwortelbaarheid en de wateraanvoer of -afvoer (bloempoteffect). Daarom heeft het ook geen zin om de drainage te proberen verbeteren door een grindlaag aan te brengen onderin de plantput. Dit zal een averechts effect hebben. Als speciale grondbmengsels gebruikt werden bij de aanleg van de volledige plantplaats (zie *F.4.6 Standplaatsverbetering*), worden deze ook het best gebruikt voor het opvullen van de plantput.

Extra bemesting bij de aanplanting is niet nodig, tenzij een bodemonderzoek bepaalde gebreken heeft aangetoond. Een startbemesting is altijd maatwerk, waarbij enkel de elementen worden aangevuld waarvoor een gebrek bestaat. In de plantput moeten traagwerkende meststoffen gebruikt worden (goed uitgerijpt organisch materiaal). Breng in geen geval vers organisch materiaal aan in de plantput. Ook de opvulgrond mag niet teveel organische stof bevatten, maximaal 5%. Als er toch extra organisch materiaal vereist is, wordt dit het best niet ingewerkt in de plantput, maar na aanplanting rond, maar niet tegen de stam uitgespreid. Bij de afbraak van organisch materiaal in de bodem, zeker na het mengen met zuurstof bij de grondbewerking, wordt veel bodemzuurstof verbruikt. Daardoor kan de zuurstofvoorziening voor de boom in het gedrang komen. Dit is vooral het geval onder verharding en bij bodems met een slechte zuurstofvoorziening. Als het zuurstofgehalte te sterk daalt, kunnen giftige stoffen zoals methaan gevormd worden. Door het inklinken van de bodem bij de afbraak van grote hoeveelheden organisch materiaal kan de boom op termijn ook te diep komen te staan. Een hoog organisch-stofgehalte van de oorspronkelijke grond kan een reden zijn om een beluchtingsysteem aan te brengen. Zo wordt de hoge zuurstofvraag gedurende de eerste jaren na de grondbewerking opgevangen.



Het zuurstofverbruik voor de vertering van vers organisch materiaal in de plantput is veel groter dan voor goed uitgerijpt organisch materiaal, zeker de eerste maanden na aanplanting. Het zuurstofverbruik door de boomwortels zelf is relatief klein. (naar Atsma J. & In 't Velt, Y.)

Het inbrengen van mycorrhizavormende schimmels is slechts nodig als deze waarschijnlijk niet aanwezig zijn in de bodem op de plantplaats. Dit kan bijvoorbeeld het geval zijn als de plantplaats van de boom nieuw aangelegd is met grond waar al heel lang geen bomen meer gestaan hebben of bij steriele grond zoals bomenzand. Het inbrengen van mycorrhizavormende schimmels kan er dan voor zorgen dat de boom beter aanslaat en beter bestand is tegen droogtestress en aantastingen. In de meeste bodems zijn deze symbionte schimmels al aanwezig, maar beletten slechte bodemeigenschappen een efficiënte samenwerking tussen boom en schimmel.

F.3.5.2.7 Planten van poten van populier en staken van wilg

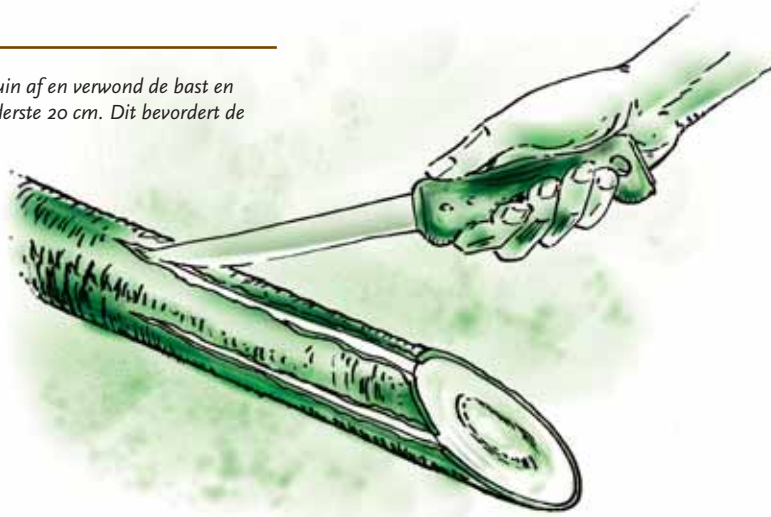
Om poten van populier of staken van wilg te planten, wordt geen plantput gemaakt. Ze worden gewoon 80-100 cm diep in de grond geduwd. Als de bodem daarvoor te zwaar is, kan eerst een plantgat geboord worden van 60-80 cm. Duw de poot of staak altijd de laatste 20 cm in de grond, dit verbetert de stevigheid. Vul het plantgat opnieuw aan en druk de grond stevig aan. Normaal moet voor poten en staken geen steunpalen gebruikt worden, maar op winderige locaties kan dit beletten dat ze scheef waaien.



In zware grond kan het nodig zijn om eerst een gat te boren om de poten of staken diep genoeg in de grond te kunnen duwen.

Om de beworteling te verbeteren, snij je de poten en staken het best schuin af en snijd je de bast en het cambium van de onderste 20 cm op een aantal plaatsen in.

Snij poten en staken schuin af en verwond de bast en het cambium van de onderste 20 cm. Dit bevordert de wortelvorming.



F.3.5.3 Snoei bij aanplanting

Bij plantgoed met een goede kwaliteit is er al op de kwekerij voor gezorgd dat de kroon en de wortelkluit in evenwicht zijn en dat er geen probleemtakken meer aanwezig zijn. Correctiesnoei bij de aanplanting is in principe dus niet nodig. Uitlopende knoppen stimuleren trouwens de wortels om te groeien door de productie van een plantenhormoon. Door knoppen weg te snoeien, vervalt ook deze wortelstimulatie. Uitgezonderd bij zware droogte verbetert snoei bij aanplanting noch de groei, noch de slaagkans van de aanplanting. Recente snoeiwonden bij levering wijzen erop dat de voorbereiding van de boom op de kwekerij niet op een adequate manier is gebeurd. Enkel takken die tijdens het transport, de opslag of het planten beschadigd zijn, kunnen gesnoeid worden. Dit wordt vermeden door het plantgoed met de nodige zorg te behandelen.

In de aanslagfase zal de boom al zijn energie en reserves nodig hebben om de schok van het planten te doorstaan en te wortelen op zijn definitieve standplaats. Snoeiwonden afsluiten vraagt van een boom ook heel wat energie. Om de boom de grootst mogelijke overlevingskansen te geven, wordt daarom beter gewacht om te snoeien tot de boom door een normale scheutlengte aangeeft dat hij goed aangeslagen is.

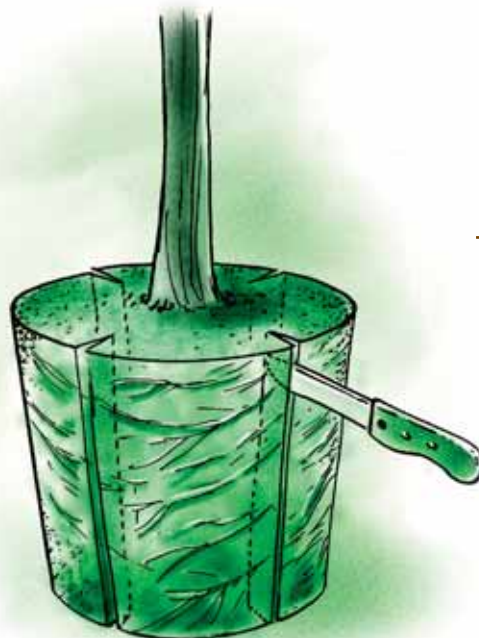
F.3.5.4 Draaiwortels

Een veel voorkomend probleem bij jonge bomen die in container gekweekt zijn of bij bomen in plantputten met gladde, verdichte wanden zijn draaiwortels. Deze ontstaan waar de wortelpunt de gladde wand van de container of de plantput raakt, zodat hij afgebogen wordt en langs de wanden blijft verder groeien. Ook bij een te kleine plantput waar de wortels, van bomen met naakte wortel, gedraaid in komen te liggen, kunnen draaiwortels ontstaan. Als ze dicht genoeg bij de stam voorkomen, kunnen ze evolueren tot wurgwortels, die het eigen wortelgestel of de stambasis afknellen. Zo beperken ze de levensduur van bomen door de opname van water en mineralen te hinderen. Doordat de stambasis niet kan meegroeien met de boom komt op termijn ook de stabiliteit van de boom in het gedrang. Als de wurgwortels bovengronds liggen, zijn ze bovendien kwetsbaar voor beschadiging.



Wurgwortels kunnen de stabiliteit van de boom in gedrang brengen. Vermijd daarom altijd draaiwortels bij plantgoed.

Plantgoed met draaiwortels moet altijd afgekeurd worden. Als om een of andere reden toch draaiwortels voorkomen, worden deze het best vóór de aanplanting volledig weg gesnoeid. In het wortelgestel van containerbomen is de aanwezigheid van draaiwortels moeilijker te checken dan bij bomen met naakte wortel, hoewel ze net bij containerbomen het vaakst voorkomen. De draaiwortels kunnen ook in de kluit voorkomen, bijvoorbeeld na het verplanten van bomen met draaiwortels naar een grotere container. Bij twijfel kunnen draaiwortels doorgesneden worden door enkele zijdelingse verticale sneden te maken in de kluit. Het doorsnijden van de wortels is een beschadiging die zorgt voor een bijkomende belasting voor de boom bovenop de plantschok en die mogelijk een toegangspoor biedt aan belagers. Maar toch is deze beschadiging van het wortelgestel te verkiezen boven draaiwortels, die de levensduur van bomen sterk beperken.



Draaiwortels snij je het best door aan enkele zijden van de kluit.

Om de vorming van draaiwortels na het planten te vermijden, moeten de wanden van de plantput licht afgeschuind worden en mogen ze niet te glad of dichtgesmeerd zijn (zie F.3.4 *Standplaatsvoorbereiding*).

Op de kwekerij kunnen draaiwortels vermeden worden door containers te gebruiken met verticale ribben op de binnenwand. Zo worden de wortels gestopt in hun draaibeweging. Ook een chemische behandeling van de binnenwand van containers met koperhoudende zouten is mogelijk. Deze stof zorgt ervoor dat de wortels die de wand bereiken, stoppen met hun lengtegroei en in plaats daarvan sterk gaan vertakken. Het gebruik van dergelijke koperhoudende chemicaliën valt niet in te passen in de HPG-gedachte.

Bij sommige boomsoorten kunnen ook bij kluitbomen draaiwortels voorkomen (vb. Noorse esdoorn). Na het afsteken van de hoofdwortels bij het verplanten nemen meestal evenwijdig gegroeide, nieuwe wortels de lengtegroei over. Soms kunnen de aanwezige zijwortels ineens sterk gaan groeien. Deze staan verticaal op de hoofdwortel en kunnen zo draaiwortels vormen. Als deze draaiwortels dicht genoeg voorkomen bij de stam, worden het wurgwortels.



Draaiwortels kunnen ook bij kluitbomen voorkomen als een zijwortel de groei overneemt van een beschadigde wortel.

F.3.5.5 Vastmaken van de boom

Na het planten is het noodzakelijk dat de boom vastgelegd wordt tot de wortels voldoende verankerd zijn in de bodem om zijn stabiliteit te waarborgen. Als de wortelkluit door de wind continu beweegt in de bodem worden de haarwortels telkens opnieuw afgescheurd, waardoor de boom elke keer opnieuw moet beginnen wortelen. De boom kan vast gemaakt worden met boompalen of een kluitverankering.

F.3.5.5.1 Palen

De meest voorkomende verankering van bomen is die waarbij de boom met boomband wordt vastgemaakt aan één of meerdere lange palen. Bij een goede constructie zorgt een dergelijke verankering voor een grote stabiliteit. Het is echter een starre verankering, die slechts weinig boombeweging toelaat. Elke windbelasting wordt opgevangen door de boompalen. De boom heeft dan ook niet de nor-

male reactie van een boom onder windbelasting, namelijk het verstevigen van zijn stamvoet en het vormen van trekwortels aan de windzijde. In plaats van reactiehout te vormen aan de stamvoet en op de hoofdwortels ontstaat enkel reactiehout (en dus een verdikking) op de plaats met de meeste spanning, namelijk aan de boomband en daarboven. Door de verankering is de boom niet echt voorbereid op een leven zonder steun en kan hij alsnog scheef waaien of afbreken als de palen worden weggehaald. Hij heeft namelijk weinig trekwortels gevormd en het gevormde reactiehout zit niet op de juiste plaats.



Bomen worden bij het planten meestal zeer stevig vastgemaakt aan lange palen. Dit komt de verankering echter niet ten goede.

Om de boom een grotere bewegingsvrijheid te geven en toch een voldoende stabiliteit van de kluit te garanderen, moeten korte boompalen gebruikt worden. Deze zogenaamde kniepalen leggen de kluit vast op dezelfde manier als lange palen, maar zorgen er tegelijk voor dat de boom de windbelasting tenminste gedeeltelijk ervaart en daardoor trekwortels vormt aan de windzijde. Hij wortelt ook sneller en beter en wordt mede daardoor minder gevoelig voor windworp. Door het gebruik van kniepalen wordt de vorming van reactiehout in het onderste deel van de stam en op de hoofdwortels gestimuleerd, wat de natuurlijke situatie benadert. In stedelijk gebied zijn bomen met kniepalen wel kwetsbaarder voor vandalisme dan bomen met lange palen. Anderzijds is uit onderzoek gebleken dat de aanwezigheid van overmatige boombescherming vandalisme 'uitlokt'.

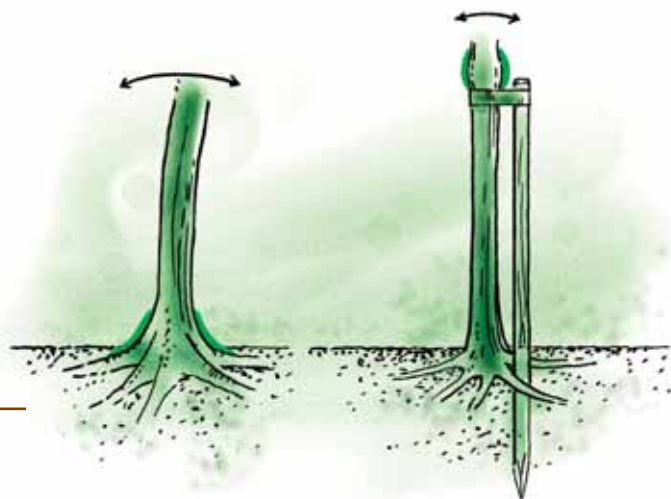


Door kniepalen te gebruiken, wordt de boom gestimuleerd om trekwortels te vormen.

Ook in een stedelijke omgeving kunnen kniepalen gebruikt worden.



Een boom is normaal voldoende verankerd na twee tot drie jaar. Op dat moment hebben de boompalen hun taak volbracht en worden ze best verwijderd. Boompalen dienen niet om een rechte stam te kweken of om te beletten dat de stam van de jonge boom doorbuigt. Als dat gebeurt, heeft het plantgoed een onvoldoende kwaliteit en moet het afgekeurd worden.



Door het gebruik van boompalen vormt de boom reactiehout op de verkeerde plaats, ter hoogte van de boomband in plaats van op de stamvoet en trekwortels.

Voor kniepalen kan als stelregel genomen worden dat het bovengrondse deel ongeveer 1/3 van de stamlengte is, met een minimum van 60 cm. De totale lengte van de gebruikte palen is verder afhankelijk van de diepte van de plantput. Ze worden het best 30 cm in de vaste bodem onder de plantput geslagen. Voor een kniepaal die 60 cm boven het maaiveld uitsteekt en een plantput van 90 cm diepte moet dus een paal met een totale lengte van $60 + 90 + 30 = 180$ cm genomen worden.

Geschilde palen zijn het meest geschikt als boompaal. Meestal wordt naaldhout gebruikt (opgepast: grove den kraakt gemakkelijk af aan de takkrans). Een gekruinde kop vermindert het risico op stambeschadiging door de kop van de paal. Het gebruik van verduurzaamde palen heeft geen zin, aangezien de palen na enkele jaren weggehaald worden. De verduurzamingszouten zorgen ervoor dat de palen

na gebruik als chemisch afval moeten worden behandeld en logen bovendien uit in de bodem. Als de palen afgezaagd moeten blijven staan als antiparkeerpaal of om maaischade te vermijden, kan een natuurlijk duurzame houtsoort zoals tamme kastanje of valse acacia gekozen worden.

Afhankelijk van de situatie kunnen één, twee of drie boompalen gebruikt worden. Bomen met naakte wortel kunnen met één paal stevig vast gezet worden. Voor kluitbomen zijn minstens twee palen nodig. Als slechts één boompaal gebruikt wordt, moet deze aan de overheersende windzijde geplaatst worden. Meestal is dit west of zuidwest. Worden twee palen gebruikt, dan staan deze loodrecht op de overheersende windrichting. Bij lijnbepantingen worden beide boompalen ook vaak in de lijn van de beplanting gezet. Drie palen komen in een driehoeksverband rond de boom. Als drie palen gebruikt worden, kunnen deze net onder de kop aan elkaar vastgemaakt worden met horizontale latten of half-ronde palen. Dit zorgt voor extra stevigheid, zeker bij het gebruik van grotere plantmaten. De boompalen hellen het best iets weg van de boom. Dit vermindert het risico op beschadiging van de boom. Om het planten efficiënter te laten verlopen, is het aangewezen om minstens één boompaal al vóór de eigenlijke aanplanting aan te brengen op de plantplaats. Het is de bedoeling dat de boom in het midden van de plantput komt, niet de boompaal. Het wortelgestel of de kluit moet tussen de boompalen passen. Boompalen worden nooit door een kluit geslagen. Dit beschadigt de wortels en heeft weinig zin, aangezien de kluit niet voor stevigheid moet zorgen, maar net moet vast gezet worden.

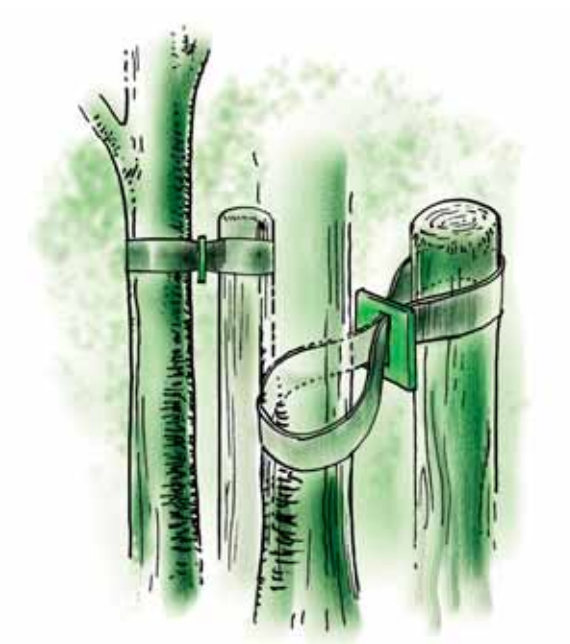
F.3.5.5.2 Aanbindmateriaal

Het aanbinden van de boom aan de boompaal kan gebeuren met verschillende materialen die de bast niet beschadigen. Het meest gebruikte materiaal is rubber, maar ook kokosband wordt gebruikt, vooral als er meerdere boompalen zijn. Het gebruik van kokosband is ecologisch meer verantwoord dan rubber en heeft als voordeel dat het verteert, zodat het na enkele jaren, als de boom voldoende verankerd is en geen steun meer nodig heeft, weggeteerd is en niet ingesnoerd wordt of voor stambeschadiging zorgt. Toch zal ook bij kokosband regelmatig een controle moeten uitgevoerd worden om insnoering te vermijden. Het aanbinden gebeurt zo dicht mogelijk tegen de kop van de paal (max. 5 cm). Zo is de kans op beschadiging door de kop van de paal zo klein mogelijk. Het aanbinden moet voldoende strak gebeuren om de nodige stabiliteit te verzekeren, maar niet té strak, zodat op termijn geen insnoering optreedt en de boom nog wat bewegingsvrijheid heeft. Dit komt de vorming van reactiehout en trek-wortels ten goede. Om rechtstreeks contact tussen paal en boom te vermijden, wordt de boomband vaak in een achtvorm om de boom geslagen. Om inschuring te vermijden kan beter een aanschuifmof gebruikt worden.



Een boomband in achtvorm biedt niet altijd de nodige stevigheid voor de wortelkluit.

Aanschuifmof



Kokos boomband is ecologisch meer verantwoord dan rubber.



Pas op voor schade door de kop van de paal.



F.3.5.5.3 Kluitverankering

Naast de verankering met boompalen is voor kluitbomen ook een kluitverankering mogelijk. Daarbij wordt enkel de kluit vastgelegd en zijn geen bovengrondse delen zichtbaar. Deze verankervorm benadert de natuurlijke situatie waarbij de wortels stevig in de grond verankerd zitten en waarbij de stam en de kroon volledig overgeleverd worden aan de wind. Kluitverankering kan gebeuren door drie verticale palen in de grond te slaan net naast de kluit en deze boven de kluit aan elkaar te bevestigen met horizontale latten. Door de verticale palen aan te kloppen komt de kluit stevig verankerd te staan. Nadien wordt de plantput opgevuld. Gebruik niet-verduurzaamd hout en gewone stalen nagels (niet roestvrij). Na enkele jaren is de boom voldoende verankerd en mag de kluitverankering wegrotten. Om schade aan de stamvoet te vermijden, worden de horizontale latten het best na enkele jaren weg gehaald.

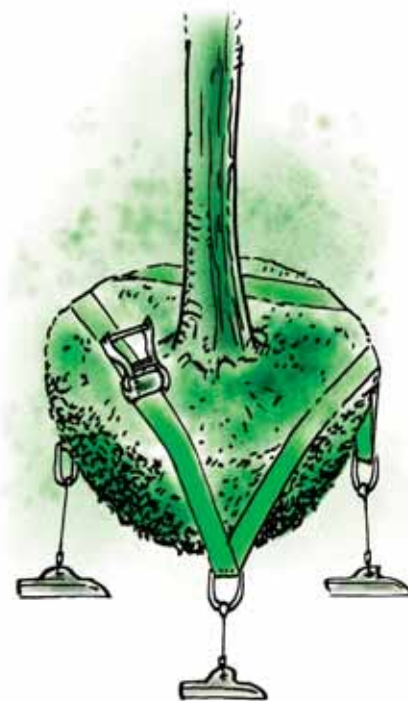


Eenvoudige kluitverankering

De draadkluit wordt door een kluitverankering zwaar belast. Ze moet dus zeer stevig zijn. Daarom wordt de grondkluit soms dubbel ingepakt, met over de jute kluitlappen nog een dikke kokosmat en een tweede draadkorf.

Er bestaan ook systemen met grondankers, ratels en spanriemen of staalkabels. De kluit wordt met de kabels of spanriemen opgespannen aan grondankers die onderin de plantput aangebracht zijn in de bodem. Hierbij worden synthetische stoffen en metaal in de bodem gebracht. Deze vereisen een regelmatige controle en als de boom verankerd is, moet dit systeem weggehaald worden. Als dit niet gebeurt kunnen kabels en ratels op termijn voor problemen zorgen door ingroeiing in de stamvoet en de wortels.

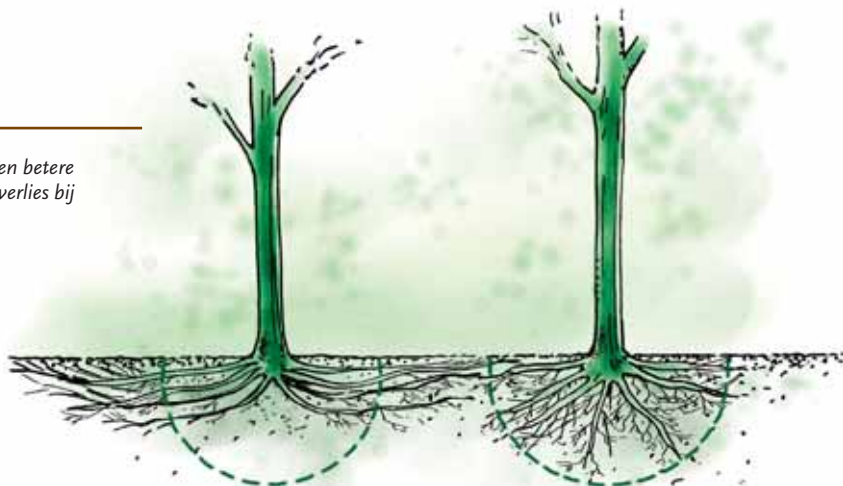
Er zijn ook kluitverankeringssystemen met grondankers in de handel verkrijgbaar.



F.3.5.6 Watervoorziening

Het wortelsysteem van een boom is zeer uitgebreid. Slechts een kleine fractie van het wortelgestel bevindt zich in de wortelkluit. Er wordt geschat dat ongeveer 4 tot 8,5 % van het wortelgestel en slechts 2% van het bodemvolume dat een boom inneemt in de kwekerij meegenomen wordt in de wortelkluit. Door het frequent verplanten verhoogt de doorworteling van de kluit. Er kunnen zich dan 4 tot 6 keer meer wortels bevinden in de kluit dan bij onverplante bomen. Toch verliest een kluitboom bij het verplanten een gedeelte van zijn wortelgestel. Bij bomen die met naakte wortel worden verplant, zijn de haarwortels zeer gevoelig voor uitdroging. Daardoor gaat zelfs bij optimale zorg voor het plantgoed een deel van het wortelgestel verloren. Bomen met naakte wortel starten dus met een gedeeltelijk uitgedroogd wortelgestel, terwijl zowel kluitbomen als containerbomen net na hun aanplanting aangegeven zijn op een zeer beperkt kluitvolume voor hun watervoorziening. Daarom is het nodig om pas geplante bomen zeer regelmatig water te geven, zeker in droge periodes. Watergebrek is een van de hoofdoorzaken voor het afsterven van bomen.

Door het frequent verplanten krijg je een betere doorworteling van de kluit. Het wortelverlies bij verplanting blijft desondanks groot.



De duur en de hoeveelheid van de watergift is afhankelijk van de maat van de geplante boom, het planttype en het tijdstip. Normaal zou een boom na één of twee groeiseizoenen voldoende grond moeten hebben doorworteld om zelfvoorzienend te zijn in zijn vochtbehoefte, zelfs in droge periodes. Dan mag ook de watergift gestopt worden. In uitzonderlijke gevallen moet tot 10 jaar doorgedaan worden met de watergift. Een boom kan slechts zelfvoorzienend zijn als het doorwortelbare bodemvolume groot genoeg is om de boom gedurende zijn volledige leven te voorzien van voldoende water (zie F.3.4.1.6 *Doorwortelbaar bodemvolume*). Is dit niet het geval, dan kan de boom na enkele jaren opnieuw in de problemen komen als hij de grenzen van het doorwortelbare bodemvolume bereikt heeft. In dit geval moet gedurende droge periodes opnieuw water gegeven worden. Een dergelijke periodieke watergift voor de hele levensduur van de boom is een zeer tijdsintensieve en dure maatregel. De eenmalige kost om bij de aanplanting te zorgen voor een voldoende grote plantplaats, weegt hier zeker tegen op.

De eenvoudigste manier om water te geven aan bomen is door een gietrand te maken in de vorm van een aarden walletje. Indien nodig moeten de bodemstructuur en de slempgevoeligheid van de bovenste bodemlagen bij aanplanting verbeterd worden om te vermijden dat de oppervlakte dichtslemt. De gietrand wordt net buiten de kluit gemaakt. Waar mogelijk wordt de begoten oppervlakte groter gemaakt naarmate het wortelgestel uitbreidt. De diameter wordt dan jaarlijks ongeveer een halve meter vergroot. Dit stimuleert ook de horizontale uitbreiding van de wortels. Als er een beluchtingsstelsel aanwezig is, moet dit buiten de gietrand aan de oppervlakte komen, anders loopt het gietwater weg zonder de boom ten goede te komen.



Door een gietrand te maken, kan je efficiënt water geven.

Waar het maken van een gietrand niet mogelijk is, bijvoorbeeld bij aanplantingen in de stad waar een boomrooster aangebracht is, kan gekozen worden voor een kunstmatig watergeefstelsel. Dit is een dure oplossing, die normaal slechts enkele groeiseizoenen zal gebruikt worden. Een kunstmatige irrigatie bestaat uit een ribbedrain die bovenop de wortelzone komt te liggen en waarvan de beide uiteinden bovengronds komen of het ondergrondse uiteinde afgedicht is. Het heeft geen zin om water te geven via drainage of beluchtingsstelsels, aangezien deze zich onder de wortelzone bevinden. Daardoor komt het water de boom niet ten goede, maar stroomt het gewoon weg naar het grondwater. De combinatie tussen beluchtings- en watergeefstelsel is mogelijk door het leggen van een drain halfweg de wortelzone (ongeveer op 35 cm diepte). Dit is altijd een compromis, aangezien dit systeem zorgt voor lucht voor het bovenste deel van de wortelzone en water voor het onderste deel. Terwijl de noden net omgekeerd zijn: watertekort zal vooral optreden in de bovenste grondlagen en zuurstoftekort in de onderste.



Een watergeefstelsel moet bovenop de kluit komen.

Zonnebrand

De symptomen van zonnebrand kunnen twee vormen aannemen: baststerfte (schorsbrand) en bladverbranding.

Als de onbeschutte stam of takken beschenen worden door de zon, kan de bast en het onderliggende cambium oververhit raken en afsterven. Dit uit zich in het afsterven van de schors of een verminderde diktegroei aan de zonzijde, soms pleksgewijs, maar vaker in een brede en meters lange band. Dergelijke plekken zijn een toegangspoort voor allerlei schimmels en insecten. Een veelvoorkomende secundaire parasiet op stammen met zonnebrand is bv. waaiertje (*Schizopyllum commune*), een schimmel.

Bladverbranding kan optreden aan de zonzijde, maar ook aan de zijde waar de zon of warmte weerkaatst worden door gebouwen of verharding. Bladverbranding is van voorbijgaande aard, de boom loopt tijdens hetzelfde of het volgende groeiseizoen opnieuw uit. Door een verhoogde instraling van stam en takken kan bladverbranding leiden tot baststerfte. Deze is blijvend.

Voor al boomsoorten met een dunne bast zijn gevoelig voor bastshade: bv. beuk, esdoorn, haagbeuk en jonge paardenkastanje. Bovendien hebben bomen die in de schaduw groeien vaak een dunnere bast dan bomen die vrijstaand zijn opgegroeid. Als bomen dus vanuit de relatieve beschutting van de kwekerij verhuizen naar een vrijstaande standplaats waar ze volledig blootgesteld zijn aan de zon, kan zonnebrand optreden. Vaak ontstaat de bastshade op zonnige, warme dagen in het voorjaar, wanneer de bomen nog niet in blad staan en de zon nog laag staat en recht op de stam schijnt. Bladverbranding treedt op bij bomen met dunne bladeren. Het komt het vaakst voor in de zomer, wanneer de zon het krachtigst is en vooral bij bomen die al met waterstress te kampen hebben.

Om bladsterfte te vermijden kunnen minder gevoelige soorten aangeplant worden op plaatsen waar een verhoogde instraling te verwachten is (bijvoorbeeld door reflectie in een glazen flatgebouw). Ook het tijdig water geven kan het optreden van zonnebrand beperken. Bastshade kan vermeden worden door gevoelige boomsoorten beveerd aan te planten. De fijne betakking op de stam zorgt voor voldoende schaduw en wordt geleidelijk verwijderd als de boom voldoende schaduw geeft op de eigen stam. Een andere mogelijkheid, zeker voor oudere bomen die plots in het licht komen te staan (bv. door stormschade), is het omwikkelen van de stam en de takken met jute of rietmatten. De jute verteert na enkele jaren en ondertussen heeft de boom de kans gehad om zich te wapenen tegen de zon. De rietmatten worden na enkele jaren weg gehaald. Als aanbindmateriaal mag geen ijzer- of plastiekdraad gebruikt worden, aangezien dit de diktegroei belemmert. Bij het aankopen van plantgoed dat omwikkeld is met jute moet erop gelet worden dat dit geen manier is om stamfouten en slechte snoei te verdoezelen. Middelen die op de stam aangebracht worden zijn momenteel nog zeer omstrede. Verder onderzoek is vereist. Het witkalken van stammen verhoogt wel de reflectie van het zonlicht, wat een positief effect heeft, maar het biedt geen afdoende bescherming tegen schorsbrand.



Door het wegvallen van zijn buren kan deze beuk zonnebrand oplopen.



Zonnebrand op de stamvoet van een jonge beuk.



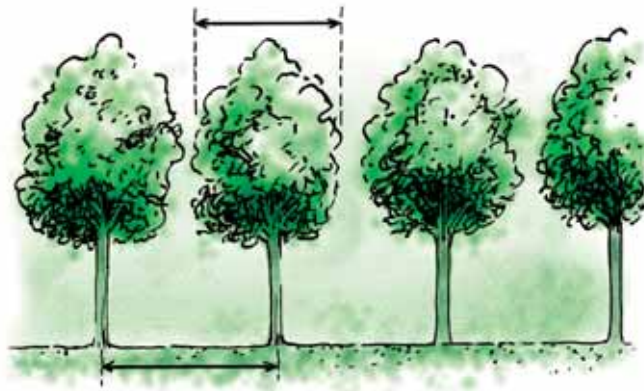
De stam kan beschermd worden tegen zonnebrand met jute of met rietmatten.

F.3.6 Specifieke aandachtspunten

F.3.6.1 Plantafstand

F.3.6.1.1 Dreef/laan/bomenrij

De plantafstand in bomenrijen, dreven en straatbomen is van een aantal factoren afhankelijk. Allereerst is het eindbeeld belangrijk: zijn aaneengesloten kronen gewenst of niet? Door de bomen relatief dicht bij elkaar te planten, krijg je een gesloten rij boomkronen, terwijl bij wijde plantafstanden zelfs de volwassen bomen elkaar met de kruin niet raken. Je krijgt dan als het ware een rij van solitair. Dit eindbeeld moet gecombineerd worden met de kroonbreedte van de gekozen boomsoort. Als een gesloten kronenrij gewenst is, wordt enkele meters dichter geplant dan de uiteindelijke kroonbreedte: om een gesloten kronenrij te krijgen met bomen met een kroonbreedte van 12 m, plant je ze het best op 10 m. Plant de bomen wel niet te dicht bij elkaar, want elke boom moet voldoende ruimte krijgen om zijn kroon te ontwikkelen. Om een onderbroken kronenrij te krijgen, plant je enkele meters wijder dan de uiteindelijke kroonbreedte.



De plantafstand en de kroonbreedte bepalen of je een aaneengesloten kronenrij krijgt of niet.



Een niet-aaneengesloten kronenrij.

Gangbare plantafstanden voor een aaneengesloten kronenrij zijn:

- Bomen van 1^{ste} orde: 10-15 m
- Bomen van 2^{de} orde: 6-10 m

Om vlugger een dreeffect te krijgen, kan dichter geplant worden (bv. met 5m plantafstand voor bomen van 1^{ste} grootte), maar dan moet op tijd gedund worden. De aanplant kan gebeuren met één boomsoort, maar ook met verschillende boomsoorten, volgens het principe van 'wijkers en blijvers'. De gewenste (traaggroeiende) boomsoort wordt dan op de correcte plantafstand geplant en daartussen wordt een snelgroeiende boomsoort geplant die snel voor een dreeffect zorgt. De snelgroeiende

soort moet wel op tijd weggehaald worden, zodat de andere bomen niet gehinderd worden in hun ontwikkeling. Dit principe kan bijvoorbeeld toegepast worden met eik en populier.

Aanplanting



Eindbeeld

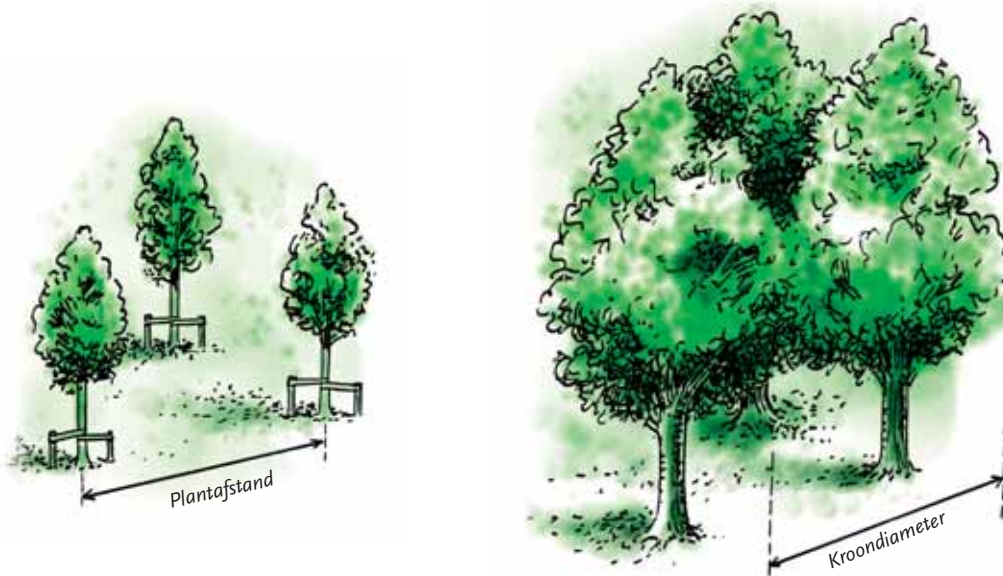


Wijkers-blijvers

Ook de ondergrondse groeiruimte kan belangrijk zijn voor de plantafstand. Bomen die onvoldoende doorwortelbaar volume hebben, zullen door water- of mineralengebrek een kleinere kroonstraal hebben dan normaal. Maar aangezien bij de boomsoortkeuze rekening gehouden wordt met de standplaats, zou dit weinig problemen mogen opleveren. Eventueel kan uit het beschikbaar bodemvolume (en dus de watervoorziening voor de boom) de maximale kroonbreedte berekend worden die kan bereikt worden op die plaats. De plantafstand kan dan hieraan aangepast worden.

F.3.6.1.2 Boomgroepen

Voor de plantafstand in boomgroepen gelden dezelfde regels als voor bomenrijen of dreven. Houd rekening met het eindbeeld en met de uiteindelijke kroonbreedte van de aangeplante boomsoort. Veel meer dan bij bomenrijen worden in bomengroepen de bomen te dicht bij elkaar geplant. De reden is dat men snel een ruimtelijk effect wil creëren. Te dicht geplante bomen zullen echter nooit mooi uitgroeien of zullen weggroeien van elkaar door de concurrentie om licht. Op veel plaatsen waar nu een bomengroep aangeplant is, zou eigenlijk slechts een alleenstaande boom moeten staan. Maar men heeft vaak niet het geduld om te wachten tot die groot wordt.



Plant bomen in bomengroepen ruim genoeg. Hou rekening met de uiteindelijke kroondiameter.



F.3.6.2 Lichtgebrek bij aanplantingen naast bestaande bomen

Bomen die aangeplant worden naast of onder een bestaande boom hebben meestal grote problemen om aan te slaan en te groeien omwille van het lichtgebrek. Dat is een van de redenen waarom het tussenplanten van bomen in een bestaande dreef weinig nut heeft. Maar ook bij de heraanplanting van dreefbomen in bossen of van straatbomen kan dit probleem zich stellen.

F.3.6.2.1 Dreefbomen in het bos

In veel bossen zijn langs de grote wegen dreefbomen aangeplant. Die dreef moet in feite onafhankelijk van het bos gezien worden. De dreefbomen kunnen meerdere generaties bosbomen overleven en zijn vaak ouder, groter en breder dan de bomen in het omgevende bosbestand. Bij de heraanplant van dreefbomen in bossen kan echter een probleem ontstaan door lichtgebrek. De eerste jaren na de aanplanting is er meestal nog genoeg licht door het gat in het kronendak dat de oude dreefbomen gemaakt hebben. Maar meestal nemen de randbomen van het bosbestand die groeirimte in voordat de dreefboom de kans krijgt om er in te groeien. Dit betekent niet altijd het afsterven van de boom, maar het belet wel een evenwichtige kroonontwikkeling. De dreefbomen zullen ook schuin groeien naar het overblijvende gaatje in het kronendak in een poging om voldoende licht te vinden. Het dreefbeeld (grote, rechte, fors uitgegroeide bomen) zal dus veel minder goed ontwikkeld zijn als niets gedaan wordt om de dreefbomen te bevoordelen.



Om de eikendreef voldoende licht te geven, is het bos teruggezet.

Om problemen met lichtgebrek te vermijden kunnen dreefbomen verjongd worden bij velling van de randbomen van het bosbestand. Zoals eerder aangehaald zullen de dreefbomen meestal enkele generaties bosbomen overleven. In een beukenbos kan dus vooropgesteld worden dat met een omlooptijd van 100 jaar de dreefbomen 200 of 300 jaar zouden moeten kunnen blijven staan. Dergelijke langetermijnplanning is in de praktijk meestal onmogelijk, dus het komt vaak voor dat dreefbomen moeten vervangen worden als het bosbestand nog niet gekapt wordt. In dat geval zal het bos langs de dreef teruggezet moeten worden. De dreefbomen moeten dan als het ware gezien worden als toekomstbomen die zeer sterk vrijgesteld moeten worden. Als dat niet gebeurt, zal de dreef nooit op een evenwichtige manier uitgroeien. Hoever het bos moet teruggezet worden is van veel factoren afhankelijk: leeftijd, hoogte en sluitingsgraad van het bosbestand en de soort en maat van de dreefbomen. Lichtboomsoorten zullen meer last hebben van lichtgebrek dan schaduwboomsoorten en zullen dus sterker vrijgesteld moeten worden. Als dat niet of onvoldoende gebeurt, zullen lichtboomsoorten sterk reageren op lichtgebrek, bv. door schuin te groeien naar een gat in het kronendak. Schaduwboomsoorten hebben daar minder last van en zullen vooral een sterk vertraagde groei hebben. Door een grotere maat dreefbomen aan te planten geef je ze een zekere voorsprong, waardoor ze in het kronendak kunnen groeien voor de groeirimte daar dichtgroeit door de randbomen van het bosbestand.



Bos

Dreefboom

Lichtboomsoort

Schaduwboomsoort

Lichtboomsoorten zullen schuin groeien bij lichtgebrek. Schaduwboomsoorten hebben daar minder last van.



Plataan, een lichtboomsoort, groeit altijd zeer schuin als randboom.

Als gemiddelde afstand waarop het bos moet teruggezet worden, kunnen volgende richtwaarden gehanteerd worden:

- Voor schaduwboomsoorten: 10 m
- Voor lichtboomsoorten: 15 m

F.3.6.2.2 Straatbomen in een groene omgeving

Hetzelfde probleem met lichtgebrek stelt zich ook bij aanplanting van straatbomen in een omgeving met grote bomen (bv. in de rand van privé-tuinen). Omdat het onmogelijk (en onzinnig) is die bomen te vellen ten voordele van de straatbomen, kunnen ze beter betrokken worden in het gewenste straatbeeld. De bomen kunnen in samenspraak met de eigenaars zoveel mogelijk behouden en beschermd worden. Waar er geen bomen aanwezig zijn, kunnen dan wel straatbomen geplant worden of kunnen de bewoners gestimuleerd worden om bomen te planten in hun privé-tuin. Vasthouden aan een ononderbroken rij van straatbomen heeft in dergelijke gevallen geen zin. Het levert extra kosten op voor bomen die door het lichtgebrek toch nooit de gewenste kwaliteit zullen bereiken.



Deze sierkersen in een klein plantvak vragen veel zorg en zullen geen lang leven beschoren zijn door lichtgebrek in deze groene omgeving.

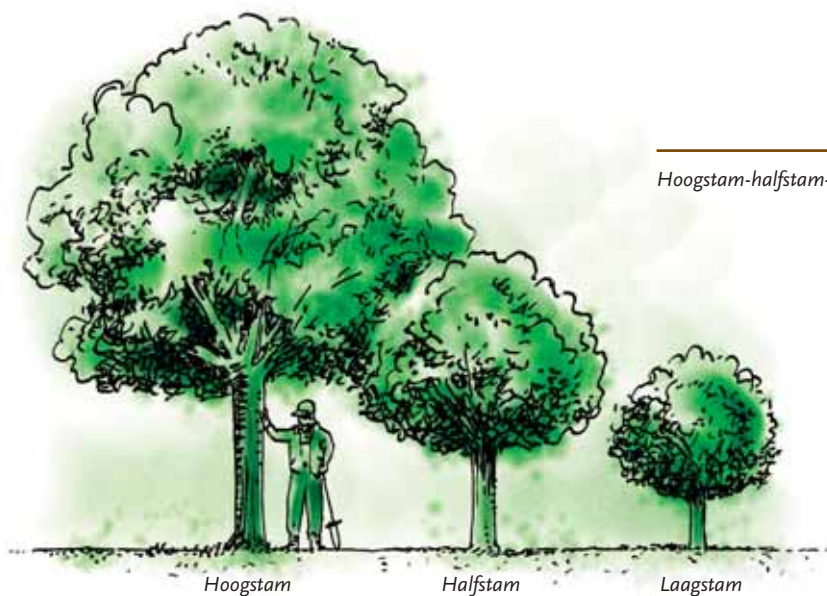
F.3.6.3 Boomgaard

F.3.6.3.1 Hoogstam-halfstam-laagstam

Bij de aanplant van fruitbomen in een publieke omgeving heeft men de keuze uit verschillende basisvormen: hoogstam, halfstam, laagstam en leibomen. Afhankelijk van de voornaamste doelstellingen van het project kan voor de ene of andere vorm worden gekozen. De voor- en nadelen van de verschillende vormen worden kort weergegeven in tabel 25.

Het onderscheid tussen hoogstam, halfstam en laagstam wordt gemaakt volgens de takvrije stamlengte:

- Een hoogstam heeft een takvrije stamlengte tussen 180 en 230 cm.
- Een halfstam heeft een takvrije stamlengte tussen 120 en 150 cm.
- Een laagstam heeft een takvrije stamlengte korter dan 100 cm.



Hoogstam-halfstam-laagstam

De mogelijke boomvorm en de daarmee verbonden kruinomvang worden bepaald door de keuze van de onderstam. Binnen het kader van dit vademecum valt de categorie laagstam af voor verdere bespreking, aangezien hun grootte bij volwassenheid zodanig beperkt blijft dat we ze als struiken beschouwen. Een aanplant laagstam fruitbomen noemen we dan ook een fruittuin en geen boomgaard.

	Hoogstam	Halfstam	Laagstam
Ruimte-inname	Veel ruimte per boom: 64 à 144 m ²	Minder ruimte per boom: 24 à 60 m ²	Weinig ruimte per boom: 2 à 4 m ²
Combineerbaarheid	Combineerbaar met dieren en andere teelten zoals kleinfruit, groenten, bloemen	Beperkt combineerbaar met (kleinere) dieren en beperkte tussenteelt mogelijk in jeugdfase	Geen combinatiemogelijkheid met dieren of andere teelten
Onderhoud perceel	Machinaal beheer goed mogelijk	Beperkt machinaal beheer door lage takken	Machinaal beheer via gespecialiseerde werktuigen
Onderhoud bomen	Extensief maar moeilijker door hoogte	Extensief en relatief gemakkelijk door beperkte hoogte	Intensief maar met weinig inspanning uit te voeren
Levensduur	Langlevend (> 50 jaar)	Levensduur 30–50 jaar	Korter dan 25 jaar
Gevoeligheid voor aantastingen	Klein	Middelmatig	Groot
Vandalisme	Weinig risico	Veel risico	Veel risico
Erfgoedwaarde	Groot	Matig	Laag
Geschikte rassen en soorten	Groot	Matig	Weinig
Biodiversiteit	Groot	Klein	Zeer klein
Belevingswaarde	Groot	Vrij groot	Klein

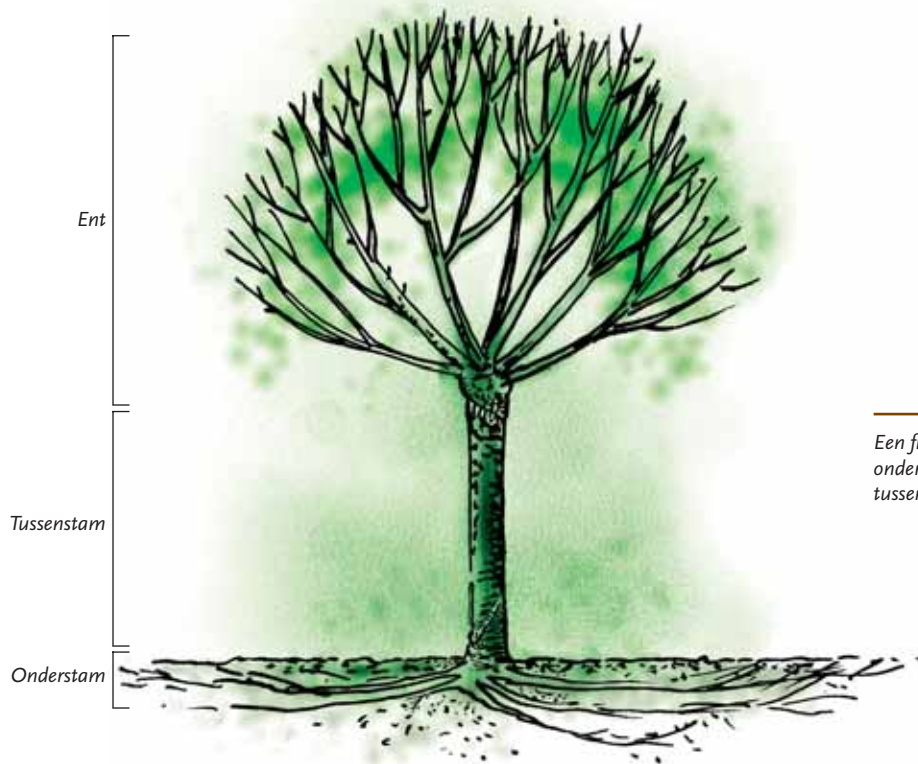
Tabel 25: Voor- en nadelen van de verschillende basisvormen voor fruitbomen

F.3.6.3.2 Onderstam

Typisch voor fruitbomen is de vegetatieve vermeerdering van de cultivars door middel van enten of oculeren. Een fruitboom bestaat dus minstens uit 2 delen maar meestal uit 3.

De groeikracht, en dus ook de maat (hoog-, half- of laagstam), wordt bepaald door de gebruikte onderstam in combinatie met de bodemvruchtbaarheid:

- De bodem: de algemene stelregel is: hoe geringer de bodemvruchtbaarheid, hoe krachtiger de vereiste onderstam.
- De onderstam: deze bestaat uit het wortelstelsel met een stukje stam en bepaalt de groeikracht, samen met de bodemgesteldheid.
- De tussenstam: appel en peer hoog- of halfstam worden meestal met een tussenstam gekweekt omdat vele rassen zelf geen mooie rechte stam vormen. Bij peer speelt ook de gebrekkige verenigbaarheid van vele rassen met kwee-onderstammen een rol.
- De ent: bepaalt de exacte variëteit en moet steeds boven de grond uitsteken om van de eigenschappen van de onderstam gebruik te blijven maken.



Een fruitboom bestaat meestal uit een onderstam en een ent, eventueel met een tussenstam.

Verenigbaarheid

Bij het enten speelt de mate van verenigbaarheid tussen onderstam en ent een belangrijke rol. De verenigbaarheid houdt verband met de biologische verwantschap tussen de twee soorten en met verschillen in diktegroei. Onderzoekscentra in binnen- en buitenland hebben uitgebreid onderzoek gedaan naar verenigbaarheid en selecties van onderstammen met bepaalde groei eigenschappen.

Één van de meest gekende onderzoekscentra voor fruitbomen is het Engelse onderzoeksstation van East Malling dat de bron is van alle M en MM onderstammen voor appel.

Specifiek voor peren is dat men voor de laagstamteelt geen traaggroeiende peer selecties heeft gevonden, maar wel selecties van kweeper. Door de geringere verwantschap tussen beide plantensoorten is een goede vergroeiing tussen beide niet steeds gegarandeerd, vandaar dat bij peer op kwee onderstam steeds een tussenenting met het perenras Beurré Hardy moet uitgevoerd worden, omwille van de bewezen goede verenigbaarheid van dit ras met zowel de kwee onderstam, als met andere perenrassen.

Van fruitboomonderstammen bestaan een aantal geselecteerde en gestandaardiseerde types die voornamelijk in groeikracht verschillen. Voor hoogstam fruitbomen vormen zaailing onderstammen (ook wel wildeling genoemd) een belangrijk aandeel in het aanbod. Deze zaailingen worden meestal bekomen als een nevenproduct in de fruitteelt. Zo is de franse ciderstreek een belangrijke leverancier van zaailing appel door het uitzaaien van de pulp uit de ciderindustrie. Zaailing onderstammen leveren meestal de meest groeikrachtige bomen.

F.3.6.3.3 Fruitsoort

De verschillende fruitsoorten hebben een andere eindgrootte als ze volwassen zijn. Uitgaande van een gemiddelde bodemvruchtbaarheid geeft de volgende tabel een overzicht van de aanbevolen plantafstanden. Deze zijn zodanig gekozen dat de boomkruinen mekaar in de volwassen levensfase niet zullen raken zodat een goede belichting van de bomen en een gemakkelijk beheer van de boomgaard verzekerd blijven:

Soort	Plantafstand (m)	
	Halfstam	Hoogstam
Appel	7 x 7	9 x 9
Peer	6 x 6	7 x 7
Pruim	6 x 6	7 x 7
Kers	8 x 8	10 x 10
Perzik	4 x 4	6 x 6
Kriek	4 x 4	9 x 9
Kweepeer	3 x 4	6 x 6
Amandel	5 x 5	7 x 7
Abrikoos	4 x 4	6 x 6
Peerlijsterbes	5 x 5	7 x 7
Mispel	5 x 5	6 x 6
Tamme kastanje	12 x 12	12 x 12
Walnoot	10 x 10	12 x 12
Moerbe	6 x 6	8 x 8
Nectarine	4 x 4	6 x 6

Tabel z6: Plantafstand voor halfstam en hoogstam fruitbomen

De opgegeven plantafstanden mogen voor armere bodems verlaagd worden met maximaal 20% en voor zeer vruchtbare bodems verhoogd met 20%.

Bij de aanplant van een gemengde boomgaard met verschillende fruitsoorten wordt meestal gekozen voor één raster. Meestal wordt daarvoor de benodigde ruimte gehanteerd van de grootste gekozen boomsoort. Eventueel kan, bij een aanplanting in rijen van dezelfde fruitsoort de benodigde plantafstand berekend worden door de plantafstanden van de 2 naast mekaar voorziene fruitsoorten bij mekaar op te tellen en te delen door 2. In een hoogstamboomgaard kan een rij peren op $(7+9)/2 = 8$ m van een rij appels geplant worden.

F.3.6.3.4 Plantdiepte

Fruitbomen worden, net als andere bomen, geplant zodat de wortelaanzet net zichtbaar is boven het maaiveld. Vaak wordt bij de aanplant van veredeld plantgoed zoals fruitbomen de entplaats verward met de wortelhals. De entplaats moet in ieder geval boven de grond gehouden worden, zoniet verliest men de groeiregulerende eigenschappen van de onderstam omdat de ent of de tussenstam dan zelf wortels kan gaan vormen.

F.3.6.3.5 Plantverbanden bij boomgaarden

Er zijn verschillende redenen om een zekere ordening in een boomgaard te voorzien:

- bestuiving en vruchtzetting;
- boomgrootte;
- weersbestendigheid;
- historische patronen.

F.3.6.3.5.1 Bestuiving en vruchtzetting

Fruitbomen vragen kruisbestuiving om vrucht te zetten (op enkele uitzonderingen na). Dit houdt in dat bomen van hetzelfde ras mekaar niet kunnen bestuiven, maar stuifmeel nodig hebben van een boom van dezelfde soort, maar een ander ras. Ze beschikken voor het overgrote deel ook over insectenbloemen. Voor een goede bestuiving en vruchtzetting is het dus van groot belang om de soorten gegroepeerd te planten. Appels bij appels en pruimen bij pruimen enz. Zo hoeven de insecten slechts een korte afstand af te leggen om 2 geschikte bomen te bereiken. Vooral als er tijdens de bloei slecht weer is, is een geringe vliegafstand voor de insecten van belang. Naast de gegroepeerde aanplant zijn ook een gelijktijdig, of mekaar overlappend bloeitijdstip en de stuifmeelkwaliteit van belang om tot vruchtzetting te komen.

Zo staat de boskoop appelboom reeds in de derde week van april in volle bloei, terwijl de court pendu pas half mei in bloei komt. Vele fruitrassen zijn het gevolg van genetische mutaties. Een teveel aan chromosomen heeft een belangrijke negatieve invloed op de kwaliteit van het stuifmeel van deze rassen. Een boomgaard die alleen bestaat uit dergelijke rassen zal dan ook bijzonder weinig vruchten geven. Zo kan een boskoop bestoven worden door een oogstappel, maar gezien het slechte stuifmeel van de boskoop kan de oogstappel niet door de boskoop worden bestoven. Daarvoor dient een derde ras voorzien te worden bv. de gravensteiner.

In dit vademecum voert het ons te ver om bestuiving uitgebreid te behandelen. Specifieke informatie kan bekomen worden in vakliteratuur.

F.3.6.3.5.2 Boomgrootte

De plantafstanden geven een indicatie van de boomgrootte. Meestal worden in een boomgaard de bomen zo geordend bij de aanleg dat, vanaf de toegang van de boomgaard de kleinere bomen vooraan staan en de grotere achteraan, zodat in de bloeiperiode de bloesem goed is waar te nemen.

F.3.6.3.5.3 Weersbestendigheid

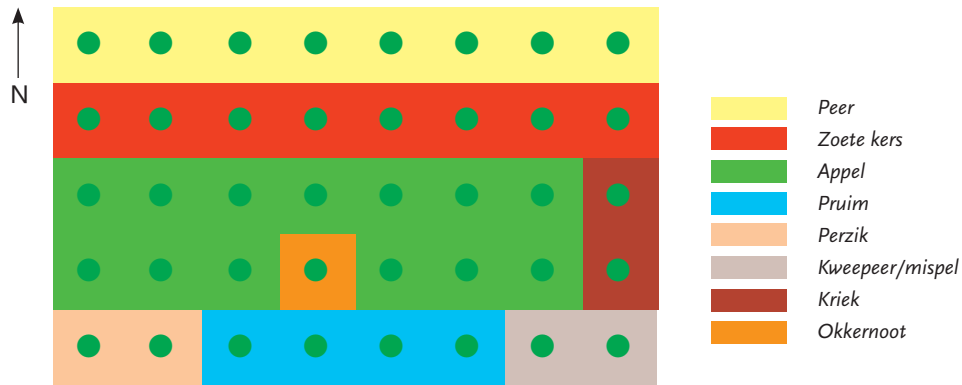
Warmtebehoevende soorten en rassen zoals perziken, vroeg bloeiende bomen, laat rijpende pruimen en peren worden meestal aan de Zuid of Zuidwest gelegen zijde geplant. Sterk winterharde soorten en rassen zoals vele rassen keukenperen en laat bloeiende appels kunnen aan de Noord of Noordoost gelegen zijde voorzien worden.

F.3.6.3.5.4 Historische patronen

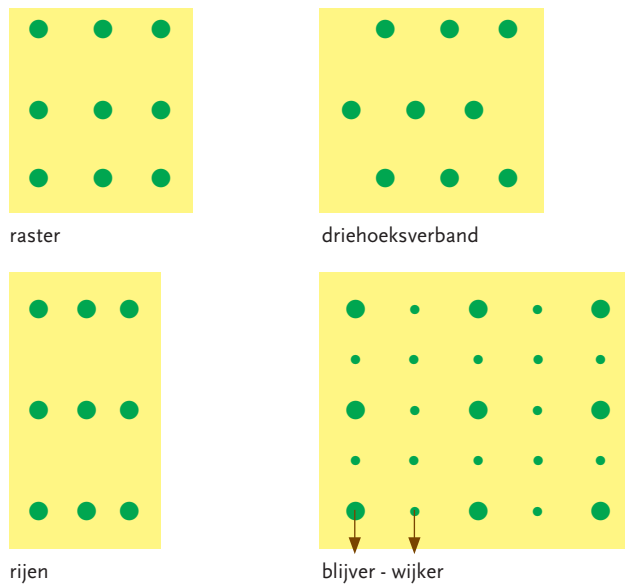
De boomgaarden van onze voorouders waren meestal via een bepaald patroon aangelegd. Door geleidelijke vervanging van oude en afgestorven bomen kon in de loop der jaren dit patroon enigszins vervagen, hoewel de grote lijnen meestal herkenbaar bleven.

Een typische gemengde huisboomgaard heeft een boord van peren, een middelgedeelte van appels en/of kersen en kleinere bomen zoals pruimen aan de zuidkant.

Een notenboom werd vaak gecombineerd met een schuilhok voor dieren, of stond apart bij de woning.



Een typische gemengde boomgaard.



Enkele historisch veel voorkomende plantverbanden.

Het raster is een plantverband met identieke plantafstanden tussen en in de rijen. Dit plantverband werd van de 17^{de} tot de 20^{ste} eeuw vaak toegepast in de productieboomgaarden, al of niet in combinatie met een boordbeplanting. Daarbij waren de plantafstanden van het raster vaak aan de kleine kant omdat het hoofddoel de snelle en overvloedige opbrengst van de boomgaard was. Zodra de kruinen mekaar raakten werden de bomen gesleund (zwaar gesnoeid en ingekort) om de productiefase te verlengen. Zodra de aftakeling begon werd de boomgaard geroid.

Bij nieuwe aanplantingen van hoogstamboomgaarden wordt omwille van een eenvoudige aanleg en beheer nog vaak gekozen voor het raster. Daarbij worden nu wel plantafstanden gehanteerd die rekening houden met de uiteindelijke boomgrootte.

De aanplanting in driehoeksverband wordt vaak toegepast daar waar omwille van een gebrek aan ruimte de plantafstanden korter dienen te zijn. Door het verschuiven van de bomen tussen de verschillende rijen kunnen de rijen korter bij mekaar gepland worden zonder dat de bomen korter bij mekaar komen te staan.

Een aanplanting in rijen wordt vaak overwogen om in één richting een grotere afstand tussen de bomen te bekomen. Meestal wordt dit gedaan om de combinatie van een boomgaard met de grote moderne landbouwmachines mogelijk te maken.

Het plantsysteem 'blijver-wijker' dateert uit de bloeiperiode van de hoogstamfruitteelt: van de tweede helft van de 19de eeuw tot de eerste helft van de 20ste eeuw. Het had vooral als doel een maximale fruitopbrengst te bekomen zo vroeg mogelijk na aanplant. Bij dit systeem wordt een ruim raster aan geplant van groot wordende fruitbomen, meestal zoete kers, maar ook wel appel. Tussen deze bomen en rijen wordt een raster dat maar half zo groot is aangelegd van kleiner blijvende fruitbomen, meestal pruimen. Het blijver-wijker systeem wordt nu nog maar zelden toegepast, meestal omdat men de wachttijd voor een fruitoogst wenst te verkorten.

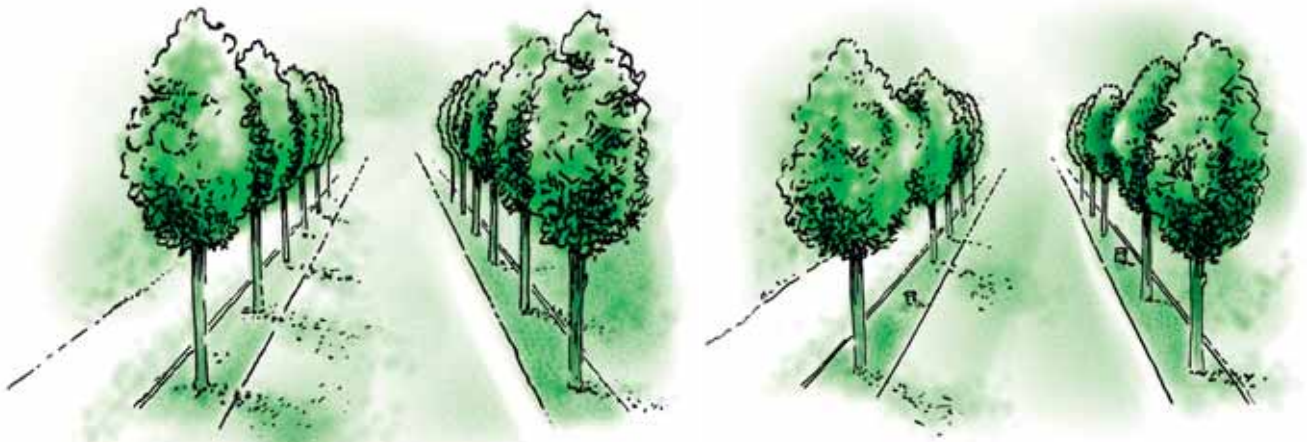
F.4 Onderhoud

F.4.1 Verzorging eerste jaren na aanplant

Niet elke boom zal uitgroeien tot een volwassen boom. Gedurende zijn levensloop, en zeker de eerste jaren na aanplanting, moet een boom afrekenen met stormen, graafwerken, verhardingen, aanrijdingen, droogte, luchtverontreiniging, enz. Een aantal bomen zal zelfs het eerste groeiseizoen niet overleven. Gedurende de eerste jaren na aanplanting vragen bomen meestal een intensieve verzorging.

F.4.1.1 Vervanging van jonge bomen

Als een recent geplante boom afsterft of wegwijnt, wordt al te vaak vanuit de macht der gewoonte dezelfde boomsoort in dezelfde maat op dezelfde plaats geplant. Even vaak met twijfelachtig resultaat. Nog voor gezocht wordt naar de reden voor het afsterven van de jonge boom en de oplossing daarvoor, moet de vraag gesteld worden of het wel nodig is de boom te vervangen. Als het gaat om een solitair is het evident dat het eindbeeld niet kan bereikt worden zonder vervanging. Voor een bomengroep is dat misschien niet noodzakelijk. Als alle andere bomen in de groep goed zijn aangeslagen, wordt het eindbeeld misschien ook bereikt zonder heraanplanting. De stelregel moet zijn: heraanplanting is pas vereist als het eindbeeld in gevaar komt door het wegvallen van de boom. Net daarom worden dreven slechts de eerste jaren na aanplanting ingeboet. Het dreefbeeld bij een dreef met een goede conditie staat of valt niet met het verdwijnen van één enkele boom. Als het dreefbeeld te sterk beschadigd is, wordt meestal overgegaan tot vervanging van de volledige dreef of delen ervan. Meer over de verjonging en vervanging van dreven in *F.4.10 Verplanten, rooien en vervangen van bomen*.



Het dreefbeeld staat of valt niet met het verdwijnen van enkele bomen.



Inboeten tussen bestaande bomen heeft weinig zin, de boom overleeft in het beste geval kwijnend.

Als er beslist is om over te gaan tot vervanging van de kwijnende of dode jonge boom moet eerst gezocht worden naar de reden waarom de jonge boom niet is aangeslagen. Door doordacht te planten, maar zeker ook doordacht te heraanplanten kunnen nutteloze kosten vermeden worden. Er is altijd een reden voor het slecht of niet aanslaan van een jonge boom. Die reden kan te zoeken zijn bij de boom zelf. Bij het planten is de boom een (groot) deel van zijn wortels verloren, wat voor een plantschok zorgt. Of misschien was de boom al bij het verlaten van de kwekerij verzwakt of aangetast. Soms heeft de jonge boom gewoon pech en wordt hij beschadigd door storm, een ongeval of vandalisme. Als de reden voor het afsterven of kwijnen van de boom daar te zoeken is, volstaat het inderdaad om een nieuwe boom aan te planten.

Veel vaker moet de reden gezocht worden bij de soortkeuze, de plantplaats of bij de manier van planten. Als reeds meerdere malen zonder succes geplant werd op dezelfde plaats, zou dit een belletje moeten doen rinkelen. Net daarom is een goede registratie van het inboeten zeer nuttig. De meest

voorkomende problemen zijn: een onaangepaste soort, te diep planten, onzorgvuldige behandeling van het plantgoed tijdens het transport en het planten (uitdroging, beschadigingen, enz.), watertekort of -overlast (door een hoge grondwaterstand of het 'badkuipeffect') en slechte standplaatsomstandigheden (verdichting, gebrekkige mineralenvoorziening, zoutschade, maaischade, enz.). Er moet op elk ogenblik gedurende de levensloop van een boom voldaan worden aan alle standplaatsvoorwaarden die beschreven staan in *F.3.4.1 Kwaliteitsbeoordeling standplaats*. Is dat niet het geval, dan heeft het weinig zin om een nieuwe boom te planten zonder het probleem te verhelpen. Deze is net als zijn voorganger gedoemd om te sterven of in het beste geval jaren kwijnend te overleven.

F.4.1.2 Boompaal en -band

Jammer genoeg zijn de boompaal en de boomband vaak een bron van beschadigingen aan de stam. Hoe vaak zien we niet dat een boom zijn boompaal recht houdt of dat een boom volledig ingesnoerd wordt door een veel te strakke boomband? Misschien waren zowel boompaal als boomband in orde op het moment van de aanplanting, maar schoot de controle gedurende de eerste jaren na aanplanting te kort. Boompaal en -band zouden minstens één keer per jaar moeten gecontroleerd worden, op risicoplantsen zelfs twee maal per jaar. De boompaal wordt gecontroleerd op stevigheid en eventuele verrotting. De boomband wordt gecontroleerd op strakheid en los of vast gemaakt indien nodig.

Los van het feit dat een los staande of verrotte boompaal zijn functie niet vervult, kan hij de jonge boom beschadigen. Als de paal tegen de stam of de takken schuurt, ontstaan wonden. Door aantastingen komen zowel de vorm als de conditie van de jonge boom in het gedrang. Het eindbeeld wordt nooit gehaald en er moeten onnodige kosten gemaakt worden om de boom eventueel te vervangen. Een losgekomen of verrotte boompaal moet weggehaald worden. Enkel als de boom nog ondersteuning nodig heeft, wordt de boompaal vervangen.



Als de boompalen niet op tijd weggehaald worden, kan dit voor beschadigingen zorgen.

Elke boom vertoont diktegroei, waardoor zelfs een goed aangebrachte boomband vroeg of laat zal beginnen knellen en ingroeien. Daardoor worden de vaten afgekneld en wordt de sapstroom gehinderd. Als de boomband later toch verwijderd wordt, blijft de insnoering een zwakke plek, waar bomen vaak afbreken. Zelfs waar geen insnoering gebeurt, kan de aanbindplaats de eerste jaren na het losmaken gevoelig zijn voor afbreken. Bij bomen die zeer strak vast gelegd worden, wordt enkel reactiehout gevormd boven de aanbindplek en niet langs de hele stam en aan de stamvoet. Als de boomband losgemaakt wordt, krijgt de stam plots de hele windbelasting te verwerken. Daardoor kan hij omwaaien,

afknappen of in de lengte inscheuren. Een losgekomen boomband kan voor beschadigingen zorgen doordat de boom tegen de boompaal slaat of schuurt. Ook een boomband die te laag aangebracht is, heeft hetzelfde effect.



De boomband moet op tijd weggehaald of losgemaakt worden, anders knelt hij de stam af. Dit wordt een gevoelige plaats om af te breken.

Normaal gezien is de eigen verankering van de boom voldoende na twee tot drie groeiseizoenen. Dan wordt de boompaal het best weggenomen. Als de boompaal langer blijft staan, vergroot alleen het gevaar dat hij beschadigingen toebrengt aan de boom, terwijl hij eigenlijk geen functie meer heeft. De jonge boom blijft ook afhankelijk van de boompaal voor stevigheid, waardoor de schok als de paal weggenomen wordt alleen maar groter wordt. De boompaal wordt het best volledig weggenomen. Enkel als hij nog gebruikt wordt als bescherming tegen maai- of parkeerschade kan hij worden afgezaagd tot enkele tientallen cm boven de grond. Dit kan enkel als de boompalen voldoende ver van de boom staan, zodat er geen gevaar bestaat op ingroeijing.

F.4.1.3 Kroonontwikkeling

Een tweede punt dat moet gecontroleerd worden gedurende de eerste jaren na aanplanting is de kroonontwikkeling. Als het plantgoed van een goede kwaliteit is, moet bij aanplanting niet gesnoeid worden. Dit wordt het best aangehouden gedurende de hele aanslagfase, dus zolang de boom niet volledig geworteld is en een normale groei vertoont. Pas als de lengte van nieuw gevormde scheuten min of meer 'normaal' is, wordt gestart met de begeleidingssnoei. Voor boomsoorten die gemakkelijk aanslaan (bv. wilg, populier) kan dit al na twee jaar zijn, voor moeilijk aanslaande bomen (bv. eik) kan dit tot vijf jaar duren. Tot zolang wordt snoei het best vermeden, de boom kan zijn energie beter investeren in wortelgroei en het aanleggen van reserves dan in het afgrenzen van snoeiwonden.

De enige snoei die nodig is tussen aanplanting en start van de begeleidingssnoei is het wegnemen van takresten van uitgekomen of afgestorven takken. Als een takvrije stam gewenst is, kan het uitbreken of afsterven van de topscheut een probleem vormen. Een zijscheut zal dan de functie van de topscheut moeten overnemen. De concurrenten van de nieuwe topscheut worden het best weggenomen, maar

daarmee kan gewacht worden tot bij de start van de begeleidingssnoei. Misschien heeft één dominante scheut dan de andere al onderdrukt en is onmiddellijke snoei niet meer nodig. In ieder geval is de nieuwe topscheut dan al wat steviger, zodat de kans op uitbreken daalt. Als tijdens de aanslagfase blijkt dat zelfs met water geven de jonge scheuten uitdrogen, kan het wegsnoeien van eenjarige scheuten de boom helpen om zijn bladvolume in evenwicht te krijgen met zijn beperkte wortelvolume. Bij plantgoed van een goede kwaliteit zijn wortelkluit en kroon in evenwicht. Dergelijke snoei mag dus slechts uitzonderlijk gehanteerd worden.



Een zijscheut zal het hier overnemen van de kwijnende topscheut. Snoei echter niet gedurende de aanslagfase.

Tijdens de aanslagfase, en zeker tijdens het eerste jaar, kan de bladbezetting van de jonge boom wat minder dicht zijn dan normaal. Ook het vertakkingspatroon kan afwijken van het normale vertakkingspatroon van die soort (opgepast: Het vertakkingspatroon van jonge bomen kan verschillen van dat van volwassen bomen van dezelfde soort.). Dit kan een gevolg zijn van de plantschok, maar ook van een probleem met de standplaats of de plantwijze. Een aanhoudende slechte bladbezetting of afwijkend vertakkingspatroon moeten aanwijzingen zijn voor verder standplaatsonderzoek (zie *F.3.4.1 Kwaliteitsbeoordeling standplaats*).

F.4.1.4 Boomspiegel

Bij pas aangeplante bomen is het wortelgestel relatief klein. De boom is voor zijn water- en luchtvoorziening volledig aangewezen op de boomspiegel waaronder zijn beperkte wortelgestel zich bevindt. Om de boom de beste kansen te geven om succesvol aan te slaan, wordt de boomspiegel dan ook het best vrijgehouden van concurrerende onkruiden en grassen. Vooral grassen zijn ernstige waterconcurrenten voor jonge bomen. De boomspiegel kan gehakt en gewied worden, bestrooid met mulch, schors- of houtsnippers of beplant worden met vaste planten. Meer hierover in *F.4.7 Boomspiegel verzorgen*. Ook verdichting (vb. door betreding) en verslemping (vb. door water geven) moeten vermeden of tegengegaan worden.



De boomspiegel van pas geplante bomen wordt het best vrij gehouden van concurrerende grassen en onkruiden.

Als schade optreedt aan de stamvoet door maaiers, auto's of vandalisme, moeten maatregelen genomen worden. Dit wordt uitgebreid behandeld in *F.4.8 Beschermen van bomen*.

F.4.15 Watervoorziening

Hoeveel water moet gegeven worden is afhankelijk van de hoeveelheid water die de boom verdampt. Dit hangt op zijn beurt af van vele factoren: het weer, het doorwortelde bodemvolume en de watervoorraad hierin, de boomsoort en de hoeveelheid bladeren aan de boom. Er is namelijk een groot verschil in bladoppervlakte tussen verschillende pas aangeplante bomen. Nochtans is het nodig om ten minste een schatting te kunnen maken van de waterbehoefte van een boom. Hij moet genoeg water krijgen om te overleven, maar te veel water is even dodelijk als te weinig. Ook vanuit logistiek oogpunt is het belangrijk een schatting van het vereiste watervolume te kunnen maken. Geef minstens 50-100 l water voor bomen met maat 10/12 en schattingen van het vereiste watervolume liggen voor een maat 25/30 tussen 250-500 l per watergift.

Meestal wordt omwille van werkplanning en efficiëntie op ruime tijdsintervallen een grote hoeveelheid water gegeven. Voor volwassen bomen die permanent een watergift vereisen is dit inderdaad de meest aangewezen manier. Zo stimuleer je een diepe beworteling. Voor pas geplante bomen is het beter om regelmatig kleinere hoeveelheden water toe te dienen. Zo wordt vermeden dat de wortelkluit helemaal uitdroogt. Zeker in droge periodes is het aangewezen meermaals per week water te geven aan de jonge bomen, aangezien de wortelkluit in enkele dagen volledig kan uitdrogen. Een stelregel is dat de bodem op een tiental cm onder het maaiveld altijd min of meer vochtig moet zijn. De waterhoeveelheid wordt het best gespreid over enkele rondgangen. Zo krijgt het water de tijd om in te dringen en wordt zuurstoftekort in de wortelzone door een teveel aan water vermeden.

F.4.2 Snoei

F.4.2.1 Waarom snoeien?

Snoeien is zelden noodzakelijk voor de boom zelf. Het wordt meestal gedaan ten behoeve van de mens. Langs wegen worden bomen gesnoeid in functie van verkeer en veiligheid: straatbomen worden van jongs af aan opgesnoeid om de doorgang van auto's en fietsers mogelijk te maken. Vormbomen zoals leibomen worden gesnoeid of geschoren om op een beperkte ruimte toch bomen te kunnen planten of om een bepaalde kunstmatige vorm te verkrijgen. Fruitbomen snoei je om een zo groot mogelijke



opbrengst te krijgen en sierbomen om meer en/of grotere bloemen te krijgen. Houtproductie is soms in landelijke gebieden nog een reden om bomen te knotten of om een takvrije stam na te streven. In een enkel geval is het snoeien van belang voor de boom zelf. Bijvoorbeeld om een afgebroken tak te verwijderen, om fouten in de kroon te corrigeren, bij stormschade of ziekte.



Hier zal begeleidings snoei noodzakelijk zijn om het verkeer niet te hinderen.

Snoeien is voor een boom altijd een belasting: elke snoeiwonde is een verwonding, een opening in zijn beschermende bast die hij moet proberen af te grendelen tegen belagers. De boom moet energie investeren in het afgrendelen van de snoeiwonde terwijl de energiereserves verminderen doordat een deel van die reserves opgeslagen liggen in het hout dat weggezaagd wordt. Een zieke boom wordt niet gezonder door hem flink te snoeien. Houd dit in het achterhoofd voor je de snoeizaag vast neemt.

F.4.2.2 Reactie van een boom op snoei

Een boom kan actief reageren op verwondingen zoals snoeiwonden. Hoe effectief die reactie is, is afhankelijk van tal van factoren: de boomsoort, de conditie van de boom, het tijdstip, de ernst en plaats van de verwonding. Een boom reageert op snoei door de snoeiwonde af te grendelen voor belagers, door de snoeiwonde te overgroeien en door het verstoorde evenwicht tussen kroon en wortels te herstellen. Veel fouten bij het snoeien zijn terug te voeren op een gebrekkig inzicht in dit natuurlijke afweermechanisme van de boom. Fouten kunnen de onderhoudskosten van een boom aanzienlijk verhogen of zelfs leiden tot gevaarlijke stormgevoelige bomen die voortijdig gekapt moeten worden.

F.4.2.2.1 Afgrendeling

Het weghalen van een dode tak heeft geen invloed op de levensprocessen van de boom. Reeds bij het afsterven wordt de tak in de takbasis afgrendeld van het levende deel van de boom. Door het weghalen van het dode hout worden wel de voedingsreserves van micro-organismen of insecten die de boom via de dode tak aanvallen, weggehaald. Dit kan de boom helpen om infectie en rotting te beperken. Bij het snoeien van dood hout mogen de afgrendelingszones in de takbasis dus niet beschadigd worden. Als levende weefsels geraakt worden, moet de boom de nieuwe wonde afgrendelen, net als bij een gewone snoeiwonde.

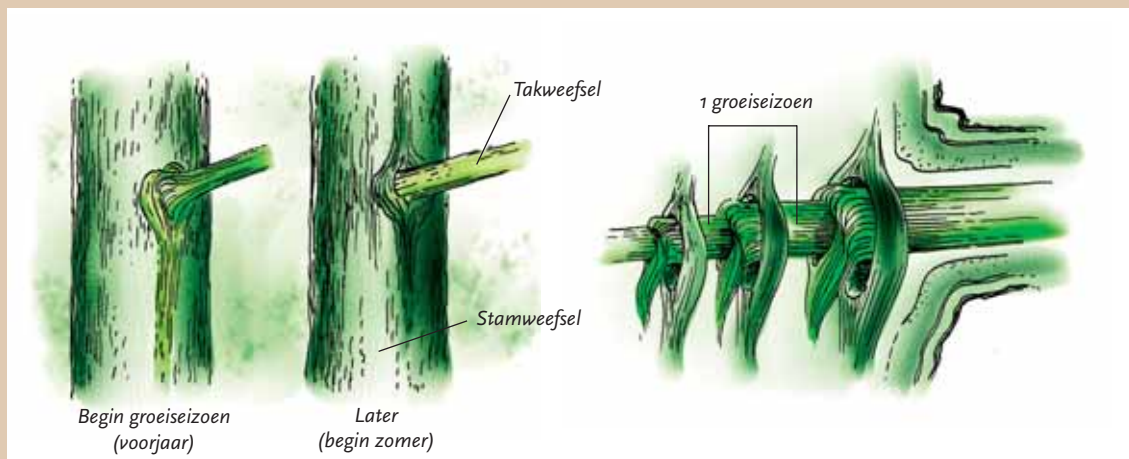
Bij het snoeien van een levende tak wordt het actieve, levende deel van de boom geraakt, wat een actieve reactie opwekt. De wonde wordt door de boom zo snel en zo goed mogelijk afgrendeld, om infectie te voorkomen. Dit gebeurt enkel als de boom actief groeit, tijdens het groeiseizoen. Wonden

die gemaakt worden als de boom in winterrust is, worden pas het volgende groeiseizoen afgrensd. Elke snoeiwonde wordt besmet met schimmelsporen en bacteriën die in grote aantallen rondzweven in de lucht. Of de besmetting ook tot een infectie en eventueel houtrot leidt, hangt af van de efficiëntie waarmee de boom de wonde afgrensd en zo de belager insluit. Een boom kan namelijk niet wegllopen als hij verwond of aangevallen wordt. Daarom sluiten bomen micro-organismen op in een compartiment, een 'hokje'. Dat gedeelte van de boom (en de opgeslagen energiereserves) wordt opgegeven, maar de rest van de boom wordt op die manier misschien gered. De manier waarop dit gebeurt in bomen wordt weergegeven door het CODIT-model. Door op een correcte manier en op het correcte tijdstip te snoeien, geef je de boom de optimale kans om de snoeiwonde zo goed mogelijk af te grenselen en infectie en rot minimaal te houden. Een verkeerde snoeitechniek beschadigt niet enkel takweefsel, maar ook stamweefsel. De afgrensdeling, die normaal in de takbasis gebeurt, wordt zo verstoord. De boom moet de wonde afgrenselen in de stam. Dit doet de balans overslaan in het voordeel van de belagers en zorgt ervoor dat slechte snoeiwonden sterk inrotten.

Takaanhechting

Stam en takken zijn eigenlijk niet fysiologisch met elkaar verbonden, buiten een kleine zone net onder de tak, waar tak- en stamweefsel verweven zijn. En toch is de mechanische verbinding tussen beide zeer sterk en kunnen takken een grote belasting weerstaan. Dit is mogelijk doordat de takaanhechting op een speciale manier gebeurt.

De diktegroei van de tak start eerder dan die van de stam. Net tegen de stam maakt het takweefsel een abrupte draai naar beneden. Slechts een eindje onder de takaanzet vermengt het takweefsel zich met het stamweefsel. Een tak is dus slechts verbonden met het stamweefsel dat zich eronder bevindt, niet met het stamweefsel boven de tak. Als de diktegroei van de tak vertraagt, komt de diktegroei van de stam pas op gang. Het stamweefsel omsluit de reeds gevormde takkraag met een stamkraag. De opeenvolging van tak- en stamkragen maakt dat de aanhechting tussen stam en tak zeer stevig wordt, zonder structureel verbonden te zijn (buiten het weefsel onder de tak). Hieruit blijkt duidelijk dat de takaanzet gedeeltelijk bestaat uit stamweefsel. Net daarom mag deze bij het snoeien niet beschadigd worden. De minimale structurele verbinding tussen stam en takken bevordert een efficiënte afgrensdeling van takwonden.



De takkraag bestaat zowel uit stamweefsel als uit takweefsel. (naar Shigo)

Als beide zijden van de stamkraag niet helemaal bij elkaar komen onder de tak, kan hier een ingezonken zone gevormd worden. Bij het snoeien van de tak zal de callusvorming onderaan de wonde achterwege blijven en zal een dode plek ontstaan. Of dit gebeurt of niet, is grotendeels genetisch bepaald. Bomen met een dergelijke takaanhechting zouden bij de plantkeuring moeten afgekeurd worden, maar meestal treedt dit fenomeen slechts op bij oudere takken, zodat het bij de plantkeuring onopgemerkt blijft.



Bij sommige bomen is er een slechte takaanhechting waarbij beide zijden van de stamkraag niet helemaal bij elkaar komen onder de tak.

De aanhechting van waterlot gebeurt tijdens het eerste groeiseizoen slechts met het dunne laagje hout dat tijdens dat groeiseizoen gevormd wordt. Waterlot is meestal zeer groei krachtig, dicht opeengepakt en steil opgroeiend. Na enkele jaren ontwikkelen zich op korte tijd grote belastingen op een zeer zwakke aanhechting, bestaande uit slechts enkele groeiringen. Daarom vertonen takken uit waterlot een verhoogd risico om uit te breken.

Afgrenseling van wonden in het spinhout (CODIT)

CODIT staat voor *Compartmentalisation Of Decay In Trees*. Het is een model voor de manier waarop een boom belagers zoals schimmels en bacteriën in het spinhout als het ware opsluit in een hokje. Hout dat aangetast is door schimmels, kan de boom niet herstellen. Hij sluit het af van het gezonde hout en geeft het op. Zo verliest hij het gedeelte van zijn energie-reserves die in dat hout opgeslagen liggen, maar slaagt hij erin om te overleven. De afgrenseling is vergelijkbaar met een duikboot die met waterdichte schotten onderverdeeld is in compartimenten. Als de duikboot lekt, wordt één compartiment afgesloten. Dat deel gaat verloren, maar de boot is gered. CODIT vindt enkel plaats in het levende hout van de boom, het spinhout. De afgrenseling is het meest effectief in de jongste weefsels: hoe dieper in het spinhout, hoe zwakker de afgrenseling. Kernhout kan niet actief reageren op een aantasting, het is dood weefsel. Bij een aantal soorten kunnen bij beschadiging of aantasting wel biochemische reacties optreden met de inhoudsstoffen in het kernhout, waardoor ook daar het hout een extra bescherming krijgt. De afgrenseling van wonden en beschadigingen gebeurt op een vergelijkbare manier in de levende weefsels van de stam, de takken en de wortels.

CODIT bestaat uit twee delen.

Deel 1 bestaat uit de veranderingen die plaats vinden in het spinhout dat reeds aanwezig is op het moment van de beschadiging. Een boom vormt drie reactiezones om belagers tegen te houden: één in axiale richting (reactiezone 1), één in radiale richting (reactiezone 2) en één in tangentiale richting (reactiezone 3). Het zijn chemische grenzen, die bestaan uit chemische stoffen die de micro-organismen tegenhouden (afhankelijk van de boomsoort zijn dit fenolen, terpenen, enz.). Reactiezone 1 belet de micro-organismen om zich in de lengterichting te verplaatsen door de vaten of tracheïden te verstopen. Reactiezone 2 belet de verspreiding van buiten naar binnen en omgekeerd. Dit gebeurt ter hoogte van het laathout van elke jaarling. Reactiezone 3 belet de verspreiding binnen een jaarling en wordt gevormd ter hoogte van de

houtstralen. Reactiezone 1 is de zwakste, reactiezone 3 de sterkste. CODIT deel I is een dynamische afgrenzing. De reactiezones kunnen doorbroken worden door de aantasting, waarop de boom nieuwe reactiezones dieper in het hout gaat vormen. Ze ontstaan als een wisselwerking tussen de boom en de micro-organismen. Het wondreactiehout dat het gevolg is van CODIT I, heeft doorgaans een andere kleur en is dood weefsel, net als het kernhout. De verkleuring is nog geen rot, de sterkte is onveranderd gebleven.

CODIT I bestaat uit drie afgrenzelingszones.



Bomen reageren actief op een aantasting of een beschadiging. Ze vormen reactiezones die de uitbreiding van aantasters belet.



CODIT deel II bestaat uit zone 4, de barrièrezone, en wordt enkel gevormd als het cambium beschadigd wordt. Op het moment van de beschadiging zet het cambium speciale cellen af. De barrièrezone scheidt het hout dat aanwezig was op het moment van de beschadiging van het hout dat later gevormd is. De barrièrezone is erg effectief, het is de laatste verdedigingslinie van de boom. Als alle reactiezones doorbroken worden, houdt doorgaans de barrièrezone wel stand. Dan rot slechts het hout binnen de barrièrezone: het hout dat aanwezig is op het moment van de verwonding of aantasting. Het nieuw gevormde hout wordt beschermd. Zo ontstaan scherp afgelijnde holtes of zelfs een volledig holle stam. De barrièrezone kan plaatselijk gevormd worden, dicht bij de verwonding, maar kan ook een gesloten ring vormen. De barrièrezone is een bijzonder sterke afgrenzelingszone, maar is mechanisch wel zwakker dan het omringende hout. Daardoor ontstaan soms ringscheuren langs de barrièrezone.



CODIT II bestaat uit de barrièrezone en wordt gevormd als het cambium beschadigd wordt. Het is een zeer sterke afgrenzingszone.



De barrièrezone scheidt het hout dat aanwezig is op het moment van beschadiging van het cambium van het hout dat gevormd is na de beschadiging.

Hoe effectief de reactiezones zijn, wordt bepaald door tal van factoren. De effectiviteit hangt af van de boomsoort, maar kan binnen de soort sterk verschillen. Ook het tijdstip van verwonding speelt een rol, net als de conditie van de boom. Bomen kunnen wonden slechts actief afgrenzelen tijdens het groeiseizoen. Als de temperatuur lager is dan 10°C, daalt de afgrenzingsnelheid sterk. Buiten het groeiseizoen heeft enkel een passieve afgrenzeling plaats door oxidatie van inhoudsstoffen in de houtcellen. De echte afgrenzeling gebeurt pas tijdens het volgende groeiseizoen. Aangezien wondafgrenzeling een energieverwendend proces is, zullen bomen die in slechte conditie verkeren een zwakkere afgrenzeling vormen. Herhaalde verwonding en afgrenzeling kunnen een boom erg verzwakken. Of de afgrenzeling stand houdt, is ook afhankelijk van de agressiviteit van de 'aanvaller'. Bovendien is er een successie in micro-organismen die een wonde 'bevolken'. Zo kan de boom er in eerste instantie in slagen de infectie te stoppen, maar worden de reactiezones toch doorbroken door een agressiever micro-organisme. De afgrenzeling van wonden is een dynamisch proces, een continue strijd tussen de boom en zijn belagers.

De afgrenzeling van takwonden (snoeiwonden) gebeurt in een 'beschermingszone' in de takbasis. Vooral reactiezone 1 is hier belangrijk. Net daarom is het belangrijk om bij het snoeien de takkraag intact te laten en zeker niet vlak langs de stam te snoeien. Dan wordt deze beschermingszone beschadigd, waardoor de belagers vrije toegang hebben tot de stam.

In de stam kan een kolom wondreactieweefsel geassocieerd zijn met een snoeiwonde of een dode tak. Dit is stamweefsel dat verbonden was met de tak via de takkraag waaruit alle energiereserves zijn weggehaald. Het is dood weefsel, dat niet meer deelneemt aan de levensprocessen (net als kernhout). Meerdere kolommen wondreactieweefsel kunnen overlappen tot een grote kolom. Dit is wat men een 'valse kern' noemt, bijvoorbeeld bij beuk.

De afgrensdeling van snoeiwonden gebeurt in een takbescheringszone in de takkraag.



Meerdere kolommen wondreactieweefsel (geassocieerd met verschillende wonden) kunnen overlappen en zo samen een valse kern vormen.



F.4.2.2.2 Wondweefsel- wondovergroeiing

Snoeiwonden en aantastingen in een boom genezen niet zoals dat bij mens en dier gebeurt. Bomen grendelen af, snoeiwonden en aantastingen worden geïsoleerd van de levende delen van de boom. Nadien wordt er nieuw weefsel gevormd rond de snoeiwonde (of de reeds ontstane holte). Uiteindelijk kan die al dan niet helemaal overgroeid raken. De snelheid waarmee de overgroeiing gebeurt, geeft geen enkele aanwijzing over de effectiviteit van de afgrensdeling. Om rot tegen te gaan is een sterke afgrensdeling veel belangrijker dan een snelle wondovergroeiing. Bomen die snel wonden overgroeien kunnen toch heel slecht afgrensdelen en diep rotten, terwijl goed afgegrensdelde wonden soms slecht overgroeien. Takken die vlak langs de stam zijn afgezaagd, door de takkraag, hebben vaak een zeer sterke wondovergroeiing, maar een slechte afgrensdeling.



Bij een correcte snoeiwonde groeit het callusweefsel rondom de wonde.



Als je doorheen de takkraag snoeit, krijg je een sterke wondovergroeiing, maar een zeer zwakke afgrenzing met rot tot gevolg.

Kort na het ontstaan van een houtwonde vormt het cambium rondom de wonde tijdelijk nieuwe cellen die niet verder evolueren of differentiëren. Dit ongedifferentieerde weefsel wordt callus genoemd. Zo gauw opnieuw bast, cambium en hout gevormd worden, spreken we van wondovergroeiingsweefsel. Bij correct gemaakte snoeiwonden groeit het callusweefsel ringvormig. Soms sterft het cambium iets af, vooral aan de boven- en onderzijde van de wonde. Dan is de callusvorming sterker aan de zijanten van de wonde. Zeker voor stamwonden is dit vaak het geval. Als de wondovergroeiingswallen elkaar raken, kunnen ze vergroeien en zo de wonde dicht maken. Een snelle en volledige overgroeiing is van belang omdat de omstandigheden van een bijna gesloten wonde ideaal zijn voor de micro-organismen:

een constant hoog vochtgehalte en toch zuurstofaanvoer door de kleine restopening. Eenmaal de wonde gesloten is, stopt de zuurstoftoevoer en valt de activiteit van de aërobe micro-organismen stil. De snelheid waarmee de wondovergroeiing op gang komt en de mate van afsterven van het cambium, zijn ondermeer afhankelijk van het snoeitijdstip. Snoeien in het groeiseizoen komt de wondovergroeiing ten goede. Hoe langer de periode tussen snoeitijdstip en groeiseizoen, hoe meer het cambium afsterft en hoe moeilijker de wondovergroeiing op gang komt.

F.4.2.2.3 Evenwicht kroon-wortels

Bij een boom in goede conditie bestaat er een evenwicht tussen kroon en wortels. Dan zijn de vraag en het aanbod van water, mineralen en suikers in evenwicht. Door het snoeien wordt een gedeelte van de bladmassa weggenomen. Het evenwicht wordt verstoord, maar zal zichzelf meestal herstellen. Dit gebeurt door een vertraagde wortelgroei en een sterkere groei van de overblijvende takken. Dezelfde hoeveelheid water en mineralen worden verdeeld over een kleiner aantal twijgen, knoppen en bladeren. Twijgen groeien sneller en ook langer in het seizoen, bladeren worden groter en donkerder. Maar omdat bij snoei een deel van het blad en het hout wordt weggehaald, zullen uiteindelijk het bladvolume en de opgeslagen voedselreserves kleiner zijn dan bij ongesnoeide bomen. Vooral bij het snoeien van jonge bomen is dit het geval. Bij sterke snoei, zeker tijdens de winter, worden ook slapende knoppen of adventiefknoppen geactiveerd. Dit is eveneens een poging van de boom om het evenwicht te herstellen.

F.4.2.3 Werkwijze

F.4.2.3.1 Snoeitijdstip

Het snoeitijdstip is ondermeer afhankelijk van het doel van de snoei, maar als algemene regel geldt dat bomen het best gesnoeid worden in de late lente of de zomer wanneer ze volop in blad staan, zeker bladhoudende bomen en coniferen. Snoeien gebeurt namelijk het best op het tijdstip dat de boom onmiddellijk kan reageren op de verwonding. Dat is – in tegenstelling tot wat nog vaak wordt gedacht – niet tijdens zijn winterrust, maar tijdens het groeiseizoen. Dan kan de boom wonden actief afgrendelen en start de wondovergroeiing onmiddellijk. Reeds eeuwen geleden voelde men dit aan. Maar doorgaans hadden mensen tijdens de winter meer tijd om bomen te snoeien, aangezien in de zomer op het veld moest gewerkt worden. Ook vandaag zijn er nog altijd enkele voordelen om 's winters te snoeien: in tuinen, parken en openbaar groen is er in deze periode minder werk en, doordat er geen bladeren aan de bomen staan, heb je een beter zicht op het werk en is er minder snoeiafval. Ook knotten gebeurt 's winters en fruitbomen vragen een wintersnoei. Nadelen van wintersnoei zijn dat wonden enkel passief afgegrendeld worden en dat de wondovergroeiing pas het volgende groeiseizoen op gang komt. Bij sterk afgrendelende bomen zijn bij een correcte wintersnoei weinig problemen te verwachten, hoewel ook daar zomersnoei de voorkeur geniet. Wat je zeker nooit mag doen, is snoeien wanneer het vriest of wanneer vorst wordt aangekondigd. Als gesnoeid wordt in het groeiseizoen, moet wel rekening gehouden worden met het broedseizoen van de vogels.

Snoeien tijdens het uitlopen en het vallen van het blad doe je beter niet. Het afgrendelen en overgroeien van snoeiwonden en het compenseren van het bladverlies vragen zeer veel energie van de boom. In de lente komt de groei van de bladeren, takken en wortels op gang en heeft de boom alle energiereserves nodig voor het opbouwen van nieuw weefsel. Ook het cambium is in deze periode extra gevoelig, waardoor beschadigingen tijdens het snoeien niet denkbeeldig zijn. Zo kan de schors tijdens het hele groeiseizoen loslaten als ze belast wordt, maar zeker tijdens de lente is ze hiervoor extra gevoelig. Tijdens de herfst worden reservestoffen uit de bladeren opgeslagen in de stam, takken en wortels. Het zijn deze energiereserves die de boom gebruikt om het volgende voorjaar uit te lopen.

Door in de herfst te snoeien laat je de boom niet toe om zijn energiereserves maximaal aan te vullen. Ook de sporendruk in de lucht is in de herfst zeer groot, waardoor de kans op besmetting en infectie van snoeiwonden groter wordt. Om de boom niet onnodig te belasten, is het dus beter het snoeien slechts uit te voeren tijdens de zomer, als de boom volledig in blad staat, of eventueel in de winter, als hij in winterrust is.

Een aantal boomsoorten is gevoelig voor 'bloeden'. Het gaat om water dat uit het houtweefsel 'gestuwd' wordt door worteldruk. Als het bloeden beperkt blijft, verzwakt het de boom slechts weinig. De waterstroming beperkt zelfs de kans op infectie van de snoeiwonde. Hevig en langdurig bloeden vertraagt wel de callusvorming onder de snoeiwonde en in enkele gevallen treedt bast schade op. De kans op bloeden bestaat vanaf het moment van herfstverkleuring tot de boom volledig in blad staat. Het is dus aangewezen om deze soorten alleen te snoeien in de zomer. Dit geldt ondermeer voor esdoorn, berk, beuk, valse Christusdoorn, haagbeuk, goudenregen, paardenkastanje, notelaar, populier en vleugelnoot. Verwar het bloeden na snoei niet met slijmvloed of bloedingsziekte, die beide het gevolg zijn van een aantasting.

Ook soorten die gevoelig zijn voor het meniezwammetje (*Nectria cinnabarina*) worden het best in de zomer gesnoeid (o.a. esdoorn, iep, linde en paardenkastanje). Meidoorn, Sorbus, appel, peer en kers mogen nooit in het najaar of de winter gesnoeid worden om het risico op loodglans (*Chondrostereum purpureum*) tot een minimum te beperken.

Aangezien het snoeitijdstip ook invloed heeft op de mate waarin hergroei mag verwacht worden, wordt het snoeitijdstip ook bepaald door het doel van de snoei. Wintersnoei levert meer nieuwe scheuten op uit slapende of adventiefknoppen, zeker als er sterk gesnoeid wordt. Bomen knotten of kandelaren gebeurt dus altijd 's winters. Als dit soort snoei tijdens de zomer zou gebeuren, is de kans op afsterven van de boom zeer groot, hij heeft dan te weinig energiereserves om zijn bladmassa te herstellen. Ook fruitbomen hebben een wintersnoei nodig om zoveel mogelijk vruchthout te vormen. Bij sierbomen kan het snoeitijdstip aangepast worden aan het bloeitijdstip. Vroegbloeiende soorten worden onmiddellijk na de bloei gesnoeid, laatbloeiende soorten meestal 's winters of vroeg in het voorjaar. De meeste andere snoeitechnieken kunnen beter in de zomer uitgevoerd worden om de vorming van waterlot te vermijden. Waterlot wegsnoeien gebeurt het best in de zomer. Dan is de hergroei minimaal.

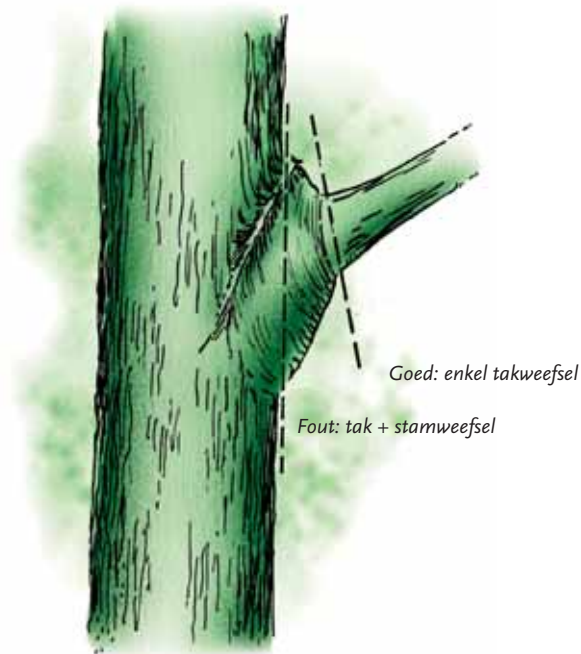


Sterke snoei kan veel waterlot geven, waardoor de kroonstructuur vernietigd wordt.

F.4.2.3.2 Snoeitechniek

Bij het snoeien moet zoveel mogelijk rekening gehouden worden met de natuurlijke processen in de boom. Door correct te snoeien, verloopt het natuurlijke afgrenselings- en overgroeingsproces optimaal. Er bestaat slechts één correcte plaats om een tak weg te snoeien: vlak achter de takkraag, de overgangszone tussen stam en tak. De al dan niet verdikte takkraag bevat zowel tak- als stamweefsel. Wordt deze tijdens het snoeien beschadigd (bv. door vlak langs de stam te zagen), dan wordt niet enkel takweefsel weggenomen, maar wordt ook een stamwonde gemaakt. Dit zorgt voor infectie en inrotting van de stam. De takkraag is bij sommige soorten duidelijker te zien dan bij andere en is bij de sommige takken gemakkelijker te vinden dan bij andere.

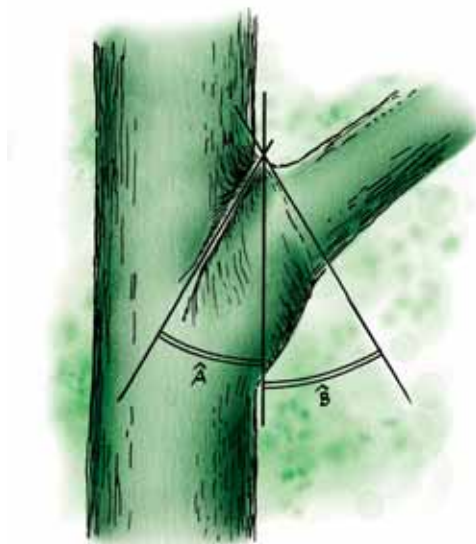
De takkraag bestaat zowel uit tak- en stamweefsel en mag niet beschadigd worden bij het snoeien



De takkraag is bij sommige boomsoorten duidelijker te zien dan bij andere.



Start bij het snoeien met de snoeizaag of –schaar in de takkoxsel, buiten de bastrichel. Snoei schuin naar beneden, net buiten de takkraag. Als deze verdikt is, is er meestal geen probleem. Waar ze niet zichtbaar is, spiegel je het best de bastrichel rond de loodrechte uit de takkoxsel (zie figuur). Bij twijfel zaag je beter iets te ver naar buiten dan naar binnen. De takkraag moet intact blijven. Laat nooit 'uit zekerheid' takstompen staan. Dit bemoeilijkt de wondovergroeiing en levert een schuilplaats en voedingsreserves voor belagers die de boom aanvallen via de snoeiwonde. Dikke takken worden het best eerst op stomp gezaagd, waarna de stomp afgezaagd wordt net buiten de takkraag. Het inzagen van de tak aan de onderzijde om het inscheuren van de bast onder de snoeiwonde te vermijden, heeft meestal niet het gewenste effect. Je zaagt beter de tak in aan beide zijkanten, waarna hij eenvoudig kan afgekraakt worden.



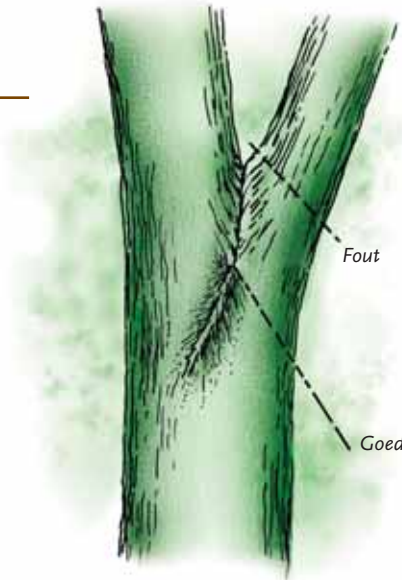
Als de takkraag niet zichtbaar is, spiegel je de bastrichel rond de loodrechte uit de takkoxsel. Snoei bij twijfel liever iets te ver naar buiten dan naar binnen.



Zo ziet een correct gesnoeide tak eruit.

Bij steil aangehechte takken of plakoksels ligt de plaats waar beide takken of stammen samenkomen lager dan je op het eerste zicht zou denken. De zaagsnede zou moeten eindigen net buiten de reële aanhechtingsplaats. Als er onvoldoende plaats is in de oksel, kan van onder naar boven gezaagd worden. Beschadig nooit de overblijvende tak of stam, zaag dan liever iets te ver naar buiten.

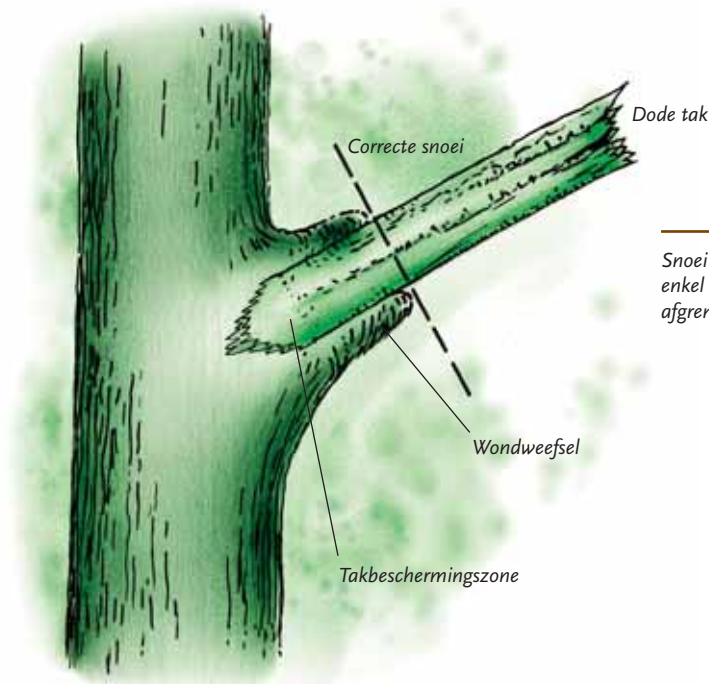
Bij steil aangehechte takken ligt de takkraag dieper dan je zou verwachten.



Het weghalen van dode takken is meestal gemakkelijker omdat de takkraag hier duidelijk is. Het weghalen van dode takken wekt geen reactie op bij de boom, de tak is reeds afgegrensd. Beschadig geen levend takweefsel zoals reeds aanwezig wondweefsel, zelfs als dit betekent dat je een kleine stomp moet laten staan. Zeker bij oude bomen en dikkere takken is dit van belang. Zaag je toch de levende takstomp af, dan doorbreek je de afgrenselingszones, wat vergelijkbaar is met een nieuwe snoeiwonde. Je opent opnieuw de weg voor belagers en verplicht de boom nieuwe reactiezones aan te leggen, dieper in het hout. De kans op infectie en inrotting zijn navenant.

Een dode tak geeft duidelijk aan waar gesnoeid moet worden.





Snoei bij reeds overgroeïende dode takken enkel dood hout weg, zo beschadig je geen afgrenselingszones.

Snoei in één snoeibeurt nooit meer dan 20% van het bladvolume weg. Als dit overschreden wordt, dan zal de boom proberen om het evenwicht tussen zijn kroon en zijn wortels te herstellen door nieuwe scheuten te vormen uit slapende knoppen en adventiefknoppen. Het gevolg is dat de snoeiwonde of zelfs andere takken of de stam volledig overdekt worden met waterlot. Deze reactie is bij wintersnoei sterker dan bij zomersnoei. Sommige geslachten zijn hier extra gevoelig voor (bv. kastanje, meidoorn, trompetboom, appel, peer, populier, Sorbus, enz.). Deze geslachten snoei je het best 's zomers en het snoeien wordt het best tot een minimum beperkt of over meerdere jaren gespreid. Zelfs bij achterstallige snoei wordt het best nooit meer dan 20% van het bladvolume weggenomen. Dit kan al bereikt zijn door het wegnemen van één zware tak. Om het snoeivolume te beperken, kunnen zware takken in eerste instantie ingekort worden, om bij de volgende snoeibeurt volledig weggenomen te worden.

Om het risico op infectie en rot te beperken, moet de diameter van de gesnoeide takken zo klein mogelijk blijven. Omdat de boom wonden enkel actief kan afgrenselen in het levende spinhout, worden het best geen takken gesnoeid waarin al kernhout aanwezig is. Een algemene stelregel is dat takken mogen gesnoeid worden tot ze polsdik zijn, dit is ongeveer 8 cm diameter. Voor sterke afgrenselers en soorten met veel spinhout mag dit iets meer zijn. Bij zwakke afgrenselers of soorten die snel kernhout vormen beter iets minder. Als je een kettingzaag nodig hebt om te snoeien, is dit een teken dat er te dikke takken weggenomen worden. Snoei dikkere takken alleen als het echt niet anders kan, bijvoorbeeld bij achterstallige snoei. Bij achterstallige begeleidingssnoei kunnen trouwens zelden alle problemen in één snoeibeurt opgelost worden zonder meer dan 20% van het bladvolume weg te nemen. Spreid de snoeiwerken over meerdere jaren en begin met de dringendste takken. Wordt toch een groot bladvolume ineens gesnoeid, dan zal het resultaat een felle hergroei-reactie zijn van de boom, met waterlot op stam en takken. Het gevormde waterlot kan de volledige kroonstructuur verstoren en het snoeiwerk voor de volgende jaren sterk vergroten.

Als er te veel gesnoeid wordt, zeker in de winter, vormt zich waterlot op de snoeiwonden.



F.4.2.4 Begeleidingssnoei

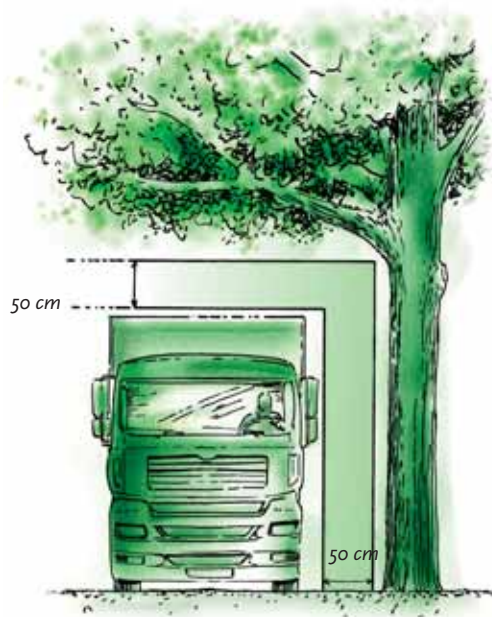
In het eindbeeld van een boom is soms uit esthetische of veiligheidsredenen een takvrije stam vastgelegd, bijvoorbeeld bij straat- en laanbomen. Door begeleidingssnoei krijg je een rechte, fout- en takvrije stam en een evenwichtige kroon. Om dit te bereiken worden de laagste takken en alle probleemtakken weggesnoeid tijdens regelmatig terugkerende snoeibeurten. Eenmaal de vereiste takvrije stamlengte bereikt is, houdt de begeleidingssnoei op en vermindert de hoeveelheid snoeiwerk aanzienlijk. Bij sommige bomen is geen takvrije stam vereist, bijvoorbeeld bij een solitaire parkboom die zijn natuurlijke groeivorm mag aannemen. Als er geen takvrije stam moet zijn, is ook geen begeleidingssnoei nodig.

F.4.2.4.1 Vrije doorrijhoogte - takvrije stamlengte

Om de weggebruikers niet te hinderen, moeten wegen over een zekere breedte en hoogte obstakelvrij zijn. Dit wordt vastgelegd in het gabariet van de weg, de doorsnede van de obstakelvrije ruimte. De maten daarvan zijn afhankelijk van het type weg: het gabariet van een autosnelweg is breder en hoger dan dat van een veldweg. De hoogte van het gabariet, ook de vrije doorrijhoogte genoemd, is afhankelijk van het type weggebruiker. Langs wegen zal de vrije doorrijhoogte groter moeten zijn dan langs een fiets- en wandelroute.

- Voor auto's en vrachtwagens is een vrije doorrijhoogte van minstens 4,5 m vereist.
- Voor wandelaars en zeker voor fietsers is een vrije hoogte van 3 m vereist, daar is nog een bijkomende 'schrikhoogte' van toepassing. Eventueel kan hiervoor een gemeentelijke verordening bestaan.

De vrije doorrijhoogte moet gegarandeerd zijn van aan de rand van de weg recht omhoog. Bijkomend kan een veiligheidszone van minstens een halve meter gehanteerd worden waarin het best geen takken of stam voorkomen.



Vanaf de rand van de weg is een vrije doorrijhoogte vereist (bij voorkeur met een veiligheidsmarge).

De vrije doorrijhoogte is niet gelijk aan de lengte van de takvrije stam. Bij oudere bomen hangen de lage takken vaak enkele meters door. De mate waarin dit gebeurt, is afhankelijk van de boomsoort: bijvoorbeeld bij linde, plataan en populieren hangen de lage takken sterk door. De takvrije stam moet daarom minstens 2-3 m groter zijn dan de vereiste vrije doorrijhoogte. Voor straatbomen betekent dat dus een stamlengte van 7-8 m, voor bomen langs een fiets- of voetpad minstens 5-6 m. Als hier geen rekening mee gehouden wordt, zullen op latere leeftijd toch nog dikke takken moeten weggehaald worden en zullen de snoeikosten opnieuw sterk oplopen om de vrije doorrijhoogte te garanderen.



Bij oudere bomen kunnen takken sterk doorhangen. Hou hier rekening mee bij het bepalen van de vereiste takvrije stamlengte.

Houd bij de boomsoortkeuze rekening met de vereiste takvrije stamlengte. Bomen van tweede of derde grootte zullen vaak niet voldoende hoog zijn om naast een weg geplant te worden. Ook bolvormen of zuilvormen zorgen vaak voor problemen met de vrije doorrijhoogte, zeker als de takvrije stam beperkt is tot de enthoogte. Ze groeien bovendien vaak breder uit dan verwacht. Waar een takvrije stam gewenst is, worden het best onderveredelde bomen gebruikt.

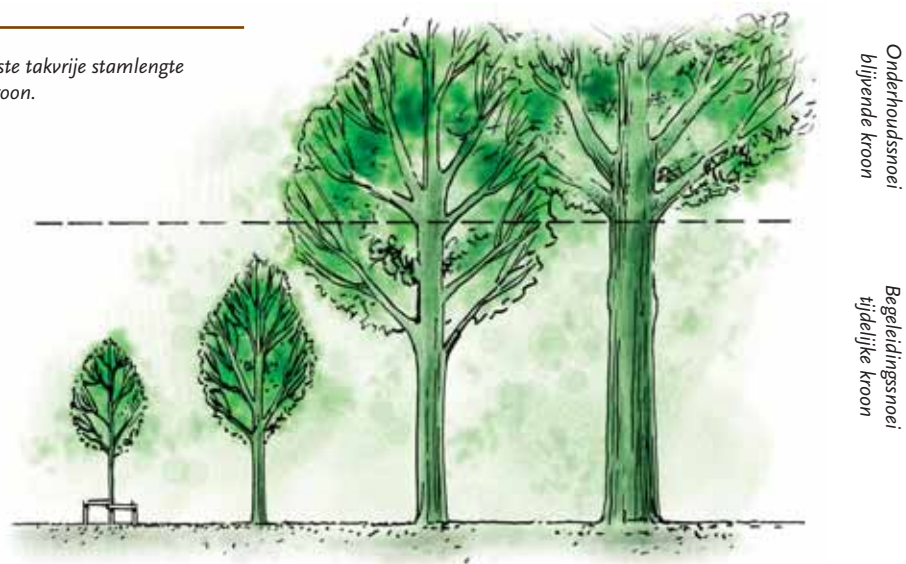
Deze fastigiata haagbeuken zullen moeilijk op te snoeien zijn.



F.4.2.4.2 Tijdelijke kroon

Alle takken met een takaanzet beneden de uiteindelijke takvrije stamlengte behoren tot de tijdelijke kroon. Al deze takken worden in de loop van de begeleidingsnoei verwijderd. Bij een pas aangeplante straatboom zullen alle takken waarschijnlijk behoren tot de tijdelijke kroon. Eenmaal de takvrije stamlengte bereikt is, spreken we van de blijvende kroon. In de blijvende kroon is nog slechts sporadisch onderhoudssnoei nodig.

Alle takken onder de vereiste takvrije stamlengte behoren tot de tijdelijke kroon.



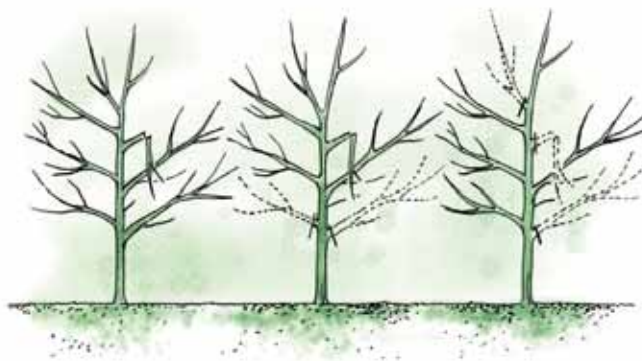
F.4.2.4.3 Werkwijze

Met de begeleidingssnoei wordt gestart als de boom na het aanplanten terug een normale scheutlengte vertoont. Dit geeft aan dat de boom aangeslagen is. Voor gemakkelijk wortelende soorten zoals wilg en populier zal dat al 2 jaar na de aanplanting zijn. Voor soorten die moeilijker aanslaan zoals es of eik, kan dat enkele jaren langer duren. Correctiesnoei in het eerste jaar na aanplanting, waarbij fouten in de kroon gecorrigeerd worden, is bij een goede plantkeuring slechts zelden vereist. Spreid de begeleidingssnoei over snoeibeurten die elke 2-3 jaar plaats hebben. Door een dergelijke korte omlooptijd aan te houden, is het mogelijk om de ingreep beperkt te houden. Ook worden zo probleemtakken op tijd weggehaald. Als dit niet gebeurt, kan de kroonontwikkeling verstoord worden en krijg je grote snoeiwonden.



Als begeleidingssnoei achterwege blijft, creëer je probleemsituaties.

Snoei niet automatisch bij elke snoeibeurt de onderste takken weg. Zoek eerst alle probleemtakken in de tijdelijke kroon, van boven naar beneden. Zo detecteer je probleemtakken zo vroeg mogelijk en kun je deze in een vroeg stadium weghalen (omwille van het werkgemak gebeurt het snoeien zelf wel van onder naar boven). Probleemtakken boven in de tijdelijke kroon hebben bij het snoeien voorrang op normale takken onderaan. Per snoeibeurt wordt nooit meer dan 20% van het bladvolume weggenomen, bij bomen die niet in optimale conditie zijn nog minder. Takken worden in principe helemaal weggehaald. Bij uitzondering kan een tak eerst ingekort worden om zijn diktegroei te beperken, maar tegelijk het snoeivolume beperkt te houden. Bij een volgende snoeibeurt wordt de tak helemaal weggehaald. Als niet alle probleemtakken in één snoeibeurt kunnen verwijderd worden, worden eerst die bovenin de tijdelijke kroon aangepakt. Hierna volgt een opsomming van mogelijke probleemtakken.



Situatie

Fout

Goed

Haal eerst alle probleemtakken weg voor je start met het vergroten van de takvrije stamlengte.

F.4.2.4.3.1 Dode en aangetaste takken

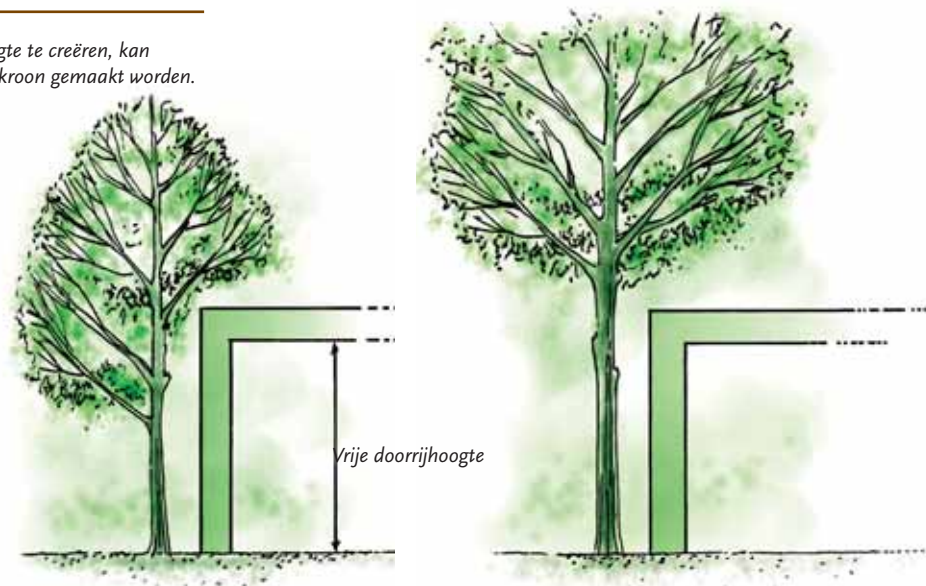
In principe mogen bij jonge bomen weinig of geen dode en aangetaste takken voorkomen. Dode en aangetaste takken worden weggehaald omdat ze een risico opleveren voor hun omgeving en omdat ze een voedingsbron bieden aan micro-organismen die de wonde infecteren. Komen dode en aangetaste takken veelvuldig voor bij jonge bomen, dan moet in eerste instantie gezocht worden naar de oorzaak. Vaak gaat het om slechte standplaatsomstandigheden, zoals lichtgebrek.



F.4.2.4.3.2 Gebroken en beschadigde takken

Takken kunnen op vele manieren beschadigd worden: door een storm, ijzel, vandalisme, aanrijding.... Verwijder de takresten volledig of tot op een zijtak. Als het gaat om aanrijtschade doordat de tak zich in de vereiste takvrije zone bevond, wordt deze het best volledig verwijderd. Eventueel kan een tijdelijk onevenwicht aangehouden worden, waarbij meer takken aan de straatzijde worden weggenomen. Zo wordt niet teveel ineens gesnoeid, maar wordt toch zo vlug mogelijk de vrije doorrijhoogte gerealiseerd. Bij de volgende snoeibeurten wordt het evenwicht hersteld.

Om vlugger de vrije doorrijhoogte te creëren, kan tijdelijk een onevenwicht in de kroon gemaakt worden.



F.4.2.4.3.3 Wrijf- of schuurtakken

Takken die tegen elkaar wrijven, vertonen misvormingen en bastschade, waardoor de kans op infectie vergroot. Om dit te vermijden wordt het best een van de takken zo vroeg mogelijk weggehaald.



F.4.2.4.3.4 Plakoksels

Bij een plakoksel is er geen hechte vergroeiing tussen tak en stam of tussen twee toppen. Tussen beide is er ingegroeide bast aanwezig. Daardoor bestaat het risico dat de plakoksel op latere leeftijd uitscheurt onder zijn eigen gewicht of door een plotse windbelasting. Een plakoksel herken je doordat de bastrichel niet naar buiten, maar naar binnen groeit. Plakoksels komen voor bij steil aangehechte takken of een dubbele top. Takoksels kunnen ook pas na verloop van tijd veranderen in een plakoksel. Sommige soorten hebben sterk de neiging om veel plakoksels te vormen (bv. zilverlinde, *Tilia tomentosa*). Ook zuilvormige variëteiten vormen door hun steile takstand vaak plakoksels. Als reeds bij het plantgoed plakoksels voorkomen, moet dit altijd afgekeurd worden. Deze bomen zullen altijd opnieuw plakoksels ontwikkelen.



Bij een plakoksel komt er ingesloten bast voor. Als deze takken uitgroeien, vertonen ze een groot risico om uit te scheuren.

Meer over de risicobeoordeling van plakoksels bij oudere bomen vind je in *F.4.4 Boomcontrole*.

F.4.2.4.3.5 Zuigers en elleboogtakken

Een zuiger is een steil omhoog groeiende tak; een elleboogtak kromt zich op enige afstand van de stam naar boven en groeit daar door de kroon heen. Vaak concurreren zuigers of elleboogtakken met de top. Door hun steile stand hebben ze veel bladmassa en een goede groei. Als ze te laat weggehaald worden, krijg je grote snoeiwonden en vallen er grote gaten in de kroon. Bovendien kan zich bij een zuiger een plakoksel ontwikkelen. Soorten die gemakkelijk zuigers of elleboogtakken vormen zijn o.m. esdoorn, meidoorn, beuk, kers (zeker *Prunus cerasifera*), valse acacia en iep.

elleboogtak



zuiger

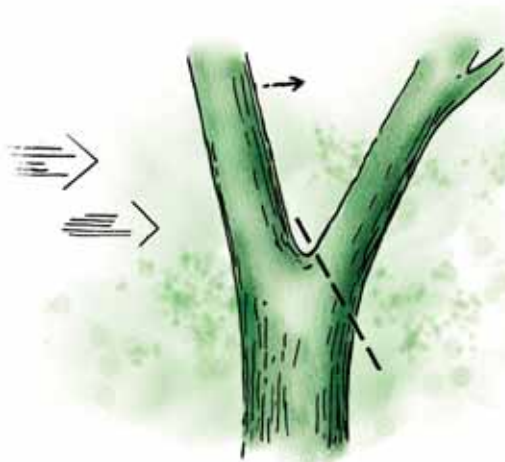


F.4.2.4.3.6 Dubbele toppen

Een dubbele top ontstaat doordat twee knoppen zich tegelijk ontwikkelen, eventueel na afsterven van de eindknop. Sommige steil opgroeiende takken (zuigers) kunnen ook gaan concurreren met de harttak. Als één takvrije stam gewenst is, mag slechts een van de concurrenten overblijven. Als het om een zuiger gaat, wordt deze altijd verwijderd. Bij echte dubbele toppen blijft de sterkst ontwikkelde top of degene die het rechtst naar boven groeit, behouden. Als er tussen twee min of meer gelijkwaardige toppen moet gekozen worden, wordt de meest westelijke of de meest noordelijke behouden. Zo maakt de overblijvende top het minste kans om uit te scheuren en het meeste kans om recht te groeien.

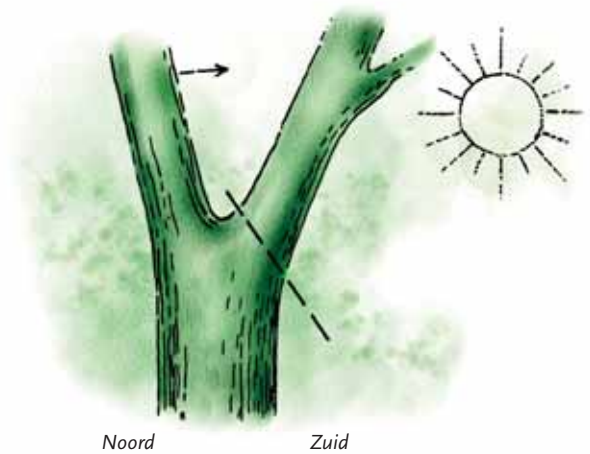


Dubbele top



West

Oost



Noord

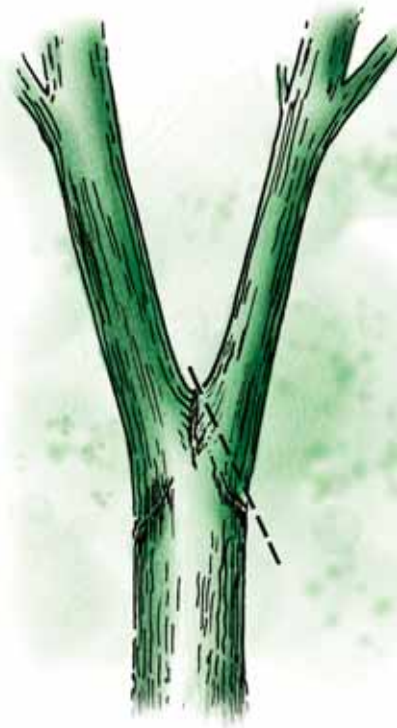
Zuid

Behoud bij gelijkwaardige toppen altijd de meest westelijke of meest noordelijke top.

Bij de aanhechting tussen stam en tak is er een duidelijke hiërarchie. Bij een dubbele top is die er niet: elke top is gelijkwaardig en bestaat uit stamweefsel. Er is dus geen takkraag. Bij het weghalen van een dubbele top wordt altijd een stamwonde gemaakt (je topt de boom half). Aangezien de beschermingszone in de takaanzet er niet is bij dubbele toppen, is het risico op infectie en inrotting veel groter dan bij het snoeien van een tak. Het weghalen van dubbele toppen moet dan ook zo vroeg mogelijk gebeuren, bij voorkeur als de takken nog maar duimdik zijn. Bij het snoeien mag de overblijvende top niet beschadigd worden. Snoei net buiten de bovenste en onderste bastrichel. Snoei bij twijfel liever iets te ver naar buiten dan naar binnen. Bij dunne (eenjarige) scheuten mag een klein stompje blijven staan, zo vermindert de kans op uitscheuren van de overblijver.

Snoei net buiten de binnenste en buitenste bastrichel.

Laat bij het snoeien van dunne dubbele toppen een klein stompje staan, zo vermindert de kans op uitscheuren.



F.4.2.4.3.7 Takparen - takkransen

Takparen en takkransen bestaan uit twee of meer takken die (ongeveer) op dezelfde hoogte op de stam ingeplant staan. Als alle takken in één snoeibeurt verwijderd worden, komen er te veel snoeiwonden te dicht bij elkaar voor, dit bemoeilijkt de sapstroom. Verwijder takparen of -kransen daarom altijd gespreid over meerdere snoeibeurten. Begin met de dikste tak. Es, boskers en sommige populierenklonen vormen vaak takparen of -kransen.

Verwijder takparen of -kransen gespreid over meerdere snoeibeurten.



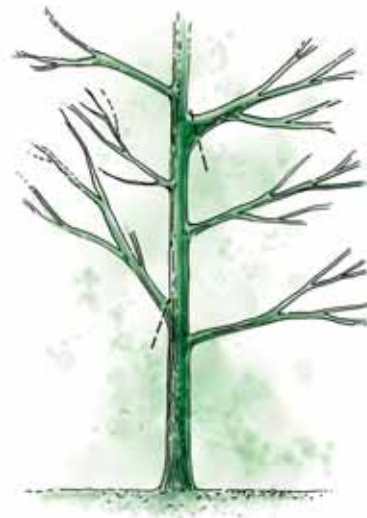
Soms vergroeiën takken die heel dicht bij elkaar staan aan de basis. Snoei daarom zo snel mogelijk één van beide weg om te vermijden dat er later een grote snoeiwonde ontstaat. Onder meer eik en linde zijn hier gevoelig voor.



Soms komen takken voor met een vergroeide takbasis, zoals bij deze linde. Snoei zo snel mogelijk een van beide weg.

F.4.2.4.3.8 Dikke of groeikrachtige takken

Bij de kwaliteitskeuring is reeds gesteld dat dikke takken nooit boven dunnere takken mogen voorkomen. Komen deze toch voor of ontwikkelen ze zich zo dat ze de tijdelijke kroon overheersen, dan moeten ze weggehaald worden. Ook bij de 'normale' takken onderaan in de tijdelijke kroon, worden eerst de dikste of de meest groeikrachtige takken gesnoeid. Zo vermijd je dat er te grote snoeiwonden ontstaan.



Haal eerst de dikke en groeikrachtige takken uit de tijdelijke kroon weg.

Als je moet kiezen tussen een horizontale of een steil aangehechte tak, snoei dan eerst de steile tak. Deze zal namelijk een sterkere diktegroei kennen dan een horizontale tak, waardoor hij bij de volgende snoeibeurt een grotere wonde zou achterlaten.

F.4.2.4.3.9 Waterlot of waterscheuten

Waterlot ontstaat doordat slapende knoppen of adventiefknoppen op de stam of de takken uitlopen. Slapende knoppen zijn bestaande, maar niet uitlopende knoppen. Ze worden als het ware meegevoerd doorheen het hout van de boom, waarbij ze een knopspoor achterlaten. Adventiefknoppen worden nieuw gevormd in het cambium, meestal na een verwonding.

Waterlot



Waterlotvorming is meestal een reactie op te sterke snoei, verslechterde standplaatsomstandigheden of plotse vrijstelling. Dan probeert de boom met het waterlot zijn bladoppervlakte te herstellen of te profiteren van het vele licht dat hij plots krijgt. Is het waterlot een gevolg van de slechte standplaatsomstandigheden, dan moeten deze eerst verbeterd worden. Enkel het wegsnoeien van het waterlot brengt geen oplossing. Gaat het om overmatige snoei of vrijstelling, geef de boom dan eerst de kans om te 'wennen' aan de nieuwe omstandigheden. Verwijder vervolgens het waterlot geleidelijk, in verschillende snoeibeurten. Om de hergroei zo klein mogelijk te houden, gebeurt dit het best midden in de zomer. Jonge takken kunnen met een korte neerwaartse ruk uit de stam getrokken worden. Dit laat wel een kleine stamwond achter, maar heeft als voordeel dat er geen hergroei zal zijn op dezelfde plaats. Dat kan wel het geval zijn als het waterlot weggesnoeid wordt. Zijn de takken al wat ouder, dan is snoeien de enige optie.

Waterlot is meestal zeer groeikrchtig en groeit steil omhoog, maar het heeft een zwakke aanhechting aan de stam. Als dergelijke takken de kans krijgen om door te groeien, bestaat er een verhoogd risico op uitscheuren.

F.4.2.4.4 Achterstallige snoei

Er bestaat een eenvoudige vuistregel om te bepalen of er sprake is van achterstallige begeleidings-snoei: als de diameter van de dikste takken in de tijdelijke kroon in centimeter groter is dan de lengte van de boom in meter, dan is er achterstallige snoei. Een boom van 5 m hoog mag dus geen takken dikker dan 5 cm in de tijdelijke kroon hebben. Als bij achterstallige begeleidings-snoei alle probleem-takken samen meer dan 20% van het bladvolume uitmaken, wordt de snoei het best gespreid over verschillende snoeibeurten. Neem eerst de probleemtakken weg die de blijvende kroon hinderen, de takken bovenin. Als teveel ineens gesnoeid wordt, zal er het volgende jaar waterlot verschijnen rond de snoeiwonde of zelfs op de stam en takken.

F.4.2.4.5 Bemantelings snoei

Soorten met een dunne bast, die gevoelig zijn aan schorsbrand, worden het best aangeplant met een bemanteling van fijne twijgjes op hun stam. Pas als de jonge boom in staat is om met zijn kroon zijn eigen stam schaduw te geven, wordt de mantel geleidelijk weggesnoeid. Om te vermijden dat de bemantelingstwijgen te zwaar worden, moet tijdens de begeleidingssnoei ook een bemantelings snoei uitgevoerd worden. Hierbij worden de dikste en meest groeiachtige takjes op de stam weggehaald. Zo worden de snoeiwonden nooit groter dan enkele cm. Eventueel kunnen deze takken ook tijdelijk ingekort worden of kan de eindknop afgesnoeid worden om de twijgen in de mantel klein en gedrongen te houden.



De bemantelingstwijgen worden klein en gedrongen gehouden door de bemantelings snoei.

F.4.2.5 Onderhouds snoei

Snoei in de blijvende kroon moet tot een minimum beperkt blijven en is een uitzondering, geen regel. De meeste takken die in de tijdelijke kroon als 'probleemtakken' bestempeld worden, mogen in de blijvende kroon gerust blijven zitten. Ze maken deel uit van de habitus van een boom. Dubbele toppen, takkransen, elleboogtakken enz. vormen vaak geen probleem in de blijvende kroon. De probleemtakken die een bedreiging kunnen vormen voor het voortbestaan van de boom of de omgeving, kunnen wel weggehaald worden. Eenmaal de vereiste takvrije stamlengte bereikt is, vermindert het snoeiwerk dus aanzienlijk en moet slechts sporadisch ingegrepen worden.



In de blijvende kroon mogen takken blijven zitten die in de tijdelijke kroon weg gesnoeid zouden worden, ze maken deel uit van de habitus van de boom.

Onderhoudssnoei gebeurt meestal omwille van de veiligheid en hangt dan nauw samen met de aanwezigheid van mensen en hun activiteiten. Het doel is schade te voorkomen. Breukgevoelige takken worden verwijderd of door snoei veiliger gemaakt: dode, kwijnende, aangetaste of beschadigde takken, plakoksels, enz. Dit is het meest voorkomende type van snoei bij straatbomen. Ook een verzwakte stamstructuur (rot, scheuren, holtes, enz.) of wortelschade (door bouwwerken, enz.) kan een reden zijn om in te grijpen in de blijvende kroon.

Om de mechanische belasting op stam en takken te verkleinen en de kroon transparanter en luchtiger te maken, kan op verschillende manieren te werk gegaan worden: uitlichten, uitdunnen of innemen. Elk van deze ingrepen heeft slechts een tijdelijk effect en moet regelmatig herhaald worden.

Een boom heeft soms onvoldoende bovengrondse groei ruimte door een verkeerde soortkeuze of een veranderde omgeving, bijvoorbeeld nieuwbouw. Een boom kleiner maken behoort niet tot de onderhoudssnoei en een boom kan niet door één snoeibeurt permanent kleiner gemaakt worden. Toch is dat wat men nu vaak probeert: alle gesteltakken worden afgezaagd of de boom wordt getopt. Een dergelijke ingreep getuigt van een geringe kennis van de boombiologie, want ze leidt zonder uitzondering tot rot en een verhoogd risico op schade. Deze bomen vragen een intensief onderhoud. Door telkens opnieuw te snoeien in de blijvende kroon verandert de onderhoudssnoei weer van een sporadisch naar een systematisch uit te voeren werk. Zowel vanuit het standpunt van de boom (herhaalde snoeiwonden) als de mens (financieel en logistiek) moet dit dan ook zoveel mogelijk vermeden worden. Het afzagen van gesteltakken en het toppen van bomen is zelden te verantwoorden binnen het Harmonisch Park- en Groenbeheer. Vaak is het beter dergelijke bomen te vervangen door een aangepaste soort met een kleinere kroon.

F.4.2.5.1 Probleemtakken in de blijvende kroon

Plakoksels, wrijftakken, zuigers en elleboogtakken kunnen ook in de blijvende kroon problemen opleveren omdat ze een verhoogd risico vertonen om uit te breken. Haal ze zo vroeg mogelijk weg. Vaak zijn ze echter reeds zodanig uitgegroeid dat ze een groot deel van de kroon uitmaken. Door ze weg te halen krijg je grote snoeiwonden en een onevenwichtige kroon. Dan is het aangewezen om de takken in te nemen, waardoor ze minder sterk groeien en minder windbelasting krijgen. Dit kan gecombineerd worden met een losse kroonverankering. Als bij wrijftakken de bast schade reeds op beide takken is gevorderd is en er gevaar is dat de takken uitbreken, worden ze het best allebei verwijderd. Als de wrijftakken vergroeid zijn, is het probleem opgelost: ze schuren niet langer tegen elkaar. Dit kan ook kunstmatig bekomen worden door ze aan elkaar vast te maken, eventueel met een kleine pin die aan de binnenzijde in beide takken vast gemaakt wordt. Na verloop van tijd groeien beide takken aan elkaar.

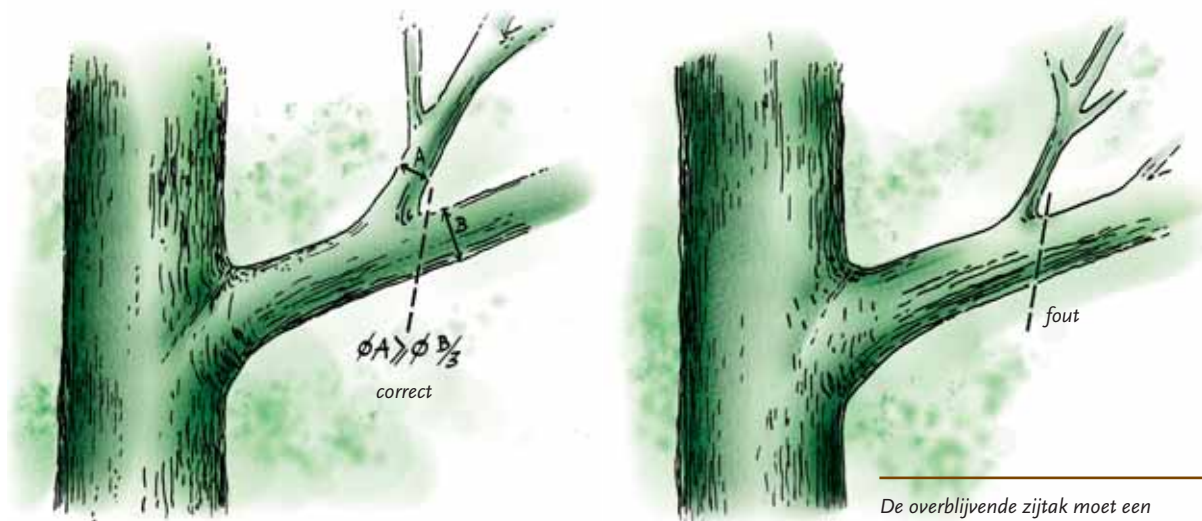
Een uitgegroeide plakoksel vertoont een verhoogd risico om uit te breken.



Als takken ingekort worden om de belasting te verkleinen, moet dit gebeuren tot op een levende zijtak met een diameter die minstens een derde is van de diameter van de snoeiwonde. Snoei enkel takken waarin nog geen kernhout aanwezig is om de afgrenseling optimaal te laten verlopen. Als vuistregel kan gesteld worden dat je maximaal takken van polsdikte weghaalt (ongeveer 8 cm). Bij sterke afgrenselers en soorten met veel spinhout mogen iets dikkere takken weggehaald worden (tot 10 cm). Bij zwakke afgrenselers of soorten met weinig spinhout beperk je dit het best tot 5 cm.

Sterke afgrenselers (takken tot 10 cm diameter mogen gesnoeid worden)	Zwakke afgrenselers (snoei slechts takken tot 5 cm diameter)
Esdoorn	Appel
Beuk	Berk
Eik	Es
Haagbeuk	Kers
Linde	Populier
Plataan	Wilg
	Paardenkastanje

Tabel 27: Voorbeelden van sterke en zwakke afgrenselers (naar van Prooijen, G. (2007); Balder et al.)



F.4.2.5.2 Uitlichten

Bij uitlichten worden één of meerdere zijtakken aan de buitenkant van de blijvende kroon ingekort tot op een levende zijtak. Deze moet de taak van de weggesnoeiide tak overnemen en moet dus een diameter hebben die minstens $1/3$ is van de diameter van de snoeiwonde. Vermijd naar boven gerichte wonden. De kroonvorm en de omvang van de boom blijven bij het uitlichten nagenoeg ongewijzigd. Wel vergroot de transparantie van de kroon en wordt de mechanische belasting op de gesnoeiide takken verkleind. Doordat er meer licht tot in de binnenkroon komt, worden daar meer bladeren gevormd en minder dood hout. De gesnoeiide takken worden dus korter en na verloop van tijd ook dikker en bovendien worden ze minder belast. Ze zakken dus minder uit en het risico op uitscheuren is kleiner.

De overblijvende zijtak moet een diameter hebben van minstens $1/3$ van de snoeiwonde.

De gesnoeide takken zijn, afhankelijk van de boomsoort, maximaal 5 tot 10 cm dik. Zo wordt doorgaans enkel in het levende spinhout gezaagd, wat de afgrenseling ten goede komt en het risico op infectie en rot verkleint. Er wordt maximaal 20% van het bladvolume weggehaald. Door de spreiding van de snoei over veel dunne takken is het aantal snoeiwonden meestal wel groot en is uitlichten een zeer arbeidsintensief werk.

*Een boomkroon voor en na het uitlichten.
(Foto Dirk Berteyn)*



Door uitlichten is het ook mogelijk de kroonvang van een volwassen boom iets te verkleinen, terwijl toch een natuurlijke kroonvorm behouden blijft. Dit is zeker het geval bij sommige soorten die op oudere leeftijd een natuurlijke onderkroon vormen, zoals iepen, platanen en de netelboom (*Celtis spp.*). Om een blijvend effect te hebben, moet dit regelmatig herhaald worden. Bomen in één snoeibeurt permanent 'verkleinen' is onmogelijk.

Als er een onderkroon is, is het mogelijk om de kroonvang iets te verkleinen zonder de natuurlijke kroonvorm te verstoren.



F.4.2.5.3 **Uitdunnen**

Bij het uitdunnen worden niet de takken aan de buitenkant van de blijvende kroon ingekort, maar worden volledige (gestel)takken tot op de stam weggenomen. Ook door uit te dunnen krijg je een transparantere kroon en behoud je de kroonvorm en -omvang. De snoeiwonden zijn wel veel groter dan bij het uitlichten, wat het risico op rot sterk vergroot. Door de open kroonstructuur vergroot bovendien het risico op takbreuk. Uitdunnen is slechts te verantwoorden voor het weghalen van enkele probleemtakken verspreid over de kroon.

Bij het uitdunnen is het niet de bedoeling om alle takken uit de binnenkroon weg te halen. Daardoor wordt de kroonbelasting verplaatst naar de uiteinden van de takken. Het resultaat is een verhoogd risico op afbreken, zonnebrand en waterlot.



Bij het uitdunnen is het niet de bedoeling de volledige binnenkroon weg te halen.

F.4.2.5.4 **Innemen**

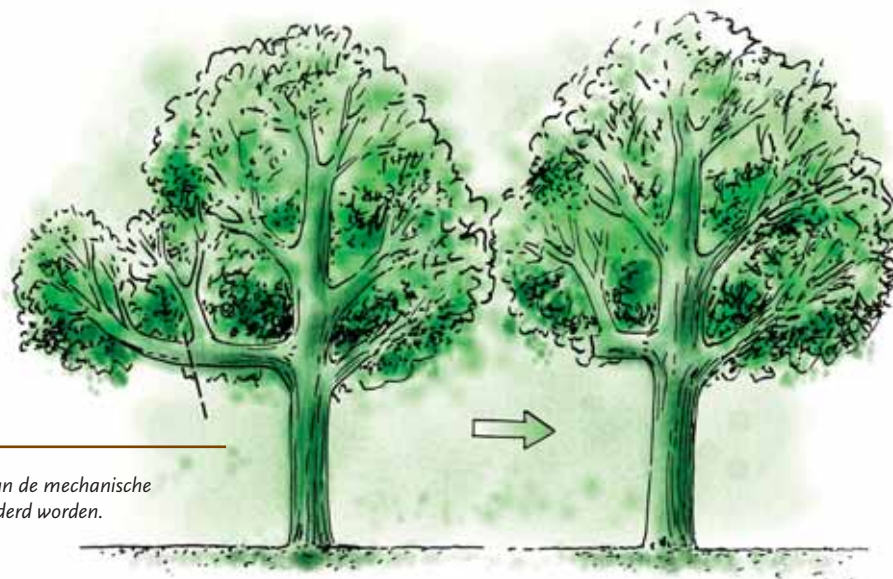
Bij het innemen worden alle zijtakken met een derde tot een vierde ingekort tot op een levende zijtak. De kroonvorm verandert dus en de kroonomvang verkleint, waardoor de mechanische belasting op de takken verkleint, net als de windbelasting op de stam. De boomkroon innemen is een ultiem redmiddel om een boom met een verminderde stabiliteit of een verzwakte stam op een veilige manier te behouden. Zo kunnen waardevolle bomen gered worden van een velling. Innemen is een uitzonderingsmaatregel en hoort dus volgens een Harmonisch Park- en Groenbeheer niet bij het normale boombeheer. Door de grote snoeiwonden verloopt de afgrenseling niet optimaal en is het risico op inrotting reëel. Innemen van bomen gebeurt enkel bij bomen in goede conditie. Door aftakelende bomen in te nemen, kunnen ze niet gered worden.

Door de kroon in te nemen verkleint de mechanische belasting op de takken, maar is het risico op inrotting reëel.



Bij het innemen verdwijnt een groot deel van het bladvolume. Het innemen gebeurt dus het best tijdens de winterrust, om de boom toe te laten opnieuw uit te lopen uit slapende knoppen of adventiefknoppen. Takken uit slapende knoppen zijn slechts zwak aangehecht en zeer breukgevoelig. Een boom waarvan de kroon is ingenomen, zal van nabij opgevolgd moeten worden. Als de kruin blijvend beperkt moet worden, moet de boom elke 3 tot 5 jaar opnieuw gesnoeid worden. Als de boom voldoende reparatieweefsel maakt zodat het risico vermindert, kan de kroon langzaam opnieuw uitgroeien. De nieuwe scheuten moeten opgevolgd worden zodat zij een voldoende sterke vergroeiing krijgen.

Door één tak in te korten kan de mechanische belasting op de takaanhechting en de stam verkleind worden. Bovendien wordt hierdoor zijn groei geremd omdat hij in de schaduw komt te liggen. Dergelijke onderstandige snoei kan een manier zijn om een risicotak veiliger te maken (bijvoorbeeld plakok-sels, zuigers, elleboogtakken, wrijftakken of zware horizontale takken).



Door onderstandige snoei kan de mechanische belasting op een tak verminderd worden.

F.4.2.5.5 Snoei bij fruitbomen

Snoei van fruitbomen zorgt voor het bekomen van de gewenste boomvorm en brengt licht, lucht en zon in de kruin. Al deze elementen zijn nodig om regelmatig en veel gezonde vruchten te bekomen, om takbreuk en ziektes te voorkomen en de bomen een lang leven te gunnen. Vanzelfsprekend kunnen doorrijhoogte en andere vereisten ook bij de boomgaard een rol spelen.

Naargelang de levensfase herkennen we bij fruitbomen 5 soorten snoei:

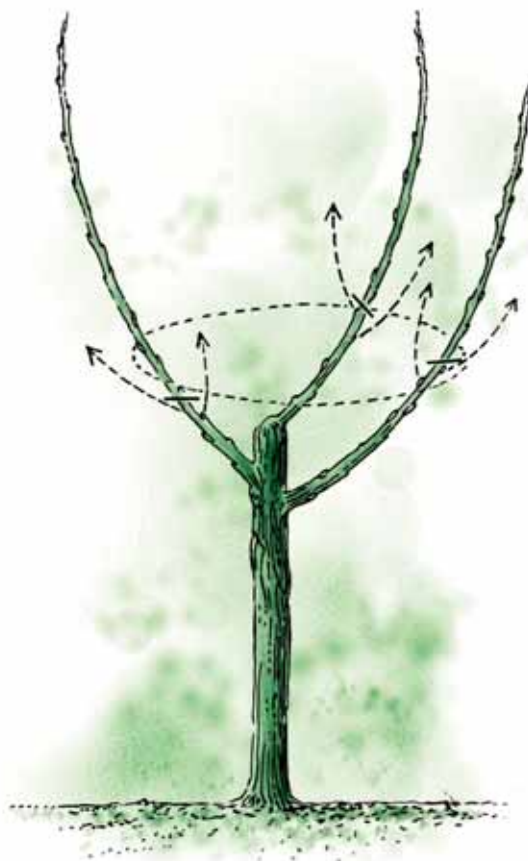
- plantsnoei;
- vormsnoei;
- onderhoudssnoei;
- verjongingssnoei;
- restauratiesnoei.

Uit deze indeling mag duidelijk zijn dat de keuze voor fruitbomen ook een keuze is voor regelmatig onderhoud.

F.4.2.5.5.1 Plantsnoei

Bij geënte bomen geeft de ent normaal drie tot vijf twijgen, die na de winter ingesnoeid worden op een oog naar buiten. De lengte van insnoeien hangt af van de sterkte van de twijgen, dit is:

- op de helft of $1/2$ bij normale groei en op $2/3$ bij sterke groei.
- op $1/3$ bij zwakke groei.



Plantsnoei

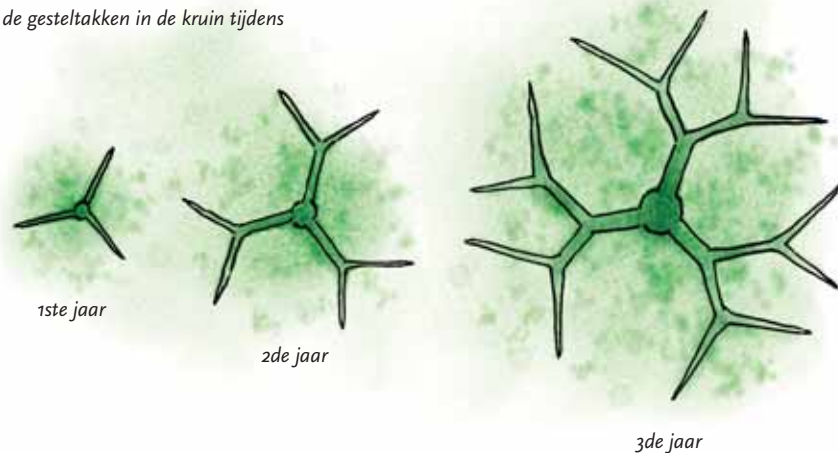
Heeft de boom slechts één twijg (de ent) dan zal men insnoeien op 3 à 4 ogen voor de appel, kers of pruim en 4 à 5 ogen voor de peer. Zo bekomt men het jaar nadien dan 3 à 4 twijgen voor de appel en 4 tot 5 twijgen voor de peer. De bovenste twijg dient dan als verlengenis voor de pyramidale vorm van de peer, de andere twijgen zijn de nieuwe gesteltakken. Een hoogstamfruitboom van maat 10-12 met slechts 1 of 2 twijgen hoort bij de keuring van het plantgoed geweigerd te worden.

F.4.2.5.2 Vormsnoei

Het voornaamste doel van de vormsnoei is de vorming van de gesteltakken die de volwassen kroon later moeten kunnen dragen en voldoende licht in de boom toelaten. Beslis eerst of je een boomvorm wil met doorgaande spil of niet. Daarna worden de bekomen twijgen 1 à 2 jaar na de plantsnoei in het vroege voorjaar opnieuw ingesnoeid, volgens sterkte (hoe sterker, hoe minder insnoeien), om zo 8 tot 12 twijgen of gesteltakken te bekomen. De eindtwijgen worden liefst niet ingekort, alleen bij een te sterke groei, zodat er evenwicht blijft in de boom. Het insnoeien van de verlengnissen gebeurt volgens dikte en sterkte: op $\frac{2}{3}$ bij sterke groei, op $\frac{1}{2}$ bij matige groei of op $\frac{1}{4}$ bij zwakke groei. De gesteltakken altijd op een oog naar buiten knippen en de verlengenis op een oog tegenoverliggend aan het oog van de vorige snoei. Bij een te sterke groei mag men de verlengnissen en de verlengnissen van de gesteltakken ongesnoeid laten.

Zodra de gesteltakken vanaf de vorige snoei opnieuw meer dan 80 cm zijn gegroeid, zal men nog eens insnoeien, om de jonge gesteltakken te doen vertakken. Na deze 3^{de} insnoeiing bewaart men reeds de zijdelingse takken. Deze jonge takjes vormen het toekomstige vruchthout. Alleen de twijgen die te kort bij de eindscheut staan, worden weggenomen met voet.

Bovenaanzicht van de gesteltakken in de kruin tijdens de vormsnoei.

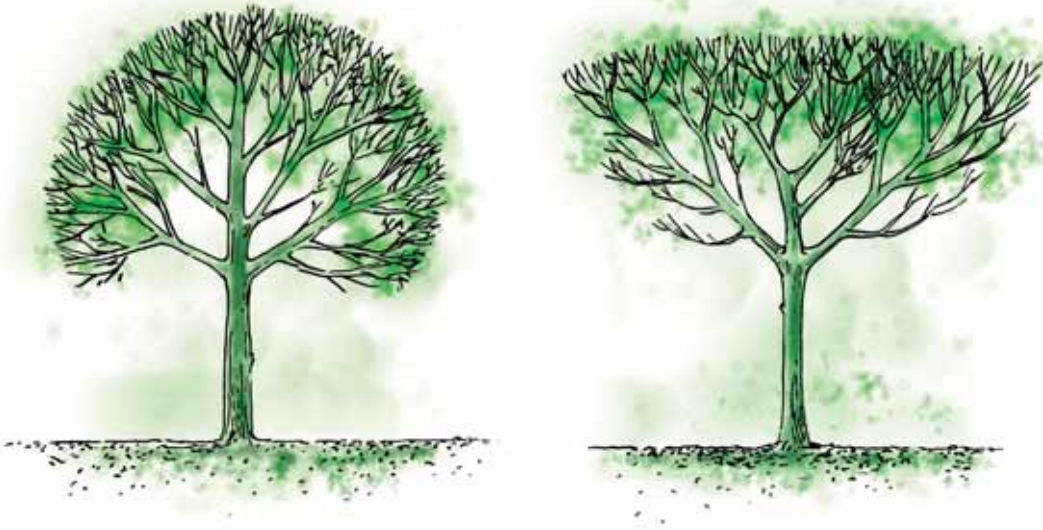


Bij een boomvorm met doorgaande harttak wordt pas aan de 2^{de} kring gesteltakken begonnen zodra de eerste kring van gesteltakken voldoende zijn uitgegroeid.

Bij het bereiken van de gewenste grootte wordt de verlengenis van de harttak weggesnoeid tot op een zijtakje.

F.4.2.5.3 Mogelijke boomvormen

Afhankelijk van de fruitsoort zijn er meestal 2 basisvormen voor de vormsnoei: de boomvorm met een doorgaande harttak (bolvorm), mogelijk bij alle courante fruitsoorten, en de vaas- of bekervorm, mogelijk bij alle courante fruitsoorten met uitzondering van peer.



Beide basisvormen voldoen, mits toepassing van de juiste snoei, aan de voorwaarden voor de fruitboomsnoei, maar hebben ieder enkele voor- en nadelen. De keuze voor de ene of andere basisvorm is afhankelijk van het gewicht dat men geeft aan de specifieke kenmerken.

De vaas- of bekervorm is vanuit historisch oogpunt de meest correcte snoeivorm voor onze hoogstam appels en pruimen. Deze vorm geeft het mooiste fruit door de optimale belichting, maar de breuk van een gesteltak zorgt voor een onherstelbaar onevenwicht in de kruin.

De bolvorm, zoals de vorm met doorgaande harttak meestal genoemd wordt, is dichter van kroonstructuur en kan makkelijk te dicht worden bij onjuist snoeien. Ook kan de boom te hoog worden door te laat in te grijpen of kan de onderste krans van gesteltakken te zwak blijven door te snel de tweede krans uit te laten groeien.

Fruitrassen kunnen zeer verschillende groeikarakteristieken vertonen. Sommige rassen zijn daardoor meer geschikt voor de vaasvorm, terwijl andere zich eerder lenen voor de bolvorm. Alle rassen in éénzelfde vorm dwingen, zorgt onvermijdelijk voor meer corrigerend snoeiwerk.

F.4.2.5.5.4 Onderhoudssnoei

Het voornaamste doel van onderhoudssnoei bij fruitbomen is het bewaren van het evenwicht tussen groei en vruchtzetting. Eenmaal de kruinvorming voltooid is, moet het snoeien zich beperken tot een lichte uitdunning van de vruchttakken en desnoods tot het snoeien van het vruchthout zelf. De gesteltakken worden niet langer ingekort maar worden nu ofwel behouden, ofwel verwijderd tot op een splitsing of zijtak. Ditzelfde principe past men ook toe op het vruchthout. De onderhoudssnoei kan gedeeltelijk door zomersnoei worden uitgevoerd, zeker bij sterk groeiende bomen verdient dit aanbeveling.

F.4.2.5.5.5 Verjongingssnoei (of sleunen)

Ouder wordende fruitbomen vertonen een verzwakkende groei en een overmaat aan kwalitatief zwak vruchthout. Het gevolg daarvan is in goede jaren een massa aan kleine vruchten, gevolgd door beurtjaren met bijna geen fruit. Door de verjongingssnoei kan je de verouderende boom terugzetten in levensfase om opnieuw meer groei te bekomen. Bij deze snoeimethode worden de gesteltakken allemaal ingekort om slapende ogen te stimuleren uit te lopen. Verjongingssnoei lijkt daarmee op het kandelaren van bomen, maar wijkt daarvan af omdat het niet de bedoeling heeft een te groot wordende boom in grootte te beperken, maar wel om voor een langere periode opnieuw fruit van grote kwaliteit te bekomen. De verjongde fruitboom mag opnieuw uitgroeien tot zijn natuurlijke grootte.

Het is een drastische ingreep waartegen niet alle fruitsoorten bestand zijn. Voornamelijk pitfruit (appel, peer) dat over een sterk regeneratievermogen beschikt, kan goed reageren op deze ingreep door het activeren en laten uitlopen van slapende ogen, in tegenstelling tot steenfruit (kers, pruim) dat veel minder over regeneratievermogen beschikt.

Aangezien het de bedoeling is nieuwe groei te stimuleren, wordt de verjongingssnoei in de winter uitgevoerd. Daarbij wordt de 20% regel gehanteerd om overreactie te voorkomen. Om een hoogstamfruitboom met zwaar achterstallige snoei te verjongen, moet de ingreep in de tijd gespreid worden, waarbij er gedurende enkele opeenvolgende winters tot 20% wordt weggesnoeid.

F.4.2.5.5.6 Restauratiesnoei

Het voornaamste doel van de restauratiesnoei is het herstellen van het evenwicht in de kroon en het verkleinen van de kroongrootte bij oude bomen om het uitbreken van zware takken te beperken en het ontwortelen van de bomen bij storm te vermijden. Bij deze snoeitechniek worden de gesteltakken ingekort tot op een lager staande vervanger of zijtak. Deze snoei wordt best in de zomermaanden uitgevoerd en per jaar wordt maximaal 20 % van het levende hout verwijderd.

F.4.2.5.6 Opslag aan de stamvoet

Sommige soorten (vooral linde) vertonen op oudere leeftijd opslag aan de stamvoet. Het gaat om een natuurlijk fenomeen, dat ook voorkomt bij gezonde bomen en niet noodzakelijk wijst op een beschadiging of een defect. Stamvoetopslag kan wel een noodreactie zijn van de boom en wijzen op een slechte conditie. Het verwijderen van de opslag kan omwille van esthetische redenen (bv. in een laan) of beheertechnische redenen (bv. voor het maaien van bermen) nodig zijn. Snoei de scheuten weg in de zomer, het liefst met scherp handgereedschap. Zo worden de stam en de stamvoet niet beschadigd, wat bij het gebruik van een bosmaaier met zaagblad vaak wel het geval is. Ook de hergroei zal minder uitbundig zijn. Stamvoetopslag is een jaarlijks terugkerend fenomeen.

Stamvoetopslag is een normaal fenomeen bij linde.



Het is mogelijk om stamvoetopslag in een vorm te snoeien (bv. door scheren). Dit is een boomvriendelijke manier om stamvoetopslag te beheren. De kans op beschadiging van de stamvoet is minimaal en ook de intensiteit van het beheer vermindert. Een nadeel is dat problemen met de stamvoet (bv. zwammen) minder snel opgemerkt worden.



Het is mogelijk om stamvoetopslag in een vorm te snoeien.

F.4.2.5.7 Wilde scheuten

Bij soorten die geënt zijn, vormen de onder- of tussenstam soms uitlopers. Dit is vaak het geval wanneer die groeiachtiger zijn dan de ent. Deze wilde scheuten kunnen in korte tijd dwars door de kroon groeien en de gecultiveerde ent verdringen. Haal ze daarom zo snel mogelijk weg. Door jonge scheuten met een korte ruk naar beneden uit de stam te trekken, belet je hergroei op die plaats. Eventueel kunnen knoppen nog voor ze uitlopen 'gesnoeid' worden. Wrijf daartoe de knop met de duim naarwaarts van de stam.

F.4.2.5.8 Regressie

Bij cultivars met een bonte bladkleur of een afwijkende bladvorm is het mogelijk dat sommige takken regressie vertonen. Ze verliezen dan de 'speciale' eigenschappen van de cultivar en keren terug naar de eigenschappen van de soort. Eenmaal een tak regressie vertoont, zal hij dit blijven doen. Haal dergelijke takken zo vroeg mogelijk weg, voor ze een overwicht vormen in de kroon. Enkel zo blijven de eigenschappen van de cultivar behouden.

Bolvormen

De laatste jaren worden meer en meer bolvormen aangeplant zoals bolacacia's, bolcatalpa's, bolesdoorns, enz. Het zijn meestal struikvormen die op een onderstam geënt worden, omdat het onmogelijk is een voldoende hoge, rechte stam te kweken. Men verliest vaak uit het oog dat ze niet hoog, maar wel zeer breed kunnen worden: een breedte van 6 m is geen uitzondering. De enthoogte is meestal 2 tot 2,5 m. Die bepaalt ook de takvrije stamlengte: eenmaal uitgegroeid, kunnen zelfs voetgangers er niet onderdoor. De takken hebben vaak een slechte aanhechting, waardoor ze gemakkelijk uitscheuren. Omwille van hun slechte takaanhechting en brede kroonvorm worden ze dan ook vaak jaarlijks teruggesnoeid tot op een knot. Het zijn echter geen traditionele snoeivormen zoals knobomen.

Bolboompjes worden geplant waar er (zogezegd) te weinig plaats is of omdat men denkt er minder 'problemen' mee te hebben dan met een echte boom. Beseft bij het planten van bolvormen dat het meestal zeer onderhoudsintensieve boompjes zijn, die vaak niet lang meegaan en veel snoeiafval geven. Bolboompjes leveren zelden een bevredigend esthetisch resultaat op.



Bolboompjes worden meer en meer gebruikt.

De 'erfenis' van de boombeheerder

Elke boombeheerder 'erft' probleembomen van zijn voorganger en zal waarschijnlijk een gelijkaardige erfenis doorgeven aan zijn opvolger. Hier doen we een aantal suggesties om enkele courante probleemsituaties aan te pakken.

Enkele voorbeelden zijn:

- *(onterecht) gekandelaarde bomen;*
- *te grote bomen in een te kleine straat;*
- *te kleine bomen in een te grote ruimte;*
- *het overmatige gebruik van bolboompjes.*



Deze boompjes hebben ruimtelijk geen betekenis in deze grootschalige omgeving.

In al deze gevallen gaat het om bomen die niet overeenkomen met het gewenste eindbeeld. Meestal gaat dit gepaard met een intensief en duur onderhoud. De vraag die zich dan stelt is: ga je verder met het beheer tot de bomen vervangen moeten worden of vervang je ze onmiddellijk? Om een beslissing te nemen moet in de eerste plaats de beeldkwaliteit afgewogen worden tegen het gewenste eindbeeld. Een te groot verschil spreekt in het voordeel van een onmiddellijke vervanging. Ook de onderhoudskosten op lange termijn moeten afgewogen worden tegen de vervangingskosten en de kosten voor een 'correct' beheer. De onmiddellijke vervanging zal (op lange termijn) vaak een kostenbesparing inhouden. Verder spelen ook de conditie en de structurele kwaliteit een rol in de beslissing. Als bomen vervangen worden zonder 'zichtbare' reden zoals rot of structurele problemen zal er misschien protest komen van omwonenden of gebruikers. Door participatie kan je het draagvlak voor je keuzes vergroten: geef voldoende informatie en onderbouw je keuze met goede argumenten.

Andere vaak voorkomende probleemsituaties zijn:

- onvoldoende doorwortelbaar bodemvolume;
- achterstallige begeleidingssnoei;
- achterstallige onderhoudssnoei;
- te dicht geplante bomen in een rij.

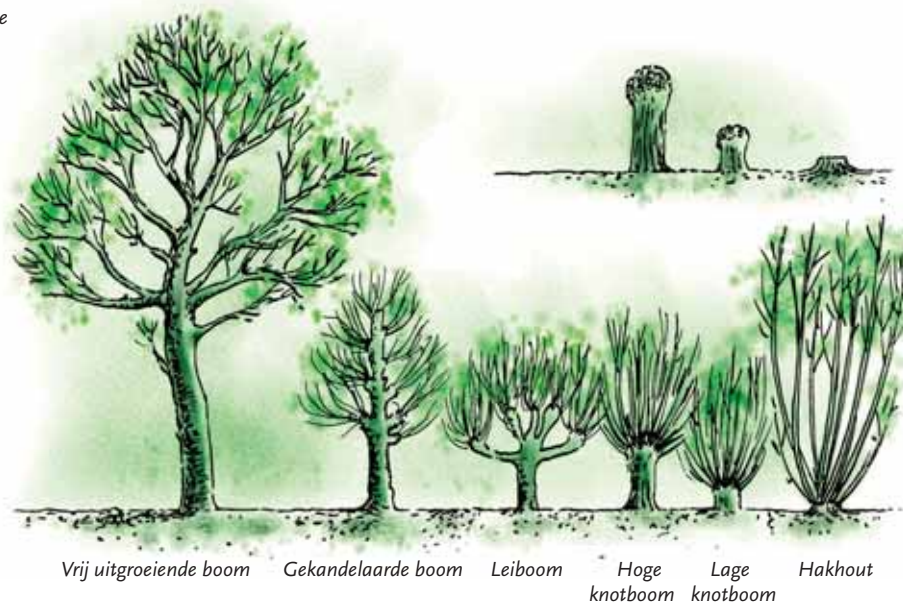
Hier spelen dezelfde vervangingscriteria, maar in veel gevallen is nog een technische oplossing haalbaar. Waar er onvoldoende doorwortelbaar volume is, kan geprobeerd worden dit te vergroten. Bij achterstallige begeleidings- of onderhoudssnoei, kan een boomverzorger in veel gevallen door de snoei te spreiden over verschillende jaren de situatie opnieuw min of meer recht trekken. Bij te dicht geplante bomen kan een dunning een uitkomst bieden. Vaak is de kroon dan niet evenwichtig uitgegroeid en zal het beeld van de overblijvende bomen te wensen overlaten. Maar door de bomen goed te begeleiden, bv. door snoei, kan na enkele jaren weer een evenwichtige kroon ontwikkeld worden. Als een technische oplossing niet haalbaar is, moet uiteraard de onmiddellijke vervanging overwogen worden, met eventueel onbegrip bij de omwonenden en gebruikers.

F.4.2.6 Snoeivormen

Bomen kunnen in een kunstmatige vorm gesnoeid worden en verliezen hierdoor hun natuurlijke habitus. Ze kunnen geknot, verticaal of horizontaal geleid, geschoren of gekandelaard worden. Daarvoor kunnen verschillende redenen bestaan. De stam en het snoeihout werden gebruikt als brandhout of als gerief-, constructie- of timmerhout en loofvoeding voor het vee. Snoeivormen leverden ook fruit en werden gebruikt als afsluiting of om perceelsgrenzen vast te leggen. Ook om architecturale redenen of omwille van plaatsgebrek worden bomen kunstmatig gevormd. Snoeivormen vereisen een intensief beheer: ze moeten jaarlijks of om de paar jaren gesnoeid worden. Het gebruik van snoeivormen moet dus goed afgewogen worden. Bovendien zijn niet alle boomsoorten geschikt om als snoeivorm te gebruiken.

Als in het eindbeeld een snoeivorm vastgelegd is, moet reeds bij de jonge boom begonnen worden met correcte snoei. Zo blijven de snoeiwonden klein en blijft het evenwicht tussen kroon en wortels behouden. Op latere leeftijd een boom knotten of kandelaren, meestal omdat hij te groot wordt, heeft niets met snoeivormen te maken, maar alles met vermindering van bomen. Daarbij worden grote gesteltakken of zelfs de stam afgezaagd. Dit biedt op korte termijn een oplossing voor het probleem, maar levert een gevaarlijke boom op met tal van ingerotte plekken en zwak aangehechte takken. De levensduur van dergelijke bomen verkort sterk en het risico op schade vergroot.

Het beheer bepaalt in grote mate het boombeeld.
(naar Geert Vanderlinden)



Omgekeerd vraagt de instandhouding van snoeivormen een blijvend beheer. Als het beheer stop gezet wordt, probeert de boom opnieuw zijn natuurlijke habitus aan te nemen. Zo ontstaan zware, maar zwak aangehechte takken. Het risico op uitscheurende takken is reëel, met schade voor de boom en zijn omgeving tot gevolg. Bij achterstallig onderhoud is het meestal aangewezen de oorspronkelijke snoeivorm te herstellen, eventueel gespreid over verschillende jaren. Dit is meestal werk voor specialisten.

Knotboom met achterstallig onderhoud. Als deze es niet opnieuw geknot wordt, kan hij openscheuren of wegzakken in de beek onder het gewicht van de kroon.



F.4.2.6.1 Knotbomen

Knotbomen komen vooral voor in lijnaanplantingen. Op perceelsgrenzen werden ze geplant met een welbepaalde functie zoals houtopbrengst, het vastleggen van grenzen, het voorkomen van erosie, het vastleggen van taluds en waterlopen, ontwateren (natuurlijke drainage), als veekering, enz. Nu worden bomen vooral geknot omwille van hun landschappelijke, ecologische of esthetische functie. Hoewel ook de interesse voor brandhout de laatste jaren opnieuw is toegenomen. Vroeger werden knotbomen

volledig gebruikt, ook de stam: ze werden afgezaagd voor ze rot en holten vertoonden. Nu hebben oude, holle bomen met een zware knot een grote ecologische waarde als broedplaats voor veel diersoorten (steenuil, vleermuizen...).



Deze jonge steenuil is opgegroeid in de knot van een boom. (Foto Leen Herrewyn)

F.4.2.6.1.1 Welke boomsoort?

Knotten gebeurt het meest met wilgensoorten, maar ook andere soorten als populier, es, eik, els, linde en veldesdoorn kunnen geknot worden.

F.4.2.6.1.2 Techniek

Snoei de jonge boom na de aanslagfase in de winter af op de gewenste hoogte. Meestal zal dit tussen 1,5 en 2,5 m zijn, maar het kan ook hoger of lager. Stoelvormen hebben slechts een stam van enkele tientallen centimeter en leunen sterk aan bij het hakhout, terwijl hoge knobomen soms geknot werden op 7 m (bijvoorbeeld knoteiken). Verwijder ook alle takken op de stam. Na een drietal jaren kan de nieuwe kroon voor het eerst geknot worden. Het waterlot op de stam wordt het best zo snel mogelijk verwijderd, bij voorkeur in de zomer door het afrukken van de jonge twijgen. Na enkele knotbeurten zal de boom niet meer uitlopen op de stam, maar enkel op de knot.



Jonge knobomen in Vordenstein

Het onderhoud van knotbomen bestaat uit het periodiek afzagen van alle takken tot tegen de knot. De regels zijn dezelfde als bij het snoeien. Zaag de takken zo dicht mogelijk tegen de knot af, zonder de takkraag te beschadigen. Houd het wondoppervlak zo klein mogelijk en zaag in geen geval de knot in model. Dikke takken worden het best eerst op stomp gezaagd, om te vermijden dat ze inscheuren. Het knotten gebeurt tijdens de winterrust, dus als de boom geen bladeren heeft. De boom bezit 's zomers te weinig energiereserves om opnieuw uit te lopen als hij zijn volledige kroon verliest. Hoe vaak moet geknot worden is afhankelijk van de boomsoort en het gebruik van het snoeihout. Snel groeiende soorten als wilg en populier worden het best elke 5 jaar geknot, terwijl dit bij knoteiken kan oplopen tot 10 of 15 jaar. Zorg er in elk geval voor dat de takken op de knot nooit dikker worden dan 10 cm. De afwezigheid van kernhout komt de afgrensdeling ten goede. Als de takken te zwaar worden, kunnen ze uitscheuren of kan de stam openscheuren of scheef zakken. Twee jaar na de knotbeurt kan de nieuwe kroon 'gestikt' of 'gelicht' worden. Daarbij worden de nieuwe scheuten uitgedund tot 6 - 12 mooie, rechte takken overblijven waarin de groei geconcentreerd wordt.

Bomen knotten kan gebeuren van op de grond of vanuit de knot. Knotten is een gevaarlijk werk, waarbij geregeld ongevallen gebeuren. Zorg bij gebruik van een kettingzaag altijd voor een stabiele ondergrond. Knot nooit bomen van op een ladder. Als je niet gewend bent om met een kettingzaag in de hoogte te werken, laat het knotwerk dan uitvoeren door een specialist of volg gespecialiseerde vorming.

F.4.2.6.2 Leibomen

Bij leibomen worden de takken gedwongen om in een bepaalde vorm te groeien. De gewenste twijgen worden geleid, ongewenste twijgen worden verwijderd. Leibomen kunnen zowel verticaal als horizontaal 'gevormd' worden. De bekendste voorbeelden zijn leilinden, etagelinden en dakplatanen, maar ook vele andere bomen kunnen op die manier geleid worden (bv. eik, witte moerbeï, paardenkastanje, enz.). Historisch werden leibomen vooral gebruikt in relatie tot een bouwkundig element zoals een boerenerf of een kasteel om tuinarchitecturale redenen en ook als wind- of zonnescherm of voor fruitproductie. In een stedelijke context werd de kroon gereduceerd om bomen te laten groeien in een beperkte ruimte. Etagebomen werden op dorpspleinen geplant en hadden een symbolische betekenis. Leibomen worden nu meestal toegepast uit esthetische overwegingen. Ook een beperkte boven- en ondergrondse groeiruimte kunnen een reden zijn om voor een snoeivorm te opteren. Als de beperkte ruimte de enige reden is om voor een snoeivorm te kiezen moet zorgvuldig afgewogen worden of de arbeidskosten opwegen tegen de voordelen en of een soort van derde grootte geen betere oplossing is.



F.4.2.6.2.1 Welke soorten?

Alle soorten met een groot regeneratievermogen kunnen geleid worden. De meest gebruikte soorten zijn linde, plataan en haagbeuk, maar ook eik, veldesdoorn, paardenkastanje en de meeste fruitbomen zijn geschikt.

F.4.2.6.2.2 Techniek

Leibomen kunnen verschillende vormen aannemen. Het basisprincipe voor de vorming van de bomen is echter gelijklopend.

De meest voorkomende vormen zijn:

- horizontaal palmet: De takken worden vlak geleid, haaks op de stam.



- schuin palmet: De takken worden schuin omhoog geleid, haaks op de stam.



- dakvorm: De takken worden in een horizontaal vlak geleid, eventueel in meerdere etages.



(foto Wim Peeters)

- vrije vorm: De takken mogen vrij uitgroeien in het gewenste vlak. Een dergelijke vrije vorm kan ook geschoren worden (zie F.4.2.6.4 *Geschoren vormen*).



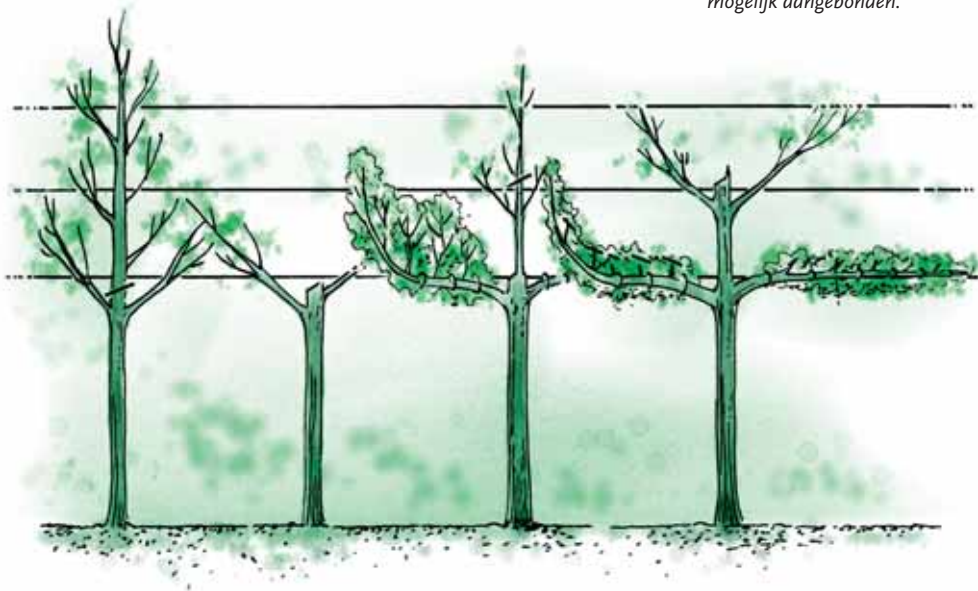
Voor de vormen die strak geleid worden, moet een raamwerk gemaakt worden van palen en bamboe of draad. Na verloop van tijd kan dit raamwerk verwijderd worden.

De bomen kunnen voorgeleid gekocht worden of je kunt ze zelf leiden. De snoeivorm wordt dan in enkele jaren tijd geleidelijk opgebouwd. Daarvoor worden twijgen uitgezocht die in de gewenste richting groeien.

Voor een verticale vorm (palmet) vorm je het best de verschillende etages één na één. Om een etage te vormen zoek je tegenoverliggende twijgen uit ter hoogte van de horizontale of schuine latten of draden van het raamwerk. De twijgen mogen niet te sterk geplooid worden aangezien dit kan leiden tot een zwakke aanhechting. De twijgen worden gedurende het groeiseizoen geleidelijk aangebonden, voor ze

verhout zijn. De toppen laat je het best omhoog wijzen, om de groei zoveel mogelijk daar te concentreren. Door ook de toppen horizontaal aan te binden zou de lengtegroei in de eindknop stoppen. Als de lengtegroei stilvalt, kun je naar boven groeiende zijscheuten in de loop van het groeiseizoen inkorten. Pas op het einde van het groeiseizoen wordt de twijg volledig aangebonden. Pas als de eerste etage voldoende gevormd is, start je op een gelijkaardige manier met de tweede etage. Als de groei van de onderste etages stil valt (door onderdrukking door de bovenste etages), kort je de zijscheuten van de bovenste liggers tijdens het groeiseizoen sterker in dan die van de onderste liggers.

Laat bij de vorming van een leiboom de toppen van de liggers altijd naar boven wijzen, om de lengtegroei niet te stoppen. Gedurende het groeiseizoen kunnen de naar boven groeiende zijscheuten ingekort worden. Op het einde van het groeiseizoen wordt de ligger zo ver mogelijk aangebonden.



Om een vrije snoeivorm te vormen volstaat het om alle takken die in het gewenste vlak groeien te behouden, en de andere weg te snoeien.

Horizontale vormen worden op een gelijkaardige manier als de verticale vormen gevormd: zoek twijgen uit die in de gewenste richting groeien en bind deze geleidelijk aan voor ze verhout zijn. Een aangepast staketsel om de geleide takken te ondersteunen is gewenst.

Het onderhoud van leibomen bestaat uit het periodiek wegsnoeien van alle twijgen op de armen. Dit gebeurt het best tijdens de winterrust en jaarlijks. Het snoeien gebeurt met scherp handgereedschap. Probeer alle liggers even dik te houden. Achterblijvers kun je een duwtje in de rug geven door ze enkele jaren hun eindscheuten te laten behouden. Bij oudere leibomen wordt de jaarlijkse snoei soms vervangen door periodieke knotbeurten om de 3 tot 5 jaar.

F.4.2.6.2.3 Leifruit

Leifruit werd in onze streken vanaf de 16de eeuw toegepast door de ontdekking dat de aanplant van fruitbomen tegen een warme muur leidt tot fruit van een betere kwaliteit. Vooral vanaf de 17de eeuw nam zowel de kennis omtrent de noodzakelijke snoeitechnieken als de kennis betreffende de geschikte rassen een enorme vlucht. Muren werden vaak zelfs speciaal aangelegd met bochten en kronkels in functie van de leifruitteelt.

Zoals voor leibomen algemeen, geldt dat de fruitsoort over een groot regeneratievermogen moet beschikken. Het meest geschikt zijn dan ook vooral de pitvruchtsoorten appel en peer, met een voorkeur voor peer die zich, meer nog dan appel tot een veelheid van vormen leent en vooral minder onderhevig is aan plagen en ziekten bij het leiden langs een muur of draad.

Van de steenvruchten worden vooral de morel (zure kers), de perzik en de abrikoos als leivorm gekweekt. Specifiek voor de steenvruchten is de kweekwijze in waaivorm. Ze zijn meestal niet geschikt voor de klassieke verticale en horizontale palmetvormen.

Binnen de soorten is er een groot verschil in geschiktheid van de rassen naargelang groei­kracht en groeiwijze. Zwakgroeiende rassen gebruiken om een muurvullende leiboom te maken of sterke groeiers inzetten voor een enkelvoudige U-vorm zijn gedoemd tot mislukking. Om deze fouten te vermijden wordt best op voorhand gespecialiseerde literatuur geraadpleegd of advies gevraagd.

Naast de vormen die ook bij andere bomen worden toegepast treft men bij fruit ook nog de volgende vormen aan:

- enkel- of meervoudige U: De takken worden over een korte afstand horizontaal geleid, haaks op de stam en daarna vertikaal gebogen.
- de Verrier palmet: De takken worden vanuit de centrale stam eerst horizontaal en daarna vertikaal omhoog geleid.
- horizontaal snoer: De twee takken worden in een horizontaal vlak geleid. Deze vorm is zeer geschikt als perkafboording.
- waaivorm: Vanuit de stam laat men de gesteltakken in het verticale vlak steeds meer vertakken en leidt men ze langs waaivormig geplaatst latwerk of draden.

Leifruitbomen kunnen voorgevormd gekocht worden, maar voor specifieke situaties is het zelf opkweken vaak beter geschikt om de beschikbare ruimte optimaal in te vullen.

De verschillende etages worden één na één opgebouwd zoals bij andere leibomen. Tussen de uitbouw van de verschillende etages liggen steeds meerdere jaren om een voldoende uitgroei van de lagere etages te bekomen. Er dient eerst voldoende aandacht te gaan naar het opbouwen van de structuur van de leiboom en pas daarna aan de vruchtorming. Zo kan het evenwichtig opbouwen van een leiboom met 5 etages wel 15 à 20 jaar in beslag nemen. Geduld is een belangrijke eigenschap voor het bekomen van leifruitbomen. Tijdens het groeiseizoen, en bij voorkeur in de maanden juni en juli worden zijtwijgen op de armen van de leivorm ingekort op vijf bladeren gerekend vanaf de basis. Dit inkorten kan gebeuren zonder snoeischaar, door het eenvoudig innipen van de jonge twijgen. Bij hergroei wordt de nieuwe scheut nogmaals ingenepen, maar dan op 2 à 3 bladeren. De verlengenis van de arm wordt nooit in de zomer ingekort, maar pas tijdens de winter. De verlengnissen van de lagere gesteltakken worden tijdens de opbouw­fase langer gelaten dan deze van de hogere gesteltakken. Samen met het inkorten van de zijtwijgen worden verkeerd geplaatste twijgen volledig verwijderd (twijgen die naar de muur toe groeien, meervoudige scheuten worden gedund...).

Eens gevormd, moeten leifruitbomen jaarlijks gesnoeid worden. Ook dit vindt voor een groot gedeelte in de zomer plaats zoals hierboven beschreven. Deze zomersnoei werkt enerzijds groeiremmend en anderzijds wordt hiermee de vorming van bloembotten en vruchthout bevorderd. In de winter wordt de leifruitboom nogmaals gesnoeid waarbij de zijtwijgen worden ingekort ter hoogte van een bloembot of een korte twijg met bloemknoppen of gemengde knoppen, ook wel spoor of brindelle genoemd. De verlengnissen van de volgroeide gesteltakken worden tijdens de winter op 1 oog gezet.

F.4.2.6.3 Kandelaren

Kandelaren is een snoeivorm waarbij alle gesteltakken periodiek geknot worden. Het takkengestel lijkt op een meerarmige kandelaar, vandaar de naam. Gekandelaarde bomen kunnen klein zijn, maar ook monumentale afmetingen aannemen. Net als leibomen begint het vormen van een gekandelaarde boom onmiddellijk na de aanslagfase, bij de jonge boom. Eventueel wordt tijdens de begeleidings-snoei eerst een takvrije stam gevormd. Kandelaren is een bewuste keuze die in het eindbeeld van de boom wordt vastgelegd. Door te kandelaren bekom je een typische groeivorm, met een 'kandelaar' van gesteltakken en daarop steil omhoog groeiende jonge scheuten. Het afzagen van alle gesteltakken bij oude, grote bomen omdat ze teveel ruimte innemen of het toppen van bomen, is geen snoeivorm. Dergelijke praktijken zijn het gevolg van een onaangepaste soortkeuze en een onvoldoende onderbouwde bomenbeheer en moeten ten stelligste vermeden worden.



Een correct gekandelaarde boom wordt reeds als jonge boom gevormd, soms zelfs al op de kwekerij.



Al te vaak worden bomen op het openbare domein verminkt. (Foto Peter Van Herp)

F.4.2.6.3.1 Welke soorten?

Net als bij leivormen zijn vooral soorten met een sterk regeneratievermogen geschikt om te kandelaren. Het gaat ondermeer om linde, plataan en haagbeuk. Soorten als beuk, berk en notelaar verdragen kandelaren slecht.

F.4.2.6.3.2 **Techniek**

Bij het kandelaren worden een aantal jonge takken uitgekozen, die samen het gestel zullen uitmaken. Hoeveel takken uitgezocht worden, hangt af van de uiteindelijke grootte van de boom, de soort en de vorm die nagestreefd wordt. De takken van het overblijvende gestel worden afgezaagd op de gewenste lengte en alle andere takken en zijtakken worden volledig weggenomen. In de afgezaagde takken mag nog geen kernhout aanwezig zijn, dus afhankelijk van de boomsoort mogen de afgezaagde takken maximaal 5-10 cm dik zijn. Bij takken met een steile takstand moeten de jonge gesteltakken mogelijk uitgebogen worden om een mooi takkengestel te verkrijgen. Dit gebeurt bij voorkeur met onverhoude twijgen. Aangezien de volledige bladmassa verdwijnt, moet het kandelaren gebeuren tijdens de winterrust. De boom zal opnieuw uitlopen uit slapende knoppen en adventiefknoppen. Om de 3-8 jaar (afhankelijk van de boomsoort) worden alle takken, uitgezonderd de gesteltakken, weggezaagd. Ook hier gelden de algemene snoeieregels: beschadig nooit de takkraag en houd de snoeiwonden zo klein mogelijk.

Toppen en afzagen van gesteltakken

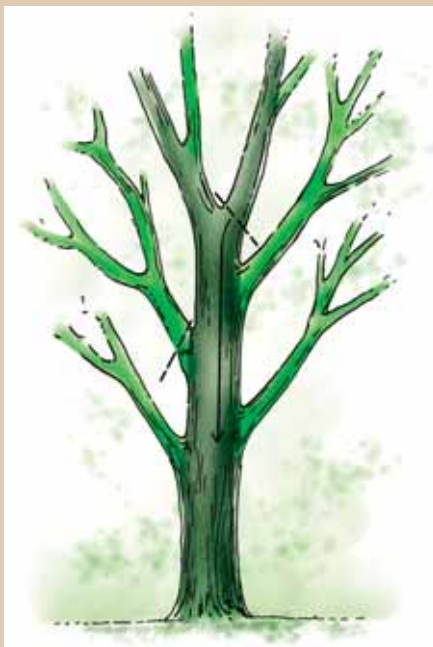
Bomen worden vaak getopt of alle gesteltakken worden ingekort, omdat ze 'te groot' worden, teveel schaduw of bladval geven, in de weg staan bij werken of zelfs zonder enige aanwijsbare reden. In de volksmond wordt dit verkeerdelijk aangeduid als kandelaren of kandelaberen (kandelaren is een bewuste keuze in het eindbeeld: een snoeivorm die reeds bij jonge bomen ingeleid wordt). Het is een omstreden maatregel omdat de boom verminkt en verzwakt wordt. Veel bomen herstellen zich na een dergelijke ingreep, maar minstens evenveel gaan er aan ten onder, soms na enkele jaren kwijnend verder geleefd te hebben. Vooral linde, plataan, populier en wilg lijken zich gemakkelijk te herstellen van dergelijke drastische ingrepen. Beuk, eik en berk zijn veel gevoeliger. Dat de boom verder groeit, is voor veel mensen een teken dat het allemaal niet zo slecht kan zijn voor de boom. Maar als dezelfde boom tien jaar later afbreekt en schade aanricht, denkt niemand nog aan het 'snoeiwerk' van jaren terug.

Bij deze treurwilg zijn zonder enige reden alle gesteltakken afgezaagd. Hij heeft nochtans de nodige ruimte om uit te groeien en hij vertoonde geen gebreken.



Zoals al eerder werd aangegeven, kan enkel het levende spinthout zich actief afgrendelen tegen micro-organismen. Als zware gesteltakken afgezaagd worden, is daar vaak al een verkerning aan de gang. De boom begint dus verzwakt aan de strijd, want in dit kernhout kan hij snoeiwonden enkel passief afgrendelen, wat de kans op infectie en rot sterk vergroot. Ook bij bomen die geen kernhout vormen, is het oudere spinthout veel minder actief en grendelt het slechter af. Houtrotveroorzakende schimmels krijgen doorgaans de kans zich sterk uit te breiden. Bovendien komen niet één, maar tientallen grote snoeiwonden voor waar de afgrendeling tegelijk moet gebeuren. Dit kost de boom zeer veel energie. Door het wegnemen van een groot houtvolume tast je zijn energiereserves overigens sterk aan, aangezien in het houtparenchym de energiereserves opgeslagen liggen.

Door het afzagen van de bovenste gesteltakken wordt de boom bovendien getopt. De bovenste gesteltakken zijn namelijk geen takken, maar codominante toppen: ze bestaan uit stamweefsel. Als stamweefsel beschadigd wordt, is er geen beschermingszone aanwezig zoals bij takken in de takaanzet. Dergelijke stamwonden vertonen dus een veel groter risico op inrotting dan takwonden. Je geeft de belagers als het ware een vrijeleide doorheen de stam. Door de stam door te zagen, geef je ze de kans om al het hout dat op dat moment aanwezig is, aan te tasten. Daarom moet je trouwens ook bij het uitlichten voorzichtig omgaan met het inkorten van toppen.



De bovenste 'gesteltakken' zijn eigenlijk geen takken, maar codominante toppen.

Door nieuwe scheuten te vormen vanuit slapende knoppen en adventiefknoppen zal de boom proberen om zijn oorspronkelijke kroonvolume te herstellen. Soorten als linde, plataan en populier slagen daar in veel gevallen in. Dat betekent echter niet dat de problemen van de baan zijn. Het verschil met de oorspronkelijke kroon is niet alleen te vinden in de kroonopbouw. De nieuwe scheuten hebben een veel zwakkere aanhechting dan de oorspronkelijke takken (zie Takaanhechting). Bovendien groeien ze vaak op een dunne schil gezond hout rond een aangetaste of rotte kern. Op hetzelfde punt waar vroeger één tak groeide, ontwikkelen zich nu bovendien meerdere takken. Na verloop van tijd moet een tak dus een groter gewicht dragen op een verzwakte aanzet. Het spreekt voor zich dat dergelijke takken een sterk verhoogd risico vertonen om af te breken. Om het risico op uitscheuren te beperken, moeten de takken (net als bij correct gekandelaarde bomen) elke 3-8 jaar opnieuw afgezet worden. Dit is een intensief en duur onderhoud. Bomen die écht moeten getopt worden, worden beter geveld en vervangen door een nieuwe boom die wél aangepast is aan zijn standplaats.

De nieuwe scheuten groeien vaak op een dunne schil gezond hout rond een rotte kern. Het risico dat ze afscheuren is reëel.



*Deze takken groeien op een inrottende takstomp.
(Foto Peter Van Herp)*



Het afzagen van gesteltakken kan in enkele zeldzame gevallen het behoud van een boom betekenen. De maatregel is echter altijd sterk nadelig voor de boom. Het moet dan ook als een levensreddende behandeling gezien worden met een beperkte levensduur. Waar sterk wortelverlies is opgetreden (bv. door werken of aardgaslekkages), kan zo de kroon terug in evenwicht gebracht worden met het verkleinde wortelgestel. Het verdient echter in alle gevallen aanbeveling om eerst te kijken hoe de boom reageert op het wortelverlies. Ook potentieel gevaarlijke bomen kunnen op korte termijn minder gevaarlijk gemaakt worden door een sterke kroonreductie om de windbelasting te verkleinen. Waar het afzagen van gesteltakken overwogen wordt, kan in de meeste gevallen gekozen worden voor het innemen van de kroon. Hoewel ook dat een drastische en te vermijden maatregel is, zijn de gevolgen voor de boom minder ernstig.

F.4.2.6.4 **Geschoren vormen**

Bomen kunnen ook in vorm geschoren worden. Geschoren vormen hebben vaak een architecturale functie en komen het meest voor in formele tuinen en parken, maar kunnen ook in een bebouwde omgeving een interessant alternatief vormen. De boom wordt jaarlijks geschoren in een min of meer strakke vorm, net als een haag. Eventueel kan eerst door begeleidingssnoei een takvrije stam verkregen worden. Bekende voorbeelden van geschoren vormen zijn bloklindes en –haagbeuken en taxusmassieven. Ook leibomen kunnen geschoren in plaats van gesnoeid worden. Hun uitzicht verandert hierdoor nauwelijks en het is iets onderhoudsvriendelijker.



Haagbeuk laat zich zeer gemakkelijk in blok scheren.

Scheer de snoeivorm elk jaar in de zomer tot op een centimeter van de vorige scheerbeurt. Zo verkrijgt u een dichte, fijn vertakte boom. Doordat hij zo elk jaar iets groter wordt en doordat oudere bomen soms gaten in hun kruin laten vallen, is het mogelijk dat de boom af en toe teruggezet moet worden om opnieuw een dicht vertakte snoeivorm te krijgen. Het beste resultaat wordt bekomen door de boom drastisch terug te zetten. Kies dus bij voorkeur soorten die gemakkelijk opnieuw uitlopen. Na twee of drie scheerbeurten zal de boom opnieuw een fijn vertakt uitzicht hebben. De boom terugzetten tot op het oude hout moet tijdens de winter gebeuren, bij voorkeur net voor de boom uitloopt.



Geschoren vormbomen moeten soms teruggezet worden tot op het oude hout om opnieuw een dicht vertakte vorm te krijgen.

Verwerking van snoeihout en bladafval

In een natuurlijk ecosysteem maken afgevallen bladeren en dood hout integraal deel uit van de mineralenkringloop. De mineralen in de bladeren worden in de herfst niet volledig terug opgenomen door de boom en opgeslagen in het hout. Een aanzienlijk deel ervan (30 tot 60% van de opgenomen hoeveelheid) komt op de bodem terecht via de bladval. Ook afgestorven takken bevatten nog heel wat mineralen. Maar de mineralen in de gevallen bladeren en het dood hout gaan in een natuurlijke situatie niet verloren voor de boom, ze worden terug opneembaar naarmate het organische materiaal afgebroken wordt. Door het weghalen van afgevallen bladeren en snoeihout bij bomen wordt de kringloop echter onderbroken en gaan de mineralen verloren voor de boom. Dit betekent een verarming van de mineralenrijkdom van de standplaats, zowel op korte als lange termijn. Probeer bladval en snoeihout dus zoveel mogelijk ter plaatse te verwerken. Een strooisellaag komt bovendien de vochthuishouding in de bodem ten goede door de verdamping te beperken. Door het organische materiaal wordt ook het bodemleven gestimuleerd, waardoor de bodemstructuur verbetert. Eenmaal verteerd, geeft het strooisel een humuslaag die de mineralenvoorziening en de bodemstructuur op lange termijn verzekert. Een verminderde afvoer van groenafval komt ook de duurzaamheid van het boombeheer ten goede en zorgt bovendien voor een besparing op afvoer- en verwerkingskosten.

Waar ze geen overlast veroorzaken, kunnen bladeren in parken en grotere groenelementen gewoon blijven liggen of in de onderbeplanting geveegd of geblazen worden. Dit laatste heeft enkel zin als de bladeren niet gemakkelijk terug uit de beplanting waaien. Een andere mogelijkheid is de bladeren te verzamelen in een bladkorf rond de stam en ze daar te laten verteren. Als de bladeren niet rechtstreeks onder de boom kunnen blijven liggen, kunnen ze verzameld worden in een nabijgelegen composthoop. Groenafval lokaal zelf composteren verdient de voorkeur boven compostering door een extern bedrijf. Het compost kan later gebruikt worden onder de bomen. Leg bij voorkeur de composthoop zelf niet binnen de wortelzone van bomen. Dikke pakken organisch materiaal kunnen lokaal namelijk voor anaerobe omstandigheden zorgen door de grote zuurstofvraag tijdens de vertering en zorgen voor een aanrijking van de bodem. Als de boom aangetast is door ziekten of plagen die overwinteren in afgevallen bladeren (bv. paardenkastanjiemiermot) worden deze het best niet achtergelaten onder de boom.



Afgevallen bladeren kunnen gewoon van de paden in de beplanting geveegd of geblazen worden.

De meest natuurlijke manier om snoeihout te verwerken is door het in zijn geheel of in stukken achter te laten onder de boom waaruit het komt, verspreid of in stapels. Daar verteert het en biedt het een biotoop aan veel dieren, planten en micro-organismen. Het achterlaten van snoeihout is enkel mogelijk in grotere boomgroepen of in parken, zeker als het om

grote volumes gaat. Een andere mogelijkheid om snoeihout te verwerken is door een takkenril aan te leggen. Die vormt een natuurlijke afsluiting en biedt een biotoop aan veel dieren, planten en micro-organismen. Door vertering van de takken kan je er bovenaan elk jaar opnieuw vers snoeihout in kwijt.



De meest natuurlijke manier om snoeihout te verwerken is door het gewoon onder de boom achter te laten.



In een takkenril kunnen grote hoeveelheden snoeihout verwerkt worden.

Waar het niet in zijn geheel kan blijven liggen, kan het snoeihout verhakseld worden. Een laag verhakseld snoeihout is een efficiënte manier om onkruidgroei in pas aangeplante plantsoenen tegen te gaan en is veel goedkoper dan schors. Maak de laag zeker dik genoeg, maar niet te dik (een dunne laag kan kiembevorderend werken en een dikke laag creëert anaerobe omstandigheden): 8-10 cm is meestal voldoende. Eenmaal de beplanting gesloten is (na enkele jaren), stop je het best met het opbrengen van verhakseld hout. Door de vrijkomende mineralen bij de afbraak van de organische stof kan anders vervuiling optreden. Ook het gebruik van verhakseld snoeihout op wandelpaadjes is een mogelijkheid. Daar zal wel om de

twee jaar de laag moeten aangevuld worden tot de oorspronkelijke dikte. Door vertering neemt de dikte namelijk elk jaar af met 10 tot 20%. Soms wordt gevreesd voor de overbrenging van ziekten en plagen door verhakseld snoeihout. Bij een vitale beplanting is het risico op de overbrenging van ziekten en plagen zeer klein. Enkel hout van bomen die zijn aangetast door de iepenziekte of door bacterievuur of verhakseld snoeiafval van coniferen met een schimmelaantasting moet altijd afgevoerd en vernietigd worden. De overige schimmels in het verhakselde hout zijn in hoofdzaak saprofytisch en niet parasitisch. Door de stimulering van het bodemleven wordt er trouwens net voor gezorgd dat parasieten beter onder controle gehouden worden. Hun parasiterende vermogen bij gezonde en vitale bomen is slechts klein.

Er wordt soms gevreesd voor de vastlegging van stikstof in het verhakselde snoeihout. Dat heeft namelijk een hoog C/N-gehalte, het bevat dus te veel koolstof (C) en te weinig stikstof (N) om vlot door micro-organismen afgebroken te worden. Bij de afbraak van het verhakseld snoeihout in de bodem moeten zij dan ook stikstof van elders halen. Er wordt dan tijdelijk stikstof uit de bodem onttrokken en vastgelegd in het verterende organisch materiaal. Naarmate de afbraak verdergaat, komt de stikstof wel opnieuw vrij, maar op korte termijn vermindert de beschikbaarheid van stikstof in de bodem. Er kan dan voor pas aangeplante bomen of struiken een stikstoftekort ontstaan. Doordat een laag verhakseld snoeihout echter niet gemengd is met de bodem, maar erop ligt en slechts een gering bodemcontact heeft, treedt vastlegging van bodemstikstof in dit geval zeer weinig op. Een eventuele verminderde N-beschikbaarheid is zelden merkbaar aan de plantengroei. Het hoge C/N-gehalte zorgt bij een laag verhakseld snoeihout ook voor een sterk vertraagde afbraak, waardoor de stikstofvraag miniem is. Door de trage afbraak en ook door de vele moeilijk afbreekbare stoffen die erin zitten, zoals lignine, blijft de laag ook relatief lang liggen.

F.4.3 Wondverzorging

Vroeger werden wonden schoongemaakt, bijgesneden, ontsmet, opgevuld, afgedekt, enz. De ervaring heeft aangetoond dat veel van deze praktijken geen enkel positief effect hebben en vaak zelfs nadelig zijn voor de boom. De evolutie van een wonde is veel meer afhankelijk van boombiologische factoren (en bij snoei van een correcte snoeitechniek) dan van allerlei technische maatregelen van wondverzorging. Ondersteun de natuurlijke afgrenzing zoveel mogelijk, onder meer door bomen in een goede conditie te houden.

F.4.3.1.1 Wondrand - wondoppervlak

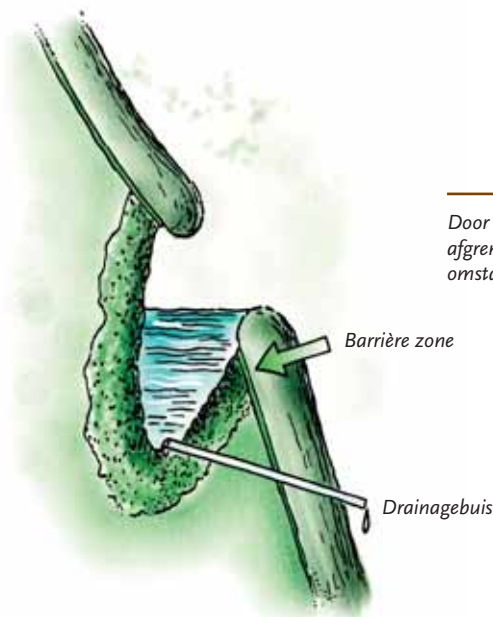
Het bijsnijden van de wondrand en het glad maken van het wondoppervlak is niet nodig. De vorm van wonden heeft weinig invloed op de snelheid van overgroeiing. 'Schiereilandjes' van levende bast verkleinen zelfs het wondoppervlak en versnellen zo de wondovergroeiing. Door het bijsnijden van de wondrand vergroot alleen de oppervlakte van de wonde. Ook de kans op uitdrogen en afsterven van het cambium vergroot. Geef de boom de kans om door het vormen van callusweefsel zelf aan te geven waar de grenzen van de wonde zich bevinden. Loszittende of uitgerafelde bast kan het afsterven van het cambium beletten door het te beschermen tegen uitdroging. Loszittende bast kan zelfs terug aan de boom groeien als ze onmiddellijk na de verwonding terug vastgemaakt wordt met kleine nageltjes of nietjes. Dit moet zo snel mogelijk gebeuren (het best binnen enkele uren na de verwonding) en zeker voor de bast uitgedroogd is. Houd de bast vochtig en omwikkel ze met mos en een zwarte plasticfilm. Nadat de callusvorming op gang is gekomen, mogen afgestorven stroken bast voorzichtig verwijderd worden, zonder het callusweefsel te beschadigen. Voor de wondovergroeiing is dit niet nodig, maar de loszittende bast kan insecten of micro-organismen herbergen die de wonde infecteren. Uitstekende houtdelen mogen verwijderd worden als ze de wondovergroeiing zouden hinderen.

F.4.3.1.2 Holten

Ook holten worden het best met rust gelaten. Ze zijn meestal scherp afgelijnd door reactie- en barrièrezones. Het uitkrabben of zelfs uitfrezen tot op het gezonde hout heeft enkel tot gevolg dat deze

afgrendelingszones doorbroken worden, waardoor de aantasting verder gaat en de holte dus groter wordt. De boom moet energie investeren in nieuwe afgrendelingszones en zo gaat opnieuw een deel van zijn reserves verloren. Eventueel kan met de hand het rotte of vermolmde hout weggehaald worden. Dit kan de uitdroging van de wonde ten goede komen, waardoor belagers afgeremd worden. De infectie loopt voor op de verrotting, dus is het onmogelijk om al het geïnfecteerde hout weg te nemen. Anderzijds ondersteunt het vermolmde hout een hele levensgemeenschap van insecten en micro-organismen, wat de ecologische waarde ten goede komt.

Water in een holte zorgt niet voor rot. Rot is het gevolg van micro-organismen. Water kan er zelfs voor zorgen dat er een zuurstofloos milieu ontstaat, waardoor de groei van micro-organismen afgeremd wordt. Het draineren van holten verbetert in veel gevallen de omstandigheden voor de micro-organismen (van nat en onleefbaar naar vochtig, dus ideaal). Je doorbreekt bovendien afgrendelingslagen, wat de belagers een zetje vooruit geeft en de boom verder verzwakt. Je beschadigt ook het hout dat gevormd werd na de verwonding. Zo wordt ook dit hout geïnfecteerd, waar de verrotting voordien beperkt bleef tot het hout aanwezig op het moment van verwonding, begrensd door de barrièrezone (CODIT-zone 4).



Door holtes te draineren doorbreek je afgrendelingslagen en creëer je de ideale omstandigheden voor rot.

Het steriliseren van holtes is zinloos. De infectie kan vele tientallen centimeters voorop lopen op de verrotting, in het hout dat er nog gezond uitziet. De middelen die gebruikt worden om de holtes te reinigen, dringen in het beste geval één cm in het hout.

Het aanbrengen van trekstangen in holten en scheuren om de ringspanning te herstellen, heeft in de meeste gevallen geen enkele zin. De krachten die zich in een boom ontwikkelen zijn enorm. De boom zorgt zelf voor de nodige stevigheid door het vormen van dikke weefselwanden aan de rand van de scheur. Door het boren doorbreek je opnieuw de afgrendelingslagen. Slechts waar een holte of scheur zich uitstrekt tot in een vork kunnen trekstangen nuttig zijn. Maar daar is het meten en berekenen van de beste plaatsing en oriëntatie van de trekstangen meestal zeer complex. In de meeste gevallen kan trouwens ook door snoei het risico op schade verminderd worden.

Vroeger werden holten wel eens volgestort met beton of dicht gemetseld. Dit kan de wondovergroeiing ten goede komen, maar zorgt er wel voor dat de holte niet meer kan geïnspecteerd worden en dat de ecologische functie van de holte volledig verloren gaat. Ook esthetisch zijn dergelijke praktijken twijfelachtig. Stevigheid is geen argument, want de weefselrollen die de boom vormt aan de randen van een holte zijn meestal steviger dan het dunne laagje wondovergroeiingsweefsel over de 'vulling'. De vulling is star en onbuigzaam, terwijl een boom een levend wezen is, hij is flexibel en moet kunnen 'bewegen'. Het opvullen van holten, zeker grote holten, belet dit. Door een verschil in krimp- en zwelkarakteristieken komt een vulling trouwens vaak los te zitten in de holte.

Vroeger werden holtes vaak gevuld met beton.



Het afdekken van holten met een plaat of gaas is mogelijk. Daarmee belet je mensen om de holte te 'gebruiken' (bv. om vuurtjes in te stoken of afval in achter te laten). Nadeel is dat ook dieren geen gebruik meer kunnen maken van de holte als broed- of nestelplaats. Voor de boom zelf heeft een afdekplaat of -gaas geen enkel nut.

F.4.3.1.3 Wondverzorgingsmiddel

Het gebruik van wondverzorgingsmiddelen is eerder geworteld in een jarenlange gewoonte dan in een wetenschappelijke onderbouwing. Het ideale wondverzorgingsmiddel beschermt wonden tegen uitdroging, insectenschade en infectie, gaat rot tegen en versnelt de wondovergroeiing. Tot op vandaag

voldoet geen enkel middel aan al deze eisen. In veel gevallen vergroot het gebruik van wondverzorgingsmiddelen zelfs de schade voor de boom. Wondafdekkende middelen, oorspronkelijk ontwikkeld voor gebruik bij fruitbomen, beletten niet dat schimmelsporen doordringen tot op het wondoppervlak doordat ze vaak verweren onder invloed van het weer. Vaak creëren ze zelfs een ideale biotoop voor de schimmel (achter het wondafdekmiddel is het meestal donker, vochtig en warm).



Het wondafdekmiddel heeft het wondoppervlak beschermd, maar erachter is de tak volledig rot. Op de houtsplinter is te zien dat het wondverzorgingsmiddel slechts een centimeter hout beschermd heeft.

Sommige middelen stimuleren wel enigszins de callusvorming doordat het cambium minder uitdroogt. Wondovergroeiing staat echter volledig los van afgrenseling en geen enkel bekend middel vermindert rot. Een schimmeldodend middel kan de kans op infectie verkleinen, bijvoorbeeld bij soorten die gevoelig zijn voor het meniezwammetje. Het effect kan echter ook omgekeerd zijn, aangezien de antagonistische schimmels die infectie door belagers vertragen, ook gedood worden. Een correcte snoeiwijze en snoeitijdstop hebben een veel grotere invloed op wondovergroeiing, afgrenseling, infectie en rot dan het middel dat men op de wonde smeert: bij een correcte zomersnoei gebeurt de afgrenseling optimaal en heeft een wondverzorgingsmiddel geen enkele zin. Fouten door een verkeerde snoei kunnen niet opgelost worden met een wondverzorgingsmiddel.

Injecteren

Vroeger werden bomen wel eens geïnjecteerd met allerlei chemicaliën om ziektes en aantastingen te 'genezen' of te voorkomen. Het injecteren gebeurt door gaten te boren in de stam, waarlangs de chemicaliën ingebracht worden, eventueel onder druk. Het toebrengen van stamwonden aan de boom zorgt voor infectie en rotting van het stamweefsel, zeker als het op meerdere plaatsen in de stam en meerdere jaren na elkaar gebeurt. Sommige chemicaliën vertragen de afgrenseling van wonden, om zo de opname te verbeteren. Ook de belagers profiteren hiervan. De conclusie is dat bij het injecteren de kuur erger is dan de kwaal.

F.4.4 Boomcontrole

F.4.4.1 Aansprakelijkheid van boombeheerders

Als een boom schade aanricht, kan de eigenaar of de beheerder daar volgens het burgerlijk wetboek in sommige gevallen aansprakelijk voor gesteld worden. Heel beknopt gelden volgende regels: om aansprakelijk gesteld te worden, moet de schade het gevolg zijn van een fout of van een gebrek aan de boom (rot, dood hout ...). Bovendien moet tussen schade en fout of tussen schade en gebrek een oorzakelijk verband bestaan. Zelfs een onbelangrijk of gedeeltelijk oorzakelijk verband is voldoende om aansprakelijkheid in te roepen. Een vreemde oorzaak (bv. wind) vormt enkel een bevrijdingsgrond voor de aansprakelijkheid als die de enige en volledige oorzaak van de schade is en bovendien redelijkerwijze onvoorzienbaar en onvermijdbaar is.

Het komt er voor een boombeheerder dus op aan te kunnen aantonen regelmatig controles uit te voeren en waar nodig maatregelen te nemen die de veiligheid garanderen. Dit betekent echter niet dat de beheerder per definitie aansprakelijk kan worden gesteld bij het ontbreken van een controle. Toch is een systematische boomcontrole, bij voorkeur bijgehouden in een geautomatiseerd gegevensbestand, sterk aanbevolen voor beheerders van het openbare domein. In principe volstaat een visuele controle waarbij de conditie en de structuur van de boom worden beoordeeld. Probeer inzicht te verwerven in de standplaats en de gebeurtenissen die deze standplaats hebben beïnvloed. Grondwerken, rioleringswerken en wegenwerken kunnen de stabiliteit van een boom vaak pas vele jaren later in gevaar brengen. Bij vaststelling van gebreken of defecten die aanleiding zouden kunnen geven tot schade, is nader onderzoek door een deskundige vereist. Een absoluut veilige boom bestaat echter niet: hij kan breken en schade veroorzaken zonder ook maar één mechanisch defect te vertonen. Een boom is een levend organisme en dit stelt grenzen aan de beoordelingsmogelijkheden. De nauwkeurigheid van de beschikbare meettechnieken leidt tot een vals idee dat de veiligheid van bomen berekenbaar is. Meten is een technisch hulpmiddel bij de beoordeling van bomen: een meting is slechts een momentopname op één plaats waarbij de gemeten waarden vergeleken worden met gemiddelden. Het is opvallend dat we de absolute veiligheid van een boom verwachten terwijl er zich op het openbare domein nog tal van objecten bevinden die niet zonder gevaar zijn, maar die we nuttig achten of waarvan we de voordelen waarderen ondanks het risico. Denk maar aan reclamepanelen, masten, verlichting, enz.

F.4.4.2 Visuele boombeoordeling

Bij de kwaliteitsbeoordeling van bomen worden twee elementen onderscheiden: de conditie van de boom en de structuur van de kroon, stam en wortels. De conditie is slechts een momentopname en zegt niet hoe de boom zich in de toekomst zal ontwikkelen. De structuur van een boom heeft te maken met de breukgevoeligheid en de stabiliteit. Er hoeft geen direct verband te zijn tussen de structuur en de conditie. Enerzijds kan een breukgevoelige boom nog perfect in blad staan en anderzijds kan een in slechte conditie verkerende boom qua structuur geen enkel probleem vertonen.

Voor de visuele boombeoordeling bestaan er verschillende methodes. De meest gekende zijn VTA (Visual Tree Assessment), IBA (Integrierte Baumanalyse) en SIA (Statisch Integrierte Abschätzung). Een allesomvattende feilloze methode bestaat niet. Elke boom, standplaats en context is verschillend. Er zijn tal van factoren zoals windbelasting, kroonvolume en aard van de verzwakking die niet toelaten eenvoudige conclusies te trekken. Determinatiesleutels voor schade en meetinstrumenten zijn slechts hulpmiddelen die toelaten om bomen op een gestandaardiseerde wijze te beoordelen. De resultaten moeten steeds met de nodige voorzichtigheid en deskundigheid geïnterpreteerd worden.

Om problemen te herkennen is het essentieel te weten hoe een boom zonder gebreken er uitziet. Daarnaast is ervaring en deskundigheid vereist om verzwakkingssymptomen te herkennen en al dan niet te besluiten tot gespecialiseerd onderzoek, het nemen van remediërende maatregelen, of de boom te verwijderen. Wanneer dezelfde personen dezelfde bomen gedurende een langere periode kunnen controleren, zijn de gegevens betrouwbaarder omdat ook de referentie hetzelfde blijft.

De frequentie van controle kan gekoppeld worden aan het risico. Doorgaans verloopt dit parallel met de leeftijd van de boom waarbij het risico op breuk of windworp verhoogt naarmate de boom ouder wordt.

Controle frequentie	
Jonge bomen	Elke 5 jaar
Halfwas bomen	Elke 3 jaar
Volgroeide bomen	Elke 1-3 jaar
Aandachtsbomen	Jaarlijks
Risicobomen	1 tot meermaals per jaar

Tabel 28: Gebruikelijke controlefrequentie voor bomen (naar Atsma, J. en in 't Velt, Y.)



Bomen op drukke plaatsen moeten frequenter gecontroleerd worden dan die op minder drukke plaatsen.

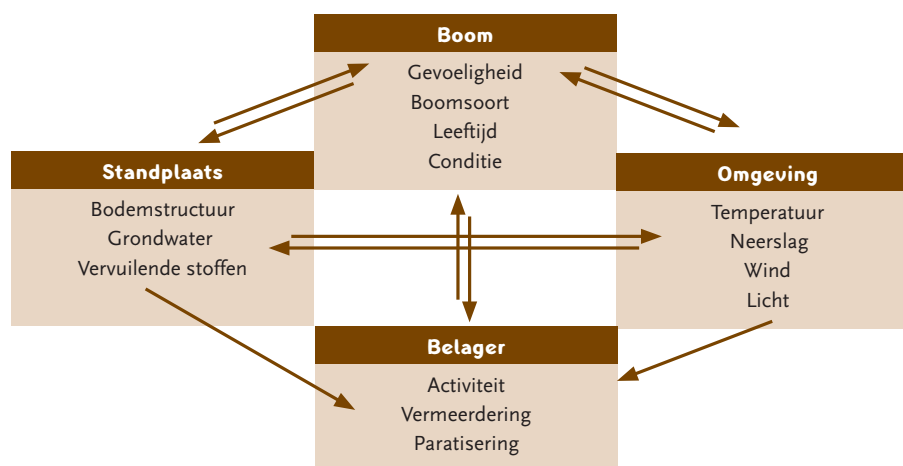
Bij nieuw aangeplante bomen moeten de standplaats en de steunpalen minstens jaarlijks gecontroleerd worden. Steunpalen worden na enkele jaren weggehaald. Aandachtsbomen zijn bomen waarbij een uitwendig zichtbaar defect werd vastgesteld maar waar voorlopig nog geen aanwijzingen zijn voor een verhoogd risico. Risicobomen zijn bomen met een defect dat nader onderzoek vereist.

Het tijdstip voor boomcontrole is afhankelijk van welke aspecten men wenst te onderzoeken. De conditie kan onderzocht worden in de zomer. De vruchtlichamen van schimmels zijn vooral zichtbaar in het najaar en de structuur van de kroon is eenvoudiger te inspecteren in de winter. Structuurkenmerken van stam en de wortels kunnen heel het jaar worden onderzocht.

De boomcontrole kan leiden tot volgende besluiten:

- De boom kan behouden worden met vermelding van de volgende controle.
- De boom kan behouden worden mits volgende verzorging.
- Er moet nader onderzoek gebeuren van de breukgevoeligheid, de stabiliteit of de standplaats.
- Er moeten standplaatsverbeteringen uitgevoerd worden.
- Er moeten structurele verstevigingen aangebracht worden.
- De boom moet om veiligheidsredenen worden verwijderd.

Een boom groeit in een complexe relatie met zijn standplaats, de omgeving, maar ook met zijn mogelijke belagers. Binnen dat netwerk van relaties kan elke factor een andere beïnvloeden (zie figuur). De mogelijke oorzaken voor schade aan bomen zijn dan ook talrijk en kunnen zowel biotisch (door een levend organisme) als abiotisch zijn (zie tabel). In zeer veel gevallen komen verschillende oorzaken van boomproblemen samen voor, al dan niet in wisselwerking met elkaar. In dergelijke situaties is het zeer moeilijk om aan te duiden welke oorzaak primair is voor de schade aan de boom, welke de negatieve spiraal van conditieverlies en aantastingen op gang gebracht heeft.



Figuur 98: Een boom leeft in een complexe relatie met zijn standplaats, zijn omgeving en mogelijke belagers (naar Balder et al.)

Een overzicht van de mogelijke oorzaken van boomproblemen:

Levende (biotische) oorzaken

- Schimmels
- Insecten en mijten
- Vogels
- Zoogdieren
- Bacteriën en andere eencelligen
- Virussen en viroïden
- Nematoden (aardwormpjes)

Niet-levende (abiotische) oorzaken

- *Extreme weersomstandigheden*
- Droogte
- Vroege en late vorst

Zon
Wind
Winterkou
Hagel
Bliksem

Bodemeigenschappen

Verdichting
Oppervlakkige verzegeling (verslemping, verharding)
Wateroverlast
Watergebrek
Zuurstofgebrek
Slechte mineralenvoorziening

Chemicaliën

Herbiciden
Strooizout en zeezout
Cement
Brandstof
Gaslekken
Lokale hoge concentraties van toxische gassen in de lucht

Andere

Mechanische beschadiging (ongevallen, maaischade, boomband, (verkeerde) snoei, vandalisme, enz.)

Verkeerde aan- of verplanttechniek
Entproblemen
Vuur

Om oplossingen voor het probleem te kunnen aanbrengen, is het belangrijk om de primaire oorzaak te vinden van de boomschade of verminderde conditie. Daarbij is het noodzakelijk dat een correcte diagnose gesteld wordt en dat geen overhaaste conclusies getrokken worden. Als er bijvoorbeeld vruchtlichamen gevonden worden van houtrotveroorzakende schimmels, worden deze vaak aangeduid als oorzaak voor de aftakeling. Veel houtrotters zullen echter zelden een boom aantasten zonder voorafgaande verzwakking, bijvoorbeeld door wortelschade of herhaalde insectenvraat. Zo kan een boom die overduidelijk aangetast is door honingzwam eerder zware wortelschade opgelopen hebben bij graafwerken naast de boom. Hier is de wortelschade de primaire oorzaak van de aftakeling van de boom en is de honingzwam slechts een secundaire belager. Heb bij het controleren van bomen voldoende aandacht voor de relaties tussen verschillende schadefactoren en oordeel niet te snel.

In dit hoofdstuk wordt verder ingegaan op het herkennen van defectsymptomen en beschadigingen die aan de basis liggen van verzwakking van de structuur, het beoordelen van de conditie en de oorzaken van conditievermindering.

F.4.4.2.1 Beoordelen van de structuur: herkennen van defectsymptomen en beschadigingen

Het beoordelen van de structuur is direct gekoppeld aan de veiligheid van personen of zaken. Het doel is het risico op breuk of windworp tijdig te signaleren, zodat de nodige maatregelen kunnen genomen worden om schade te voorkomen.

De oorzaken van schade aan bomen kunnen biotisch of abiotisch van aard zijn.

Biotische oorzaken zijn onder meer bacteriën, virussen, insecten, schimmels, verstoring van de bodembioïologie en schade door dieren en mensen. Vooral de laatste drie kunnen de structuur dermate beïnvloeden dat de veiligheid in het gedrang komt. Abiotische oorzaken zijn bodem, klimaat, chemische verontreiniging (strooizout, olie, enz.), schade door voertuigen, machines, wortelschade, onoordeelkundige snoei, enz.

Uitgangspunt bij verschillende methodes waarvan de basis gelegd werd in de VTA-methode (Visual Tree Assessment) is het 'axioma van de constante spanning' (Claus Mattheck). Een boom zal steeds streven naar een gelijkmatige belasting of een spanningsevenwicht. Op delen van de boom die zwaar belast worden zal steunhout of reactiehout gevormd worden; op delen die weinig belast worden, vindt weinig houtaanwas plaats. De windbelasting is de belangrijkste factor in dit proces. Een verhoogde mechanische belasting is aan de buitenzijde van de boom vaak zichtbaar door verdikkingen. Een ribbel wijst op een scheur; een zwelling of een bult op een holte of zacht (rot) hout. In deze context zijn defectsymptomen of de vorming van reactiehout of reparatieweefsel evengoed tekenen van herstel. Naast de vorming van reactiehout wordt een beschadiging of aantasting ook afgegrensd en is een boom dus in staat een verzwakking minstens tijdelijk een halt toe te roepen. De schors is de beste indicator voor mechanische spanningen. Nog voor het cambium reactiehout vormt, zal de schors wijzen op een defect.

Bij de beoordeling is het ook van belang de boom als een geheel te bekijken. De krachten in de kroon, de stam en de wortels moeten op elkaar afgestemd zijn. Van de twijgjes tot in de haarwortels worden de krachten naar de grond geleid. De vergelijking van een boom met een zeilboot geeft een aanschouwelijk beeld van deze krachten. Het spreekt dan ook voor zich dat wijzigingen in het spanningsevenwicht, bijvoorbeeld door het afzagen van gestelwortels, zware gevolgen kan hebben.

De breukgevoeligheid van een boom kan worden bepaald door de restwanddikte. Als criterium bij de VTA-methode geldt dat de restwanddikte rond een holte in een boom minimaal een derde van de straal van de stamcirkel moet zijn. Daarbij mag de holte nog een opening van 120 graden hebben. In meer recent onderzoek (SIA-methode, Statisch Integrierte Abschätzung) wordt deze arbitraire benadering genuanceerd en gekoppeld aan de stamdiameter. Hoe dan ook moet men steeds rekening houden met variabele aspecten zoals wind en boomhoogte. Door middel van technische hulpmiddelen kan de restwanddikte in kaart gebracht worden (zie *F.4.4.4 Boomcontrole met meetinstrumenten*).

F.4.4.2.1 Mechanische defecten in stam en takken

• Vezelknikken en vezelscheuren

Voor een stam of een tak breekt, schuiven houtvezels aan de zijde die van de wind is afgekeerd in elkaar. Dit noemt men vezelknikken. Overgroeïende vezelknikken zijn meestal te zien als verdikkingen op de stam. Aan de windzijde worden de vezels uit elkaar getrokken en ontstaan er vezelscheuren. De drukspanning aan de zijde weg van de wind zorgt ervoor dat de schors opgestoken wordt, de trekspanning aan de windzijde kan voor dwarsscheuren zorgen. Wanneer een boom daarbij ook nog scheef zakt, kan bovendien een lengtescheur ontstaan aan één of aan beide zijden. Het schuiven van de wortelkluit kan men herkennen aan de top van de boom die niet is opgericht en duidt, in combinatie met vezelscheuren en -knikken, op een verhoogd risico op windworp. Indien een takaanzet aanwezig is in de zone van de scheur of knik, bevordert dit meestal de breuk.



Opstuikende schors aan de zijde die van de wind is afgekeerd, kan wijzen op vezelknikken.



Een dwarsscheur, zoals op deze wortelaanzet, is een ernstig defect.

- **Zwellingen en bulten**

Indien de boom bij voornoemde beschadiging niet breekt, zal reparatiehout gevormd worden op de plaats van de verzwakking. Ook bij houtrot worden dikkere jaarringen aangemaakt op het zwakste punt. Eenzijdige verdikkingen of bulten kunnen wijzen op houtrot dicht bij de stamwand; ringvormige verdikkingen op rot centraal in de stam. De aanwezigheid van houtrot of holtes kunnen bij dergelijke verdikkingen herkend worden door kloppen. Reparatieweefsel na vezelknikken en -scheuren heeft doorgaans scherpere contouren en geeft bij kloppen geen ander geluid als gezond hout. De omvang van het defect kan worden bepaald door middel van gespecialiseerd onderzoek.



Een overgroeïende vezelknik geeft een verdikking op de stam.



Een sterk verdikte stamvoet (een 'flessenhals') wijst vaak op rot.

- **Radiale scheuren en ribbels**

Radiale of straalsgewijze scheuren in stam en takken ontstaan door interne spanningen in het hout, bijvoorbeeld door een overgroeïde wonde. Ribbels wijzen op een overgroeïing van de scheuren. Een stompe ribbel wijst op het succesvol overgroeïen van de scheur. Spitse ribbels wijzen op het steeds langer worden van de scheur. Vaak worden dergelijke scheuren vorstscheuren genoemd, maar de reden voor de scheur is te zoeken in de interne spanningen. De vorst geeft het hout hoogstens een zetje om verder te scheuren.



Overgroeïende scheuren geven ribbels op de stam. Deze scheur is nog niet volledig overgroeïd.



Radiale scheuren starten vaak bij overgroeïde wonden.

Bij draaigroei kan er sprake zijn van torsiescheuren. Deze treden op wanneer krachten tegen de richting van de spiraal worden uitgeoefend. Bij scheuren en in het bijzonder bij torsiescheuren is de samenhang in de stam verzwakt. Indien de scheur doorloopt van de ene zijde van de stam of tak tot aan de andere zijde, bestaat er een groot risico op breuk, gezien de twee houtkolommen zich afzonderlijk van elkaar kunnen bewegen. Dit fenomeen treft men vaak aan bij takken na een verhoogde belasting door bijvoorbeeld sneeuw.

Scheuren, en zeker torsiescheuren, wijzen op een verzwakte samenhang in de stam.



- **Lengtescheuren in takken**

Doorlopende lengtescheuren in takken kunnen zowel ontstaan door een overbelasting in de gebruikelijke richting als door een plotse belasting in de tegengestelde richting. Een kleine scheur aan beide zijden van de tak zal hersteld worden door vorming van een ribbel. Een zeer wijde scheur kan vaak niet meer gesloten worden. Takken met lengtescheuren vormen een verhoogd breukrisico en worden het best verwijderd of ingekort.

Een zeer wijde lengtescheur in een tak kan vaak niet meer gesloten worden. (Foto Peter Van Herp)



- **Plakoksel**

Plakoksels ontstaan wanneer twee steil opgroeiende takken tegen elkaar duwen als gevolg van de diktegroei. Hierdoor worden bast en schors ingesloten, wat leidt tot een verzwakte aanhechting. Wanneer een instulping zichtbaar is tussen de twee takken is er geen sprake van vergroeiing. De takken staan los van elkaar. Een uitstulping wijst op vergroeide jaarringen. De ingesloten schors binnenin is nog steeds aanwezig en blijft een zwak punt. Het sluiten van de jaarringen vind soms slechts plaats aan één zijde. Wanneer een dergelijke tak uitbreekt, werkt de vergroeide zijde als een scharnier.

Het risico op het uitbreken van plakoksels is moeilijk in te schatten. Een trekproef kan meer duidelijkheid geven. Wanneer er een grote kans bestaat op de aanwezigheid van personen of objecten bij bijvoorbeeld storm of sneeuwval, kunnen plakoksels verankerd worden.



Deze plakoksel is gedeeltelijk vergroeid. De ingesloten schors blijft echter een zwak punt.

- **Wortelschade en windworp**

Het belangrijkste deel van een boom voor het groeiproces en de stabiliteit bevindt zich onder de grond. Het opsporen van gebreken is daar moeilijker dan in de bovengrondse delen.

Volgende elementen kunnen wijzen op problemen met de wortels:

- afgenomen conditie van de boomkroon;
- vruchtlichamen van schimmels aan de stamvoet of wortelaanzetten;
- scheurvorming in de bodem;
- scheefzakken;
- overdreven vorming van adventiefwortels aan de stamvoet.

Scheuren in de bodem dwars op de wortels wijzen op het schuiven van de volledige wortelkluit en houden dus een potentieel risico in. Grondscheuren in de lengterichting van de wortels zijn niet gerelateerd aan de stabiliteit en kunnen het gevolg zijn van diktegroei. Door middel van een trekproef kan het risico op vallen worden ingeschat. In de bebouwde omgeving treedt scheurvorming in de bodem vaak op na graafwerkzaamheden waarbij trekwortels werden losgerukt. In onverharde bodem verdwijnen de scheuren wel vrij snel door het dichtspoelen van de bodem, waardoor ze minder duidelijk zichtbaar zijn.

Grondscheuren dwars op de wortels wijzen op het schuiven van de volledige wortelkluit.



Wanneer wortels doorgetrokken zijn of afsterven door houtrot kan de boom scheefzakken. Grondscheuren zijn hier een voorbode van. Het is van belang een onderscheid te maken tussen een scheefgegroeide boom, waarvan de top is opgericht, en een scheefgezakte boom met de top in de richting van de stam. Ook de positie van de takken kan een duidelijke aanwijzing geven. Scheefzakken wijst op een risico op windworp maar kan door de boom hersteld worden door de vorming van nieuwe wortels. Ook bij de groei van nieuwe takken zal het evenwicht worden hersteld. De kans op grondafschuiving is groter in natte bodems.

Als de top van een scheve boom niet opgericht is, gaat het om een scheefgezakte en niet om een scheefgegroeide boom.

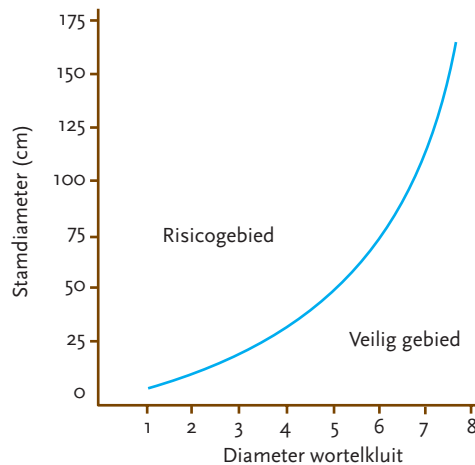


Adventiefwortels zijn nieuw gevormde wortels vanuit de wortelaanzetten, dus vlak bij de stam. De vorming van dergelijke wortels stelt de boom in staat voldoende water en mineralen op te nemen als het normale wortelgestel aangetast wordt. De aanwezigheid van fijne beworteling dicht bij de stam kan dan ook wijzen op afgestorven wortels. Door de vorming van adventiefwortels kan de boom de conditie van de kroon op peil te houden, maar de nieuwe beworteling heeft nauwelijks een invloed op de stabiliteit. Daardoor ontstaat een verhoogd risico op windworp, ondanks een kroon die in perfecte conditie lijkt.



Bij wortelbeschadiging verzekert een boom zijn water- en mineralenopname door de vorming van adventiefwortels op de stamvoet. De stabiliteit kan echter sterk aangetast zijn. (Foto Arthur De Haeck)

Om de stabiliteit te bepalen kan de verhouding stamdiameter / wortelkluit opgemeten worden. Onderstaande figuur geeft een richtlijn. Wortelschade kan worden bepaald door middel van graven of wanneer er aanwijzingen zijn met een resistograaf of impulshamer op wortelaanzetten.



De verhouding stamdiameter/wortelkluit geeft een beeld van de stabiliteit. (naar Mattheck et al, 1995)

Houtrotschimmels liggen vaak aan de basis van stabiliteitsproblemen en andere mechanische defecten (zie F.4.5.1.8 *Houtrotschimmels*).

F.4.4.2.2 Beoordelen conditie

Voor de beoordeling van de conditie van een boom bestaan er gespecialiseerde methoden: zetmeelanalyse, groeiinganalyse, infraroodluchtopnamen, takscheutlengtemeting, enz., maar hier wordt uitsluitend aandacht besteed aan de visuele beoordeling.

De visuele beoordeling kan belangrijke indicaties geven maar is deels subjectief omdat het referentiemateriaal (een gezonde boom) niet meetbaar is. Het oordeel is bovendien persoonsgebonden, waardoor ook hier, om een evolutie te kunnen vaststellen, opnames door dezelfde persoon over een langere periode wenselijk zijn.

Volgende verschijnselen worden bij een visuele conditiebepaling opgenomen, waarbij steeds vergeleken wordt met wat voor de soort of variëteit normaal is. De waarnemer moet dus voldoende sortimentskennis hebben en ervaring met groeivijzen in verschillende standplaatsomstandigheden.

- bladbezetting:
 - onvolledige bladbezetting;
 - vervroegde bladval;
 - kleiner blad;
 - dode of kleine knoppen;
- bladverkleuring:
 - lichter gekleurd blad;
 - bladnecrose;
 - bruine randen;
 - bladverdroging;
 - afwijkende bladvorm en vervormingen;
- vertakkingspatroon:
 - afwijkend vertakkingspatroon in de kroon;
 - noodgroei (reactiehout/waterlot);
 - scheutsterfte;
 - overmatig dood hout;
 - topsterfte;
 - takscheutlengte;
- achterblijvende groei;
- reactie op wonden, mate waarin wondovergroeiingsweefsel wordt gevormd;
- symptomen die wijzen op aantastingen door insecten, bacteriën, virussen of schimmels.

F.4.4.2.1 Oorzaken van conditievermindering

De oorzaken van conditievermindering kunnen in grote lijnen onderverdeeld worden in:

- aantastingen;
- gebrek of overmaat aan mineralen;
- slecht functioneren van het wortelstelsel en/of een slechte standplaats;
- weersinvloeden;
- menselijke activiteiten (o.a. standplaatsvervuiling).

- Aantastingen

(zie F.4.5 Ziekten en plagen)

- Gebrek of overmaat aan mineralen

Gebreks- en overmaatziekten ontstaan door een tekort of een overmaat in het aanbod of de opname van mineralen (zie ook *F.3.4.1.5.2 Gebrek of overmaat*). De symptomen zijn vergelende bladeren door een verstoorde chlorofylsynthese en eventueel dode bladranden of plekken, vervroegde bladval en zelfs dode takken. De patronen van de verschijnselen op het blad zijn doorgaans uniform en symmetrischer dan bij infectieziekten. De herkenning van een mineralengebrek of -overmaat is vaak moeilijk, vooral wanneer ze voorkomt in combinatie met symptomen van zoutschade of een infectieziekte. Een bladanalyse in een laboratorium kan uitsluitsel geven.

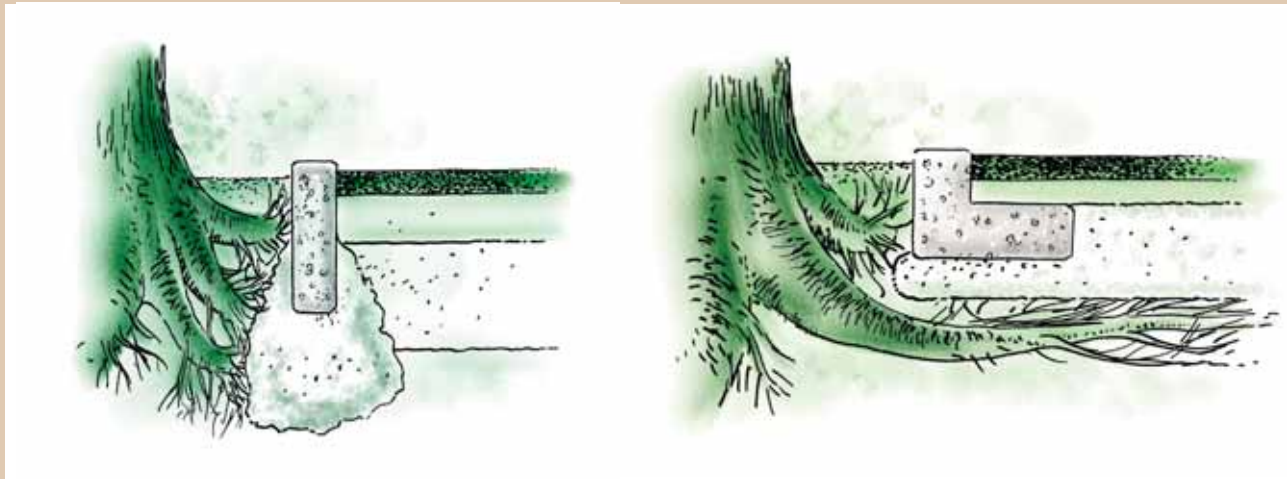
Een overmaat aan chloride door het gebruik van strooizouten is een veelvoorkomend probleem bij veel straatbomen. In grote lijnen verstoort chloride de opname van andere ionen, zorgt het voor een afname van de groei en worden de bladeren aangetast. In extreme gevallen kan de boom zelfs afsterven. De symptomen van strooizoutschade lijken op droogte, kaliumgebrek (het gebruik van keukenzout, natriumchloride, als strooizout veroorzaakt naast een overmaat aan chloride ook kaliumgebrek) of een vroege intrede van de herfstkleuren. Omdat strooizouten accumuleren in de wortelzone kan strooizoutschade aanslepen tot relatief lang na het gebruik (5-6 jaar).

Bij een vermoeden van strooizoutschade kan een bodemanalyse uitsluitsel brengen. Strooizouten kunnen echter uitspoelen naar de diepere bodemlagen, waardoor ze bij een normale bodemanalyse niet of weinig zichtbaar zijn. Neem de grondmonsters dus zeker diep genoeg. Een bladanalyse biedt meer zekerheid: een hoog chloridegehalte wijst bijna zeker op zoutschade.

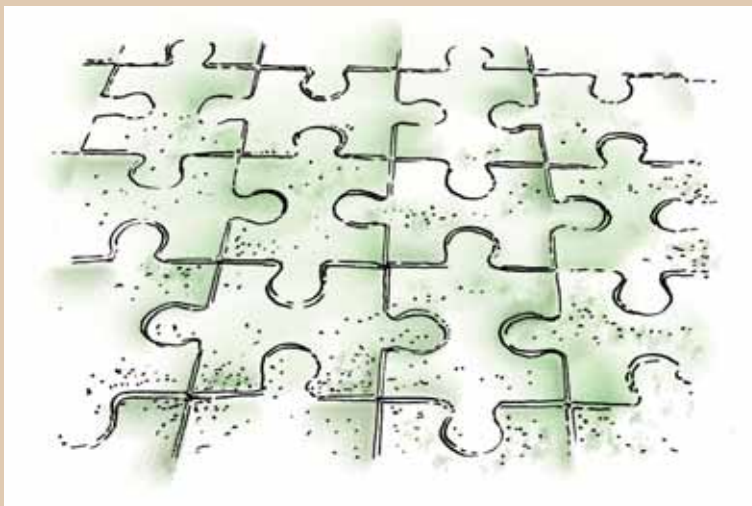
Er zijn alternatieven voor strooizouten zoals strooikorrels met ureum of alcoholen. Deze zijn echter duurder in gebruik, vaak minder effectief en ze zorgen ook voor een accumulatie in het milieu van andere mineralen (bv. nitraat bij ureum). Ook stroefmakende middelen zoals zand of split leveren problemen op: er zijn grote hoeveelheden nodig, ze zijn niet altijd effectief en ze zijn sterk vervuilend voor de berm en de waterafvoersystemen. De enige échte oplossing om zoutschade bij straatbomen te beperken is een verstandig ontwerp en het verantwoord gebruik van strooizouten. Door ervoor te zorgen dat zout smeltwater niet in de berm of de boomspiegel terecht komt, kunnen veel problemen vermeden worden. Dit kan door voldoende afstand te voorzien tussen de boom en de weg, door het gebruik van een boordsteen of door het bol leggen van de verharding rond bomen. Waar zoutschade te verwachten is, kan gekozen worden voor zouttolerante soorten (zie *F.3.1.3.1 Zoutgevoeligheid*). Strooi ook niet meer dan nodig en zorg voor een perfecte afstelling van de strooimachines. Al het strooizout moet effectief op de weg terechtkomen en niet in de berm.

Boomvriendelijke boordstenen

Boordstenen zorgen er voor dat vervuild water of zout smeltwater niet in de wortelzone van bomen terecht komt, maar door de diepe fundering van de klassieke boordstenen zorgen ze vaak ook voor problemen. Ze verkleinen de doorwortelbare ruimte voor de boom en kunnen verantwoordelijk zijn voor rechtstreekse wortelbeschadiging, bv. bij een heraanleg of als ze zwaar belast worden. Er bestaan alternatieven: L-vormige boordstenen kunnen rechtsreeks in het profiel opgenomen worden en vereisen geen aparte fundering. Waar de boordsteen enkel dient om een klinkerverharding bijeen te houden, zijn inhaakbare klinkers een alternatief. De boordsteen kan dan weggelaten worden.



L-vormige boordstenen zijn boomvriendelijker dan klassieke boordstenen omdat ze geen fundering vragen.



Door het gebruik van inhaakbare klinkers, heb je geen boordsteen nodig om de klinkers bijeen te houden. Een puzzelvorm is slechts één van de mogelijkheden.

Problemen met de zuurgraad (pH) zijn, de extreme waarden buiten beschouwing gelaten, soortafhankelijk. Vooral bij ijzer-, mangaan- en boriumgebrek bestaat er vaak een verband met de pH van de bodem. In gespecialiseerde literatuur voor sortimentskeuze wordt meestal de pH-tolerantie vermeld.

- **Bewortelingsproblemen**

Het slecht functioneren van het wortelstelsel wordt doorgaans veroorzaakt door problemen in de standplaats. Wateroverlast, een slechte beluchting of bodemverdichting kunnen de groei remmen. Ook schimmels en chemische bestrijdingsmiddelen kunnen de conditie aantasten. Bewortelingsproblemen komen vaak tot uiting in twijg- en taksterfte vanuit de kroonperiferie naar binnen (in tegenstelling tot normale taksterfte door lichtgebrek van binnen in de kroon naar buiten).



Twijg- en taksterfte van buiten naar binnen wijst vaak op bewortelingsproblemen. (Foto Arthur De Haeck)

- **Weersinvloeden**

Zowel droogte als een overmaat aan water kunnen leiden tot boomproblemen. Wateroverlast zorgt meestal voor een zuurstofgebrek in de wortelzone. Droogteschade uit zich ondermeer in bruine bladranden of het vervroegd afvallen van het blad. Bladval is een reactie van de boom om de verdamping te beperken.

Ook wind kan een negatieve invloed hebben op bomen. Bij een constante windbelasting krijgen veel bomen een gedrongen vorm, terwijl een plotse windbelasting kan zorgen voor tak- en stambreuk.

Een overmatige temperatuur kan leiden tot symptomen van zonnebrand, hetzij door rechtstreekse zonne-instraling, hetzij onrechtstreeks via glazen gebouwen of verharding in de omgeving van de boom. Vuur in de omgeving van bomen heeft een gelijkaardig effect. Vorst kan dan weer leiden tot het bevriezen van knoppen.

- **Menselijke activiteiten**

De belangrijkste bedreigingen voor bomen in de bebouwde omgeving komen doorgaans van de mens: grondwaterpeilverlagingen (al dan niet tijdelijk), blijvende grondwaterstijgingen, graafwerkzaamheden (leidingsleuven, ophogen en afgraven), verharding rond bomen en standplaatsverontreiniging (zout,

aardgaslekkage, herbiciden, enz.) en verkeersongevallen. Bij een visuele controle is het essentieel om inzicht te krijgen in dergelijke ingrepen in de omgeving. Deze zijn dikwijls de primaire oorzaak van de conditieproblemen van de boom.

Graafwerken in de buurt van bomen leiden jaren later tot boomgebreken. (Foto Peter Van Herp)



F.4.4.3 Boomcontrole met meetinstrumenten

Diverse technieken zijn inzetbaar voor het verder onderzoek van de structuur nadat bij een visuele controle een gebrek of mechanisch defect werd vastgesteld, waarvan de omvang niet eenduidig kan worden bepaald.

Akoestische hulpmiddelen zijn de kunststof- of houten hamer, de impulshamer en de geluidstomograaf.

De kunststof- of houten hamer is de eenvoudigste techniek waarmee holtes kunnen worden opgespoord. Er is wel wat ervaring voor vereist. Deze techniek werkt enkel als er al een holte aanwezig is, houtrot is veel moeilijker te detecteren. Als hij correct toegepast wordt, brengt deze techniek geen schade toe aan de boom. Bij vorst en bij de start van het groeiseizoen sla je het best niet op de stam. De bast en het cambium zouden beschadigd kunnen worden, zeker bij bomen met een dunne schors.

Met een houten hamer kunnen holtes opgespoord worden.

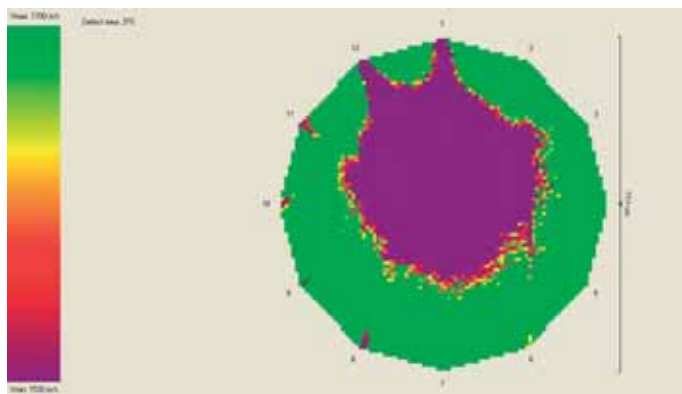


Bij de impulshamer wordt een geluidssignaal van een zender naar een ontvanger gestuurd. De snelheid van het geluid geeft een indicatie van de houtkwaliteit. Een duidelijk verlaagde geluidssnelheid kan wijzen op een defect. De Arbosonic Decay Detector werkt volgens hetzelfde principe maar met ultrasoon geluid.

Ook de geluidstomograaf werkt volgens hetzelfde principe, met dit verschil dat de verkregen resultaten verwerkt worden door computersoftware. Het tweedimensionaal beeld dat men verkrijgt, is nauwkeuriger en beter te interpreteren dan voornoemde technieken. Bij het gebruik van deze drie meetinstrumenten wordt het spinhout beschadigd. Omdat deze zone van het hout zeer actief is, verloopt de afgrenzing zeer efficiënt en wordt dit niet als een ernstig nadeel beschouwd. Belangrijk is wel dat voor de toepassing van deze technieken een vlak moet gevormd worden (van zender naar ontvanger) en dat deze hulpmiddelen dus niet kunnen gebruikt worden om bijvoorbeeld de sterkte van wortelaanzetten te meten.



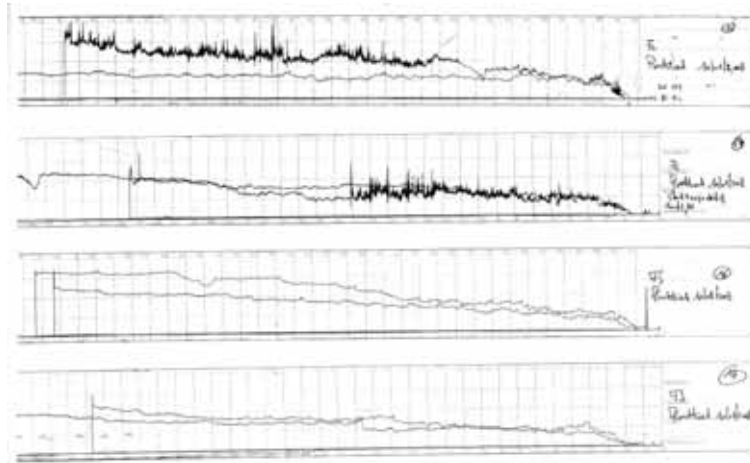
*De geluidstomograaf gebruikt geluidsgolven om een tweedimensionaal beeld van de binnenkant van de boom te geven.
(Foto Peter Van Herp)*



*De juiste interpretatie van het beeld van de tomograaf is moeilijker dan het lijkt.
(Foto Peter Van Herp)*

Instrumenten voor het bepalen van de houtkwaliteit zijn de prikstok, de aanwasboor en toestellen voor het meten van de indringingsweerstand. Hout dat aangetast is, verliest niet meteen zijn volledige sterkte. Met de prikstok kan je prikken in houtrot die zichtbaar is aan de buitenzijde van de boom.

De aanwasboor kan gebruikt worden om de restwanddikte op te meten. Meer gesofisticeerde toestellen om de indringingsweerstand te meten en dus ook de restwanddikte te bepalen, zijn de Resistograaf, de Decay Detecting Drill, de Teredometer en de Resi. Er zijn enkele belangrijke nadelen bij al deze toestellen: het betreft altijd een puntmeting, de boom wordt verwond, eventuele afgrenselingszones worden opnieuw doorbroken en de interpretatie van de meetresultaten is zeer moeilijk. Het gebruik van de toestellen is dus specialistenwerk.



De output van de resistograaf geeft een beeld van de indringingsweerstand. (Foto Peter Van Herp)

Een methode in opmars is de trekproef. De stabiliteit van de boom en de stevigheid van de stam worden gemeten door het aanbrengen van een proefbelasting, vergelijkbaar met een windsnelheid van 12 Beaufort. Met speciale software worden de meetwaarden van overhellen en doorbuigen bij grotere krachten berekend. Deze methode beschadigt de boom niet.

Tenslotte vermelden we nog de thermografie waarbij door middel van een temperatuurscan het al dan niet functioneren van weefsel in kaart wordt gebracht. Een belangrijk voordeel is dat de boom niet wordt beschadigd. De methode bevindt zich nog in de onderzoeksfase en wordt nog niet op grote schaal toegepast. Dit is ook zo voor radartoepassingen.

F.4.5 Ziekten en plagen

Bij de aantastingen onderscheidt men infectieziekten veroorzaakt door een bacterie, een schimmel of een virus, en plagen veroorzaakt door insecten of mijten.

Bij infectieziekten kunnen volgende symptomen optreden:

- bladverkleuringen;
- bladnecrose;
- bladverwelking;
- vlekken op het blad;
- het kreuken of orollen van het blad;
- tumorvormingen;
- rotten van weefsel;
- afsterven of afvallen van plantendelen;
- vergroeiingen zoals kankers, gallen, heksenbezems;
- wegwijnen van de gehele boom.

Bij plagen wordt plantmateriaal weggevreten en zijn er gangen zichtbaar in het blad, de takken en/of de wortels. Er is dus een mechanische beschadiging.

Tal van organismen gebruiken de boom als voedsel- of waardplant. Bomen maken nu eenmaal deel uit van het ecologische netwerk en dit is meestal geen probleem voor de boom. Er is pas sprake van een ziekte of plaag als de boom er effectief schade van ondervindt. Veel veroorzakers van ziekten en plagen zijn bovendien gelegenheidsparasieten en de schade is dan ook vaak tijdelijk. Zo hoeft een eenmalige kaalvraat van een boom, bv. door rupsen, niet noodzakelijk een groot probleem te zijn. Pas als dergelijke incidenten meermaals na elkaar optreden, wordt de boom verzwakt. Door een ogenschijnlijk onschuldige aantasting kan wel de weg geopend worden voor meer agressieve parasieten. Zo zijn verzwakte bomen gevoeliger voor ziekten en plagen. Ook een verminderde conditie (bv. door verslechterde standplaatsomstandigheden of onvoldoende doorwortelbaar bodemvolume) of een mechanische beschadiging (bv. een ongeval) maken bomen gevoeliger voor aantastingen. Zoals eerder gezegd is het belangrijk om in het netwerk van elkaar beïnvloedende factoren de primaire oorzaak van het probleem te achterhalen. Enkel zo kan effectief iets gedaan worden om de boom te helpen, anders krijg je een symptoombehandeling.

In de natuur bestaat er in principe een natuurlijk evenwicht en zullen de sterke bomen overleven en de zwakke bomen verdwijnen. In het stedelijk groen zijn de omstandigheden echter totaal verschillend en is het behoud van elke boom in principe belangrijk. Aantastingen moeten dan ook zoveel mogelijk voorkomen worden en indien mogelijk onder controle gehouden worden. Of er al dan niet actie nodig is, is afhankelijk van de ernst van de aantasting en de agressiviteit van de belager. Het is onmogelijk om in dit Vademecum voor elke belager richtlijnen mee te geven, dus worden vooral algemene stelregels geformuleerd en wordt voor elk type aantasting een voorbeeld toegelicht. Het is aan de boombeheerder om in het veld ervaring op te bouwen in het herkennen en beoordelen van de verschillende types aantastingen. Een handig naslagwerk met de meest voorkomende boomziekten en -plagen is het Stadsbomenvademecum 3c.

F.4.5.1 Schimmels

Schimmels onttrekken hun organische bouwstoffen (koolhydraten) aan de omgeving, ze kunnen zelf niet aan fotosynthese doen. Ze worden onderverdeeld in saprofieten, parasieten en symbionten. Saprofieten onttrekken bouwstoffen aan dood organisch materiaal, zij zorgen voor de vertering van

bladafval, snoeihout, enz. Parasieten onttrekken organische bouwstoffen aan levende planten, dit zijn ondermeer de ziekteverwekkende schimmels en de houtrotschimmels. Slechts 5% van de bekende schimmels leeft parasitair. Symbionten leven in symbiose met een organisme: zowel boom als schimmel halen voordeel uit de samenwerking. Een voorbeeld hiervan zijn de mycorrhizavormende schimmels.

Parasitaire schimmels kunnen volgende schade aanrichten bij bomen:

- vernieling van de structuur door afbraak van eiwitten, vetten en koolhydraten (bv. houtrotschimmels);
- verstoring van de stofwisseling door afscheiding van giftige stoffen of hormonen die de cellen beschadigen, doden of de groei ontregelen (bv. tumoren en heksenbezems);
- verstopping van het transportsysteem (houtvaten) door de groei van schimmeldraden en de afgrenzingsreactie daarop van de boom (bv. iepenziekte);

F.4.5.1.1 Bladvlekkenziekten

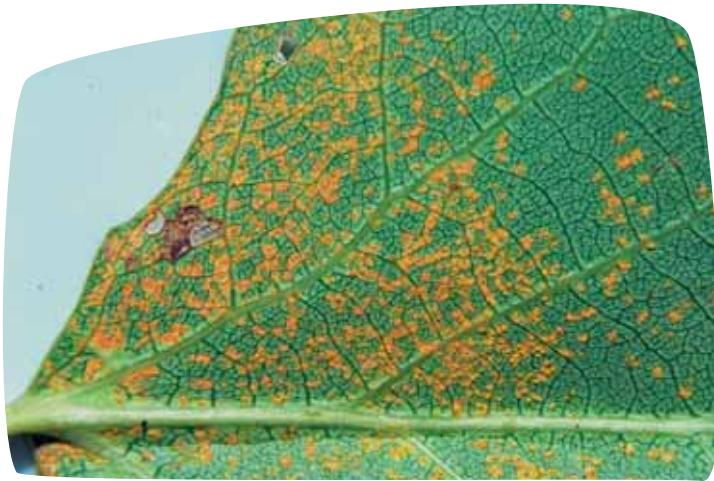
Bladvlekkenziekten kunnen veroorzaakt worden door schimmels of door een bacteriële infectie. De vlekken op het blad worden veroorzaakt door de reactie van de plant op de infectie. In het geval van een schimmelinfectie worden op de vlekken sporen gevormd en zo breidt de schimmel zich verder uit. In ernstige gevallen kan dit leiden tot bladval of zelfs scheutsterfte. Meestal zijn de gevolgen van bladvlekkenziekten onschuldig en ondervindt de boom er weinig last van. Slechts als de boom herhaaldelijk al zijn bladeren verliest, treedt er ernstig conditieverlies op en wordt de boom vatbaar voor zwakteparasieten. Als door scheutsterfte nog laat in het groeiseizoen nieuwe scheuten gevormd worden, zijn deze tegen de winter mogelijk onvoldoende afgehard en kan vorstschade optreden. Een voorbeeld van een bladvlekkenziekte door een schimmel is de inktvlekkenziekte bij esdoorn (*Rhytisma acerinum*). Deze is wijd verspreid, maar relatief onschuldig.

Inktvlekkenziekte bij esdoorn.



F.4.5.1.2 Roestziekten

Roestziekten kunnen herkend worden door roestbruine sporenhoopjes op aangetaste bladeren en kunnen leiden tot vroege bladval. Een jaarlijks terugkerende aantasting kan leiden tot verzwakking. Door de vervroegde bladval daalt de groeisnelheid. Voor volwassen bomen in parken en openbaar groen is dit vaak niet echt een probleem, voor houtproductie (bv. populieren) uiteraard wel. Bij pas aangeplante bomen kan een aantasting wel voor aanslagproblemen zorgen. Een bekend voorbeeld is populierenroest (*Melampsora spp.*).



Populierenroest. (Foto Andrej Kunca, National Forest Centre – Slovakia, Bugwood.org)

F.4.5.1.3 Meeldauw

Bij meeldauwaantastingen wordt een poederachtige laag gelegd over bladeren, scheuten en bloemen. De aangetaste delen kunnen misvormd zijn of dwerggroei vertonen. Deze aantasting is meestal relatief onschuldig, maar bij een zware aantasting wordt de groei geremd. Jonge bomen (in de kwekerij) kunnen zelfs afsterven. Een bekend voorbeeld is meeldauw bij zomereik (vooral op de Sint-Jansscheut) door *Microsphaera alphitoides*.



Eikenmeeldauw. (Foto Haruta Ovidiu, University of Oradea, Bugwood.org)

F.4.5.1.4 Bastnecrose of schorsbrand

Bastnecrose of schorsbrand wordt veroorzaakt door een bacterie- of schimmelinfectie die via verwondingen of een natuurlijke opening (verse bladmerken) in de stam of takken dringt. De boom reageert door de vorming van wondovergroeiingsweefsel en kurk. Deze aantasting kan verward worden met zonnebrand, maar die komt alleen voor in een strook bast die rechtstreeks door de zon beschenen wordt. Bastnecrose is mogelijk dodelijk voor de boom. De boom wordt ook vatbaar voor een secundaire aantasting van de bast of het onderliggende hout door insecten of door houtrotsschimmels. Bij beuk is een veelvoorkomende veroorzaker van schorsbrand de schimmel *Nectria coccinea*.

Bastnecrose. (Foto Andrej Kunca, National Forest Centre – Slovakia, Bugwood.org)



F.4.5.1.5 Kankers en woekeringen

De oorzaak en de reactie van de boom is hetzelfde als bij bastnecrose. Omdat de ziekteverwekkers de wonde elk jaar opnieuw infecteren en de boom elk jaar opnieuw wondovergroeiingsweefsel en kurk vormt, ontstaan de kenmerkende woekeringen en verdikkingen. Kankers komen in vele vormen voor. Bekend is ondermeer de vruchtboomkanker op appel, peer, enz. door *Nectria galligena*.

Bastkanker



F.4.5.1.6 Vaat- en verwelkingsziekten

Vaat- en verwelkingsziekten worden veroorzaakt door schimmels, bacteriën of nematoden die zich via de houtvaten door de boom verspreiden. Een deel van de boom verwelkt en sterft meestal af. De verwelking kan het gevolg zijn van giftige stoffen die door de ziekteverwekker worden geproduceerd maar ook door de vorming van verstoppingen in de houtvaten om de verspreiding tegen te gaan. Bij het doorzagen van het hout is meestal een kenmerkende verkleuring van het hout zichtbaar. Bekende voorbeelden zijn de *Verticillium*-verwelkingsziekte en de iepenziekte (*Ophiostoma ulmi*).

F.4.5.1.6.1 Iepenziekte

De iepenziekte heeft in heel Europa gezorgd voor een massale sterfte van iepen. Slechts sporadisch komt men nog een oude iep tegen. De iepenziekte wordt veroorzaakt door de schimmel *Ophiostoma ulmi* en verspreid door de iepenspintkever (*Scolytus spp.*). Als reactie op de aantasting gaat de boom zijn houtvaten afgrendelen. De afgrendeling gaat echter meestal niet snel genoeg, waardoor de schimmel erin slaagt de hele boom aan te tasten. Doordat de houtvaten afgesloten worden, stopt het watertransport en verwelkt de boom. Een aangetaste boom is een ideale broedplaats voor de iepenspintkevers. De eitjes worden onder de bast gelegd en wanneer de jonge kevers uitvliegen, zijn zij met schimmelsporen besmet en infecteren ze zo gezonde bomen. De kevers kunnen enkele kilometers ver vliegen. De schimmel kan zich ook verspreiden door wortelcontact tussen bomen (bv. in een bomenrij). Om besmetting door wortelcontact te vermijden, worden in een bomenrij het best de aangetaste boom en zijn twee burens samen geveld en verwijderd. Iepen worden pas interessant voor de iepenspintkevers om eitjes in af te leggen als ze een diameter van een 10-tal cm hebben. Jonge bomen en hakhout worden dus niet aangetast. Het is wettelijk verplicht om aangetaste iepen te vellen en ter plaatse te verbranden of te ontschorsen. Afvoer van geïnfecteerd materiaal moet gebeuren met een afgesloten wagen.

De ziekte is bijna altijd dodelijk voor de boom, maar sommige iepenrassen zijn resistentere dan andere. De inheemse, maar eerder zeldzame steeliep is niet gevoelig voor de iepenziekte. Ook de cultivars 'New Horizon', 'Lutece Nanguen', 'Sapporo Autumn Gold' en de fastigiata cultivars 'Columella' en 'San Zanobi' zijn relatief resistent.



Iepenziekte. (Foto Joseph O'Brien, USDA Forest Service, Bugwood.org)

F.4.5.1.7 Heksenbezems

Heksenbezems ontstaan door het voortijdig en talrijk uitlopen van knoppen. Zij kunnen veroorzaakt worden door schimmels en galmijten. Heksenbezems zijn onschuldig, maar als ze in de kroon voorkomen en zeer zwaar worden, kunnen ze eventueel voor takbreuk zorgen.

Heksenbezem.



F.4.5.1.8 Houtrotschimmels

Er worden drie grote klassen houtrot onderscheiden, die niet altijd duidelijk afgeïjnd zijn: witrot, bruinrot en zachtrot. Wit- of bruinrot zegt weinig over de eigenlijke kleur van het rotte hout, het is een algemene typering. Witrot is vooral geassocieerd met loofbomen. Bij witrot wordt vooral lignine afgebroken, maar soms ook cellulose. Bruinrot is vooral geassocieerd met coniferen en hier wordt vooral cellulose afgebroken. Bij zachtrot worden verschillende componenten van het hout afgebroken. Sommige houtrotschimmels kunnen, afhankelijk van de omstandigheden (vochtigheidsgraad, boomsoort, concurrentie, enz.), voor meerdere types houtrot zorgen.

Het herkennen van de vruchtlichamen van houtrotschimmels en hun typische schadebeeld is essentieel voor de beoordeling van de structuur, aangezien het hier gaat om schimmelsoorten die in staat zijn levend hout aan te tasten. Veruit de meeste schimmels leven als saprofiet of zelfs in symbiose met de boom en zijn dus ongevaarlijk voor de structuur en nuttig of zelfs noodzakelijk voor een goede boomconditie. Een vruchtlichaam op een oude snoeiwonde hoeft dus absoluut geen aanwijzing te zijn van een aantasting, gezien de afgrenzing het dode hout scheidt van het gezonde hout en de schimmel doorgaans enkel het hout binnen de afgrenzelingszones afbreekt.

De ontwikkeling van de schimmel kan niet altijd eenvoudig gerelateerd worden aan de conditie van de boom. Pas wanneer het spinhout en het cambium aangetast zijn, treedt ook sterfte op in de kroon. Wortels bijvoorbeeld kunnen verregaand aangetast zijn zonder aanwijsbare vermindering van de conditie. Kroonsterfte kan bovendien worden uitgesteld door de vorming van adventiefwortels. Als bij stamrot enkel kernhout aangetast wordt, heeft dit geen enkele invloed op de conditie. Wanneer het rot het cambium bereikt, ontstaan er inzinkingen omdat de vorming van nieuw hout achterwege blijft. Ook de vorming van reactiehout of compensatiegroei kunnen reacties op stamrot zijn.

Veel voorkomende houtparasitaire schimmels zijn:

F.4.5.1.8.1 **Echte honingzwam**

De echte honingzwam (*Armillaria mellea*) komt groepsgewijs voor en heeft een duidelijke steel met ring. Hij overleeft als saprofiet en parasiteert vooral loofbomen. Honingzwam veroorzaakt witrot. De vruchtlichamen kunnen aangetroffen worden op de wortels, de wortelkraag en aan de stambasis. De infectie vindt vaak via verwondingen plaats (in het bijzonder beschadigde wortels), meestal bij bomen met een verzwakte conditie. Wanneer de schors loslaat zijn zwarte rizomorfen ('schoenveters') of witte myceliumvellen zichtbaar. Ernstig rot zorgt voor een conditievermindering en maakt de bomen gevoelig voor windworst.

Echte honingzwam. (Foto USDA Forest Service, Northeastern Area Archive, Bugwood.org)



F.4.5.1.8.2 Reuzenzwam

Reuzenzwam (*Meripilus giganteus*) is te herkennen aan de tot 100 cm grote vruchtlichamen bestaande uit overlappende hoeden. De vruchtlichamen vindt men aan de wortelvoet of in de wortelzone. Reuzenzwam komt voor op verschillende loofbomen, maar zeer vaak op beuk, die hij zeer agressief aantast. Reuzenzwam veroorzaakt witrot en zachtrot en tast voornamelijk het spinhout van de wortels aan. In een later stadium wordt de volledige onderzijde van de gestelwortels aangetast. Het risico voor windworp is groot. Als gevolg van het wortelrot neemt de boom minder water en mineralen op wat leidt tot transparantie van de kruin, twijg- en taksterfte.

Reuzenzwam. (Foto Peter Van Herp)



Van deze en andere veel voorkomende parasitaire schimmels worden de voornaamste kenmerken samengevat in tabel 29. Om een houtrotschimmel te herkennen moet je ondermeer oog hebben voor het type vruchtlichaam en de plaats waar het voorkomt aan de boom (wortels en stamvoet, stam en takken, oude wonden, enz.).

F.4.5.2 Bacteriën en virussen

Bacteriën zijn ééncellige organismen die zich even goed op levend als op dood plantenmateriaal ontwikkelen en vaak zeer besmettelijke ziekten veroorzaken. Bekende voorbeelden zijn het bacterie- of perenvuur en de bloedingsziekte bij paardenkastanje.

Een virus bestaat uit een eiwitmanteltje met DNA. In tegenstelling tot een bacterie kan een virus zich niet autonoom vermenigvuldigen, het heeft andere levende organismen nodig om zich voort te planten. Virussen bezitten de eigenschap zich zodanig aan te passen aan de cellen van de plant dat de plant ze als een eigen cel gaat aanzien. De gevolgen kunnen zeer divers zijn: groeiremmingen, kleurveranderingen in blad en bloem, veranderde erfelijke eigenschappen, enz. Ze verplaatsen zich vooral via insecten, zaad en stuifmeel.

Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam	Uitzicht	Textuur	Plaatjes of buisjes	Specifieke kenmerken	Vruchtlichaam eenjarig of overblijvend	Type rot	Aangepaste boomsoort	Plaats op boom	Gevaar
Honingzwam	<i>Armillaria spp.</i>	Bovenkant honinggeel tot bruin (soms met schubben), op slanke steel	Zacht, niet taai	Witte plaatjes, later bruin	Duidelijke manciët op steel, witte sporen	Eenjarig, rot snel weg	Witrot, rot hout is vochtig, bruin met zware lijnen	Zeer veel soorten, hoofdzakelijk loofbomen	In groep aan stamvoet, soms tot enkele meters hoog	Verzwakte conditie door wortelrot, mogelijk windworp
Echte tonderzwam	<i>Fomes fomentarius</i>	Bovenkant zacht, grijs tot lichtbruin, onderzijde wit tot lichtbruin	Harde korst, taai binnenkant	Buisjes	Dik, hoefijzervormig vruchtlichaam, duidelijke jaarringen	Overblijvend	Witrot, rot hout is droog, geelachtig wit gevlekt met zwarte lijnen	Diverse loofbomen (vooral berk, beuk, populier, elk en linde)	Stam en takken	Tak- en stambreuk
Dikrand- tonderzwam & platte tonderzwam	<i>Ganoderma australe</i> & <i>G. liposense</i>	Bovenkant donkerbruin tot zwart, witte rand tijdens de groei, onderzijde wit	Harde korst, taai binnenkant	Buisjes, vaak in duidelijke lagen	Soms met bruine sporen op hoed (lijkt sterk op cacao-poeder C. australe) brede, afgeronde groeirand C. liposense: dunne, scherpe groeirand	Overblijvend, buiten groeiperiode grijzer van kleur	Witrot, rot hout is wit, gevlekt, droog en stevig, later zacht en sponsachtig	Diverse loofbomen, zelden naaldbomen	Wortelaanzetten, stamvoet, tot enkele meters hoog in stam	Windworp, stambreuk
Zwavelzwam	<i>Laetiporus sulphureus</i>	Bovenzijde zwavelgeel tot oranje, onderzijde bleek zwavelgeel, volledig verkleurend naar wit	Zacht, stevig (kaasachtig)	Buisjes	Dunne, mooie, dakpansgewijze vruchtlichamen boven elkaar, gekartelde rand	Eenjarig, traag afbrekend, droog, bros en wit (kalkachtig)	Bruinrot, rot hout is droog, bruin, kubusvormig, soms zeemvelachtig mycelium in scheurtjes	Diverse loofbomen (o.a. elk, valse acacia, wilg), zelden op naaldbomen	Stam en takken, vaak op (snoei-)wonden (wondparasiet)	Windworp, stambreuk, zelden conditieverlies
Reuzenzwam	<i>Meripilus giganteus</i>	Bovenzijde geelachtig bruin met concentrische bruine zones, onderzijde crèmekleurig	Zacht	Buisjes	Onderzijde verkleurt zwart bij kneuzing, afzonderlijke hoeden tot 30 cm, totaal tot 1 m breed	Eenjarig, rot snel weg, onaangename geur tijdens rot	Witrot/zachtrot, rot hout is droog, vezelig en wit	Diverse loofbomen (o.a. beuk, elk, paardenkastanje), zeer agressief bij oude, verzwakte beuken	Stamvoet en grond rondom de stam	Omvangrijke wortelrot, conditieverlies, windworp, op moment van verschijning is rot vaak al gevorderd
Oosterzwam	<i>Pleurotus ostreatus</i>	Bovenzijde glanzend bruin tot blauwgrijs	Zacht	Plaatjes, wit tot geelachtig	Zeer korte, zijdelingse steel	Eenjarig, rot snel weg	Witrot, rot hout is wit en vlokkig, omgeven door dunne bruine band	Diverse loofbomen (vaak beuk), zelden naaldbomen	Stam en takken, vaak op stamwonden of takstompen (zwakte-parasiet)	Tak- en stambreuk door ernstige rot van kernhout
Zadelzwam	<i>Polyporus squamosus</i>	Bovenzijde lichtbruin met donkerbruine schubben, onderzijde wit	Zacht, later leerachtig	Buisjes, wit	Goed gevormd, fraai vruchtlichaam, korte, dikke, zijdelingse steel met zwarte basis, vers met wezoete geur	Eenjarig, wormsteking en traag weggroeiend	Witrot, rot hout is wit, sponsachtig of vezelig, soms taai, bruin mycelium in scheuren	Diverse loofbomen (o.a. esdoorn, els, linde en wilg)	Stam en dikke takken (wondparasiet)	Tak- en stambreuk (kernhoutrot), vaak slechts een tak aangetaast
Korsthoutskoolzwam	<i>Kretzschmaria deusta</i>	Vruchtlichamen zijn zwarte, onregelmatig gevulde, kussen-vormige korsten	Hard en bros, houtskoolachtig	Geen buisjes of plaatjes (zakjeszwam)	De aseksuele vorm zijn grijze plakketten, groeien vaak rond de vruchtlichamen	Overblijvend, weinig veranderend	Witrot/zachtrot, rot hout lichtgeel of grijs met dunne, zwarte lijntjes, droog en bros	Diverse loofbomen (o.a. beuk, linde, es, paardenkastanje en populier)	Tussen de wortelaanzetten en op de stamvoet, vaak onopvallend	Ernstige rot in de stamvoet, tot enkele meters hoog, stambreuk

Tabel 29: Veel voorkomende houtrotschimmels en hun eigenschappen (naar Strouts en Winter)

F.4.5.2.1 Bloedingsziekte bij paardenkastanje

De bloedingsziekte wordt veroorzaakt door een bacterie uit de *Pseudomonas syringae*-groep en is meestal dodelijk. De ziekte wordt gekenmerkt door vochtplekken op de stam (en takken) waaruit een donkere vloeistof loopt. Vroegtijdige herkenning is niet mogelijk omdat de aantasting onder de bast begint. De uitwendige kenmerken starten met kleine roestbruine vlekjes op de schors, die naarmate ze groter worden, beginnen te bloeden. Opgedroogd lijken het donkere korstige wratten. Opvallender is de stroperige uitvloeit. Het is nog niet duidelijk of dit een typisch kenmerk is van de bloedingsziekte. Uitvloeit komt ook voor op oude, vaak nog niet volledig, overgroeide wonden. In een vergevorderd stadium komen ook bastscheuren voor waardoor het onderliggende weefsel komt open te liggen. In ernstige gevallen kan dit leiden tot het ontschorsen van de boom. De boom reageert op de uitbreiding van de ziekte door de vorming van kurk laagjes als barrière tussen aangetast en niet aangetast weefsel. Verder onderzoek moet uitwijzen waarom de 'normale verdediging' niet werkt en of de bomen door andere stressfactoren verzwakt zijn waardoor een 'overmatig' sterke reactie optreedt. Meer informatie kun je vinden op www.paardenkastanje.be.

Bloedingsziekte bij paardenkastanje



F.4.5.2.2 Bacterie- of perenvuur

Bacterie- of perenvuur wordt veroorzaakt door *Erwinia amylovora* en komt voor bij alle planten van de *Rosaceae*-familie. De bladeren verdrogen, maar blijven aan de boom hangen. Ze zien eruit alsof ze verbrand zijn. Bacterievuur verspreidt zich via druppels bacterieslijm bij warm en vochtig weer in het voorjaar. Het bacterieslijm vormt zich aan de rand van kankerplekken op de stam en oudere takken, waar de bacterie overwintert. De besmetting gebeurt via rechte contact van bladeren en scheuten met het bacterieslijm, maar ook bloesems kunnen geïnfecteerd worden via insecten. Ook vogels, wind, regen en snee gereedschap kunnen de besmetting verspreiden. De schade is afhankelijk van de waardplant: gevoelige soorten als peer kunnen afsterven, terwijl de schade bij meidoorn beperkt kan blijven tot afstervende takken en twijgen. Een geïnfecteerde boom blijft wel een bron van besmetting. Bacterievuur kan een groot gevaar betekenen voor de fruitteelt en boomkwekerijen. De besmetting kan beperkt worden door het bloeien te beletten (bv. door meidoornhagen 's winters te scheren).



Bacterievuur. (Foto William M. Ciesla, Forest Health Management International, Bugwood.org)

F.4.5.3 Nematoden

Nematoden zijn microscopisch kleine aardwormen die zich voeden door het uitzuigen van de celinhoud van wortels. Het resultaat is meestal een belemmerde of abnormale groei. Soms leven nematoden in de houtvaten, waardoor verwelking optreedt. Nematoden zorgen slechts zelden voor ernstige aantastingen van bomen.

F.4.5.4 Insecten en mijten

Insecten vormen de grootste groep van dierlijke boombelagers. Schadebeelden zijn:

- vreterij: stukken uit het blad of van andere plantendelen worden weggevreten;
- skeletteren van het blad: alleen het bladmoes wordt gegeten en de nerven blijven staan;
- venstervreterij: skeletteren waarbij één opperhuid intact blijft (lichte plekken in het blad);
- mineren van het blad: het bladmoes tussen de twee opperhuiden wordt gegeten waardoor er gangen ontstaan (bv. paardenkastanjemineermot);
- steken en zuigen: opzuigen van sap (bv. bladluizen);
- boren: vreten van gangen in de stam, takken, wortels of vruchten (bv. wilgenhoutrups).

Insecten kunnen ook bacterie- en schimmelziekten overdragen. Vooral de houtborende insecten kunnen blijvende schade veroorzaken en de toegankelijkheid voor schimmels vergemakkelijken. Schade aan het blad is tijdelijk en vaak een esthetisch probleem. Een eenmalige kaalvraat ziet er dramatisch uit, maar als de bladvraat niet herhaaldelijk optreedt op grote schaal, heeft de boom er meestal slechts weinig last van. Dan moet er ook niet opgetreden worden tegen de insectenaantasting.

Mijten (die behoren tot de spinachtigen) kunnen schade aanrichten door het injecteren van giftige stoffen waardoor verkleuringen, krullingen of galvorming ontstaan. Galvorming wordt veroorzaakt door woekering van cellen. Bomen hebben meestal slechts weinig last van een mijtenaantasting.

F.4.5.1.11.1 Wilgenhoutrups

Een aantasting door wilgenhoutrups (*Cossus cossus*) kan voorkomen op vrijwel alle loofboomsoorten. Ze kan herkend worden aan ca. 1 cm grote ovale boorgaten onder aan de stam of vlak onder de grond. Uit de boorgaten kan vocht naar buiten lopen dat naar azijnzuur ruikt. Door de gangen verzwakt de stam en kunnen schimmels en bacteriën naar binnen dringen. Andere vaak voorkomende houtboorders zijn de horzelvlinder (*Sesia apiformis*) en de grote populierenboktor (*Saperda carcharias*).

Boorgaten van wilgenhoutrups.
(Foto Arthur De Haeck)



F.4.5.1.11.2 Paardenkastanjemineermot

De aanwezigheid van de paardenkastanjemineermot (*Cameraria ohridella*) is te herkennen aan okerkleurige tot bruine vlekken op het blad, begrensd door de zijnerf. Niet het motje zelf, maar de larve van de mineermot is verantwoordelijk voor het wegvreten van het bladmoes. Het insect verpopt in de mineergang. Er zijn 2 tot 3 generaties per groeiseizoen. Indien de twee eerste generaties onbeperkt hun gang kunnen gaan, neemt de schade tegen de nazomer ernstige proporties aan. Bladeren drogen uit en vervroegde bladval treedt op. De schade is in de eerste plaats van esthetische aard. De lange termijn effecten zijn nog niet bekend, maar er is geen merkbare conditievermindering. De meest efficiënte bestrijding of beperking van de aantasting is het verwijderen van de afgevallen bladeren, aangezien het insect hierin overwintert. Met feromoonvallen en lijmbanden kan men een deel van de insecten afvangen, maar kan men nooit de populatie onder controle krijgen. Deze vangmethoden zijn eerder geschikt voor onderzoek en monitoring.

Larve van de paardenkastanjemineermot.
(Foto Petr Kapitsla, State Phytosanitary
Administration, Bugwood.org)



F.4.5.11.3 Eikenprocessierups

Eikenprocessierupsen (*Thaumetopoea processionea*) zijn naast de vraatschade die ze aanrichten ook zeer hinderlijk voor de mens. De rupsen vervellen zesmaal vooraleer de vlinder in augustus verschijnt. Vanaf de derde vervelling dragen de rupsen brandharen die ernstige irritaties van de huid en de luchtwegen kunnen veroorzaken. Eikenprocessierupsen vormen nesten uit een dicht spinsel van haren, vervellingshuiden en uitwerpselen. Ze bewegen zich voornamelijk 's nachts voort in de kenmerkende processie. In drukbevolkte gebieden worden de rupsen bestreden door middel van opzuigen en branden. Ook het verwijderen van oude nesten vermindert het risico op contact met brandharen. Een biologische bestrijding door middel van de bacterie *Bacillus thuringiensis* (Bt) is mogelijk, maar deze is ook schadelijk voor alle andere rupsen, ook deze van bedreigde en niet-schadelijke vlinders. Meer info www.eikenprocessierups.be.



Eikenprocessierups. (Foto Haruta Ovidiu, University of Oradea, Bugwood.org)

F.4.5.11.4 Bastaardsatijnvlinder

De rups van de bastaardsatijnvlinder (*Euproctis chrysorrhoea*) lijkt op de eikenprocessierups, maar heeft twee opvallende oranje wratten op het achterlijf. De rupsen skeletteren de bladeren en kunnen een boom volledig kaalvreten (vooral laanbomen en bomen aan de bosrand). Ze overwinteren in nesten van aaneengesponnen bladeren boven in de boom. De rupsen bezitten ook brandharen die irriterend kunnen zijn voor de mens. De bestrijding kan gebeuren op een gelijkaardige manier als bij de eikenprocessierups of door het wegsnijden van de winternesten.



Rups van bastaardsatijnvlinder. (Foto Pieter Kyndt)

F.4.5.1.11.5 Luizen en schildluizen

Luizen en schildluizen tasten bomen aan door het opzuigen van het sap. Ernstige schade aan bomen treedt meestal enkel op als ze in grote aantallen voorkomen. Luizen kunnen wel de overbrengers zijn van virussen en veel luizensoorten scheiden ook honingdauw af. Deze kleverige laag onder de aange-taste bomen zorgt voor overlast (bv. voor geparkeerde auto's) en vormt de voedingsbasis voor zwarte roetdauwschimmels (*Capnodium spp.*). Bij grote overlast kunnen veel luizensoorten bestreden worden door het inzetten van hun natuurlijke vijanden, maar het best vermijd je gevoelige boomsoorten op plaatsen waar ze voor overlast kunnen zorgen.

Bladluis. (Foto Whitney Cranshaw, Colorado State University, Bugwood.org)



Checklist visuele boomcontrole

1. Conditie

- blad (bladbezetting, kleur, grootte, vervorming, teken van aanwezigheid van insecten of schimmels);
- vertakkingspatroon;
- dode takken/topsterfte;
- loslatende schors (op stam of takken);
- geringe aanwas;
- geringe of geen vorming van wondovergroeingsweefsel;
- achterblijvende groei van het cambium;
- aantastingen (algemeen);
- kankers;
- houtborende insecten;
- houtrotschimmels (vruchtlichamen);
- tekenen van de aanwezigheid van insecten of schimmels op takken, gesteltakken, stam, wortelhals of wortels.
=> eventueel vervolgonderzoek van de standplaats

2. Structurele gebreken

Breukgevoeligheid takken en stam

- *verzwakkingssymptomen: vezelknikken en –scheuren, zwellingen/bulten, radiale scheuren/torsiescheuren of ribbels, ingezonken stamdelen/lokaal achterblijven van diktegroei;*
- *holten;*
- *verzwakte takaanhechtingen (plakoksels/ingesloten bast);*
- *afwijkende bastpatronen.*

Symptomen die wijzen op schade aan het wortelstelsel

- *afsterven takken van buiten naar binnen;*
- *afwezigheid wondovergroeiing en droge, korrelige schors op wortelaanzetten;*
- *scheurvorming bodem;*
- *scheefzakken.*

=> eventueel vervolgonderzoek van de restwanddikte

=> eventueel vervolgonderzoek van de wortels

F.4.6 Standplaatsverbetering

Standplaats of groeiplaats?

Vaak wordt een onderscheid gemaakt tussen de plaats waar een boom staat en de eisen waaraan zijn omgeving moet voldoen. Het eerste wordt dan de 'standplaats' genoemd (bos, berm, trottoir, dijk, enz.). Als over de eigenschappen van de standplaats gesproken wordt, wordt de term 'groeiplaats' gebruikt. Dit omvat alle boven- en ondergrondse fysische, chemische en biologische factoren van een standplaats die de levensomstandigheden en ontwikkelingsmogelijkheden van de boom bepalen.

Aangezien in Vlaanderen vooral de term 'standplaats' ingeburgerd is en 'groeiplaats' zeer weinig gebruikt wordt, wordt in dit vademecum in beide gevallen over de standplaats gesproken.

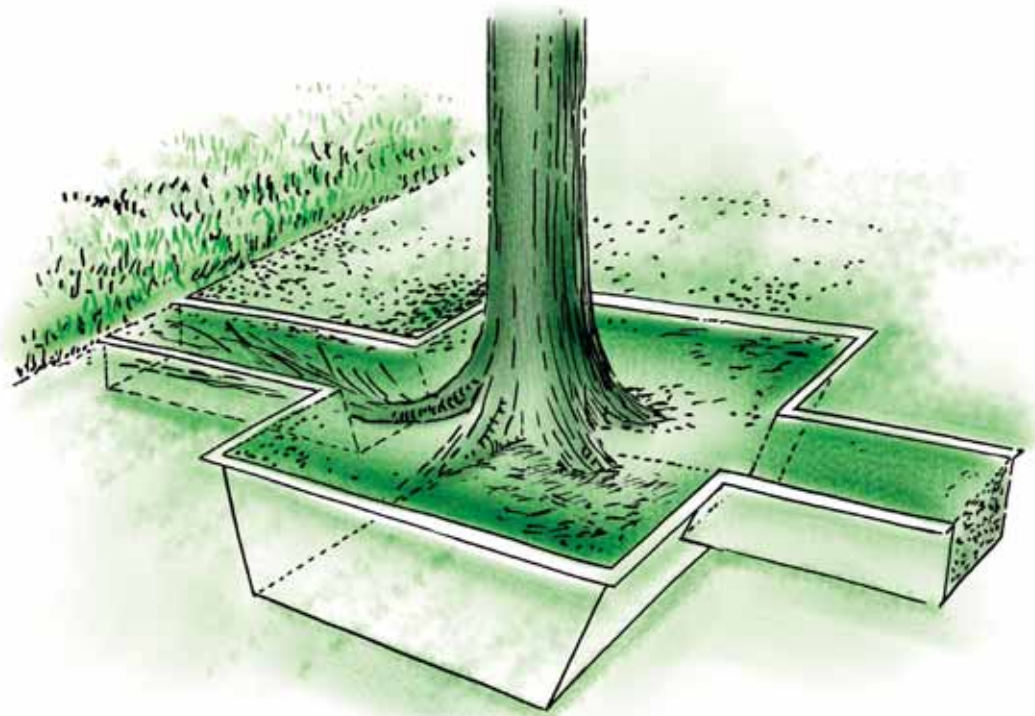
Om te kunnen groeien heeft een boom een standplaats nodig waar hij voldoende zuurstof, vocht en mineralen vindt. Daarvoor is een voldoende groot doorwortelbaar volume nodig. Door de aanvulling van het organisch materiaal in de bodem en de aanwezigheid van een rijk bodemleven kan de standplaats de boom blijvend ondersteunen. Idealiter is voor een goede standplaats gezorgd als de boom geplant werd en is een standplaatsgeschikte soort gekozen bij aanplant, maar dikwijls komen gedurende zijn leven standplaatsproblemen aan het licht. Bovendien zijn er tijdens het leven van een boom, zeker in parken en openbaar groen, veel factoren die de standplaatsomstandigheden aantasten. Denk daarbij bijvoorbeeld aan bodemverdichting, grondwerken, het weghalen van strooisel en bladval, wijzigingen in de grondwaterstand en het aanbrengen of vervangen van verharding.

Problemen met de standplaats zijn voor een boom vaak de eerste stap in een neerwaartse spiraal van conditieverlies en aantastingen door ziekteverwekkers. Net daarom is het van belang om bij de eerste tekenen van conditieverlies de standplaats te onderzoeken op mogelijke problemen met de lucht- of waterhuishouding, het doorwortelbare volume of de bodemvruchtbaarheid. In dergelijke gevallen is standplaatsverbetering aangewezen, maar soms zal de kwijnende boom zelfs het best geveld worden en vervangen worden door een andere boom na standplaatsverbetering. Het onderzoek en de remediering van standplaatsproblemen is in veel gevallen zeer technisch, gespecialiseerd en situatiegebonden werk.

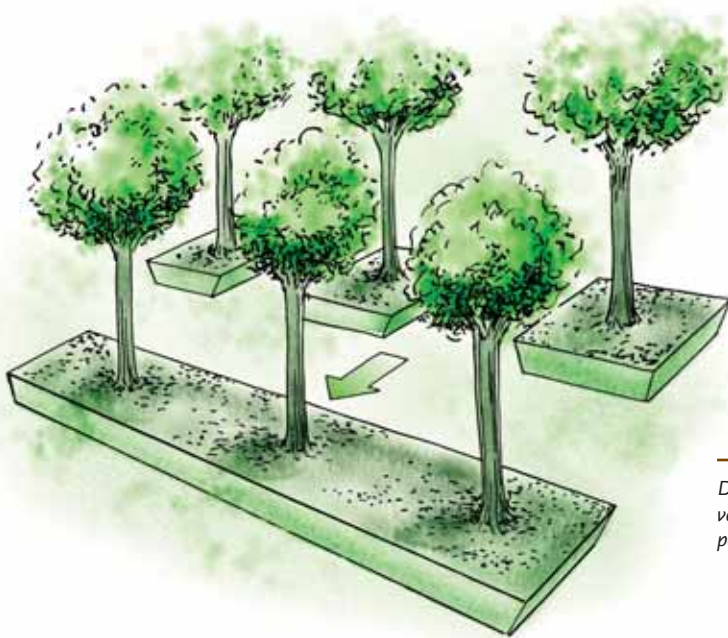
F.4.6.1 Uitbreiden van het doorwortelbare bodemvolume

Bij bestaande bomen kan het vereiste doorwortelbaar volume vergeleken worden met het beschikbare (doorwortelde) bodemvolume. Als een boom onvoldoende doorwortelbaar bodemvolume heeft, kan hij niet voldoende water of mineralen vinden om te groeien. Het bepalen van het effectief doorwortelde volume is in veel gevallen een moeilijke klus, aangezien bomen er alles aan doen om te voldoen aan hun water- en mineralenbehoefte. De boomwortels kunnen dan ook de meest onverwachte uitwegen uit hun beperkte standplaats gezocht en gevonden hebben. Waar het doorwortelbare volume ontoereikend is, kan geprobeerd worden dit te vergroten. De bedoeling is om zoveel mogelijk kubieke meter grond bijkomend te ontsluiten voor de boom. Dit kan door bewortelingsseuven te graven naar nabijgelegen plantsoenen, graspleinen, bloemperken of tuinen en deze te vullen met rijke, goed doorwortelbare grond. Zo worden de wortels door verharding of verdichte grond geleid naar extra beschikbaar bodemvolume. Het heeft weinig zin om seuven te graven die doodlopen in verharding, dit levert de boom slechts weinig extra doorwortelbare bodem op. Probeer ook te vermijden dat de seuven kabels en leidingen kruisen. Als deze blootgelegd moeten worden voor herstellingswerken of vervanging, worden de boomwortels zwaar beschadigd.

Bewortelingsseuven die doodlopen in verharding leveren weinig extra bodemvolume op voor de boom.

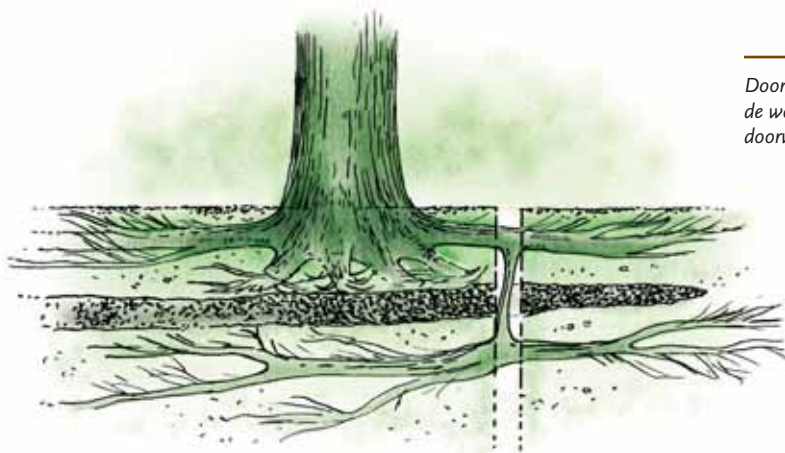


Bij een bomenrij of een laan kunnen alle aparte plantputten verbonden worden tot één doorlopende plantstrook. Op die manier creëer je per boom een groter beschikbaar bodemvolume.



Door een doorlopende plantstrook te maken, vergroot je het beschikbare bodemvolume per boom.

Als het probleem met de doorwortelbaarheid van de bodem zich in de diepte bevindt, zijn grondpijlers een oplossing. Daarbij worden gaten geboord door het bodemprofiel (diameter 10-15 cm). De grondpijlers worden gevuld met een goed doorwortelbaar substraat, waarlangs de wortels door de koker naar een dieper liggende doorwortelbare laag kunnen groeien. Zo worden storende lagen die de bewortelingsdiepte beperken, doorbroken. Dit is alleen mogelijk als onder de storende laag opnieuw doorwortelbare grond aanwezig is. Het bepalen van de noodzaak, de technische uitwerking en de locatie van grondpijlers is vaak geen sinecure. Er kunnen namelijk averechtse effecten zijn. Zo kan de lokale waterhuishouding verstoord worden, waardoor watergebrek of wateroverlast kan ontstaan. Voor het aanbrengen van grondpijlers moet dus een onderzoek gebeuren naar de locatie van de storende lagen, de waterhuishouding tijdens het hele jaar en de effecten van de grondpijlers hierop.



Door grondpijlers te maken kunnen de wortels naar een dieper liggende doorwortelbare laag groeien.

F.4.6.2 Verbeteren van de fysische bodemeigenschappen

Veel bestaande bomen beschikken wel over voldoende doorwortelbaar bodemvolume, maar de fysische bodemeigenschappen beletten een goede doorworteling. De bodem kan te sterk verdicht zijn, te nat, te droog of te voedselarm. In dergelijke gevallen kunnen de bodemeigenschappen opnieuw verbeterd worden, zodat ze beter geschikt worden voor boomgroei. Pas op voor al te bruuske veranderingen in de standplaatsomstandigheden, vooral in de waterhuishouding. Zeker oude bomen zijn niet erg flexibel ten opzichte van sterk veranderende omstandigheden. Geleidelijk werken is daarom de boodschap.

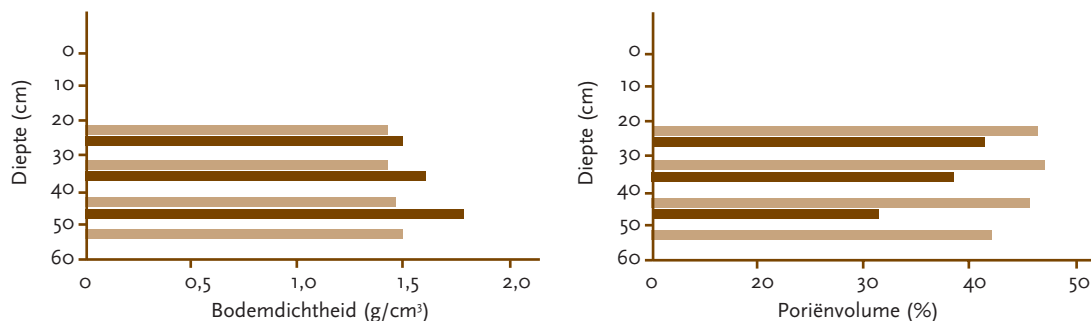
Bij een nieuwe aanleg wordt de boomsoort ondermeer gekozen in functie van de standplaatsomstandigheden. Als een standplaats bijvoorbeeld van nature vochtig is, wordt het best gekozen voor een vochttolerante boomsoort in plaats van de hele standplaats te draineren.

F.4.6.2.1 Bodemverdichting

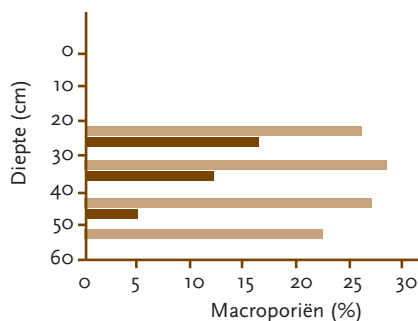
Bodemverdichting verstoort de water- en luchthuishouding en bemoeilijkt de doorwortelbaarheid van de bodem. Het opheffen van bodemverdichting bij bestaande bomen is zeer moeilijk. Daarom moet zeer veel aandacht gaan naar het voorkomen van bodemverdichting tijdens werken en vooral tijdens de aanleg. Want vaak gaat het dan al verkeerd en wordt de wortelzone van de bomen sterk gecompacteerd nog voor ze geplant worden.

F.4.6.2.1.1 Mechanische bewerking

Het verbreken van bodemverdichting gebeurt het best door een mechanische bewerking van de bodem waarbij de grond wordt losgemaakt en al dan niet gemengd of gedraaid. Mogelijkheden zijn spitten, diepspitten, scheuren, diepploegen, woelen, enz. Door een mechanische grondbewerking uit te voeren stijgt het poriënvolume en vooral het aandeel van de macroporiën. Deze zijn van groot belang voor een goede water- en luchthuishouding en doorwortelbaarheid van de bodem. De positieve effecten van een mechanische grondbewerking op de bodemstructuur zijn van zeer lange duur.



Figuur 107 b:



Figuur 107 c:

Vergelijking tussen de fysische bodemeigenschappen van een bodem die 18 maanden eerder verdicht is (donker) en een bodem waar 18 maand eerder een diepe grondbewerking is uitgevoerd. (naar Roberts et al.)

De meeste mechanische grondbewerkingen zijn enkel uit te voeren op plaatsen waar (nog) geen boomwortels voorkomen. Waar wel wortels voorkomen, mag de bodem pas na grondig onderzoek bewerkt worden, zelfs oppervlakkig. Binnen de wortelzone is enkel een oppervlakkige bodembewerking mogelijk met een spit- of woelvork. Machinale bodembewerkingen binnen de wortelzone zijn nooit mogelijk. Bij een te diepe of machinale bodembewerking in de wortelzone wordt grote wortelschade veroorzaakt, met aantastingen, rot en stabiliteitsproblemen tot gevolg.

Oppervlakkige bodemverdichting kan opgelost worden door het spitten of woelen van de bovenlaag. Als de verdichting dieper voorkomt, bijvoorbeeld bij een ploegzool op voormalig akkerland, kan diep gespit of gewoeld worden (40-50 cm). Een ploegzool op voormalig akkerland komt typisch voor op 20-30 cm onder het maaiveld. Het spitten of woelen kan gecombineerd worden met een oppervlakkige bodemverbetering met goed uitgerijpte compost. Dit verbetert de bodemstructuur en stimuleert het bodemleven.

Als de bodemverdichting over grote oppervlaktes moet opgeheven worden, kan de bodem machinaal diepgeploegd of diepgescheurd worden. De bodembewerking gebeurt dan het best kruislings, in twee richtingen loodrecht of schuin op elkaar. Aandachtspunt is dat bij het gebruik van zwaar materiaal (bv. tractor, kraan, enz.) geen nieuwe bodemverdichting veroorzaakt wordt. Berijd daarom nooit grond die al los gemaakt is. Het losmaken van verdichte grond moet gebeuren in droge omstandigheden. De gecompacteerde lagen breken dan beter en de nog aanwezige bodemstructuur blijft zoveel mogelijk bewaard. Bij bewerkingen op natte grond maak je de bodemstructuur kapot en krijg je opnieuw bodemverdichting. Onmiddellijk na de werken zal de bodem veel lucht bevatten. Meer normale bodemdichtheid en luchtgehalte worden bekomen door de bodem enkele malen te laten beregenen. Dit kan door een rustperiode te voorzien tussen bodembewerking en aanplanting (wacht zeker enkele stevige regenbuien af) of door de bodem enkele malen kunstmatig te beregenen. Zo wordt vermeden dat de bodem inklinkt of nazakt nadat de bomen geplant zijn.

Een diepe grondbewerking kan uitgevoerd worden met een graafkraan. 1: schep tot op de gewenste diepte; 2: schud de grond goed door elkaar; 3: spreid de grond terug uit. 4: rij achteruit. Berijd nooit grond die reeds losgemaakt is.



Bij terreinwerken voor het aanplanten van nieuwe bomen minimaliseer je de bodemverdichting door bewerkte of aangevoerde grond niet te berijden tijdens de verdere aanleg. De grond kan uitgespreid worden met de arm van een graafkraan van op een (tijdelijke) weg, zonder de grond te berijden.

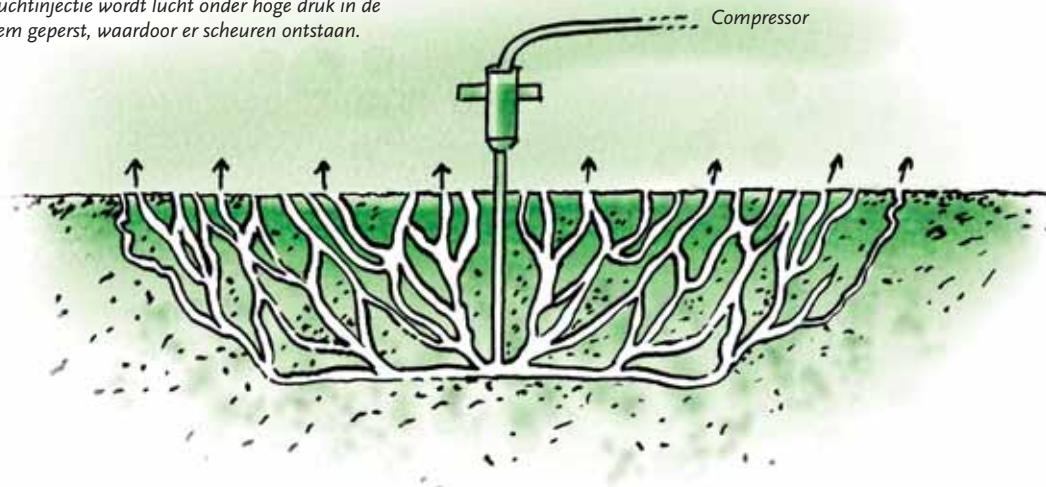


Binnen de wortelzone van bestaande bomen kan door het spuiten, zuigen of woelen van gaten de water- en luchthuishouding verbeterd worden. Let ervoor op dat boomwortels en zeker de gestelwortels zo weinig mogelijk beschadigd worden. Het effect van deze maatregel is slechts lokaal en bodemverdichting doorheen het hele bodemprofiel wordt er niet door opgelost.

F.4.6.2.1.2 Luchtinjectie

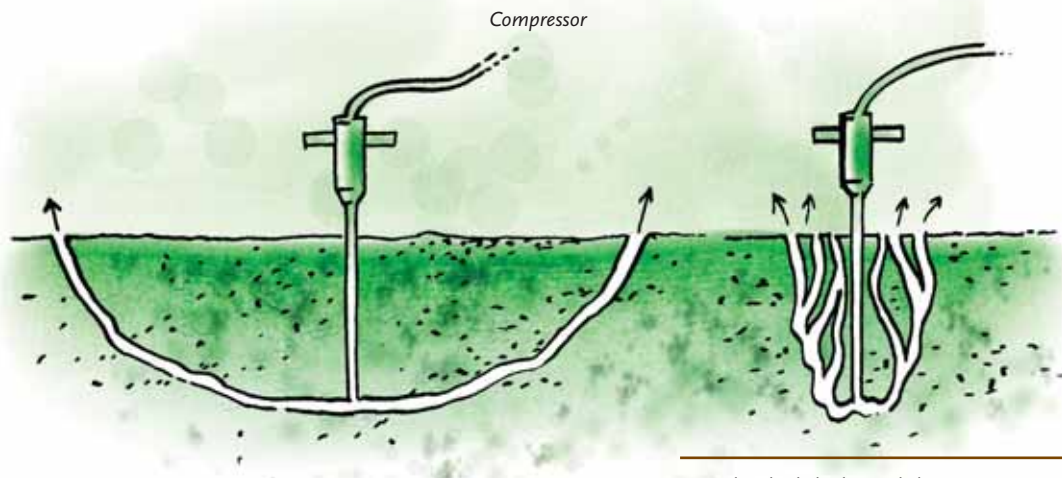
Binnen de wortelzone van bomen wordt door het injecteren van lucht onder hoge druk ('ploffen') geprobeerd om bodemverdichting en de bijhorende problemen met water- en luchthuishouding op te heffen. Door het injecteren van lucht onder druk worden scheuren en poriën in de bodem gevormd.

Bij luchtinjectie wordt lucht onder hoge druk in de bodem geperst, waardoor er scheuren ontstaan.



Bij luchtinjectie wordt lucht onder hoge druk (6 tot 20 bar) door een holle buis op de gewenste diepte in de bodem geperst. Door de korte luchtstoot worden bodemdeeltjes verplaatst als de lucht zich een weg naar boven zoekt. Tijdens de behandeling kunnen structuurverbeterende stoffen ingebracht worden om de scheuren open te houden of meststoffen (bv. goed uitgerijpte compost) om bodemvruchtbaarheid en bodemstructuur te verbeteren en het bodemleven te stimuleren. Zorg ervoor dat er steeds een oliefilter op de luchtleiding van de compressor staat om bodemverontreiniging door machineolie te vermijden.

Uit onderzoek blijkt dat luchtinjectie wisselende resultaten geeft en dat het succes sterk afhankelijk is van de grondsoort, het type verdichting, de verdichtingsgraad en het vochtgehalte van de bodem. Op zandige bodems geeft deze methode goede resultaten voor het verbeteren van de fysische bodemeigenschappen. Bodemdichtheid en porositeit kunnen in dergelijke gevallen sterk verbeteren. Op kleibodems zijn de resultaten eerder twijfelachtig. Een zeer droge bodem scheurt gemakkelijk, waardoor de lucht snel ontsnapt naar de oppervlakte, terwijl in een natte en plastische bodem de scheuren onmiddellijk dichtslampen. In kleibodems ontstaat in veel gevallen enkel een schotelvormige scheur met weinig verticale scheurtjes. De bovenliggende grond wordt opgetild bij de luchtontlading en valt onmiddellijk terug. Er is meestal geen positief effect op de bodemdichtheid buiten de onmiddellijke omgeving van de scheur. Ook ingebrachte hulpstoffen blijven steken vlak bij de ingebrachte pen. De afstand waarbinnen de behandeling moet herhaald worden is sterk afhankelijk van de bodemeigenschappen op het moment van toepassing. In ieder geval reikt het effect zelden verder dan enkele meters.



Soms breekt de bodem enkel in een schotelvormige scheur of is er slechts een zeer lokaal effect.

Zelfs bij een succesvolle toepassing van deze behandeling is het effect meestal slechts enkele jaren merkbaar, waardoor ze regelmatig moet herhaald worden. Daarom moet ze altijd gecombineerd worden met meer structurele maatregelen zoals het beperken van betreding en het verbeteren van de bodemstructuur. Als dit niet gebeurt, heeft de luchtinjectie weinig nut.

Op plaatsen waar de bodemverdichting niet door het hele bodemprofiel voorkomt, maar waar enkel een verdichte laag aanwezig is die de beworteling en de waterdoorlaatbaarheid hindert, geeft het injecteren van lucht onder hoge druk in deze laag meestal wel zeer goede resultaten. De storende laag wordt in de meeste gevallen effectief en blijvend doorbroken.

F.4.6.2.2 Bemesting

Bemesting moet enkel gebeuren als de nood daaraan duidelijk gebleken is uit een chemisch bodemonderzoek en eventueel een bladanalyse. Het voordeel van de bladanalyse is dat dit aangeeft wat er werkelijk opgenomen is, terwijl de bodemanalyse enkel aangeeft wat er in de bodem aanwezig is. Zo kunnen ook gebreksziekten die te wijten zijn aan een verstoorde opname opgespoord worden. Vaak zijn gebreken te wijten aan een verstoorde opname door problemen met de waterhuishouding, de zuurgraad of de doorwortelbaarheid. Voor er overgegaan wordt tot bemesting moeten uiteraard eerst een oplossing gezocht worden voor het opnameprobleem, bv. het verbeteren van de fysische bodemeigenschappen en het stimuleren van de bodemdoorworteling en het bodemleven. Bij bestaande bomen is het wel zeer moeilijk de pH in de wortelzone substantieel te beïnvloeden. Daarvoor zouden grote hoeveelheden basisch- of zuurwerkende stoffen ingebracht moeten worden. Veel bomen zijn bovendien zeer gevoelig voor een plotse verandering van de zuurgraad.

Voor bomen met een verzwakte conditie (bv. door watergebrek of houtrotschimmels) kan extra bemesting zelfs een averechts effect hebben. De boom groeit zichzelf dan als het ware in steeds meer problemen, terwijl de bemesting enkel een symptoombehandeling is. De monsternamen en analyse van bodem- en bladstalen zijn werk voor gespecialiseerde laboratoria. Ter indicatie wordt in tabel 30 een ruime marge gegeven waarbinnen enkele mineralengehaltes ongeveer moeten vallen.

	minimum	optimum
Stikstof (N)	17,5	> 27
Fosfor (P)	1	> 2,5
Kalium (K)	5	> 15
Magnesium (Mg)	0,9	> 2,7

Tabel 30: Minimum en optimum mineralengehalte in het blad in g/kg droge stof (deze waarden geven enkel een indicatie, voor sommige boomsoorten kunnen de reële waarden sterk afwijken) (naar Atsma, J. en 't Velt, Y.)

Bemesting kan op vele manieren toegediend worden. De eenvoudigste manier om bomen te bemesten, is door de meststof uit te strooien onder de boom. Als er gras onder de boom staat, moet je rekening houden met een competitie tussen gras en boom voor de meststof. Er zal dan een meerverbruik zijn tot 50% en een stevige grasgroei. Probeer in elk geval de meststof zo dicht mogelijk bij de fijne wortels van de boom toe te dienen. Voor een solitaire boom is dat dus enkele meters buiten de kroonprojectie. Jonge bomen in een plantvak kunnen via de boomspiegel bemest worden, maar bij oudere bomen zullen de actieve wortels zich onder de omliggende verharding bevinden. Meststoffen kunnen ook in de vorm van voedingskokers, pillen of sticks in de bodem gebracht worden, ze kunnen geïnjecteerd worden of op het blad gespoten worden. Al deze toedieningswijzen zijn duurder en ingewikkelder, maar niet echt effectiever dan de meststof uitstrooien op de bodem.

Organische en traagwerkende meststoffen hebben altijd de voorkeur. Organische en traagwerkende meststoffen kunnen het hele jaar door toegediend worden. Snel uitspoelende meststoffen worden het best in het voorjaar toegepast.

F.4.6.2.3 Drainage

Bij een nieuwe aanplant kunnen problemen met een overmaat aan water vermeden worden door een aangepaste boomsoortkeuze. Als bestaande bomen last hebben van wateroverlast (bv. door een veranderde waterhuishouding van de standplaats), kan een of andere vorm van drainage aangewezen zijn. Als er waterdoorlatende lagen aanwezig zijn, is de eenvoudigste manier om een verticale drainage te

bekomen door grondpijlers van 10-15 cm te boren tot voorbij de waterondoorlatende laag. Deze vul je met losse en structuurrijke grond met een vergelijkbare textuur als de omringende grond. Is het water afkomstig van inspoeling uit de omgeving, dan kan door een oppervlakkige begreppeling veel water weggeleid worden van de wortelzone. Waar dit niet mogelijk is, kan een kunstmatige drainage overwogen worden, maar hieraan zijn grote nadelen verbonden (zie F.3.4.2.4 *Drainage*). Een kunstmatige drainage is duur, vraagt onderhoud en is weinig duurzaam.

Drainage bij bestaande bomen is zeer moeilijk. Wateroverlast moet daarom altijd opgelost worden voor de aanleg of vermeden worden bij werken in de omgeving van de boom.

F.4.6.2.4 Irrigatie

Bomen kunnen in de problemen komen met hun watervoorziening als het doorwortelbare bodemvolume na verloop van tijd te klein blijkt voor de groeiende boom, maar ook als door omgevingswerken de grondwaterstand daalt of de infiltratie vermindert. Bij een dalende grondwaterstand (door grondwaterwinning of grondwerken) kan de aanlevering van grondwater wegvallen voor bomen op grondwateren contactprofielen. Als er extra waterondoorlatende verharding aangelegd wordt in de omgeving van de boom, vermindert de infiltratie van regenwater. De boom heeft dan minder water ter beschikking en bovendien daalt het vochtleverend vermogen van de bodem.

De meest duurzame oplossingen voor een watertekort bestaan uit een uitbreiding van het doorwortelbare bodemvolume of een aanpassing van de verharding, zodat de infiltratie van regenwater hersteld wordt. In tegenstelling tot de watergift bij pas aangeplante bomen, is watergift bij volwassen bomen een permanente kost. De installatie van een watergeefstelsel (eventueel een druppelleiding), is een zeer dure zaak. Eenmaal er gestart wordt met water geven tijdens droge periodes, moet dit voor altijd volgehouden worden. Een permanent watergeefstelsel vraagt bovendien systematische controle en herstellingen. Bovendien moet ook de bodemvochtigheid opgevolgd worden. Zowel een tekort als een overmaat aan water kan de boom in problemen brengen. Vanuit HPG-oogpunt zijn dergelijke ingrepen slechts te verantwoorden voor zeer waardevolle bomen.

Als bomen te lijden hebben onder een daling van de grondwatertafel door een verandering van de lokale waterhuishouding is het mogelijk door het herstel van de vroegere situatie de bomen er terug bovenop te helpen. Dit kan bijvoorbeeld voor een volledig park. De verhoging van de grondwatertafel tot het oorspronkelijke peil moet zeer geleidelijk gebeuren, gespreid over verschillende jaren. Als de verandering te plots gebeurt, kan dit de doodsteek zijn voor de gestresseerde bomen, zeker de oudere exemplaren. Oude bomen op grondwaterprofielen zijn niet zeer flexibel tegenover schommelingen in de grondwaterstand. Beuken hebben het door hun oppervlakkige wortelgestel extra moeilijk.



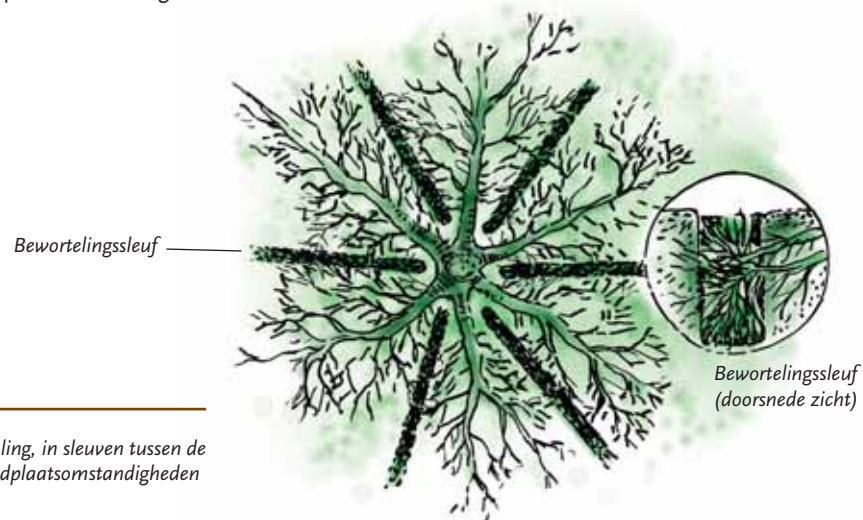
Bomen zijn gebaat bij een stabiele waterhuishouding zonder grote schommelingen.

F.4.6.2.5 Grond uitwisselen

Als de bodemeigenschappen zodanig slecht zijn dat verbetering moeilijk te bekomen is of als snel resultaat gewenst is, is het mogelijk grond uit te wisselen. Vanuit HPG-oogpunt moeten dergelijke ingrepen tot een minimum beperkt blijven. Gronduitwisseling is zowel mogelijk bij aanleg als bij bestaande bomen.

Gronduitwisseling bij de aanleg is de vervanging van een gedeelte van de grond op de plantplaats of in de plantput door vruchtbare, structuurrijke grond. Het vervangen van de grond op de volledige plantplaats is enkel te verantwoorden bij vervuilde grond. Het weghalen, storten of stockeren van de oude grond en de aanvoer van nieuwe grond, met alle bijhorende kosten en milieubelasting, is niet te verantwoorden voor elke onvruchtbare of structuurarme bodem. Daar wordt beter geopteerd voor bodemverbetering, bijvoorbeeld door het inbrengen van compost en het gebruik van een aangepaste boomsoort. Op arme bodems of zware kleigronden kan wel een beperkte gronduitwisseling (maximaal 50%) toegepast worden in de plantput. Zo krijgt de boom de kans om zich gedurende de eerste jaren aan te passen aan de overgang van de rijke kwekerijsituatie naar zijn arme, definitieve standplaats. De bijgemengde grondsoort verschilt qua textuur het best niet te veel van de oorspronkelijke grond, om het bloempoteffect niet te versterken.

Bij bestaande bomen zijn verschillende systemen van gronduitwisseling toe te passen. Een gedeeltelijke gronduitwisseling kan door vruchtbare en structuurrijke grond in te brengen in radiale geulen, gegraven tussen de hoofdwortels van de boom. De geulen beginnen op een drietal meter van de stam en lopen radiaal weg. Afhankelijk van de omstandigheden zijn ze enkele meters lang, enkele tientallen cm breed en ongeveer een halve meter diep. De beworteling in de radiale geulen verbetert sterk. Op die manier kan op korte termijn een conditieverbetering verkregen worden bij bomen die lijden onder slechte standplaatsomstandigheden.



Een gedeeltelijke gronduitwisseling, in sleuven tussen de gestelwortels, verbetert de standplaatsomstandigheden voor bomen.

Als alle doorwortelde grond moet vervangen worden, dan kan de grond tussen de wortels opgezogen worden met vacuümpompen, eventueel na te zijn losgemaakt met water of lucht onder hoge druk. Eventueel kan alle grond ook met de hand losgemaakt en weggenomen worden, maar dit is zeer arbeidsintensief. Om wortelschade te beperken, mogen een schop of spade niet gebruikt worden, een riek eventueel wel. In elk geval is gronduitwisseling een zeer delicaat werk, waarbij altijd wortelbescha-

diging optreedt. Een zone rond de stam van ongeveer tweemaal de stamdiameter mag niet verstoord worden, om de stabiliteit van de boom niet in het gedrang te brengen. Als het wortelverlies beperkt blijft tot een klein deel van de fijne wortels, weegt het positieve effect van de gronduitwisseling zeker op tegen het wortelverlies. Zelfs goed uitgevoerd, blijft een volledige gronduitwisseling een riskante aangelegenheid. De hoge kostprijs en risico's maken dat dit een behandeling is die alleen te verantwoorden valt voor waardevolle bomen op een zeer arme standplaats.

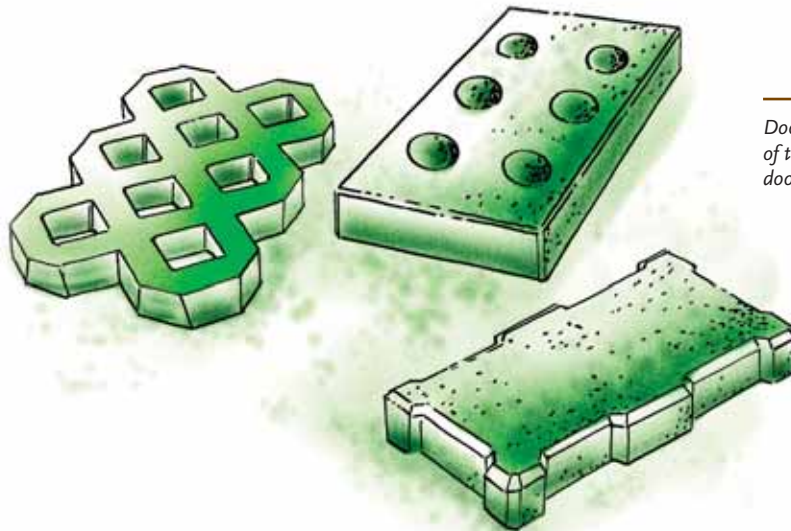
Naast een voldoende groot doorwortelbaar volume moet ook de kwaliteit van het bodemvolume geschikt zijn voor boomgroei. De vocht-, zuurstof- en mineralenvoorziening moeten een goede doorworteling mogelijk maken en voorzien in de behoeften van de boom. De bodem mag niet sterk verdicht zijn, wat nu bij veel bomen in het openbaar groen het geval is.

F.4.6.3 Verharding op de plantplaats

Bij veel bomen in parken en openbaar groen bevindt een gedeelte van hun ondergrondse standplaats zich onder verharding. Verharding op boomwortels zorgt voor een verminderde water- en luchttoevoer, waardoor de boom in de problemen kan komen. Vermijd daarom alle verharding in de omgeving van bomen waar dit niet nodig is en houd de verharde oppervlaktes zo klein mogelijk.

F.4.6.3.1 Doorlaatbaarheid

Asfalt en beton zijn ondoorlatend voor water en lucht en dus ongeschikt om op een plantplaats te gebruiken. De doorlaatbaarheid, zowel voor water als voor lucht, verhoogt door tegels, klinkers of een losse verharding (dolomiet of grind) te gebruiken. Ook grastegels, stooftegels (gatentegels of geperforeerde tegels) of tegels en klinkers in poreuze materialen zijn mogelijk, net als moderne water- en luchtdoorlatende verhardingen op basis van epoxyhars. Bij gebruik van een waterdoorlatende verharding moet de volledige opbouw doorlatend zijn, dus ook het voegmateriaal en de fundering. Gebruik zeker geen beton voor de fundering of mortelspecie in de voegen, deze zijn ondoorlatend. Gestabiliseerd zand als fundering is gedeeltelijk water- en luchtdoorlatend, zeker als het grof genoeg is. Maar het beste resultaat bekom je met grind, puin of split. Voor de voegen kan grof zand, split of dolomiet gebruikt worden. Losse verhardingen als dolomiet zijn pas goed doorlatend als de hele fijne fractie (het 'stof') weggelaten wordt. Gebruik dus bij voorkeur slechts de fractie vanaf 5 mm (bv. maat 5/15 of 5/20). Bij bestaande asfalt- en betonverharding kan op regelmatige afstanden een gat (20-50 mm) door de hele opbouw worden geboord en gevuld met grind.



Door het gebruik van grastegels, stooftegels of tegels met afstandhouders, vergroot de doorlaatbaarheid van de verharding.

Als de voegen waterdoorlatend zijn, blijkt zelfs bij poreuze klinkers de infiltratie door de voegen 50 keer sneller te gaan dan door de tegel zelf. De doorlaatbaarheid verbetert dus sterk door het aandeel voegen te vergroten (door kleinere tegels of klinkers te gebruiken), maar ook door de voegbreedte te vergroten. Dit kan door de klinkers in een losser verband te leggen of door tegels met afstandshouders te gebruiken. Om de doorlaatbaarheid ook op langere termijn te garanderen, is het belangrijk de poriën van poreuze materialen en de voegen van verharding in de wortelzone van bomen regelmatig vrij te maken van ingespoeld vuil, aarde, mos en onkruid. Deze beïnvloeden niet echt de gasuitwisseling in droge toestand, maar verminderen wel de waterdoorlaatbaarheid en dus ook de gasuitwisseling in natte toestand. Het reinigen van de voegen gebeurt het best in de lente, zo worden resten van de bladval mee opgeruimd en is de doorlaatbaarheid optimaal bij de start van het groeiseizoen.

Door een speciaal klinkerverband verhoogt de doorlaatbaarheid van de verharding op de wortelzone. Maak wel regelmatig de voegen vrij.



Als er toch nog problemen verwacht worden met de luchtvoorziening voor de boomwortels, kun je je toevlucht nemen tot beluchtingssystemen. Door het inbrengen van geperforeerde buizen met een bovengrondse opening onder de verharding krijg je voldoende lucht tot bij het wortelgestel. Nadeel van dit systeem is dat het duur is en onderhoud vraagt. Om optimaal te werken moet het regelmatig hersteld worden en vrijgemaakt worden van vuil en ingroeïende wortels. Een permanente irrigatie om watertekort op te vangen is in praktisch alle gevallen af te raden.

Bij verharding binnen de wortelzone van bomen zal voor het gebruikte materiaal steeds rekening moeten gehouden worden met het gebruik. Grastegels zijn bijvoorbeeld zeer boomvriendelijk, maar zijn niet goed beloopbaar. Ze zijn wel geschikt voor parkeerplaatsen, maar minder voor voet- of fietspaden. Ook brede voegen of geperforeerde tegels kunnen problemen geven met de beloopbaarheid, vooral met naaldhakken. Een bijkomend probleem is de grotere kans op onkruidgroei, zeker nu openbare besturen geen herbiciden meer mogen gebruiken.

Bomen die in een plantvak in de verharding staan, hebben naast een watergebrek onder de verharding, vaak tegelijk last van wateroverlast in het plantvak door een badkuipeffect en inspoeling van vervuild of zout water. Waar dit probleem voorzien wordt, kan de verharding rond het plantvak bol gelegd worden. Zo wordt het badkuipeffect en de inspoeling van verontreinigd water tegengegaan, zelfs na nazakking van de verharding door belasting of door inklinken van de bodem. Om inspoeling van verontreinigd water te vermijden, kan ook een 'boomvriendelijke' boordsteen gebruikt worden (zie *Boomvriendelijke boordstenen*).



Een plantvak in de verharding creëert vaak een badkuipeffect.

Door het bol leggen van de verharding op de boomspiegel en een waterafvoer wordt wateroverlast voor de boom hier vermeden.

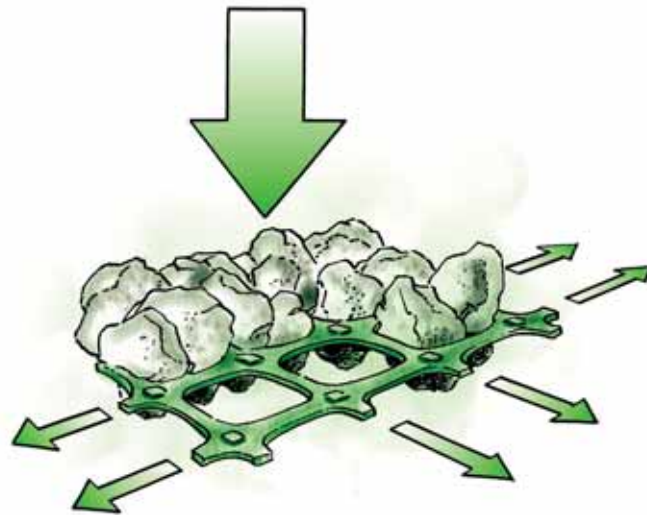


F.4.6.3.2 Verharding vereist verdichting

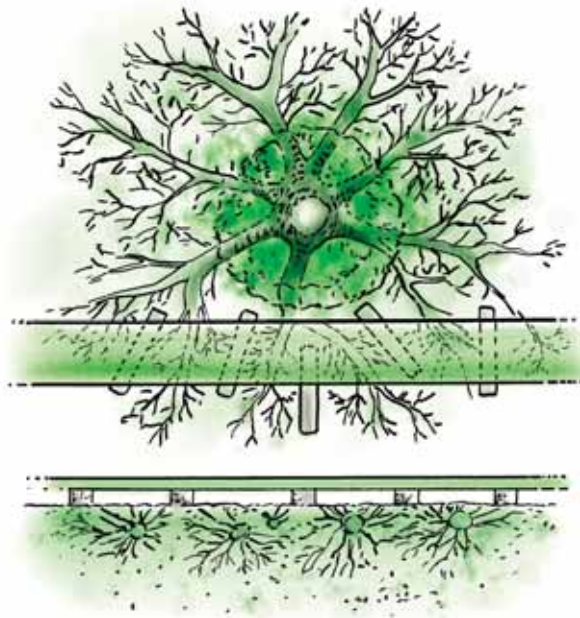
Verharding vraagt een stabiele, dus verdichte ondergrond, iets wat bomen nu net niet nodig hebben. Alleen op die manier kan de belasting gedragen worden zonder beschadigingen of verzakkingen. Meestal wordt de fundering voor verharding verdicht tot minimaal 95% van de maximale dichtheid. Dit is voor bomen absoluut niet doorwortelbaar. Voor bomen is de bodem het best zo los en luchtig mogelijk voor een optimale doorwortelbaarheid en een goede lucht- en waterhuishouding. Bij een nieuwe aanleg kunnen de tegenstrijdige eisen van verharding en boom door een technische oplossing verzoend worden, maar bij verhardingen binnen de wortelzone van bestaande bomen zijn conflicten onvermijdbaar.

Als er een verharding moet komen binnen de wortelzone van bestaande bomen, houd dan steeds de verharde oppervlakte en de verdichting minimaal. Probeer graafwerken te beperken en verdicht de ondergrond niet meer dan nodig is voor de verwachte belasting. Als er verkeer over de verharding moet, is wortelschade onvermijdelijk. Voor lichte verhardingen is het mogelijk om door technische hulpmiddelen zoals rastersystemen (bv. geogrid) of dwarsliggers de druk op een verharding zo goed mogelijk te verdelen over de ondergrond, zodat de verdichting die optreedt door belasting minimaal blijft, terwijl toch een goede stabiliteit bekomen wordt. Bij de klassieke verhardingselementen scoren kleine klinkers en tegels slecht wat betreft drukverdeling. Bij eenzelfde belasting wordt de druk op de ondergrond veel beter gespreid door een grote tegel dan door een kleine. Kies daarom voor verharding bij bestaande bomen liever voor grote, geperforeerde tegels dan voor kleine klinkers.

Door een geogrid wordt de bodembelasting optimaal verdeeld. Het raster moet kleiner zijn dan de kiezel, zodat het geogrid de belasting opvangt.

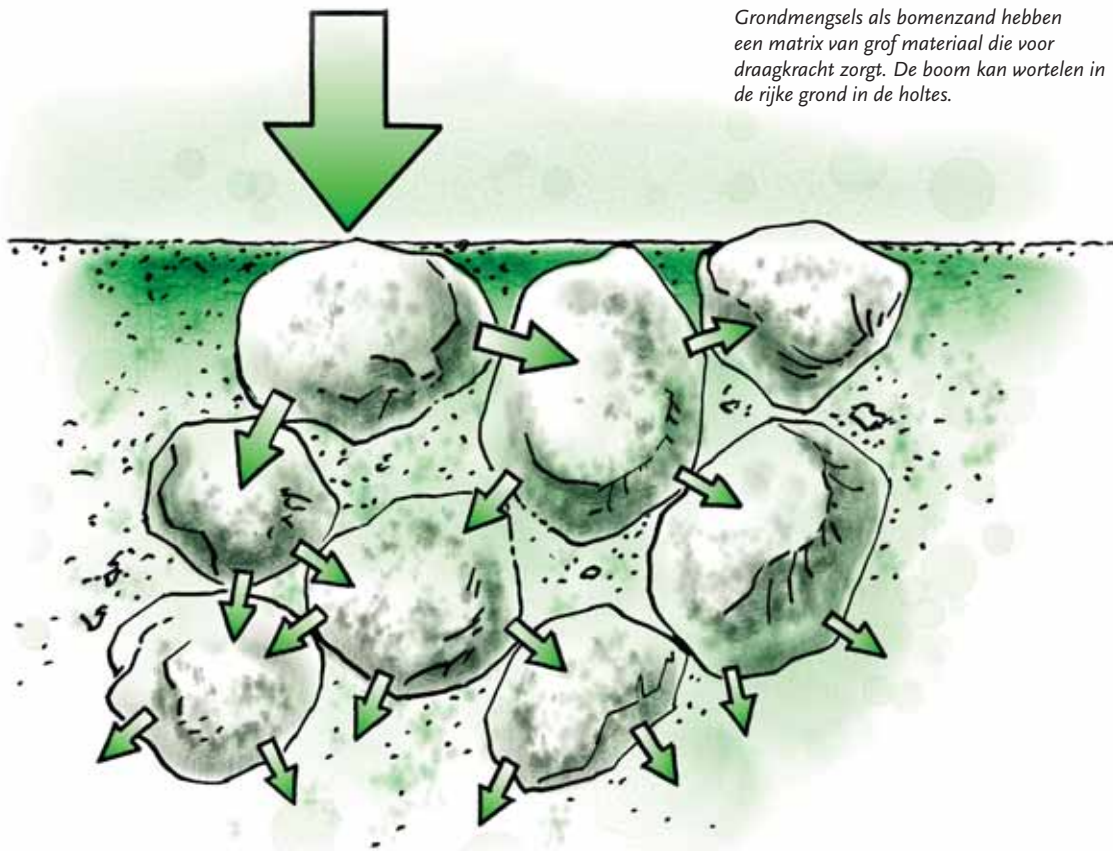


Dwarsliggers tussen de gestelwortels kunnen de wegconstructie dragen zonder de bodem te verdichten.



F.4.6.3.3 Speciale grondmengsels

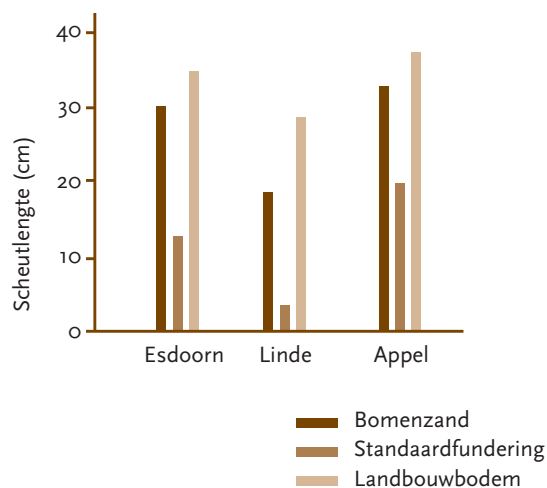
Er zijn verschillende grondmengsels ontwikkeld die boomgroei en (lichte) verharding tot op zekere hoogte kunnen verzoenen. Het meest bekende grondmengsel voor gebruik onder verharding is bomenzand, een mengsel van eentoppig zand met enkele procenten organische stof en klei (voor een mogelijke samenstelling: zie SB250). De meeste van deze grondmengsels bestaan uit een bodemskelet van grof materiaal, waartussen vruchtbare grond wordt aangebracht. Het bodemskelet is voldoende verdichtbaar om een lichte tot halfzware belasting te dragen zonder onaanvaardbare nazakking, terwijl de tussenliggende grond onverdicht en dus doorwortelbaar blijft. Het bodemskelet kan bestaan uit grof zand, maar ook toepassingen met stenen van enkele cm tot grote lavabrokken van 30 cm zijn bekend. Het dragende element van het mengsel moet een min of meer uniforme korrelgrootte hebben om een optimaal bodemskelet te creëren. De ruimte die overblijft wordt opgevuld met rijke grond, bestaande uit leem, klei en organische stof in wisselende verhoudingen. Meestal wordt een organische stofgehalte van 5 tot 8% vooropgesteld. Dergelijke grondmengsels kunnen tot meer dan 80% van hun piekdichtheid verdicht worden zonder problemen voor de doorwortelbaarheid. Dit is iets minder dan voorgeschreven voor verharding (hoewel sommige varianten zonder problemen de vaak voorgeschreven 95% van de piekdichtheid halen), maar genoeg om de belasting van voetgangersverkeer of occasioneel lichte voertuigen aan te kunnen.



Grondmengsels als bomenzand hebben een matrix van grof materiaal die voor draagkracht zorgt. De boom kan wortelen in de rijke grond in de holtes.

Het grote nadeel van deze grondmengsels is dat een groot deel van de ruimte (2/3 of meer) ingenomen wordt door relatief inert materiaal, dat weinig of niet bijdraagt tot de water- of mineralenlevering voor de boom, maar enkel de dragende structuur biedt voor de verharding. Het vereiste doorwortelbare volume is dus veel groter bij het gebruik van dergelijke grondmengsels dan bij gebruik van normale grond. Als het doorwortelbare volume te klein is, treden op latere leeftijd problemen op met de water- en mineralenaanlevering van de boom. Ze zijn dan ook geen optimaal groeimedium, maar wel een compromismateriaal. Een bijkomende moeilijkheid is dat het correct aanbrengen van bomenzand en andere grondmengsels niet eenvoudig is. De menging, het vervoer en de verdichting moeten op een correcte manier gebeuren. Bij de aanleg worden het meest fouten gemaakt: het materiaal wordt te diep of te vochtig gebruikt. Ook een te grote verdichting bij de aanleg of een te zware belasting bij gebruik komen vaak voor. Als de verwachte belasting te zwaar wordt, bijvoorbeeld bij autoverkeer, zal gebruik moeten gemaakt worden van meer complexe speciale standplaatsconstructies. Bij een correct gebruik zorgen speciale grondmengsels voor een opmerkelijk verbeterde groei t.o.v. 'gewone' verharding met een verdichte ondergrond.

Waar verharding in de wortelzone noodzakelijk is, zorgen speciale grondmengsels voor een verbeterde groei.



F.4.6.3.4 Standplaatsconstructies

'Standplaatsconstructies' is een verzamelnaam voor alle bouwkundige voorzieningen die gebruikt worden om een zware bovengrondse belasting op te vangen zonder verdichting van het doorwortelbare bodemvolume van de boom. Dit kan gaan van een opeenstapeling van plastic prefabelementen tot zware betonnen constructies, zogenaamde boombunkers. De mogelijkheden zijn quasi onuitputbaar en in veel gevallen is maatwerk mogelijk. Onder of tussen de constructie wordt gewone aarde aangebracht. Het gebruik van bomenzand is niet nodig, aangezien de grond zelf niet of nauwelijks belast wordt. Het grote voordeel van standplaatsconstructies is dat de bodem onverdicht blijft en dat gewone grond kan gebruikt worden, wat optimale omstandigheden biedt voor de boom. Standplaatsconstructies zijn meestal duur bij de aanleg, maar op de lange termijn levert het zeker een besparing op omdat toekomstige standplaatsproblemen kunnen vermeden worden.



Voor een relatief lichte verharding kan gebruik gemaakt worden van plastic prefabelementen, die de bodembelasting opvangen. (Foto Permavoid, TGS)

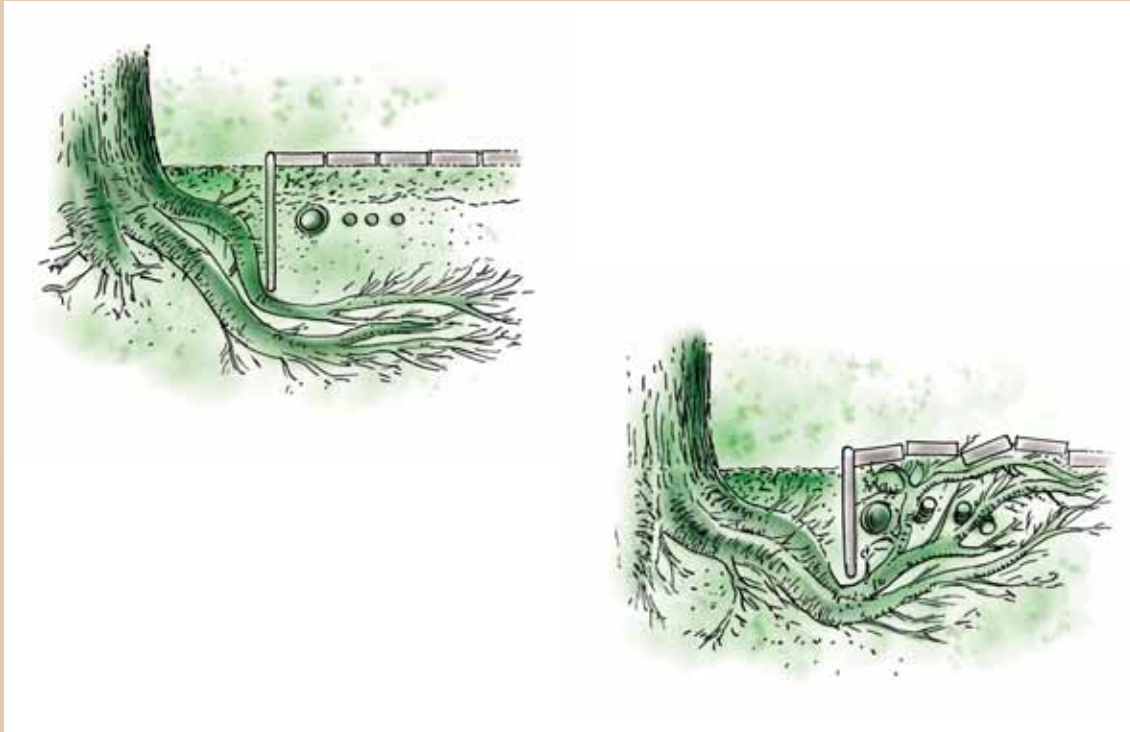
Met zogenaamde boombunkers kan een zwaar belaste verharding gecombineerd worden met voldoende onverdichte doorwortelbare ruimte voor bomen. (Foto Tree Box, TGS)



Wortelgeleiding

Vaak wordt geprobeerd om wortels weg te houden van leidingen en funderingen van wegen, voetpaden en huizen door ze tegen te houden met barrières of door ze te geleiden naar zones waar ze geen schade kunnen aanrichten. De resultaten zijn zeer wisselend. In sommige situaties worden wortels effectief tegengehouden, maar even vaak vinden ze hun weg door, langs, boven of onder de barrière.

De enige barrières die écht wortels tegenhouden zijn dikke plastic folies en kunststof platen. Deze zijn ondoordringbaar voor water en lucht, waardoor de water- en luchthuishouding mogelijk verstoord worden. Om effectief te zijn moeten ze aangebracht worden van boven het maaiveld tot onder de laagste grondwatertafel. Ook de verbindingen tussen platen of folies zijn een teer punt, net als beschadiging tijdens de aanleg of tijdens werken. Een gaatje ter grootte van een speldenkop is genoeg voor wortels om er door te groeien. Zelfs bij een perfecte installatie blijken sommige bomen in staat om over of onder een barrière heen (bv. populier) te groeien. Ook boomwortels onder kabels of een fundering leiden, is niet altijd even succesvol. Zowel eik als esdoorn kunnen bijvoorbeeld binnen anderhalve meter nadat ze naar beneden geleid zijn door een barrière, terug aan de oppervlakte komen.



Wortelgeleiding kan wortels effectief tegenhouden of sturen, maar even vaak lukt dit niet.

Om het aantal wortels in de buurt van leidingen of fundering te verminderen, kunnen wortelbarrières of wortelgeleiding effectief zijn, zeker lokaal. Maar om structuren echt te isoleren van alle boomwortels, zijn de meeste wortelbarrières niet werkzaam (of is de boom te sterk in het ontwijken ervan). Het is zeker niet wenselijk om bomen ondergronds volledig op te sluiten. Dan komt het vereiste doorwortelbare bodemvolume in het gedrang. Wortelgeleiding heeft dus enkel zin waar de minimale standplaatsvereisten van de boom gerespecteerd worden.

F.4.7 Boomspegel verzorgen

De boomspegel is de zone rond de stamvoet die een ander beheer krijgt dan de omgeving, meestal het vrijhouden van begroeiing. Bij bomen in verharding komt dit overeen met het plantvak, maar ook in een gazon kan een boom een boomspegel hebben. Bij jonge bomen bevindt het volledige wortelgestel zich nog binnen de boomspegel. Zij zijn dan ook gevoelig voor bodemverdichting en concurrentie om water en mineralen binnen de boomspegel. Daarom is het aangeraden om bij pas aangeplante bomen de boomspegel vrij van begroeiing te houden. De bomen slaan dan beter aan. Ook bij oudere bomen wordt de boomspegel het best beschermd om bodemverdichting en schade aan de stamvoet en de wortelaanzetten te vermijden. Het is mogelijk naakte (zwarte) grond te behouden, spontane kruidgroei te tolereren, de boomspegel te beplanten of te mulchen. In een plantvak in verharding waar veel betreding is, kan een boomrooster nodig zijn.

F.4.71 **Beplanten**

Een beplanting is de meest ecologische, de zekerste, de meest onderhoudsvriendelijke en dus de goedkoopste manier om de boomspiegel te beschermen. Door een aangepaste beplanting wordt betreding en de bijhorende bodemverdichting vermeden, ze houdt ongewenste kruidgroei tegen en beschermt de bodem tegen uitdroging en extreme temperaturen. Een beplanting van de boomspiegel kan wel voor concurrentie met de boom zorgen, vooral voor water en mineralen. Zeker jonge bomen met een beperkt wortelgestel kunnen hierdoor problemen ondervinden. Houd de boomspiegel daarom vrij van beplanting, gras of kruiden tot het wortelgestel van de boom voldoende is ontwikkeld om de concurrentie aan te kunnen, dus tot minstens een drietal jaar na aanplanting. Daarvoor kunnen boomplaten gebruikt worden, afbreekbare platen die de kruidgroei rond de stamvoet onderdrukken. Ook nadat de boom is aangeslagen is het aangewezen om geen al te hoge en sterk groeiende kruiden of struiken te gebruiken. Waar bomen vermoedelijk reeds een beperkte water- of mineralenvoorraad hebben, bijvoorbeeld in een plantvak in de verharding, zijn struiken hoger dan 0,5 m of planten die een dichte wortelmat vormen, niet aan te raden. Dit zijn ernstige wortelconcurrenten (zeker voor vlakwortelende bomen), die de beperkte water- of mineralenlevering voor de bomen nog meer onder druk zetten.



Een hoge beplanting op de boomspiegel, zoals deze haagbeuk, kan een ernstige wortelconcurrent zijn voor de boom.

Om een goede groei te verzekeren, moet de gebruikte beplanting net als de boom aan de standplaats aangepast zijn. Let hierbij ondermeer op de lichtsituatie. Onder een jonge boom kan nog veel licht tot op de bodem dringen, maar een volgroeide boom zal, afhankelijk van de boomsoort, voor veel schaduw zorgen. Toch zijn schaduwplanten niet altijd de juiste keuze. Eventueel moeten gedurende de levensloop van de boom de gebruikte plantensoorten aangepast worden. Kies soorten die onderhoudsarm zijn en die dus zo weinig mogelijk moeten gesnoeid of geschoren worden. Eenjarigen zijn de minst duurzame oplossing, waarbij bovendien elk jaar meermaals de fijne wortels van de boom beschadigd worden. Houd hiermee trouwens rekening als de beplanting onder een boom vervangen wordt: ga voorzichtig te werk. Om ongewenste kruidgroei geen kans te geven, moeten de gebruikte struiken of vaste planten zo snel en volledig mogelijk dichtgroeien. Bij een beplanting met een open

structuur groeien grassen, akkerdistel en andere ongewenste kruiden er gewoon door. Grassen zijn, hoewel ze visueel aantrekkelijk kunnen zijn, niet aangeraden om de boomspiegel mee te beplanten. Grassen zijn namelijk sterke wortelconcurrenten voor bomen. Door hun dichte wortelmat net onder het maaiveld vangen zij het neerslagwater als eerste op. Bij oudere bomen met een voldoende ontwikkeld wortelgestel die de concurrentie met het gras aankunnen, kan grasland wel doorlopen tot aan de stamvoet. Let wel op voor maaischade.

Een ecologisch verantwoorde optie is ook om de spontane kruidgroei te behouden, eventueel bijgestuurd door eenmaal per jaar selectief te wieden (bij het begin van het groeiseizoen: eind maart, begin april). Ongewenste kruiden zijn forse kruiden met een grote concurrentiekracht, zoals akkerdistel en haagwinde. Laaggroeiende kruiden concurreren over het algemeen niet sterk met bomen. Als selectief gewied moet worden is een goede plantenkennis van het uitvoerende personeel wel een vereiste. Het 'onverzorgde' uitzicht kan weerstand oproepen bij de bevolking. Participatie en informatieverstrekking kunnen dit probleem oplossen. Het is ook mogelijk de boomspiegels in straten te laten 'adopteren' door omwonenden. Dan moeten duidelijke afspraken gemaakt worden, zodat de bomen niet beschadigd worden, bv. door te spitten of meststoffen en pesticiden te gebruiken.

F.4.7.2 **Hakken en wieden**

Het is mogelijk om op de boomspiegel naakte (zwarte) grond te behouden. Onkruid is het gemakkelijkst te beheersen als het nog klein is. Om ongewenste kruiden onder controle te houden moet er meermaals per jaar gewied of gehakt worden (minstens 6 maal per jaar). Door te hakken (weghakken van onkruid) en te wieden (manueel uittrekken van onkruid), kunnen zaadonkruiden gemakkelijk onder controle gehouden worden, maar wortelonkruiden kunnen het zeer lang uithouden als de ondergrondse delen in de bodem blijven. Alle grondbewerkingen binnen de wortelzone van bomen moeten met de hand of met handgereedschap gebeuren en zeer zorgvuldig en ondiep om zo weinig mogelijk wortelschade te veroorzaken. De fijne wortels van de boom bevinden zich namelijk in de bovenste centimeters van de bodem. De bodem te diep bewerken kan bovendien onkruidzaden naar de oppervlakte brengen en een uitdrogend effect hebben. Het machinaal cultiveren van de bodem moet altijd vermeden worden. Het kan nodig zijn om de (verslechte) bodem bij het begin van het groeiseizoen ondiep te spitten met een spitvork (nooit met een spade) of te woelen om gemakkelijker te kunnen hakken en wieden.

In vergelijking met andere maatregelen is hakken en wieden van de boomspiegel een relatief dure en onderhoudsintensieve maatregel. Het is enkel aangewezen bij jonge bomen tijdens de aanslagfase en in formele parken, waar andere maatregelen als storend ervaren worden. Het risico op verslapping bij regen is niet onbestaande bij een naakte bodem. Om dit te vermijden kan de bodemstructuur verbeterd worden (bv. door goed verteerd organisch materiaal in te brengen).

Het is mogelijk naakte grond te behouden op de boomspiegel. Dit vraagt wel een intensief onderhoud.



Het gebruik van herbiciden om de boomspiegel onkruidvrij te houden is in geen geval aangewezen en zeker niet binnen het Harmonisch Park- en Groenbeheer. Herbiciden kunnen de boom beschadigen, zelfs lange tijd na het laatste gebruik. Ze accumuleren in de bodem, dus ook in de wortelzone van bomen. Openbare diensten moeten bovendien een reductieplan volgen om op termijn tot een nulgebruik van herbiciden te komen.

F.4.7.3 **Mulchen**

Mulchen is het bedekken van de bodem met een beschermende laag. De mulchlaag kan zowel organisch, synthetisch of mineraal zijn. Denk goed na voor je synthetische en minerale stoffen als kiezel, rolkeien, plasticorrels, rubberkorrels enz. in het milieu brengt, hoewel deze in een verstedelijkte omgeving zeker een meerwaarde kunnen hebben. Het betreft meestal inerte stoffen, maar bv. kalkgesteente als dolomiet beïnvloedt wel de pH. Om menging met de grond te vermijden, worden ze het best toegepast op geotextiel. Een nieuw materiaal voor gebruik op boomspiegels is epoxyhars. Dit is zeer hard, maar toch water- en luchtdoorlatend. In dit hoofdstuk wordt verder enkel organische mulch besproken (boomschors, verhakseld snoeihout, compost, bladeren, dennennaalden, enz.). Dit benadert de natuurlijke situatie het best.

Rolkeien vormen een minerale mulchlaag.



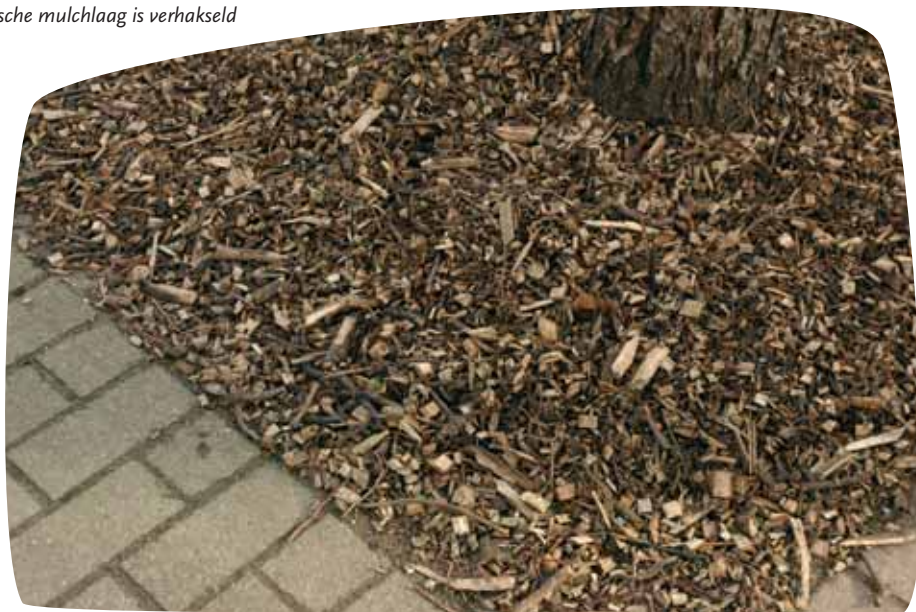
Een organische mulchlaag heeft een aantal voordelen voor bomen:

- vasthouden van water in de bovenste bodemlagen;
- temperen van temperatuurextremen;
- tegengaan van bodemverdichting;
- tegengaan van erosie;
- verbeteren van de bodemstructuur en –vruchtbaarheid;
- stimuleren van het bodemleven;
- beschermen van de wortels tegen beschadiging;
- reduceren van onkruidgroei.

Ook in een mulchlaag kunnen nog onkruiden groeien, maar er moet slechts eenmaal per jaar gewied worden. Het is belangrijk dat de meeste wortelonkruiden verwijderd worden voor het aanbrengen van de mulchlaag. Wortelonkruiden zoals kweek, akkerdistel of klein hoefblad worden namelijk niet door een mulchlaag tegengehouden. Een mulchlaag van een tiental cm dik onderdrukt wel een groot deel van de zaadonkruiden. Om het onkruidwerend vermogen van een mulchlaag te verbeteren, kan onder de mulchlaag geotextiel aangebracht worden. Daardoor wordt wel het contact tussen mulch en bodem verbroken, waardoor het bodemverbeterende effect van de mulch gedeeltelijk verloren gaat. Als de mulchlaag na enkele jaren verteerd is en niet op tijd aangevuld wordt, komt het geotextiel zichtbaar, wat esthetisch niet te verantwoorden valt.

Een veel gebruikte mulch is verhakseld snoeihout. Door het snoeihout op deze manier te hergebruiken, verhoogt de duurzaamheid van het beheer. Vaak geciteerde problemen met verhakseld snoeihout zijn verzuring van de bodem en stikstofvastlegging. In praktijkproeven is echter gebleken dat de verzuring en de stikstofvastlegging onder een dergelijke mulchlaag slechts miniem zijn, onder andere door de trage afbraak. Verruiging door bij de afbraak vrijkomende mineralen is wel mogelijk. Je laat het verhakseld snoeihout wel het best een jaar liggen voor je het gebruikt. Zo is het al gedeeltelijk verteerd en zijn de problemen met verzuring en stikstofvastlegging heel beperkt.

Een veel gebruikte organische mulchlaag is verhakseld snoeihout.



Alle organische mulchlagen worden per definitie na verloop van tijd afgebroken en zorgen dus voor een verrijking van de bodem in mineralen. Dit kan verruiging veroorzaken. De afbraaksnelheid en de mate van mineralaanrijking zijn sterk afhankelijk van het type mulch dat gebruikt wordt. Waar de kans op verruiging groot is, wordt daarom bij voorkeur een traag verterende mulch gebruikt. Boomschors verteert het traagst, terwijl compost zeer snel verteert. Een organische mulchlaag die moet blijven liggen zal periodiek aangevuld moeten worden tot de gewenste dikte. Fijne mulch zoals compost of verhakselde bladeren liggen het best niet dikker dan 8 cm, grover materiaal zoals boomschors en verhakseld snoeihout mag 10 cm dik gelegd worden.

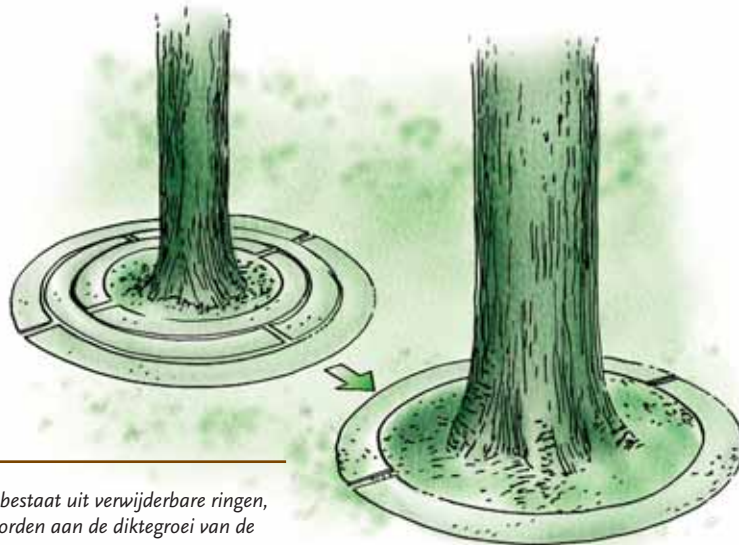
Een gevaar bij het toepassen van mulchlagen is dat er een te dikke laag gelegd wordt, vooral bij fijne mulchsoorten (bij verhakseld snoeihout en schors is dit veel minder een probleem). Dit kan de luchtuitwisseling tussen de bodem en de atmosfeer sterk bemoeilijken, waardoor de wortels een zuurstoftekort kunnen krijgen. In en onder een dikke mulchlaag kunnen zelfs anaerobe omstandigheden optreden door het zuurstofverbruik bij de afbraak van de organische stof. Ook een verhoogd watergehalte in de wortelzone kan problemen opleveren. De mulchlaag mag dus zeker op natte bodems niet te dik liggen om de waterverdamping niet te hinderen. Ook permanent vochtige omstandigheden rond de stam moeten vermeden worden (om wortelrot te vermijden, bv. door *Phytophthora*). Hou daarom minstens een zone van 10-15 cm rond de stam vrij van mulch (bij bomen in een plantvak kan dit moeilijk zijn). Een te dikke mulchlaag kan ook knaagdieren huisvesten, die de wortels en de stamvoet beschadigen. Als het gebruikte materiaal niet bij voldoende hoge temperaturen gecomposteerd is, is het mogelijk dat de mulch kiemkrachtige onkruidzaden bevat.

F.4.7.4 Boomrooster

Bij bomen in de verharding is het uitermate belangrijk dat de boomspiegel niet verdicht wordt. Het is namelijk de enige plaats waar water en lucht een min of meer directe toegang hebben tot de wortelzone. Waar veel voetgangers komen is het daarom aangewezen om een boomrooster op de boomspiegel te leggen. De boom moet wel probleemloos kunnen uitgroeien, dus het is aangewezen om boomroosters met verwijderbare ringen te gebruiken. Als de boom dikker wordt, kunnen de binnenste ringen weggehaald worden. Ook de wortelaanzetten kunnen voor problemen zorgen: het boomrooster wordt opgeduwd en wordt zo onveilig of onaantrekkelijk. Dit kun je vermijden door het boomrooster een tiental cm hoger dan het maaiveld te leggen. Zo kunnen de wortelaanzetten probleemloos uitgroeien.



Een boomrooster wordt door de diktegroei van de boom soms opgeduwd, met gevaarlijke situaties tot gevolg.

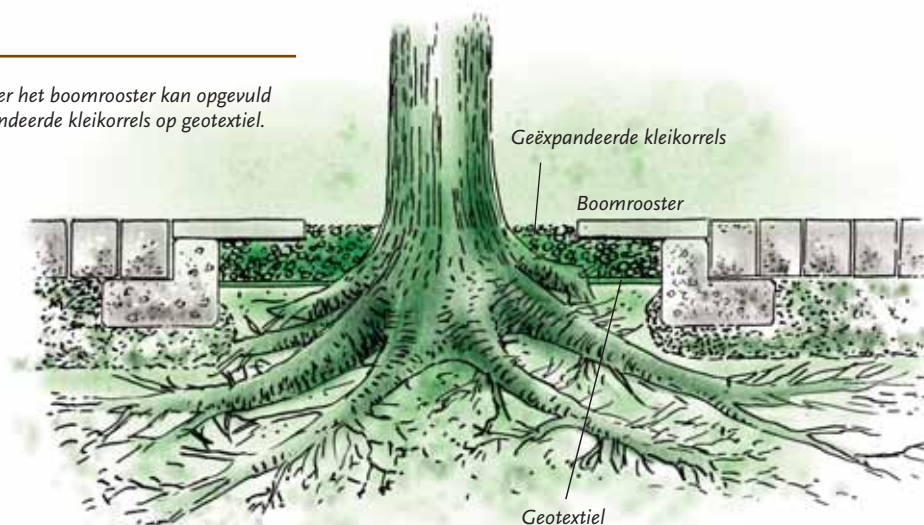


Als een boomrooster bestaat uit verwijderbare ringen, kan het aangepast worden aan de diktegroei van de boom.

Een bijkomend probleem bij boomroosters is dat ze op een boordsteen liggen, die meestal een fundering nodig heeft. Deze beperkt het doorwortelbare volume voor de boom dat al onder druk staat door de verharding en kan na verloop van tijd ook opgeduwd worden door wortels. Mogelijke oplossingen zijn het gebruik van een paalfundering voor het boomrooster of het gebruik van boordstenen zonder funderingen (zie *Boomvriendelijke boordstenen*). Om de stabiliteit te verhogen en het aantal boordstenen te beperken wordt het best gekozen voor een boomrooster in 2 delen dan één in 4 of meer delen.

Om onkruidgroei en zwerfvuil te vermijden kan de vrije ruimte onder het boomrooster opgevuld worden met geëxpandeerde kleikorrels op geotextiel. Zo blijft de water- en luchttoevoer verzekerd, maar krijgt onkruid geen kans. Om occasioneel onkruid gemakkelijk te kunnen verwijderen, moeten de openingen in het rooster groot genoeg zijn.

De vrije ruimte onder het boomrooster kan opgevuld worden met geëxpandeerde kleikorrels op geotextiel.



In plaats van een boomrooster wordt steeds vaker een verharding op basis van epoxyhars gebruikt. Dit is zeer hard, maar water- en luchtdoorlatend. Een aandachtspunt is dat de toekomstige diktegroei van de boom niet gehinderd mag worden. Je kan een opening laten voor de boom of rond de stamvoet een elastisch materiaal gebruiken in plaats van het hars.



Een verharding op basis van epoxyhars is zeer hard, maar toch water- en luchtdoorlatend. Om de boom groeiruimte te geven, moet rond de stam een elastisch materiaal gebruikt worden.

F.4.8 Beschermen van bomen

Bomen in parken en openbaar groen zullen tijdens hun leven bijna allemaal moeten afrekenen met veranderingen van hun standplaats en beschadigingen tijdens het dagelijkse beheer of tijdens werken in hun omgeving. De stam kan worden aangereden door een grasmaaier of wordt dagelijks beplast door honden. Dergelijke incidentjes kunnen op langere termijn de conditie van de boom aantasten of hem zelfs zijn leven kosten.

Veel directer en ingrijpender zijn grond- en bouwwerken in de onmiddellijke omgeving van bomen. In hun wortelzone wordt grond afgegraven of opgehoogd, verharding aangelegd, de grondwaterstand verandert, de bodem wordt verdicht door werfverkeer en de stam en takken worden aangereden of afgerukt. Na de werken worden de beschadigde takken soms weggesnoeid of wordt er een laagje losse grond uitgespreid en geëgaliseerd onder de boom, waardoor de schade tijdens de werken wordt weggemoffeld. Maar in veel gevallen wordt na enkele jaren de reële omvang van de schade duidelijk als de boom begin te kwijnen, aangetast is door schimmels of afsterft. De enige manier om schade te voorkomen of te beperken is door de impact van onderhoud of werken op de boom op voorhand zo goed mogelijk in te schatten en de gepaste voorzorgsmaatregelen te nemen.

F.4.8.1 Reguliere bescherming

F.4.8.1.1 Schade aan de stamvoet en de boomspiegel

Om de stamvoet en de boomspiegel te beschermen, is het mogelijk die te beplanten, af te zetten of te mulchen. In plantvakken in de verharding kan een boomrooster of een poreuze epoxyverharding gebruikt worden. De mogelijkheden voor het beheer van de boomspiegel worden beschreven in *F.4.7 Boomspiegel verzorgen*.

F.4.8.1.2 Vandalisme

Op plaatsen waar een verhoogd risico bestaat op beschadiging van de stam, kan deze beschermd worden door een boomkorf. Voorbeelden van dergelijke risicoplakten zijn speelpleintjes of naast drukke bus- en tramhaltes. Op andere plakten biedt een boomkorf vaak geen enkele meerwaarde, maar wel een meerkost, zowel bij aanleg als tijdens het onderhoud. Gebruik boomkorven dan ook alleen waar het echt nodig is: bij jonge, kwetsbare bomen op plakten waar de kans op beschadiging zeer groot is. Als daar gekozen wordt voor een grotere maat, is de kans op beschadiging kleiner en kan een boomkorf vaak achterwege blijven.

Boomkorven bestaan in alle maten en gewichten. Zorg dat de boomkorf stevig genoeg is om de stam effectief te beschermen. Plaats hem een tiental cm boven de grond, zodat er nog een zekere toegang is tot de boomspiegel voor beheerwerken (weghalen van zwerfvuil, verwijderen van onkruid, enz.). Een jaarlijkse controle is nodig, want de boomkorf mag zelf de stam niet beschadigen. Als de boom een zekere diameter bereikt, moet de boomkorf aangepast of weggenomen worden.



F.4.8.1.3 Urineschade

De stam en wortels van bomen waartegen honden vaak urineren, kunnen hierdoor beschadigd worden. Urine bevat namelijk hooggeconcentreerde zouten, vooral stikstof-, fosfaat- en zwavelverbindingen. Het afsterven van bastweefsel door de urine kan een toegangspoort vormen voor secundaire belagers en zo het einde van de boom inluiden. Vooral jonge bomen en bomen met een dunne schors zijn hiervoor gevoelig. Er bestaan speciale 'uitbreidingen' om op een boomkorf te monteren om de hondenurine weg te houden van de stam, maar een beter en goedkoper resultaat valt te verwachten door de plaatsing van hondentoiletten, door sensibilisering of door de boomspiegel onaantrekkelijk te maken voor honden. Dit kan bijvoorbeeld door een ruige of stekelige beplanting.



Hondenurine kan de bast beschadigen.

F.4.8.1.4 Vee- en wildschade

Historisch zijn hoogstamboomgaarden ontstaan om van een begraasd perceel een extra oogst te bekomen. De combinatie met vee is dus logisch maar niet vanzelfsprekend. Een hoogstamboom is niet zonder meer opgewassen tegen de bezigheden van een grazende veestapel (vreten, schuren, enz.). Ook bomen in parken kunnen te lijden hebben van wildschade (bv. door reeën). Om schade aan de boom te beperken, moet de boom voorzien worden van een bescherming, aangepast aan de diersoort waarvan schade verwacht wordt. Bij volwassen bomen kan het ook nodig zijn de wortelzone af te zetten voor vee om bodemverdichting en wortelbeschadiging door trappelend vee tegen te gaan.



Bij deze monumentale eik is de wortelzone ruim afgezet om bodemverdichting door trappelend vee tegen te gaan.

Standaard beschermingen voor enkele veel voorkomende grazers worden hierna kort besproken. Naar eigen inzicht en mogelijkheden zijn varianten hierop vanzelfsprekend mogelijk. Gebruik altijd stevige palen, bij voorkeur niet verduurzaamd, maar natuurlijk duurzaam (bv. tamme kastanje of valse acacia). De palen moeten de kracht van een wrijvend dier kunnen opvangen. Als er meerdere palen gebruikt worden, worden ze verstevigd met dwarslatten (bij voorkeur halfrondhout).

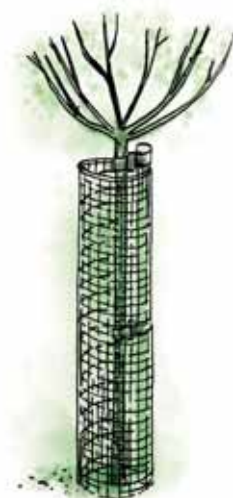
F.4.8.1.4.1 Rundvee

- Een paal (lengte 2,5 m; diameter 10 cm) wordt vlak naast de boom 70 cm diep geplaatst. Hiervoor kan eventueel de boompaal gebruikt worden.
- Een boomkorf (hoogte 1,8 m, diameter 40 cm, maaswijdte 5 x 10 cm) in zware gegalvaniseerde ursusdraad wordt met krammen aan de buitenzijde van de boompaal vastgemaakt.
- Prikkel draad wordt spiraalvormig rond de boomkorf gewonden.



F.4.8.1.4.2 Schapen

- Een paal (lengte 2,5 m; diameter 10 cm) wordt vlak naast de boom 70 cm diep geplaatst.
- Een zware gegalvaniseerde gelaste draad (hoogte 1,8 m; maaswijdte 5 x 5 cm) wordt met krammen rond de boom bevestigd en vast gemaakt aan de paal.



F.4.8.1.4.3 Geiten en hertachtigen

- Drie palen (lengte 2,5 m; diameter 10 cm) worden rond de boom 70 cm diep geplaatst.
- De drie palen worden onderling verbonden met dwarslatten.
- Een zware gegalvaniseerde ursusdraad (hoogte 1,8 m; maaswijdte 5 x 10 cm) wordt aan de buitenzijde van de 3 palen vastgemaakt.



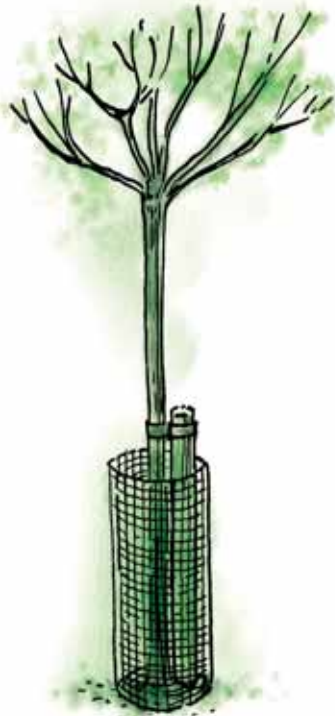
F.4.8.1.4.4 Paarden

- Een boomkorf (hoogte 1,8 m, diameter 40 cm; maaswijdte 5 x 10 cm) in zware gegalvaniseerde ursusdraad wordt met krammen aan de buitenzijde van een boompaal vastgemaakt, net als voor rundvee.
- Drie palen (lengte 2,5 m; diameter 10 cm) worden rond de boomkorf 70 cm diep ingegraven.
- De drie palen worden onderling verbonden met dwarslatten van ongeveer 60 cm in halfrondhout.
- Prikkelraad wordt vanaf een hoogte van +/- 50 cm spiraalvormig rond de 3 palen gewonden.
- Bovenop de boomkorf wordt een trechtervormige, gegalvaniseerde entbeschermer aangebracht. Dit is niet nodig bij pony's of ezels.



F.4.8.1.4.5 Konijnen, hazen en ganzen

- Een draadkorf van stevig voliëregaas wordt tot op 1 m hoogte rond de stam aangebracht.



Beheer van de boomspiegel en stam bij aanwezigheid van een boombescherming is niet vanzelfsprekend. Een slimme truc is het maken van ‘vensters’ door de draad op enkele plaatsen aan drie zijden door te knippen zodat je een scharnierend luikje bekomt waarlangs snoeischaar of zaag makkelijk naar binnen kunnen.

In parken waar een hoge wilddruk is (vooral ree) kan men gebruik maken van een veebescherming voor rundvee. Waar dit niet mogelijk is voor alle aangeplante bomen, kan gebruik van drie boompalen en het planten van bomen met een bemantelde stam de wildschade reeds gevoelig beperken.

F.4.8.1.5 Parkeerschade

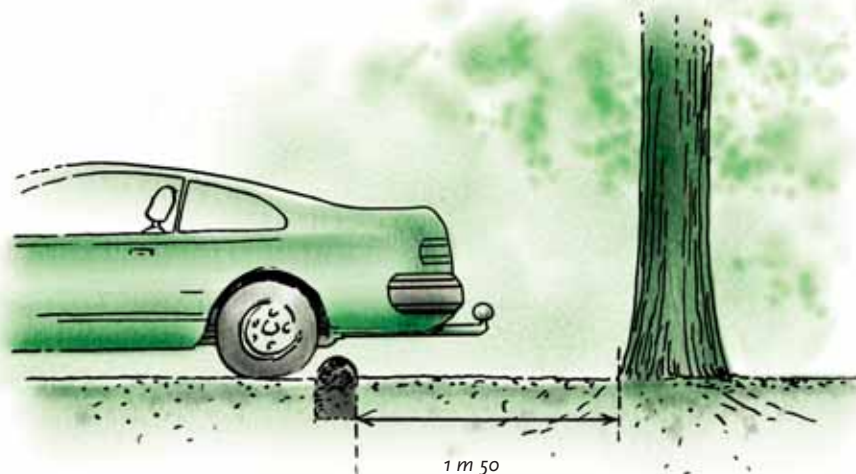
Parkeerschade komt voor bij zeer veel straatbomen. Zelfs een lichte tik van een autobumper kan genoeg zijn om de bast te beschadigen, vaak zonder dat dit aan de oppervlakte zichtbaar is. Vooral in de lente en vroeg in de zomer is de bast zeer gevoelig. Jonge bomen en soorten met een dunne schors lopen het grootste risico op schade. Bij oudere bomen zal een parkeerbeschadiging relatief gezien een kleiner deel van de boom treffen, terwijl soorten met een ruwe schors beter beschermd zijn tegen aanrijdingen. Parkeerschade leidt in het ergste geval tot aantastingen door schimmels en insecten. Vooral herhaalde verwondingen op dezelfde plaats zijn nefast en leiden tot een vervormde en ingerotte stambasis.



Herhaalde lichte aanrijdingen door parkerende wagens leiden tot ernstige stamschade.

Parkeerschade moet in de eerste plaats voorkomen worden door bij het ontwerp rekening te houden met bomen. Zorg er vooral voor dat er genoeg ruimte blijft tussen parkerende wagens en bomen, minimaal 1 m. Autobanden worden tegengehouden door een stootrand van 10-15 cm hoog. Dergelijke elementen moeten dan minstens 1,5 m van de boomstam wegblijven (niet het centrum van de stam), aangezien het koetswerk van veel grote wagens ver uitsteekt. Houd ook rekening met de toekomstige diktegroei van de boom. Pas op met structuren zoals klassieke boordstenen, die een zware fundering vragen. Die fundering beperkt de bewortelingsruimte voor de boom en wordt bovendien vaak opgedrukt.

Zorg voor een stootband die minstens 1,5 m van de boomstam wegblijft.



Aanvullend kunnen bomen rond parkeerplaatsen beschermd worden met paaltjes of speciale constructies. Deze kunnen alle mogelijke vormen hebben en gemaakt zijn uit metaal, hout, beton of (gerecycleerde) kunststof. Een belangrijk aandachtspunt bij de keuze voor een bepaalde constructie is de stevigheid. Ze mag bij een tik van een autobumper niet vervormd of omver gedruwd worden. Zorg voor een stevige verankering in de bodem, op een voldoende afstand van de boom, om wortelproblemen te vermijden. De paaltjes moeten hoog genoeg zijn om opgemerkt te worden door de automobilist in zijn achteruitkijkspiegel. Als de paaltjes na de boom geplaatst worden, vermijd dan wortelschade, zeker aan de grote wortels. Alle gaten binnen de wortelzone moeten met de hand gemaakt worden. Regelmatige controle is nodig om na te gaan of er geen beschadiging is waardoor de parkeerpalen hun functie niet meer naar behoren kunnen vervullen. Constructies die de boom geheel of gedeeltelijk omsluiten, moeten ook gecontroleerd worden op het risico voor stambeschadiging.

Te lichte of beschadigde parkeerpalen kunnen hun functie niet naar behoren vervullen.



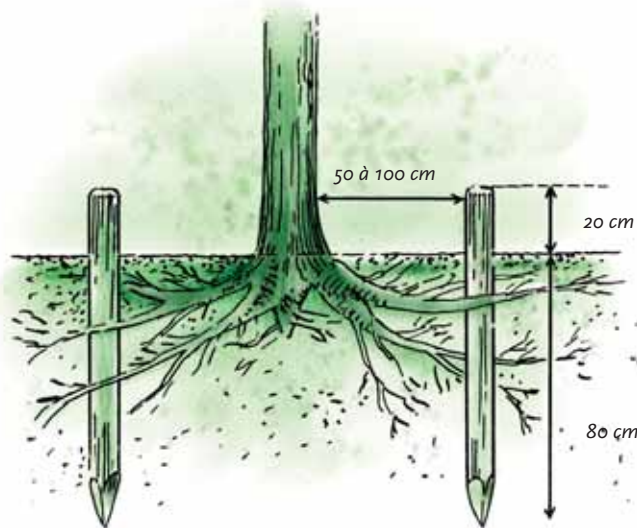
F.4.8.1.6 Maaischade

Veel bomen in een grazige berm of in een gazon lopen beschadigingen op bij het maaien. Het kan gaan om schade door de maaiende delen aan de stamvoet of de wortelaanzetten, aanrijdingen van de stam door de maaimachine of schade aan oppervlakkige wortels. Dergelijke kleine beschadigingen van de stamvoet, vaak al op jonge leeftijd, zullen bijna altijd leiden tot bomen die vroeger dan voorzien moeten vervangen worden. Zeker het feit dat maaischade telkens opnieuw wonden veroorzaakt, is nefast. De kans op schimmel- en insectenaantastingen vergroot sterk. Hoe onschuldig maaischade ook lijkt, het is een van de meest voorkomende oorzaken voor beschadigingen van bomen die in gras staan.



Maaischade is een van de meest voorkomende oorzaken van beschadigingen van bomen die in gras staan.

De eenvoudigste manier om maaischade te vermijden is door de boomspegel vrij te houden van gras (zie ook *F.4.7 Boomspegel verzorgen*) of niet te maaien. Zo kan in een ruime cirkel (50 cm tot enkele meters) om de bomen het gras blijven staan. Eventueel wordt de boomspegel eenmaal per jaar gemaaid zonder schade aan de boom toe te brengen (bijvoorbeeld met een bosmaaier met beschermbeugel). Om de maaimachine op afstand te houden kan de boomspegel afgezet worden met maaipaaltjes, die enkele tientallen cm boven de grond uitkomen. Gebruik palen van minstens 1 m lang die goed in de bodem verankerd zijn (minstens een 80-tal cm diep). Kies voor natuurlijk duurzame palen uit tamme kastanje of valse acacia. Afhankelijk van de situatie worden twee, drie of vier paaltjes gebruikt. Plaats de paaltjes op 50 tot 100 cm van de boom. Zo worden ook de wortelaanzetten beschermd. Houd ook rekening met de diktegroei van de boom, plaats de paaltjes liever te ver dan te dicht bij de boom. Als de boomsteunpalen op voldoende afstand staan, dan kunnen deze na hun leven als boompaal afgezaagd worden en verder dienst doen als maaipaaltje. Worden de palen bij bestaande bomen aangebracht, vermijd dan wortelschade door de gaten met de hand te maken. Zo kunnen grote wortels ontzien worden.



Zorg dat een maaipaaltje voldoende stevig verankerd is in de bodem, zeker als er met zware machines gemaaid wordt.

Afhankelijk van de situatie kunnen twee, drie of vier maaipaaltjes gebruikt worden. (Foto Arthur De Haeck)



Als het gras rond de stamvoet toch moet worden gemaaid, moeten bosmaaiers met een beschermbeugel gebruikt worden. Deze zorgt ervoor dat de maaier tegengehouden wordt voor het mes of de maaidraad de stam kunnen verwonden. In tegenstelling tot wat vaak gedacht wordt, kan ook een bosmaaier met maaidraad ernstige schade toebrengen aan bomen. Jonge bomen kunnen door de rondzweepende maaidraad zelfs volledig geringd worden. Werk bij een draadmaaier altijd met een beschermkap met mesje, waardoor de maaidraad automatisch afgesneden wordt als hij langer dan de beschermbeugel is.

Als het gras tot tegen de stamvoet moet gemaaid worden, moeten bosmaaiers met een beschermbeugel gebruikt worden. Dit kan zowel voor maaiers met een draad als met een slagmes.



Als de opdrachten voor maaierwerken uitbesteed worden, dan worden de vereiste beschermingsmaatregelen en de eventuele schadevergoeding het best duidelijk opgenomen in het bestek. Schade kan berekend worden aan de hand van de Uniforme methode voor de waardebeoordeling van bomen.

F.4.8.2 Bescherming van bomen bij werken

Als er werken plaatsvinden in de omgeving van bomen, zijn de risico's op beschadiging, rechtstreeks of onrechtstreeks, zeer talrijk: bodemverdichting, wortelschade, verwondingen aan stam en takken, bodemverontreiniging, veranderingen in de waterhuishouding, grondverzet, enz. Om bomen succesvol te behouden op een werf, zijn een nauwgezette planning en een goede opvolging van beschermingsmaatregelen onontbeerlijk. Het ontbreken van duidelijke richtlijnen om met bomen op werven om te gaan, kan leiden tot het afsterven van meer dan 60% van de bomen binnen de twee jaar na het beëindigen van de werken. De resterende bomen overleven vaak kwijnend en in slechte conditie. De gevolgen van werken rond bomen worden meestal slechts na enkele jaren zichtbaar. Maar dan wordt niet meer de link gelegd met de wortelbeschadiging jaren voordien. Een oorzakelijk verband is dan ook meestal moeilijk aan te tonen. De wortelbeschadiging is slechts de eerste stap in een neerwaartse spiraal van conditieverlies en aantastingen.



Wortelbeschadiging bij werken is vaak de eerste stap in een neerwaartse spiraal van conditieverlies en aantastingen.

Om effectief een voldoende bescherming van bomen op werven te realiseren, is het wenselijk dat richtlijnen en beschermingsmaatregelen voor het uitvoeren van werken in de nabijheid van bomen wettelijk verankerd worden, na het uitvoeren van een 'bomentoets' of een 'bomeneffectanalyse'. Dit is de enige manier om bomen al in een vroeg planningsstadium mee te nemen in de besluitvorming en als bomenbeheerder niet achter de feiten aan te hollen. Het is voor alle partijen gemakkelijker om vroeg in het planningsproces plannen bij te sturen en aanpassingen te aanvaarden dan na de start van de werken.

Als er bomen op werven moeten behouden blijven, is het aangeraden om de werf van bij het begin van het planningsproces te laten opvolgen door een gespecialiseerd boomverzorger. Deze kan de inventarisatie en waardering uitvoeren, het planningsproces bijsturen, de benodigde beschermingsmaatregelen vastleggen en hun naleving opvolgen.

F.4.8.2.1 Planning van boombehoud en -bescherming

F.4.8.2.1.1 Inventaris voor planning

De eerste stap in de opmaak van beschermingsmaatregelen voor bomen is een inventaris van alle aanwezige bomen. Deze inventaris maakt deel uit van het pre-planningsproces en moet dus uitgevoerd worden vóór de planning. Alleen op die manier kan tijdens het volledige planningsproces rekening

gehouden worden met de te behouden bomen op de werf. Het opmaken van een goede inventaris vergt een goede bomenkennis en wordt bijgevolg het best uitgevoerd door een professionele boomverzorger.

Een inventaris van bomen op een werf moet volgende onderdelen bevatten:

- referentienummer voor elke boom of boomgroep;
- boomsoort (met wetenschappelijke naam);
- stamdiameter op 1,3 m boven het maaiveld;
- hoogte in meter;
- hoogte van de takvrije ruimte (niet de takvrije stam);
- plantwijze;
- kroondiameter in vier windrichtingen;
- leeftijdsklasse;
- fysiologische conditie (goed, matig, slecht, dood);
- structurele conditie (aanwezigheid van rot, structurele defecten, enz.);
- elementen die verder onderzoek vereisen (vermoede defecten, waarde voor fauna, enz.).

Voor het weergeven van de conditie kan tabel 31 gebruikt worden.

Conditiechaal					
criterium	1	2	3	4	5
Globale conditie-indruk	Sterk aftakelend	Aftakelend	Matige conditie	Goede conditie	Uitstekende conditie
Kroondichtheid	<20%	20-60%	60-90%	90-100%	100%
Dood hout	Grote takken	Takken en twijgen	Twijgen	Weinig of geen	Geen
Vroegere takbreuk	2 of meer grote takken	1 grote tak	Kleine takken	geen	Geen
Aantastingen (schimmels, insecten enz.)	Sterk aangetast	Aangetast	Weinig	Weinig	Geen
Mate van inrotting	Grote rotte zones en holtes	Enkele rotte zones en kleine holtes	Bij snoeiwonden	Bij snoeiwonden	

Tabel 31: Conditiechaal voor het opmaken van een inventaris (naar Roberts et al.)

F.4.8.2.1.2 Criteria voor behoud

Op basis van de gegevens uit de inventaris, kan tijdens het planningsproces beslist worden welke bomen behouden blijven en welke niet. Enkel als de inventaris voor de planning uitgevoerd is, kan in het ontwerp rekening gehouden worden met de bomen die behouden blijven om ze zo alle kansen te geven.

Er kunnen verschillende criteria gebruikt worden om de te behouden bomen te selecteren. Een belangrijk punt is meestal het aantal jaren dat een boom nog een bijdrage kan leveren na de werken, al dan niet gecombineerd met de conditie of waarde van de boom. Informatie over leeftijd, soortspecifieke levensverwachting, individuele levensverwachting en fysiologische en structurele conditie kunnen als het ware samengevat worden in de levensverwachting van een boom. Andere criteria voor behoud die meespelen zijn:

- landschappelijke waarde;
- dendrologische waarde (zeldzame soort of cultivar);

- cultuurhistorische waarde;
- zeldzaamheidswaarde (door zijn omvang, leeftijd, vorm, enz.);
- ecologische waarde (zelfs een boom uit conditiekلاسse 1 kan soms behouden worden omwille van zijn grote ecologische waarde, bv. holtes, epifyten, zwammen, enz.);
- toekomstwaarde (bv. een relatief jonge boom kan op dit ogenblik niet zeer waardevol zijn, maar wel een potentieel monumentale boom zijn).

Uiteindelijk is het de bedoeling te komen tot een prioriteitenlijstje: welke bomen moeten absoluut behouden blijven, welke zijn waardevol en welke minder waardevol? Voor bomen die absoluut behouden moeten blijven, zijn uitzonderlijke inspanningen gerechtvaardigd. Alle mogelijke aanpassingen in het ontwerp die deze bomen ten goede komen, worden ingepland en tijdens de werken zijn de strengste beschermingsmaatregelen van toepassing. Ook voor waardevolle bomen zijn aanpassingen aan het ontwerp gerechtvaardigd, maar bij conflicten kan overwogen worden om toch tot velling over te gaan, bijvoorbeeld om een waardevollere boom meer kansen te geven. Minder waardevolle bomen worden enkel behouden als ze de ontwerpplannen niet noemenswaardig beïnvloeden. In sommige gevallen kan het zelfs aangewezen zijn deze bomen te vellen en zo ruimte vrij te maken voor nieuwe aanplantingen na de werken. Houd in het achterhoofd dat pogingen om alle bomen op een werf te behouden vaak contraproductief zijn. De beschermingsbepalingen worden dan te streng, wat tot een geringe tolerantie leidt. Maak daarom de keuze van te behouden bomen samen met alle belanghebbenden in het ontwerpproces. Zo vergroot het draagvlak voor de beschermingsmaatregelen, wat de bomen alleen maar ten goede komt.

F.4.8.2.1.3 Inventaris voor bestek

Enmaal het planningsproces achter de rug is en alle te behouden bomen bekend zijn, moet van deze bomen een gedetailleerde beschrijving opgenomen worden in het bestek voor de uitvoering van de werken, samen met de beschermingsmaatregelen. Hiervoor kunnen gegevens van de pré-planningsinventarisatie gebruikt worden, maar indien nodig moeten bijkomende gegevens verzameld worden om ontegensprekelijk de staat van de bomen voor de werken te kunnen aantonen in geval van betwistingen na de werken (bv. wortelprojectie, verdichtingsgraad van de bodem, foto's, enz.).

F.4.8.2.2 Voorbereidende boomverzorgende werken

Op basis van de inventarisatiegegevens van te behouden bomen is een gefundeerde invulling van de gebouwen en infrastructuur op de ontwerpplannen mogelijk. De impact van de werken op de te behouden bomen moet zo klein mogelijk zijn. Als er voldoende tijd is tussen de beslissing tot boombehoud en de start van de werken, kan geprobeerd worden de tolerantie van de te behouden bomen voor de impact van de werken te verhogen. De bedoeling is de conditie van de bomen te verbeteren en hun reserves zo groot mogelijk te maken. Zo zullen ze beter in staat zijn om te reageren op verwondingen en stress. Mogelijkheden zijn kroonverzorging, irrigatie, bemesting of voorbereiding op wortelverlies door wortelsnoei.

Alle snoeimaatregelen die nodig zijn voor de werken moeten uitgevoerd worden door een boomverzorger, bij voorkeur voor de werken. Snoeiwerken door de aannemer van de bouwwerken zijn niet toegestaan, tenzij deze zelf boomverzorger is (of een boomverzorger in dienst heeft) en daartoe gemachtigd is door de boombeheerder.

F.4.8.2.3 Beschermingszone

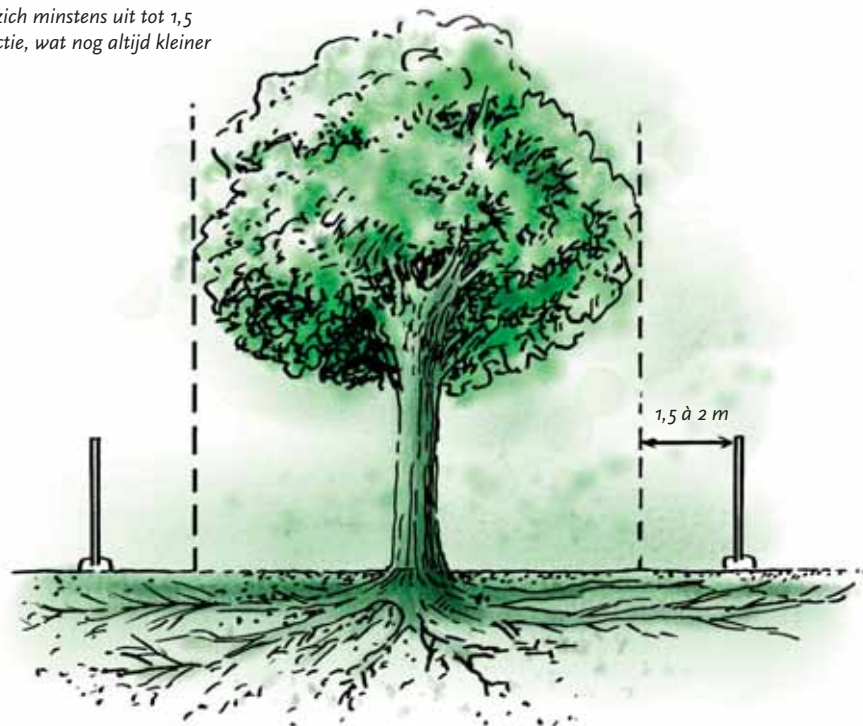
De sleutel tot het behoud van bomen op werven is het installeren van beschermingszones voor bomen die behouden worden. De beschermingszone moet het wortelgestel zoveel mogelijk beschermen te

gen beschadiging. Als het beschadigd wordt, komt de boom mogelijk in een negatieve spiraal terecht. Door wortelbeschadiging treedt een verminderde water- en mineralenvoorziening op en kunnen de wortels aangetast worden door schimmels, met alle gevolgen van dien voor de conditie van de boom. Binnen de beschermingszone zijn alle activiteiten aan strikte regels onderworpen. De beschermingszone van alle te behouden bomen wordt samen met de geldende restricties duidelijk beschreven in het bestek en ingetekend op alle plannen.

F.4.8.2.31 Grootte

De wortelprojectie is 1,5 tot 4 maal groter dan de kroonprojectie, maar kan alleen exact vastgesteld worden door voorzichtig te graven. In het ideale geval omvat de beschermingszone de volledige wortelprojectie van de boom. De grootte van de beschermingszone wordt echter meestal gerelateerd aan een bovengrondse boomparameter. Grotere bomen hebben namelijk een grotere wortelzone en vereisen dus een grotere beschermingszone. Beschermingszones met vaste maten, bijvoorbeeld 2,5 op 2,5 m, zijn meestal nadelig voor grote (en vaak waardevolle) bomen. De meest gebruikte boomparameter in Vlaanderen voor het bepalen van de beschermingszone is de kroonprojectie van de boom. De beschermingszone strekt zich minstens uit tot 1,5 tot 2 m buiten de kroonprojectie, wat bijna altijd kleiner is dan de wortelprojectie. Dus zelfs als de beschermingszone gerespecteerd wordt, zullen tijdens de werken fijne boomwortels beschadigd worden. Bomen in een goede conditie zullen dit probleemloos overleven. Let wel op bij scheefstaande bomen, bomen met een zuilvormige of onregelmatige kruin en bomen in een verstedelijkte omgeving. Bij deze bomen kan een belangrijk deel van het wortelgestel buiten de beschermingszone vallen. Als er daarvoor aanwijzingen bestaan, dan moet de beschermingszone uitgebreid worden.

De beschermingszone strekt zich minstens uit tot 1,5 tot 2 m buiten de kroonprojectie, wat nog altijd kleiner is dan de wortelprojectie.



F.4.8.2.3.2 Afbakening

Opdat de beschermingszone ook effectief nageleefd zou worden, moet ze op het terrein duidelijk afgebakend worden. Dit moet gebeuren voor bouw materiaal en machines op de werf gebracht worden en voor gestart wordt met de werken, zelfs met voorbereidende werken. De afbakening gebeurt het best met een stevig en vast hekwerk van minstens 1,80 m hoog. Werfhekken worden hiervoor het meest gebruikt. Het volledige hekwerk moet indien nodig verankerd en verstevigd worden en moet ondoordringbaar zijn. Naburige werfhekken worden aan elkaar vastgemaakt.



De beschermingszone moet afgebakend worden met stevige werfhekken. Hier is ze wel niet volledig afgesloten.

F.4.8.2.3.3 Restricties binnen de beschermingszone

Boombeschermingszones op een werf zijn onaantastbaar. Het hekwerk mag niet verplaatst, weggehaald of doorbroken worden tijdens de werken, zelfs niet tijdelijk. Om wortelbeschadiging te vermijden, gelden de volgende restricties in de beschermingszone (deze worden het best opgenomen in het bestek of de bouwvergunning):

- geen bodemverstoring, inclusief bodemverdichting;
- geen ophoging of afgraving van grond;
- geen opslag van materiaal;
- geen afval of puin storten, noch op de grond, noch in een container;
- geen toegang voor voertuigen of parking;
- geen tijdelijke gebouwen of werfketen;
- geen vuurtjes;
- alle ondergrondse leidingen omleiden buiten de beschermingszone;
- veranderingen in oppervlakkige waterafvoer in of uit de beschermingszone vermijden, geen waterhoeveelheden groter dan 100 l uitgieten in de buurt van de boom (bv. spoelwater van cementkui-pen); solventen niet uitgieten in de buurt van de boom;
- veranderingen in drainage zo ontwerpen dat de natuurlijke waterhuishouding binnen de beschermingszone zoveel mogelijk bewaard blijft;
- het zwenkbereik van torenkranen aanpassen zodat de boomkroon niet kan geraakt worden, ook niet door doorhangende kabels.

Alle afwijkingen op deze regels moeten in overeenstemming met de boombeheerder en een boomverzorger genomen worden. Als er toch binnen de beschermingszone gegraven moet worden, moet dit met de hand gebeuren. Ondergrondse leidingen kunnen eventueel onder de boom door geperst worden. Waar toch veranderingen in de waterhuishouding optreden, moeten gepaste maatregelen genomen worden.

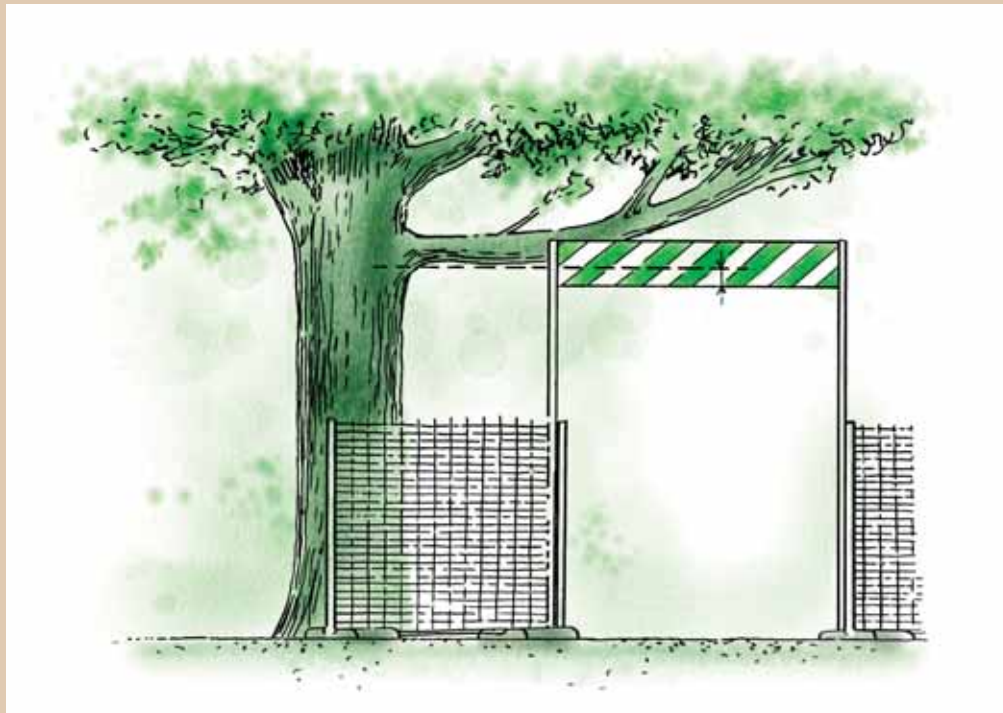
Waar tijdens de planningsfase overeenstemming is bereikt over voetgangers- of werfverkeer binnen de beschermingszone, dan moet de bodem bijkomend beschermd worden. Voor voetgangersverkeer kan een eenvoudige plankenvloer volstaan, bij voorkeur op een basis van zand op geotextiel. Als er werfverkeer door de beschermingszone moet, zal een tijdelijke weg moeten aangelegd worden die de belasting kan dragen zonder de bodem noemenswaardig te verdichten. De constructie is afhankelijk van de belasting. Voor een relatief lichte belasting (wagens, licht materieel) kunnen oprijplaten op een fundering van zand en geotextiel gebruikt worden. Er bestaan kunststof of aluminium oprijplaten die relatief eenvoudig te installeren zijn. Voor zwaardere belastingen (geladen vrachtwagens, graafkranen, enz.) zal de constructie van de tijdelijke weg moeten aangepast zijn aan de berekende bodembelasting. De constructie moet gebeuren onder begeleiding van een gespecialiseerd boomverzorger en bij voorkeur door gespecialiseerde firma's. Elke constructie binnen de beschermingszone moet zoveel mogelijk aan de rand gelegd worden en afgezoomd zijn door een stevig hekwerk. Als er een overeenkomst is dat er werken binnen de beschermingszone moeten gebeuren, dan moet de stam beschermd worden tegen directe schade, bijvoorbeeld met een houten hekwerk.

Een tijdelijke weg bestaat uit oprijplaten op een fundering van zand op geotextiel. De constructie moet aangepast zijn aan de berekende bodembelasting.



Bescherming van de gesteltakken

Als er werfverkeer toegelaten wordt binnen de kroonprojectie, dan lopen ook de onderste gesteltakken het risico beschadigd te worden. Om dit te vermijden kan aan de inrit van de werf een poort gemaakt worden waarvan de bovenste balk de hoogte aangeeft van de laagste gesteltakken van de bomen op de werf. Te hoog geladen voertuigen moeten afgeladen worden.



F.4.8.2.3.4 Afdwingbaarheid en controle

Door de grootte van de beschermingszone en de geldende restricties op te nemen in het algemene bestek van het volledige project of de bouwvergunning, worden deze juridisch afdwingbaar. De controle op de naleving van de maatregelen moet op regelmatige basis gebeuren door de boombeheerder en eventueel een gespecialiseerd boomverzorger. Ook de sancties en eventuele boetes in geval van overtredingen of schade worden bij voorkeur in het bestek opgenomen, net als de waarde van de boom, berekend volgens de Uniforme methode voor de waardebepaling van bomen.

F.4.8.2.4 Bodemverdichting

Bodemverdichting is noodzakelijk om de nodige stabiliteit te voorzien voor de funderingen van wegen en gebouwen. Vaak treedt echter ook onopzettelijke bodemverdichting op buiten die zones waar het om technische redenen vereist is. De oorzaken zijn hoofdzakelijk werfverkeer en de opslag van bouw materiaal. Binnen de boombeschermingszone mag bodemverdichting niet optreden, maar ook daarbuiten is het belangrijk om de verdichting tot een minimum te beperken. Bodemverdichting kan de toekomstige landschapsaanleg hinderen en de lokale waterhuishouding beïnvloeden. Bodemverdichting heeft namelijk zware gevolgen voor de infiltratie van regenwater en de drainagemogelijkheden

van de bodem. Het risico bestaat ook dat de bodemstructuur door bodemverdichting voor problemen zorgt bij toekomstige aanplant van bomen. Daarom worden ook reeds bekende toekomstige plantplaatsen voor bomen bij voorkeur afgezet tijdens de werken. Het is altijd beter, eenvoudiger en goedkoper om bodemverdichting te vermijden dan om achteraf de bodemstructuur te moeten herstellen.

Het effect van bodemverdichting op de water- en luchthuishouding en de doorwortelbaarheid van de bodem kan niet genoeg benadrukt worden. Daarom is het aangewezen alle personeel op de werf duidelijk te informeren over de gevolgen van bodemverdichting. Laksheid heeft grote gevolgen. De grootste bodemverdichting en vernietiging van de bodemstructuur treedt namelijk op bij de eerste doortocht van voertuigen. Er moet dus reeds aandacht zijn voor de bodemverdichting bij het installeren van de beschermingszone of de tijdelijke wegen. Bijkomend voertuigverkeer op dezelfde plaats heeft nog steeds een verdichtend effect, maar dit wordt minder naarmate de bodemdichtheid stijgt. Om bodemverdichting over het hele bouwterrein te minimaliseren wordt werfverkeer daarom het best afgeleid naar vastgelegde routes, bij voorkeur op oprijplaten. Ook kan kleiner en lichter materieel gebruikt worden waar dit mogelijk is. Een droge bodem is minder gevoelig voor verdichting dan een vochtige bodem, dus werken in de nabijheid van bomen gebeuren bij voorkeur bij droog weer.

F.4.8.2.5 Grondwerken

Graafwerken binnen de wortelprojectie hebben een rechtstreekse invloed op het wortelgestel van bomen. Deze effecten worden in deze paragraaf besproken. Ook grondwerken buiten de wortelzone hebben onrechtstreeks een effect op bomen. Vooral de waterhuishouding kan beïnvloed worden, waardoor de boom plots te weinig of te veel water krijgt. Probeer altijd te voorzien welk effect de grondwerken zullen hebben. Stuur indien nodig de plannen bij of beperk de effecten door kunstmatige beluchting, drainage of irrigatie. Alle grondwerken binnen de beschermingszone moeten gebeuren in overleg met een boomverzorger.

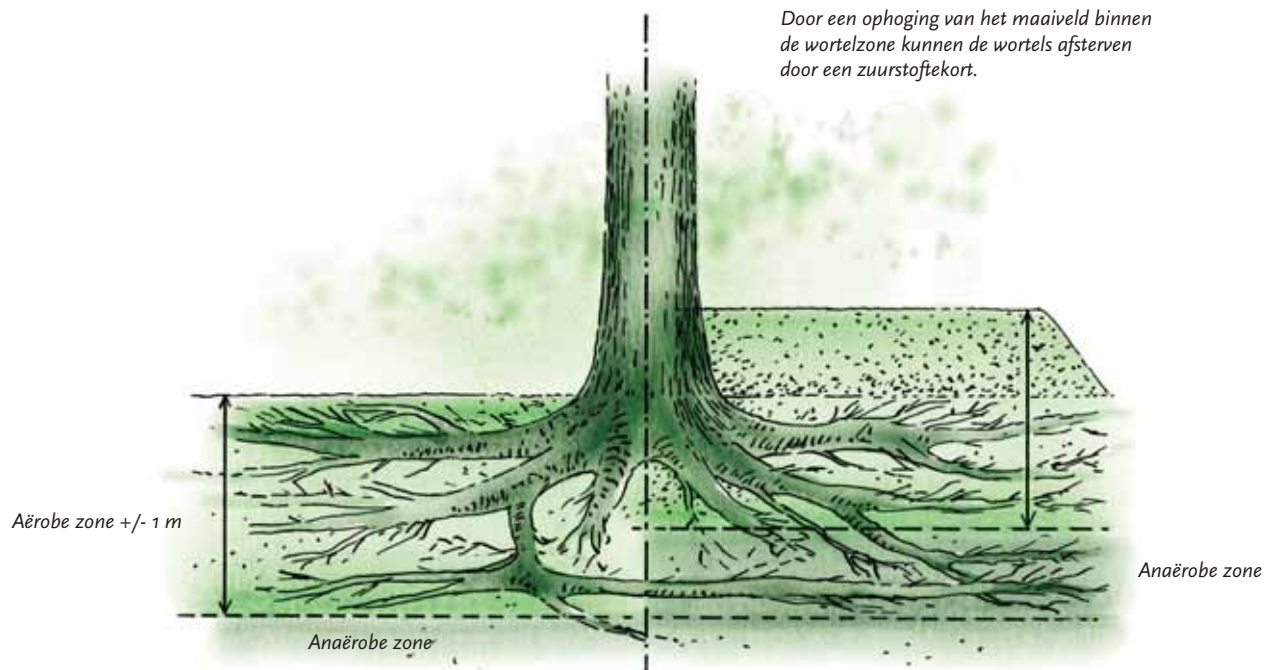
Bij graafwerken binnen de wortelzone worden wortels vaak zwaar beschadigd. (Foto Peter Van Herp)



F.4.8.2.5.1 Ophogingen

Een verhoging van het maaiveld binnen de wortelzone zorgt voor problemen met de zuurstofvoorziening van de wortels. Hoe dieper in de grond, hoe minder lucht en dus zuurstof aanwezig is voor de wortelademhaling. Zeker in slecht verluchte bodems komen de wortels bij een grondophoging mogelijk in anaerobe omstandigheden te liggen, waardoor wortelgroei stilvalt en dus ook de water- en mineralenopname. De mate waarin dat gebeurt, is afhankelijk van de grondsoort waarmee opgehoogd

wordt. Onder een ophoging met een kleilaag van enkele centimeters dik kunnen al ernstige zuurstoftekorten vastgesteld worden.



De meeste boomsoorten kunnen niet zomaar nieuwe wortels vormen vanuit het stamweefsel dat onder het bodemniveau komt te liggen. Zeker voor volwassen bomen is dat zeer moeilijk. Sommige wilgen-, populieren- en elzensoorten kunnen dit wel, zeker op jongere leeftijd. Die soorten zijn dan ook iets toleranter voor geringe grondophogingen.

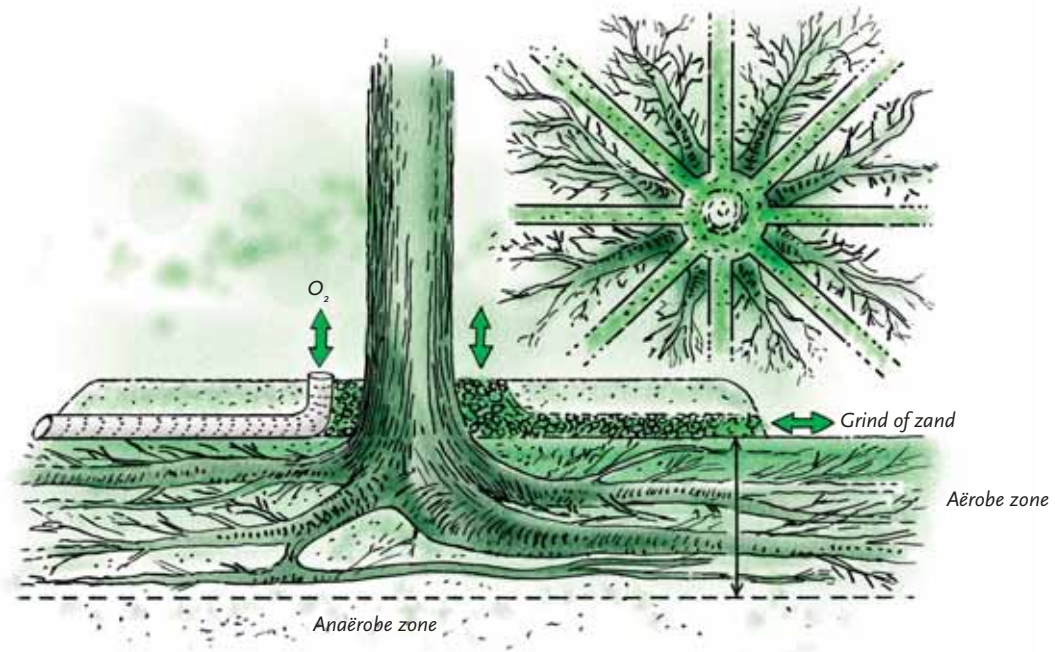
Een bijkomend aandachtspunt bij grondophogingen is de stam. Als de stam continu in natte omstandigheden komt te staan door grondcontact, zijn schimmelaantastingen (o.a. *Phytophthora spp.*) en rot mogelijk. Dit kan vermeden worden door de stam vrij te houden. Houd dan wel rekening met mogelijke effecten voor de oppervlakkige waterafvoer, creëer geen 'badkuip'.



Als de stam continu in natte omstandigheden komt te liggen, kan dit voor schimmelaantastingen zorgen.

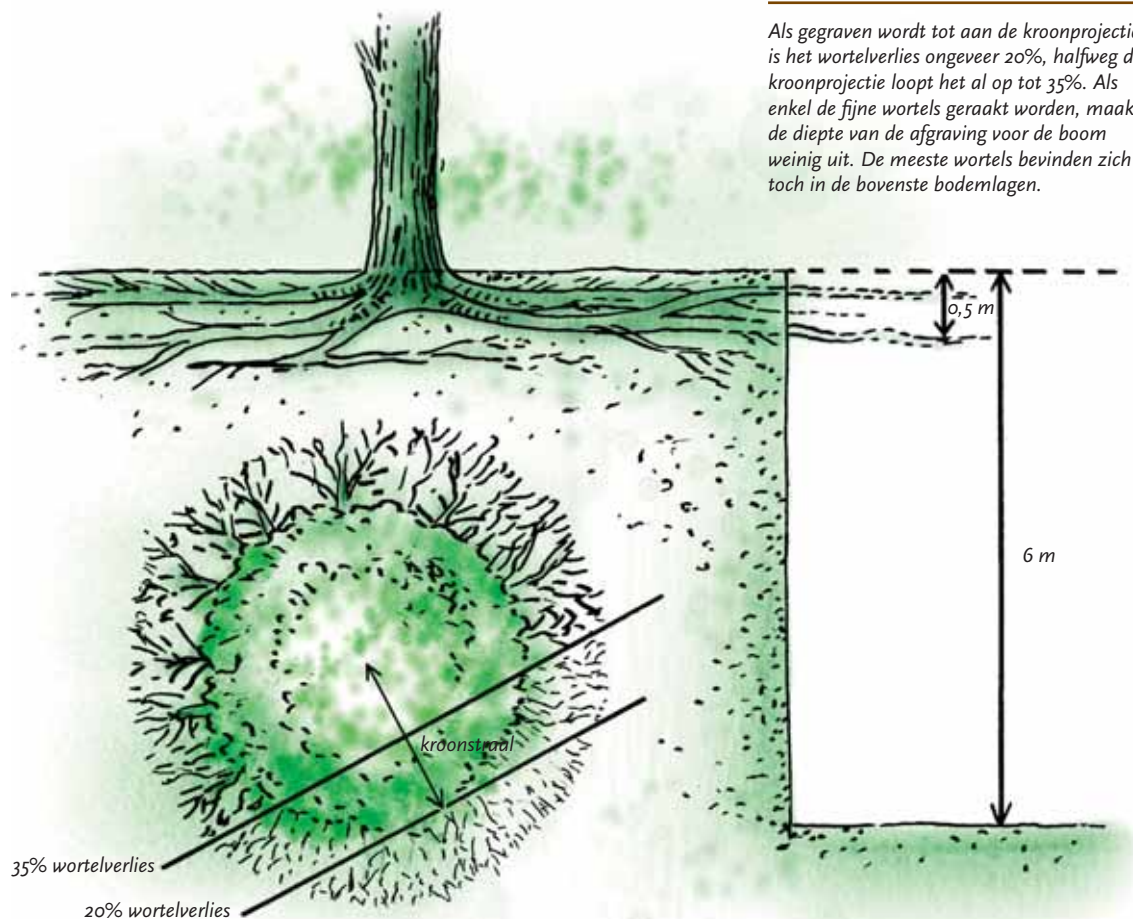
Het is mogelijk door het aanleggen van kunstmatige beluchtingsystemen de zuurstofvoorziening voor de wortels intact te houden. Concreet houdt dit in dat in de grond beluchtingsbuizen ingebracht worden, die bovengronds uitkomen, zodat een schoorsteeneffect ontstaat (zie ook *F.3.4.2.5 Beluchting*). Ook stroken grof zand of grind kunnen gebruikt worden om de beluchting te verbeteren.

Een kunstmatig beluchtingsstelsel of beluchtingsstroken opgebouwd uit grof zand of grind kunnen een oplossing zijn.



F.4.8.2.5.2 Afgravingen en vergravingen

Het rechtstreekse effect van afgravingen en vergravingen binnen de wortelzone van bomen is wortelbeschadiging. Wortel schade leidt tot een verminderde water- en mineralenopname, aantastingen van het wortelgestel en een verminderde stabiliteit. De wortelzone van bomen wordt vaak onderschat, maar kan tot ver buiten de kroonprojectie reiken. Een afgraving tot aan de rand van de kroonprojectie zal ongeveer 20% van de fijne wortels wegnemen. Het zijn deze fijne wortels die zorgen voor de water- en mineralenopname. Als gegraven wordt tot halweg tussen stam en kroonprojectie loopt het wortelverlies op tot 35%. Alle wortelbeschadiging leidt potentieel tot conditieverlies en aantastingen door schimmels. Het grootste deel van de fijne wortels bevindt zich in de bovenste tientallen cm van de bodem. Dus zelfs een kleine afgraving kan grote gevolgen hebben. De bovenste bodemlagen zijn voor de water- en mineralenopname de belangrijkste. Bij afgravingen relatief ver van de boomstam, waarbij enkel de fijne wortels geraakt worden, maakt het voor de boom meestal weinig verschil of er 60 cm of 6 m afgegraven wordt.

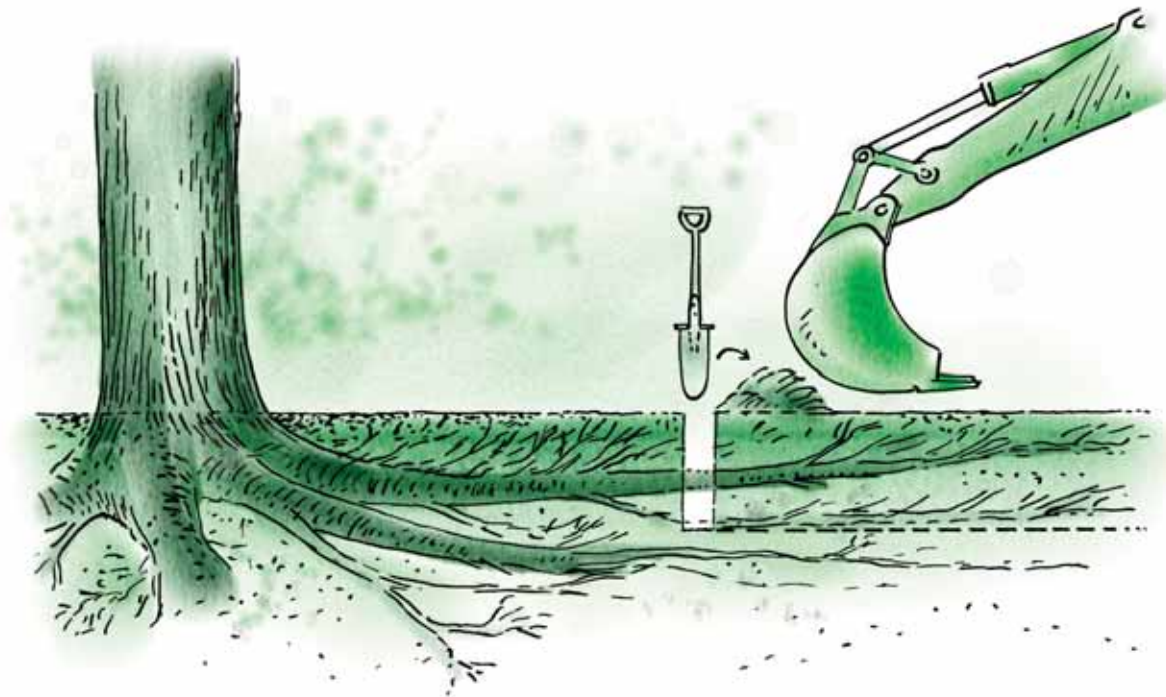


Bomen in een verstedelijkte omgeving hebben meestal een sterk asymmetrische wortelprojectie. De vorm van het wortelgestel wordt daar vooral bepaald door ondoordringbare lagen in de omgeving, zoals funderingen van wegen en gebouwen. Zo kan een straatboom door de nauwelijks doorwortelbare wegfundering bijna al zijn wortels aan de tegenovergestelde zijde van de weg hebben. Als op deze plaats gegraven wordt, gaan praktisch alle wortels verloren, wat veel ernstiger gevolgen kan hebben voor de stabiliteit en de boomconditie dan men zou kunnen verwachten op basis van de bovenstaande vuistregels. Ook eerder graafwerk waarvan de boom mogelijk nog niet hersteld is, moet mee in rekening gebracht worden. Als enkele jaren eerder aan de overzijde van de stam gegraven werd, kan het totale wortelverlies wel eens te hoog oplopen voor de boom om zich nog te herstellen.

Naarmate dichter bij de stam gegraven wordt, zullen naast de fijne wortels ook de gestelwortels of de afzinkers geraakt worden. Stop indien mogelijk de afgraving als wortels van 5 cm dik tegengekomen worden. Deze zorgen voornamelijk voor de stabiliteit van de boom en komen ruwweg voor tot een drietal meter buiten de stam. Als deze geraakt worden, komt de stabiliteit van de boom in het gedrang en stijgt de kans op schimmelaantasting en conditieverlies sterk. Oudere, dikkere wortels zijn bij verwon-

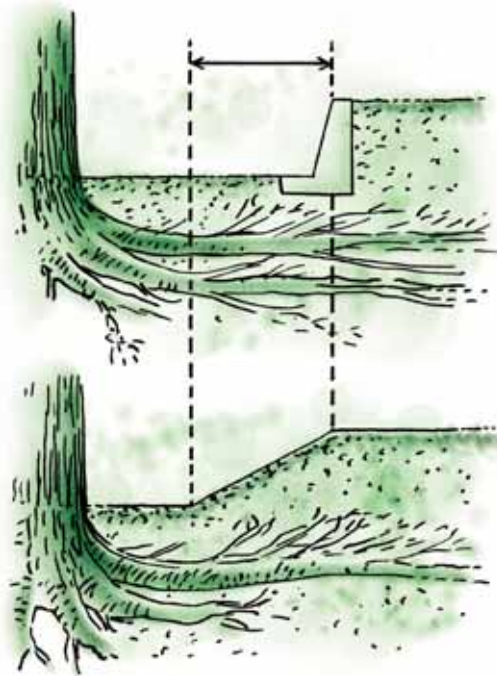
ding namelijk vatbaarder voor aantasting doordat ze zich minder goed kunnen afgrendelen. Vermijd daarom altijd het verwonden van dikkere wortels. Als er toch wortels moeten beschadigd worden, dan moet dit gebeuren met respect voor de boombiologie. Steek gestelwortels nooit af met de kraanbak. Zo krijg je geen mooie snoeiwonde en bestaat er bovendien een grote kans dat de wortel ongemerkt tot aan de stambasis afscheurt. Dergelijke verwondingen zorgen bijna altijd voor aantastingen en rot van de wortels en stambasis. Snoei wortels dikker dan enkele centimeters daarom altijd met handgereedschap en dwars op de wortel. Dikkere wortels worden bij voorkeur afgezaagd tot op een vertakking, net als bij taksnoei. De beste manier om afgravingen te doen binnen de zone met gestelwortels is door eerst handmatig een sleuf te graven. Daarbij worden alle wortels tot op de gewenste diepte met handgereedschap afgezaagd. De verdere afgraving weg van de boomzijde kan dan gebeuren met zwaar materieel zonder extra wortelschade voor de boom. Als de gestelwortels zodanig beschadigd worden dat de stabiliteit in het gedrang komt, kan het risico op windval beperkt worden door de windbelasting op de kroon te verminderen, bijvoorbeeld door ze in te nemen.

Graaf eerst handmatig een sleuf, snoei de wortels deskundig af en graaf dan pas machinaal de rest van de grond weg.

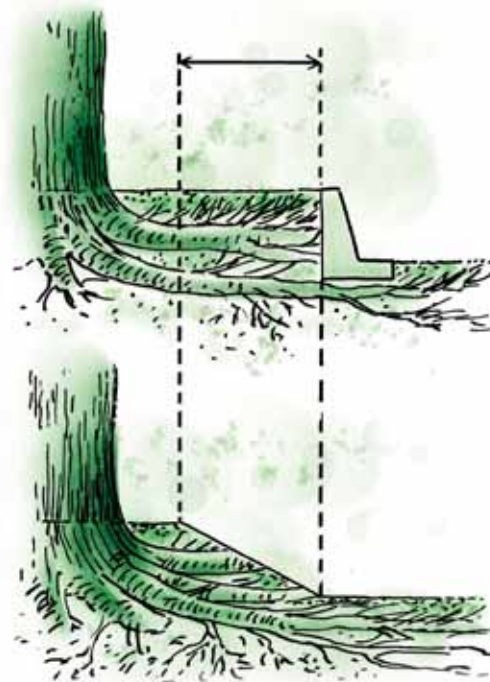


Door te werken met een keermuur (of damplaten) worden hoogteverschillen op een kortere afstand overbrugd dan door een talud. Zo moet niet zo dicht bij de boom gegraven worden, waardoor de wortelbeschadiging beperkt blijft. Als waterondoorlatend materiaal zoals beton gebruikt wordt voor de

keermuur, moeten drainagegaten voorzien worden om accumulatie van water achter de muur tegen te gaan. Ook bij grondophogingen kan een keermuur de bedekte wortelprojectie beperken.



Met een keermuur moet minder grondoppervlakte ingenomen worden om een hoogteverschil te overbruggen.



Om de wortels te beschermen tegen uitdroging, wordt het blootgelegde bodemprofiel zo vlug mogelijk afgewerkt met aarde of een keermuur. Als dit niet onmiddellijk kan, moet uitdroging van de bodem beperkt worden met een water- en luchtdoorlatend materiaal, bijvoorbeeld jute of geotextiel. Tijdens droge perioden kan het afdek materiaal het best periodiek nat gemaakt worden. Anders kan de wortel schade door uitdroging veel verder reiken dan de rechtstreekse mechanische beschadiging. Eventueel kan de volledige wortelprojectie afgedekt worden met een mulchlaag. Zo wordt het vocht in de bodem gehouden. Bescherming van het wortelgestel tegen uitdroging is vooral van belang voor soorten met een vlezig wortelgestel (zie tabel 15). Ook tijdens vorstperiodes moet zo snel mogelijk het bodemprofiel afgewerkt of afgedekt worden.

Soms worden wortels tijdens grondwerken beschadigd zonder dat ze moeten verwijderd worden. Als er slechts een oppervlakkige wonde is waarbij het (kern)hout niet geraakt is, dan wordt de wonde doorgaans zeer goed afgegendeld en valt er geen verregaande rot te verwachten. Het 'gezond snijden' van de wortels tot waar ze niet beschadigd zijn, is in dit geval niet nodig en kan zelfs een averechts effect hebben. Waar de wonde wel de dieperliggende weefsels blootlegt, wordt het best een gladde snoeiwonde gezaagd, dwars op de wortel en bij voorkeur tot op een vertakking.

F.4.8.2.5.3 Impact van grondwerken op bomen

De impact van grondwerken op bomen stijgt naarmate de wortelbeschadiging toeneemt. Wortelbeschadiging is op haar beurt afhankelijk van de afstand tussen boom en grondwerken, de worteldistributie en de exacte locatie en diepte van de werken. Tolerantie voor wortelbeschadiging vereist een snel herstel van de wortels. Zonder hergroei van wortels blijft de boom gevoelig voor tekorten in water- en mineralenopname. Voor dat herstel moet de boom uit zijn voedingsreserves putten. De impact van grondwerken op bomen is dus groter als ze weinig reserves hebben. Vooral tijdens en vlak na het uitlopen van de knoppen hebben bomen weinig reserves. Vermijd dus grondwerken nabij bomen in de lente en de vroege zomer, als de reserves opnieuw aangevuld worden. Ook bomen in een slechte conditie of bomen die herstellen van stress door langdurige droogte, overstromingen, ziekte of kaalvraat door insecten, worden het best ontzien. Oudere bomen blijken minder tolerant voor wortelbeschadiging, waarschijnlijk door hun tragere groei.

F.4.8.2.6 Kabels en leidingen

Elk jaar worden in Vlaanderen duizenden kilometers kabels en leidingen gelegd of vernieuwd. Heel vaak bevinden die kabels of leidingen zich binnen het doorwortelde bodemvolume van straatbomen. Elke keer de sleuven voor kabels en leidingen opengelegd worden, worden de boomwortels beschadigd. Er zijn ondertussen technische oplossingen voorhanden die het wortelverlies kunnen beperken, zoals het persen van leidingen onder de wortels door of gerichte boringen. Door het ontbreken van duidelijke richtlijnen zijn bomen nog steeds het slachtoffer van werken door nutsmaatschappijen. Ook het ontbreken van plannen waar de bomen duidelijk op staan, zorgt voor vermijdbare schade. Door de positie van straatbomen mee op te nemen in de leidingendatabank zou veel wortelschade kunnen vermeden worden.

Bij het leggen van kabels en leidingen worden zeer veel bomen beschadigd.



Bij het ontwerpen van nieuwe leidingen is het uitvoeren van een 'bomentoets' van groot belang. Daarbij wordt het effect van de werken op de aanwezige bomen duidelijk beschreven, eventueel voor verschillende opties. Bij voorkeur worden kabels en leidingen volledig gescheiden van bomen aangelegd. Zo zijn niet alleen de bomen beschermd tegen wortelschade, maar worden ook de kabels en leidingen beschermd tegen mechanische vervorming door boomwortels en eventueel tegen corrosie en tegen uitdroging van de grond, wat vooral bij elektriciteitskabels voor oververhitting kan zorgen. Ook zijn ze gemakkelijker bereikbaar voor herstellingen en vervanging. Een gescheiden aanleg kan bijvoorbeeld waar aan de ene kant van de weg veel bomen staan en aan de andere kant geen, of waar de huizen ook via een achterliggende steeg van water, gas en elektriciteit kunnen voorzien worden. Ook het werken met wachtbuizen, een leidingenkoker of een leidingenstraat is een mogelijkheid. Die worden eenmalig geïnstalleerd, zijn exclusief voorbehouden voor kabels of leidingen en zijn afgescheiden van wortelgroei. Alle nieuwe of te vervangen kabels komen hierin, waardoor wortelbeschadiging voorkomen wordt. Er moet wel worden opgelet dat dit het doorwortelbare bodemvolume niet nodeloos verkleint.

Een tweede mogelijkheid is om de kabels en leidingen lokaal 'om te leiden' rond de bomen. Zo kunnen leidingen in de rijweg gelegd worden als bij het graven onder het voetpad wortels zouden beschadigd worden. Voor veel bestaande kabels en leidingen zal een omlegging door de nutsmaatschappijen als duur ervaren worden. De waarde van de beschadigde bomen (Uniforme methode voor de waardebeoordeling van bomen) samen met de vervangingskost zal echter in veel gevallen duurder zijn dan het toepassen van een technische oplossing om de wortelbeschadiging te beperken. Door deze kosten mee op te nemen in de vergunning, bijvoorbeeld als boete bij wortelbeschadiging, vermijd je dat al te lichtzinnig met bomen wordt omgesprongen. Waar er echt geen andere optie is, moet bij graafwerken binnen de wortelzone de nodige voorzichtigheid aan de dag gelegd worden en moeten volgende richtlijnen gevolgd worden.

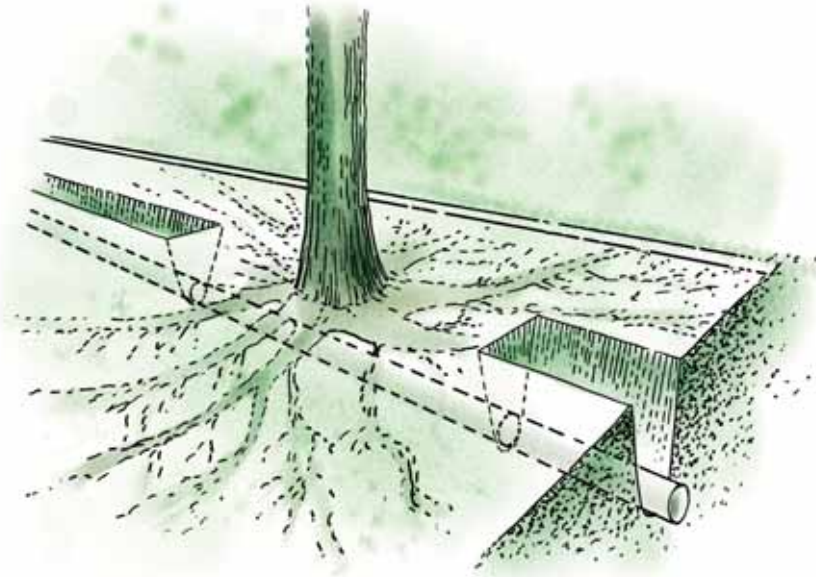
Net als bij het afgraven van grond moet bij het leggen van kabels en leidingen de beschermingszone gerespecteerd worden. Deze reikt 1,5 tot 2 m buiten de kroonprojectie. Kabels en leidingen worden bij voorkeur buiten de beschermingszone gelegd. Als toch binnen de beschermingszone moet gewerkt worden, zijn speciale voorzorgen van toepassing (net als de standaardrestricties die altijd van toepassing zijn binnen de beschermingszone):

- Machinaal grondverzet is verboden.
- Bij voorkeur worden leidingen geperst, open sleuven worden gemaakt met zo weinig mogelijk wortelbeschadiging: met de hand of door de grond tussen de wortels op te zuigen.
- Wortels worden zoveel mogelijk behouden en er worden zeker geen wortels dikker dan 5 cm weggenomen (bij voorkeur zelfs < 2,5 cm).
- De wortels die weggenomen worden, worden dwars doorgezaagd met een scherpe handsnoeizaag, bij voorkeur tot op een vertakking.
- In de onmiddellijke omgeving van de stam worden altijd perstechnieken gebruikt, nooit open sleuven (zie *Tabel 32*).

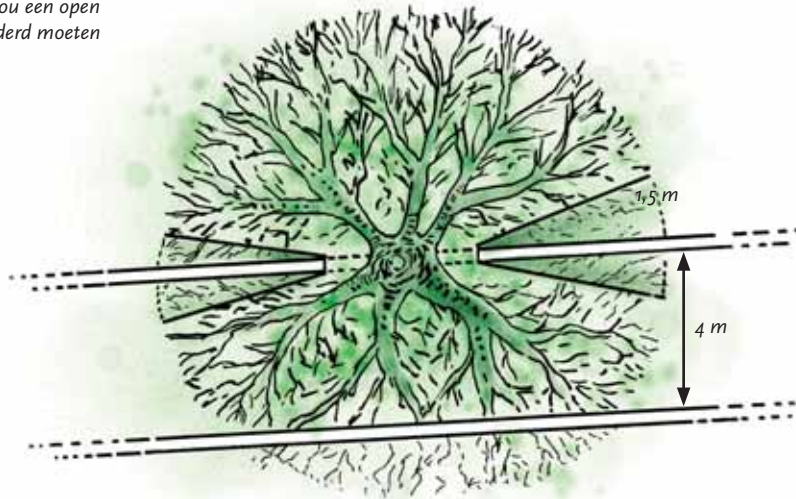
Diameterklasse van de bomen (cm)	Afstand tot de stam (m)
< 15	1
15-30	1,5
30-50	2
50-70	2,5
> 70	3

Tabel 32: Aanbevolen afstand tot de stam waarbinnen overgeschakeld moet worden van een open sleuf naar perstechnieken voor kabels en leidingen

Persen of boren gebeurt bij voorkeur recht onder de boomstam. Op deze manier worden het minst wortels beschadigd, gekweekte straatbomen hebben immers zelden een penwortel. Een voorbeeld: om het verlies aan fijne wortels bij een boom met 10 m kroon diameter even klein te houden als bij het persen van 3 m leiding onder de boom door, zou een open sleuf minstens 4 m van de stam verwijderd moeten zijn. Leidingen en kabels onder bomen moeten minstens 1 m diep gelegd worden en nog dieper als dat kan. Dit betekent dat sommige types kabel dieper zullen moeten gelegd worden dan gewoonlijk.



Om het verlies aan fijne wortels bij een boom met 10 m kroon diameter even klein te houden als bij het persen van 3 m leiding onder de boom door, zou een open sleuf minstens 4 m van de stam verwijderd moeten zijn. (naar Harris)



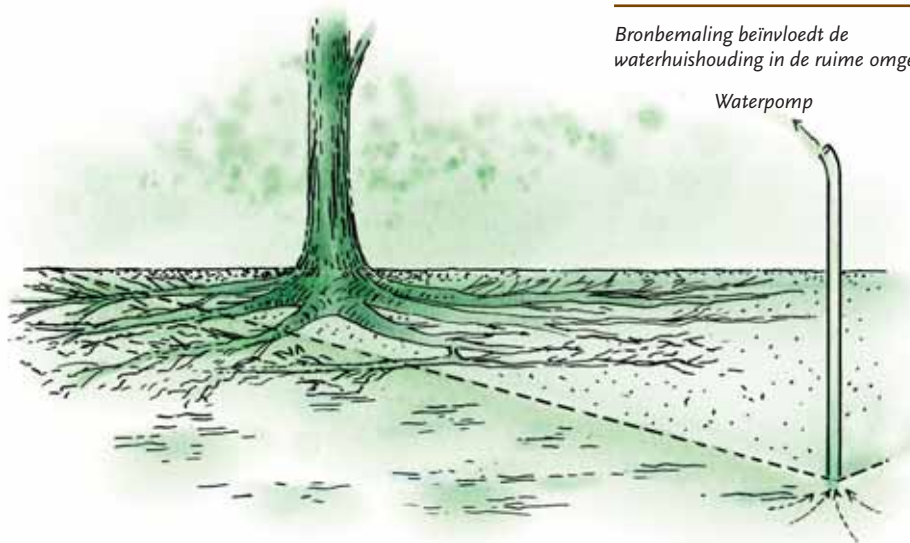
Als de nutsmaatschappijen voldoen aan deze voorwaarden, moet niet noodzakelijk contact opgenomen worden met de boombeheerder. Dit moet enkel als er afgeweken wordt van de standaardrestricties. Alle afwijkingen moeten goedgekeurd worden door de boombeheerder.

F.4.8.2.7 Waterhuishouding

Werken kunnen de waterhuishouding tijdelijk of permanent beïnvloeden. Door het aanbrengen van verharding veranderen de infiltratie-eigenschappen van de bodem, bouwputten worden tijdens de duur van de werken drooggelegd met bronbemaling of de bodem wordt permanent gedraineerd. Keermuren en bodemverdichting, al dan niet onbewust, kunnen dan weer zorgen voor wateroverlast. Ook aanpassingen aan de topografie hebben een invloed op de oppervlakkige aan- en afvoer van water en de ondergrondse waterhuishouding. Waar de grondwatertafel dicht onder het maaiveld ligt, kan verdroging de bomen ten goede komen en op zeer droge bodems heeft een vernatting een positief effect. Maar meestal hebben dergelijke plotse veranderingen in de waterhuishouding een nefaste invloed op bomen, zelfs als ze maar tijdelijk zijn. Vooral oudere bomen hebben er moeite mee, aangezien zij niet zo snel meer kunnen reageren door nieuwe wortels te maken.

F.4.8.2.7.1 Verdroging

De bodem op een werf kan tijdelijk of permanent verdrogen. De meest voorkomende oorzaak van een tijdelijke verdroging op werven is bronbemaling. Om de bouwput droog te houden wordt voor de duur van de werken al het bodemwater in de ruime omgeving weggepompt. Grondwatersaneringen hebben een gelijkaardige invloed, maar houden vele jaren aan. Daardoor kan ongemerkt een ernstige verdroging in de ruime omgeving optreden. Ook drainage kan de beschikbaarheid van water voor bomen verminderen door een daling van de grondwatertafel. Een minder evidente oorzaak van permanente verdroging is het doorbreken van ondoordringbare lagen. Dit kan zoals eerder aangehaald het doorwortelbare volume verhogen of de waterhuishouding verbeteren, maar kan eveneens een schijngrondwatertafel die de boom ten goede komt, lek maken. Ook afgravingen van de bodem rondom een boom beïnvloeden de waterhuishouding permanent. Ze zorgen ervoor dat hij als het ware op een heuveltje komt te staan. Het regenwater zal dus meer afspoelen en minder infiltreren, wat lokaal verdroging tot gevolg heeft. Verharding heeft een gelijkaardige invloed.



Bronbemaling beïnvloedt de waterhuishouding in de ruime omgeving.

Tijdens hun winterrust zijn de meeste bomen in staat om een tijdelijke verdroging zonder grote problemen door te komen. Bij de start van het groeiseizoen moet de waterlevering opnieuw hersteld zijn, anders komt de uitlopende boom in moeilijkheden. In de eerste plaats moeten werken die verdroging met zich meebrengen zoveel mogelijk vermeden of geminimaliseerd worden. Ontwerp verdrogende elementen zoals drainage of afgravingen zo ver mogelijk van de bomen. Waar dit niet mogelijk is, gebeurt de daling van de grondwatertafel bij voorkeur geleidelijk (maximaal enkele cm per jaar). Zo kunnen de bomen de verdroging compenseren door nieuwe wortels te vormen. Vooral oudere bomen hebben hiermee moeilijkheden. Verder kunnen maatregelen genomen worden om de infiltratie van regenwater te verbeteren, bijvoorbeeld door verharding zoveel mogelijk waterdoorlatend te maken, mulch aan te brengen rond de boom of door op hellingen de waterretentie te verhogen waardoor het regenwater minder snel afspoelt (richeltjes dwars op de helling, mulchlaag, enz.).

Water geven moet zoveel mogelijk vermeden worden. Een permanent watergeefstelsel is weinig duurzaam en vraagt veel onderhoud. Bij een tijdelijke verdroging tijdens het groeiseizoen is een kunstmatige watergift wel mogelijk. De grootte van de watergift is afhankelijk van de boom, de mate van verdroging en de verdampingscoëfficiënt. Door het opstellen van een vochtbalans kan de waterhoeveelheid en het tijdstip van watergeven bepaald worden. Gebruik alleen oppervlaktewater voor het watergeven. Een rechtstreekse retourbemaling is dus niet aangewezen. Grondwater dat onmiddellijk aan bomen gegeven wordt, kan namelijk voor wortelproblemen zorgen doordat het zuurstofarm en zeer koud is. Eventueel kan het water wel opgewarmd en belucht worden in een bovengrondse opslagplaats voor het als irrigatiewater gebruikt wordt. Let er vooral op dat de bomen niet teveel water krijgen. Het zuurstoftekort dat dan ontstaat, is even nefast als het watertekort dat je probeert op te lossen.

F.4.8.2.72 Vernatting

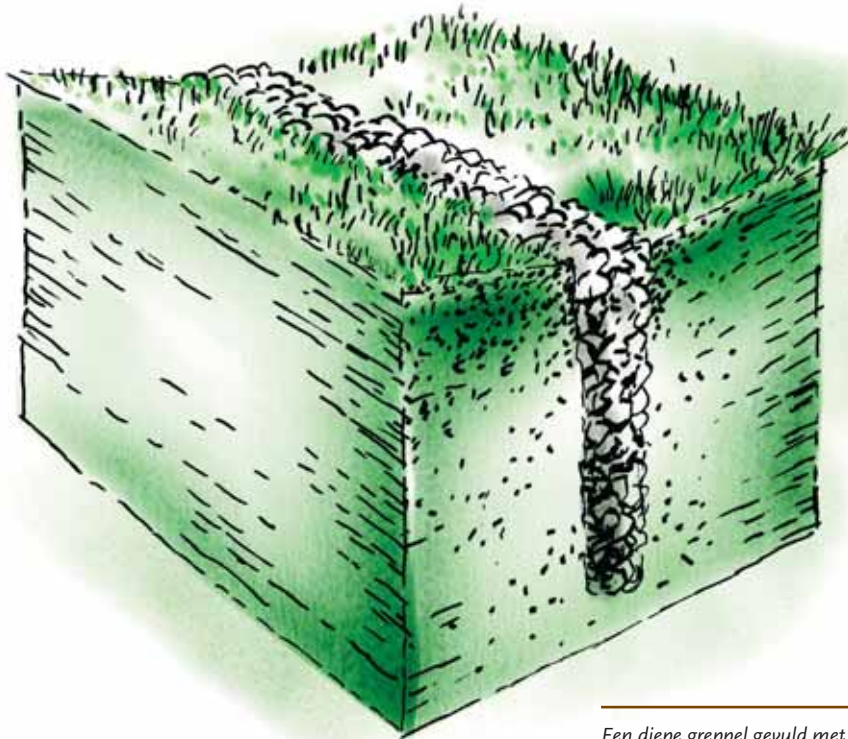
Vernatting treedt vooral op waar infiltratiezones voor regenwater geïnstalleerd worden (bv. wadi's) en waar grachten gedempt worden. Ook het ophogen van de bodem rond de boom, zelfs in de ruime omgeving, kan een vernatting tot gevolg hebben. Het regenwater zal dan namelijk oppervlakkig naar de wortelzone van de boom toe lopen.

Een grondophoging in de omgeving van bomen kan een vernatting tot gevolg hebben.



Een blijvende vernatting heeft bijna altijd een negatieve invloed op het wortelgestel van bestaande bomen. Er ontstaat in veel gevallen een zuurstoftekort waardoor wortels afsterven. Zowel de stabiliteit van de bomen als hun water- en mineralenvoorziening komen dan in het gedrang. Als de vernatting niet kan worden vermeden, is de enige oplossing een drainagesysteem. De voorkeur gaat uit naar een

duurzaam systeem zoals een oppervlakkige begreppeling. Waar dit niet volstaat, kan een diepe greppel gevuld worden met grind om de waterafvoer te vergroten. Een kunstmatige drainage mag enkel overwogen worden waar ze echt onvermijdelijk is. Een dergelijk systeem is duur, weinig duurzaam en gevoelig voor beschadiging en verstopping. Als het kunstmatige drainagesysteem het opgeeft, komt de boom alsnog in de problemen.



Een diepe greppel gevuld met grind is een duurzaam systeem om water uit de wortelzone weg te leiden.

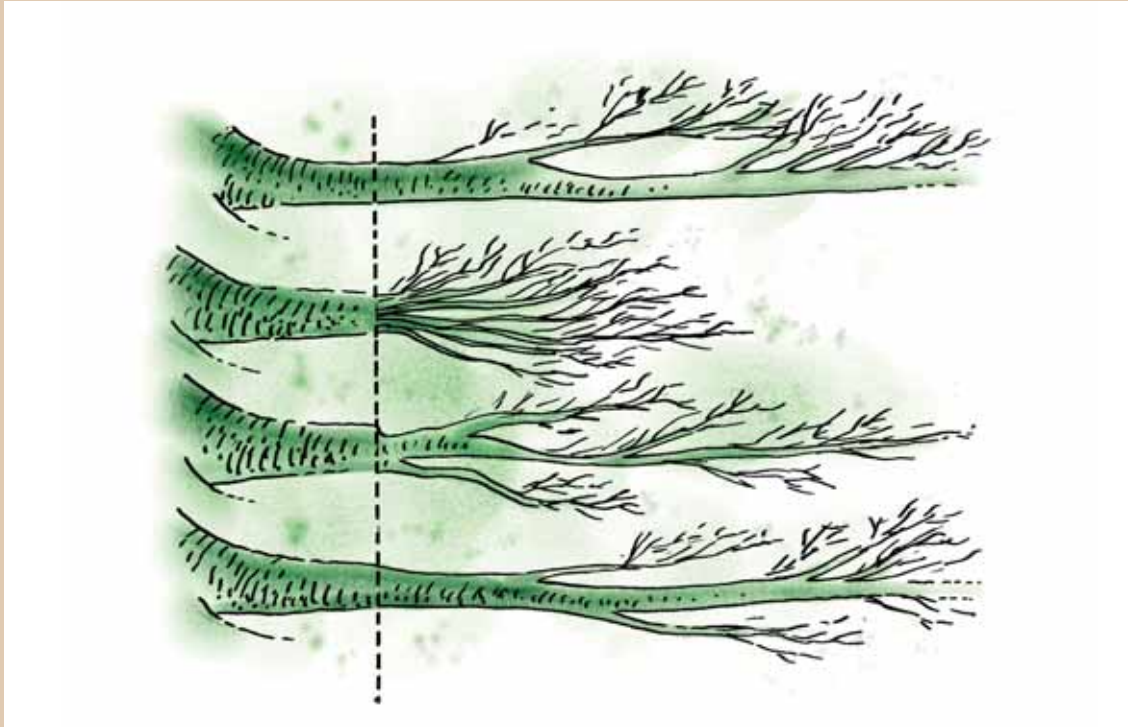
Wortelsnoei

Als wortels afgekapt worden, reageren de buitenste, jongere weefsels zeer efficiënt om de wonde af te grendelen. Hoe meer naar het centrum van de wortel, hoe minder efficiënt de afgrendeling gebeurt. Daarom moet de diameter van de weggenomen wortels altijd zo klein mogelijk gehouden worden. Als dicht bij de stam wortels weggenomen worden, zal de hergroei van wortels uitbundiger zijn, maar ook de kans op rot in de gestelwortels en de stamvoet. Net als voor snoei van takken gebeurt het wegnemen van wortels het best tijdens het groeiseizoen, omdat de afgrendelingsmechanismen dan werkzamer zijn.

Als ingrepen in het wortelgestel onvermijdelijk zijn, worden ze indien mogelijk gespreid over enkele jaren voor de (bouw) werken starten. Het inbrengen van wortelbevorderend bodemsubstraat rond de wonde bevordert de hergroei van wortels. Na het afsnijden van de wortels moet verdere schade door uitdroging, bodemverdichting of mechanische beschadiging vermeden worden.

Meestal neemt na korte tijd een nieuwe wortel de functie van de weggehaalde wortel over. Het wegsnoeien van wortels om hinder te beperken, bijvoorbeeld bij opgeduwde voetpaden, heeft door de uitbundige hergroei in de meeste gevallen weinig zin of zelfs een averechts effect, met nog meer problemen tot gevolg.

Op het wegsnoeien van een wortel volgt een uitbundige hergroei van fijne wortels, waarna meestal één wortel de functie van de weggesnoeide wortel overneemt.



F.4.9 Verankeren van volwassen bomen en takken

Het verankeren en ondersteunen van bomen of takken is nodig als er stabiliteitsproblemen bestaan of als takken een risico vertonen om uit te breken. Breng alleen verankeringen waar het echt niet anders kan en als het probleem bijvoorbeeld niet opgelost kan worden door snoei. De analyse van stabiliteit en breukgevoeligheid kan enkel gebeuren door specialisten. Ook het aanbrengen van verankeringen en ondersteuning van bomen en kroonverankering zijn zeer specifieke werken, die enkel door specialisten op een correcte manier kunnen uitgevoerd worden.

F.4.9.1 Verankeren en ondersteunen van bomen

Bomen kunnen ook na de aanslagfase opnieuw onstabiel worden en verankering vereisen. Dit kan het gevolg zijn van wind, maar ook van wortelbeschadiging, bijvoorbeeld door graafwerken. In dergelijke

gevallen kan het nodig zijn om de boom tijdelijk opnieuw vast te leggen tot hij opnieuw voldoende verankerd is. Oude bomen die structureel verzwakt zijn of scheef hangen, kunnen permanent verankerd of ondersteund worden. Gebruik een permanente ondersteuning slechts in uitzonderlijke omstandigheden, bij zeer waardevolle bomen.

F.4.9.1.1 Verankering

Verankering van volwassen bomen gebeurt meestal met kabels of touwen van de kroonaanzet naar grondankers. Het vastmaken van de kabels aan de boom moet gebeuren met brede bandlussen (bv. in kunststof), om te vermijden dat de boom beschadigd wordt. Een stuk plastic tuinslang rond de metaaldraad of staalkabel biedt onvoldoende bescherming. Controleer regelmatig of de lussen niet te strak zitten of ingroeien. Om een geringe windwerking mogelijk te maken, worden het best dynamische touwen (met rek) of veren gebruikt. Door de windwerking wordt de boom gestimuleerd om zelf opnieuw trekwortels te vormen. Een te starre verankering kan ook zorgen voor breuken ter hoogte van het verankeringspunt. Haal de verankering weg van zodra de boom opnieuw voldoende verankerd is, meestal na twee tot drie jaren. Is de stabiliteit van de boom niet hersteld na enkele jaren, dan zal hij waarschijnlijk permanent moeten verankerd worden.

Gedeeltelijk onwortelde bomen kunnen soms opnieuw recht getrokken worden, maar enkel als dit gebeurt onmiddellijk nadat ze scheef gezakt zijn. Graaf het onwortelde deel van het wortelgestel uit en zorg ervoor dat de intacte wortels zo weinig mogelijk beschadigd worden. Trek de boom in een (aanvaardbaar) rechte positie. Bedek de wortels opnieuw met grond en veranker de boom in deze positie. Na enkele jaren is de boom normaal opnieuw stevig verankerd en kan de verankering verwijderd worden.

F.4.9.1.2 Ondersteuning

Lage horizontale takken of hele bomen moeten soms ondersteund worden om niet af te breken of om te vallen. Het ondersteunen van een boom is maatwerk en wordt het best gecombineerd met snoei (bv. het innemen van de breukgevoelige tak). Een ondersteuning is altijd permanent: eenmaal ondersteund zal de boom zelf geen reactiehout meer vormen. Ondersteun de boom minimaal en bekleed de steun met rubber om de stam niet te beschadigen. Zorg voor een groot contactoppervlak met de stam, om ingroeiingen en bastshade zoveel mogelijk te voorkomen. De windwerking op de plaats van ondersteuning wordt het best geminimaliseerd, om inschuring te vermijden. Dit kan door de tak of stam licht onder spanning te zetten op de steun. Controleer ondersteuning regelmatig op ingroeiing en pas ze zo nodig aan.



Een ondersteuning is altijd permanent: eenmaal ondersteund zal de boom zelf geen reactiehout meer vormen.

F.4.9.2 Kroonverankering

Takken die een verhoogd risico vertonen om af te breken, kunnen verankerd worden aan andere takken of aan de stam. Het kan gaan om plakoksels, zware en lange horizontale takken of takken waarvan de takbasis structureel verzwakt is door een holte of een aantasting. De klemtoon bij kroonverankering ligt niet meer op het beletten dat takken afbreken, maar op het beperken van de schade als ze afbreken. Het gebruik van starre verankeringen is bijgevolg grotendeels vervangen door losse verankeringen. Kroonverankering gebeurt het best in combinatie met snoei om de belasting te verminderen.

F.4.9.2.1 Starre verankering

Het aanbrengen van starre verankeringen is eigenlijk een overblijfsel uit de periode toen boomverzorging nog boomchirurgie was en bomen zeer kunstmatig opgelapt en bijeen gehouden werden. Net als permanente ondersteuning of verankering van de hele boom gaan starre kroonverankeringen in oude monumentale bomen voorbij aan de verschillende levensfasen van een boom door hem kunstmatig op te lappen. We moeten opnieuw leren leven met het beeld van een aftakelende boom en waar het kan, moeten bomen de kans krijgen om oud te worden en zelfs te sterven zonder ze met haken en ogen aan elkaar te hangen.

*Bomen moeten de kans krijgen om oud te worden zonder ze met haken en ogen aan elkaar te hangen.
(Foto Peter Van Herp)*



Een starre verankering heeft als doel takken of kroondelen te beletten om uit te scheuren door ze dichter bij elkaar te trekken en de windwerking te verminderen. Het grote nadeel is dat de boom geen stimulans meer krijgt om zelf reactiehout te maken en te investeren in diktegroei. Vaak wordt door de ondersteuning zelfs extra lengtegroei vastgesteld op de verankerde tak, waardoor de belasting op de zwakke aanhechting nog vergroot. Starre verankeringen verleggen soms het risico naar een andere plek in de boom, vaak vlak boven de verankeringsplaats (zeker als de verankering te laag is aangebracht). Daardoor geven ze een vals veiligheidsgevoel.

Een starre verankering bestond vroeger uit staalkabels die vastgemaakt werden aan haken die in of door de boom geschroefd werden. Deze verwondingen waren vaak de start van rot. De staalkabels zijn niet dynamisch, ze beletten elke beweging. Nu zijn verankeringslijnen verkrijgbaar die met een lus rond de boom zitten zonder hem te beschadigen. De touwen zijn dynamisch, met rekpercentages tussen 5 en 20%. Zo is zelfs bij een starre verankering nog wat windwerking mogelijk, wat de diktegroei stimuleert. Als er meerdere starre verankerungen in dezelfde boom moeten gebeuren, is een correcte verankering vaak complex, werk voor specialisten dus.



Starre verankering.

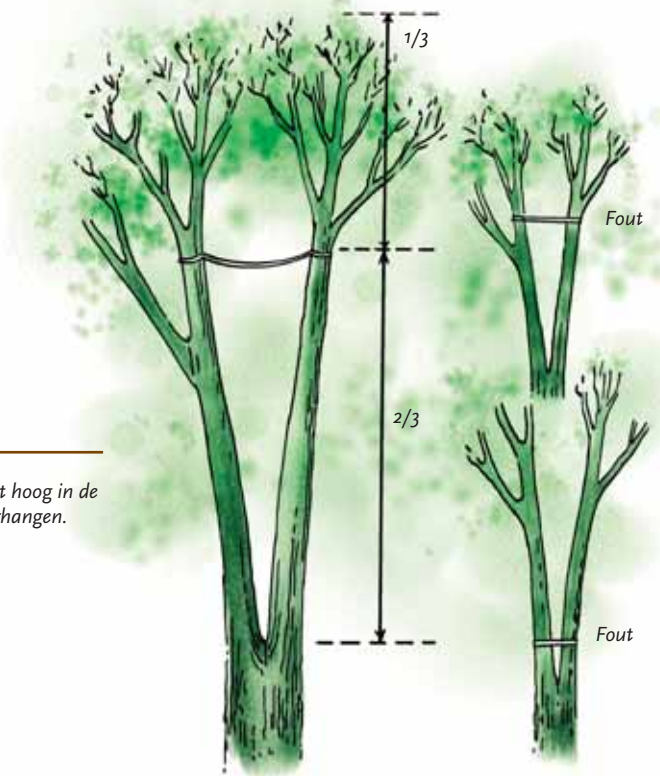
F.4.9.2.2 Losse verankering

Een losse verankering komt pas op spanning bij extreme (wind)belasting en is niet bedoeld om bomen bijeen te houden, maar om schade te beperken als een tak of een gedeelte van de kroon uitbreekt. Door de boom niet te 'helpen' wordt hij gestimuleerd om het risico zelf te minimaliseren door op de zwakke aanhechtingsplaats extra reactiehout te vormen. Als de tak toch uitbreekt, wordt hij opgevangen. Zo scheurt niet de hele stam open (bv. bij een plakoksel) en wordt schade aan de boom en zijn omgeving zoveel mogelijk beperkt.



*Een losse verankering komt pas op spanning bij extreme belasting. Onbelast moet ze dus doorhangen.
(Foto Dirk Berteyn)*

Een losse verankering bestaat uit een kunststof verankeringsslijn of -band die tussen twee takken of tussen de stam en de takken wordt aangebracht. De bevestiging rond de boom gebeurt door middel van brede kunststof banden of door het touw in een wijde lus rond de boom te leggen. De verankering gebeurt het best hoog in de kroon, op ongeveer $\frac{2}{3}$ van de lengte van de te verankeren tak, gemeten vanaf de vertakking. Zo kunnen de grootste krachten opgevangen worden en is de kans op schade minimaal. Zorg ervoor dat de bevestigingsplaatsen stevig genoeg zijn om de verankerde tak op te vangen. Onbelast moet de verankering doorhangen, het is niet de bedoeling om de boom bijeen te houden. Pas bij een extreme windbelasting mag het touw licht op spanning komen. Controleer regelmatig of de lussen door diktegroei van de boom niet te strak zitten. Verankeringslijnen ververen door blootstelling aan regen en zon. Als ze hun taak niet meer veilig kunnen vervullen, moeten ze vervangen worden.



Een losse kroonverankering gebeurt het best hoog in de kroon. Onbelast, moet de verankering doorhangen.

F.4.10 Verplanten, rooien en vervangen van bomen

De meeste bomen worden geveld als ze in de weg staan voor werken of als ze een gevaar voor de veiligheid vormen. Het kan soms ook aangewezen zijn om bomen te vellen die nog jaren kunnen overleven, maar die het vooropgestelde eindbeeld niet meer vervullen (of het nooit bereikt hebben) en waar het 'nieuwe' eindbeeld niet voldoet. Zo vermijd je dat er jarenlang onnodig tijd en geld geïnvesteerd worden in een boom die het eigenlijk niet waard is. Dit is bijvoorbeeld het geval voor veel straatbomen in Vlaanderen die na tientallen jaren nog steeds een onvoldoende lange takvrije stam hebben om het verkeer niet te hinderen en deze ook nooit zullen bereiken. De onderste, uitzakkende

gesteltakken moeten dan op latere leeftijd toch nog verwijderd of ingenomen worden om te vermijden dat ze worden aangereden door vrachtwagens. De kwaliteit van dergelijke bomen is ondermaats en het gevaar op aantasting en inrotting door de zware snoei is reëel. Op dergelijke locaties wordt beter ineens geïnvesteerd in een nieuwe boom die het eindbeeld wel kan bereiken.

Soms zijn de veranderde standplaatsomstandigheden de beperkende factor voor het bereiken van het eindbeeld. Dit is bijvoorbeeld het geval waar nieuwe bebouwing gepland wordt binnen de (toekomstige) kroonprojectie van bomen. Dan moeten tijdens het ontwerpproces keuzes gemaakt worden op basis van de vraag of het mogelijk is om het eindbeeld van de boom bij te sturen. Zo kan bij een jonge boom eventueel gekozen worden voor een verandering van het eindbeeld van een vrij uitgroeiende boom naar een vormboom (bv. gekandelaard). Bij een volwassen boom is dit vaak onmogelijk. Dan betekent de veranderende standplaats het verlies van de boom (meestal nadat eerst alle gesteltakken en de top afgezaagd zijn in een poging de boom toch nog te behouden). In dat geval zal de waarde van de boom afgewogen moeten worden tegen het belang van de aanpassingen aan zijn omgeving. Soms is een compromis mogelijk en kan door een bijsturing van het ontwerp het voortbestaan van de boom verzekerd worden.

Omgekeerd moet niet elke oude of aftakelende boom gerooid worden. Afhankelijk van het eindbeeld kan de boom al dan niet behouden blijven. Deze afweging moet gemaakt worden door de beheerder. De vervangingscriteria worden het best samen met het eindbeeld vastgelegd in het bomenplan. De grote landschappelijke, historische of ecologische waarde van een aftakelende boom kan een reden zijn om hem toch te behouden.

F.4.10.1 Solitair

Vaak worden solitaire bomen vervangen zodra hun conditie achteruitgaat. Soms komt dit inderdaad overeen met wat vooropgesteld wordt in het eindbeeld, maar vaak ook niet. Op sommige plaatsen kan een zeer oude boom in vervalfase een grote zeldzaamheidswaarde hebben en nog steeds zijn rol als solitair vervullen, zolang er geen veiligheidsrisico bestaat. Zo kan zijn monumentale stamomvang een grote aantrekkingskracht hebben, hoewel zijn kroon misschien sterk beschadigd is.



Ondanks hun sterk beschadigde kroon, vervullen deze monumentale tamme kastanjes nog steeds hun functie van poortwachter.

Om het beeld te herstellen, is vervanging van een solitair na rooiing uiteraard noodzakelijk. Om het beeld zo vlug mogelijk te herstellen, kan bij vervanging gekozen worden voor een grotere maat. Bij een solitair is het vaak onmogelijk om een jonge boom ter vervanging aan te planten naast de oude boom. Komt de nieuwe boom op een andere plaats dan de oude solitair, dan kan het ruimtelijk effect veranderen en kan de nieuwe solitair bijvoorbeeld een zichtas belemmeren die de oude solitair net benadrukte.

F.4.10.2 Boomgroep

Voor het vervangen van bomen in een boomgroep zijn geen eenduidige regels te geven. Een boom die wegvalt in een grote boomgroep zal het beeld niet sterk beïnvloeden, terwijl dat wel het geval kan zijn in een boomgroep die slechts uit enkele bomen bestaat. Kleine boomgroepen worden het best aanzien als één geheel. Pas als de kwaliteit van het geheel niet meer voldoet, wordt de hele boomgroep gerooid en vervangen. De beoordelingscriteria worden vastgelegd door de beheerder. Bijvoorbeeld: vervanging van de hele boomgroep als meer dan de helft van de bomen een conditiebeoordeling onder de helft krijgt.

De twee overblijvende bomen in deze bomengroep zijn in slechte conditie en waren het best samen met de andere drie vervangen.



In een grotere boomgroep is het mogelijk om de rooiing en vervanging gefaseerd te doen of een boom individueel te vervangen. Zo blijft het beeld altijd min of meer behouden, maar creëer je wel een on-evenwicht in leeftijd en grootte. De eenvormigheid van de boomgroep verdwijnt. Soms kan dit gewenst zijn, bijvoorbeeld waar een natuurlijk effect nagestreefd wordt. In meer formele parken zal dit vaak niet gewenst zijn. Voorwaarde voor een gefaseerde vervanging is dat de overblijvende bomen de ontwikkeling van de nieuwe bomen niet hinderen. Vooral lichtgebrek zal een aandachtspunt zijn.

F.4.10.3 Bomenrij/dreef/laan

Alle lijnvormige terreineenheden worden het best gezien als één beheereenheid. Voor een dreef of een bomenrij zijn uniformiteit, gelijkjarigheid en volledigheid belangrijke kwaliteitscriteria. Bomen in een bomenrij of dreef kunnen om veiligheidsredenen geveld worden, maar worden dan niet automatisch vervangen. Individuele vervanging van dreefbomen bedreigt namelijk de uniformiteit en gelijkjarigheid. In een volgroeide bomenrij of dreef blijft het beeld min of meer behouden ondanks de afwezigheid van één of meerdere bomen. Bomen in dreven of bomenrijen worden dus slechts in de jeugdfase vervangen. De resultaten bij tussenplanting zijn trouwens meestal zeer teleurstellend. De jonge bomen overleven in het beste geval kwijnend in de schaduw van de volgroeide bomen.

Voor straatbomen kan het aangewezen zijn om bij velling toch over te gaan tot individuele heraanplanting. Zo belet je dat de vrijgekomen ruimte een andere bestemming krijgt. De standplaats wordt bijvoorbeeld vaak ingenomen door een parkeerplaats. Als de hele bomenrij vervangen wordt, worden in dergelijke gevallen vaak niet alle oorspronkelijke bomen opnieuw geplant. Om dit te vermijden wordt door de vergunnende overheid de heraanplantingsplicht vaak opgenomen in de kapvergunning. Door individuele heraanplanting kan ook protest van bewoners tegen het vellen van straatbomen ondervangen worden. Bij vervanging van de volledige rij bomen, worden ook deze jonge bomen mee geveld en vervangen. De kwaliteit van de tussengeplante bomen zal door lichtgebrek toch meestal ondermaats zijn. Ze dienden enkel als 'herinnering' aan de boom die er ooit stond en om zijn standplaats te verzekeren voor zijn volwaardige vervanger. De voordelen van een dergelijke heraanplanting zullen moeten afgewogen worden tegen de hogere kostprijs. Een goede communicatie naar omwonenden is altijd aangewezen.

Lange dreven of bomenrijen kunnen opgesplitst worden in verschillende secties die als beheereenheid dienen. Zo worden al te grote ingrepen vermeden en kunnen de kosten gespreid worden. Een sectie kan van kruispunt tot kruispunt lopen of een vast aantal bomen bevatten. Zorg er wel voor dat elke sectie een voldoende groot aantal bomen bevat, zoniet komen opnieuw de uniformiteit en gelijkjarigheid in het gedrang.

Beoordeel en vervang een dreef of een bomenrij in haar geheel (of eventueel per sectie). Als de volledigheid bijvoorbeeld te sterk aangetast is, is dit een reden voor vervanging. Dan voldoet de kwaliteit niet meer aan het vooropgestelde eindbeeld en wordt de volledige dreef of bomenrij (of sectie) geveld en vervangen. Ook de bomen die nog in uitstekende conditie zijn, worden geveld. Dit is belangrijk om de uniformiteit en gelijkjarigheid te verzekeren. Als er telkens individuele bomen of kleine stukjes vervangen of behouden worden, verkrijgt je een zeer onregelmatig beeld, wat de kwaliteit doet dalen. Om dezelfde reden worden bomen aan beide zijden van een weg het best tegelijk vervangen.



In deze dreef is slechts één zijde vervangen. De kwaliteit van het plantgoed laat bovendien te wensen over. Dit komt het (toekomstige) dreefbeeld niet ten goede.

Vellen en vervangen van dreven in Vordenstein

In Vordenstein, een park van 110 ha in Schoten dat eigendom is van de Vlaamse Gemeenschap, ligt ongeveer 12 km dreef in een barok geïnspireerd sterrebos met ongeveer 2200 dreefbomen. De kwaliteitsbeoordeling en vervanging van de dreefbomen gebeurt op een systematische manier, volgens de volgende methodiek:

- Alle dreven zijn genummerd en opgedeeld in genummerde secties, van kruispunt naar kruispunt.
- Elke boom heeft een uniek 'adres', namelijk het nummer van de dreef en de sectie, gevolgd door het boomnummer, links of rechts (ook afwezige bomen krijgen een adres): boom 05.8.L19 is de 19de boom links in de 8ste sectie van de 5de dreef.
- De voornaamste kwaliteitscriteria voor vervanging zijn de conditie en structuur van de dreefbomen.
- Elke boom krijgt een waardering op een schaal van 0 (dood of afwezig) tot 5 (optimale conditie, geen structurele gebreken).
- Een dreefsectie komt in aanmerking voor vervanging in haar totaliteit als de gemiddelde waardering voor de conditie lager ligt dan 2,8 (grens vastgelegd door de beheerder).
- Alle bomen in de sectie worden vervangen (ook die met waarderingcijfer 5).
- Er blijft aandacht voor de ruimtelijke spreiding van de vervanging; bij voorkeur worden aansluitende secties tegelijk of kort na elkaar vervangen, om zo de uniformiteit in één dreef zoveel mogelijk te behouden.
- De waardering gebeurt elke 5 jaar opnieuw.
- Het is de bedoeling om op langere termijn elke 5 jaar 4-5 % van de 80 secties te vervangen. Zo wordt de omlooptijd van de dreefbomen ongeveer 100-120 jaar.

F.4.10.4 Parkhout

In het parkhout worden bomen bijna als solitairen beheerd. De kwaliteitsbeoordeling gebeurt hier dus ook individueel. Door de ruime plantafstanden zal er meestal geen lichtgebrek zijn dat een individuele vervanging in de weg staat. Bij verwaarloosd parkhout, waar een groot aantal bomen dood of kwijnend zijn, kan een vlaksgewijze vervanging aangewezen zijn.

Een verwaarloosd parkhout kan vlaksgewijze vervanging worden. Voor de aanplanting wordt geen bosplantsoen gebruikt, maar hoogstammen.



F.4.10.5 **Boomgaard**

De natuurlijke leeftijdsgrens van de bomen in een boomgaard kan zeer sterk uiteenlopen. Gezonde perenbomen kunnen meer dan 200 jaar worden terwijl pruimenbomen zelden ouder dan 60 jaar worden.

De leeftijd wordt verder beïnvloed door de raseigenschappen. De bomen in een boomgaard worden om deze reden dan ook geleidelijk vervangen in het bestaande raster.

Bij een reeds sterk uitgedunde boomgaard wordt soms overgegaan tot het creëren van een nieuw raster voor de jonge bomen zodat de oude bomen behouden kunnen blijven zolang dat gewenst is.



Bomen in een boomgaard worden meestal geleidelijk vervangen in het bestaande raster.

F.4.10.6 **Behouden van de stam bij velling**

Waar de veiligheid dat toelaat, kan de stam van de te vellen boom behouden blijven als staand dood hout. Bij straatbomen is dit zelden mogelijk, maar in parken vaak wel. Het staand dood hout biedt een biotoop aan tal van organismen zoals schimmels en insecten, die op hun beurt insectenetende vogels aantrekken. Holtes in de stam kunnen dienen als nest- of broedplaats voor veel organismen. Een dergelijke velling waarbij de stam behouden blijft, kan enkel op een voldoende afstand van paden en wegen, aangezien de stam vroeg of laat omvalt. Waar dat niet mogelijk is, kan de stam na enkele jaren weggehaald worden, als zijn stabiliteit in het gedrang komt. Daar kan er ook voor gekozen worden om slechts korte stamstukken te behouden, die minder vlug omvallen en een kleiner risico opleveren. Ook liggend heeft een stam een grote ecologische waarde en kan hij zelfs als spelelement dienst doen.



Bij deze afgebroken boom is de kroon verwijderd, maar blijft de stam behouden als dood hout.

In dreven, zeker in bosverband, kan de aantasting van het dreefbeeld door het vellen van bomen verkleind worden door de stammen te laten staan. Zo creëer je een indruk van volledigheid als je door de dreef wandelt. Dit kan enkel als de volledige vervanging van de dreef binnen enkele jaren volgt. Anders komt de veiligheid in het gedrang of moeten de stammen na enkele jaren alsnog weggehaald worden.

Door de stammen in een dreef te behouden, blijft het dreefbeeld behouden.



Soms kan een overblijvende boomstam omgetoverd worden tot een kunstwerk. Zo geef je de boom een tweede leven. Zo'n houten kunstwerk is wel vergankelijk, de stam wordt aangetast door allerlei micro-organismen. Na enkele jaren vergroot het risico dat de stam omvalt. Als dit risico te groot wordt, moet de stam worden geveld.



Een boomstam kan ook omgetoverd worden tot een kunstwerk.

F.4.10.7 Verplanten van volwassen bomen

Als alternatief voor een velling, bijvoorbeeld bij werken, worden grote bomen soms verplant. Vaak gaat het om bijzondere soorten of cultivars of hebben ze een emotionele of historische waarde. In tegenstelling tot grote maten uit de kwekerij, die een compact wortelstelsel ontwikkeld hebben door regelmatig verplant te zijn, groeien deze bomen al tientallen jaren op dezelfde plaats. Hun wortelgestel is vrij ontwikkeld waardoor ze een groot deel van hun wortels verliezen bij het verplanten. Het verplanten van grote bomen vraagt dan ook veel voorbereiding en nazorg. Het is werk voor specialisten en zeer duur. Bovendien is het resultaat onzeker. Dergelijke werken zijn dan ook alleen te verantwoorden voor bijzondere en waardevolle bomen.

F.4.10.7.1 Voorbereiding op verplanting

Verplant worden is voor elke boom een schok, zelfs voor een gezonde volwassen boom. Om een redelijke kans op succes te hebben moet de boom dus vitaal zijn en genoeg energiereserves hebben. Bomen in een slechte conditie verplanten is gedoemd om te mislukken, het zal in veel gevallen de genadeslag zijn voor de boom.

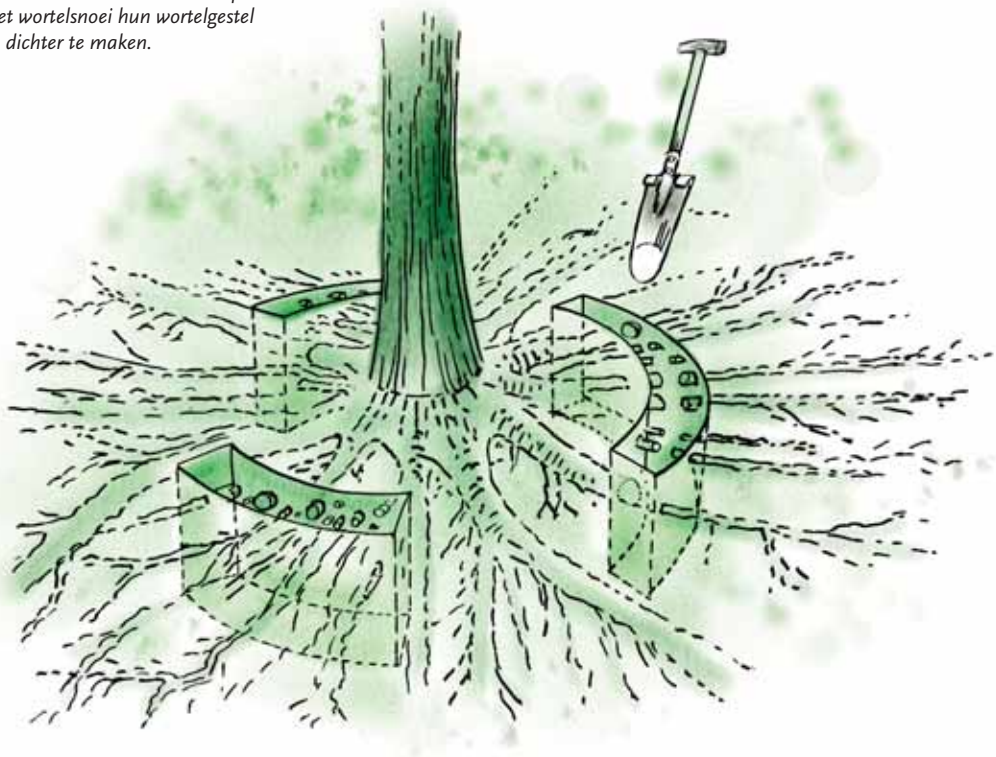
Om de boom voor te bereiden op verplanting moet een kluit gevormd worden waarin een zo groot mogelijk deel van de wortels aanwezig is. Als de boom gewoon uitgegraven en verplant wordt, verliest hij een groot deel van zijn wortelgestel en dan nog vooral de fijne wortels aan de uiteinden van het wortelgestel, die voor de opname van water en mineralen zorgen. De kans is zeer groot dat de boom een dergelijke abrupte verplanting niet overleeft.

De boom voorbereiden op het verplanten gebeurt door het wortelverlies in de tijd te spreiden. Minstens twee, maar beter nog drie groeiseizoenen voor de winter waarin de boom verplant wordt, wordt een gedeelte van de wortels weg gesnoeid. Als reactie op het snoeien van de wortels zullen nieuwe wortels gemaakt worden, dicht bij de boom. Daardoor verbetert de doorworteling van de kluit waarmee de boom zal verplant worden. Dit gebeurt het best in het begin van het groeiseizoen, dan is de

afgrendeling van de wonden optimaal. Bovendien heeft de boom zo een volledig groeiseizoen de tijd om nieuwe wortels te vormen.

Het snoeien van de wortels moet handmatig gebeuren met zeer scherp materiaal. Zo kunnen de wortels met een schone snede dwars afgesneden worden. Graaf een sleuf (30 cm breed) rond de boom waarvan de buitenzijde de grootte van de uiteindelijke kluit aangeeft. Als vuistregel wordt voor de diameter van de kluit minimaal 2,5 maal de stamomtrek genomen (3 maal de stamomtrek voor bomen met een diameter <60 cm). Als de voorbereiding over drie groeiseizoenen gespreid wordt (start 2,5 jaar voor verplanting), wordt bij het begin van elk groeiseizoen de sleuf rond een derde van de omtrek gegraven. Als de voorbereiding gedurende twee groeiseizoenen gebeurt (start anderhalf jaar voor verplanting), wordt elk groeiseizoen de helft van de omtrek afgestoken, gespreid over drie zones. De sleuf reikt tot onder de wortelkluit (minstens 80 cm). De sleuf wordt opgevuld met een substraat dat de wortelvorming stimuleert (bv. teelaarde of goed uitgerijpte compost). De buitenzijde van de sleuf wordt bedekt met worteldoek. De gevormde wortelkluit zal zeer fijn beworteld zijn en de nieuwe wortels worden weinig of niet beschadigd bij het verplanten.

Volwassen bomen worden het best voorbereid op verplanting door met wortelsnoei hun wortelgestel gefaseerd kleiner en dichter te maken.



F.4.10.7.2 Het verplanten

Het verplanten zelf gebeurt tijdens de winter volgend op het groeiseizoen waarin de laatste wortels zijn afgestoken. Graaf de wortelkluit uit en beschadig hierbij de nieuw gevormde wortels zo weinig mogelijk. De grond wordt weg gegraven rond het aangebrachte worteldoek en eventuele diepe wortels (afzinkers) worden met de hand dwars op de wortel afgezaagd. Als de boom niet herplant wordt in de onmiddellijke omgeving, wordt de kluit het best beschermd tegen uitdroging door ze te omwikkelen met kluitlappen in jute.

Het verplanten kan ook gebeuren met verplantmachines. Deze drijven grote spades hydraulisch in de grond. Zo wordt de kluit gevormd. De boom wordt opgetild en getransporteerd naar de plantplaats, waar de machine hem in het plantgat zet. Verplantmachines zijn courant beschikbaar voor kluitdiameters tot 3 m. Grotere bomen zullen met een kraan opgetild en verplaatst moeten worden.



Het verplanten van grote bomen kan gebeuren met verplantmachines.

Bij het herplanten moet de boom zeer stevig verankerd worden, aangezien het gaat om bomen die hun definitieve kroon al geheel of gedeeltelijk gevormd hebben. De windwerking zal dus veel groter zijn dan bij jonge bomen. De verankering gebeurt op dezelfde manier als bij jonge bomen, met palen. Gebruik bij voorkeur vier stevige palen die schuin weg van de boom wijzen. Grote bomen kunnen na verplanting ook met kabels vanaf de kroonaanzet aan grondankers vastgemaakt worden. Zorg ervoor dat de wortelkluit goed vast zit, maar er moet toch een zekere windwerking mogelijk zijn zodat de vorming van trekwortels gestimuleerd wordt. Ook bij verplante bomen moet de verankering weggehaald worden zodra de boom voldoende geworteld is en zelf voor zijn stabiliteit kan zorgen (normaal na een drietal groeiseizoenen). Zorg er ook voor dat de oriëntatie van de boom op zijn nieuwe standplaats dezelfde is als die op zijn oude standplaats. Zeker voor soorten met een dunne schors is dit belangrijk, omdat anders zonnebrand kan optreden. Eventueel kan de stam tot aan de kroonaanzet omwikkeld worden met jute.

F.4.10.7.3 Nazorg

Het al dan niet slagen van de verplanting van grote bomen hangt in grote mate af van de nazorg. Er moet regelmatig water gegeven worden tot de groei herneemt en min of meer normale scheutlengtes gevormd worden. De techniek van water geven is dezelfde als bij jonge bomen. De waterhoeveelheden zullen wel veel hoger liggen. De volwassen boom verdampt namelijk veel meer water. Een verplante boom met een diameter van 30 cm vraagt meer dan 500 liter water per waterbeurt. Om te vermijden dat alle lucht uit de bodem gedreven wordt, moet de watergift gespreid worden over meerdere keren, zeker bij dergelijke grote volumes water.

Vanuit de idee dat de kroon in evenwicht moet gebracht worden met de wortels, worden verplante bomen vaak sterk gesnoeid. Hoe meer bladeren er echter aanwezig zijn, hoe meer voedingsstoffen voorradig zijn voor de wortels om hun groei te hernemen. Voorwaarde is dat de boom voldoende water krijgt. Uitlopende knoppen stimuleren ook de wortels om te groeien. Het is dus raadzaam de verplante boom niet automatisch te snoeien. Als er bladeren verwelken, geeft de boom zelf aan dat er moet gesnoeid worden en welke takken moeten gesnoeid worden. In dat geval kan een zwak uitdunnen of uitlichten van de kroon de boom ten goede komen. Haal daarbij vooral takken weg die weinig bijdragen aan de energievoorziening van de boom.

F.4.11 Materiaal en gereedschap

Vroeger werd vooral hakgereedschap zoals bijlen en kapmessen gebruikt bij het bomenbeheer. Wonden waren slordig en de precisie van de snede liet vaak te wensen over, met alle gevolgen van dien: infectie en inrotting van wonden en meestal ook een gebrekkige overgroeiing. De intrede van snoeizagen in het bomenbeheer bracht een grote verbetering mee voor de precisie van snoeiwonden. Zolang men met handgereedschap snoeide, werd op tijd gesnoeid, want dikke takken wegsnoeien kostte te veel moeite. Ook werd meestal een correcte snoeitechniek toegepast, vaak onbewust. Men koos namelijk de minst lastige weg om te snoeien. Dit was de kortste weg, net op de grens tussen tak en takaanzet. Toen de kettingzaag haar intrede deed, werd het steeds gemakkelijker om zonder inspanning ook dikke takken weg te snoeien en vlak langs de stam te zagen. Doordat de zaagsnelheid verhoogt, vermindert vaak de precisie. Het resultaat is stambeschadiging en mogelijk rot. Binnen het huidige professionele bomenbeheer wordt teruggegrepen naar handgereedschap voor secuur snoeiwerk. Om op de plek te raken waar moet gesnoeid worden, zijn verschillende technieken en gereedschappen bruikbaar. De eenvoudigste is de ladder, maar in grote bomen wordt gesnoeid met klimmateriaal of hoogtewerkers. Zorg ervoor dat de veiligheidsvoorschriften altijd gevolgd worden en dat enkel gekwalificeerd personeel omgaat met gereedschap en materiaal.

F.4.11.1 Gereedschap

F.4.11.1.1 Snoeischaren

Snoeiwerk bij jonge bomen (maximaal duimdikke takken) gebeurt het vlotst met handsnoeischaren. Gebruik enkel snoeischaren met een gebogen snijmes dat naast een gebogen aambeeld of contrames snijdt. Snoeischaren met een mes dat tegen een vlak aambeeld snijden, zijn veel minder geschikt: hoe ze ook gebruikt worden, ze geven altijd kneuzingen van het overblijvende takdeel. Om een zuivere snoeiwonde te krijgen met zo min mogelijk kneuzing, wordt gesnoeid met het snijdende deel van de snoeischaar aan de zijde van de stam en het aambeeld weg van de stam.



Snoei altijd met het snijdende deel van de snoeischaar aan de zijde van de stam en het aanbeeld weg van de stam. Zo vermijd je kneuzingen op de takkraag.

F.4.11.1.2 Snoeizagen

Voor iets dickere takken (vanaf duimdikte) worden snoeizagen gebruikt. De moderne trekzagen zijn zeer licht, efficiënt en ze geven een zuivere wondrand door de geharde en gefreesde in plaats van gezette tanden.



Moderne snoeizagen hebben geen gezette, maar gefreesde tanden. Daardoor geven ze een zuivere wondrand.

Er zijn verschillende types snoeizagen voor hard of zacht hout en voor dood of levend hout (de tandsteek en grootte van de tanden verschillen). Ook zijn er gebogen en rechte snoeizagen. Het gebogen zaagblad laat toe om met minder inspanningen bovenhands te zagen. Gebruik de juiste zaag voor de juiste toepassing, dit werkt gemakkelijker, sneller en preciezer.

F.4.11.1.3 Stokzagen

Om snoei bij jonge bomen uit te voeren, bestaan telescopische stokzagen die tot 8 m hoog uitgeschoven kunnen worden. Deze zijn zeer gebruiksvriendelijk voor het uitvoeren van begeleidingssnoei.

Stokzagen zijn zeer gebruiksvriendelijk voor het uitvoeren van begeleidingssnoei.



F.4.11.1.4 Motorkettingzaag

De motorkettingzaag is geen snoeigereedschap. Ze wordt enkel ingezet voor het weghalen van zware afgebroken takken, voor het afbreken van bomen of voor het knotten. Als de motorkettingzaag moet gebruikt worden voor snoeiwerk, dan is dit een teken dat er achterstallige snoei is. Bij het gebruik van een motorkettingzaag moet extra aandacht besteed worden aan een goede zaagtechniek. Door de hoge zaagsnelheid wordt gemakkelijk afgeweken van de correcte zaagsnede. Zelfs als ze niet gebruikt wordt (bv. aan de gordel van een klimmende boomverzorger), kan een motorkettingzaag schade toebrengen aan de stam of de takken door de scherpe zaagtanden.

Er bestaan verschillende types motorkettingzagen, met een verschillend vermogen, gewicht en zaagbladlengte. Gebruik de juiste motorkettingzaag voor de juiste toepassing. Zware motorkettingzagen worden alleen gebruikt voor vellingswerken op de grond, de van boven bediende lichte motorketting-

zagen (de zgn. 'top handles') zijn bedoeld om te gebruiken voor werken in een boom. De motorkettingzaag mag enkel bediend worden door personen die er een opleiding voor gevolgd hebben en met toepassing van alle persoonlijke beschermingsmiddelen. Er bestaan ook motorkettingzagen op stok, al dan niet hydraulisch bediend. Deze zijn bijvoorbeeld handig voor het knotten van hoge knotbomen.



Er bestaan verschillende types motorkettingzagen, gebruik de juiste motorkettingzaag voor de juiste toepassing.

Persoonlijke beschermingsmiddelen bij het gebruik van de motorkettingzaag

Een motorkettingzaag mag nooit gebruikt worden zonder de nodige persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM's) te gebruiken:

- *Zaagbroek: beschermt de benen tegen accidenteel contact met de draaiende ketting.*
- *Zaagschoenen: beschermen de voeten tegen accidenteel contact met de draaiende ketting.*
- *Helm: beschermt het hoofd tegen vallende en zwiepende takken of contact met stam en takken.*
- *Oorbescherming (wettelijk verplicht voor werknemers): beschermt de oren tegen blijvende gehoorschade.*
- *Oogbescherming: beschermt de ogen tegen stof, zaagsel en takken.*
- *Handschoenen: beschermen de handen tegen trillingen, weersinvloeden en oppervlakkige wonden.*



Een motorkettingzaag mag nooit gebruikt worden zonder de nodige persoonlijke beschermingsmiddelen.

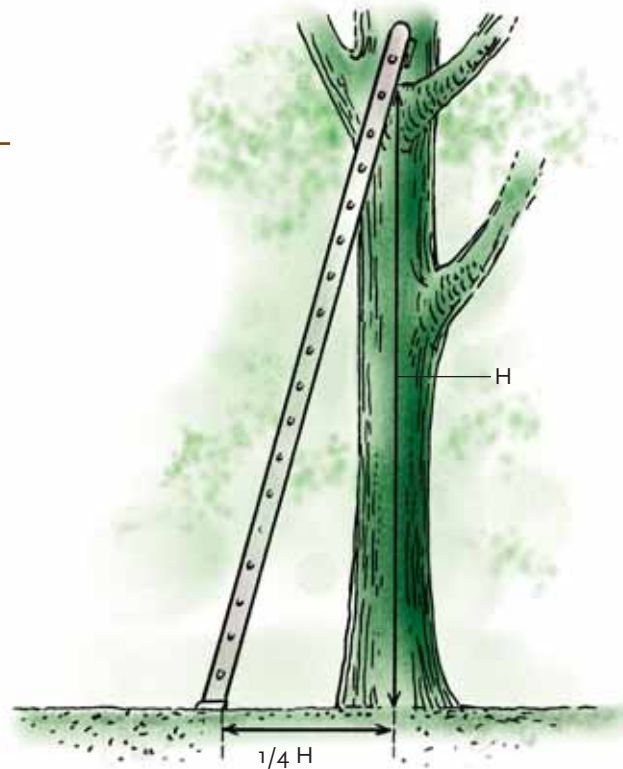
F.4.11.2 Toegang tot de werkplek

Bij werken in bomen wordt vaak op grote hoogte gewerkt. Kies altijd voor de veiligste techniek om een hoogteverschil te overbruggen of op hoogte te werken. Laat alleen voldoende gekwalificeerd personeel werken op hoogte en neem altijd de nodige veiligheidsvoorschriften in acht (zie ook: 'Koninklijk Besluit betreffende het gebruik van arbeidsmiddelen voor tijdelijke werkzaamheden op hoogte' uit 2005 en 'A guide to safe work practice' van EAC, ontwikkeld speciaal voor boomverzorgers).

F.4.11.2.1 Ladder

Een ladder is de eenvoudigste manier om een hoogteverschil te overbruggen. De ladder moet altijd minstens 1 m hoger zijn dan de hoogte waar men moet werken. Zorg ervoor dat de ladder stabiel staat: op een vlakke, stabiele, niet-gladde ondergrond en onder een hoek van maximaal 75 graden (de afstand van de basis tot de boom is dan ongeveer $\frac{1}{4}$ van de hoogte). Als gewerkt wordt op de ladder, moet deze bovenaan vastgemaakt worden. Ook het gebruik van een valbeveiliging (bv. een heupgordel met leeflijn) is essentieel bij het werken op een ladder. Dit komt zowel de veiligheid als het werkgemak ten goede. Werk nooit met een kettingzaag op een ladder.

De ladder staat maximaal onder een hoek van 75°, de afstand van de basis tot de boom is dan ongeveer $\frac{1}{4}$ van de hoogte.



Zorg er altijd voor dat de ladder de boom niet beschadigd. De delen die de boom raken, zijn bij voorkeur afgerond en bekleed met rubber.

F.4.11.2.2 Hoogtewerker

Een hoogtewerker is een veilige manier om op plaatsen te komen waar een ladder niet meer gebruikt kan worden. Hij kan gebruikt worden om een hoogteverschil te overbruggen of om werken uit te voeren. Gebruik een hoogtewerker nooit om lasten op te vangen, enkel voor het transporteren van personen en essentieel materiaal. Respecteer altijd het maximale belastingsvermogen van de machine. Ook bij gebruik van een hoogtewerker is een valbeveiliging aanbevolen.



Een hoogtewerker is een veilige en snelle manier om werken in de boomkroon uit te voeren. (Foto Arthur De Haeck)

Een nadeel van een hoogtewerker is dat je tijdens het werk alleen toegang hebt tot de kruin van de boom. De binnenkroon en de stam zijn doorgaans moeilijker bereikbaar. Beschadig de boom niet tijdens pogingen om toch op moeilijk bereikbare plaatsen te komen.

F.4.11.2.3 Klimtechnieken

In de boomverzorging wordt de laatste jaren veel gebruik gemaakt van klimtechnieken. Daarbij positioneert en beveiligt de boomverzorger zich door middel van touwen en een klimuitrusting. Het grote voordeel is de grote mobiliteit van de klimmer in de kroon: zo goed als alle plaatsen in de boom zijn bereikbaar. De kans op beschadiging van de boom is bovendien miniem. Het verantwoorde gebruik van klimtechnieken vraagt een uitgebreide opleiding en kwalitatief materiaal. Laat nooit iemand onbeveiligd in een boom klimmen om er werken uit te voeren.



Klimtechnieken bieden een grote mobiliteit in de kroon, maar vragen een uitgebreide opleiding en kwalitatief materiaal.

Een hoogtewerker en klimtechnieken kunnen gecombineerd gebruikt worden. Daarbij worden hoogteverschillen snel overbrugd met de hoogtewerker en gebeuren de werken in de kroon door middel van klimtechnieken.

F.4.11.2.4 Klimsporen

Klimsporen worden nooit gebruikt voor snoeiwerkzaamheden. Sporen veroorzaken talloze wonden aan de stam en de takken. Ze worden enkel gebruikt om bomen die geveld worden af te breken of bij reddingsoperaties.

Sporen veroorzaken vele wonden en worden enkel gebruikt om bomen te vellen of bij reddingsoperaties.

