

Inhoudsopgave

Inleiding	2
1.0 Grond herkennen, wat is dat voor spul?	3
1.1 Ontstaan van de bodem.....	3
1.2 De bestanddelen van de grond.....	6
1.3 Granulaire samenstelling.....	7
1.4 De benaming van de grondsoorten naar granulaire samenstelling	8
1.4.1 Eigenschappen van de zandfractie.....	8
1.4.2 Eigenschappen van de kleifractie.....	8
1.5 Organische stof	9
1.5.1 Humus.....	9
1.5.2 Veen	10
1.6 De herkenning van de grondsoorten.....	11
1.7 Samenvatting.....	12
2.0 Grondbewerking, aan de slag!	13
2.1 Structuur	13
2.1.1 Structuur van de grond	13
2.1.2 Kenmerken van een slechte structuur	14
2.1.3 Korrel en kruimelstructuur.....	15
2.1.4 Andere structuren	15
2.1.5 Oorzaken van structuurbederf.....	16
2.1.6 Verbetering van de structuur.....	16
2.2 Bodemwarmte.....	17
2.3 Grondbewerking.....	18
2.3.1 Waarom grondbewerking?	18
2.3.2 Waarom diepe grondbewerking?.....	18
2.3.3 Grondwerkingsmethoden	19
2.4 Samenvatting.....	20
3.0 Grondverzet en egalisatie	21
3.1 Bodemprofiel	21
3.2 Bodemclassificatie.....	24
3.2.1 Orden	24
3.3 Bodemlucht	26
3.3.1 Functie van bodemlucht	26
3.3.2 Luchtverversing is noodzakelijk.....	27
3.4 De waterhuishouding.....	28
3.4.1 De functie van het water met betrekking tot bodem en plant.....	28
3.4.2 Afvoer van water	29
3.4.3 Drainage	30
3.5 Grondverzet en egalisatie	31
3.5.1 Uitlevering en klink	32
3.6 Samenvatting.....	33
4.0 Grondverbetering.....	34
4.1 Wortelontwikkeling	34
4.2 Zuurgraad.....	35
4.3 Het bodemleven.....	36
4.3.1 Microleven	36
4.3.2 Macroleven.....	38
4.4 Samenvatting.....	39
5.0 Gebruikte Literatuur	40

Inleiding

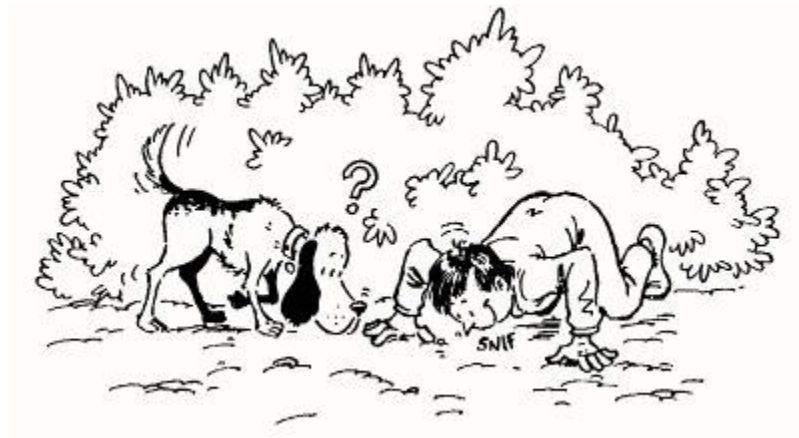
Elke plant heeft een milieu nodig om in te groeien. Naast klimaat spelen ook de bodemomstandigheden een grote rol. De bodem is immers het grond(beginsel) voor elke hovenier of groenvoorziener.

Grond(beginsel) geeft je veel basisinformatie over bodem en bodemomstandigheden.

In dit boek hebben we niet gekozen om alles diepgaand te behandelen. Wil je meer weten dan staat ook onze mediatheek tot je beschikking en... kijk ook eens op internet! Ook daar is veel informatie te vinden.

Namens het docententeam wensen we je veel leerplezier,

J.Helmers



1.0 Grond herkennen, wat is dat voor spul?

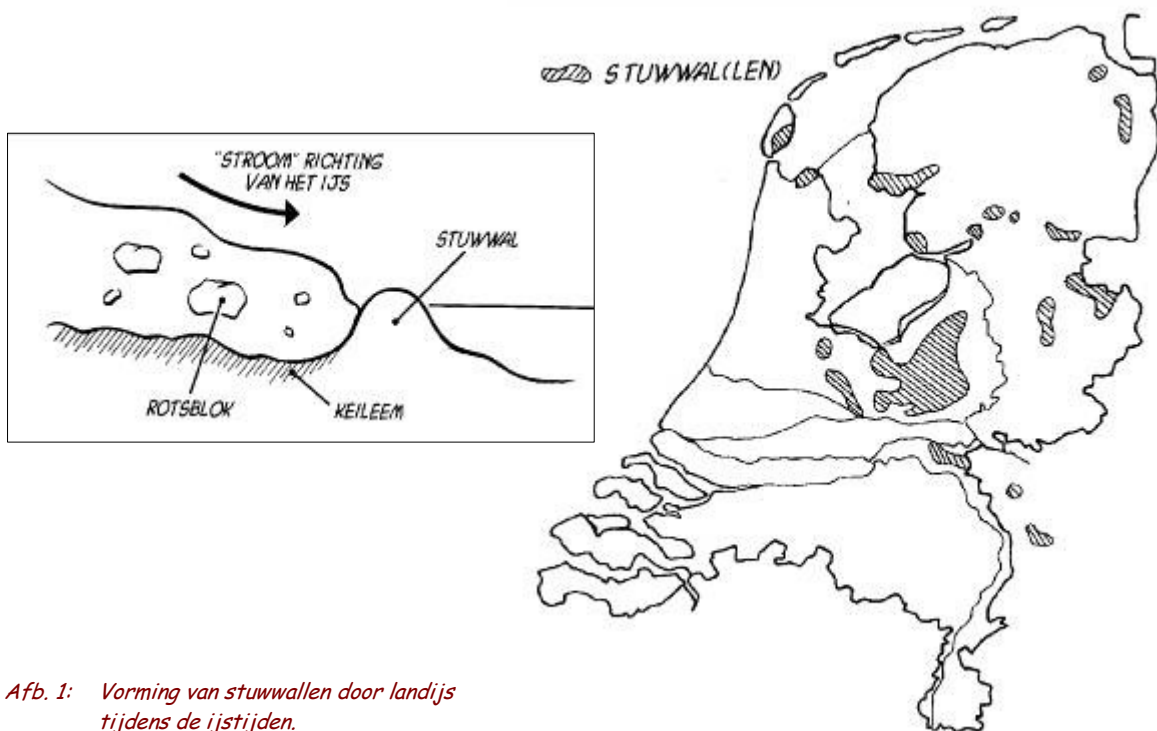
Als hovenier zal je veel vragen krijgen over de grond. Vragen als welke soorten kan ik gebruiken, welke bemesting moet ik toedienen etc. zijn bekende vragen. Grond is immers de basis voor elke soort van begroeiing, of dit nu in de tuin is of in een natuurgebied.

In dit thema komt aan de orde hoe de bodem in Nederland is ontstaan en uit welke bestanddelen de bodem bestaat.

1.1 Ontstaan van de bodem

De grondsoorten die we in Nederland onderscheiden zijn hoofdzakelijk opgebouwd uit materiaal dat elders in de loop van miljoenen jaren door erosie van gesteentes is ontstaan en door de wind het landijs de zee of de rivieren is aangevoerd.

Onder invloed van temperatuurverschillen vorst, ijs, regen, wind en chemische reacties vallen de rotsachtige gesteentes in het gebergte langzaam uiteen. Naarmate de ontstane deeltjes kleiner zijn worden ze gemakkelijker door de wind en het water meegevoerd en op andere plaatsen weer afgezet.

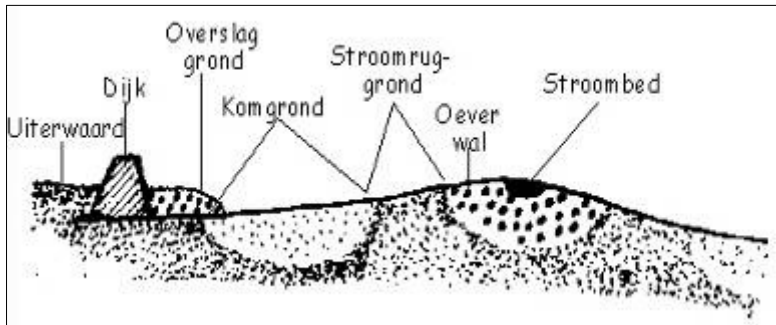


Afb. 1: Vorming van stuwwallen door landijs tijdens de ijstijden.

Praktisch de gehele ondergrond van ons land bestaat uit afzettingen van de Rijn en de Maas. De dekzanden in het Oosten en Zuiden van ons land zijn door de wind aangevoerd, evenals de loss (of Limburgse klei) alleen van de verschillende veensoorten kan gesteld worden dat ze niet van elders zijn aangevoerd maar ter plaatse zijn ontstaan terwijl in het Westen en Noorden van het land door overstromingen vanuit zee de zeekleigronden zijn ontstaan.

De beweeglijkheid van de deeltjes die door een rivier worden meegevoerd is sterk afhankelijk van hun afmeting. Opgeloste stoffen gaan uiteraard al heel gemakkelijk mee anderzijds zullen stenen slechts langzaam rollend over de bodem worden meegevoerd. Is de stroomsnelheid van het rivierwater vermindert, bijv. als

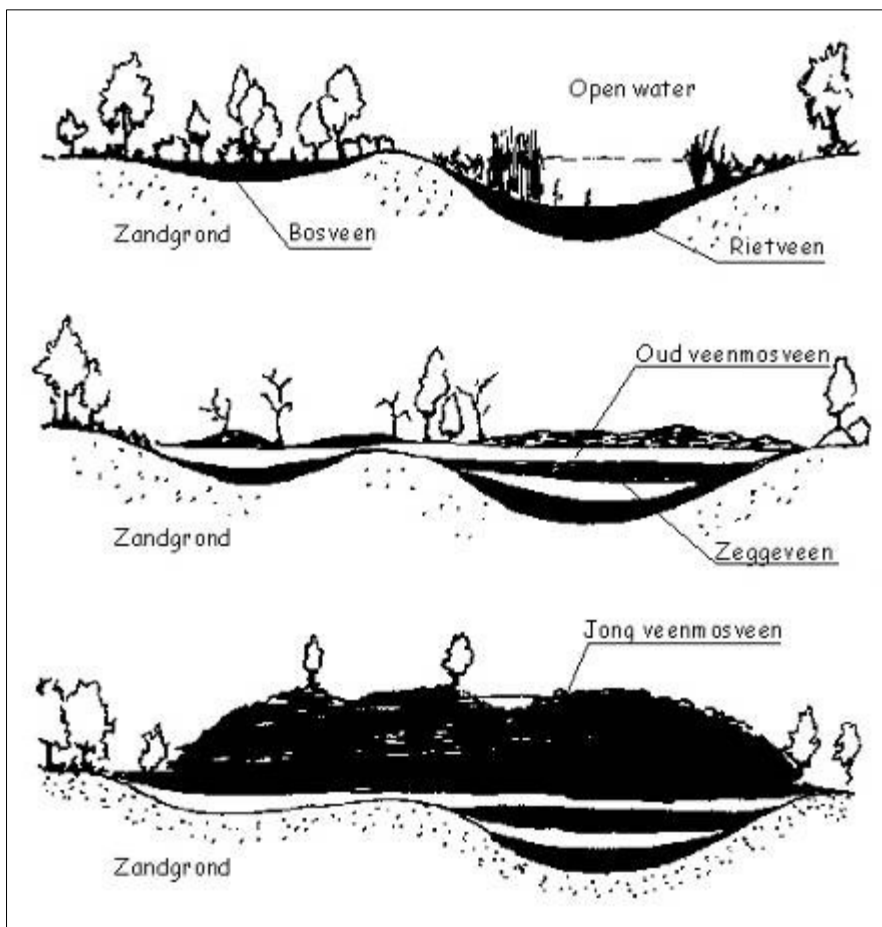
de rivier zich verbreedt door een overstroming, dan zullen de grootste deeltjes het eerste afgezet worden. In het rivierengebied is dit goed te zien; dicht bij de rivier vindt men het grove materiaal (de stroomruggrond) en op grotere afstand het fijnere (de komklei). Na het afzetten van het zand is dit materiaal soms opnieuw verplaatst, bijv. de duinvorming.



Afb. 2: Afzettingen rondom rivieren.

Als het meegevoerde materiaal is afgezet en tot rust is gekomen treden allerlei processen op die we bodemvorming noemen.

Er zal begroeiing komen, waardoor er organische stof ontstaat, die in de bodem, kan worden opgeslagen. Door de invloed van de bodemflora (planten) en bodemfauna (dieren, bijv. wormen en mollen) worden de van nature sterk gelaagde gronden gemengd, zodat ze meer homogeen van opbouw worden. Deze homogenisatie is zeer gunstig voor een diepe beworteling van de planten, daar scherpe overgangen in bodemgesteldheid de wortelgroei bemmeren. Ook de organische stof wordt op deze wijze goed door de grond gemengd.

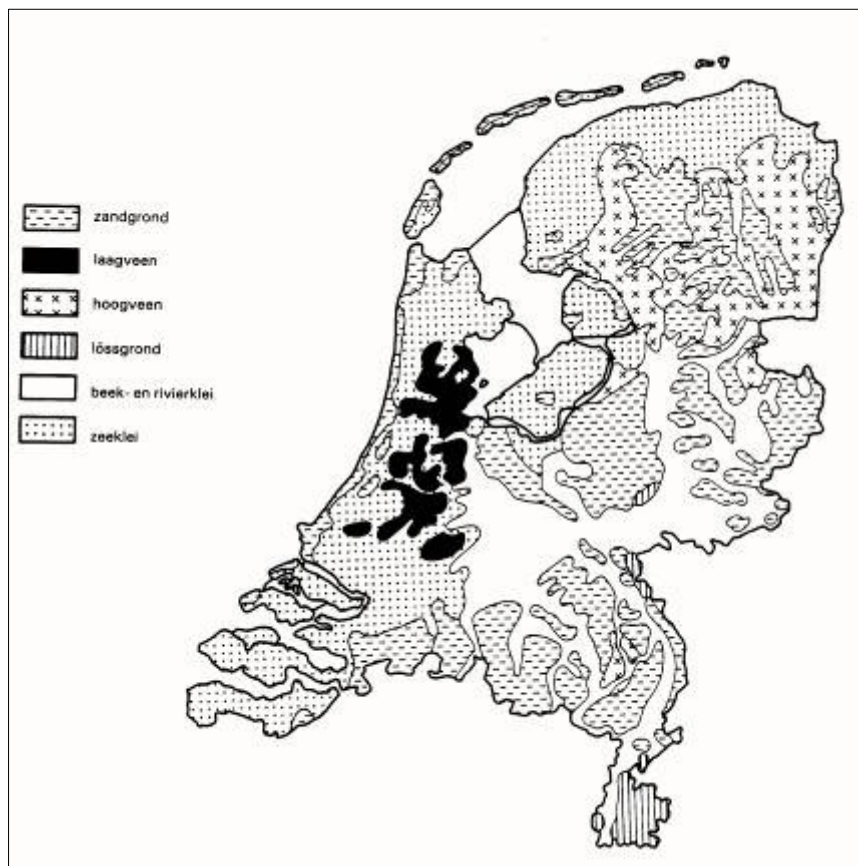


Afb. 3: Veenvorming

Er zijn een groot aantal verschillende grondsoorten. Eigenlijk zijn er een oneindig groot aantal, want op elke plaats is de grond weer anders. Gemakshalve beperken we het aantal grondsoorten in Nederland en spreken we bijv. over zandgrond, kleigrond, leem en veengronden, hoewel we weten, dat de ene zandgrond geheel anders kan zijn dan de andere; binnen de grondsoort onderscheiden we dan ook een groot aantal bodemtypes.

De indeling in grondsoorten is gebaseerd op de eigenschappen die de grond heeft voor zover deze van invloed zijn op de plantengroei. Deze eigenschappen hangen overigens nauw samen met de wijze, waarop de betreffende grond is ontstaan.

De grond is opgebouwd uit vaste delen, waartussen veel ruimte voorkomt, poriën genoemd, die gedeeltelijk met lucht en gedeeltelijk met water zijn gevuld. De vaste onderdelen zijn nog te onderscheiden in minerale bestanddelen en organische stof.



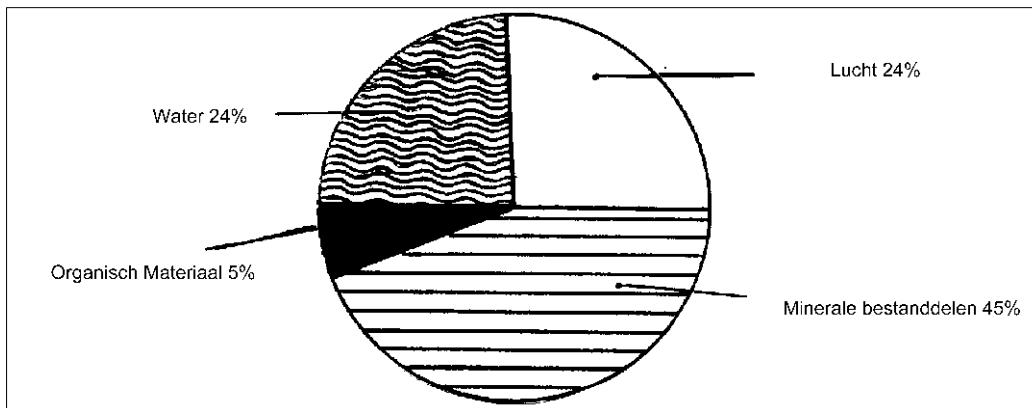
Afbeelding 4: Overzicht grondsoorten van Nederland.

1.2 De bestanddelen van de grond

Bij een oppervlakkig onderzoek van de grond herkennen we water zand, grind, steentjes, klei en humus.

Een goede grond echter bestaat voor ongeveer de helft uit vaste bestanddelen en voor de helft uit poriën. De helft van het poriënvolume is gevuld met lucht en de andere helft met water.

Water en lucht bevinden zich in de poriën tussen de vaste bestanddelen van de grond.



Afbeelding 5: Schema samenstelling van een goede grond.

Minerale bestanddelen (anorganische of granulaire bestanddelen)

De minerale bestanddelen zijn afkomstig van verweerde gesteenten. Ze bestaan uit grovere en fijnere deeltjes van onregelmatige vorm en van verschillende samenstelling (kwarts, glimmer, veldspaten, graniet).

Bij de minerale bestanddelen van de grond is de grootte van de korrels van veel belang. Deze bepalen n.l. de eigenschappen van de grond (vergelijk kleideeltjes met zanddeeltjes).

Organische stof in de grond

Het organisch materiaal is afkomstig van planten en dieren. Een hovenier en kweker dienen regelmatig organische materialen toe zoals stalmest, tuinturf en compost. Deze organische materialen verteren in de bodem door schimmelwerking, bacterieaantasting en door allerlei bodemdiertjes zoals regenwormen en aaltjes.

In de bovenste laag grond is steeds een hoeveelheid organische stof in vertering. Dit verteringsproces zal als de omstandigheden goed zijn voor bijna 100% al het aangevoerde materiaal laten verdwijnen. Wat na vele jaren nog overblijft noemen we humus. In de praktijk spreekt men alleen over het organische stofgehalte van de grond.

1.3 Granulaire samenstelling.

Hieronder wordt verstaan, de samenstelling van de grond naar de diameter van de korrelgrootte. De korrelgrootte wordt uitgedrukt in micron of μ : 1 μ = 0,001 mm.

In Nederland zijn verschillende indelingen in gebruik. De twee belangrijkste zijn de indeling volgens de Stichting voor Bodemkatering (Stiboka) en het Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek.

Voor kleigrond	fractie	Voor zandgrond	fractie	Indeling volgens STIBOKA
> 2 μ	Lutum (of klei)	< 50 μ	Leem	
2 - 50 μ	Silt (stof)			
50 - 210 μ	Fijn zand	50 - 210 μ	Fijn zand	
210 - 2000 μ	Grof zand	210 - 2000 μ	Grof zand	
> 2000 μ (2 mm)	Grind	> 2000 μ	Grind	

Tabel 1: Indeling naar granulaire samenstelling volgens Stiboka

Het Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek hanteert voor kleigronden de volgende fractie:

Voor kleigrond	fractie	Indeling volgens bedrijfslaboratorium in Oosterbeek
< 16 μ	Afslibbaar	
16 - 105 μ	Fijner deel van zand	
> 105 μ	Grover deel van zand	

Tabel 2: Indeling kleigronden volgens het Bedrijfslaboratorium

De genoemde termen grof zand, leem, enz. zijn hier dus namen van de fracties en zeggen nog niets over de grond waarvan ze deel uitmaken. In zware kleigrond kan natuurlijk heel goed wat grof zand voorkomen. Wanneer heet een grond nu zandgrond, zavelgrond of kleigrond?

De kleinste zanddeeltjes worden dus leem genoemd en de kleinste kleideeltjes lutum. In de praktijk spreekt men bijna alleen over het percentage afslibbaar en de leemfractie. Als er toch over lutum wordt gesproken mag je deze vuistregel hanteren: tweederde gedeelte van het percentage afslibbare delen is lutum.

1.4 De benaming van de grondsoorten naar granulaire samenstelling

Op de lagere school leerden we al dat in ons land gebieden zijn met zand, zeeklei, rivierklei, veen en loss.

In feite berust de onderscheiding uitsluitend op de gemaakte afspraken, waarbij over het algemeen de grond wordt genoemd naar de fractie die een overheersende invloed heeft op de eigenschappen van die grond.

Deze grondsoortnamen heeft men gegeven op grond van een aantal eigenschappen van de grond. Met behulp van de volgende 3 gegevens kunnen we als volgt een grove grondsoorten aanduiding maken:

1. Er is een organisch deel in grond aanwezig
2. Er is een afslibbaar deel (= anorganisch)
3. Er is een hoeveelheid grond die niet organisch, maar ook niet afslibbaar is. (water en lucht).

Grondsoort	% lutum	± % afslibbaar
Zandgrond	0 - 8	0 - 10
Zavelgrond	8 - 25	10 - 33
Kleigrond	> 25	> 33

Tabel 3: Benaming van de grond naar granulaire samenstelling.

1.4.1 Eigenschappen van de zandfractie.

De zandfractie moet altijd in de grond aanwezig zijn. Wanneer dit zou ontbreken zou de grond veel te dicht worden. Er zou te weinig lucht in de grond zijn en het regenwater zou moeilijk wegzakken. Zand vormt als het ware het skelet van de grond.

De zandfractie kan weinig vocht en voedingsstoffen vasthouden en levert ook weinig voedingsstoffen aan de planten. Het grootste gedeelte van het zand bestaat uit mineraal kwarts dat zeer arm is aan voedingsstoffen.

De leem- en de siltfractie hebben een vrij goed vochthoudend vermogen, voedingsstoffen worden echter niet vastgehouden. Door verwerking kunnen, in beperkte mate, voedingsstoffen vrijkomen.

1.4.2 Eigenschappen van de kleifractie.

Klei kan, net als humus, voedingsstoffen vasthouden en gaat dus de uitspoeling tegen (adsorptievermogen). Klei kan vocht vasthouden. Dit is van belang voor de vochtvoorziening van de gewassen. Als zij vocht opneemt, zwelt zij; staat zij vocht af, dan krimpt zij. Een nadeel van sterke zwelling is, dat de grond te dicht kan worden.

De kleifractie bevat veel mineralen, die waarde hebben als voedingsstoffen. Door verwerking komt hiervan een gedeelte beschikbaar.

1.5 Organische stof

In de gehele vorming van de bodem wordt er organische stof opgehoopt en afgebroken. Vooral het bodemleven heeft hier een belangrijke taak in. Zonder het afgestorven materiaal is er in de bodem dan ook nauwelijks leven mogelijk. "Dood hout leeft", hebt je wel eens kunnen lezen, welnu in de bodem geldt eveneens dat dode organische stoffen, levende processen van organismen in stand houden

De organische stof in de bodem is vooral van plantaardige oorsprong. Ze bestaat meestal uit de overblijfsels van wortels, bladeren, stengels en natuurlijke mest. Meestal zijn het vezelige deeltjes zoals je die bijvoorbeeld in potgrond ziet. Verse organische stof wordt door wormen, mollen, bacteriën en andere micro-organismen of dieren verteerd. De stof die overblijft heet *humus*. Door de afbraak van de organische stof door het bodemleven ontstaat niet alleen humus, maar komen ook voor planten belangrijke voedingsstoffen vrij. Het vrijmaken van belangrijke voedingsstoffen heet *mineralisatie*.

GROND						
Organisch materiaal 6%						Minerale grond 94%
Levend organisch materiaal 15%					Dood organisch materiaal 85%	
Bodemorganismen 45%				Levende wortels 55%		
Bacteriën 50%	Schimmels 23%	Wormen 14%	Macro- en microfauna 11%			

Tabel 4: Voorbeeld samenstelling van organische bestanddelen in een bosgrond

Verse organische stof is om de volgende redenen van belang:

- het is voedsel voor het bodemleven;
- het houdt voedingsstoffen in omloop;
- het bevordert een goede structuur.

Veengrond bestaat voor een heel groot deel uit organische stof. Het is dus geen wonder dat gedroogde veengrond als brandstof werd gebruikt. Het heet dan turf.

1.5.1 Humus

Humus heeft een aantal belangrijke eigenschappen. Het is sponsachtig en kan daardoor water vasthouden. Voedingsstoffen voor planten binden zich gemakkelijk aan *humus*. Door humus wordt zandgrond wat gebonden en kleigrond wat lossere van structuur. Zandgrond bevat gemiddeld ongeveer 4 à 5% humus. Humus kan moeilijk door het bodemleven afgebroken worden en blijft dus lange tijd in de grond. We spreken daarom wel van stabiele humus.

1.5.2 Veen

Onder bepaalde omstandigheden kan het voorkomen dat organische stof slecht in zeer geringe mate wordt afgebroken. De grond krijgt dan een hoog gehalte aan organische stof. In ons land kennen we dergelijke onvoldoende afbraak bij hoge grondwaterstand (te veel vocht, te weinig lucht). Dit heeft als gevolg dat het organische stof gehalte oploopt en er veen ontstaat. In sparrenbossen verteert de strooisellaag moeilijk vanwege de lage pH. Ook hier hoop zich de organische stof op in de vorm van een naaldentapijt. Wanneer de omstandigheden gunstige worden zien we dat de vertering opnieuw en soms zelfs heviger inzet zodat het organische stofgehalte weer daalt.

grondsoort	organische stofgehalte
kleigronden	1 - 6%, meestal 1,5 à 3%
noordelijke zandgronden	5 - 15%, meestal ca. 7%
zuidelijke zandgronden	1 - 6%, meestal ca. 3%
veengronden	25% en hoger

Tabel 5: organische stofgehalte van de grondsoorten

Naast al het dode materiaal (zand, klei, organische stof, en dergelijke) bevat de bodem gewoonlijk ook veel levend materiaal:

- plantenwortels van het gewas dat op de bodem groeit;
- bodemleven: allerlei organismen, zoals regenwormen, duizendpoten, bacteriën en schimmels.

1.6 De herkenning van de grondsoorten

Soms bestaat de bodem voor het merendeel uit organisch materiaal we spreken dan van veengronden. De verdeling van de veengronden is naar hun ontstaanswijze:

Veen:	Is organisch materiaal dat gedeeltelijk is vergaan.
Laagveen:	is onder water ontstaan.
Hoogveen:	is boven water ontstaan.
Herkennen:	Veen is goed te herkennen. Het is een bruin- zwartgekleurde substantie met soms nog herkenbare plantendelen. Na indeuken veert het vaak terug.

Het overgrote deel van Nederland bestaat uit een samenstelling van minerale gronddeeltjes. De korrelgrootte die voor het overgrote deel voorkomt bepaald vaak ook de eigenschappen van de grond. We komen dan grofweg op de volgende verdeling:

Zand:	is een kwartsgesteente dat door verwerking tot kleine zichtbare deeltjes is geworden
Leem:	is zand dat door schuivend ijs tot zeer kleine deeltjes is vermalen
Klei:	bestaat uit superkleine steendeeltjes van velerlei soort die laagsgewijs zijn opgebouwd tot vele op elkaar "gebakken" plaatjes.

Van deze drie grondsoorten zijn allerlei mengsels mogelijk. Het herkennen gaat als volgt:

Vraag

	Ja? De grondsoort is:	Nee Ga naar:
a. Probeer wat grond snel tot een potlooddikte worst uit te rollen tussen de handpalmen: 1. niet te rollen: 2. wel te rollen:	zand	b.
	leem / klei	c.
b. Onderzoek de samenhang tussen duim en wijsvinger: 1. totaal niet samenhangend 2. wel samenhangend:	leemarm zand	
	lemig zand	
c. Versmeer het monster tussen duim en wijsvinger vlak bij het oor: 1. sterk raspnd geluid: 2. geen raspnd geluid:	zandig leem	
	klei	d.
d. Proef wat grond tussen de tanden: 1. het knarst: 2. kauwgomachtige samenstelling:	fijnzandig klei	
	klei.	

Als een hovenier de samenstelling van de grond in een nieuw aan te leggen tuin wil weten, kan hij dit door het Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek uit Oosterbeek laten onderzoeken. Hijzelf of een monsternemer van het laboratorium neemt dan monsters van de tuin.

Het laboratorium analyseert de grond en bepaalt bijvoorbeeld het organisch stofgehalte (humusgehalte). Op basis van de analyse krijgt de hovenier tevens een bemestingsadvies.

1.7 *Samenvatting*

Nederland is ontstaan uit erosie van materiaal dat elders miljoenen jaren geleden is ontstaan. Door wind, ijs en water is dit materiaal aangevoerd. De zandgronden en de kleigronden zijn op deze manier ontstaan.

Na afzetting is door toevoer van organische stof en bodemleven het bodemvormende proces op gang gekomen. Op plekken waar organische stof niet kon verteren, doordat het onder water stond, is veengrond ontstaan.

Grond bestaat uit een verhouding van minerale delen, organische stof, water en lucht. De minerale delen of granulaire samenstelling worden ingedeeld naar verschillende fracties. Naar de hoeveelheid van de hoeveelheid lutum in de grond kunnen we de grondsoorten, zandgrond, zavelgrond en kleigrond onderscheiden.

De zandfractie heeft als eigenschap dat het een skelet vormt in de bodem. Het zorgt voor poriën zodat er een goede water- en luchthuishouding ontstaat.

De kleifractie kan net als humus voedingstoffen en water vasthouden. Klei bevat tevens veel voedingstoffen.

Organische stof in de bodem is van belang voor zowel de flora als de bodemfauna. De voedingstoffen die na vertering vrijkomen zijn nodig voor de groei van planten. De stof die uiteindelijk overblijft noemen we humus. De grond krijgt hierdoor een donkere kleur.

Het herkennen van de grondsoorten op basis van granulaire samenstelling is middels een aantal proefjes eenvoudig vast te stellen.

*

—

2.0 Grondbewerking, aan de slag!

Wanneer we willen planten zal eerst de grond bewerkt moeten worden. Hiervoor zijn verschillende grondbewerkingsmethoden. Van belang is dat de grond een juiste structuur krijgt. Als hovenier moet je dan ook de bodemstructuur kunnen beoordelen.

In dit thema behandelen we dan ook de structuur en het toepassen van de juiste grondbewerking. Ook gaan we in op de invloed van bodemwarmte op de groei van planten.

2.1 Structuur

Onder structuur van de grond wordt verstaan de onderlinge rangschikking en samenhang van gronddeeltjes. Steek een kluit grond uit de bouwvoor van een kleigrond, een betere zandgrond en neem ook een schep zand uit een berg metselzand. Laat de grond achtereenvolgens van + 100 cm hoogte vallen op een vaste ondergrond. Bekijk nu de samenhang van de grond. De drie grondsoorten vallen zeer verschillend uiteen.

2.1.1 Structuur van de grond

De samenhang van de gronddeeltjes is zeer verschillend. Het is vooral de samenhang van de grond die haar meer of minder geschikt maakt voor plantengroei. De samenhang bepaalt voor een groot gedeelte de structuur van de grond. Uit bovenstaande omschrijving van structuur blijkt dat de structuur van grond alleen bekeken kan worden in ongeroerde grond. Dus grond die in een plastic zakje vervoerd is, is niet goed meer te beoordelen. De structuur moet in het veld beoordeeld worden. Loop eens stevig over de grond. Voelt de grond hard aan en geeft ze een dof geluid dan is de structuur dicht en vast. Zak je daarentegen wat weg of voelt de grond bij het lopen over bijvoorbeeld grasland verend zacht aan, dan zal de structuur van die grond goed zijn (mits de grond voldoende droog is)

Bekijk de grond die van 1 meter hoogte is neergevallen nog eens nader. Door de val is de grond in zijn natuurlijke deeltjes, structurelementen uiteengevallen. Dit gebeurt langs zijn natuurlijke breukvlakken. Nu kan de vorm en grootte van de kluitjes en kruimels worden bestudeerd. De breukvlakken van de kluitjes geven aanwijzingen voor de structuur. Zijn deze scherp en hoekig, dan heb je met een slechte structuur te doen. Zijn ze afgerond en bloemkoolachtig dan zal de structuur veel beter zijn.

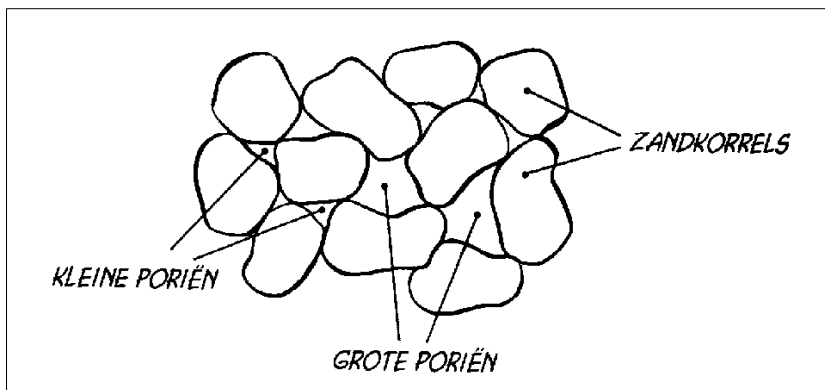
Om de structuur verder te bekijken kun je een kuil van ongeveer 30 centimeter diep graven. Steek de verticale wand glad af. Probeer uit deze wand, met een zakmes, kluitjes te peuteren. Nu zie je hoe de grond er in zijn natuurlijke ligging uitziet. Verdichte lagen, grote dichte kluiten kunnen zo worden ontdekt (Bijvoorbeeld in een wielspoor op akkerland). Ook kan de beworteling van de plant goede aanwijzingen geven over de structuur. Gaat een wortel plotseling sterk vertakken en horizontaal groeien dan zal de structuur van de onderliggende laag vaak te vast zijn. Je hebt dan te maken met een storende laag. Als alle grond van de wortels geschud kan worden, zodat je de kale wortels overhoudt is de structuur ook slecht. Kom je bij je structuuronderzoek veel wormen tegen dan hebben je waarschijnlijk te maken met een goede structuur.

2.1.2 Kenmerken van een slechte structuur.

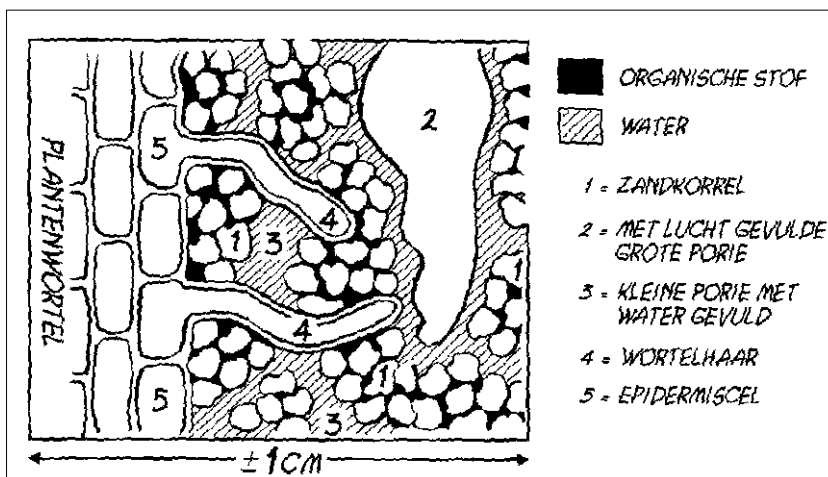
Kenmerken die wijzen op een slechte structuur zijn:

- Scherpe, hoekige breukvlakken;
- Grote, dichte structurelementen;
- Geheel los uiteenvallen van de structurelementen;
- Weinig holten;
- Losse kale wortels; afbuigen van wortels;

Bij de structuurbeoordeling let je ook al op poriën in de grond. Het belangrijke van deze poriën is, dat zich er water, lucht of beide in kan bevinden. Een goede grond bestaat voor ongeveer de helft uit vaste bestanddelen (klei, leem, zand, organische stof) en voor de helft uit poriën. Als het goed is, is de helft van het poriënvolume gevuld met lucht en de andere helft met water.



Afbeelding 6: Poriënvolume en verdeling



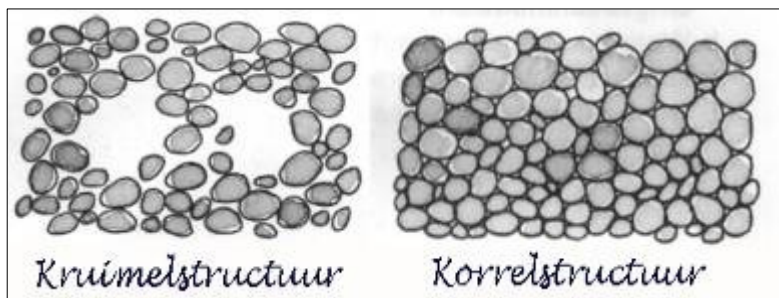
Afbeelding 7: Verdeling van kleine poriën en holten rondom de wortel

2.1.3 Korrel en kruimelstructuur

De structuur van de grond kan van goed tot zeer slecht uiteenlopen. Een zeer goede structuur is een kruimelstructuur en een zeer slechte kan een korrelstructuur zijn.

Bij een kruimelstructuur zijn de bodemdeeltjes tot kleine groepen samengebundeld. Deze afzonderlijke groepen aggregaten vormen samen weer een groter verband, de z.g. kruimels. Binnen de aggregaten zijn veel kleine poriën aanwezig, terwijl ertussen grotere poriën en holten voorkomen. Deze structuur is de beste die we kennen.

Als de korrels niet gegroepeerd zijn, maar los naast elkaar liggen, spreken we van een korrelstructuur. In een grond met korrelstructuur zakt het water niet zo spoedig weg als door de ruimere kanalen van de kruimelstructuur. Bij korrelstructuur liggen de korrels strak tegen elkaar. Door zo'n dichte ligging is een kleigrond zeer zwaar te bewerken. De grond smeert gemakkelijk dicht en plantenwortels en verse lucht kunnen moeilijk in de grond dringen. Zo'n grond heeft ook snel last van wateroverlast, want om elk korreltje zit een laagje water, daardoor worden alle tussenruimten snel gevuld met water, zodat de grond dan onvoldoende lucht bevat.



Afbeelding 8: Structuren

Korrelstructuur op klei geeft dus aanleiding tot:

- te veel water.
- te weinig lucht.
- grote weerstand bij de beworteling en de grondbewerking. (op zandgrond en versleten dalgrond zal de grond snel gaan stuiven.)

Bij een kruimelstructuur zien we:

- dat door de grotere ruimten tussen de kruimels het overtollige water snel afvloeit.
- in de grotere ruimten bevindt zich vrijwel altijd lucht, terwijl in de aggregaten de kleine poriën gevuld blijven met water.
- de onderlinge samenhang is door het kleinere aanrakingsoppervlak kleiner, waardoor de grond gemakkelijker te bewerken is en beter toegankelijk is voor plantenwortels en lucht.

2.1.4 Andere structuren

Echte kruimelstructuren vinden we maar weinig. Vaak heeft een grond wel een goede structuur, maar als we hem goed bekijken vinden we er toch afwijkende kluitjes, aggregaten in. Door te rijden met zwaar materiaal op het land, grondbewerking onder natte omstandigheden en te weinig organisch materiaal gebruiken, zal de structuur snel bedorven kunnen worden.

Bekijk de structuur eens in een wielspoor op kleigrond. Je zult als de grond opdroogt, vrij grote structurelementen vinden, met scherpe hoeken en gladde wanden. Een mooi zaaibed maken voor een gazon is hier zeer moeilijk. We hebben hier te maken met een z.g. kluitstructuur. Platige structuren komen we tegen onder de bouwvoor van akkerland op kleigrond en in de tuintjes in de nieuwbouwwijken. Door de druk van de ploeg en vrachtverkeer zijn ze ontstaan (ploegzool). De structurelementen liggen hier horizontaal.

In een laag met plaatstructuur zijn weinig poriën aanwezig, de afvoer van water is gestoord, evenals vaak de wortelontwikkeling. In de ondergrond van goede klei- en loss gronden vinden we vaak een sponsstructuur. In de grondmassa vinden we geen structurelementen. Wel komen in de ondergrond vaak grotere en kleinere gangen voor. Deze zijn afkomstig van plantenwortels en dieren. Op gronden met een sponsstructuur in de ondergrond moet men geen diepe grondbewerking uitvoeren, want deze bederft meer, dan er beter gemaakt kan worden.

2.1.5 Oorzaken van structuurbederf.

- a. Vastbijten van de grond, vooral als de grond nat is met rups- en wielvoertuigen, landbouwwagens en zware landbouwwerktuigen.
- b. Bewerking van de grond op een onjuist tijdstip.
Vooral bij kleigrond kan ernstig structuurverval optreden bij bewerking als de grond te nat is. Bij lichte humusarme zandgrond moet men oppassen voor bewerking (eggen) in te droge toestand in verband met verstuivingsgevaar.
- c. Het regelmatig ploegen tot een bepaalde diepte, waardoor een verdichte ploegzool kan optreden.
- d. Overstroming met zeewater van zeeleig grond.
Door het zout wordt de zgn. "natronklei" gevormd, die men door toevoeging van gips weer kan omvormen tot kalkklei.
- e. Zware regen op pasbewerkte grond.
Vooral bij slempige zavel en leemhoudende zandgrond ziet men het dichtslaan van de oppervlakte waardoor het water niet wil wegzakken.
- f. Sterk wisselende grondwaterstand is voor de ondergrond nadelig. De gronddeeltjes komen hierdoor in "dichte pakking" waardoor vooral de doorlatendheid achteruit gaat.
- g. Te hoge grondwaterstand.
Bij langdurige hoge grondwaterstanden (tot in de bouwvoor) heeft de structuur van de grond veel te lijden als gevolg van teruggang van organische leven, onvoldoende omzetting van organische stof enz.

2.1.6 Verbetering van de structuur.

- a. Doelmatige grondbewerking op het juiste tijdstip en tot de juiste diepte.
- b. Bedekking van de grond met een bladrijk gewas of gras, waardoor minder inwerking van ongunstige weersinvloeden plaats vindt.
- c. Kalkbemesting maakt bij kleigronden de kruimel stabiel.
- d. Organische mest, bladmest, compost of een groenbemestingsgewas. Ook de wortels en resten van gewassen hebben een gunstige invloed.
- e. Vorst. Het water in de grond zet bij bevriezing uit. Na de dooi heeft men dus meer grote holten vooral bij grond die op wintervoor is geploegd.
- f. Een goede ontwatering. Vooral in najaar en winter is een diepe ontwatering gunstig voor de structuur van boven- en ondergrond.

2.2 Bodemwarmte

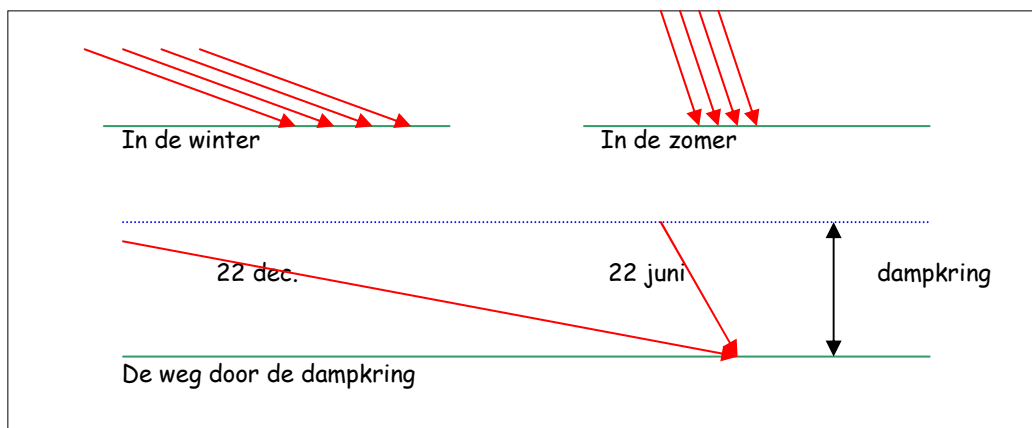
Warmte is evenals voedsel, water en lucht een groeifactor. Zonder warmte kunnen zaden niet kiemen, planten niet groeien, bacteriën en schimmels hun werk niet doen. De temperatuur van de onbegroeide grond wordt bepaald door:

- Zonnebestraling
- De helling en de kleur van de grond
- De vochtigheid
- De grondoppervlakte

Niet alleen de duur van de zonnebestraling, maar ook de hoek, waaronder de stralen invallen, speelt een rol (zie afbeelding).

Voor het leven op aarde is de zon onmisbaar. De zon geeft ons licht en warmte, beide noodzakelijk voor de groei van onze planten. 's Zomers is het warmer dan 's winters en schijnt de zon ongeveer 2 keer langer. Doordat 's winters de zon niet zo hoog aan de hemel staat dan 's zomers hebben de zonnestrallen een verschillende invalshoek.

In de afbeelding zie je dat bij dezelfde lichtintensiteit er meer warmte door de grond wordt opgenomen dan in de winter.



Afb. 9 Schematische weergave instraling op de bodem.

De temperatuur van de grond wordt bepaald door:

- | | |
|----------------|--|
| De helling | De zon schijnt anders op een helling dan een vlak terrein, ook zal een zuidhelling in het algemeen warmer en droger zijn dan een noordhelling die beschaduwde en koeler zal zijn. |
| De kleur | Donkere (humusrijke) gronden nemen meer warmte op dan licht gekleurde gronden. |
| De vochtigheid | Water heeft veel tijd nodig om op temperatuur te komen. Zo zal een gedraineerde grond sneller warm zijn dan een natte niet gedraineerde grond. |
| De uitstraling | De aarde straalt een deel van de warmte in de nacht weer uit waardoor de lucht wordt verwarmd. Verwarmde lucht stijgt echter op, zodat die warmte in het heelal verdwijnt. In het voorjaar en najaar kan de uitstraling bij een heldere hemel, droge lucht en windstilte zo groot zijn, dat de onderste luchtlagen afkoelen tot beneden het vriespunt (nachtvorst). Vooral op de hooggelegen droge zandgronden zal eerder nachtvorst optreden omdat de bovenlaag dan te droog wordt, veel lucht bevat en hierdoor sneller zijn warmte kwijt is. Gebieden met sloten en plassen zijn minder nachtvorstgevoelig. |
| Grondbedekking | Begroeide en bedekte grond wordt overdag minder warm, maar koelt ook 's nachts minder af. De grond droogt dan minder uit en de temperatuur blijft gelijkmatiger. |

2.3 Grondbewerking

Het doel van grondbewerking is het bewerken van de grond met gereedschappen en/of werktuigen om de groeiomstandigheden van de planten te verbeteren, ongewenste kruidengroei tegen te gaan en om meststoffen onder te brengen. Hiervoor worden verschillende gereedschappen en werktuigen gebruikt. Hoe en wanneer de grond bewerkt moet worden hangt af van de grondsoort.

Door verkeerde grondbewerkingen, dus om een onjuist tijdstip of verkeerd gereedschap krijgen we een slechte bodemstructuur.

Kleigrond moet dan ook voor de winter bewerkt worden, zonder de gronddelen te verfijnen. Door de vorst ontstaat dan een mooie structuur.

Zandgrond met voldoende organische stof kan ook voor de winter worden bewerkt om voldoende in te klinken. Zandgrond met weinig organische stof worden in het vroege voorjaar bewerkt. Ze moeten wel in een voldoende vochtige toestand worden bewerkt omdat er dan nog samenhang in de grond zit. Als de grond is uitgedroogd dan mag je de grond niet bewerken. Een intensieve bewerking zou de grond te fijn maken.

Lichte gronden moeten net te veel bewerkt worden. Een zware grond mag als deze nat is niet worden bewerkt vanwege te grote versiering van de gronddeeltjes.

2.3.1 Waarom grondbewerking?

Grondbewerking is noodzakelijk om een goede bovengrond te verkrijgen voor de nieuwe aanplant. We voor de grondbewerking uit om de volgende redenen.

- om de structuur te verbeteren (spitten, frezen, ploegen)
- om ongewenste kruidengroei tegen te gaan (ompunten of flappen van de bodem in najaar)
- om meststoffen, groenbemesters en eventueel een oude grasmat onder te brengen (spitten)

Organisch materiaal mag niet te diep worden ondergebracht omdat voor de vertering zuurstof nodig is.

Bovengenoemde bewerkingen gelden vooral voor de bouwvoor (ongeveer 30 cm - maaiveld. Soms is het nodig om de grond dieper te bewerken.

2.3.2 Waarom diepe grondbewerking?

Diepe grondbewerking is noodzakelijk wanneer:

- de ondergrond verdicht is (vooral bij fijnzandige ondergronden en opgespoten terreinen)
- de grond slecht doorlaatbaar is b.v. door oerbanken, knipklei- en leemlagen)
- op de scheiding van de bouwvoor en de ondergrond een dichtgereden laag zit
- als een grond op een niet verwijderde grasmat of vastgereden terrein is gebracht
- als de kwaliteit van de ondergrond beter is dan de bouwvoor. Het wisselen van de lagen is dan mogelijk.



Een slagen van een goede dieptebewerking is alleen mogelijk naar een profielonderzoek en uitvoering onder droge omstandigheden. Voor diepe grondbewerking is de hydraulische kraan op kleine percelen of een diepploeg of dieprotor op grotere terreinen zeer geschikt.

Afb. 10 Hydraulische graafmachine (HGM).

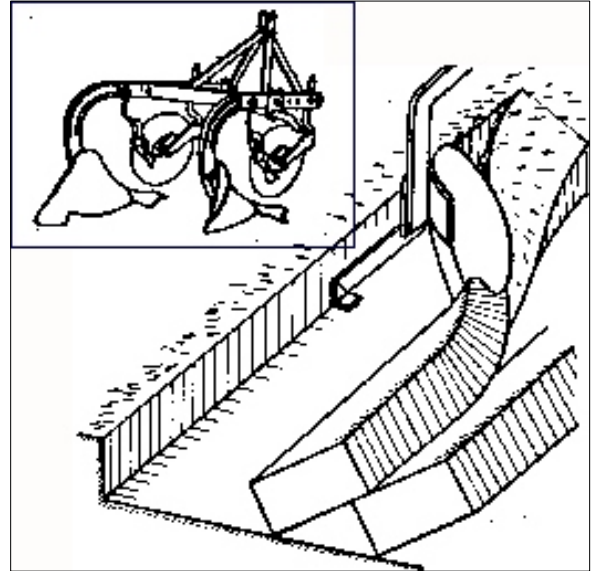
2.3.3 Grondwerkingsmethoden

Vele soorten grondbewerkingen worden toegepast, zoals ploegen, spitten, frezen spitzfreen, harken, schoffelen en rollen. Elke methode is afhankelijk van het doel van de grondbewerking, tijdstip en/of grondsoort.

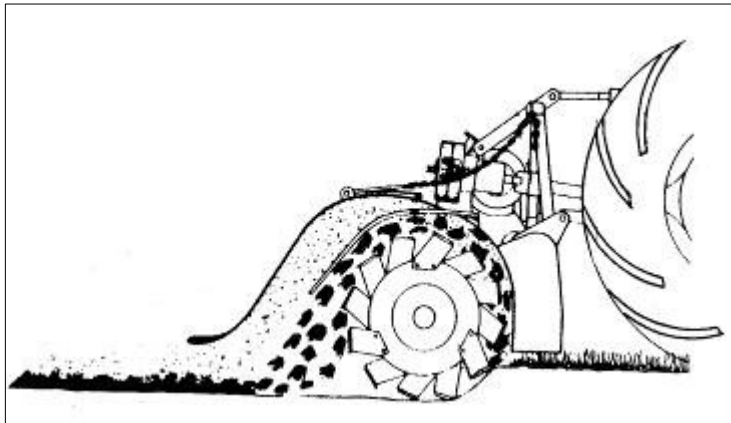
Ploegen is een methode die alleen geschikt is voor grote percelen en terreinen zoals bijvoorbeeld in aanleg van recreatieparken, sportvelden, etc.

Door te ploegen wordt de bouwvoor tot een bepaalde diepte los gemaakt, waardoor de slechte structuur wordt gebroken, omgekeerd en in grote of kleine brokken en kluiten wordt achtergelaten.

Ook is ploegen geschikt voor het onderbrengen van vegetatie.



Afb. 11: Ploeg en z'n werking.

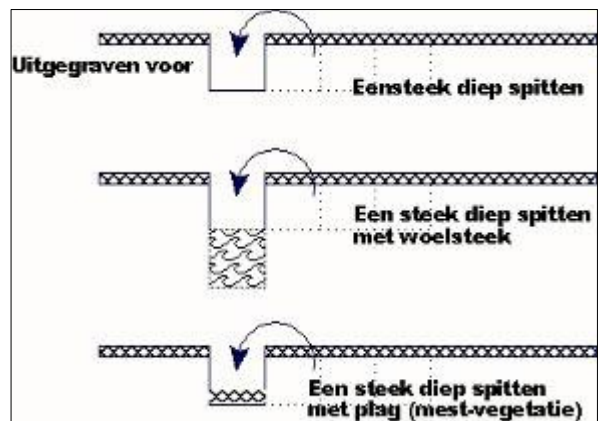


Bij frezen wordt de grond 'vermalen' en krijgt een zeer losse structuur. Vooral onder natte omstandigheden kan frezen zeer nadelig zijn voor de structuur van de grond. Frezen is zeer geschikt als voorbereiding van plant- of zaaierkzaamheden. Bij spitzfreen blijft de grond grover van structuur. Frezen is niet geschikt om bestaande vegetatie onder te werken.

Afb. 12: Schema werking frees.

Spitten is een uitstekende grondbewerking voor kleine percelen. Er zijn verschillende technieken zoals 1,2 of 3 steek diep spitten (alleen van belang om storende lagen te breken of grondlagen te wisselen).

Daarnaast is spitten geschikt voor het onderwerken van vegetatie. Spitten is een zeer arbeidsintensief.



Afb. 13: Spittechnieken

2.4 *Samenvatting*

De structuur van de grond is zeer belangrijk in verband met de water- en luchthuishouding en de groei van de plant. Een slechte structuur is vaak te herkennen aan de scherpe, hoekige breukvlakken en weinig tot geen holten.

De beste structuur is een kruimelstructuur. Deze kan zowel veel water als lucht bevatten. Structuurbederf komt vaak van mechanisch verdichting of grondbewerking op een onjuist tijdstip. Organische bemesting, doelmatige grondbewerking en goede ontwatering verbeteren de structuur.

De groei van planten is ook afhankelijk van de bodemtemperatuur. In de winter zal de bodem minder warmte opnemen dan in de zomer.

Grondbewerking is te verdelen in oppervlakkige grondbewerking en diepe grondbewerking. Diepe grondbewerking is alleen noodzakelijk wanneer je te maken hebt met storende lagen in de ondergrond. Oppervlakkige grondbewerking voeren we uit om de structuur te verbeteren of vegetatie of vaste mest onder te werken.

Oppervlakkige grondbewerking kunnen we uitvoeren door te ploegen, frezen of te spitten.

*
—

3.0 Grondverzet en egalisatie

Soms is het noodzakelijk om eerst grondverzet uit te voeren voordat we aan de grondbewerking kunnen beginnen. Bij het transporteren van grond is het belangrijk om eerst te kijken naar het bodemprofiel van de grond. Grondverzetmachines (HGM, dumpers, trekkers, etc) kunnen onder slechte weersomstandigheden de bodemstructuur, lucht- en waterhuishouding vernielen. In dit thema komt dan bodemwater en bodemlucht aan de orde.

3.1 Bodemprofiel

Wanneer een flink gat in de grond gegraven wordt en een van de zijwanden loodrecht en glad wordt afgestoken, dan heet deze verticale doorsnede het profiel van de grond. Je kunt uit het profiel al veel van de waarde van de grond voor de cultuur vaststellen. Bij een nauwkeurig onderzoek vallen verschillende kenmerken op, zoals: gelaagdheid, kleurverschillen, verschil in vastheid, reuk, wortelgangen, dierengangen en de grondwaterspiegel.

Deze gelaagdheid ontstaat door bodemvormende processen zoals:

- aanvoer en afvoer van organische stof;
- uit- en inspoelingslagen (heterogenisatie);
- bodemfauna (homogenisatie);
- oxidatie en reductie van ijzerverbindingen (gleyverschijnselen);
- rijping.

Organische stof

De hoeveelheid organische stof in de bodem is afkomstig van plantaardig materiaal. Door mening met plantendelen krijgt de bodem een donkere kleur (humus) en verandert de structuur van de grond.

Uit- en inspoeling

Uit- en inspoeling ontstaat doordat zich water in de bodem beweegt. In ons regenrijk land is de stroming meestal omlaag gericht: we noemen dit *infiltratie* of *inzinging*.

Maar op specifieke plaatsen in de bodem tref je ook een omhoog gerichte waterstroom aan. Dit verschijnsel noemen we *kwel*. Zo vindt transport plaats van oplosbare maar ook van fijne onoplosbare deeltjes.

Het uitspoelen veroorzaakt het verschijnsel *podzolering*. Onder invloed van een lage pH worden zouten en ijzerverbindingen uit de bovenlaag van de bodem weggespoeld en in de diepere ondergrond weer afgezet. Vaak is het zo dat neerwaarts bewegende deeltjes in het grondwater terecht komen en door afstroming ter plaatse uit de bodem verdwijnen.

Homogenisatie

Bodemdieren maken gangen en holen in de grond. Ook plantenwortels doen hieraan mee. Op deze wijze wordt het bodemmateriaal gemengd en treedt homogenisatie op.

Oxidatie

IJzer in de bodem is in zijn voorkomen sterk gebonden aan de aanwezigheid van zuurstof. De zone waarin ijzer donkerbruin van kleur is, bevat volop zuurstof in de bodemholten en noemen we de *geoxideerde zone*. Dieper in de bodem, beneden de grondwaterspiegel, komt geen zuurstof voor en vinden we andere, oplosbare ijzerverbindingen. De grond is hier grijs gekleurd.

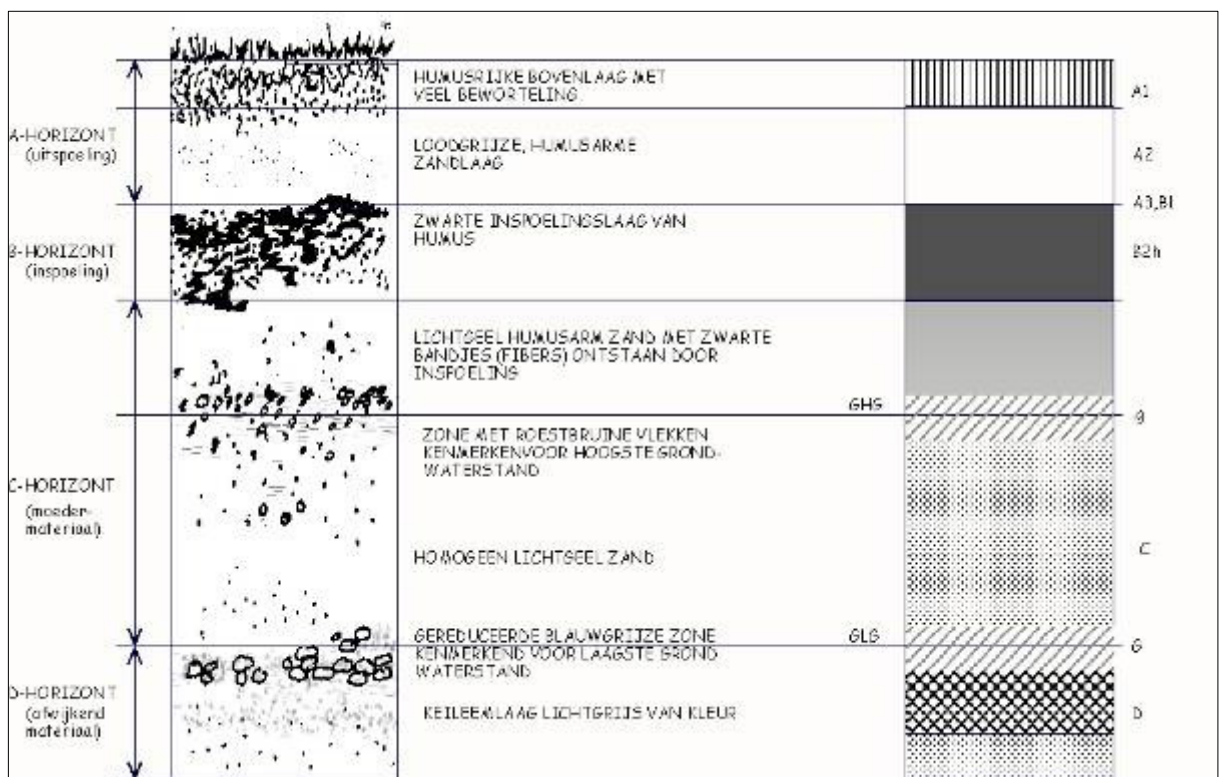
Bodemrijping

Het laatste genoemde proces is bodemrijping. Hierbij treedt door onder andere weersinvloeden verwerking van de mineralen op. Losse ionen komen zo vrij van het oorspronkelijke materiaal en kunnen door planten worden opgenomen.

Het resultaat van *bodemvormende processen* is dat gronden die oorspronkelijk bij hun afzetting een gelijkmatige opbouw hadden nu volledig van elkaar kunnen verschillen.

Bij een boring in de grond stuit je op allerlei verschijnselen die met het bovenstaande te maken hebben. Een overzicht (doorsnede) van de bodem waarin je de resultaten van de processen van boven naar beneden kun waarnemen noemen we een *bodemprofiel*.

Veel van de processen spelen zich tegelijk en door elkaar af zodat het bodemprofiel zich niet zo gemakkelijk laat lezen. Toch zijn er enkele grote lijnen in de opbouw aan te geven. In een bodemprofiel komen bijvoorbeeld verschillende lagen voor. Deze worden *horizonten* genoemd. We zullen eerst eens een voorbeeld op zandgrond bespreken.



Afbeelding 14: Bodemprofiel met benaming van de horizonten en profielomschrijving.

horizonten

In het bovenste deel van de bodem zien we een humeuze bovenlaag. Hierin speelt zich het belangrijkste deel van het bodemleven af. De organische stof die hier is geconcentreerd zorgt voor een donkerbruine kleur. De aanvoer van nieuwe bodemdeeltjes moet van bovenaf plaatsvinden. Aangevoerde deeltjes zorgen voor de aanvulling van de naar beneden gerichte uitspoeling door regenwater. Deze laag geven we aan met de term *A-horizont (uitspoelingshorizont)*.

Onder de A1-laag bevindt zich soms een deel van de bodem waar humus, kleideeltjes en (ijzer)ionen langzaam naar beneden gelegen lagen uitspoelen. Deze laag zal dus langzaam uitlogen. Deze uitspoelingslaag noemen we de A2-horizont van de bodem. Door de eeuwenlange grondbewerking komt deze maar weinig voor.

In de hieronder gelegen *B-horizont* worden de uit de *A-horizont* uitgespoelde materialen afgezet. De belangrijkste deeltjes die je hierin aantreft zijn ijzerverbindingen en humus.

In de *C-horizont* tenslotte bevindt zich het moedermateriaal waarop de bodemvormende processen nog weinig of geen invloed hebben gehad. Soms kan het zijn dat er in de *C-horizont*, afwijkend materiaal voorkomt zoals een oerbank, veenlaag of een keileemlaag. Deze noemen we dan de *D-horizont*.

Waarnemen

In een profielbeschrijving komen vooral zintuiglijke waarnemingen naar voren. Je kijkt naar kleuren die je iets vertellen over het ijzer- en humusgehalte, inspoelings- en uitspoelingsverschijnselen en de grondwaterstanden over een bepaalde periode. Je let op afwijkingen in het bodemmateriaal zoals leem of kleibandjes, veenafzettingen of ijzerklompjes. Ruiken is eveneens belangrijk, pas echter wel op als je denkt verontreinigingen aan te treffen. Voelen tot besluit doe je om de korrelgrootte van de bodemdeeltjes in te schatten.



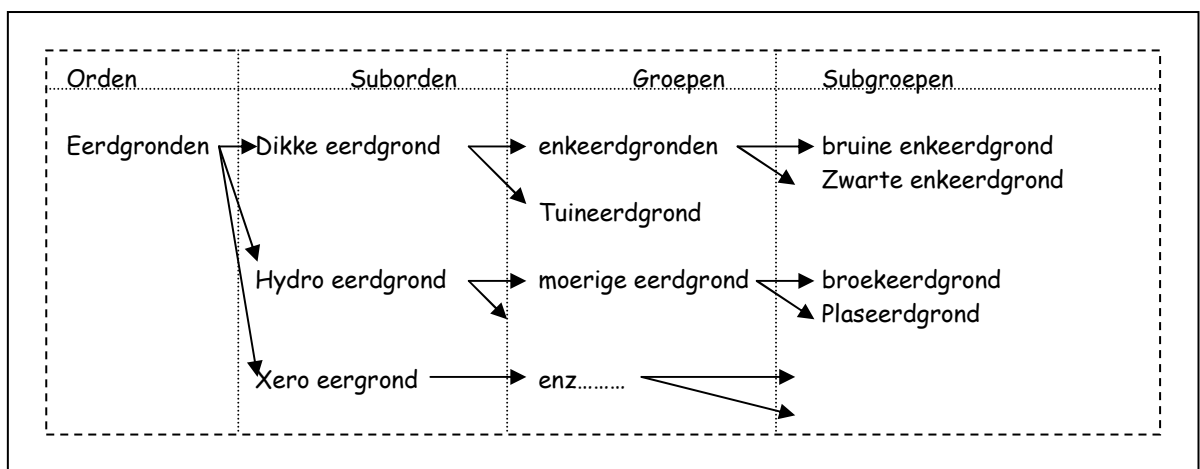
Afbeelding 15: Doorsnede van een profielkuil.

3.2 Bodemclassificatie

In thema 1 hebben we al gezien dat we de grond kunnen benoemen naar granulaire samenstelling en gehalte aan organische stof. Wanneer je een bodemprofiel bekijkt dan zie je dat er vaak een gelaagde opbouw. Ook de profielopbouw is bepalend voor de bodemeigenschappen.

Wanneer we over bodemprofielen spreken dan is er behoefte aan een eenduidig systeem van benamingen, zodat iedereen weet met welke bodem we te maken hebben. Dit systeem heet bodemclassificatie

In de bodemclassificatie worden verschillende bodemprofielen beschreven (0 tot 80 a 100 cm - mv) en ondergebracht in een systeem van orden, suborden, groepen en subgroepen. In totaal zijn er 60 subgroepen die vallen onder 5 orden. Het zou te ver voeren om de gehele bodemindeling te bespreken. We beperken ons dan ook tot de 5 orden.



Afbeelding 16: Voorbeeld indeling van eerdgronden binnen de bodemclassificatie (niet volledig!)

3.2.1 Orden

De vijf orden zijn: veengronden, podzolgronden, brikgronden, eerdgronden en vaaggronden

Veengronden Eerst zijn de **veengronden**, die uit plantenresten bestaan, gescheiden van de overige, de minerale gronden.

Vervolgens zijn binnen de minerale gronden naar de aard van de bodemvorming gronden met en zonder inspoelingslagen onderscheiden. Doordat er in ons land meer regen valt dan er water verdampt, zakt er vocht in de grond weg. Dit wegzakkende water kan materiaal uit de bovengrond meevoeren, dat dan dieper in de grond weer wordt afgezet.

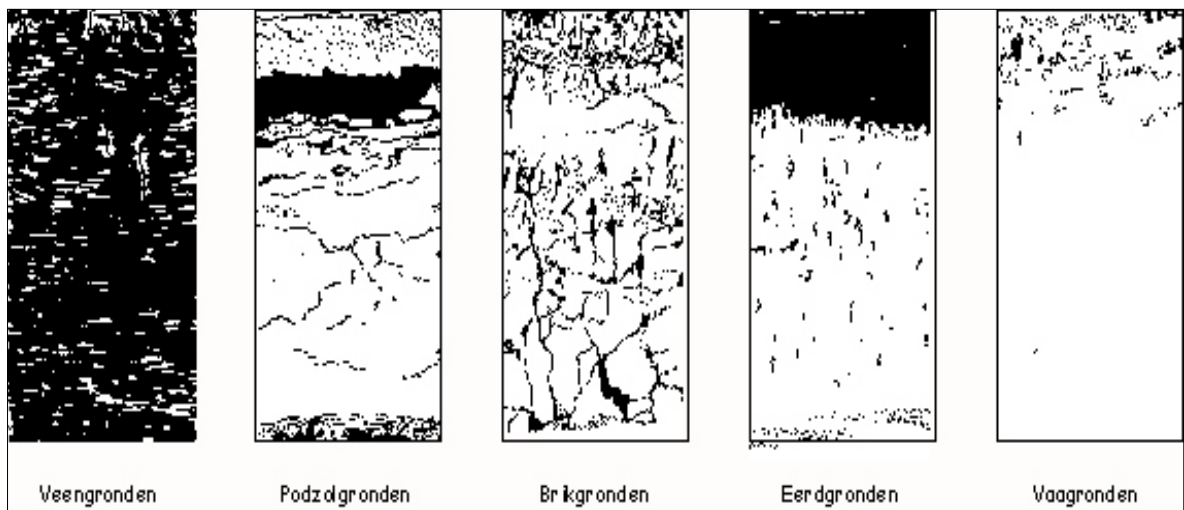
Podzolgronden Er zijn twee duidelijk verschillende inspoelingsprocessen te onderscheiden. Bij het eerste proces ontstaan inspoelingslagen van humus, ijzer en aluminium. Gronden met dergelijke inspoelingslagen zijn verenigd in de orde van de **podzolgronden**. Het Russische woord podzol betekent aschtig. Dit wijst op de grijze kleur van het zand boven de inspoelingslaag, dat wij loodzand of schierzand noemen.

Brikgronden Bij het tweede proces wordt in het profiel klei verplaatst en weer afgezet. Gronden met een dergelijke inspoelingslaag behoren tot de orde van de brikgronden. De term brik, de Zuid-Nederlandse naam voor baksteen, wijst op het gebruik van de klei-inspoelingslaag in de steenbakkerij. Deze naam komt overeen met de Belgische term terre à briques".

De overige twee orden missen duidelijke inspoelingslagen. Hier is ingedeeld naar de aard van de bovengrond.

Eerdgronden De **eerdgronden** hebben, zoals de naam eerd of aarde al aangeeft, een zeer donker gekleurde bovengrond, die eerdlaag is genoemd. Deze is ontstaan door ophoping van verteerde plantenresten of door ophoping door de mens, bijvoorbeeld met potstalment.

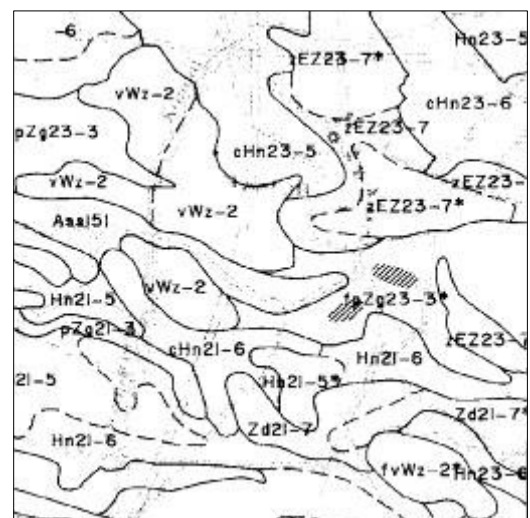
Vaaggronden In de laatste orde, de **vaaggronden**, zijn de gronden samengevoegd die weinig of niet door bodenvorming zijn veranderd, zoals jonge poldergronden en stuifzanden. Vaag is hier gebruikt in de betekenis van onbepaald of onduidelijk, speciaal met betrekking tot de gevolgen van de bodenvorming.



Afbeelding 17: De vijf orden met voorbeeldprofielen volgens de bodemclassificatie.

Op dit moment is door Stiboka geheel Nederland in kaart gebracht. Hiernaast zie je een afbeelding van deze kaart waar met een codering de grondsoort volgens de bodemclassificatie is aangegeven.

Naast de gedetailleerde kaarten (schaal 1:50.000) zijn er ook bodembeschrijvingen per gebied beschikbaar.



Afbeelding 18. Bodemkaart (stiboka)

3.3 Bodemlucht

3.3.1 Functie van bodemlucht

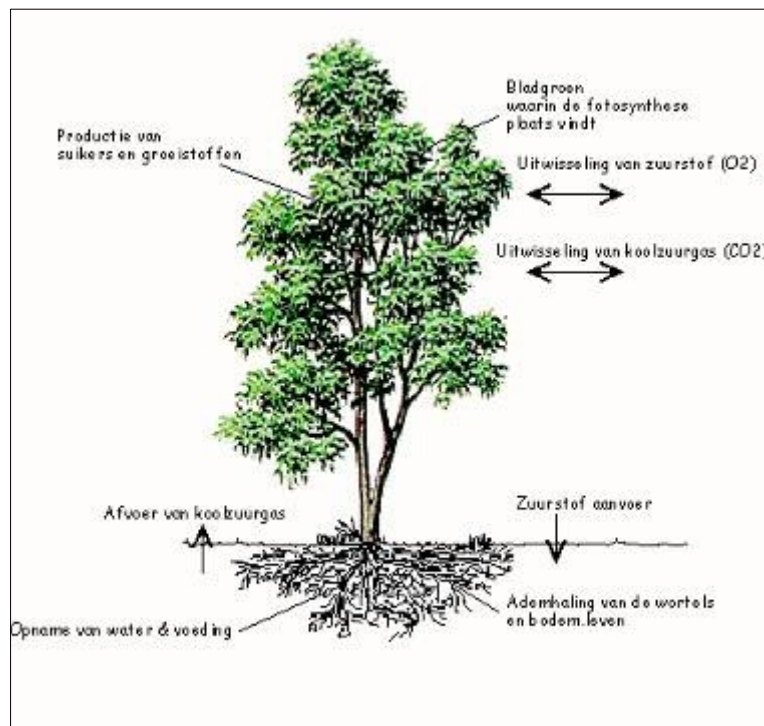
Plantenwortels en kiemende zaden hebben voor hun ademhaling bodemlucht nodig, terwijl ook vele nuttige bacteriën lucht nodig hebben. De elft van de grond kan ook uit holten bestaan. Als deze weer voor de helft met water zijn gevuld dan bestaat de grond dus voor 1/4 uit lucht.

De voornaamste bestanddelen van de bodemlucht zijn:

- Stikstof (N)
- Zuurstof (O₂)
- Koolzuurgas (CO₂)
- Waterdamp

Planten produceren bovengronds zuurstof en nemen koolzuurgas op. Onder de grond nemen ze echter zuurstof op en geven ze koolzuurgas af.

De verhoudingen waarin de bestanddelen in de bodemlucht voorkomen zijn anders dan die de lucht boven de grond. Grond met fijne poriën kunnen als ze te veel met water zijn gevuld, luchttekort vertonen (b.v. zware klei met een slechte structuur). Het luchtgehalte in de grond moet minimaal 10 a 15 volumeprocenten zijn.



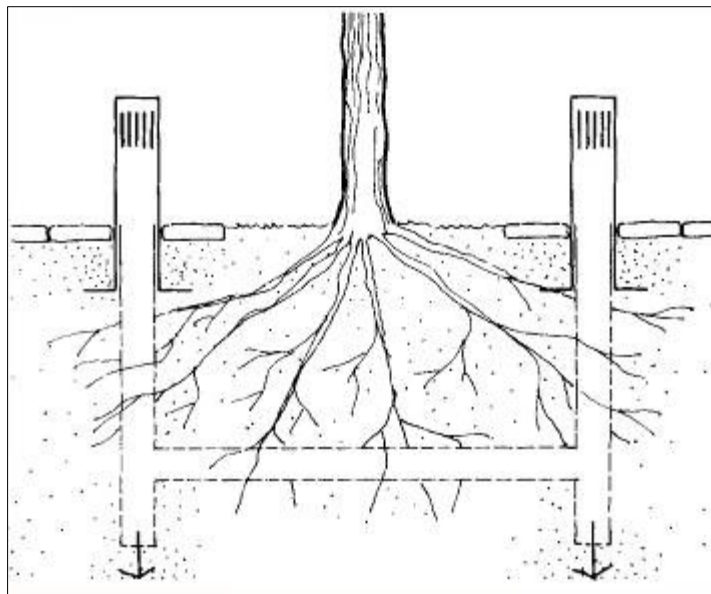
Afbeelding 19: *Uitwisseling van zuurstof en koolzuurgas in de bodem*

3.3.2 Luchtverversing is noodzakelijk

Dit kan plaatsvinden door temperatuurschommelingen, inzakkend regenwater, grondbewerking, en diffusie (b.v. vermenging van bodemlucht met buitenlucht).

Hoe kun je verbeteringen aanbrengen?

- Grondbewerking: Door grondbewerking zorg je voor een losse bodem waardoor er meer uitwisseling van lucht zal plaatsvinden.
- Drainage: Een goede drainage zal een teveel aan water afvoeren en er voor zorgen dat op natte gronden de hoeveelheid lucht weer snel op peil komt.
- Verharding: De luchthuishouding voor b.v. straatbomen is vaak veel slechter dan voor vrijstaande bomen in het bos of park. Vaak zijn er veel leidingen en kabels aanwezig, maar ook gesloten verharding van klinkers of asfalt. Om deze negatieve invloeden iets te beperken worden beluchtingskokers aangebracht.



Afbeelding 20: Beluchtingskokers bij een straatboom

3.4 De waterhuishouding

3.4.1 De functie van het water met betrekking tot bodem en plant.

Planten bestaan voor 60% tot 90% uit water. Ook is water nodig bij de assimilatie. Het grootste deel van het opgenomen water dient voor de verdamping. Bij een grote windkracht, een hoge luchttemperatuur en een lage luchtvochtigheid is de verdamping groter. De plant kan zijn temperatuur regelen door de verdamping.

Het water in de bodem is van belang voor het oplossen van voedingszouten de structuur van de grond, de waterhuishouding van de bodem en een goed bodem leven.

Door een teveel aan water in de wintermaanden en een tekort in de zomermaanden moeten we maatregelen nemen om de bodem de juiste vochtigheidsgraad te geven.

Deze maatregelen kunnen bestaan uit:

- bodemverbetering met organisch materiaal
- draineren
- storende lagen doorbreken
- regelmatig water geven

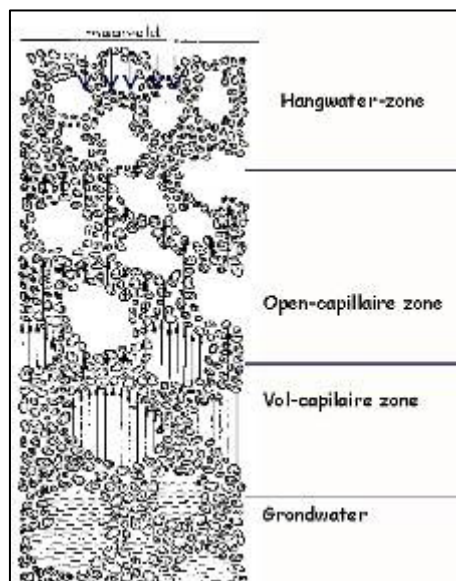
Het water in de bodem komt op de volgende manieren voor:

- als hangwater
- als capillair water
- als grondwater

Het hangwater: Is afkomstig van regen, sneeuw, sproeien. Een gedeelte hiervan blijft in de bovengrond hangen. Een fijne humus rijke bodem kan veel hangwater vasthouden.

Het grondwater: Elke ruimte wordt hierdoor gevuld. Als we een gat voldoende diep maken komen we in het grondwater. De grondwaterstand wisselt met het jaargetijde.

Capillair water: Het water kruipt vanuit het grondwater door nauwe gangen (capillair) omhoog. Net boven het grondwateroppervlak zijn deze gangen gevuld met water en ontbreekt de lucht. Deze zone is ongeschikt voor plantenwortels. Iets hoger zijn de omstandigheden ideaal omdat daar de poriën gevuld zijn met water en lucht.



Afbeelding 21: Water in de bodem

De plantenwortels kunnen niet alle water uit de grond halen. Het water wat de plant tot z'n beschikking heeft noemen we ook wel beschikbaar water.

De grond kan verzadigd zijn als alle poriën en holten met water zijn gevuld. We noemen dit het verzadigingspunt.

Het punt wanneer een plant niet meer water meer uit de grond kan opnemen (verwelking van de plant) noemen we het verwelkingspunt. Ondanks dat de plant geen water meer kan opnemen bevat de grond nog wel water!. Dit water is zo sterk gebonden aan de gronddeeltjes dat de wortels niet meer in staat zijn om dit tot zich te nemen.

Op het moment dat het water niet meer in de poriën en holten blijft hangen en naar beneden zakt, noemen we veldcapaciteit. Elke grondsoort heeft een andere veldcapaciteit.

We kunnen dus zeggen:

$$\text{Beschikbaar water} = \text{veldcapaciteit} - \text{verwelkingspunt}$$

Je kunt dit vergelijken met een spons in een emmer met water. De poriën zijn dan vol met water en hebben is de spons dus verzadigd. Het moment dan je de spons uit de emmer haalt en zonder tegendruk laat uitdruppen, zal de spons op veldcapaciteit zijn wanneer deze is uitgedrupt (vergelijk dit met het wegzaken van het water naar het grondwater). Wanneer je de spons uitknijpt (vergelijk dit met de zuigkracht van een plant) bereik je als er geen water meer uitkomt het verwelkingspunt.

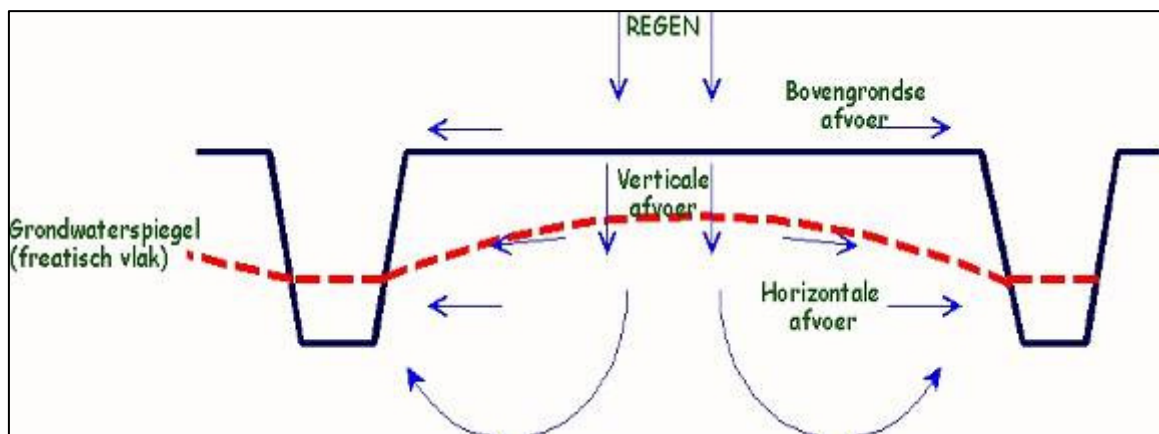
3.4.2 Afvoer van water

Bij plantengroei speelt water een belangrijke rol. Een overmaat aan water zowel als een tekort heeft grote invloed op de groei van de planten. Soortenkeuze speelt in dit opzicht een belangrijke rol.

Bij een te hoge grondwaterstand (b.v. 50 cm. onder maaiveld) verankeren bomen en heester zich slecht. Ontwateren van de bodem is dan noodzakelijk. Dit kan op verschillende manieren:

- Sloten
- Greppels
- Drainage

Bij te lage waterstand (vooral op zandgronden) bestaat de kans op verdroging in de zomer. Vooral jonge beplanting. Dit is op te lossen door een andere sortimentskeuze of door water te geven.



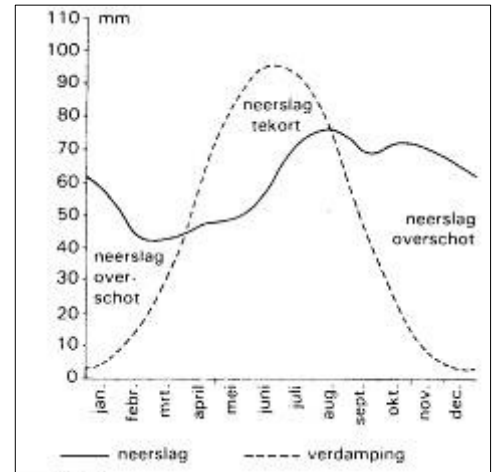
Afbeelding 22: Gronwaterspiegel in de bodem (winterstand).

In Nederland hebben we te maken met meer neerslag dan verdamping. Gemiddeld valt er in jaar 750 mm neerslag. Dit komt overeen met 750 liter per m²!

De verdamping is gemiddeld 500 mm per jaar, dus een overschot van 250 mm per jaar.

Toch hebben we te maken met tekorten en overschotten wanneer we het gehele jaar bekijken. In de wintermaanden is er een overschot, terwijl in de zomermaanden over het algemeen een tekort is. Zie afbeelding.

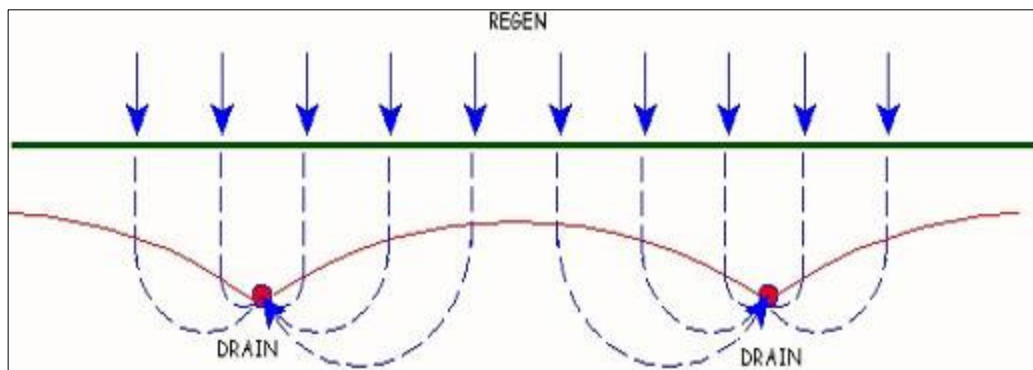
Het overschot moeten we in de meeste gevallen afvoeren via sloten en kanalen. Op het terrein zelf doen we dit vaak met drainage.



Afbeelding 23: Grafiek neerslag/verdamping

3.4.3 Drainage

Draineren is een goede methode om de bodem te ontwateren. Tegenwoordig gebruiken we praktisch alleen nog maar plastic ribbelbuizen met een omhullingsmateriaal van b.v. cocos. Het omhullingsmateriaal werkt als een filter en dient om inspoeling van gronddeeltjes te voorkomen. Ook vergroot het de buitendiameter van de drain en zal dan ook meer water tot zich nemen.



Afbeelding 24: Schematische werking van drainage

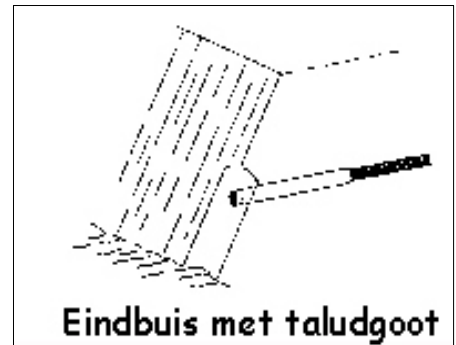
Drainage kan op verschillende manieren voorkomen. Enkele zijn:

- Enkelvoudige drainage: Komt het meeste voor. Elke buis mondt uit via de eindbuis in de sloot.
- Samengestelde drainage: Alle drainagebuizen komen op een verzamelbuis die het water vervolgens naar de afvoersloot brengt.
- Gesloten drainage: Bij een gesloten drainage wordt het water eerst naar een verzamelpunt gebracht en daarna via een pomp afgevoerd naar het buitenwater.
- Verticale drainage: Vooral op sportvelden en speelweiden gebruikt bij plaatselijke wateroverlast door storende lagen aan de oppervlakte. Door het boren van gaten en vervolgens op te vullen met grind of grof zand kan het water door de storende laag naar de ondergrond.



Afbeelding 25: enkelvoudige drainage

Op het einde van een drain, die vaak de uitmonding heeft in een sloot, is een eindbuis geplaatst. Dit is een gladde buis zonder perforatie. Bij het leggen van een drainage moet je rekening houden met de ontwateringstijpte afschot en de afstand tussen de drains.



Afbeelding 26: eindbuis van drain.

3.5 Grondverzet en egalisatie

Met grondverzet bedoelen we het verplaatsen van grond over korte of lange afstand. Meestal zal de grond verplaatst worden op het terrein. Maar het is ook mogelijk om grond aan- of af te voeren.

- Korte afstanden: Grondtransport op korte afstanden kan met de kruiwagen of met een hydraulische kraan. Een hydraulische graafmachine moet zich beperken tot de draaicirkel van de machine. Pas wanneer de grond overgezet is kan de HGM het vervolgens weer overdraaien om het verder te transporteren.
- Lange afstanden: Moeten we de grond over grotere afstanden transporteren dan zijn vrachtwagens of trekkers met dumpers in combinatie met HGM efficiënter

Na het verplaatsen is het vaak noodzakelijk om te egaliseren. De mate van egalisatie is afhankelijk van het doel. Het zal duidelijk zijn dat een sportveld een grotere vlakheid is gewenst dan een beplantingsvak voor bv. Struiken.

Egaliseren kunnen we met de hand uitvoeren d.m.v. een cultivator, hark, etc. Machinaal is het mogelijk met een bulldozer, kilverbak achter de trekker. Over het algemeen wordt na egalisatie de bovenlaag bewerkt met een rotorkoepel om de gewenste fijnheid van de grond te behalen.

3.5.1 Uitlevering en klink

Grond heeft een bepaald poriënvolume die we ook wel dichtheid noemen. Kijken we naar de verschillende grondsoorten, dan zien we dat elke soort z'n eigen poriënvolume heeft. Bij zand varieert het van 35%-60%, bij klei 35 - 70% en bij veen 65-90% . Zand met een poriënvolume van 35% bestaat dus voor 65% uit vaste delen.

Met het begrip dichtheid vallen de volgende termen samen:

- **Uitlevering**, waarbij we een volumevergroting krijgen door het opladen of storten van (losse) grond.
- **Inklink**, waarbij opgebrachte grond voor opvulling of verhoging een volumeverkleining geeft (de grond zakt).

Bij zand is de uitlevering maar weinig (10%), bij klei of veen loopt deze wel op tot 30%! Je moet dus rekening houden met het uitleverend vermogen van de grond of het inklinken van de grond!

Inklink of zakking van de grond kan ook komen door:

- Belasten van grond door een ophoging
- Verlagen van de grondwaterstand (vooral in veengebieden)
- Krimp door oxidatie van organische stof



Afbeelding 27: Rekening houden met uitlevering en inklink.

3.6 *Samenvatting*

Het bodemprofiel is constant aan bodemvormende processen onderhevig, zoals: toevoer van organische stof, in- en uitspoelingsprocessen, homogenisatie, oxidatie en bodemrijping.

Het resultaat van deze processen is dat er een gelaagde opbouw ontstaat van het bodemprofiel. We noemen dit de horizonten. We kunnen dit waarnemen door een profielkuil te graven.

Het benoemen van de bodem aan de hand van de profielopbouw noemen we bodemclassificatie. In deze classificatie worden vijf orden onderscheiden. Namelijk, veengronden, podzolgronden, eerdgronden, brikgronden en vaaggronden. Door de Stichting Bodemkartering is dit in kaart gebracht.

Plantenwortels hebben voor de ademhaling bodemlucht nodig. Door een slechte structuur of verdichting ontstaat er vaak een zuurstoftekort. Vooral bomen in de verharding hebben vaak dit probleem. Luchtkokers kunnen dit enigszins verhelpen.

Water kan op verschillende manieren in de bodem voorkomen. We kennen grondwater, capillair water en hangwater. De hoeveelheid beschikbaar water is afhankelijk van het verwelkingpunt van de plant en de veldcapaciteit van de grond.

In Nederland hebben we over het algemeen een neerslagoverschot. Het teveel aan water kunnen we afvoeren met sloten, greppels en drainage. Het aanleggen van een drainagesysteem is afhankelijk van de aanwezigheid van afvoermogelijkheden.

Grondtransport over het terrein kunnen we verdelen in transport op korte of lange afstand. De keuze is sterk afhankelijk van de oppervlakte van het terrein. Bij het ontgraven van de grond hebben we te maken met uitlevering. Na het opbrengen van de grond zal de grond inklinken.

*

—

4.0 Grondverbetering

Tot nu toe hebben we het vooral gehad over grondbewerking en grondverzet. Betere groeiomstandigheden voor de plant bereiken we niet alleen door grondbewerking maar ook door verbeteren van het wortelklimaat en een beter leefmilieu voor de bodemfauna. Welke plant op welke plaats wil groeien is zeer sterk afhankelijk van de zuurgraad.

In dit thema willen we dan ook de wortelontwikkeling, zuurgraad en het bodemleven centraal stellen.

4.1 Wortelontwikkeling

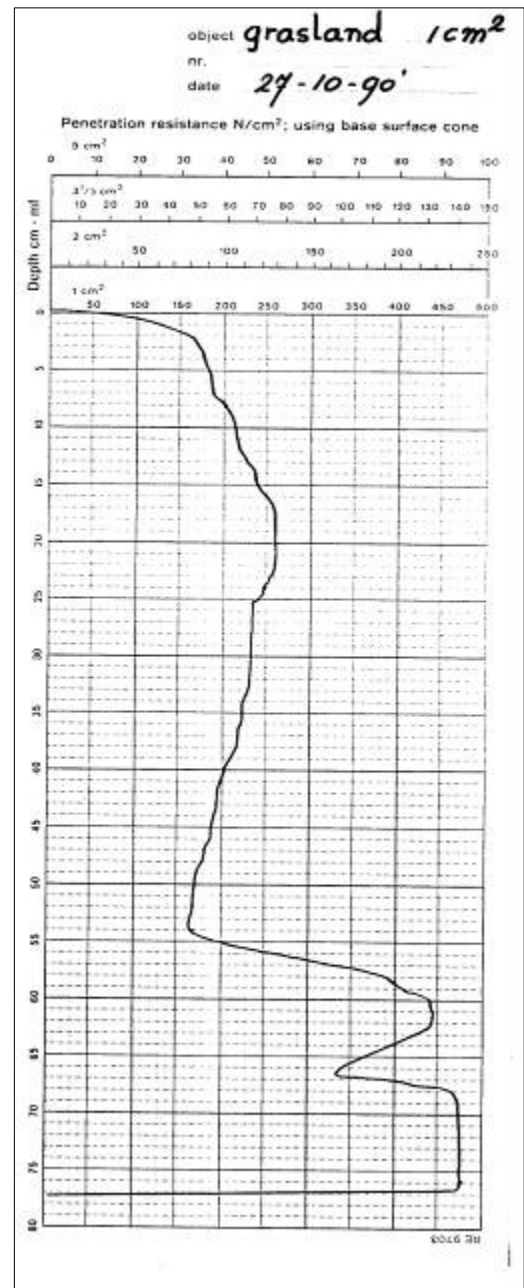
Binnen de erfelijk bepaalde mogelijkheden past de plant haar wortelontwikkeling aan, aan de plaatselijke omstandigheden. Dezelfde plantensoort kan verschillende wortelbeelden vertonen. Deze verschillen worden veroorzaakt door de structuur, grondwaterstand en het aanwezig zijn van eventuele storende lagen in de ondergrond.

De wortelpunten zoeken in naar die plaatsen waar zuurgraad, luchthuishouding, vochtspanning, temperatuur, structuur, voedingstoestand en indringweerstand het meest aantrekkelijk zijn hierbij wordt de plant en het wortelgestel beïnvloed door cultuurmaatregelen (losploegen frezen), functioneren van bovengrondse delen (ziekte aantasting, fotosynthese) en concurrentie (agressiviteit van bijvoorbeeld onkruiden).

De indringingsweerstand die de wortel ondervindt, is gering voor zover veel holten, gangen en poriën aanwezig zijn. Wanneer deze minder aanwezig zijn, hangt de ontwikkeling van de wortel af van de weerstand bij indringing en de verplaatsingsweerstand van de deeltjes bij het wijder maken van de poriën. Bij geringe weerstand zien we een rechte wortel; bij grotere weerstand wordt de jonge wortel gedwongen een kromme baan te volgen. Ook de wortelvertakking is onregelmatiger.

Wanneer de rechte hoofdwortel (bijvoorbeeld bij boomvormende struiken) op een bijna ondoordringbare laag stuit in het bodemprofiel treedt een zijwortelvormig in werking. De indringingsweerstand van de grond wordt ook wel de mechanische weerstand genoemd. Deze kan gemeten worden met een penetrometer of penetrograaf.

In het algemeen geeft het wortelgestel de plant verankering in de grond en gaat verslemping en afspoeling tegen.



Afbeelding 28: Penetrogram

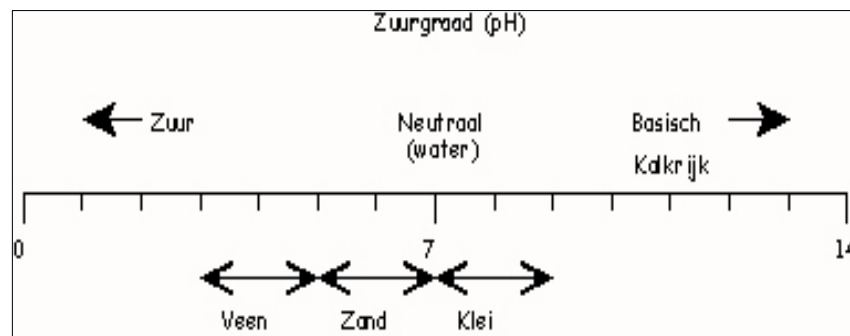
4.2 Zuurgraad

De zuurgraad van de grond wordt aangegeven door het pH cijfer (een negatieve logaritme van waterstofionen concentratie per liter bodemvocht). De pH-schaal loopt van 0 tot 14 waarbij 7 pH-neutraal is.

pH 1	10^{-1}	0,1	mg H ⁺ ionen per liter bodemvocht
pH 2	10^{-2}	0,01	mg H ⁺ ionen per liter bodemvocht
pH 5	10^{-5}	0,00001	mg H ⁺ ionen per liter bodemvocht
pH 7	10^{-7}	0,0000001	mg H ⁺ ionen per liter bodemvocht
pH 10	10^{-10}	0,0000000001	mg H ⁺ ionen per liter bodemvocht

Tabel 6: pH is een negatief logaritme van de waterstofionen-concentratie per liter bodemvocht.

Op het Bedrijfslaboratorium in Oosterbeek wordt gewerkt met de term pH- KCl. Met de KCl-methode in plaats van pH-water krijgen we een nauwkeuriger beeld van de werkelijke zuurgraad in de bodem. De zuurgraad van de grond kan variëren van Ph-KCl 3 tot 8,5; pH-KCl 7 is neutraal, een lager cijfer wordt zure grond genoemd, hogere cijfers basisch. De meeste gronden in Nederland geven een zure reactie te zien (5-7).



Afbeelding 29: Zuurgraad (pH)

Wanneer de zuurgraad zakt tot 3,5 is de wortelactiviteit tot het minimum beperkt. Voor de meeste van onze cultuurgewassen varieert de tolerantie van 4,5 tot 8,0. Sommige planten hebben speciale eisen. heide en veenmos bijvoorbeeld houden van een zeer lage pH; bolgewassen en helmgras bijvoorbeeld van een hoge pH. Diverse planten bijvoorbeeld gras zijn niet kieskeurig ten aanzien van de zuurgraad.

Wanneer het pH-KCl cijfer te hoog ligt, neemt de beschikbaarheid van fosfaat en kali af en van magnesium toe. Bij een te lage pH houden de humusdelen voedingsstoffen vast en ontstaat erop kleigrond een slechte structuur. De structuur van kleigronden wordt gunstig beïnvloed door een goede pH.

Regen ontkalkt en verzuurt de grond enigszins. Ook de wortelactiviteit zorgt voor verzuring van de bodem door afgifte van H⁺-ionen aan de bodem in ruil voor negatief geladen voedingsionen (adsorptiecomplex of klei-humus - complex).

Door de uitstoot van koolmonoxide en andere gassen (industrie, drijfmest, uitlaatgassen e.d.) wordt het milieu en de bodem de laatste decennia extra verzuurd. Door een bekalking is de zuurgraad enigszins weer te verhogen. De hoeveelheid kalk is afhankelijk van het percentage humus (de dikte van de bouwvoor) en de mate van pH verhoging. Ook Thomasslakkenmeel werkt enigszins pH verhogend.

4.3 Het bodemleven

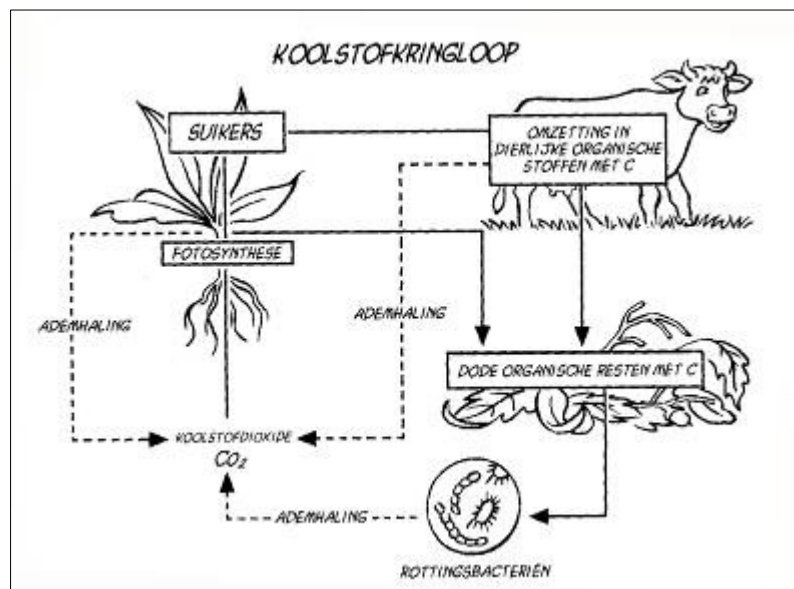
In de grond leven grote aantallen schimmels, bacteriën macrofauna (insecten, wormen, mollen, etc). De eerste twee rekenen we tot het microleven en is ook verreweg de grootste groep afvalopruimers in de natuur.

De functies van het bodemleven zijn:

Afbraak van organische stof	Plantenresten en mest die in de bodem terecht komen, worden verteerd en daarmee opgeruimd. Bij die afbraak komen weer voedingsstoffen vrij.
Losmaken van de bodem	Vooraf de grotere bodemdiertjes, zoals regenwormen, duizendpoten en pissebedden graven gangetjes door de bodem. Vaak wordt de grond daarbij naar het oppervlak van de bodem gebracht (wormenhoopjes). Op die manier ontstaan er in de bodem voldoende grote peren voor waterafvoer, luchtverversing, wortelgroei, e.d.
Binden van gronddeeltjes	Wormen en bacteriën produceren slijm. De minerale delen, zoals zanddeeltjes worden daardoor aan elkaar geplakt zodat grote poriën niet zo snel inzakken.

4.3.1 Microleven

Zonder microleven is het hogere plantaardige- en dierlijke leven niet mogelijk. Na het afsterven van een organisme komen er weer voedingsstoffen vrij, door middel van een ontbindingsproces. Dit proces wordt veroorzaakt door micro-organismen. Er is dus sprake van een natuurlijke kringloop waarbij de omloop van koolstof een belangrijke bouwstof is voor zowel de flora als de fauna.



Afbeelding 30. Koolstofkringloop door de natuur.

De bodemorganismen stellen echter hoge eisen aan hun leefomgeving. Zo mag de grond niet te koud zijn, voldoende zuurstof bevatten, niet te droog zijn en voldoende organisch materiaal bevatten.

Enkele nuttige bodembacteriën zijn:

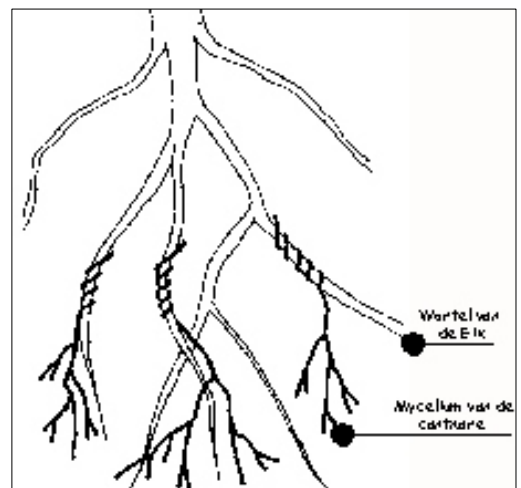
- Nitrificerende bacteriën Deze zetten ammoniak om in nitraat. De plant kan nitraat gemakkelijker opnemen dan ammoniak.
- Stikstofbindende bacteriën Deze bacteriën halen stikstof uit de lucht voor hun voeding en bouwen er eiwitten mee op. Deze komen later weer vrij. Een speciale vorm van stikstofbindende bacteriën zijn de wortelknolletjes bacterien. Deze leven in symbiose met o.a. Vlinderbloemigen. Ze leven in verdikte knolletjes gevormd uit de plantenwortel.

Voor een goede werking van de bacteriën is de aanwezigheid van zuurstof noodzakelijk. Deze zogenaamde aërobe bacteriën hebben voldoende zuurstof nodig voor de omzetting van organisch materiaal. Is er geen goede luchthuishouding aanwezig dan gaan andere bacteriën aan het werk, de zogenaamde reducerende bacteriën of anaërobe bacteriën. Er ontstaan dan allerlei schadelijke stoffen die de grond vaak een blauwe kleur kunnen geven. De grond ruikt vaak onaangenaam door de vorming van zwavelwaterstof.

Reductie kan alleen optreden, wanneer de grond voldoende gemakkelijk aantastbare organische stof bevat (wortelresten, stoppels). Zorg dus voor een goede grondbewerking, ontwatering en losse structuur. Om deze reden mag dan ook stalmest niet te diep worden ondergewerkt.

Naast bacteriën zijn ook de groep van schimmels belangrijke opruimers in de natuur. Vele, zo niet alle, planten leven op de een of andere manier met symbiotische schimmels! Vrijwel alle bomen hebben schimmeldraden nodig rond hun wortelharen om bodemwater op te kunnen nemen. De schimmel maakt gebruik van de in de wortel aanwezige suikers. Zo is er sprake van wederzijdse samenwerking.

Bekende voorbeelden zijn de Vliegezwam bij Berk en de Cantharel bij Eik. Deze groep van in symbioselevende schimmels noemen we ook wel mycorrhiza.



Afbeelding 31: Symbiose bodemschimmel met Eik.

4.3.2 Macroleven

Naast bacteriën en schimmels komen in de grond larven van kevers, vliegen, pissebedden, mijten, springstaarten, aaltjes en regenwormen voor. Een soort die voor de tuin zeer belangrijk is, is het werk van de regenworm.

Regenwormen (*Lumbricus terrestris*) zijn de onzichtbare grondverbeteraars en heeft z'n verspreidingsgebied over de gehele aarde.

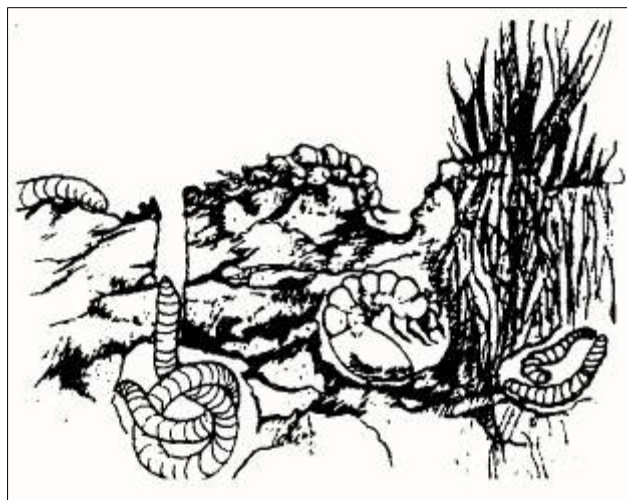
"Slechts weinig andere dieren hebben een zo grote betekenis voor de geschiedenis van de aarde als deze zo eenvoudig georganiseerde wezens."
(Charles Darwin)

Regenwormen zijn er niet alleen voor sportvissers, maar ook voor de tuin om de grond te verbeteren. Vooral om meer lucht in de grond te krijgen, want spitten en graven kunnen wormen als de beste; ook al zien wij er weinig van.

Wormen zwoegen niet voor niets door de aardkost. Ze moeten ook eten. Organisch materiaal zoals half vergane blaadjes, zaden, micro-organismen en resten van allerlei dieren die ze tegenkomen, worden door de aardworm verslonden.

Als dank scheiden wormen een grote hoeveelheid uitwerpselen af. Vier kilogram per vierkante meter is heel gewoon. Goed verteerd voedsel, dat luchtig van samenstelling is en nog voedzaam voor planten ook. De grond wordt er beduidend beter van structuur van, kruimelig en goed luchtig.

Het werkterrein van wormen is tot aan het grondwater. Gangen tot een diepte van wel twee meter zijn geen uitzondering. Het meeste voedsel is in de bovenlaag van de bodem te vinden, dus daar houden ze zich ook het meeste op. In de winter en in droge tijden trekken ze dieper weg. Hierdoor zorgen wormen dus voor het mengen van de grondlagen. We noemen dit homogenisatie.



Afbeelding 32. Regenwormen in de bodem

4.4 *Samenvatting*

De wortelontwikkeling van een plant is sterk afhankelijk van de grondwaterstand en eventueel aanwezige storende lagen. Met behulp van de penetrograaf kunnen we verdichtingen in het bodemprofiel zichtbaar maken.

Bij grondverbetering door verschillende grondverbeterende producten moeten we rekening houden met de zuurgraad. Deze wordt uitgedrukt in een cijferreeks van 0 tot 14.

Bij de bepaling van de pH gebruikt het Bedrijfslaboratorium voor gewasonderzoek in Oosterbeek, kaliumchloride (KCl).

Ook het bodemleven heeft een goede werking op bodemverbeterende processen. Het microleven zorgt voor vertering van organisch materiaal zodat dit weer als voedingsbron kan dienen voor de planten.

Ook schimmels spelen in dit proces een belangrijke rol. Vooral de mycorrhiza-schimmels komen bijna op alle bomen voor.

Wat het macroleven betreft, is vooral de regenworm zeer belangrijk.

*
—

5.0 Gebruikte Literatuur

- Bodemkunde, Educaboek / dr. Ir. S.F. Kuipers
- Grond, gewas en milieu, ontwikkelcentrum
- Bodem en bodemmetingen / ontwikkelcentrum
- Grondige aanpak - aanleg groen- / ontwikkelcentrum
- Indeling van Nederlandse gronden / Stiboka
- Stadsbomenvademecum deel 2 - groeiplaats en aanplan / IPC Groene Ruimte
- Drainage / IPC Groene Ruimte
- Bodemkunde / IPC Groene Ruimte
- Bodembewerking / AOC Friesland
- Bodemkunde voor assistenten opleiding / AOC Friesland
- Bodemkunde voor A.V.J. / AOC Friesland
- Bodembewerking voor A.B. Groene Ruimte
- Neerlands tuin / internet-site
- Mijn Eigen tuin/ tijdschrift Stichting Mien Ruys

*

—