

Bomen in grondophogingen



Foto Hans Kaljee

Het maaiveld rond deze vleugeloot is tijdens renovatie van dit park licht opgehoogd. Enkele jaren na de ophoging ontstaat een open kroon.

In 2010 heeft de auteur in opdracht van de gemeente Rotterdam een adviesrapportage opgesteld over de gevolgen van grond-ophogingen voor bomen. Bomen publiceert in twee artikelen een verkorte versie van dit rapport. In deze aflevering komen de effecten van ophogingen aan de orde; in Bomen 17 de belangrijkste conclusies en aanbevelingen. Op www.kpb-isa.nl is de integrale versie van het rapport beschikbaar.

JITZE KOPINGA, CENTRUM LANDSCHAP, ALTERRA WAGENINGEN UR

Inleiding

In het boombeheer wordt men vaak geconfronteerd met noodzakelijke grondophoging. Ophoging is één van de meest bedreigende activiteiten voor bomen: als gevolg van grondophoging blijft de gemiddelde leeftijd van bomen sterk achter bij de normale leeftijdsverwachting. Bij de afwegingen om bomen te behouden of te vervangen is het zinvol om meer te weten over de gevolgen van ophoging voor verschillende boomsoorten en over de effecten van maatregelen als aangepaste substraten, bodemventilatiesystemen, ontwateringsystemen en het verplanten of omhoog brengen van bomen.

Noodzaak tot ophogen

Bodemzakking is een typisch fenomeen op veen- en kleigronden in het westen van het land. Door inklinking zakken de bodem en de daarop liggende wegen en beplanting ten opzichte van overige structuren zoals bebouwing. Om de verzakkingverschillen niet te groot te laten worden, worden wegen regelmatig 'geherprofileerd', waarbij het wegdek inclusief berm en soms ook de ondergrondse infrastructuur omhoog wordt gebracht met zand of andere ophooggrond.

Gevolgen voor bomen en beheer

De aard en omvang van de ophoging, de boomsoort en de leeftijd van de boom bepalen hoe bomen ophogingen verdragen. Doorgaans doorstaan bomen een ophoging slecht. Meestal loopt hun conditie terug, soms sterven ze zelfs. Dit geldt vooral voor de bomen in verharde straatprofielen. Ook als de bomen nog kunnen worden verplant of gelicht, gaat dat bijna altijd ten koste van de conditie van de boom. Bovendien vergen bomen, waarbij regelmatig is opgehoogd, extra aandacht vanwege een verhoogde kans dat er gebreken ontstaan die de stabiliteit en dus de veiligheid beïnvloeden. Een aantal boomsoorten zal ophoging trachten te overleven door snel nieuwe wortels te vormen, met als gevolg dat deze bomen door wortel- of druk ineen schade kunnen veroorzaken.

Deel 1: Effecten van ophoging

Bodemplucht- en -waterhuishouding

Zuurstofbehoefte en -transport

Bij energievergende processen verbrandt de boom suikers, met zuurstof uit de buitenlucht. Boomwortels verbruiken de bodemzuurstof in de poriën tussen de vaste bodembestanden, die continu vanuit de buitenlucht wordt aangevuld. Door diffusie verplaatsen de gassen zich. De mate waarin zuurstof wordt getransporteerd hangt af van het concentratieverschil, de diffusieweerstand van de bodem en de lengte waarover het transport plaatsvindt. Deze factoren bepalen gezamenlijk de diepte waarop in de zuurstofbehoefte van de boomwortel kan worden voorzien. Beneden deze diepte kunnen de wortels van de meeste bomen niet meer functioneren en worden geen wortels meer gevormd.

Bodemwater en bodemzuurstof

In poriën die geheel met water zijn gevuld kan geen zuurstofdiffusie plaatsvinden. Daarom ontwikkelen boomwortels zich meestal niet dieper dan het laagste niveau van de grondwaterstand. Bij permanente verhoging van de grondwaterstand blijven de wortels van zuurstof verstoken en sterven ze af.

Diffusieweerstand

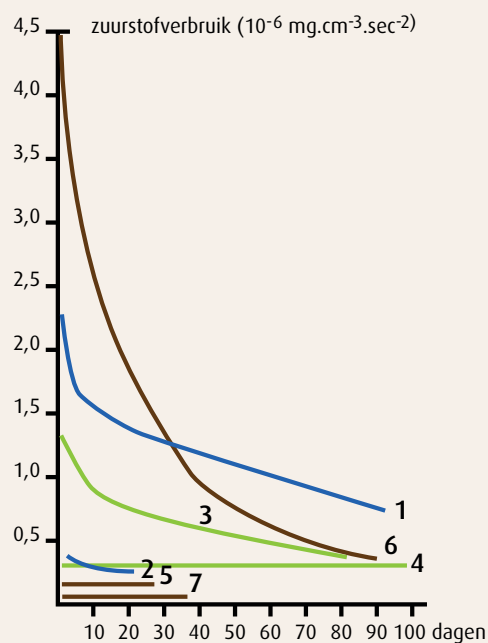
Het poriënvolume en het aandeel van deels met lucht gevulde poriën zijn bepalend voor de diffusieweerstand. Een grofkorrelige, niet verdichte zandgrond heeft een diffusieweerstand (W) voor zuurstof van ongeveer 2500 sec/cm en is tot vele meters diepte doorwortelbaar.

Fijn zandige zavel en gerijpte humeuze klei hebben een diffusieweerstand van 13.000 tot 15.000 sec/cm; de beworteling is daarmee vaak beperkt tot een à anderhalve meter diepte. Als regel is de grondlaag met de grootse diffusieweerstand bepalend voor de totale hoeveelheid zuurstof die tot een bepaalde diepte kan doordringen. Zo kan de aanwezigheid van een asfaltlaag ($W > 1.000.000$ sec/cm) het doordringen van zuurstof geheel verhinderen. Ook onder een dichtbestrate verharding is de diffusieweer-

stand zo hoog (100.000 sec/cm) dat er slechts mondjesmaat zuurstof wordt doorgelaten.

Overig bodemzuurstofverbruik

Bodemzuurstof wordt niet alleen door boomwortels geconsumeerd, maar bijvoorbeeld ook bij processen rond de afbraak van organische stoffen. De hoeveelheid bodemzuurstof die daarvoor nodig is hangt af van de 'versheid' van het organische materiaal. De vertering van verse teelaarde van een venig weiland vergt aanmerkelijk meer zuurstof dan de verdere afbraak van reeds twee jaar gerijpte teelaarde van hetzelfde weiland (figuur 1).



De volgende materialen zijn gemengd met kalkrijk zand tot een organische-stofgehalte van ongeveer 5% (m.u.v. punt 7)

1. zuiveringszand, pas uitgerijpt
2. zuiveringszand als 1, na 550 dagen in aerob plantgat
3. venig weilandoppervlak
4. venig weilandoppervlak als 3, na 3 jaar opslag in depot
5. verbruik wanneer 4% van de organische stof per jaar oxideert
6. mengsel als 4 met daar aan toegevoegd 1% organische mest (8.7.7. NPK)
7. verbruik van boomwortels in één meter dikke laag: 100 mg O₂/m² uur.

Figuur 1. Zuurstofverbruik bij afbraak in de bodem van diverse typen organische stof. Bron: Atsma & in 't Velt, 1999.

Bij meerdere zuurstofconsumerende processen in de bodem blijft er minder zuurstof over die beschikbaar is voor de boomwortels. Wanneer het zuurstofgehalte van de bodemlucht daalt beneden de 10 à 12% treden er al storingen op in de normale wortelfuncties; bij langdurige afwezigheid van zuurstof gaan wortels afsterven.

Tolerantiemechanismen van bomen

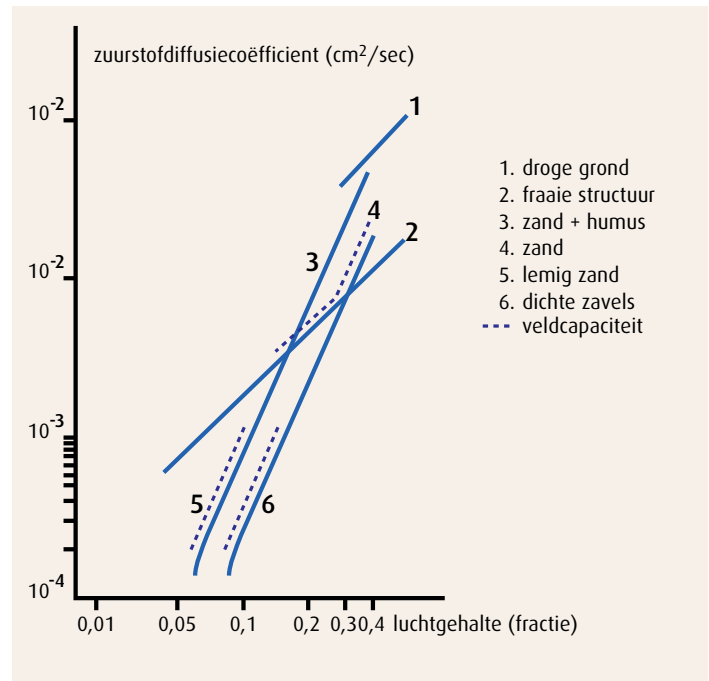
Sommige boomsoorten doorstaan een ophoging vrij goed, andere gaan te gronde aan de gevolgen ervan. De tolerantie voor een ophoging heeft vooral te maken met het vermogen om tijdelijke bodemzuurstoftekorten te overleven, de 'flooding tolerance'. Als regel zijn de boomsoorten die van nature voorkomen op overslaggebieden langs rivieren (populier, wilg, els) relatief tolerant en zijn soorten die van nature voorkomen op hogere gronden gevoeliger. Ook de tolerantiemechanismen verschillen. Sommige boomsoorten schakelen voor de energieomzetting in de wortels over op een andere wijze van verbranding van suikers (gisting in plaats van verbranding), waardoor hun wortels toch blijven leven. Soms vormen ze aparte wortels die dit vermogen hebben. Niet alle bomen kunnen zich zo aanpassen en bij bomen die het wel kunnen is het rendement zo laag dat het altijd resulteert in een slechtere groei.

Effect van grondophoging

Ophooggrond en zuurstofdiffusie

Zuurstofdiffusie staat of valt met de aanwezigheid van voldoende luchtgevulde poriën in de bodem. Beneden een bepaalde waarde vindt nauwelijks meer zuurstofdiffusie plaats. De keuze van het materiaal waarmee wordt opgehoogd, bepaalt dus hoeveel zuurstof na ophoging de dieper gelegen wortels nog kan bereiken.

Ook de structuur van de grond speelt een rol. In een gestructureerde kleigrond is bij een met lucht gevuld poriënvolumen van 10 volumeprocent nog voldoende zuurstofdiffusie naar de



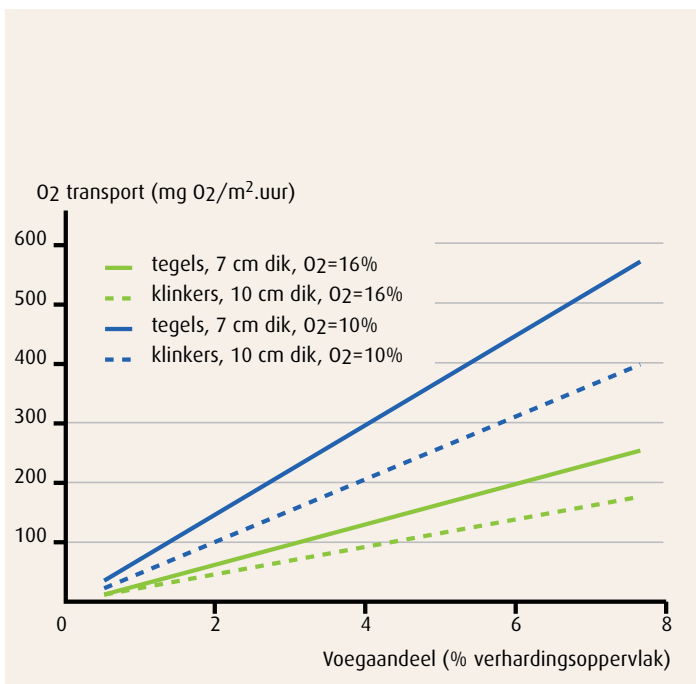
Figuur 2. De afhankelijkheid van zuurstofdiffusie van het aandeel luchtgevulde poriën in verschillende gronden.
Bron: Atsma & In 't Velt, 1999.

ondergrond mogelijk. Wanneer in die kleigrond ook nog grote doorlopende poriën en gangen zitten, kan bij 5% luchtgevulde poriën al voldoende zuurstofdiffusie plaatsvinden. Voor een structuurloze zandgrond (vaak gebruikt als ophoogzand) is de praktische ondergrens circa 20% poriënvolumen.

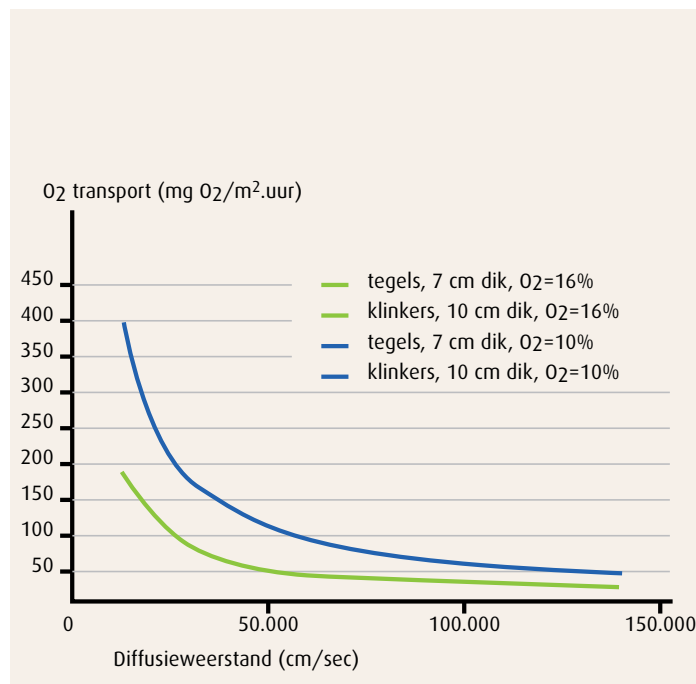
De zuurstofdoorlatendheid van materialen, waaronder gronden, wordt uitgedrukt in zuurstofdiffusiecoëfficiënt: $D(O_2)$. In figuur 2 is aangegeven hoe de diffusiecoëfficiënt zich verhoudt tot het aandeel luchtgevulde poriën in een bodem.

Verharding

Invloeden die het poriënvolumen van een grond verkleinen, zoals berijden of versmeren, verminderen ook het luchtgehalte. De meeste verhardingsmaterialen hebben poriënvolumes die geen zuurstofdiffusie toelaten. Het transport van zuurstof naar de ondergrond vindt dan uitsluitend plaats via de (met zand gevulde) voegen tussen de verhardingselementen. Hoe breder de voegen, hoe beter de zuurstofdiffusie naar de ondergrond (figuur 3 en 4). De keuze van het verhardingsmateriaal en de wijze van bestraten kunnen veel invloed hebben op de bodemluchthuishouding.



Figuur 3. Invloed van het voegaandeel (afhankelijk van de wijze van bestraten) en de diepte van de voeg (afhankelijk van de dikte van het verhardingselement) op de toename van het zuurstoftransport door tegel- en klinkerverhardingen, met daaronder een zuurstofgehalte in de bodemlucht van resp. 10 en 16%. Bron: Kopinga, 1997.



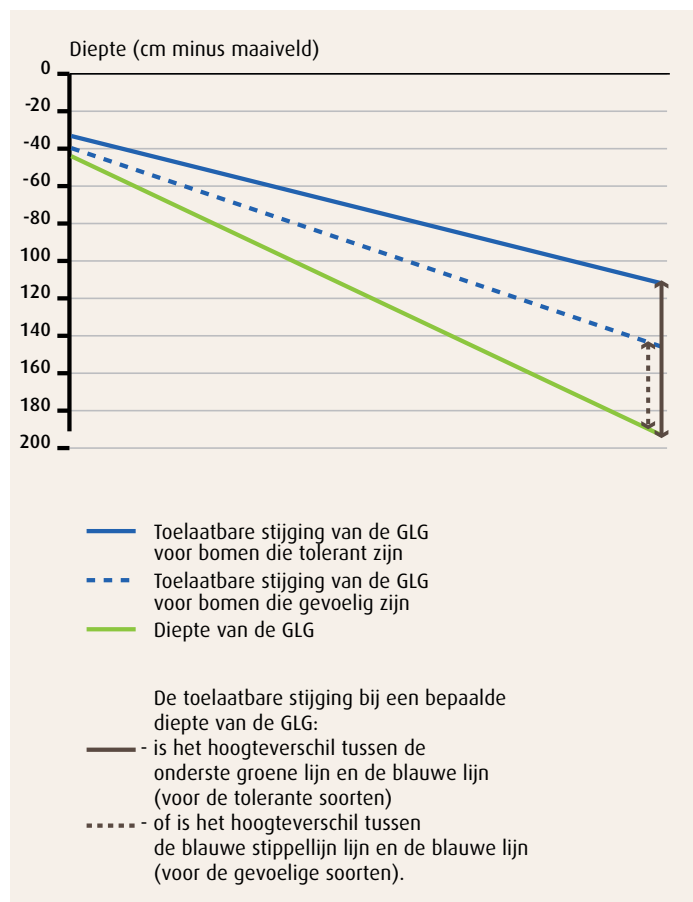
Figuur 4. Invloed van de diffusieweerstand op het zuurstoftransport door een aantal veelvoorkomende verhardingstypen met daaronder een zuurstofgehalte in de bodemlucht van resp. 10 en 16%. Bron: Kopinga, 1997.

Ophoging en waterhuishouding

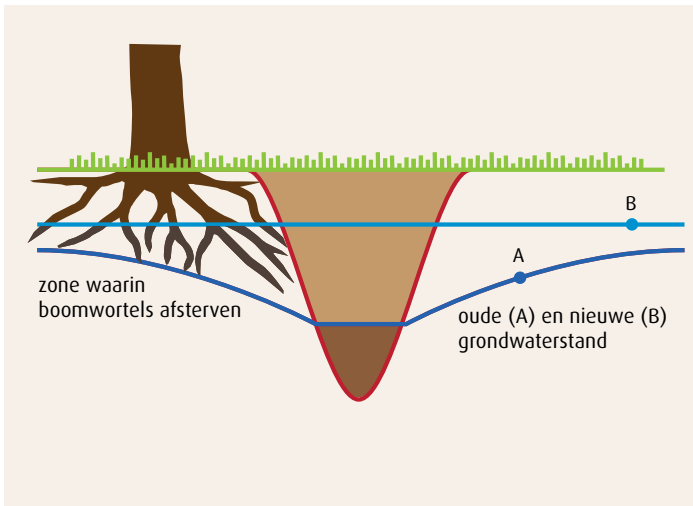
Alleen al door het zakken van de bodem stijgt vaak het grondwaterniveau ten opzichte van het maaiveld. Door ophoging kan plaatselijk het grondwater nog extra stijgen. Ook kan door verdichting van de ondergrond (door berijden) het poriënvolume van de ondergrond verminderen, waardoor de stijghoogte van het grondwater toeneemt, omdat de poriën zich volzuigen ('sponswerking').

Het is niet altijd mogelijk en soms zelfs niet wenselijk om de stijging van het grondwater tegen te gaan. In bijzondere gevallen kan detailontwatering (die zich beperkt tot de groeiplaats van afzonderlijke bomen) een oplossing bieden.

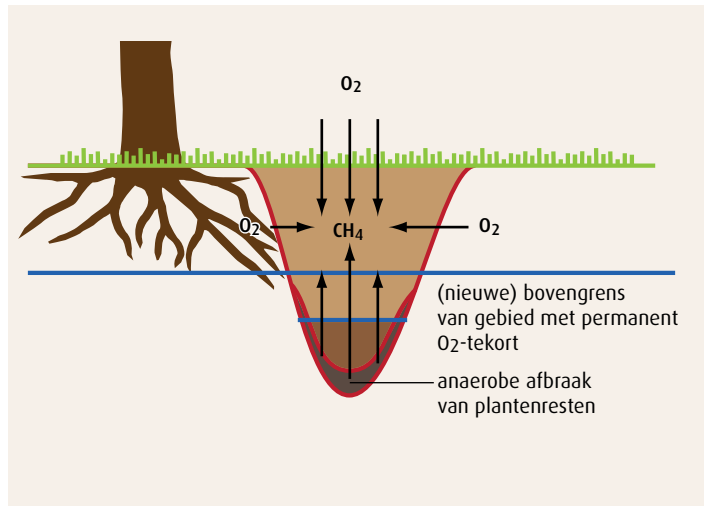
Overigens kunnen bomen wel enige mate van 'vernating' verdragen. Naast 'flooding tolerance' en leeftijd zijn de oorspronkelijke diepte van het gemiddelde laagste grondwaterpeil (GLG) en de verdeling van de beworteling bepalend. Op een bodem met een hoge GLG kunnen bomen veel minder grondwaterstijging verdragen dan op een grond met een lage GLG (figuur 5).



Figuur 5. De toelaatbare stijging bij een bepaalde diepte van de GLG is het hoogteverschil tussen de onderste lijn en de stippellijn (voor de tolerante soorten) of de onderbroken lijn (voor de gevoelige soorten). Bron: Kopinga, 2009.



Figuur 6. Het effect van het dempen van een sloot in gebieden met een permanent hoge grondwaterstand.
Bron Kopinga, 1981.



Figuur 7. Zuurstofconsumptie door de microbiële omzetting van moerasgas dat zich op grotere diepte heeft gevormd bij de anaerobe afbraak van organisch materiaal.
Bron Kopinga, 1981.

Gedempte sloten

Het verleggen of dempen van sloten zorgt vrijwel altijd voor grondwaterstijging (figuur 6). Bovendien is het afbreken van plantenresten uit een voormalige, al wat oudere sloot een zuurstofconsumerend proces, dat een extra aanslag vormt voor de zuurstofvoorraad in de bodem (figuur 7).

Chemische kwaliteit van ophoogmateriaal

Als de nieuw opgebrachte toplaag geschikt moet zijn voor wortelontwikkeling kunnen eisen worden gesteld aan de zuurgraad, het gehalte aan minerale bestanddelen en organische stof van de ophooggrond. Bij een laag cunetzand onder wegen dient alleen rekening te worden gehouden met het zoutgehalte. Zout spoelt uit en kan zoutschade aan bomen veroorzaken.

Wel of geen nieuwe wortelvorming

Onder meer vanwege wortelopdruk is wortelvorming in de nieuwe toplaag niet altijd gewenst. Nieuwe wortelvorming is niet noodzakelijk indien er na ophoging voldoende doorwortelbare ruimte voor de boom overblijft.

Als vuistregel geldt dat een stadsboom per m² kroonprojectie 0,5 tot 0,75 m³ aan doorwortelbare ruimte nodig heeft, afhankelijk van de bereikbaarheid (benutting door de boom) van het grondwater. Wanneer deze norm niet wordt gehaald, kan men beter besluiten de opgebrachte grond doorwortelbaar te maken en te houden.

Nazakking van de bodem

Om verwachte nazakking te compenseren, wordt de grond bij bomen soms extra opgehoogd. Op welke manier het gewicht van de boom bijdraagt aan nazakking is niet eenvoudig vast te stellen en hangt samen met onder meer windkrachten, oppervlakte van de wortelprojectie, ouderdom en habitus van de boom en uitdroging van de grond door de boom zelf. Klei- en veenbodems kunnen tot 15 à 18% krimpen als gevolg van wateronttrekking door bomen. Doordat bij uitdroging de kleideeltjes dichter bijeen komen te zitten, neemt de draagkracht van de bodem bij uitdroging eerder toe dan af.

Ophoging is één van de meest bedreigende activiteiten voor bomen