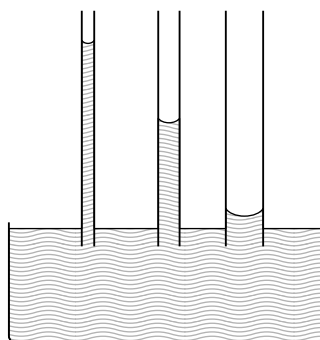


---

## 2.3 Het grondwater

Planten hebben water nodig maar naast water moet er ook voldoende lucht in de bodem zitten. Te veel water betekent dat de luchtvoorziening van plantenwortels wordt bedreigd. Te weinig water betekent automatisch verdroging. Dit evenwicht tussen bodemlucht en bodemwater komt in deze paragraaf uitgebreid aan de orde.

**Fig. 2.10**  
*Capillaire opstijging*



Alle gronddeeltjes trekken water aan. Door de aantrekkingskracht blijft het water in de ruimten tussen de deeltjes, de poriën, hangen. Water blijft gemakkelijker in kleine dan in grote poriën hangen. Een rij poriën die op elkaar aansluiten noemen we een *capillair*. Capillairen zijn net nauwe buisjes. In smalle capillairen kan het grondwater makkelijk opstijgen.

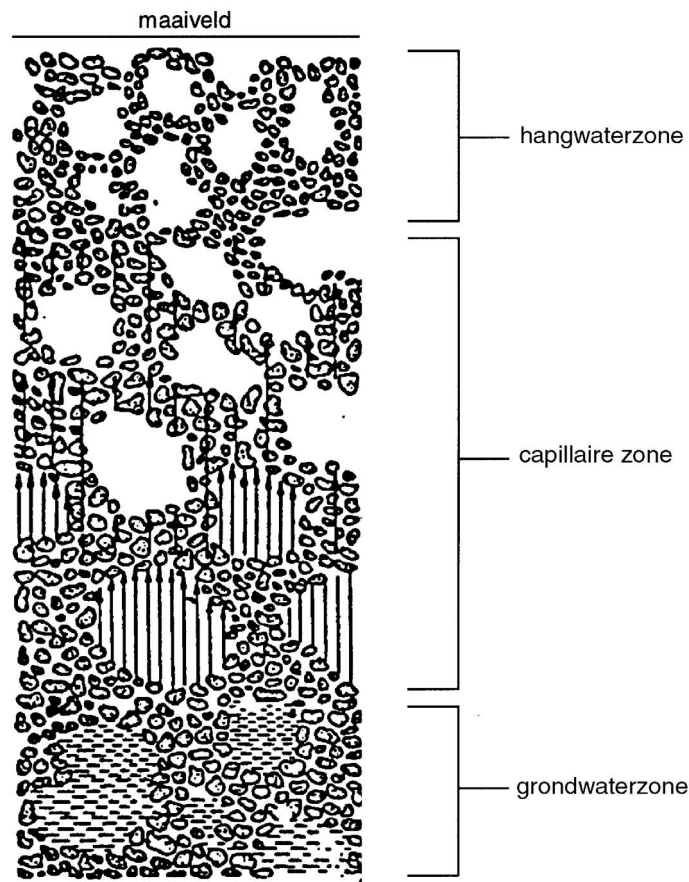
Wanneer je een diep gat in de bodem graaft, zal er na een poosje grondwater in staan. Het gedeelte van de bodem beneden de grondwaterspiegel heet de *grondwaterzone*. Het water kan zich hier vrij bewegen. Alle poriën zijn gevuld met water, lucht ontbreekt.

Boven de *grondwaterzone* ligt de *capillaire zone*. Naarmate de capillaire buisjes dunner zijn stijgt het water langzamer, maar kan uiteindelijk wel hoger in de bodem komen.

In grond met kleine deeltjes zoals klei, zal het water dus hoger kunnen stijgen dan in een grovere zandgrond, alleen duurt dit proces langer.

Het bovenste deel van de bodem ligt vaak zo ver boven de grondwaterstand dat het bodemwater er via capillaire opstijging niet kan komen. Het water dat hier in de poriën zit komt van een recente regenbui. Het is er blijven hangen, vandaar dat dit gedeelte de *hangwaterzone* genoemd wordt.

**Fig. 2.11**  
*De grondwaterzones*  
(bron: De Leenheer,  
Beginselen der  
Bodemkunde)



Grote poriën (0,5 mm en hoger; met het blote oog te zien) zijn meestal gevuld met lucht. Water zal je voornamelijk aantreffen in de kleine poriën (< 0,5 mm). Omdat je voor een goede groei en functioneren van een plantenwortel zowel lucht als water nodig hebt, moet een goede bodem én veel grote én veel kleine poriën hebben.

## De grondwaterstand

*freatisch vlak*

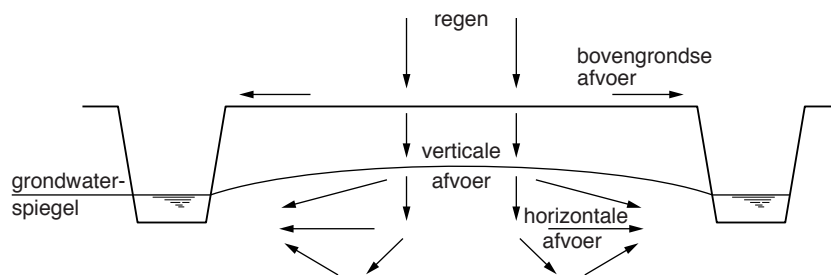
We kennen nu dus de indeling in drie bodemlagen waarin water op verschillende wijzen voorkomt gezien. De grondwaterstand of het *freatisch vlak* bevindt zich op de bovenrand van de grondwaterzone. Nu is het niet zo eenvoudig om een goede grondwaterstand in het veld te meten. Je kunt bij een bodemonderzoek de invloed van capillaire opstijging niet simpel wegcijferen. Een juiste grondwaterstandmeting kan slechts plaatsvinden in een ruim gat in de grond. De invloed van de wanden is hierin te verwaarlozen en de waterstand kan zich onafhankelijk van de bodemdeeltjes instellen. We plaatsen voor grondwaterstandmeting zeer zorgvuldig een peilbuis in de bodem die volgens normvoorschriften bemeten moet worden.

*maaiveld*

De grondwaterstand wordt gemeten ten opzichte van het *maaiveld* en geeft slechts een absolute waarde aan. Hiermee bedoelen we dat je nooit grondwaterstanden mag vergelijken indien je niet weet hoe hoog het maaiveld ter plaatse is. Als je wilt onderzoeken hoe de grondwaterstroming onder een terrein verloopt, moet je naast alle grondwaterstanden ook een waterpassing op de terreinhoogte uitvoeren.

**Fig. 2.12**

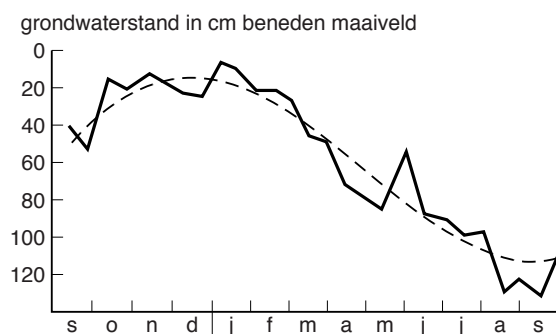
Watertransport over en door de grond naar een sloot



De grondwaterbeweging wordt afgelezen uit de standen van grondwater in peilbuizen. Je moet zo'n peilbuis diep zetten anders meet je een schijngrondwaterstand. Over ons land zijn een groot aantal van deze peilbuizen geplaatst. Deze worden regelmatig afgelezen en de resultaten worden in grafieken verwerkt. Hieruit blijkt dat de grondwaterstand sterk wisselt als gevolg van schommelingen in de regenval. Er zijn grote verschillen per 14-daagse opname, maar over de loop van een jaar is een duidelijke beweging te herkennen.

**Fig. 2.13**

Schommelingen in de grondwaterstand gedurende een jaar op 14-daagse waarnemingen



## Doorlaatbaarheid

Als het oppervlak van de grond erg dicht zit, zal veel water over het grondoppervlak afvloeien. Ook al is de bodem verder goed doorlatend.

Wanneer het water de grond is binnengedrongen, zal het eerst zijn weg in verticale richting naar beneden vinden via openingen tussen de vaste gronddeeltjes. Een zeer dichte structuur met kleine poriën, bemoeilijkt het transport naar de diepere ondergrond. Van de verticale doorlaatbaarheid kun je een indruk krijgen door een bodemdoorsnede of *bodemprofiel* te bestuderen.

*bodemprofiel*

De horizontale doorlaatbaarheid in de diepere ondergrond is ook van veel belang. Deze hangt ook nauw samen met de hoeveelheid grotere poriën en gangen in de bodem. Zij wordt gemeten door in een boorgat na te gaan, hoe snel het water toestroomt. Met behulp van een formule wordt dan de doorlaatbaarheid  $K$  berekend.

**Fig. 2.14**

*K-factoren in de bodem*

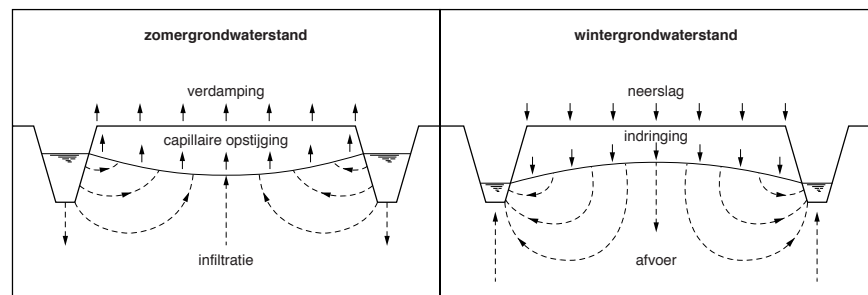
K-factoren kleiner dan 0,05 m per etmaal	slecht doorlatend
K-factoren van 0,05 tot 0,40 m per etmaal	matig doorlatend
K-factoren van 0,40 tot 1,00 m per etmaal	vrij goed doorlatend
K-factoren groter dan 1,00 m per etmaal	goed doorlatend

### Vragen 2.3

- Waterstandsmetingen vinden altijd ten opzichte van NAP plaats. Als de waterstand in een peilbuis 73 cm onder maaiveld ligt en het maaiveld op + 2,38 m NAP, wat is de waterstand in de buis dan t.o.v. NAP?
- Ten behoeve van de landbouw worden de grondwaterstanden aan het gebruik van de gronden aangepast.
  - Leg uit of het grondwater onder een weiland 's zomers in natuurlijke omstandigheden bol of hol staat ten opzicht van de sloten aan weerszijden.
  - Hoe is de waterstand in figuur 2.15 aangepast voor optimaal landbouwkundig gebruik en waarom?

**Fig. 2.15**

*Grondwaterstanden in een agrarisch gebied*



- In verschillende bodems komt een schijngrondwaterstand voor. Leg uit wat je hieronder een verstaat en hoe deze kan ontstaan.
- De grondwaterstand is niet gedurende een heel jaar gelijk. Verklaar het verloop van de grondwaterstanden over een jaar in figuur 2.13.
- Een bodem heeft een lage doorlaatfactor en een hoog adsorptievermogen. Wat kun je hierbij opmerken over:
  - de korrelgrootte;
  - de mogelijke hoeveelheid organische stof;
  - het vochtbindend vermogen?

---

## 2.4 Het bodemprofiel

Bij het graven van een kuil is het je vast wel eens opgevallen dat er van boven naar beneden in de bodemopbouw allerlei verschillen kunnen optreden. Erg opvallend zijn bijvoorbeeld kleurverschillen. Maar er is meer waar te nemen. Daar zul je in deze paragraaf meer over te weten komen.

De bodem is opgebouwd uit onder andere minerale deeltjes en organische stof. Deze beide zijn bijvoorbeeld in staat om onderlinge bindingen aan te gaan en andere deeltjes door adsorptie vast te houden. Verschillende grondsoorten hebben dan ook verschillende eigenschappen.

Om vooraf in te schatten welke eigenschappen je in een bodem aan kunt treffen is het vooral belangrijk je te realiseren hoe een bodem gevormd is.

Bij bodemvorming spelen de volgende processen een rol:

- aanvoer en afvoer van organische stof;
- uit- en inspoeling en heterogenisatie;
- gelijkmaking of homogenisatie;
- oxidatie en reductie van ijzerverbindingen;
- rijping.

### Organische stof

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

### Uit- en inspoeling

*infiltratie* 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 inzijging. 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.

*kwel*

*podzolering* 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

*geoxideerde zone* 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 vertering van de mineralen op. Losse ionen komen zo vrij van het oorspronkelijke materiaal en kunnen door planten worden opgenomen.

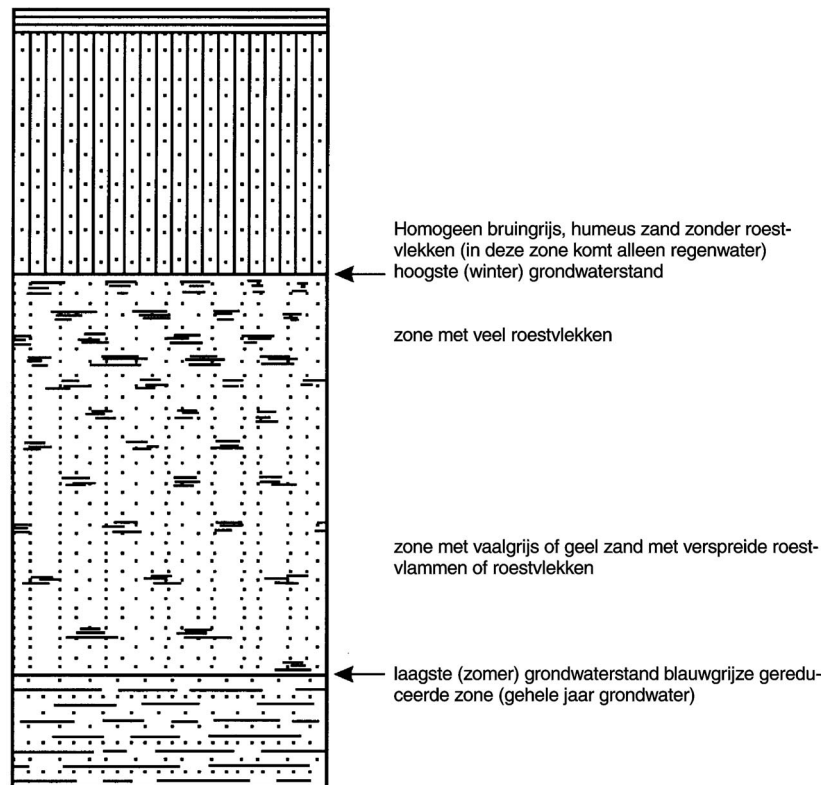
*bodemvormende processen* Het resultaat van *bodemvormende processen* is dat gronden die oorspronkelijk bij hun afzetting een gelijkmatige opbouw hadden nu volledig van elkaar kunnen verschillen.

*bodemprofiel* 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.

**Fig. 2.16**

Een bodemprofiel op zandgrond met wisselende grondwaterstanden



## Horizonten

*eerdlaag* In het bovenste deel van de bodem zien we de *eerdlaag*. Hierin speelt zich het belangrijkste deel van het bodemleven af. De organische stof die hier is

---

<i>A-horizont</i>	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 <i>A-horizont</i> .
<i>uitlogen</i>	Onder de A-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 <i>uitlogen</i> . Deze uitspoelingslaag noemen we de E-horizont van de bodem.
<i>B-horizont</i>	In de hieronder gelegen <i>B-horizont</i> worden de uit de E-laag uitgespoelde materialen afgezet. De belangrijkste deeltjes die je hierin aantreft zijn ijzerverbindingen en humus.
<i>C-horizont</i>	In de <i>C-horizont</i> tenslotte bevindt zich het moedermateriaal waarop de bodemvormende processen nog weinig of geen invloed hebben gehad.

### 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.

- Vragen 2.4**
- Noem minimaal vier processen die de bodem vormen.
  - Geef de definitie van de volgende begrippen:
    - uitspoeling
    - inspoeling
    - oxidatie
    - reductie
  - Verklaar de rol van het regen- en grondwater bij de processen uit vraag b.
  - Wie of wat is in de bodem verantwoordelijk voor:
    - uitspoeling;
    - homogenisatie;
    - oxidatie en reductie.
  - Bedenk eens twee voorwaarden die de uitspoeling van deeltjes uit de bovenlaag van de bodem versnellen.

## 2.5 Afsluiting

De bodem bestaat uit verschillende deeltjes met water en lucht ertussen. De gronddeeltjes kunnen zowel organisch als mineraal zijn. Elke grondsoort wordt gekenmerkt door de verdeling van organische en minerale deeltjes en de grootte van de minerale deeltjes. Zo onderscheiden we zand, leem, klei en veen.

Het grondwater speelt een belangrijke rol bij het verspreiden van verontreiniging. Daarom is de grondwaterstand een belangrijk gegeven. De bodem wordt opgebouwd door de verschillende processen in de bodem, bijvoorbeeld inspoeling van regenwater. Door het maken van een profiel kun je de bodemopbouw beschrijven.