



# Urban soils, door de mens beïnvloede bodems

## Deel 1: Een kijk op verdichting

Bij een natuurlijke bodemvorming ontstaat een bodem met voldoende verdichting die stabiel is, maar ook open genoeg om planten de mogelijkheid te geven erin te kunnen wortelen. Er zijn maar weinig plaatsen met een dermate hoge verdichting dat planten zich er niet in kunnen vestigen. Menselijke activiteit veroorzaakt vaak verdichting en heel af en toe minder. Om goede groeicondities te krijgen moet het verdichtingsniveau van een bodem waar we mee werken bekend zijn. Wanneer een bodem gaat verdichten worden de organische bindmiddelen in de bodem verbroken en worden de bodemdeeltjes samengedrukt, zodat de poriënruimte wordt opgevuld. Stel je maar eens voor dat je op een zak popcorn gaat staan, de krokante popcorns worden gekraakt en het is niet meer mogelijk om de ruimtes die ertussen zaten terug te krijgen. Hetzelfde geldt voor de bodem. Waar de poriënruimte verloren gaat, kan er geen water of lucht meer in zitten en moeten de wortels harder werken om in de bodem door te kunnen dringen. Gevolg is dat de planten minder water vinden en in hun wortelgroei worden beperkt.

Auteur: James R. Urban

### Poriënruimte

In een goede natuurlijke bodem maken de mineralen 50 procent uit van het totale volume. Minder dan 5 procent bestaat uit organisch materiaal, variërend van bacteriën, insecten en hun uitwerpselen, wortels en resten van ontbindend plantenmateriaal. Het overblijvende deel van de bodem, bijna de helft, is met water en lucht gevulde poriënruimte waarvan de water/luchtverhouding wordt beïnvloed door het heersende weertype. De poriënruimte is van cruciaal belang voor de plantengroei. Figuur 1 laat de verhoudingen in een natuurlijke bodem zien en hoe dichtheidsveranderingen deze verhoudingen kunnen beïnvloeden.

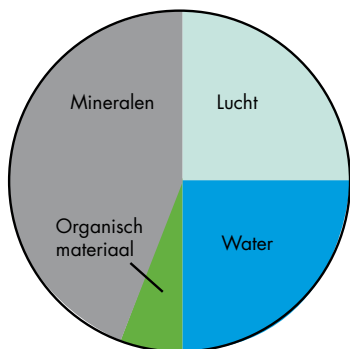
### Bodemtypes en reactie op verdichting

De textuur is in grote mate bepalend voor de mate waarmee een bodem kan worden verdicht tot het punt waarop de doordringing van water en/of wortels wordt gehinderd. Er bestaat een eindeloos groot aantal variaties aan bodemtexturen. Om het niet al te complex te maken, zullen we de bodemtexturen indelen in slechts vier types, gebaseerd op de verschillende reactie op verdichting in door de mens beïnvloede bodems.

- Grofkorrelige bodem: Voornamelijk grote zanddeeltjes. Behoudt zelfs bij verdichting een grote poriënruimte.

- Fijnkorrelige bodem: Bevat voornamelijk klei, slib en fijne zanddeeltjes. Heeft bij verdichting weinig bruikbare poriënruimte.
- Fijne of gelijkmatig gegradeerde bodem: Gelijkmatige distributie van deeltjes van alle groottes. Er is voor elke porie wel een deeltje dat deze op kan vullen. Deze bodems kunnen zelfverdichtend zijn of op zijn minst makkelijk worden verdicht. Ingenieurs waarderen deze bodems hierdoor en gebruiken ze bijvoorbeeld op bouwlocaties.
- Discontinue of slecht gegradeerde bodem: Bevat zowel fijne als grove deeltjes, maar geen

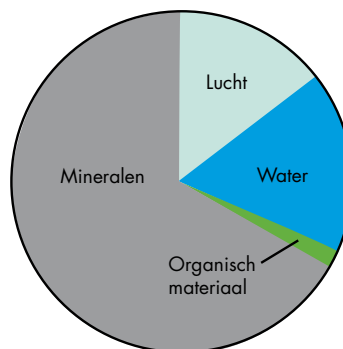
Stevigheid (mineralen en organisch materiaal): 50 procent  
 Open ruimte (water en lucht): 50 procent  
 De lucht/waterverhouding hangt af van het weer



Figuur 1a: Samenstelling van ideale bosgrond

Stevigheid (mineralen en organisch materiaal): 70-80 procent  
 Open ruimte (water en lucht): 20-30 procent  
 De lucht/waterverhouding hangt af van het weer

Mineralen, organisch materiaal minder dan 1 procent lucht, water



Figuur 1b: Samenstelling van stedelijke grond

deeltjes met een grootte daar tussenin. Dit type is doorgaans goed tegen verdichting bestand en bevat grote poriën. Ze belemmeren de wortelontwikkeling zelden, zelfs niet bij een grote mate van verdichting. Dit type komt in de natuur weinig voor en wordt gewoonlijk aangemaakt.

**Verdichtende krachten**

Bodemverdichting begint met de eerste persoon die over de bodem loopt. Een persoon die honderd dagen achtereen een keer per dag over een pad loopt, creëert dezelfde mate van verdichting als honderd personen die dat tegelijk op dezelfde dag doen. We gaan hier uit van een constant wateraandeel in de bodem gedurende alle dagen. Water werkt op de bodemdeeltjes als een smeermiddel en vergroot de kans op verdichting. Dus op regenachtige dagen is de uitwerking van de verdichting groter dan op droge dagen. De mate van verdichting neemt af met de diepte. Een belasting plant zich niet alleen recht naar beneden voort, maar verspreidt zich ook zijwaarts onder een hoek van ongeveer 45 graden gezien vanuit de bron. Door deze verspreiding wordt de belasting recht onder de bron snel kleiner. Een druk van 1 kilo per vierkante meter op de oppervlakte is op 30 centimeter diepte al afgenomen tot 0,11 kilo per vierkante meter en nog eens 30 centimeter dieper maar 0,011 kilo per vierkante meter.

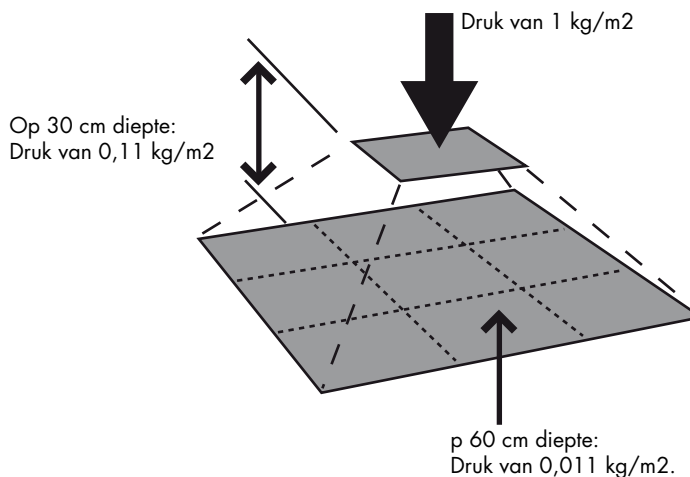
Om een consistente verdichtinggraad in een bodem te bereiken, (verdichting is ook wel eens gewenst, in tegenstelling tot wat wij in het algemeen op golfbanen gewend zijn) stellen ingenieurs specificaties op voor de uitvoerders

van bouwprojecten. De uitvoerders moeten die per laag realiseren. Zo kan de verdichting voor een bed onder een gepland wegdek worden gespecificeerd in lagen van 15 tot 20 centimeter dik. In bodems met een andere bestemming kunnen specificaties worden opgesteld voor lagen met een dikte van 25 tot 30 centimeter. Voor een bodem die moet worden beplant zal de verdichting worden bepaald in een laag met een dikte van 30 tot 60 centimeter.

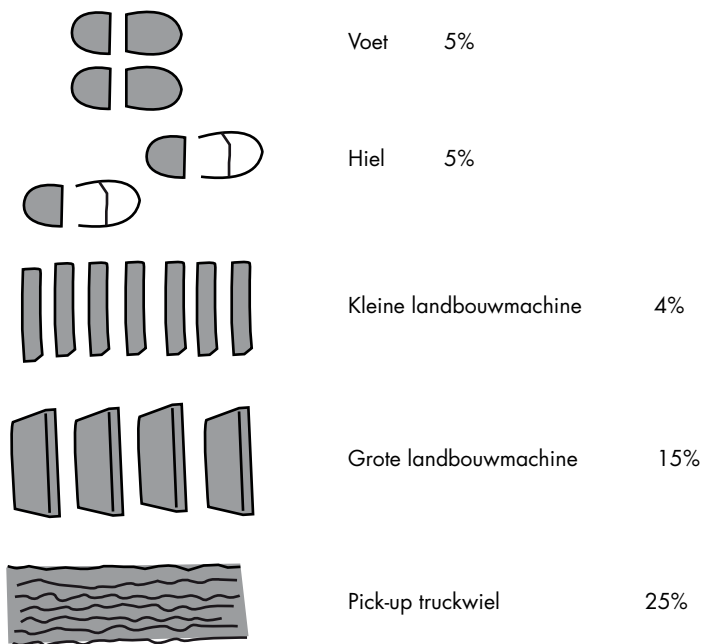
In Figuur 2 wordt de voortplanting van verdichting in de bodem weergegeven. Bij een grote gewenste verdichting wordt de bodem meestal getrild, zodat de deeltjes beter tegen elkaar aan gaan liggen. Trillen kan ook het samenklonteren van de kleideeltjes teniet doen,

**Er bestaat een eindeloos groot aantal variaties aan bodemtexturen.**

zodat de afzonderlijke deeltjes zich beter door het profiel verspreiden. Zoals al eerder gezegd kan het toevoegen van water aan de bodem helpen bij het beweeglijk maken van de deeltjes. Dit geldt echter tot op zekere hoogte, wanneer er teveel water wordt toegevoegd gaan de deeltjes in het water zweven en wordt de verdichtingsdruk niet meer goed doorgegeven. Een deel van deze druk wordt weer naar de oppervlakte toe



Figuur 2: Een belasting plant zich niet alleen recht naar beneden voort, maar verspreidt zich ook zijwaarts onder een hoek van ongeveer 45 graden gezien vanuit de bron. Door deze verspreiding wordt de belasting recht onder de bron snel kleiner. Een druk van 1 kg/m<sup>2</sup> op de oppervlakte is op 30 cm diepte al afgenomen tot 0,11 kg/m<sup>2</sup> en nog eens 30 cm dieper maar 0,011 kg/m<sup>2</sup>.



Figuur 3: Percentage verdichting van het totale grondvolume door drukuitoefening door voetgangers en voertuigen.

gericht en zie je dat de bodemdeeltjes rondom het verdichtingpunt omhoog willen komen. Dit wordt in de civieltechniek 'pompen' genoemd en is een indicatie dat de verdichting niet effectief is. De juiste verhouding tussen verdichtingdruk en trillen kan ervoor zorgen dat een bijzonder grote mate van verdichting haalbaar is. Prachtig voor de civiel ingenieur, maar een nachtmerrie voor een ontwerper die in deze grond ook nog eens bomen wil planten. Het gewicht van de bodem is ook een van de verdichtende factoren. In een natuurlijke bodem zien we dat de verdichtinggraad groter wordt naarmate de diepte toeneemt. We zagen al dat verdichting door oorzaken van buiten met de diepte afneemt omdat er een zijwaartse verspreiding is. Deze afname stopt op het punt waarop de verdichting de normale waarde heeft bereikt door het gewicht van de bodem. Beneden deze diepte neemt de verdichting weer toe. De verdichting neemt op grotere diepte ook toe met de tijd. Het gewicht van de bodem drukt continue op de bodem eronder tot een balans is ontstaan tussen dat gewicht en de weerstand eronder. Natuurlijke bodems kunnen erg stabiel zijn, in tegenstelling tot gemengde bodems die er jaren over kunnen doen om te stabiliseren. Ingenieurs lossen dit op door bovenop een instabiele bodem zoveel grond aan te brengen dat het geheel na een vooraf berekende tijd zover is ingeklonken dat de gewenste verdichting is bereikt. De

verdichtingdruk is een functie van zowel het gewicht van een object als de oppervlakte waarover dit gewicht is verdeeld. Rupsvoertuigen en voertuigen met lage druk banden werken veel minder verdichtend dan standaard voertuigen. De druk die door een persoon wordt uitgeoefend is groter dan de meesten denken en groter dan de druk die de meeste voertuigen uitoefenen. Dit komt door de vrij kleine oppervlakte van de voetafdruk en het relatief grote gewicht.

#### Kalkkorsten, kleipakketten, fragipans, horizonten en ploegzolen

In elke bodem kunnen storende lagen voorkomen die het water en wortels moeilijk maken erin door te dringen. Deze lagen kunnen wateroverlast veroorzaken en er kunnen in het profiel verschillende types onder elkaar voorkomen, gescheiden door een grensvlak. Een aantal verschillende soorten lagen zijn:

- Kalkkorsten, worden in het westen van de Verenigde Staten vaak aangetroffen en zijn lagen die ontstaan wanneer bodemdeeltjes aan elkaar kleven door kalk- of magnesiumhoudende stoffen.
- Kleipakketten, lagen die zijn gevormd door de opeenhoping van kleideeltjes.
- Fragipans, lagen die zijn gevormd door

verdichting.

- Horizonten, een algemene benaming voor zowat elk type storende laag en wordt soms gebruikt om een laag aan te duiden die is ontstaan doordat bodemdeeltjes door inwerking van kalk, silicium of organisch materiaal aan elkaar gaan plakken.
- Ploegzolen, lagen die ontstaan door het herhaaldelijk verdichten door de onderkant van een ploeg.

#### Grensvlakken

Een grensvlak (algemene term) of abrupte begrenzing (wetenschappelijke term) is een scherpe overgang tussen twee verschillende horizonten en is het gevolg van een sterke verandering tijdens het ontstaansproces van de bodem. Wortels en water kunnen hier maar met moeite in doordringen. Mineralen en/of kleideeltjes kunnen hier ophopen, zodat er korsten, kleipakketten, fragipans of horizonten kunnen ontstaan. Water dat zich boven dit grensvlak ophoopt, noemen we een schijnspiegel.

#### Veranderingen in de bodemverdichting

Vorst, dooi, uitzetten of krimpen van de bodem verminderen de verdichting, vooral indien ze gepaard gaan met een grote mate van biologische activiteit. Dit proces voltrekt zich het snelst in koude en natte klimaatzones, maar het kan veel winters duren voordat een verdichte bodem zich herstelt. Mulchen stimuleert de biologische activiteit in de bodem, werkt vochtvasthoudend en stimuleert het herstel van verdichting. Licht verdichte bodems en bodems die alleen maar in de toplaag verdicht zijn, herstellen sneller wanneer een laag mulch wordt aangebracht. In warme en droge klimaatzones kan de bodem permanent verdicht blijven. Indien die bodem op een punt komt waarbij de wortelpenetratie en het bodemleven zeer sterk worden gehinderd heeft mulchen weinig effect meer.

*James Urban is een Canadees wetenschapper en landschapsarchitect. Hij is wereldwijd een van de bekendste specialisten op het gebied van het bomen in de stedelijke ruimte. Dit artikel is de eerste uit een serie artikelen die in dit vakblad geplaatst zal worden.*