

Rapport nr. 2008

**BIBLIOTHEEK
STARINGGEBOUW**

**ENKELE FYSISCH GEVEENS VAN VERDICT(E) TUINURF,
DUINZAND EN MENGSELS DAARVAN**

**Invloed van zwellen en krimpen van tuinturf op de
bespeelbaarheid van grassportvelden**

W.C.A. v.d. Knaap



Stichting voor Bodemkartering, Wageningen, 1988

ISBN-265000 ¥

16 JUNI 1988

	Blz.
INHOUD	
WOORD VOORAF	7
1 INLEIDING	9
2 MATERIALEN EN METHODE	11
3 RESULTATEN	13
3.1 Verband volumefractie tuinturf en massafractie organisch stof in mengsels	13
3.2 Verdichten van tuinturf en duinzand en de mengsels daarvan	14
3.3 Zwellen en krimpen van verdichte tuinturf (zandmengsels)	18
3.3.1 Bij verzadiging	18
3.3.2 Bij vochtonttrekking	20
3.4 Vocht karakteristieken van verdicht(e) tuinturf, zand en mengsels daarvan	20
3.4.1 Vocht karakteristieken met correcties voor volumeverandering bij verzadiging, doch zonder correctie voor krimp bij vochtonttrekking	20
3.4.2 Vocht karakteristieken met correcties voor zwellen en krimpen	21
3.4.3 De poriënfractie van tuinturf, zand en mengsels	24
4 DISCUSSIE	27
4.1 Gevolgen voor grassportvelden	27
4.2 Gevolgen voor tuinbouw- en in het bijzonder voor bloembollengronden	28
5 CONCLUSIES	31
LITERATUUR	33
FIGUREN	
1 Verband tussen de volumefractie tuinturf en het organische-stofgehalte in losse tuinturf-zandmengsels	13
2 Verband organische-stofgehalte en volumieke massa van veldvochtig zeer klei- en leemarm duinzand	15
3 Verband tussen de volumefractie tuinturf, verdicht bij 1,2 MPa en de relatieve dichtheid	17
4 Invloed van toenemend organische-stofgehalte op de volumieke massa in mengsels van dekzand met teelaarde en tuinturf-duinzandmengsels bij ongeveer overeenkomende volumefracties vocht na samendrukken (1,2 MPa)	17

		Blz.
5	Invloed van verzadiging op de volumeverandering van verdichte (1,2 MPa) tuinturf-zandmengsels	18
6	Vocht- en krimpcurve van verdichte tuinturf (1,2 MPa)	19
7	Vochtkarakteristieken van verdicht(e) (1,2 MPa) tuinturf-, zand- en tuinturf-zandmengsels met correcties voor krimp; uitgaande van verzadigde monsters in drukhoogtetraject -1 tot -500 cm en niet verzadigde monsters in druk-hoogtetraject -60 tot -500 cm	22
8	Vochtkarakteristieken van een verdicht (1,2 MPa) tuinturf-zandmengsel vanaf de oorspronkelijke drukhoogte van -60 cm, vanaf -10 cm en vanaf verzadiging	23
9	Verband tussen de berekende poriënfractie en de volumefractie vocht bij verzadiging van verdicht(e) tuinturf, zand en mengsels daarvan; berekening volgens gangbare methode en met correctie voor zwellen bij verzadiging	25
 TABELLEN		
1	Analysegegevens van kalkrijk duinzand en tuinturf	11
2	Verband organische-stofgehalte en de volumieke massa van de mengsels	16
3	Volumefractie gemakkelijk beschikbaar vocht van verdicht(e) tuinturf, zand en tuinturf-zandmengsels met correctie voor volumeverandering	21
4	Volumefracties poriën, vocht en lucht bij drukhoogte -60 cm van monsterseries, die vooraf niet of wel waren verzadigd	24
5	Verschillen tussen poriënfractie en volumefractie vocht bij verzadiging na correctie voor zwellen bij verzadiging van de laag 0-2,5 cm - grasmat van grassportvelden met een zeer klei- en leemarme zandtoplaag bestaande uit een tuinturf-zandmengsel of teelaarde; monsternamen 1977-1983	28
 BIJLAGEN		
1	Verandering van de volumefracties bij verzadiging van verdichte (1,2 MPa) veldvochtige monsters en krimp bij vochtonttrekking	
2	Vochtkarakteristieken en volumieke massa van verdicht(e) (1,2 MPa) tuinturf, zand en tuinturf-zandmengsels zonder en met correcties voor zwellen bij verzadiging, doch zonder correcties voor krimp.	
3	Vochtkarakteristieken en volumieke massa van verdicht(e) (1,2 MPa) tuinturf, zand en tuinturf-zandmengsels met correcties voor zwellen en krimpen	
4	Vochtkarakteristieken van verdicht(e) 1,2 MPa) tuinturf, zand en tuinturf-zandmengsels met correcties voor volume-verandering bij verzadiging, doch zonder correcties voor krimp bij vochtonttrekking	

WOORD VOORAF

De Stichting voor Bodemkartering geeft o.a. adviezen voor aanleg en renovatie van grassportvelden. Voor toplagen is geschikte teelaarde schaars en duur en tuinturf-zandmengsels blijken een waardevolle vervanger te zijn. Daarom ontstond behoefte aan fysische gegevens van deze mengsels, zoals vocht karakteristieken.

Dank zij de welwillende medewerking van het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding en in het bijzonder de waardevolle adviezen van J. Beuving kon hun apparatuur worden gebruikt voor het verdichten van de monsters.

Het onderzoek werd verricht bij de afdeling Bodemgebruik door ing. W.C.A. van der Knaap. De bepalingen van de fysische grootheden in het laboratorium werden verricht door ing. P. Jókövi, ing. C. Hoekstra, W. v.d. Voort en stagiair P. Cuppen van de afdeling Bodemfysica en Hydrologie. Het hoofd van de afdeling Bodemgebruik, ir. H.A.J. van Lanen, verleende redactionele medewerking.

De directeur van de
Stichting voor Bodemkartering,

Drs. R.F. van de Weg

1 INLEIDING

Sinds 1978 zijn enkele grassportvelden aangelegd op lichte zandgronden met bijmenging van tuinturf (doorgevroren zwartveen) in de toplaag. Door de goede bespelingsmogelijkheden, vooral in de winter en de duurzaamheid (Van der Knaap, 1988) ontstond behoefte aan meer inzicht in de eigenschappen van mengsels van tuinturf met zeer klei- en leemarm matig fijn zand met een dichtheid, die ongeveer gelijk is aan die van toplagen op het intensief bespeelde deel van het veld. Hierover zijn in de literatuur onvoldoende gegevens beschikbaar. Er is wel onderzoek gedaan naar de eigenschappen van verdichte mengsels van teelaarde en zand, waarbij beide componenten afkomstig waren van dekzand (Beuving, 1979). Tevens is het een en ander bekend over mengsels van losse tuinturf en matig grof zand, bestemd voor bomengrond onder verharding (Bakker e.a., 1979).

Doel van het onderzoek was (vooral i.v.m. de advisering door ons instituut voor aanleg en renovatie van grassportvelden en verbetering van omgespoten percelen, bestemd voor bloembollenteelt), gegevens te verkrijgen over:

- de samenhang tussen volume en massa van tuinturf in de mengsels in verband met de gewenste volumeverhouding tuinturf-zand;
- het zwellen van tuinturf door bevochtiging en het krimpen door vochtonttrekking;
- de hoeveelheid beschikbaar vocht in de verdichte mengsels.

In hoofdstuk 2 worden gegevens verstrekt over de gebruikte materialen, de menging en de verdichting.

De resultaten van het onderzoek zijn vermeld in hoofdstuk 3. Daarna, in hoofdstuk 4, zullen de resultaten worden besproken vooral tegen de achtergrond van de invloed van zwellen en krimpen van tuinturf-zandmengsels t.o.v. teelaarde op de bespeelbaarheid van grassportvelden. Het rapport wordt, in hoofdstuk 5, afgesloten met een aantal conclusies.

2 MATERIALEN EN METHODE

Voor de samenstelling van de mengsels is gebruik gemaakt van kalkrijk duinzand (tabel 1) en goed doorgevroren zwartveen met een hoge organische-stoffractie (0,885). Deze materialen zijn in losse toestand in diverse volumeverhoudingen gemengd. De dichtheid van het losse, vochtige zand bedroeg 1500 kg/m^3 met een porositeit van 0,44. De dichtheid van de tuinturf, met een volumefractie vocht van 0,666, bedroeg 155 kg/m^3 met een porositeit van 0,89.

Tabel 1 Analysegegevens van kalkrijk duinzand en tuinturf

Materiaal pH	In % van de grond		In % van de minerale delen										M50 μm
	CaCO_3	humus	<2 μm	2-16	16-50	50-75	75-105	105-150	150-210	210-300	300-2000		
Duinzand (KCl) 7,8	2,8	0,2	1,0	0,4	0,1	0,1	3,3	9,5	50,7	27,4	7,5	193	
Tuinturf (H_2O) 3,9	0,4	88,5											

Er zijn naast de pure componenten, 6 mengsels gevormd variërend van 3 delen tuinturf met 1 deel zand tot 1 deel tuinturf op 9 delen zand. Met de mengsels zijn ringen van 100 cc gevuld bij een verdichting van 1,2 MPa gedurende 1 minuut. Deze methode is uitvoerig beschreven door Beuving (1979), die dezelfde werkwijze toepaste, doch met ringen van 300 cc, voor mengsels van teelaarde en dekzand. Per mengsel zijn 5 ringen benut voor het maken van vocht karakteristieken vanaf verzadiging tot -500 cm en 3 vanaf een drukhoogte van -60 cm tot -500 cm. Deze werkwijze werd gevolgd om de invloed van volumeverandering op de dichtheid van de mengsels te kunnen karakteriseren. Van de afzonderlijke componenten tuinturf en duinzand zijn ook volumefracties vocht bij lagere drukhoogten bepaald (-1000, -2500 en -16000 cm).

Het organische-stofgehalte van de mengsels is in het STIBOKA-laboratorium bepaald met een aangepaste voorbehandeling. Deze bestond uit het malen van de grove organische-stoffractie (>2 mm) en weer toevoegen aan het monster. Tevens werd de oventemperatuur voor het gloeien verlaagd van 600 naar 500 °C om ontleding van carbonaat (CaCO_3) in de kalkrijke mengsels te voorkomen. Deze voorbehandeling is uitvoerig beschreven door Van der Knaap en Sjardijn (1986).

Zoals alle moerig bodemmateriaal zwelt tuinturf bij verzadiging met water en krimpt het bij vochtonttrekking. De voor humusarme minerale gronden gangbare methoden voor het vaststellen van fysische grootheden, zoals vocht karakteristieken, kunnen daarom voor tuinturf en voor tuinturf-zandmengsels niet worden toegepast. Er zijn correcties nodig voor zwellen en krimpen. Evenals voor zandige zodemonsters van grassportvelden is bij iedere drukhoogtetrap daarom de hoogte en bij lage drukhoogten ook de

diameter zeer zorgvuldig met een schuifmaat gemeten teneinde de volumeverandering vast te stellen. Deze werkwijze is uitvoerig beschreven door Van der Knaap en Jókövi (1986).

De samenhang tussen de volumefractie vocht en vaste fase is op drie manieren berekend. De berekening volgens de gangbare methode, waarbij de volumefractie vaste fase als constante (vastgesteld aan veldvochtig monster) bij iedere drukhoogtetrap wordt gebruikt is vermeld in bijlage 2 (serie A). Bij de tweede berekeningsmethode wordt de volumefractie vaste fase bij verzadiging van de monsters als constante genomen (bijlage 2, serie C). Daarnaast is per drukhoogtetrap vermeld tot welk volume de mengsels waren gekrompen (bijlage 1). Tevens is aangegeven hoeveel zogenaamd veldvochtig materiaal nodig was om door swelling de volumefractie verzadigd bodemmateriaal te verkrijgen (Njos 1978). Tenslotte is de volumefractie vocht berekend gebaseerd op de volumefractie vaste fase bij dezelfde drukhoogtetrap (bijlage 3A).

Voor het grafisch weergeven van de vochtretentiekarakteristiek van verdichte tuinturf, dat zwelt bij vochtopname en krimpt bij vochtonttrekking is gekozen voor afzonderlijke curven voor de volumefractie vocht en krimp (Njos 1978, Van der Knaap en Jókövi 1986). Hierbij wordt de volumefractie vaste fase als constante genomen. Bij iedere vochtonttrekkingstrap wordt de volumefractie vocht en krimp weergegeven.

Het restant van de poriënfractie is de volumefractie lucht. Met behulp van de volumefracties vocht en krimp per drukhoogtetrap zijn de vocht- en krimpcurven berekend. Om de porositeit te kunnen berekenen is de dichtheid van de vaste fase van tuinturf bepaald en voor die van zand gebruik gemaakt van de gangbare van 2,66 (Boekel 1961).

3 RESULTATEN

3.1 Verband volumefractie tuinturf en massafractie organisch stof in mengsels

Voor de juiste samenstelling van tuinturf-zandmengsels is het nodig dat de samenhang tussen volumefractie tuinturf en massafractie organisch stof in de mengsels bekend is. Voor mengsels van vochtige tuinturf en vochtig, matig fijn, zeer klei- en leemarm (duinzand, tabel 1) zand is deze samenhang gegeven in figuur 1.

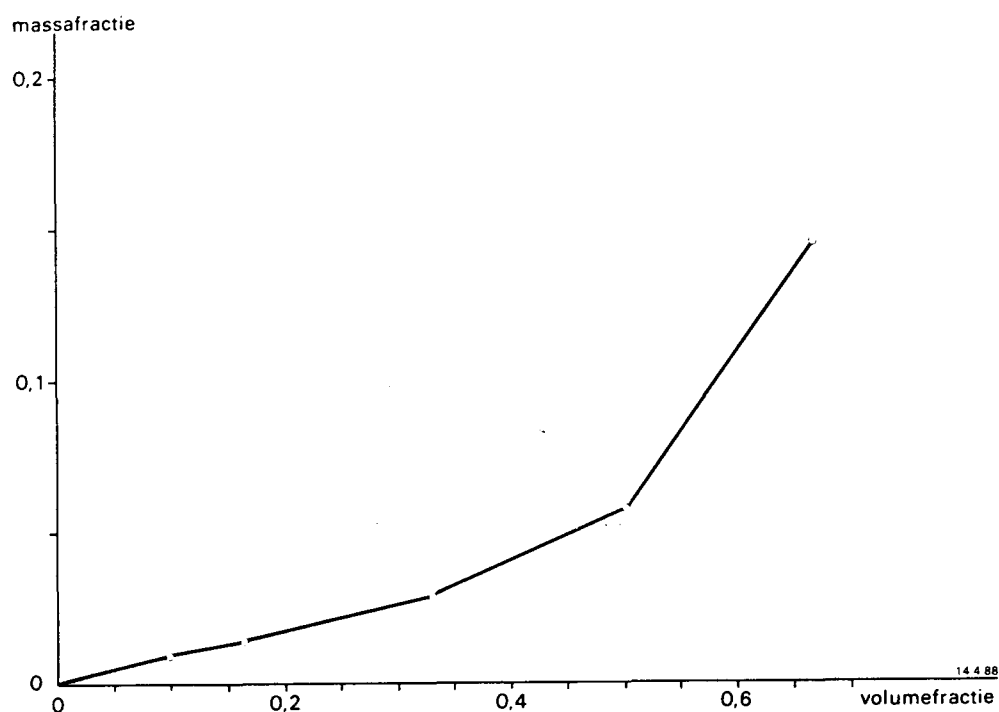


Fig. 1 Verband tussen de volumefractie tuinturf en de massafractie organische stof in losse tuinturf-zandmengsels

Voor een gunstig wortelmilieu in de toplaag van grassportvelden is minstens een massafractie nodig van 0,02 (Van der Knaap, 1985). Hiervoor mag de volumefractie zand maximaal 0,75 en die van de tuinturf minimaal 0,25 bedragen. In laagdikte betekent dit, dat maximaal 3 cm los zand per cm tuinturf mag worden door- gewerkt. Voor voldoende stabiliteit van de oppervlaktelaag is een massafractie van minstens 0,05 nodig (Van der Knaap, 1980). Dit doel wordt bereikt, zoals we uit figuur 1 kunnen aflezen, als gelijke volumehoeveelheden tuinturf en zand in het mengsel aanwezig zijn. In de bovenste centimeters, de oppervlaktelaag, mag de massafractie organisch stof maximaal 0,10 bedragen. In figuur 1 is af te lezen dat gezien deze eisen, de volumefractie tuinturf voor oppervlaktelagen tussen de 0,45 en 0,60 moet liggen.

Voor omgespoten, humusloze zandgronden, bestemd voor bloembollen, is een organische-stofgehalte van maximaal 0,02 toegestaan. Dit betekent dat de volumefractie tuinturf maximaal 0,25 mag bedragen.

Als het zand kleiiger is (0,03 à 0,08 <math><2 \mu\text{m}</math>) of lemiger (0,1 à 0,5 <math><50 \mu\text{m}</math>) of een ander vochtgehalte heeft bij menging, kan het zijn dat andere verhoudingen moeten worden aangehouden. Ditzelfde geldt als het vochtgehalte van de tuinturf bij menging belangrijk afwijkt. Het vochtgehalte van tuinturf varieert van 0,60 tot 0,75. Onze mengsels zijn gemaakt met tuinturf, dat voor de menging een gemiddeld vochtgehalte had (0,666). Als het uitgangsmateriaal, de volumieke massa of het vochtgehalte ervan sterk afwijkt van onze mengsels kan de gewenste verhouding tussen de volumefracties tuinturf en zand worden berekend (Bakker e.a., 1979). In paragraaf 2.2 van dat rapport is vermeld welke basisgegevens hiervoor nodig zijn.

Dat echter de gewenste massafractie organisch stof slechts bij benadering wordt bereikt met de vooraf berekende verhouding van de volumefracties tuinturf en zand blijkt uit de tabel in paragraaf 2.2 van voornoemd rapport (Bakker e.a., 1979). In één geval werd zelfs een organische-stofgehalte van 7,47 in plaats van de beoogde 5% verkregen, dus 1,5 maal zo hoog. De verhoudingen tussen de volumefracties tuinturf en zand, die berekend of in tabel 1 afgelezen kunnen worden dienen dus slechts als indicatief te worden beschouwd.

3.2 Verdichten van tuinturf en duinzand en de mengsels daarvan

Bij het mengen van de tuinturf en het zand bleef het volume ongeveer gelijk aan het oorspronkelijke volume van de losse componenten. In verband met het doel van het onderzoek moesten deze mengsels worden verdicht. De volumieke massa moest ongeveer overeenkomen met die van toplagen van grassportvelden. De volumieke massa van de mengsels en de componenten tuinturf en zand na verdichting is vermeld in bijlage 2, kolom 2. Van de samenhang tussen het organische-stofgehalte en de volumieke massa van de mengsels, bij een drukhoogte van -60 cm (\approx veldvochtige situatie), is een curve berekend (zie tabel 2). Het gedeelte dat relevant is voor toplagen van grassportvelden is weergegeven in figuur 2 (curve A). Tevens is de curve getekend van intensief bespeelde toplagen, bestaande uit tuinturf-zandmengsels van grassportvelden bij dezelfde drukhoogte (curve B). Deze lijnen kruisen elkaar. Gemiddeld echter blijkt de volumieke massa (organische-stofgehalte <math><0,08</math>) van de mengsels, verdicht met een druk van 1,2 MPa gedurende 1 minuut, gelijk te zijn aan die van intensief bespeelde zodelagen van een grassportveld. Om de curven beter te laten samenvallen zou de druk voor tuinturfarme mengsels langer dan 1 minuut moeten worden voortgezet. Zo kon, bij wijze van proef, in een tuinturfarm mengsel met een organische-stofgehalte van 0,008 (0,8%) (volumefractie tuinturf van 0,1) de volumieke massa worden verhoogd van 1,407 tot 1,459. Voor tuinturfrijkere mengsels zou het verdichten korter dan 1 minuut moeten duren. Uit het verloop van de curven A en B valt af te leiden dat de dichtheden van de mengsels, die in het laboratorium wer-

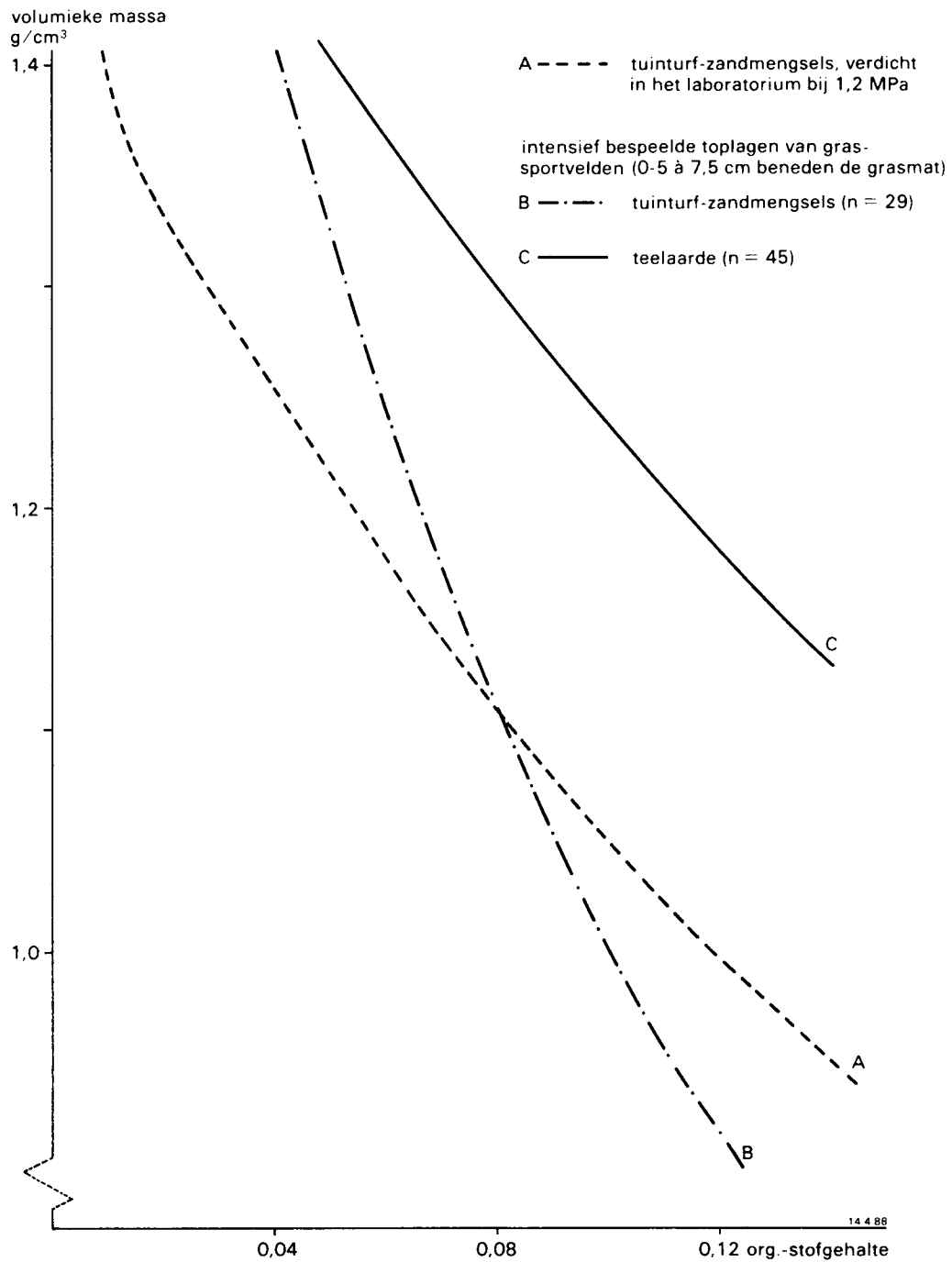


Fig. 2 Verband organische-stofgehalte en volumieke massa van veldvochtig
zeer klei- en leemarm duinzand

den verkregen, redelijk representatief zijn voor die van toplagen van grassportvelden met een tuinturf-zandmengsel.

De volumieke massa van toplagen van grassportvelden bestaande uit tuinturf-zandmengsels is lager dan van teelaarde (vergelijk de curven B en C in figuur 2). Curve C is gebaseerd op onderzoeksresultaten op intensief bespeelde delen van 15 grassportvelden met een toplaag van zeer klei-en leemarme teelaarde (Van der Knaap, 1980, figuur 20C op pag. 53).

Tabel 2 Verband organische-stofgehalte (X in massafracties) en de volumieke massa van de mengsels (Y in g/cm^3)

	Y	R	N
Tuinturf-zandmengsels verdicht bij 1,2 MPa in het laboratorium	$0,3947/(0,276 + X)$	n.b.	15
Intensief bespeelde toplagen van grassportvelden (0-5 à 7,5 cm beneden de grasmat)	$0,2112/(0,110 + X)$	0,74	29

n.b. = niet bepaald.

Omdat de volumieke massa van grond sterk afhankelijk is van het organische-stofgehalte is de relatieve dichtheid (Schothorst, 1969) van de mengsels berekend. De relatieve dichtheid blijkt groter naarmate de volumefractie tuinturf, dus het organische-stofgehalte, in de mengsels hoger is (figuur 3). Ook mengsels van zand en teelaarde bleken in het laboratorium een hogere relatieve dichtheid te hebben naarmate het organische-stofgehalte hoger was (Beuving, 1979). Om het verband vergelijkbaar te maken zijn van de teelaardemengsels de volumieke massa's gebruikt die een ongeveer gelijke volumefractie vocht na verdichting hadden als de tuinturfmengsels. In figuur 4 is het verband tussen de volumefractie vocht en de volumieke massa van beide mengsels uitgezet met vermelding van de organische-stoffractie. Evenals in figuur 2 is de volumieke massa van de teelaardereeks aanzienlijk hoger dan van tuinturfmengsels. Als de teelaardecurve, de bovenste in figuur 4 wordt vergeleken met de teelaardecurve (C) in figuur 2 dan blijkt dat de volumieke massa van de eerste aanzienlijk hoger is dan van de tweede. Oorzaken hiervan zijn dat het minder gesorteerde, wat fijnere dekzand, zonder graswortels, gemakkelijker te verdichten is dan het eentoppige duinzand.

Opvallend in figuur 4 is dat voor de teelaardemengsels uit dekzand bij stijging van het organische-stofgehalte de volumieke massa groter wordt. Dit in tegenstelling tot de teelaardemengsels uit duinzand (figuur 2). De oorzaak hiervan is, dat de toename van het organische-stofgehalte in de teelaarde uit dekzand samen gaat met een stijging van het lutum- en leemgehalte van de mengsels. Een hoger lutum- en of leemgehalte geeft een grotere volumieke massa (Van der Knaap 1980, figuur 20a). De toename van de volumieke massa als gevolg van een hoger lutum- en leemgehalte is blijkbaar groter dan de afname van de volumieke massa als gevolg van een hoger organische-stofgehalte.

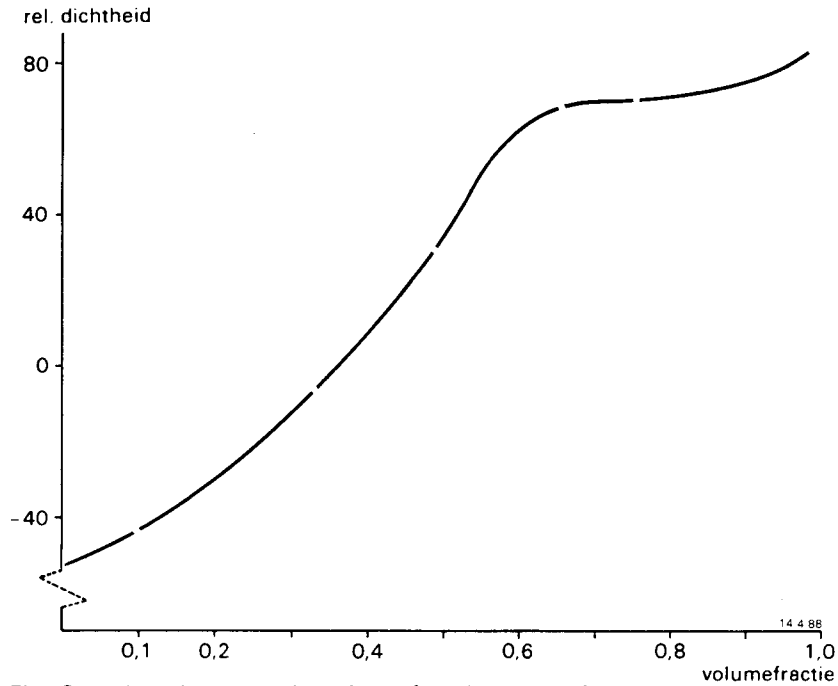


Fig. 3 Verband tussen de volumefractie tuinturf, verdicht bij 1,2 MPa en de relatieve dichtheid

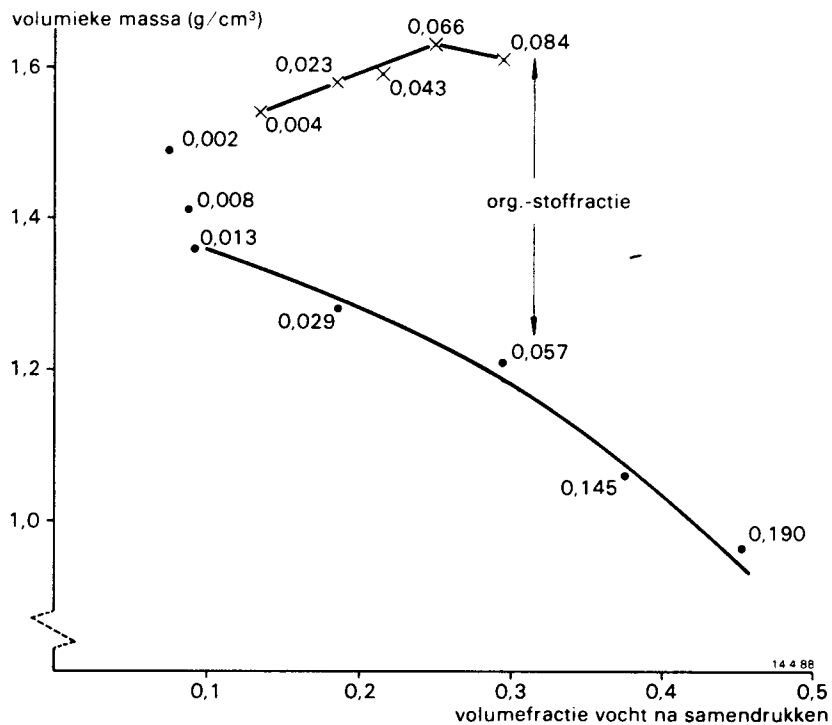


Fig. 4 Invloed van toenemend organische-stofgehalte op de volumieke massa in mengsels van dekzand met teelaarde (matig kleiarm, zwak lemig dekzand) (x) en tuinturf-duinzand mengsels (zeer klei- en leemarm) (•) bij ongeveer overeenkomende volumefracties vocht na samendrukken (1,2 MPa)

3.3 Zwellen en verdichten van verdichte tuinturf(zandmengsels)

3.3.1 Bij verzadiging

De volumefractie van verdichte tuinturfmonsters met een gemiddelde volumefractie vocht van 0,666 nam door verzadiging met 9% toe en die van zand nam af met bijna 3% (bijlage 1, verschil van kolommen 2 en 3 op eerste en laatste regel). Het zwellen van tuinturf en de volumieke vermindering, door verdichting van het zand bij verzadiging, komt in verdichte mengsels tot uiting; tuinturfrijke mengsels zwellen en tuinturfarme mengsels worden dichter. De grootte van de zwelling is voor alle mengsels af te leiden uit het verschil tussen de volumefracties veldvochtige en verzadigde mengsels (bijlage 1, verschillen kolom 2 en 3).

Voor het gedeelte van de tuinturf-zandmengsels, die qua mengverhouding relevant zijn voor toplagen van grassportvelden is de samenhang tussen de volumefractie tuinturf en de zwel- of krimpfractione weergegeven in figuur 5. Het tuinturfrijkste mengsel is alleen belangrijk voor het gedeelte van de toplaag beneden de oppervlaktelaag.

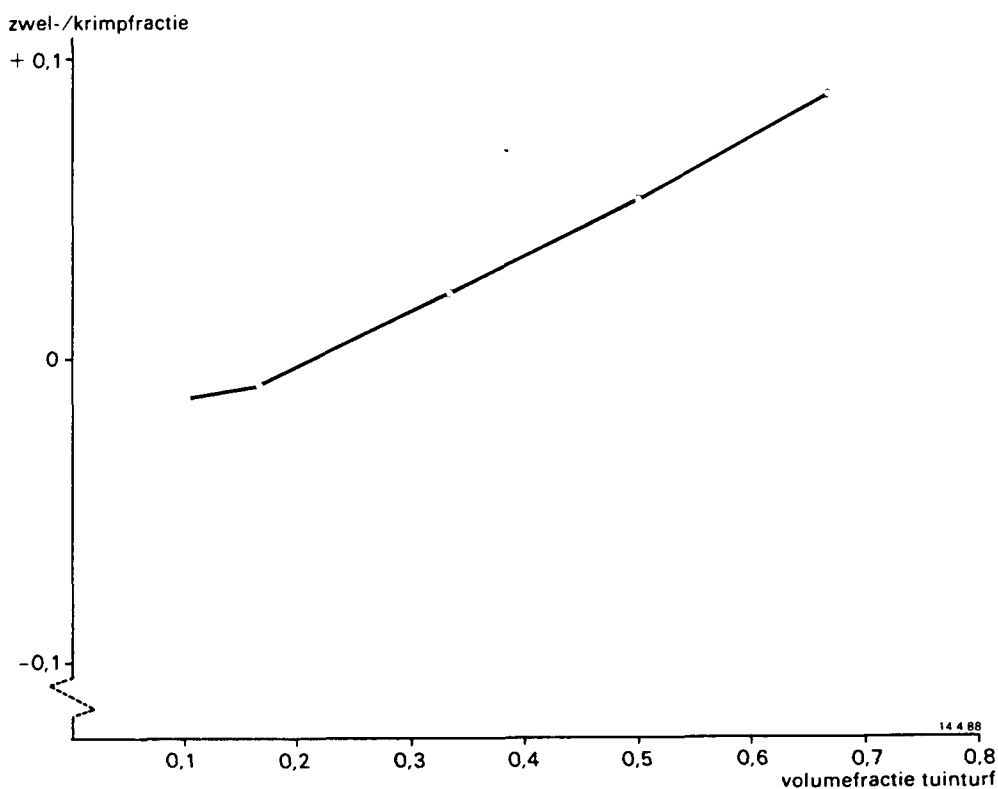


Fig. 5 Invloed van verzadiging op de volumeverandering van verdichte (1,2 MPa) tuinturf-zandmengsels

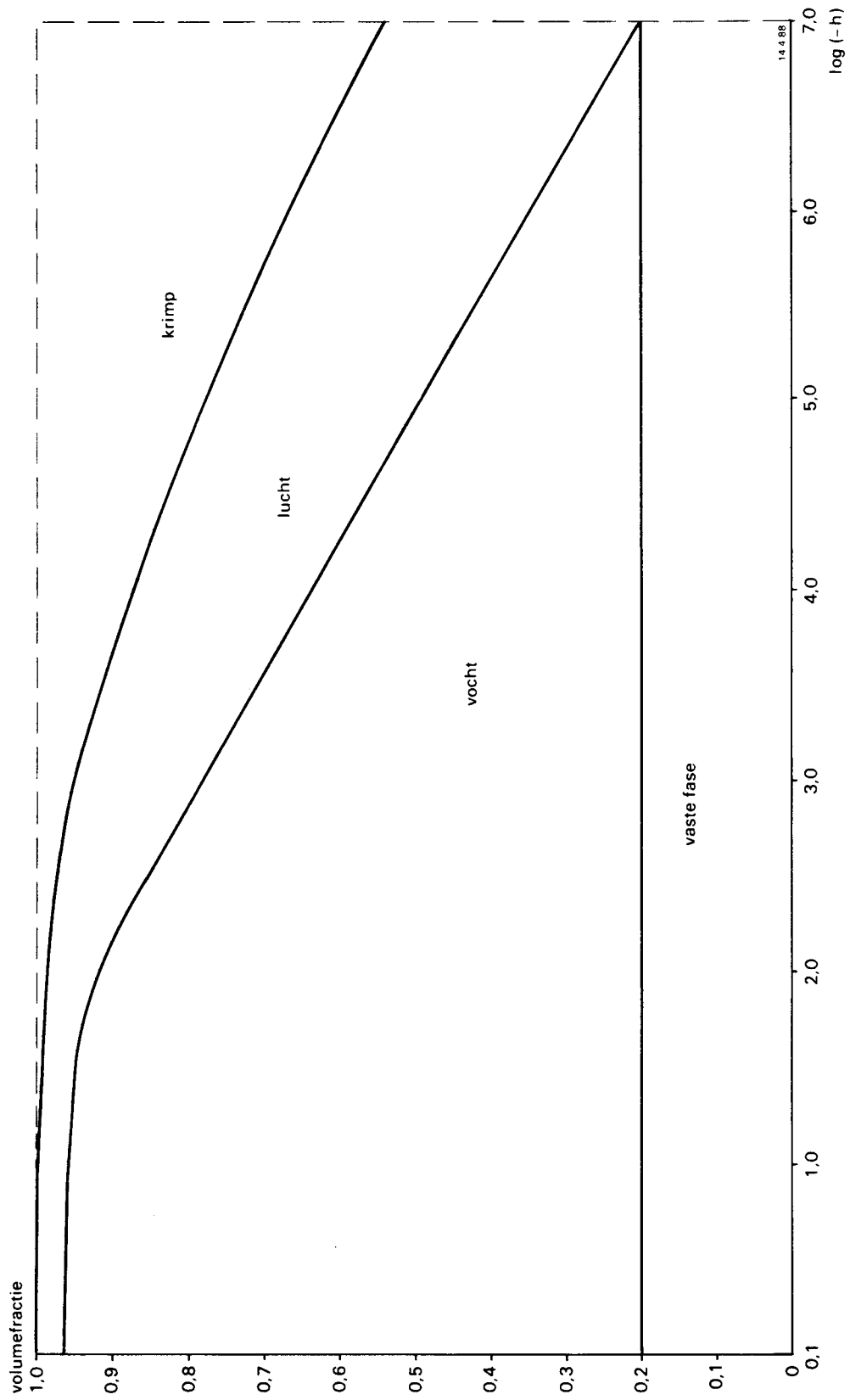


Fig. 6 Vocht- en krimpcurve van verdichte tuinturf (1,2 MPa)

3.3.2 Bij vochtonttrekking

Tuinturf krimpt sterk door vochtonttrekking tussen verzadiging en stoofdroog en zand krimpt nauwelijks en de mengsels nemen een tussenpositie in (bijlage 1, verschil tussen kolom 3 en kolom 10). Van pure tuinturf is ook de krimp bij drukhoogten van -1000, -2500 en -16000 cm bepaald. In figuur 6 is de volumefractie tuinturf per drukhoogtetrap logaritmisch uitgezet. Bij hoge drukhoogten vermindert de hoogte van de grondkolommetjes. Bij lagere drukhoogten neemt door krimp ook de diameter af omdat de grondkolommetjes loskomen van de ringwand. Er is een curve (bovenste) getekend, die zo goed mogelijk bij de punten past, de zogenaamde krimpcurve. Vanaf een drukhoogte van -1000 cm tot stoofdroog vermindert het volume tuinturf sneller dan bij hogere drukhoogten. Bij een drukhoogte van -16000 cm is de volumefractie tuinturf al gedaald tot 0,840 en bij stoofdroog tot 0,533.

3.4 Vochtkarakteristieken van verdicht(e) tuinturf, zand en mengsels daarvan

3.4.1 Vochtkarakteristieken met correcties voor volumeverandering bij verzadiging, doch zonder correctie voor krimp bij vochtonttrekking

Voor verdichte pure tuinturf is de vochtcurve gegeven in figuur 6 (middelste lijn). De dichtheid van de vaste fase van tuinturf bedroeg 1,40 en de volumieke massa 0,155. De volumefractie tuinturf bedroeg dus $1,4 \times 0,155 = 0,196$ en de poriënfractie 0,804. Bij verzadiging was de volumefractie vocht iets lager dan de poriënfractie zoals gewoonlijk wordt gevonden. De volumefracties vocht zijn bij iedere drukhoogtewaarde met die van de vaste fase gesommeerd weergegeven in figuur 6. Vanaf een drukhoogte van -100 cm tot stoofdroog kan de curve, die zo goed mogelijk bij de punten past, benaderd worden door een rechte lijn.

Evenals voor tuinturf is ook voor verdicht puur zand de volumefractie vocht bepaald bij de lagere drukhoogten (-1000, -2500 en -16000 cm). Met behulp van de volumefracties vocht van pure tuinturf en zand zijn bij deze 3 lage drukhoogten, de volumefractie grond van de mengsels berekend. De vochtkarakteristieken, gebaseerd op de volumefracties vocht bij verzadiging, zijn grafisch weergegeven in bijlage 4. De gegevens zijn ontleend aan bijlage 2C.

Zeer opvallend is, dat bij drukhoogten boven -30 cm bij het tuinturfrijkere 3:1 mengsel de volumefractie vocht lager is, dan bij het 2:1 mengsel. Bij het verdichten van de mengsels waren er reeds verschillen merkbaar. Bij het 3:1 mengsel en tuinturf werd vocht uitgeperst, bij de tuinturfarmere mengsels had geen vochtverlies plaats. Voor het overige neemt per drukhoogtewaarde de volumefractie vocht regelmatig toe naarmate de volumefractie tuinturf in het mengsel groter is.

3.4.2 Vochtkarakteristieken met correcties voor zwellen en krimpen

In figuur 7 zijn de vochtkarakteristieken gegeven uitgaande van verzadigde monsters met correcties voor volumeverandering bij verzadiging, gevolgd door krimp bij vochtonttrekking. Tevens zijn van monsterseries, die niet verzadigd werden op de drukhoogtebak de volumefracties vocht in het drukhoogtetraject -60 tot -500 cm met kruisjes aangegeven. De gegevens voor de vochtkarakteristieken van de verzadigde en niet-verzadigde monsterseries zijn ontleend aan bijlage 3A, respectievelijk 3B.

Bij een drukhoogte van -60 cm zijn de volumefracties vocht bij alle niet-verzadigde monsterseries lager dan van de verzadigde series. Bij lagere drukhoogten nemen de verschillen in volumefracties tussen de verzadigde en niet-verzadigde monsters af vooral in de tuinturfrijkere mengsels en in pure tuinturf.

Om de samenhang tussen de volumefractie vocht en wel of niet verzadigen van de monsters te verduidelijken is figuur 8 vervaardigd. Van het mengsel, waarvan het volume voor de helft uit tuinturf bestaat en een organische-stofgehalte heeft van 0,057 heeft, zijn 3 vochtcurven gegeven. De monsterserie A, die niet is verzadigd en waarvan de volumefractie vocht is bepaald vanaf drukhoogte -60 cm, had nog ongeveer het oorspronkelijke volume. De series B en C, die bijna (drukhoogte -10 cm), respectievelijk geheel verzadigd werden, zijn gezwollen en daarna door vochtonttrekking weer gekrompen. Bij een drukhoogte van -60 cm is de volumefractie vocht van de series B en C 0,05, respectievelijk 0,10 hoger dan van serie A. Bij vochtonttrekking tot -500 cm nemen de verschillen af tot minder dan de helft van het verschil bij een drukhoogte van -60 cm. Hieruit blijkt, dat door verzadiging en bijna verzadiging van dit mengsel de hoeveelheid gemakkelijk beschikbaar vocht (drukhoogte -60 tot -500 cm) toeneemt. Ditzelfde geldt in nog sterkere mate voor tuinturfrijkere mengsels en tuinturf en in mindere mate voor tuinturfarmere mengsels (tabel 3).

Tabel 3 Volumefractie gemakkelijk beschikbaar vocht (tussen drukhoogte -60 en -500 cm) van verdicht(e) tuinturf, zand en tuinturf-zandmengsels met correctie voor volumeverandering

Verhouding tuinturf : zand	Monsterseries	
	niet verzadigd	na verzadiging
1 : 0	0,062	0,114
3 : 1	0,051	0,121
2 : 1	0,055	0,098
1 : 1	0,048	0,084
1 : 2	0,042	0,059
1 : 5	0,011	0,038
1 : 9 (d)	0,009	0,043
1 : 9 (h)	0,053	0,055
0 : 1	0,043	0,049

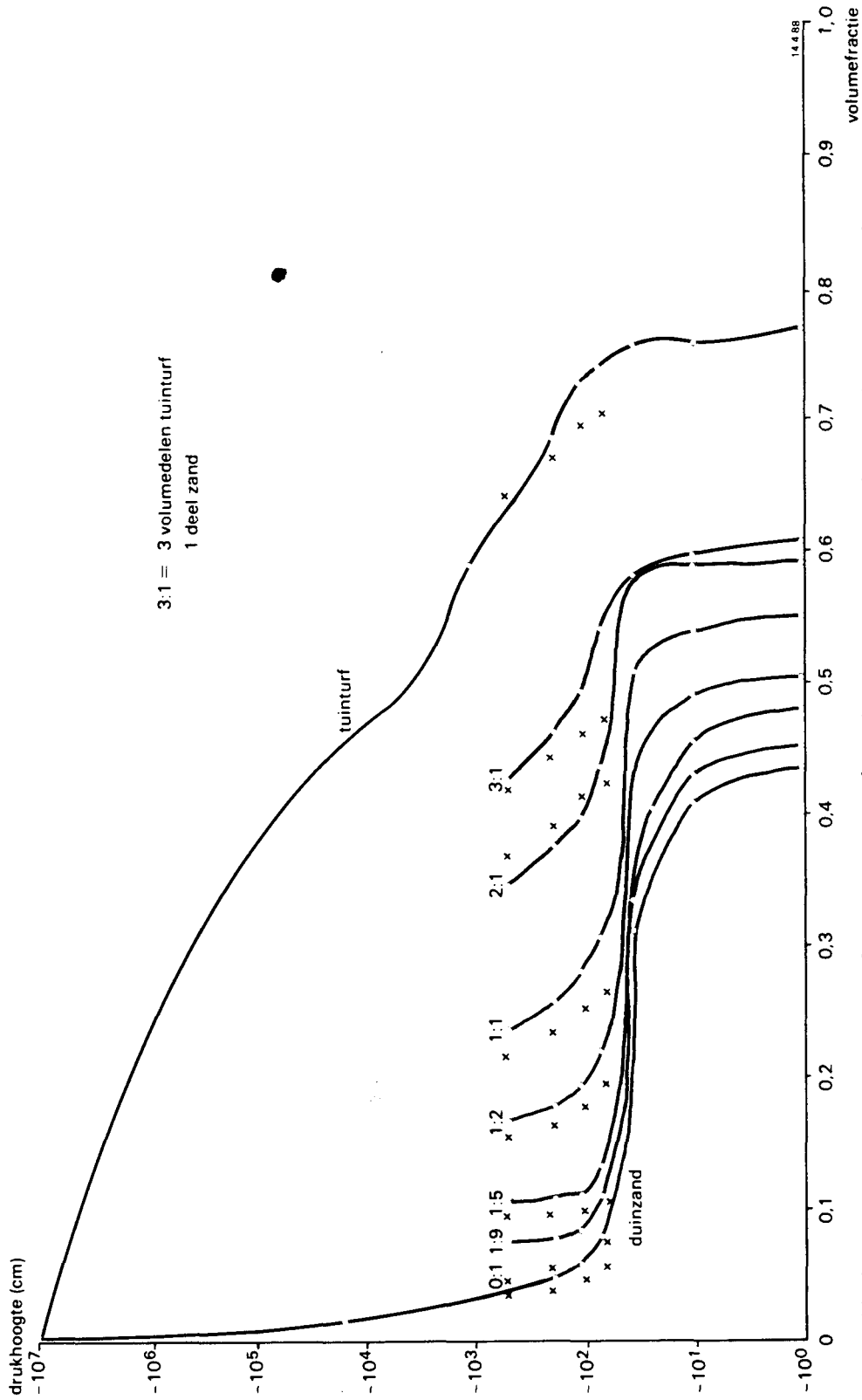


Fig. 7 Vochtcharacteristieken van tuinturf, zand en tuinturf-zandmengsels met correcties voor krimp, uitgaande van verzadigde monsters in drukhoogtetraject -1 tot 500 cm (—) en niet verzadigde monsters in drukhoogte- traject -60 tot 500 cm (-x)

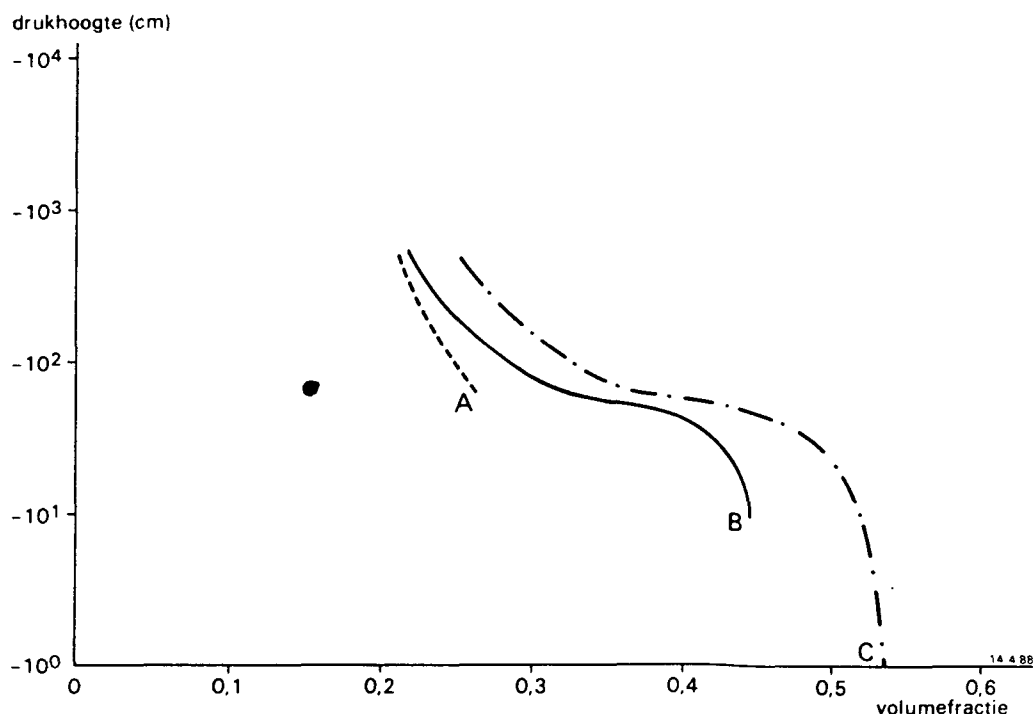


Fig. 8 Vochtkarakteristieken van een verdicht (1,2 MPa) tuinturf-zandmengsel (verhouding 1:1) vanaf de oorspronkelijke drukhoogte van -60 cm (A), vanaf -10 cm (B) en vanaf verzadiging (C)

3.4.3 De poriënfractie van tuinturf, zand en mengsels

Naarmate meer tuinturf aan het verdichte mengsel is toegevoegd neemt de berekende poriënfractie toe (figuur 9). Als geen rekening wordt gehouden met zwelling bij verzadiging wordt bij pure tuinturf en de tuinturfrijke mengsels een poriënfractie berekend, die 0,04 à 0,06 (4 à 6%) kleiner is dan de volumefractie vocht (figuur 9A). Als een correctie wordt toegepast voor zwelling bij verzadiging van tuinturf en tuinturfrijke mengsels met een volumefractie tuinturf van $>0,3$ is de berekende poriënfractie iets groter dan de volumefractie vocht, zoals gewoonlijk wordt gevonden (figuur 9B en Van der Knaap en Jókövi, 1986).

Tuinturf-zandmengsels als toplaag van grassportvelden op lichte zandgronden bereiken zelden een grotere drukhoogte dan -50 cm (Van der Knaap en Dekker, 1986). Alleen bij ondiepe grondwaterstanden en van een ontdooide bovengrond op een ondiep bevroren ondergrond wordt de toplaag natter. Daarom is van de monsterseries die na het vullen van de ringen, niet werden verzadigd, de poriënfractie berekend bij een uniforme drukhoogte van -60 cm (tabel 4 kolom 2). Als eerst de monsters zwellen door verzadiging en er daarna vocht aan wordt onttrokken tot een drukhoogte van -60 cm is de poriënfractie wat groter (tabel 4, kolom 5). Ook de volumefractie vocht is dan groter (tabel 4, vergelijk de kolommen 3 en 6 en figuur 8).

Tabel 4 Volumefracties poriën, vocht en lucht bij drukhoogte -60 cm van verdichte monsterseries, die vooraf niet of wel waren verzadigd

Verhouding tuinturf : zand	Volumefracties monsters					
	niet verzadigd			na verzadiging		
	poriën	vocht	lucht	poriën	vocht	lucht
1 : 0	0,784	0,704	0,080	0,801	0,732	0,069
3 : 1	0,637	0,472	0,165	0,642	0,541	0,101
2 : 1	0,600	0,425	0,175	0,632	0,441	0,191
1 : 1	0,532	0,265	0,267	0,551	0,309	0,242
1 : 2	0,505	0,193	0,312	0,507	0,223	0,284
1 : 5	0,478	0,104	0,374	0,467	0,137	0,330
1 : 9 dr	0,469	0,051	0,418	0,446	0,113	0,333
1 : 9 n	0,449	0,114	0,335	0,447	0,129	0,318
0 : 1	0,446	0,075	0,371	0,432	0,092	0,340

Bij een drukhoogte van -60 cm hebben de verdichte mengsels, die niet werden verzadigd, een flinke volumefractie lucht, die uiteenloopt van 0,165 tot 0,418 (tabel 4, kolom 4). De mengmonsters die niet werden verzadigd, hebben bij een drukhoogte van -60 cm een grotere volumefractie lucht dan de monsters die eerst wel werden verzadigd (vergelijk de kolommen 4 en 7 van tabel 4).

Ondanks de lagere porositeit hebben dus de niet verzadigde monsters meer bergingsmogelijkheden voor water dan de vooraf verzadigde monsters, beide bij een drukhoogte van -60 cm.

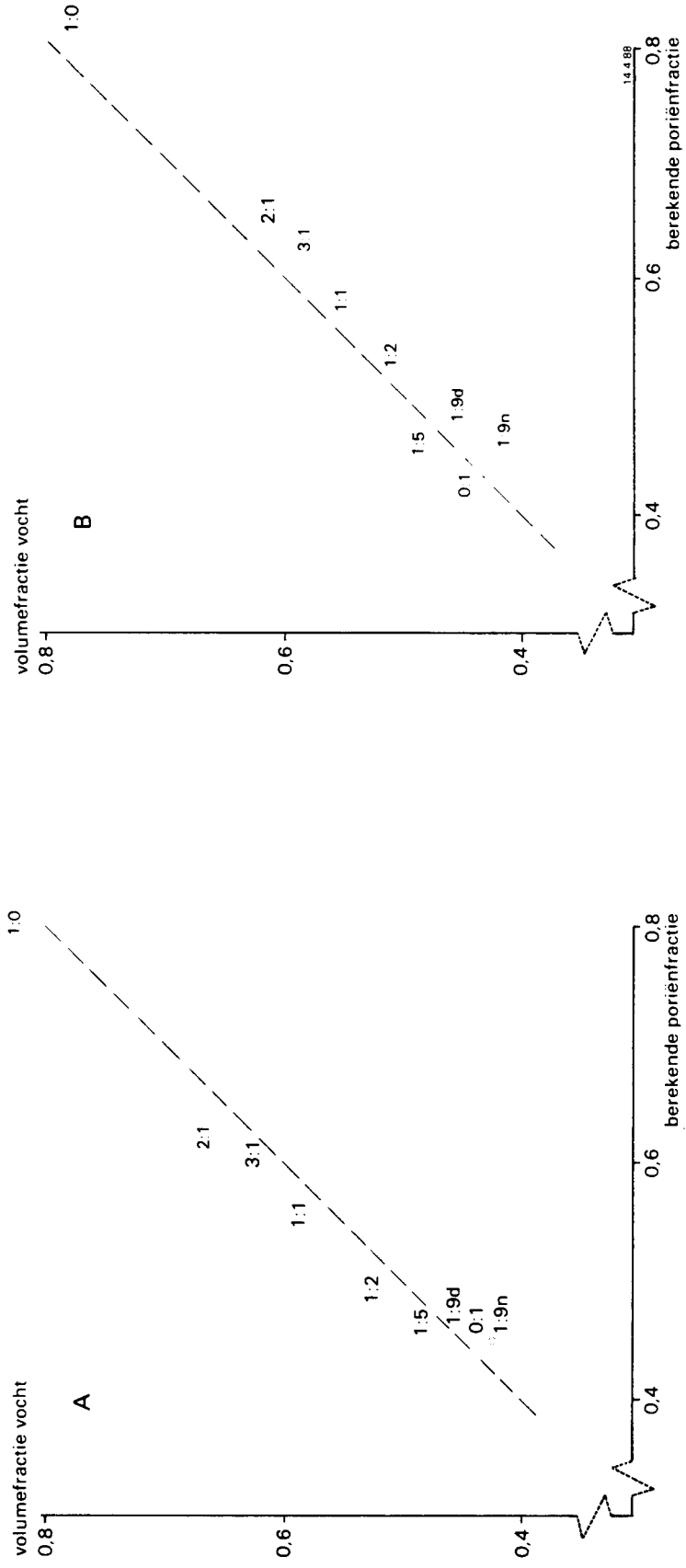


Fig. 9 Verband tussen de berekende poriëfractie en de volumefractie vocht bij verzadiging van verdichte (1,2 MPa) tuinturf, zand en mengsels daarvan; berekening volgens gangbare methode (A) en met correctie voor zwellen bij verzadiging (B)

4 DISCUSSIE

4.1 Gevolgen voor grassportvelden

Verdichte tuinturfrijke zandmengsels, die bijna of geheel worden verzadigd, zwellen 5 à 9%. Hierdoor wordt de porositeit en de volumefractie vocht weliswaar groter maar de pakking losser en minder stabiel. Door vochtonttrekking neemt het volume en de porositeit weer af. Deze afname van volume en porositeit is echter niet zo groot, dat bij verlaging van de drukhoogte tot de uitgangstoestand het oorspronkelijke niveau weer wordt bereikt. De lossere pakking van vooraf verzadigde ten opzichte van niet-verzadigde mengsels komt ook tot uiting in een hogere volumefractie vocht bij een drukhoogte van -60 cm en in een snellere vermindering van de vochtfractie bij lagere drukhoogten (figuren 7 en 8). Door de snellere vermindering is de hoeveelheid beschikbaar vocht groter. Door verzadiging van verdichte tuinturf-zandmengsels wordt het groeimilieu voor gras gunstiger. Alsook de bovenste centimeters, de oppervlaktelaag, uit een tuinturf-zandmengsel bestaat gaat dit echter ten koste van de bespeelbaarheid door de afnemende stabiliteit. Daarom dient de kans op verzadiging van oppervlaktelagen van grassportvelden tot een minimum te worden beperkt. Tuinturfrijke zandmengsels kunnen daarom alleen op goed doorlatende gronden met succes worden angewend. Doch ook op deze gronden is het beter om een oppervlaktelaag aan te brengen van klei- en leemarme zandige teelaarde. Door de grotere volumieke massa ten opzichte van een tuinturf-zandmengsel, is de stabiliteit groter zonder dat de infiltratiesnelheid voor water te veel afneemt (Van der Knaap en Dekker, 1985).

Het zwellen bij verzadiging en krimpen bij vochtonttrekking treedt ook op in zodelagen van grassportvelden. Dit zwellen en krimpen is sterker als de zode sterker doorworteld is (Van der Knaap en Jókövi, 1986). Met behulp van de gegevens uit deze publicatie is nagegaan of zoden van toplagen, bestaande uit een tuinturf-zandmengsel meer zwellen bij verzadiging dan teelaarde. Hiervoor zijn de zodelagen van zeer klei- en leemarme zandige toplagen uit de periode 1977-1983 nogmaals geanalyseerd en samen met de tuinturf-zandmengsels gepresenteerd in tabel 5. Het zwellen van de monsters kon enerzijds tot uiting komen in volumecorrecties voor zwellen bij verzadiging (tabel 5, kolommen 4 en 8) en anderzijds in een negatief fractieverschil tussen poriën en vocht (kolommen 3 en 7). Het gemiddelde van de fractieverschillen en van de volumecorrecties is van de tuinturf-zandmengsels ongeveer gelijk aan die van teelaarde bij deze zeer humeuze tot humusrijke zodelagen.

Tabel 5 Verschillen tussen poriënfractie en volumefractie vocht bij verzadiging, na correctie voor zwellen bij verzadiging van de laag 0-2,5 cm -grasmat van grassportvelden met een zeer klei- en leemarme zandtoplaag bestaande uit een tuinturf-zandmengsel of teelaarde; monstername 1977-1983

Tuinturf-zandmengsels				Teelaarde			
Proefplek*)	Org.stof- fractie	Volumefr. poriën minus volume- fractie vocht	Toegepaste correctie voor zwel- len	Proefplek	Org.stof- fractie	Volumefr. poriën minus volume- fractie vocht	Toegepaste correctie voor zwel- len
MIII'79	0,094	-0,060	0,000	5Adr'77	0,111	-0,079	-0,023
MIII'80	0,109	-0,126	0,000	5Amt'77	0,104	-0,054	-0,010
Dm'80	0,077	-0,076	0,000	7IA'77	0,080	-0,009	-0,013
MIII'81	0,115	-0,060	-0,033	7IIB'77	0,062	-0,069	-0,033
Dm'81	0,105	-0,068	-0,020	Zm'79	0,069	-0,073	0,000
Dz'81	0,054	-0,067	0,000	Zk'79	0,069	-0,060	0,000
Dm'82	0,075	-0,008	-0,046	Zz'79	0,049	-0,042	0,000
				Zm'81	0,082	-0,049	-0,060
MIII _m 4'83	0,099	+0,009	-0,041		0,626	-0,435	0,139
Dm4'83	0,033	+0,021	-0,024	Zm2'83	0,077	+0,029	-0,050
MIII ₂₄ '83	0,087	+0,010	-0,039	Zm3'83	0,088	+0,017	-0,063
Dz4'83	0,130	-0,014	-0,014	Zm4'83	0,101	+0,008	-0,056
				Zz3'83	0,077	+0,024	-0,021
				IJz1'83	0,077	+0,002	-0,024
Gem. (n=11)	0,089	-0,040	-0,020	(n=13)	0,080	-0,032	-0,032

*) Voor codering zie Van der Knaap en Jókövi (1986).

4.2 Gevolgen voor tuinbouw- en in het bijzonder voor bloembollengronden

Evenals voor grassportvelden is het ook voor tuinbouwkundig bodemgebruik nodig dat het, wanneer humusloos duinzand naar boven wordt gebracht, wordt verbeterd. Voor dit doel wordt plaatselijk in de kop van Noord-Holland de oorspronkelijke bovengrond of een deel ervan, bestaande uit kleiig zand, op de bovengebrachte zandlaag teruggezet. De teruggezette teelaardelaag kan de nadelen van een klei- en/of leemarme humusloze bouwvoor verminderen, doch heeft ook bezwaren. Positief is dat het bufferend vermogen voor voedingsstoffen en het vochthoudend vermogen van de bouwvoor toeneemt en de stuifgevoeligheid afneemt. Een nadeel van kleiig zand als bouwvoor is, dat de hoeveelheid grove poriën veel kleiner is dan in kleiarm zand. Gevolgen hiervan zijn: een beperkte doorlatendheid, verminderde bergingsmogelijkheden voor regenwater, gevaar voor onvoldoende luchtverversing en daardoor zuurstoftekort in de wortelzone,

onwerkbaar dagen na veel neerslag en vermindering van de uiterlijke kwaliteit van tuinbouwgewassen, waarvan de wortel, bol of knol het waardevolle deel vormt, zoals waspeen, radijs, rettiëk en bloembollen. Door deze grote vermindering van de hoeveelheid grove poriën in de bouwvoor dient een 20 à 30 cm lager grondwaterpeil aangehouden te worden dan in klei- en leemarme zandgronden optimaal is. Ondanks deze lagere grondwaterstand is dan toch de doorlatendheid minder, luchtverversing in de bouwvoor moeilijker en dient de grond na veel neerslag dagen- en soms wekenlang niet bereiden te worden om structuurbederf te voorkomen.

Als duinzand niet met kleiig materiaal, maar met tuinturf wordt vermengd wordt ook de buffering van de grond en het vochthoudend vermogen van de grond verhoogd, zonder dat de hoeveelheid grove poriën afneemt. Dit laatste geldt zelfs voor toplagen van gras-sportvelden, die door bespeling worden verdicht (Van der Knaap, 1985, figuur 3A). Door de goede poriëndistributie blijven de gunstige fysische eigenschappen van duinzand behouden en worden de bezwaren verminderd.

Een gunstige massafractie organische stof in de bouwvoor, mede in verband met ziektepreventie voor bloembollenteelt, is 0,015. Dit doel wordt bereikt met een volume fractie tuinturf van 0,17 (figuur 1) ofwel een laagje van 1 cm tuinturf per 5 cm puur duinzand. De fysische gegevens, zoals de vochtretentiecurve, betreffende dit mengsel, die in dit rapport vermeld zijn, zullen behoorlijk representatief zijn. Deze mening is gebaseerd op het verloop van de curven A en B in figuur 2. Bij een organische-stofgehalte van 0,015 is de volumieke massa van het in het laboratorium verdichte mengsel $1,35 \text{ g/cm}^3$ en de poriënfractie 0,478. Dit mengsel is zelfs nog iets lossier dan midden op de bedden van een 1e klas bleembollengrond werd gevonden (Van Erpers Royaards, 1987). In de bouwvoor van die duinzandgrond (15 à 20 cm - mv.) met een organische-stofgehalte van 0,015 was de volumieke massa 1,40 à 1,43 en de poriënfractie 0,465 à 0,453. Monsters van toplagen, afkomstig van intensief bespeelde gedeelten van gras-sportvelden met dezelfde volumieke massa ($1,35 \text{ g/cm}^3$) hebben een veel hoger organische-stofgehalte (0,045) door de grotere dichtheid.

Door de lossere pakking van dit mengsel in een bouwvoor, de periodieke grondbewerking voor groente- of bloembollenteelt en het gebruik van organische meststoffen zal de tuinturf sneller verteren dan in de toplaag van grassportvelden. In de toplaag van grassportvelden was het organische-stofgehalte, dat oorspronkelijk 0,04 à 0,07 bedroeg, in 5 à 6 jaar slechts met 0,01 (1%) gedaald (Van der Knaap, 1988). Door het gebruik van organische meststoffen voor deze teelten zal echter compensatie plaats hebben. Aanwending van stro en gier om het verstuivingsgevaar te beperken kan hier eveneens toe bijdragen.

5 CONCLUSIES

Aan los, humusloos duinzand moest een volumefractie tuinturf van 0,2 à 0,3 (20 à 30%) worden toegevoegd om de gewenste massafractie organisch stof van 0,02 à 0,03 te verkrijgen voor toplagen van grassportvelden. Het betrof losse tuinturf met een voor dit organisch materiaal gemiddelde massafractie vocht van 0,666.

De gewenste massafractie organisch stof van 0,05 à 0,06 voor de bovenste centimeters (oppervlaktelagen) van grassportvelden werd verkregen met een volumefractie tuinturf van 0,45. Omdat de massafractie organisch stof in de oppervlaktelaag de 0,10 niet mag overschrijden mag niet meer dan 0,6 volumefractie tuinturf worden toegevoegd.

Bij een massafractie van 0,08 organisch stof hadden tuinturfzandmengsels, verdicht bij 1,2 MPa gedurende 1 minuut en toplagen met zode op het intensief bespeelde deel van grassportvelden dezelfde volumieke massa van ca. 1100 kg/m³. Toplagen van teelaarde hebben een aanzienlijk hogere volumieke massa (ca. 1300 kg/m³; figuur 2). Door de lagere volumieke massa hebben toplagen, bestaande uit tuinturf-zandmengsels een grotere volumefractie poriën dan teelaarde.

Bij eenzelfde verdichting (1,2 MPa) werd de volumieke massa weliswaar lager, naarmate de volumefractie tuinturf in de mengsels met zeer klei- en leemarm zand groter werd, doch de relatieve dichtheid nam toe (respectievelijk figuur 2 en 3).

Naarmate de fractie tuinturf groter is zwellen de verdichte mengsels met zand meer bij verzadiging (figuur 5) en krimpen meer bij vochtonttrekking (figuur 7). Dit sterker zwellen en krimpen bij verzadiging van tuinturfrijke mengsels is voor het deel van de top laag onder de oppervlaktelaag niet bezwaarlijk. In oppervlaktelagen vermindert de stabiliteit echter te veel. Alleen op zeer goed doorlatende gronden kan daarom een tuinturfrijk zandmengsel als oppervlaktelaag worden aangebracht. Op minder goed doorlatende gronden is de kans te groot, dat de oppervlaktelaag verzadigd raakt. Doch op zeer goed doorlatende gronden is klei-, leemarme zandige teelaarde als oppervlaktelaag te prefereren. Door de grotere volumieke massa is de stabiliteit beter, zonder dat de infiltratiesnelheid te veel afneemt.

Het zwellen van zoden van grassportvelden bij bevochtiging en het krimpen bij vochtonttrekking was in tuinturf-zandmengsels niet sterker dan in teelaarde.

Voor verbetering van het wortelmilieu van puur duinzand is, voor tuinbouwkundige doeleinden, vooral voor bloembollenteelt, een massafractie organische stof van 0,015 gewenst. Dit doel wordt bereikt door menging van 1 cm tuinturf per 5 cm los, puur duinzand.

Voor de fysische eigenschappen van een bouwvoor, die uit een dergelijk mengsel bestaat, kunnen de fysische gegevens in dit

rapport worden benut. Dit is mogelijk omdat de volumieke massa van bouwvoren op praktijkpercelen ongeveer overeenkomen met die in het proefmengsel.

LITERATUUR

- Bakker, J.W. e.a., 1979. Grondverbetering voor straatbomen (een onderzoek naar de geschiktheid van zand-zwartveenmengsels.) ICW. Nota 1109.
- Beuving, J., 1979. Invloed van organische stof en lutum op de verdichtbaarheid en de mechanische sterkte van zand. ICW. Nota 1076.
- Boekel, P., 1961. De bepaling van het soortelijk gewicht van de grond. Rapport IX, Instituut voor Bodemvruchtbaarheid.
- Erpers Royaards, T. van, 1987. Een onderzoek naar enige bodemtechnische factoren bij de bezanding van bloembollengronden in Noord-Holland. ICW. Nota 1808, tabel op blz. 57 regels 4 en 7.
- Knaap, W.C.A. van der, 1980. Bespeelbaarheid van grassportvelden met een duinzandbovengrond. Rapport nr. 1404. STIBOKA. 117 blz.
- Knaap, W.C.A. van der, 1985. Tuinturf in de toplaag van grassportvelden op lichte zandgronden. Groen 41, blz. 28-34.
- Knaap, W.C.A. van der, 1988. Tuinturf duurzaam materiaal in top-lagen van grassportvelden. Landelijk Contact (in voorbereiding).
- Knaap, W.C.A. van der en L.W. Dekker, 1985. Draagkracht en bespeelbaarheid van zes grassportvelden met een toplaag van kleiarm of kleiig zand. Cultuurtechnisch Tijdschrift 25, 1: 27-40.
- Knaap, W.C.A. van der en P. Jókövi, 1986. Invloed van zwellen en krimpen op enkele bodemfysische grootheden van de zandige zodige zodelaag van grassportvelden. Rapport nr. 1942. STIBOKA.
- Knaap, W.C.A. van der en R.C. Sjardijn, 1986. De invloed van voorbewerking en bepalingsmethoden op de bepaling van organische-stofgehaltenes in (kalkrijke) zodemonsters en tuinturfmengsels. Rapport nr. 1947. STIBOKA, Wageningen, 26 blz.
- Njos, A., 1978. Physical Properties of Peats and their importance in cultivated peatlands. Proceedings International Peat Society Norway.
- Schothorst, C.J., 1969. De relatieve dichtheid van humeuze zandgronden. De Ingenieur 80, 2: 8 blz. Verspr. Overdruk. ICW 53.

Bijlage 1 Verandering van de volumefracties bij verzadiging van verdichte, veldvochtige monsters en krimp bij vochtonttrekking

Verhouding tuinturf : zand	Veld- vochtig	Drukhoogte in cm							Stoof- droog
		-1	-10	-30	-60	-100	-200	-500	
1 : 0	0,917	1	0,997	0,988	0,984	0,980	0,969	0,955	0,533
3 : 1	0,936	1	0,998	0,990	0,986	0,987	0,984	0,980	0,840
2 : 1	0,919	1	0,993	0,986	0,983	0,985	0,984	0,974	0,929
1 : 1	0,950	1	0,988	0,972	0,970	0,982	0,975	0,969	0,966
1 : 2	0,978	1	0,991	0,984	0,981	0,990	0,988	0,983	0,984
1 : 5	1,009	1	0,986	0,984	0,982	0,989	0,988	0,986	0,988
1 : 9 (droog)	1,012	1	0,990	0,990	0,990	0,992	0,994	0,991	0,989
1 : 9 (nat)	0,998	1	0,994	0,994	0,993	0,999	0,998	0,992	0,992
0 : 1	1,028	1	0,990	0,989	0,991	0,998	0,994	0,991	0,992

Bijlage 2 Vocht karakteristieken en volumieke massa van verdicht(e) (1,2 MPa) tuinturf, zand en tuinturf-zandmengsels zonder en met correcties voor zwellen bij verzadiging, doch zonder correcties voor krimp

Verhouding tuinturf : zand	Volumieke massa bij veldvoch- tigheid	Veldvoch- tigheid	Vochtfractie bij drukhoogte (cm)											
			-1	-10	-30	-60	-100	-200	-500	-1000	-2500	-16000		
A													Bepaling volgens gangbare methode zonder correctie voor zwellen bij verzadiging (volumefractie veldvochtige- grond = 1)	
1 : 0	0,299	0,674	0,836	0,824	0,816	0,798	0,780	0,658	0,601	0,554	0,483	0,409		
3 : 1	0,855	0,458	0,631	0,611	0,604	0,578	0,526	0,487	0,440					
2 : 1	0,923	0,334	0,662	0,638	0,609	0,479	0,435	0,397	0,370					
1 : 1	1,160	0,261	0,581	0,560	0,524	0,328	0,293	0,263	0,242					
1 : 2	1,280	0,225	0,516	0,496	0,450	0,228	0,195	0,176	0,169					
1 : 5	1,372	0,104	0,476	0,449	0,400	0,136	0,108	0,103	0,100					
1 : 9 (droog)	1,432	0,031	0,449	0,421	0,386	0,112	0,079	0,073	0,070					
1 : 9 (nat)	1,452	0,380	0,424	0,399	0,366	0,129	0,089	0,084	0,075					
0 : 1	1,456	0,164	0,447	0,399	0,313	0,090	0,053	0,045	0,041					
B													Monsterseries met drukhoogte vanaf -60 cm	
1 : 0	0,293	0,656				0,724	0,700	0,671	0,622					
3 : 1	0,864	0,450				0,484	0,472	0,454	0,427					
2 : 1	0,911	0,388				0,426	0,411	0,392	0,368					
1 : 1	1,155	0,251				0,264	0,249	0,233	0,214					
1 : 2	1,282	0,223				0,192	0,174	0,161	0,149					
1 : 5	1,367	0,112				0,103	0,097	0,096	0,092					
1 : 9 (nat)	1,454	0,368				0,114	0,081	0,068	0,060					
0 : 1	1,464	0,163				0,076	0,049	0,039	0,032					
C													Bepaling met correcties voor volumeverandering bij verzadiging (volumefractie bij verzadiging = 1)	
1 : 0	0,274	0,618	0,767	0,756	0,748	0,732	0,715	0,658	0,601	0,554	0,483	0,409		
3 : 1	0,801	0,429	0,592	0,571	0,566	0,541	0,492	0,456	0,418					
2 : 1	0,849	0,309	0,608	0,587	0,560	0,441	0,400	0,365	0,340					
1 : 1	1,101	0,248	0,552	0,532	0,497	0,309	0,278	0,249	0,230					
1 : 2	1,252	0,220	0,505	0,485	0,440	0,223	0,191	0,173	0,165					
1 : 5	1,384	0,105	0,480	0,453	0,403	0,137	0,109	0,104	0,101					
1 : 9 (droog)	1,450	0,031	0,454	0,426	0,390	0,113	0,080	0,074	0,070					
1 : 9 (nat)	1,448	0,377	0,425	0,399	0,365	0,129	0,089	0,084	0,075					
0 : 1	1,497	0,169	0,440	0,410	0,322	0,092	0,054	0,046	0,042	0,032	0,025	0,014		

Bijlage 3 Vochtcharacteristieken en volumieke massa van verdicht(e) (1,2 MPa) tuinturf, zand en tuinturf-zandmengsels met correcties voor zwellen en krimpen

Verhouding tuinturf : zand	Volumieke massa bij ver- stoof- zadiging droog	Veldvoch- tigheid	Vochtfractie bij drukhoogte (cm)											
			-1	-10	-30	-60	-100	-200	-500	-1000	-2500	-16000		
A														
Monsterseries met drukhoogten vanaf verzadiging														
1 : 0	0,274	0,514	0,674	0,767	0,758	0,756	0,744	0,730	0,679	0,630	0,587	0,493	0,474	
3 : 1	0,801	0,953	0,458	0,591	0,573	0,571	0,548	0,495	0,463	0,427				
2 : 1	0,849	0,912	0,334	0,608	0,591	0,568	0,447	0,406	0,371	0,349				
1 : 1	1,101	1,140	0,262	0,552	0,539	0,511	0,321	0,284	0,256	0,237				
1 : 2	1,252	1,272	0,225	0,505	0,490	0,447	0,227	0,192	0,174	0,168				
1 : 5	1,384	1,401	0,104	0,480	0,459	0,410	0,140	0,111	0,105	0,102				
1 : 9 (droog)	1,450	1,462	0,306	0,454	0,430	0,395	0,114	0,080	0,074	0,071				
1 : 9 (nat)	1,448	1,459	0,378	0,425	0,401	0,368	0,130	0,089	0,084	0,075				
0 : 1	1,497	1,495	0,164	0,440	0,415	0,325	0,091	0,054	0,047	0,042				
B														
Monsterseries met drukhoogte vanaf -60 cm														
1 : 0	0,302	0,536	0,650				0,704	0,696	0,670	0,642				
3 : 1	0,823	0,976	0,442				0,472	0,464	0,447	0,421				
2 : 1	0,940	0,964	0,388				0,425	0,411	0,394	0,370				
1 : 1	1,183	1,205	0,251				0,265	0,252	0,237	0,217				
1 : 2	1,282	1,317	0,203				0,193	0,177	0,163	0,151				
1 : 5	1,372	1,425	0,112				0,104	0,098	0,097	0,093				
1 : 9 (droog)	1,401	1,465	0,062				0,051	0,047	0,046	0,042				
1 : 9 (nat)	1,454	1,495	0,368				0,114	0,082	0,069	0,061				
0 : 1	1,464	1,470	0,163				0,075	0,049	0,039	0,032				

