



Dubbele ringinfiltrometer

Handleiding



Meet the difference

Inhoud

| | |
|---------------------------------------|---|
| Over deze gebruiksaanwijzing | 3 |
| Inleiding | 3 |
| 1. Bodemwater | 3 |
| 1.1 Energietoestand | 3 |
| 1.2 Infiltratie | 4 |
| 2. Beschrijving | 5 |
| 3. Gebruik | 6 |
| 3.1 Installatie | 6 |
| 3.2 Meting | 7 |
| 3.3 Verwerking van meetgegevens | 8 |
| 4. Toepassingen | 8 |
| 5. Problemen en oplossingen | 8 |
| Literatuur | 9 |

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. Technische gegevens kunnen zonder voorafgaande kennisgeving worden gewijzigd.

Royal Eijkelpark is niet verantwoordelijk/aansprakelijk voor schade/persoonlijk letsel door (verkeerd) gebruik van dit product. Royal Eijkelpark is geïnteresseerd in uw reacties en opmerkingen over de producten en de gebruiksaanwijzingen.

Over deze gebruiksaanwijzing



Wanneer tekst volgt op een markering (zoals links afgebeeld) betekent dit dat er een belangrijke aanwijzing volgt. N.B. De gebruiker is altijd zelf verantwoordelijk voor voldoende persoonlijke bescherming.



Wanneer tekst volgt op een markering (zoals links afgebeeld) betekent dit dat er een belangrijke waarschuwing volgt die duidt op gevaar voor letsel voor de gebruiker of beschadiging van het apparaat.

Text **Cursief aangegeven tekst betekent dat de tekst letterlijk op het beeldscherm/apparaat staat.**

Inleiding

De dubbele ringinfiltrometer is een eenvoudig instrument dat gebruikt wordt voor bepaling van de infiltratie van water in de grond (metingen volgens ASTM D3385-03 standaard test methode en DIN 19682 blad 7). De ringen worden gedeeltelijk in de grond gebracht en met water gevuld, waarna de snelheid gemeten wordt waarmee het water in de grond trekt. Door de dubbele ring wordt zijdelingse wegzijging van het infiltrerende water beperkt. De standaard set bestaat uit drie paar binnen- en buitenringen, waardoor in het veld drie gelijktijdige metingen verricht kunnen worden. Dit bespaart tijd en geeft een betrouwbaar gemiddeld resultaat.

Infiltratie is het verschijnsel dat water aan het grondoppervlak de grond binnentreedt. De intensiteit waarmee dat gebeurt, is de infiltratiesnelheid. Deze wordt uitgedrukt als een volume water per grondoppervlakte en per tijdseenheid [L/T, bijvoorbeeld mm/min]. De infiltratiecapaciteit van de bodem is de maximale infiltratiesnelheid op een bepaald moment. Het is in een aantal gevallen belangrijk de infiltratiecapaciteit van een bodem te weten, bijvoorbeeld in irrigatiegebieden of infiltratiebekkens.

De dubbele ringinfiltrometer is geschikt voor vrijwel alle gronden, en wordt toegepast bij irrigatie- en drainage-projecten, grondwater-infiltratiebekkens, het optimaliseren van de waterbeschikbaarheid voor planten en het bepalen van de effecten van grondbewerking.

1. Bodemwater

1.1 Energietoestand

Water in de bodem ondervindt krachten, veroorzaakt door de zwaartekracht, capillariteit, adsorptie en osmose. De capillaire en adsorptiekrachten werken samen als een zuigspanning op het bodemwater (de osmotische krachten zijn, vooral in zoutarme gronden, zo klein dat ze vaak verwaarloosd worden).

Bodemwater heeft een bepaalde energietoestand, uitgedrukt als potentiële energie of potentiaal. Het bodemwaterpotentiaal bestaat uit een zwaartekrachtspotentiaal en een drukpotentiaal (bestaande uit een negatieve druk in de onverzadigde zone, en een positieve druk in de verzadigde zone). Water beweegt onder invloed van een potentiaalverschil met een bepaalde snelheid in een bepaalde richting. De stroomsnelheid hangt ook af van de waterdoorlatendheid van de bodem.

De waterdoorlatendheid [L/T] varieert met het bodemvochtgehalte: hoe droger des te lager is de doorlatendheid, aangezien bodemporiën gevuld met lucht geen water geleiden. In een verzadigde grond is de doorlatendheid het grootst (verzadigde doorlatendheid), en wordt zij vooral bepaald door de geometrie en distributie van de poriën.

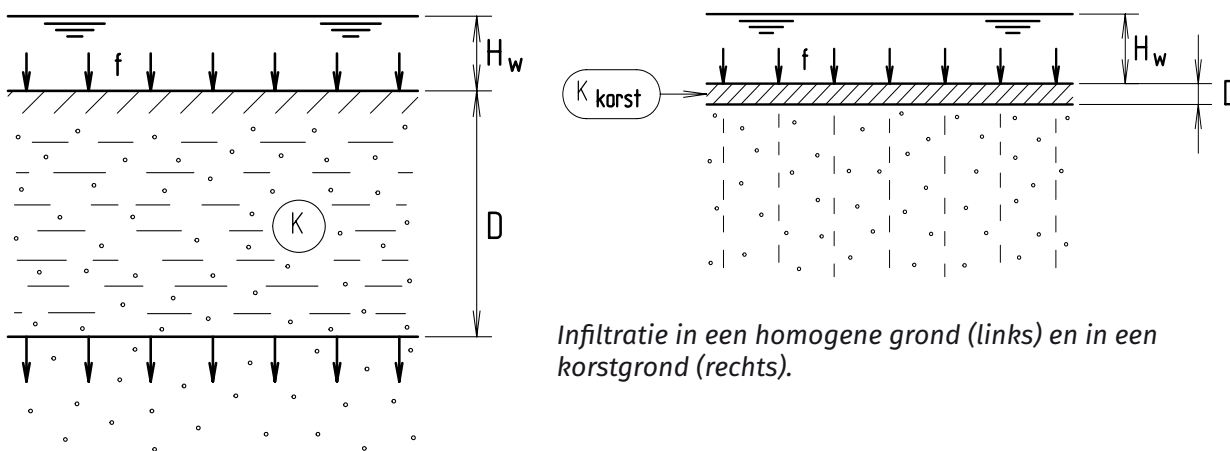
1.2 Infiltratie

Tijdens regen of irrigatie infiltreert er water in de grond. Indien de bevochtiging intensiever is dan de infiltratiecapaciteit, blijft er water op het bodemoppervlak staan. De infiltratiesnelheid is dan gelijk aan de infiltratiecapaciteit. In een homogene bodem ontstaat dan een verzadigde toplaag, met daaronder een bijna-verzadigde zone die door het zakken van het vochtfront alsmaar groter wordt.

Het infiltratie-proces kan worden beschreven met de theorie van Green & Ampt (1911), afgeleid van de Wet van Darcy, in de volgende formule:

$$f = K (H_w + D - H_f) / D$$

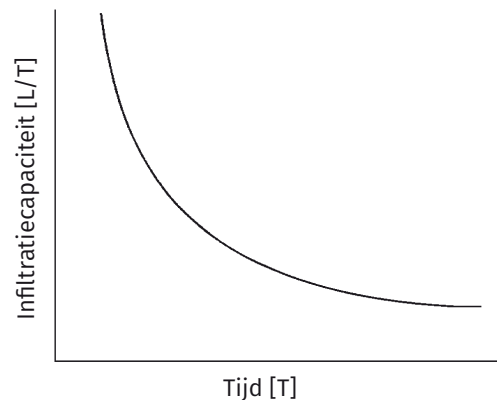
waarin (zie ook onderstaand figuur): f is de infiltratiecapaciteit [L/T], K is de bijna-verzadigde doorlatendheid [L/T], H_w is de dikte van de waterlaag op de bodem [L], D is de diepte van het bevochtigingsfront [L], H_f is de drukpotentiaal aan het bevochtigingsfront [L].



Infiltratie in een homogene grond (links) en in een korstgrond (rechts).

Het verloop van de infiltratiesnelheid in de tijd is het infiltratieverloop (zie grafiek).

De initiële infiltratiecapaciteit is bij een droge grond hoog door een grote zuigspanning aan het oppervlak. In de bijna-verzadigde zone zijn de potentiaalverschillen klein omdat er door het hoge vochtgehalte nauwelijks nog zuigspanningsverschillen optreden. De infiltratiecapaciteit neemt hierdoor vrij snel af, meestal al binnen 2 uur, tot een constante waarde die de verzadigde doorlatendheid benadert (door de insluiting van luchtbelletjes tijdens infiltratie wordt de maximale verzadiging niet volledig bereikt).



Factoren aan het bodemoppervlak die de infiltratiecapaciteit beïnvloeden, zijn bodemcompactie door rijsporen of betreding, het inspoelen van fijne bodemdeeltjes in de poriën en de aanwezigheid van scheuren in de bodem (macro-poriën). Eventueel kunnen deze factoren leiden tot korstvorming. Ook de vegetatie en de grondbewerking hebben effect. De dikte van de waterlaag op de bodem heeft alleen bij het begin van de infiltratie invloed.

De neerwaartse snelheid van het infiltrerende water hangt af van de textuur, structuur en gelaagdheid (heterogeniteit) van de bodem, het bodemvochtgehalte en de hoogte van de grondwaterspiegel. Bij een hoge grondwaterspiegel stagneert het infiltrerende water en neemt de infiltratiecapaciteit af richting nul.

Een heterogene grond wordt vaak beschouwd als een opeenvolging van afzonderlijke, homogene bodemlagen. Bij een heterogene grond die naar beneden steeds minder doorlatend wordt, is de infiltratiecapaciteit het

gewogen gemiddelde van de infiltratiesnelheden van de afzonderlijke lagen. Bij een heterogene grond die naar beneden steeds doorlatender wordt, bijvoorbeeld een bodem met een korst, is er een punt vanaf waar de bodem niet geheel verzadigd wordt (zie figuur op deze pagina). Indien dit punt nabij het oppervlak ligt, zal het de infiltratiecapaciteit beïnvloeden.

Voorbeelden van constante infiltratiesnelheden (ofwel bijna-verzadigde doorlatendheden) voor verschillende bodemtypen zijn weergegeven in de tabel.

| Bodemtype | Constance infiltratiesnelheid (mm/u) |
|-------------|--------------------------------------|
| Zand | > 30 |
| Zandig leem | 20 - 30 |
| Leem | 10 - 20 |
| Kleiig leem | 5 - 10 |
| Klei | 1 - 5 |

Meer informatie over bodemwater, infiltratie en het gebruik van de ringinfiltrometer is te vinden in de literatuur (bijvoorbeeld Bouwer 1986, ILRI 1974, Ward & Robinson 1990).

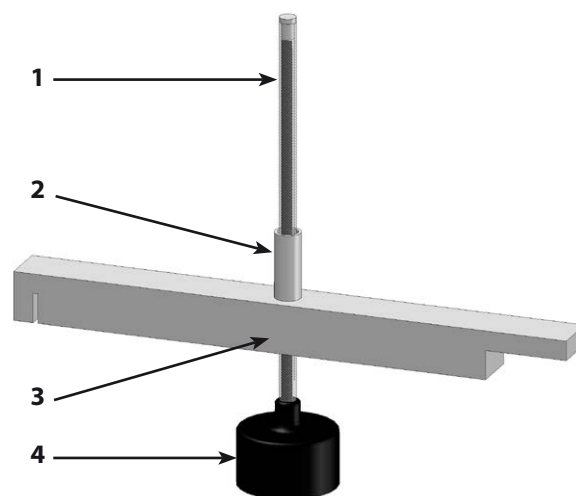
2. Beschrijving

De standaard set van de dubbele ringinfiltrometer (zie foto op voorpagina) bestaat onder meer uit drie paar binnen- en buitenringen, een inbrengrplaat, een terugslagvrije slaghamer, meetbruggen en meetstangen met vlotters.

De drie paar roestvaststalen infiltratieringen hebben diameters van 28/53 cm, 30/55 cm en 32/57 cm. De ringen zijn 25 cm hoog en hebben één snijdende rand (naar DIN 19682-7). De functie van de buitenring is dat het infiltrerende water daaruit een bufferzone vormt tegen het zijdelings wegzijgen van het infiltrerende water uit de binnenring (geldt vooral voor heterogene gronden).

Met de stalen uittrekhaken kunnen de ringen gemakkelijk uit de grond getrokken worden. Door de olopende diameters zijn de ringen compact op te bergen en gemakkelijk te transporteren.

Bij iedere binnenring hoort een kunststof meetbrug (3) met een pijpje (2) waarin een meetstang (3) met vlotter (4) op en neer kan bewegen (zie figuur). Hiermee wordt het waterniveau gemeten. De meetbruggen zijn zo geconstrueerd, dat de vlotter zich in het midden van de binnenring bevindt. Doordat het pijpje de meetstang geleidt, is deze minder gevoelig voor de invloed van wind. De meetstangen hebben een maatverdeling in millimeters.



De gegalvaniseerd-stalen inbrengrplaat is kruisvormig en in het midden voorzien van een slagkop. De inbrengrplaat is geschikt voor het in de grond hameren van infiltratieringen met een diameter van 28 tot 57 cm. Door de pinnen aan de onderzijde wordt de inbrengrplaat altijd op de goede manier op de ringen geplaatst, en wordt de buitenring centrisch rondom de binnenring geplaatst.

Door de vorm van de inbrengrplaat wordt de slagkracht gelijkmatig over een infiltratiering verdeeld, en beschadigt diens rand niet. Op deze manier treedt zo weinig mogelijk bodemverstoring op bij installatie.

De slaghamer is terugslagvrij doordat hij gevuld is met loden kogeltjes, die zich in de slagrichting verplaatsen nadat een voorwerp is geraakt. Door de slagvaste nylon doppen beschadigt de slagkop van de inbrengrplaat niet.

3. Gebruik

3.1 Installatie

1. Plaats de binnenring met de snijrand op de grond. Verwijder voorzichtig eventuele takjes of stenen die zich onder de rand bevinden. Bij een meting beneden maaiveld moet de betreffende bodemlaag in een profielkuil worden vrijgemaakt.
2. Plaats de inbrengplaat boven op de binnenring. Afhankelijk van zijn diameter past de ring voor, tussen of achter de pinnen aan de onderzijde van de inbrengplaat.
3. Gebruik de terugslagvrije hamer om de infiltratiering gelijkmatig verticaal ongeveer 5 cm in de grond te slaan. Zorg er voor dat er zo weinig mogelijk bodemverstoring optreedt. Bij zware gronden kan eventueel één persoon op de inbrengplaat gaan staan terwijl een ander hamert. Verwijder de inbrengplaat van de in de grond geslagen infiltratiering.



De plaatsingsdiepte van de ring is zo klein mogelijk om bodemverstoring te voorkomen. Plaats de ringen in ieder geval tot onder een eventueel afwijkende toplaag van de bodem, zoals een geroerde toplaag, korst of bodemlaag met macro-poriën.



Indien tijdens de installatie enige ruimte is ontstaan tussen de bodem en de ring, duw de grond dan weer op zijn plaats. Een eventueel verstoorde korst kan hersteld worden met bentoniet of ander bodemmateriaal.

4. Zet de bijbehorende buitenring met de snijrand op de grond rondom de binnenring, en plaats de inbrengplaat er bovenop.
5. Hamer de buitenring in de grond (zie figuur) op dezelfde manier als bij stap 3. Door de vorm van de inbrengplaat wordt de buitenring even diep in de grond geslagen als de binnenring.
6. Met de standaard set van de dubbele ringinfiltrometer kunnen drie gelijktijdige metingen worden verricht. Installeer alle ringen zoals in de stappen 1 tot 5. Plaats de dubbele ringinfiltrometers 2 à 10 m uit elkaar, afhankelijk van de terreinomstandigheden.



Plaats alle ringen op dezelfde diepte om de resultaten te kunnen vergelijken. Er ontstaan, voor zover bekend, geen verschillende resultaten door de verschillende ringdiameters.

7. Plaats de meetbrug inclusief meetstang en vlotter op de binnenring. Indien er vegetatie binnen de ringen aanwezig is die de meting kan beïnvloeden, bijvoorbeeld doordat de vlotter niet vrij kan bewegen, verwijder deze dan zonder de bodemstructuur te verstoren.
8. Vul eerst de buitenring en direct daarna de binnenring met water tot een hoogte van ongeveer 5 à 10 cm, en start direct de meting ter bepaling van het infiltratieverloop (zie paragraaf 3.2).



De hoogte van het water in de infiltratieringen moet in principe zo klein mogelijk zijn i.v.m. zo verticaal mogelijke infiltratie. De ringen mogen echter niet droogvallen. Een handige waterhoogte is daarom 5 à 10 cm.



Om het grondoppervlak te beschermen tijdens het ingieten van water is het nodig een beschermende laag te gebruiken, zoals een plastic folie, stuk jute, spons of 1-2 cm dikke laag grof zand of grind. Het is ook mogelijk de hand op de grond te leggen en daarop te gieten.



Zorg ervoor genoeg water bij de hand te hebben. Het vullen van één paar ringen met 10 cm water kost ongeveer 25 liter.

Opmerkingen:

- Wanneer alleen de infiltratiecapaciteit van verzadigde grond bepaald wordt, kan de grond eventueel vooraf verzadigd worden (door water in de ringen te zetten) zonder te meten.
- Gebruik voor een optimaal resultaat water van een zelfde kwaliteit en temperatuur als het water in het werkelijke systeem waarvoor de infiltratiecapaciteit bepaald wordt.



3.2 Meting

1. Noteer bij de start van de meting de tijd en de beginstand van het water in de binnenring (referentie-niveau) zoals die op de meetstang af te lezen is. Gebruik hiervoor kolom A en B op de veldlijst. Gebruik bij gelijktijdige metingen meerdere veldlijsten.



Gebruik altijd kopieën van de veldlijst, zodat deze vaker te gebruiken is.

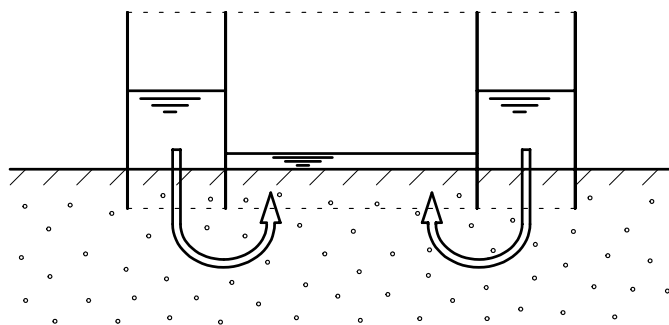
2. Bepaal vervolgens in een bepaald tijdsinterval de daling van de waterspiegel in de binnenring. Noteer telkens zowel de tijd als het waterniveau in kolom A en B en de veldlijst. Meet met een kort tijdsinterval tijdens het begin van de meting (bijvoorbeeld 1-2 min), en een langer interval aan het eind van de meting (bijvoorbeeld 20 à 30 min, afhankelijk van de grondsoort).



Zorg er voor dat de infiltratieringen tijdens de metingen niet droogvallen. Voeg extra water toe, bijvoorbeeld telkens wanneer er nog enkele centimeters water in de ringen staat. Noteer de nieuwe waterstanden in kolom B van de veldlijst.



Houd het waterniveau in binnen- en buitenring gelijk. Bij een hoger waterniveau in de buitenring neemt de infiltratiesnelheid in de binnenring namelijk af. Bij een lager waterniveau in de buitenring neemt de bufferende werking tegen zijdelings wegzijgen af.



Verminderde infiltratie door verschillende waterhoogtes in binnen- en buitenring.

3. Beëindig de meting indien de infiltratiesnelheid een nagenoeg constante waarde heeft bereikt. Vaak wordt een variatie van < 10% binnen een bepaalde tijdstap als constant beschouwd. Dit kan afhankelijk van de grondsoort binnen 1 à 2 uur optreden, of in uitzonderlijke gevallen pas na een dag.
4. Trek met de uittrekhaken alle infiltratieringen uit de grond.
5. Maak de ringen na gebruik met water schoon, zodat geen grond aan de ringen kleeft en verhardt. Herstel beschadigingen in de snijdende rand. Dit onderhoud dient ter voorkoming van extra bodemverstoring bij een volgende installatie.

3.3 Verwerking van meetgegevens

1. Bepaal de cumulatieve tijd en de tijdstappen door de kolommen C en D van de veldlijst in te vullen aan de hand van kolom A. Bepaal de infiltratie door kolom E in te vullen aan de hand van kolom B door telkens het waterniveaoverschil tussen twee tijdstappen te bepalen.
2. Bereken de infiltratiecapaciteit (mm/min) door voor ieder interval de infiltratie (kolom E) te delen door het tijdsverschil (kolom D). Vul op deze manier kolom F in. Reken eventueel de infiltratiecapaciteit om naar een andere eenheid, bijvoorbeeld (m/uur) in kolom G.
3. Met de getabelleerde gegevens kan het infiltratieverloop worden bepaald. Zet hiervoor in een grafiek de berekende infiltratiecapaciteit (kolom F of G) op de y-as uit tegen de cumulatieve tijd (kolom C).
4. De bijna-verzadigde doorlatendheid is gelijk aan de min of meer constante infiltratiecapaciteit aan het einde van de meting. Gebruik meerdere metingen om een betrouwbaar gemiddelde te verkrijgen voor een bepaalde bodemsoort of landschapseenheid.
5. Bepaal eventueel de cumulatieve infiltratie voor een bepaalde tijd. De cumulatieve infiltratie is de totale hoeveelheid water die in een bepaalde periode infiltreert (L, bijvoorbeeld mm). Vul kolom H van de veldlijst in door vanaf de start van de meting voor iedere tijdstap de som te nemen van de totale infiltratie tot dan toe (kolom E).

4. Toepassingen

De dubbele ringinfiltrator is geschikt voor vrijwel alle grondsoorten, behalve slompgevoelige gronden, steenrijke gronden of gronden op steile hellingen. Door de aanwezigheid van een buitenring infiltreert het water vanuit de binnenring min of meer verticaal. Onder meer de volgende bodemhydrologische kenmerken kunnen (per bodemlaag) worden bepaald:

- De infiltratiecapaciteit.
- De (bijna) verzadigde doorlatendheid.
- Het infiltratieverloop.
- De cumulatieve infiltratie in een bepaalde tijd.

De dubbele ringinfiltrator wordt onder meer toegepast voor het bepalen van de infiltratiecapaciteit van ondergelopen grond bij:

- Oppervlakte-irrigatie en drainageprojecten.
- Infiltratie- of waterzuiveringsbekkens.
- Kwel vanuit waterlopen, kanalen, reservoirs of afvalwaterlagunes.
- Uitloging onder afval-opslagplaatsen.
- Het onderzoeken van de effecten van grondbewerking.
- Het bestuderen van afvoerverschijnselen.
- Onderzoeken van slecht-doorlatende bodemlagen bij sportvelden.

5. Problemen en oplossingen

- Indien de infiltratiering tijdens het inslaan met de inbrengplaat scheef in de grond gaat zitten, bevindt zich waarschijnlijk een steen of dikke wortel ergens onder de rand. Kies een andere meetplek.
- Indien de infiltratiesnelheid niet min of meer constant is, moet langer doorgemeten worden. Een variatie van minder dan 10% per tijdstap wordt meestal als constant beschouwd.
- Er wordt een verhoogde infiltratie gemeten. Er kunnen verschillende oorzaken zijn:
 - De aanwezigheid van macro-poriën. Dit kan optreden bij krimpegevoelige gronden (droogte-scheuren), door vegetatie (wortelgangen), bodemfauna (wormgangen) of door een sterk geroerde bovengrond (ploegen).

Plaats de ring diep genoeg in de grond om door de geroerde bovenlaag te steken. Verricht meerdere metingen op representatieve plekken om een betrouwbaar gemiddeld infiltratieverloop van de bodemsoort of landschapseenheid te verkrijgen.

- Bodemverstoring door installatie van de ring. Indien een aanwezige korst of andere beperkende laag verstoord is, kan deze met bentoniet of andere klei hersteld worden. Indien er onvoldoende contact tussen de ring en de bodem is, kan de ruimte opgevuld worden met grond.
- Indien het waterniveau in de buitenring lager is dan in de binnenring, is de bufferwerking tegen zijdelings wegzijgen onvoldoende. Houd de waterniveaus in beide ringen gelijk.
- In een sterk gelaagde bodem zal er meer water zijdelings wegzijgen, ondanks het gebruik van de dubbele ring. Bepaal eventueel het infiltratieverloop van de onderliggende bodemlagen afzonderlijk in een profielkuil.
- Door een te hoog waterniveau in de infiltratieringen zal meer water zijdelings wegzijgen. Houd een maximale waterhoogte aan van 5 à 10 cm.
- Bij een langdurige meting zal, naarmate de tijd vordert, steeds meer water zijdelings wegzijgen.

- ☐ Er wordt een lagere infiltratie gemeten dan verwacht. Er kunnen verschillende oorzaken zijn:
 - De aanwezigheid van een korst. Test de aanwezigheid van een korst door eerst het infiltratieverloop van de ongestoorde grond (inclusief korst) te bepalen, en daarna een aparte meting te doen van bodem waarvan korst is verwijderd. Een groot verschil in infiltratie geeft de aanwezigheid van een korst aan. Deze is meestal dunner dan 1 cm (Bouwer, 1986).
 - Indien het waterniveau in de buitenring hoger is dan in de binnenring, kan water vanuit de binnenring moeilijker infiltreren en zelfs negatief worden. Zorg ervoor dat de waterhoogtes in beide ringen gelijk zijn.
 - De bodemstructuur is verstoord vanwege onvoorzichtig ingieten van water in de ringen. Voorkom dit door een beschermende laag op de bodem te leggen, zoals een plastic folie, stuk jute, spons of een 1 à 2 cm dikke laag grof zand of grind. Leg eventueel de hand op het bodemoppervlak en giet daarop.
 - Wanneer voor de metingen water wordt gebruikt met daarin sediment of andere gesuspendeerde stoffen, kunnen deze een slecht-doorlatende laag vormen. Gebruik water van een zelfde kwaliteit en temperatuur als het water in het werkelijke systeem waarvoor de infiltratiecapaciteit bepaald wordt.

Literatuur

Bouwer, H., 1986. Intake rate: cylinder infiltrometer. In: methods of soil analysis, part I. Physical and mineralogical methods. Agronomy Monograph no. 9 (2nd ed.). Am. Soc. of Agronomy, Soil Sc. Soc. of America.

DIN 19682-7, 1997. Bodenuntersuchungsverfahren im Landwirtschaftlichen Wasserbau - Felduntersuchungen - Teil 7: Bestimmung der Infiltrationsrate mit dem Doppelzylinder-Infiltrometer.

Green, W.H. & G.A. Ampt, 1911. Studies in soil physics, part I. The flow of air and water through soils. J. Agric. Sci. 4.

ILRI, 1974. Drainage principles and applications, vol. III: Surveys and investigations.

Ward, R.C. & M. Robinson, 1990. Principles of Hydrology. McGraw-Hill Book Company, London.

Datum:

Locatie:

Opmerkinge:

Veldlijst



| A Tijd Aflizing uur min sec | B Waterniveau | | C Cumulatieve tijd Bepaal uit A min start = 0 | D Tijdsverschil Bepaal uit A min | E Infiltratie Bepaal uit B mm | F Infiltratie- capaciteit Bereken uit D en E mm/min | G Infiltratie- capaciteit Bereken uit F ../.. | H Cumulatieve infiltratie Bepaal uit E mm start = 0 |
|--------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|--|---|--|---|---|--|
| | vóór bijvullen Aflizing mm | na bijvullen Aflizing mm | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |