

Het theoretisch te verwachten effect van  
plaatgrond verbetering

ir. G.P. Wind

Plaatgronden bestaan uit een dunne klei- of zavel laag op slibarm zand. Omdat dit zand niet doorwortelbaar is, is de vochtvoorziening van de gewassen op plaatgrond gebrekkig. De verbetering van deze vochtvoorziening is moeilijk omdat in de plaatgrondgebieden geen zoet water beschikbaar is. De meeste vormen van irrigatie zijn dan ook onmogelijk. Slechts één vorm is te verwezenlijken, namelijk het inlaten of vasthouden van water in het voorjaar in sloten en andere waterlopen. Door de overmaat regen die in de winter valt bestaat er een dunne laag zoet grondwater, die bovenop het zoute grondwater ligt.

Wanneer men in de nawinter en het vroege voorjaar de afvoer van de sloten belemmert of water, eventueel zout water, inlaat, stijgen de grondwaterstanden. Het grondwater wordt dus dichterbij de wortels gebracht.

Een andere verbeterings-mogelijkheid is de wortels dichterbij het grondwater te brengen. Dat kan door het dichte plaatzand zo los te maken dat de plantenwortels er wel in doordringen. Deze lossere ligging moet worden gestabiliseerd door menging met klei; dat gebeurt door mengploegen of mengwoelen.

Grondslagen voor de berekening

Er is uitgegaan van de veronderstelling dat een gewas slechts zijn maximale opbrengst haalt, wanneer het onbelemmerd door vochtgebrek kan verdampen. Elke verlaging van de transpiratie heeft een groeivermindering tot gevolg. Daardoor is de opbrengst in het algemeen evenredig met de werkelijk verdampte hoeveelheid water. Dit wordt door vele auteurs aangetoond.

De reële verdamping wordt gevonden uit de potentiële verdamping, de neerslag en de hoeveelheid vocht die de grond kan leveren. Het is nu deze laatste factor, die we vergroten door middel van verhoging van het grondwater of verdieping van de beworteling.



786748

Men denke zich het voor de gewassen beschikbare vocht in twee gedeelten. Het ene gedeelte in de bewortelde laag, het tweede daaronder. Het vocht uit de bewortelde zone kan tussen de bodemkundige grenzen van veldcapaciteit en verwelkingspercentage geheel worden opgenomen door de planten. Het vocht uit het niet bewortelde plaatsand, moet door capillaire stroming bij de wortels komen. Doordat de stroomsnelheden meestal klein zijn, komt dit vocht slechts zeer langzaam ter beschikking.

In het volgende zullen achtereenvolgens de hoeveelheden vocht worden besproken die ter beschikking van het gewas komen uit de bewortelde laag en uit het plaatsand.

#### Vocht in de bewortelde laag

De hoeveelheid beschikbaar vocht in de bewortelde laag hangt van diverse factoren af, namelijk:

1. dikte van de laag
2. grondwaterstand
3. slib en humusgehalte

Voor de verbeterde grond komt daar bovendien nog bij:

4. de ploegdiepte.

Een tabel met vochthoeveelheden voor en na verbetering is dus niet eenvoudig te maken. Daarom volgen hier 2 voorbeelden van berekening ter verklaring van de hierachter volgende tabel.

In een laboratoriumproef bleek het vochthoudend vermogen van een mengsel van klei en plaatsand gelijk te zijn aan de som van dat van de twee componenten. Van een onderlinge beïnvloeding van klei en zand werden geen aanwijzingen gevonden. De pF-kromme van zo'n mengsel kan dus zeer eenvoudig worden verkregen door te middelen. Mengt men bijvoorbeeld 30 cm klei (20% beschikbaar vocht) met 40 cm zand (8% beschikbaar vocht) dan is het beschikbaar vochtgehalte van het mengsel  $\frac{30 \times 20 + 40 \times 8}{70} = 13,1\%$

Het beschikbaar vochtgehalte is afhankelijk van de hoogte boven het grondwater tot ongeveer 100 cm. Daar boven is het constant. Tabel 1 geeft de waarden voor plaatsand en een zavelgrond.

Tabel 1

Beschikbare vochtgehaltenes in vol.% van een zavelgrond (29% <16 mu) en plaatsand bij verschillende grondwaterstanden.

grondwaterstand	zavel	plaatsand
0	30,0	38,0
20	26,0	33,0
40	24,0	24,0
60	22,2	11,0
80	21,0	9,0
100	20,0	8,0
120	20,0	8,0
140	20,0	8,0

Voorbeeld 1

Een plaatgrond bestaande uit 30 cm zavel wordt gemengploegd tot 50 cm. In het voorjaar is de grondwaterstand 95 cm - mv.

Van de onbehandelde grond ligt de laag 10 - 20 cm (zavel) op 80 cm boven het grondwater. Er is dus 21,0 mm beschikbaar vocht. De lagen 0 - 10 en 20 - 30 hebben respectievelijk 20,5 en 21,5 mm beschikbaar vocht. Totaal is dus 63,0 mm aanwezig.

Is de grond gemengploegd tot 50 cm, dan worden de hoeveelheden beschikbaar vocht als volgt gevonden.

$$\begin{array}{l}
 \text{laag 0 - 10 : } \frac{30 \times 20,5 + 20 \times 8,5}{50} = 15,7 \\
 \text{" 10 - 20 : } \frac{30 \times 21,0 + 20 \times 9,0}{50} = 16,2 \\
 \text{" 20 - 30 : } \frac{30 \times 21,5 + 20 \times 10,0}{50} = 16,9 \\
 \text{" 30 - 40 : } \frac{30 \times 22,2 + 20 \times 11,0}{50} = 17,7 \\
 \text{" 40 - 50 : } \frac{30 \times 23,0 + 20 \times 16,0}{50} = 20,2 \\
 \text{laag 0 - 50} \qquad \qquad \qquad 86,7
 \end{array}$$

De vochtwinst door diepploegen is dus 86,7 - 63,0 = 23,7 mm.

Voorbeeld 2

Dezelfde grond als uit voorbeeld 1 wordt tot 50 cm gediepploegd. Op de manier van voorbeeld 1 zijn de beschikbare hoeveelheden vocht berekend, maar nu bij diverse grondwaterstanden.

grondwaterstand cm - mv	beschikbaar vocht in mm		
	onbehandeld	geploegd tot 50 cm	winst
60	69	118	49
90	63	87	24
120	60	80	20
150	60	76	16
180	60	76	16
210	60	76	16

Hier ziet men dat de vochtwinst door mengploegen bij diepe grondwaterstanden slechts klein is. Bij een hoge grondwaterstand kan de vochtwinst aanzienlijk zijn. Conclusies moeten hieraan nog niet verbonden worden, want het betreft hier nog slechts een gedeelte van het beschikbare vocht.

In tabel 2 worden de beschikbare vochthoeveelheden in de wortelzone gegeven, voor verschillende zavel of kleidikten, ploegdiepten en grondwaterstanden.

Tabel 2

Beschikbare hoeveelheden vocht in de wortelzone afhankelijk van klei of zavel dikte, ploegdiepte en grondwaterstand

Dikte zavel of kleilaag	Grond- waterstand	onbehandeld	Ploegdiepte							
			30	40	50	60	70	80	90	100
20	60	45	63	87	117	149	185			
20	90	42	51	62	76	96	122			
20	120	40	48	56	66	75	86			
20	150	40	48	56	64	72	80			
20	180	40	48	56	64	72	80			
30	60	69	91	118	148	183	219			
30	90	63	74	87	105	129	157			
30	120	60	68	80	87	98	112			
30	150	60	68	76	84	93	101			
30	180	60	68	76	84	92	100			

Dikte zavel of kleilaag	Grond- waterstand	onbehandeld	Ploegdiepte							
			30	40	50	60	70	80	90	100
40	60	94			112	148	182	217	228	
40	90	85			98	114	136	162	192	
40	120	80			89	99	110	124	142	
40	150	80			88	96	104	114	123	
40	180	80			88	96	104	112	120	
50	60	120				148	181	214	249	285
50	90	108				123	144	168	196	233
50	120	102				111	121	134	152	175
50	150	100				108	116	126	135	146
50	180	100				108	116	124	132	141
50	210	100				108	116	124	132	140

In tabel 2 ziet men dat de vochtwinst groter wordt naarmate dieper wordt geploegd. Nu mag men de ploegdiepte echter niet vrij kiezen. De mengverhouding moet zodanig zijn dat de bovengrond tenminste 13 à 14% slib behoudt; anders treedt stuifgevaar op. Een 20 cm dikke lichte zavel-laag mag men niet dieper ploegen dan 40 cm. De vochtwinst die men in dat geval bij grotere ploegdiepten kan bereiken is dus zuiver academisch. Heeft men te maken met een 20 cm dikke kleilaag, dan mag wel wat dieper worden geploegd.

Het slibgehalte beïnvloedt de getallen in tabel 2 veel minder dan grondwaterstand en ploegdiepte. De verschillen in vochthoudendheid tussen deze zandgronden zijn zo klein dat ze hier zijn verwaarloosd.

#### Beschikbaar vocht onder de bewortelde laag

Het vocht in een goed bewortelde laag wordt rechtstreeks door de wortels opgenomen. Het hoeft slechts van zeer korte afstand door de grond naar een wortel toe te stromen. Voor die stroming is een vochtgradient nodig, maar die is bij die kleine afstand zo klein, dat een volledige onttrekking van vocht tot het verwelkingspunt mogelijk is.

Het vocht onder de bewortelde zone moet over een zekere afstand door de grond stromen. Doordat hier de vochtgradient wel groot is kan van een volledige onttrekking geen sprake zijn. Daardoor is de mate van onttrekking afhankelijk van de diepte onder de bewortelde zone. Hoe dieper, des te minder vocht wordt onttrokken.

De hoeveelheid vocht, die kan worden onttrokken is behalve van de diepte ook nog afhankelijk van het vochtgehalte van het plaatsand bij het

begin van de onttrekking. Dat wil dus zeggen: van de diepte van het grondwater onder de betreffende laag.

Deze vrij ingewikkelde materie van de vochtonttrekking door middel van capillair transport is door Wind en Hidding beschreven in het Netherlands Journal of Agricultural Science. Aan de hand van een experimenteel en theoretisch onderzoek komen zij tot de hoeveelheid vocht, die in 100 dagen maximaal uit het plaatsand kan worden onttrokken (tabel 3).

Tabel 3

Maximale hoeveelheid vocht die kan worden onttrokken aan het plaatsand in een groeiseizoen.

Grondwaterstand onder de bewortelde zone cm	Hoeveelheid mm
0	88
30	84
60	74
90	37
120	23
150	16
180	13

De hoeveelheid vocht, die aan de ondergrond kan worden onttrokken is blijkens tabel 3 zeer sterk afhankelijk van de grondwaterstand in het begin van het groeiseizoen. Die afhankelijkheid is veel sterker dan bij het vocht uit de bewortelde zone (tabel 2). In tabel 3 wordt gesproken van de grondwaterstand onder de bewortelde zone. Wanneer de bewortelde zone wordt verdiept door een grondverbetering komt daardoor ook de hoeveelheid water die aan de ondergrond kan worden onttrokken op een hoger niveau. Diepploegen of woelen werkt dus tweezijdig. In de eerste plaats meer vocht in de dieper bewortelde zone en bovendien meer vocht uit de ondergrond.

De totale hoeveelheid beschikbaar vocht in plaatgrond

De som van de hoeveelheden vocht in en onder de wortelzone vormt de totale hoeveelheid beschikbaar vocht in het profiel. Een beeld van de berekening hiervan wordt gegeven in voorbeeld 3.

Voorbeeld 3

Totale hoeveelheid beschikbaar vocht in een plaatgrond met een oorspronkelijk dek van 30 cm en gediepploegd tot 60 cm

Grondwater-stand in voor-jaar onder maaiveld	Onbehandeld			Geploegd			Winst		
	wortel zone	onder- grond	totaal	wortel zone	onder- grond	totaal	wortel zone	onder- grond	totaal
60	69	+ 84	= 153	148	+ 88	= 236	79	+ 4	= 83
90	63	+ 74	= 137	105	+ 84	= 189	42	+ 10	= 52
120	60	+ 37	= 97	87	+ 74	= 161	27	+ 37	= 64
150	60	+ 23	= 83	84	+ 37	= 121	24	+ 14	= 38
180	60	+ 16	= 76	84	+ 23	= 107	24	+ 7	= 31

Men ziet dat de grootste winst in de wortelzone wordt bereikt bij de ondiepste grondwaterstand. De grootste winst in beschikbaar water uit de ondergrond ontstaat bij een grondwaterstand van 120 cm - mv. Daardoor is de curve die het verband tussen grondwaterstand en vochtwinst door diepploegen aangeeft tweetoppig.

Op de wijze als hier beschreven is, is tabel 4 tot stand gekomen, waarin de hoeveelheid beschikbaar vocht wordt gegeven bij verschillende dikten van de klei of zavel laag, ploegdiepten en grondwaterstanden.

Tabel 4

Totale hoeveelheid beschikbaar vocht in plaatgronden bij verschillende ploegdiepten, diktes van de dek laag en grondwaterstanden

Dikte van zavel of kleilaag	Grond-waterstand	Ploegdiepte								
		0	30	40	50	60	70	80	90	100
20	60	117	147	173	204	237	273			
20	90	102	125	140	158	180	208			
20	120	70	85	104	126	149	164			
20	150	60	71	82	94	109	128			
20	180	55	64	74	84	95	106			
30	60	153		177	205	236	271	307		
30	90	137		152	169	189	215	244		
30	120	97		116	140	161	176	196		
30	150	83		94	106	121	141	161		
30	180	76		86	96	107	118	130		
30	210	73		82	91	100	110	120		

Dikte van zavel of kleilaag	Grond- waterstand	Ploegdiepte								
		0	30	40	50	60	70	80	90	100
40	60	180			206	236	270	305	336	
40	90	163			180	198	222	249	280	
40	120	128			149	173	188	206	226	
40	150	106			118	133	152	174	197	
40	180	98			108	119	130	142	157	
40	210	94			103	112	122	132	143	
50	60	207				236	269	302	337	373
50	90	190				207	230	255	284	321
50	120	162				185	199	216	236	261
50	150	130				145	164	186	209	224
50	180	120				131	142	154	169	189
50	210	115				124	134	144	155	166

Relatie tussen beschikbaar vocht, verdamping en opbrengst

Wanneer gedurende een groeiseizoen evenveel regen valt als de verdamping bedraagt heeft het gewas geen behoefte aan een vochtreserve in de grond. Gewoonlijk echter is de verdamping van het gewas aanzienlijk groter dan de regenval. In een periode van 20 jaar (1932 - 1952) was geen jaar waarin dit verschil, het vochttekort, kleiner was dan 120 mm. De vochttekorten in die jaren waren:

- 120 - 150 mm in 6 jaar
- 150 - 180 mm in 7 jaar
- 180 - 210 mm in 5 jaar
- 210 - 240 mm in 2 jaar

Er waren dus jaren, waarin een vochtreserve in de grond van 200 mm nog niet voldoende was, doch in vele anderen maakte het geen verschil of die vochtreserve 180 mm was of nog groter.

Wanneer de vochtreserve onvoldoende is bedraagt de verdamping slechts de som van neerslag en beschikbaar vocht uit de grond. Is er wel voldoende, dan bereikt de verdamping zijn maximale waarde, die niet overschreden kan worden. In tabel 5 staan nu de verdampingen, gemiddeld over 20 jaar, die bij bepaalde hoeveelheden beschikbaar vocht voorkomen.

In overeenstemming met het resultaat van veel onderzoekers, dat de opbrengst evenredig is met de verdamping, zijn in tabel 5 de opbrengsten berekend, die bij de verschillende verdampingen horen. De hoogste is op 100 gesteld. Men ziet, dat bij een stijging van de beschikbare hoeveelheid vocht van 60 tot 90 mm, de verdamping met eenzelfde bedrag toeneemt.



Dat gaat ook zo bij een stijging tot 120 mm. Boven dit bedrag is de toename van de verdamping kleiner dan die in het bodemvocht. Dat komt, omdat beschikbare hoeveelheden vocht van meer dan 120 mm niet elk jaar nodig zijn.

Tabel 5

Verdamping en opbrengst in afhankelijkheid van bodemvocht, gemiddeld over 20 jaar

Beschikbare hoeveelheid vocht in de grond mm	Werkelijke verdamping mm	Opbrengst %
60	240	68
90	270	77
120	300	86
150	320	92
180	340	97
210	349	100
240	350	100

De gegevens van tabel 4 over beschikbaar vocht onder verschillende omstandigheden, zijn nu met tabel 5 omgewerkt tot opbrengsten bij die omstandigheden. Het resultaat geeft tabel 6.

Tabel 6

Opbrengst van landbouwgewassen op plaatgrond bij verschillende diktes van de deklaag, ploegdiepten en grondwaterstanden. Uitgedrukt in procenten van de opbrengst op een ideaal profiel en gemiddeld over een lange periode.

Dikte van zavel of kleilaag	Grond- waterstand	Floegdiepte								
		0	30	40	50	60	70	80	90	100
20	60	85	91	96	99	100	100			
20	90	80	87	90	93	97	100			
20	120	71	75	81	87	92	94			
20	150	68	71	74	78	83	88			
20	180	66	69	72	75	78	82			
30	60	93		97	100	100	100	100		
30	90	89		92	95	98	100	100		
30	120	79		85	90	94	96	99		
30	150	75		78	82	86	90	94		
30	180	73		76	79	82	85	88		
30	210	72		74	77	80	83	86		

Dikte van zavel of kleilaag	Grond- waterstand	Ploegdiepte									
		0	30	40	50	60	70	80	90	100	
40	60	97			100	100	100	100	100		
40	90	94			97	99	100	100	100		
40	120	87			92	96	98	100	100		
40	150	82			85	89	92	96	99		
40	180	79			82	86	88	90	93		
40	210	78			81	83	86	88	91		
50	60	100			100	100	100	100	100		
50	90	98			100	100	100	100	100		
50	120	94			98	99	100	100	100		
50	150	88			91	94	98	100	100		
50	180	86			88	90	93	95	98		
50	210	84			87	89	91	93	95		

### Conclusies

Uit de gegevens van tabel 6 kunnen conclusies worden getrokken met betrekking tot de verbeteringsmogelijkheid van plaatgronden, en de grootte van de verbetering door diepploegen of woelen en door verhoging van de voorjaarsgrondwaterstanden.

Tabel 6 geeft een groot aantal ploegdiepten, hoewel voor een plaatgrond met een bepaalde dikte van de deklaag slechts één diepte optimaal is. De ploegdiepte is beperkt door het optreden van stuifgevaar, wanneer de bovengrond al te zandig wordt, dat is bij een slibgehalte van 13 à 14%. In het algemeen kan men ploegen tot tweemaal de dikte van de deklaag; bij zware dekken iets dieper en bij lichte iets ondieper. Ook de dikte van de deklaag zelf is van belang; bij dunne lagen krijgt men een betere menging dan bij dikke, zodat de ploegdiepte van de laatste wat minder moet zijn. Met de mengwoeler kan men iets dieper gaan dan bij mengploegen omdat de woeler de bovenlaag minder verschraalt dan de ploeg. Voor fruitteelt kan men ook dieper ploegen, want daar komt stuiven weinig voor, dank zij de windbescherming door de vrucht- en haagbomen.

Voor het trekken van conclusies uit tabel 6 is uitgegaan van een mengdiepte gelijk aan tweemaal de dikte van de deklaag. Deze conclusies kan men met behulp van de tabel zelf uitbreiden voor bijzondere omstandigheden.

1. De gewasopbrengst op plaatgronden is aanzienlijk hoger naarmate de deklaag dikker is

2. Een diepe ontwatering is zeer nadelig voor plaatgronden, dit nadeel is groter naarmate de deklaag dunner is
3. Door diepploegen of mengwoelen kan de opbrengst van plaatgronden worden verhoogd; onder bepaalde omstandigheden kan een gemiddelde jaarlijkse produktieverhoging van 15% worden bereikt
4. Bij zeer diepe grondwaterstanden is de opbrengstverhoging door diepploegen meestal kleiner dan 10%
5. Het grootste effect heeft diepploegen als een bepaalde voorjaarsgrondwaterstand bestaat. Deze loopt uiteen van 90 cm voor dekken van 20 cm tot 150 cm voor dekken van 50 cm
6. Een complete verbetering (opbrengst > 95%) van plaatgronden door diepploegen of mengwoelen is alleen te bereiken bij plaatgronden die door hun hoge grondwaterstand of dikke zavel laag, reeds niet tot de slechtste behoorden
7. Verhoging van de voorjaarsgrondwaterstand geeft een opbrengstverhoging. Een complete verbetering is daarmee ook alleen te bereiken bij deklagen van 50 cm of meer. (90 cm - mv wordt hier de hoogste te verwezenlijken voorjaarsgrondwaterstand geacht)
8. Door combinatie van mengploegen of woelen met het opzetten van de voorjaarsgrondwaterstanden kunnen de meeste plaatgronden compleet worden verbeterd, uitgezonderd de dekken van 20 cm of minder
9. Een voorjaarsgrondwaterstand van 1,5 à 2 maal de diepte van de bewortelde laag (= ploegdiepte) is voldoende voor een goede landbouwproduktie onder gemiddelde omstandigheden.

#### Slotopmerking over de grondwaterstand

In het voorgaande is steeds gesproken over de voorjaarsgrondwaterstand. Ook als er staat: grondwaterstand, is die in het voorjaar bedoeld. Het voorjaar is echter een vrij lang seizoen en voor waterbeheersingswerken is een nauwkeuriger tijdsopgave wel gewenst.

De hier gegeven berekeningen zijn theoretisch en gelden dus strikt genomen slechts voor plaatgrondgebieden van oneindige uitgestrektheid, waarin de waterhuishouding niet van buiten af wordt beïnvloed. De werkelijkheid is, dat de meeste plaatgrondgebieden beperkt van afmeting zijn en zijn omringd door lager gelegen gebieden. Er vindt dus niet alleen wateronttrekking plaats door verdamping, maar ook door wegzijging. Die grondwaterdaling is niet meer van belang, wanneer door de verdamping veel water

wordt onttrokken. Dat is pas na half mei het geval.

Wil men dus de grondwaterstand verhogen door belemmering van de afvoer of door water in te laten, dan moet dat dus gebeuren tot eind mei. De grondwaterstand in de tweede helft van mei is dus bepalend voor de watervoorziening van de gewassen op plaatgronden.