



Kenniscentrum :: Grondbewerking, organische stof en de bouwvoorstructuur

# Effecten van grondbewerking en organische stof op de structuur van de bouwvoor (rapport)

## Praktijkonderzoek Plant & Omgeving BV

Datum: 2003

Projectnummer: -

## Inhoudsopgave

<a href="#">1. Inleiding</a>	<a href="#">5.2.3 Aggregaatgrootteverdeling</a>
<a href="#">2. Onderzoek naar het effect van organische stofvoorziening in combinatie met grondbewerkingssystemen op de fysische bodemvruchtbaarheid (Lelystad)</a>	<a href="#">5.2.4 Dichtheid en poriënvolume</a>
<a href="#">2.1. Inleiding</a>	<a href="#">5.2.5 pF-reeksen</a>
<a href="#">2.1.1 Doelstelling locatie Lelystad</a>	<a href="#">5.2.6 Intrinsieke luchtdoorlatendheid</a>
<a href="#">3. Proefopzet</a>	<a href="#">5.2.7 Bodemvocht en -temperatuur</a>
<a href="#">3.1 Organische stof voorziening en grondbewerking</a>	<a href="#">5.2.8 Structuur- en slempbeoordeling</a>
<a href="#">3.2 De organische stofbronnen</a>	<a href="#">6. Onderzoek naar het effect van GFT-compost op de fysische bodemvruchtbaarheid (Kommerzijl en Vierhuizen)</a>
<a href="#">3.3 Gewas</a>	<a href="#">6.1 Inleiding</a>
<a href="#">3.3.1 Prei</a>	<a href="#">6.1.1 Doel van het onderzoek</a>
<a href="#">3.3.2 Spruitkool</a>	<a href="#">6.1.2 Proefopzet</a>
<a href="#">3.3.3 Witlof</a>	<a href="#">6.2 De GFT-compost</a>
<a href="#">3.3.4 Zomergraan</a>	<a href="#">7. Profielopbouw</a>
<a href="#">4. Omschrijving van de profielopbouw</a>	<a href="#">8. Resultaten</a>
<a href="#">5. Resultaten</a>	<a href="#">8.1 Gewas</a>
<a href="#">5.1 Gewas</a>	<a href="#">8.2 Bodem</a>
<a href="#">5.1.1 Prei</a>	<a href="#">9. Discussie</a>
<a href="#">5.1.2 Spruitkool</a>	<a href="#">9.1 Gewasreacties</a>
<a href="#">5.1.3 Witlof</a>	<a href="#">9.2 Dichtheid van de grond</a>
<a href="#">5.1.4 Zomergerst en -tarwe</a>	<a href="#">9.3 Vochtvoorziening</a>
<a href="#">5.2 Bodem</a>	<a href="#">9.4 Organische stof</a>
<a href="#">5.2.1 Chemische bodemvruchtbaarheid</a>	<a href="#">9.5 Structuur</a>
<a href="#">5.2.2 CaCO<sub>3</sub>, C/N, hoeveelheid Nmineraal, organische stof, en pH</a>	<a href="#">10. Conclusies</a>

## 1. Inleiding

Sinds 1989 wordt in Nederland in toenemende mate GFT-compost geproduceerd van, aan de bron gescheiden en

apart ingezameld, Groente-, Fruit- en Tuinafval. Per 1 januari 1994 waren alle gemeenten verplicht hun GFT-afval gescheiden in te zamelen en af te voeren naar composteerinrichtingen. Verwacht wordt dat hierdoor de productie van GFT-compost op kan lopen tot 1.000.000 ton per jaar (anoniem, 1993). Deze compost wordt voornamelijk afgezet in de akkerbouw, vollegrondsgroenteteelt en in de recreatieve sector. Om de landbouwkundige gebruikswaarde van GFT-compost te toetsen is in 1992 in het kader van het Nationaal Onderzoekprogramma Hergebruik (NOH) van afvalstoffen, dat beheerd wordt door Nederlandse Maatschappij Voor Energie en Milieu en het Rijks Instituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne (NOVEM/RIVM), een meerjarig onderzoek gestart. Dit onderzoek werd mede gefinancierd door de Vereniging Van Afval Verwerkers (VVAV). Het onderzoek is uitgevoerd op zeven verschillende locaties. Op het PAGV in Lelystad is in 1986 een proefveld aangelegd om onderzoek te doen naar het effect van verschillende typen grondbewerking bij drie niveaus van organische stofvoorziening op de fysische bodemvruchtbaarheid. Hierbij werd vanaf 1992 gebruik gemaakt van GFT-compost als organische stofbron. Op verzoek van de opdrachtgever is op een praktijkbedrijf te Kommerzijl en een praktijkbedrijf te Vierhuizen is het effect van de GFT-compost op de bodemstructuur onderzocht.

Op de vier overige locaties werd gedrag van de stikstof (N) uit GFT-compost en het effect op de kwalitatieve- en kwantitatieve gewasgroei onderzocht. Daarnaast werd het effect van de GFT-compost op het gehalte zware metalen in bodem en gewas onderzocht.



---

## **2. Onderzoek naar het effect van organische stofvoorziening in combinatie met grondbewerkingsystemen op de fysische bodemvruchtbaarheid (Lelystad)**

### **2.1. Inleiding**

In de vollegrondsgroenteteelt was in de tweede helft van de jaren tachtig sprake van een steeds zwaarder wordende mechanisatie. Het gebruik van steeds sterkere en zwaardere trekkers met bijbehorende werktuigen kan op de langere termijn een gevaar opleveren voor de bodemstructuur. Om het proces van grondbewerking te kunnen begeleiden bleek er behoefte aan kennis te zijn omtrent het gedrag van grond waarop vollegrondsgroentegewassen geteeld worden en waaraan frequent organische stof wordt toegevoegd.

#### **2.1.1. Doelstelling van locatie Lelystad**

Het nagaan van de invloed van grondbewerkingsystemen in combinatie met een organische stofvoorziening op de fysische bodemvruchtbaarheid bij de teelt van groentegewassen (primair de bodem, secundair het gewas). Om het effect op het bovengenoemde te onderzoeken werd tot 1992 als organische stofbron champignonmest en tuinturf gebruikt. Sinds 1992 werd als organische stofbron GFT-compost gebruikt.



---

## **3. Proefopzet**

### **3.1. Organische stof voorziening en grondbewerking**

In 1988 is op het PAGV te Lelystad het proefveld aangelegd op lichte kalkrijke zavel ( $\pm 14\%$  lutum) om de intensiteit van grondbewerking bij de teelt van groentegewassen in relatie tot organische stofvoorziening en bodemstructuur te onderzoeken. De proef is aangelegd in vier blokken: I, II, III en IV. Op één blok is als referentie jaarlijks zomergerst geteeld. Op de andere drie blokken werden witlof, spruitkool en prei in rotatie geteeld. Binnen ieder blok werden 12 behandelingen door loting toegewezen aan 12 veldjes. De 12 behandelingen bestonden uit de combinaties van 3 organische stofniveaus, 2 manieren van hoofdgrondbewerking (spitten en ploegen) en voor zomergerst en spruiten uit 2 wijzen van zaaibedbereiding (koeppen en triltandcultivator). Voor de teelt van prei en witlof werden na de hoofdgrondbewerking op het gehele betreffende blok de ruggen gefreesd waardoor de intensiteit van de grondbewerking toenam. In de rotatie met prei, witlof en spruiten werd de grond dus intensief bewerkt. De drie organische stofobjecten waren: Geen aanvoer van champignonmest of GFT-compost (M0), toediening in 1988, 1989 en 1991 van 30 ton per ha champignonmest en 12 ton droge stof GFT-compost in 1992 en 1994 (M1) en aanvoer van 300 ton tuinturf vanaf 1986 tot 1989 (M2). Tegelijk met de M1 is op de M2-veldjes 50 ton per ha champignonmest toegediend. Vanaf 1992 werd op de M1- en M2 veldjes GFT-compost toegediend (bijlage B). Indien er op een blok witlof geteeld werd dan vond toediening van de champignonmest en later de GFT-compost na de teelt plaats. De afvoer van gewasresten was hetzelfde bij de drie organische stofniveaus. Gewasresten werden bij het zomergraan afgevoerd maar niet bij de andere drie gewassen.

De bemesting met fosfaat en kali was volgens de adviesrichtlijn. Daarbij werd voor het gehele proefveld uitgegaan van een gemiddelde Pw en gemiddeld K-HCl. In februari 1987 en december 1991 zijn de Pw en K-HCl en MgO-gehalte bepaald; in 1987 voor het gehele proefveld en in 1991 per object (zie 5.2.1).

**Tabel 1: De behandelingen op het bodemstructuurproefveld te Lelystad**

Hoofdgrondbewerking	zaaibedbereiding	Organische stofvoorziening
Ploegen (A)	Koeppen (1)	Gewasresten (M0)
Spitten (B)	Triltandcultivator (2)	Gewasresten + champignonmest/GFT-compost (M1)
	Rugfreen(witlof en prei)	

### 3.2. De organische stofbronnen

De bij dit onderzoek gebruikte tuinturf bevatte gemiddeld 93% organische stof, 26,6% droge stof met daarin 11,2 kg N, 1,0 kg K<sub>2</sub>O en 0,7 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per ton drogestof. De CN verhouding was gemiddeld 40.

De gebruikte champignonmest bevatte gemiddeld 57% organische stof, 40% droge stof met daarin 20,3 kg N, 29,8 kg K<sub>2</sub>O en 16,5 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per ton drogestof.

De GFT-compost die bij dit onderzoek gebruikt werd, was geproduceerd onder aërobe omstandigheden. De in 1992 gebruikte GFT-compost bevatte gemiddeld 32,5% organische stof, 61 % droge-stof met daarin 14 kg N, 13,3 kg K<sub>2</sub>O en 5,2 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per ton drogestof.

### 3.3. Gewas

#### 3.3.1. Prei

De prei die werd geteeld was steeds van het ras Arkansas. De teelt was op ruggen en de rijafstand was 75 cm. De prei is geplant op een afstand van 8 cm in de rij. Dit komt overeen met 167.000 planten per hectare. Dit gewas werd tot 1991 bemest volgens de adviesrichtlijn en vanaf 1991 volgens het Stikstof Bijmest Systeem (NBS). De bemesting werd steeds vastgesteld aan de hand van N<sub>min</sub> (laag 0-30 cm). De onkruid- en ziektebestrijding vond plaats overeenkomstig de praktijk. De opbrengst en sortering werd bepaald van 60 m<sup>-1</sup> rug. In 1991 werd het aantal geoogste planten geteld en gewogen, van de grond ontdaan en opnieuw gewogen (brutogewicht). Na het schonen werd het nettogewicht bepaald en werd het aantal en gewicht bepaald van de planten met een doorsnede tussen de 2 en 4 cm. In 1992 werd van 60 m rug het aantal planten en gewicht bepaald van de planten van 2 tot 4 cm, groter dan

4 cm en die niet veilbaar waren. In 1993 was er sprake van vorstschade waardoor de prei onveilbaar was. Hierom is het gewas afgevoerd. In 1994 en 1995 werd van 60 m rug het aantal en gewicht bepaald van de planten met een doorsnede groter en kleiner dan 2 cm en de planten die niet veilbaar waren.

### 3.3.2. Spruitkool

Bij de teelt van de spruitkool was de rijafstand 75 cm. In de rij werden er elke 35 cm 3 zaadjes gezaaid, dit om er zeker van te zijn dat er elke 35 cm een spruitkoolplant stond. Het teveel aan spruitkoolplantjes werd weggehaakt. Om het opkomstverloop vast te stellen werden jaarlijks vanaf het begin van de opkomst regelmatig opkomsttellingen verricht. In het netto veldje werden alle rijen van één zaaimachinebreedte (3 m) over een lengte van 4 m geteld. De stikstof werd in vier gedeelten gegeven. De basisgift werd afgestemd op de N<sub>min</sub>-bepaling (laag 0-60 cm) in maart en is gegeven ruim voor het zaaien. Vervolgens is er ongeveer 4 weken na de opkomst 50 kg N/ha toegediend, gevolgd door 40 kg N/ha 6 tot 8 weken na het zaaien. De laatste gift van 40 kg N/ha werd na half september gegeven. De opbrengst en sortering (<16 mm, 16-23 mm, 23-31 mm, 31-41 mm en >41 mm) werden bepaald en volgens veilingnormen werd de kwaliteit bepaald.

### 3.3.3. Witlof

De witlof (Flash) was zoals de prei een teelt op ruggen met een rijafstand van 75 cm. De ruggen werden gemaakt met een hakenfrees met rugvormers direct vanuit winterligging van de grond. Op deze ruggen werden omstreeks half mei twee rijen witlof gezaaid. Dit zaaien gebeurde met een pneumatische rijenzaaimachine. Er werd naar gestreefd om 180.000 à 190.000 witlofpennen per hectare te krijgen. Om dit te realiseren moesten ongeveer 360.000 zaadjes worden gezaaid. De stikstofbemesting van dit gewas werd bepaald aan de hand van de N<sub>min</sub>-bepaling vlak voor de zaai per object van de lagen 0-30 en 30-60 cm. Om het opkomstverloop vast te stellen zijn in 1990, 1992 t/m 1995 tellingen verricht in 4 rijen (één zaaimachinebreedte) over een lengte van 3 meter. Dit is uitgevoerd op één plaats in het netto veldje. De oogst van dit gewas was steeds omstreeks eind oktober. De gehele netto veldjes (15x6 m) werden machinaal geoogst. Van een gedeelte geoogst product werd de sortering (<3 cm, 3-6 cm en >6 cm; aantal en gewicht) bepaald. De aantallen en de gewichten zijn uitgedrukt als percentage van het totaal aantal of gewicht wat gesorteerd werd. Verder werd het aantal en gewicht van de vertakte pennen bepaald. In 1991, 1992 en in 1995 zijn de wortels met een doorsnede van 3-6 cm opgezet. Aangezien per object niet hetzelfde aantal en gewicht pennen werd opgezet zijn de kroppen van kwaliteitsklasse I uitgedrukt als percentage van het totaalgewicht van het betreffende object.

### 3.3.4. Zomergraan

Tot 1995 werd zomergerst (Prisma) geteeld en in 1995 werd zomertarwe geteeld (Minaret). Het gewas werd ongeveer half maart gezaaid zodra de grondtoestand dit toeliet. Het aantal kilogrammen te zaaien zaaizaad was 110 per ha bij de zomergerst en 130 kg per ha bij de zomertarwe. Voor de zaaibedbereiding werd een hoeveelheid stikstof gegeven van 120 kg N per ha min de hoeveelheid N-mineraal in februari-maart. Bij de tarwe zijn twee aanvullende giften toegediend. De eerste was 50 en de tweede was 30 kg N per ha.

Om het opkomstverloop vast te stellen zijn in 1989, 1990, 1992 en in 1995 tellingen verricht. Dit werd gedaan per veldje op 5 onwillekeurig gekozen plaatsen van 1/16 m<sup>2</sup>. De onkruid- en ziektenbestrijding was overeenkomstig de praktijk.

Van de netto veldjes (90 m<sup>2</sup>) werd in 1995 de korrelopbrengst en het vochtpercentage van de korrels bepaald.



## 4. Omschrijving van de profielopbouw

De bodem bestaat uit kalkrijke zeekleigrond die van boven naar beneden is samengesteld uit IJsselmeer-, Zuiderzee- en Almere-afzettingen. De bouwvoor bestaat uit lichte zavel met 12 tot 16% lutum en is circa 25 cm dik. Het humusgehalte was bij aanvang van de proef gemiddeld 2,4%. De granulaire samenstelling van de laag 0-30 cm staat weergegeven in bijlage 3. Onder de bouwvoor komt een laag voor van 10 à 20 cm dikte die meestal wat zandiger is en vrij veel schelpen bevat. Vervolgens komt een laag voor die zeer wisselend van samenstelling en sterk gelaagd is. Het materiaal bestaat meestal uit lichte en zware zavel. De gronden zijn bij het in cultuur brengen tot ca. 70 cm losgemaakt met als doel de bewortelingsmogelijkheden te verbeteren. De gronden zijn voorzien van een drainagesysteem waardoor de gemiddeld hoogste grondwaterstand niet hoger reikt dan 90 cm - maaiveld. Mede door de goede bewortelingsmogelijkheden en de opdrachtigheid van de gronden zal vochttekort door de gewassen niet of nauwelijks optreden.

## 5. Resultaten

### 5.1. Gewas

#### 5.1.1. Prei

Het brutogewicht prei was in 1991 op de M1 hoger dan op de M0 en M2. Het gewicht van de planten met een doorsnede tussen de 2 en 4 cm was op de M1 het hoogst (tabel 2). Spitten had ten opzichte van ploegen eveneens een positief effect op het brutogewicht prei (tabel 2).

**Tabel 2: Preiopbrengst (kg) van 60 m rug in Lelystad, 1991**

Opbrengst	M0	M1	M2	LSD
bruto	161,0	178,2	140,5	12,4
doorsnee 2-4 cm	79,8	105,0	86,0	18,3
	<b>ploegen</b>	<b>spitten</b>		<b>LSD</b>
bruto	154,8	165,0		10,1

In 1992 en 1994 werden geen opbrengstverschillen waargenomen. In 1995 had ploegen t.o.v. spitten een positief effect op het nettogewicht van de prei en het gewicht van de planten met een doorsnede van 2-4 cm (tabel 3).

**Tabel 3: Preiopbrengst (kg) van 60 m<sup>2</sup> rug in Lelystad, 1995**

opbrengst	ploegen	spitten	LSD
netto	233,0	215,2	16,1
doorsnee 2-4 cm	209,2	191,6	14,8

#### 5.1.2. Spruitkool

In 1989 waren er geen verschillen in opkomstsnelheid. In 1990 kwam de spuitkool op de veldjes waarbij de zaaibedbereiding was uitgevoerd met de rotorkoepel sneller op dan de veldjes die bewerkt waren met de triltandcultivator. In 1992 bleek op 24 april het omgekeerde het geval. Er was sprake van interactie tussen de hoofdgrondbewerking en de zaaibedbereiding. De spuitkool kwam sneller op bij de combinatie ploegen en triltandcultivator dan bij de combinatie spitten en triltandcultivator. In 1993, 1994 en 1995 had de M2 een positief effect op de opkomst. Daarnaast kwam in 1995 na spitten de spuitkool sneller op dan na ploegen. Hetzelfde gold voor eggen ten opzichte van de zaaibedbereiding met de triltandcultivator. Interactie was er tussen het organische stofniveau (M2) en de zaaibedbereiding.

De gemiddelde totaalopbrengst van 75 spuitkoolplanten per veldje staan vermeld in tabel 4. In 1990 was de opbrengst in de sortering 23-31 mm van de M2 hoger dan bij M0 en M1. In 1991 was dit het geval bij de sortering tot 16 mm. De genoemde opbrengsten van de M0, M1 en M2 waren respectievelijk: in 1990 13,2 , 13,3 en 15,6 kg en in 1991 2,3 , 2,3 en 2,5 kg. In 1993 werd de hoogste totaalopbrengst gemeten op de M2-objecten. Deze was 59,5, 61,0 en 68,7 bij respectievelijk M0, M1 en M2. Van de spruiten in sortering 23-31 mm was op de geploegde objecten de opbrengst gemiddeld 2,1 kg hoger dan op de gespitte objecten. Er was interactie tussen de hoofdgrondbewerking en de organische stofvoorziening. Op de M0 gaf spitten de hoogste opbrengst en op de M1 en de M2 gaf ploegen de hoogste opbrengst (tabel 5). De verschillende behandelingen hadden in 1994 en 1995 geen effect op de sortering en de kwaliteit van de geoogste spruiten.

**Tabel 4: Totaalopbrengst (kg) van 75 spuitkoolplanten, Lelystad, 1989/1995**

jaartal	netto opbrengst totaal(kg)	sortering (% van totaalopbrengst)				netto kg/plant
		16-23 mm	23-31 mm	31-41 mm	afval*	
1989	62,9	6,1	49,1	35,4	9,4	0,839
1990	26,3	6,9	53,4	27,5	12,2	0,351
1991	45,2	9,0	44,5	30,0	16,5	0,603
1992	56,5	6,7	46,2	34,3	12,8	0,753
1993	61,9	5,1	37,0	40,1	17,8	0,825
1994	38,8	7,8	64,9	19,4	7,9	0,517
1995	31,9	21,0	67,8	0,6	10,6	0,425

**Tabel 5: De spuitopbrengst (kg) van 75 planten in sortering 23-31 mm in Lelystad, 1993**

organische stofniveau	opbrengst 23-31 mm (kg)		
	ploegen	spitten	LSD
M0	20,6	22,1	1,7
M1	24,7	20,9	1,7
M2	26,3	21,3	1,7
LSD	1,4	1,4	

### 5.1.3. Witlof

In 1990 bleek op 21 mei op de gespitte objecten meer witlofplanten opgekomen te zijn dan op de geploegde objecten. Na deze datum werden geen verschillen in opkomst meer waargenomen. In 1992, 1993 en 1994 werden geen opkomstverschillen tussen de objecten waargenomen. In 1995 kwam de witlof op de M2-objecten sneller op dan op de M0 en M1. In tabel 6 staat de opbrengst en sortering weergegeven. In 1991 zijn vrij veel onvertakte pennen dunner dan 3 cm geoogst en daartegenover weinig vertakte witlofpennen. In 1995 was het omgekeerde het geval. In 1992 is

het aandeel witlofpennen dikker dan 6 cm aanzienlijk groter dan in de andere jaren waardoor het aandeel opzetbare pennen (3-6 cm) lager uitvalt.

**Tabel 6: Totaal aantal en totaal gewicht van de geogste witlofpennen van 90 m2. De sortering is uitgedrukt als percentage (%) van het totaal, Lelystad, 1991/1992 en 1994/1995**

jaartal	totaal aantal	percentage witlofpennen van het totaal aantal					
		onvertakt			vertakt		
		< 3 cm	3-6 cm	> 6 cm	< 3 cm	3-6 cm	> 6 cm
1991	1814	23,5	65,1	0,5	2,7	7,9	0,4
1992	1324	14,8	56,9	6,3	4,1	9,1	8,8
1994	1869	15,8	69,6	0,1	2,5	12,0	0,8
1995	1539	7,8	64,3	3,3	2,7	17,6	4,3

  

	totaal gewicht	percentage witlofpennen van het totaal gewicht					
		onvertakt			vertakt		
		< 3 cm	3-6 cm	> 6 cm	< 3 cm	3-6 cm	> 6 cm
1991	367,7	8,0	79,4	1,1	0,9	9,7	0,9
1992	374,5	3,0	55,7	12,9	0,9	9,5	18,0
1994	325,0	7,2	77,6	0,1	0,1	14,1	0,9
1995	378,6	2,4	65,9	5,9	0,7	18,3	6,8

In 1991 werden op de geploegde objecten een groter aandeel opzetbare witlofpennen (3-6 cm) geogst dan op de gespitte objecten. In 1991, 1992 en 1995 was het aandeel vertakte witlofpennen (aantal en gewicht) op de geploegde objecten kleiner dan op de gespitte objecten (tabel 7).

**Tabel 7: Percentage vertakte witlofpennen van de totaalopbrengst op geploegde en gespitte objecten te Lelystad, 1991 en 1994/1995**

Jaartal	Dikte en vertakking	aantal		gewicht	
		ploegen	spitten	ploegen	spitten
1991	% 3-6 cm	70,0	60,2	84,9	73,9
	% 3-6 cm vertakt	3,7	17,0	4,5	15,0
1994	% 3-6 cm vertakt	7,0	17,0	8,4	19,8
1995	% < 3 cm vertakt	2,0	3,5	0,5	0,8

In tabel 8 staan de gemiddelde percentages weergegeven van de witlofkroppen in klasse I. In 1991 was het percentage kroppen in kwaliteitsklasse I laag. Op de M1 was dit percentage zelfs nog lager. In 1992 is dit percentage het hoogst op de M0-objecten. De lagere percentages op de andere objecten waren een gevolg van niet gesloten kroppen vermoedelijk als gevolg van een hogere hoeveelheid N-mineraal voor de teelt en een hogere N-nalevering tijdens de teelt. Hoewel de verschillen niet significant zijn bleken deze wel goed zichtbaar tijdens de verwerking van de witlof. In 1995 was dit niet het geval. De verschillen waren in 1995 aanzienlijk kleiner.

**Tabel 8: Het percentage witlof kwaliteitsklasse I van het totaalgewicht geogste kroppen te Lelystad, 1991/1992**

Jaartal	object			LSD
	M0	M1	M2	
1991	45,8	28,1	43,0	6,2
1992	79,9	69,3	58,5	42,0
1995	78,8	69,5	76,5	34,5

#### 5.1.4. Zomergerst en -tarwe

In 1989 was op 17 april meer zomergerst opgekomen op de veldjes bewerkt met de rotorkoepel dan op de gecultiveerde veldjes. Interactie was er tussen de hoofdgrondbewerking en zaaibedbereiding, hoofdgrondbewerking en organisch stofniveau ( $p = 0,058$ ) en zaaibedbereiding en organisch stofniveau. Bij spitten in combinatie met de rotorkoepel was het opkomstpercentage op 17 april het hoogst.

In 1990, 1992 en 1995 werden bij tellingen geen opkomstverschillen tussen de objecten waargenomen. In 1990 was de gemiddelde korrelopbrengst 5,8 ton per ha, in 1991 4,5 en in 1995 5,4 ton per ha bij 16% vocht. De behandelingen hadden geen effect op de opbrengst.

## 5.2. Bodem

### 5.2.1. Chemische bodemvruchtbaarheid

In februari 1987 was de Pw-getal, het K- en MgO-gehalte van de bouwvoor respectievelijk 22,4 , 9,8 en 70,2. In december 1991 waren de gehalten op de M1 en M2 gestegen ten opzichte van de M0 (tabel 9).

Tabel 9: Het Pw-getal, het K- en MgO-gehalte in december 1991 te Lelystad

	M0	M1	M2	LSD
Pw-getal	44,6	51,8	52,9	6,5
K-HCl	13,4	17,2	21,0	1,2
MgO	67,2	75,6	159,2	9,2

### 5.2.2. CaCO<sub>3</sub>, C/N, hoeveelheid Nmineraal, organische stof, en pH.

De verhoging van het organische stofgehalte met de in 1988 en 1989 toegediende tuinturf had een significant effect op de C/N-verhouding, het gehalte CaCO<sub>3</sub> en de pH. Het gehalte CaCO<sub>3</sub> was in 1989 5,2 op de M0 en 4,6 gr per 100 gr stoofdroog op de M2. De pH was toen 7,5 op de M0 en 7,2 op M2. In 1995 was CaCO<sub>3</sub>-gehalte 5,1 op de M0 en 4,8 gr per 100 gr stoofdroog op de M2. De pH was toen 7,3 op de M0 en 7,1 op de M2. De C/N verhouding was in 1989 11,2 op de M1 en 23,4 op de M2. In 1995 was die verhouding 13,0 en 18,8 op respectievelijk de M0 en de M2 (figuur 4). De C/N op de M1 steeg in de periode 1992 tot 1996 van 12,4 tot 13,5. Het verschil met de M0-objecten zoals in figuur 4 weergegeven was niet significant. De C/N op de M2 was dusdanig hoog (hoger dan 20) dat op dit object tot 1991 meer N gegeven moest worden dan op de M0 en M1. Na 1991 was de N-nalevering op de M2 groter dan uit de bodem van M0 en M1 (bijlage E). De verhouding C-elementair/organische stof was 0,46 ( $r^2 = 0,97$ ). In figuur 4 staat het organische stofverloop weergegeven. Het organische stofgehalte op de M2 had een dalende lijn. In 1989 was op de M2 het organische stofgehalte gemiddeld 7,8 en in 1995 was deze gemiddeld 6,3. In zes jaar is er dan 20,8% van de organische stof afgebroken. De organische stofgehalten van zowel M0 als de M1 gaven een stijgende lijn te zien. Deze gehalten stegen van 1989 tot 1996 met ongeveer 0,3%. Het verschil in gehalte organische stof tussen de M0 en M1 was in de periode 1992 tot 1996 steeds 0,2%. Het verschil was niet significant. De lijnen in figuur 4 lopen parallel. In 1993 en 1995 werden ten opzichte van de andere jaren veel hogere gehalten gemeten. Wanneer deze twee jaren buiten beschouwing gelaten worden dan heeft de lijn waarschijnlijk een vlak verloop.



Van de laag 30-60 cm, bemonstering in 1994, staan bovengenoemde gehalten vermeld in tabel 10. Het organische stofgehalte van de M2 is met gemiddeld 1 procent hoger dan de andere objecten. Ook de C/N-verhouding en de pH van de M2 weken af van de M0 en de M1 (tabel 10).

**Tabel 10: Het gehalte CaCO<sub>3</sub> en organische stof, de C/N en pH in de laag 30-60 cm, blok I t/m IV, Lelystad, 1994**

	M0	M1	M2	LSD
CaCO <sub>3</sub>	4,5	4,5	4,8	0,73
organische stof	1,4	1,5	2,5	0,53
C/N	11,9	12,4	18,6	1,47
pH	7,6	7,7	7,4	0,12

### 5.2.3. Aggregaatgrootteverdeling

In 1995 was het zaaibed voor de spruitkool en de witlof aanzienlijk grover dan in de proefjaren ervoor (tabel 11). De hoofdgrondbewerkingen ploegen of spitten hadden geen effect op aggregaten, maar de zaaibedbereiding voor de teelt van de spruitkool had in 1989 en 1994 effect op het percentage aggregaten kleiner dan 2 mm. In 1989 was dit percentage 46,7 bij de rotorkoep en 30,3 bij de triltandcultivator. In 1994 was dit 33,3 en 25,5 bij resp. de rotorkoep en de triltandcultivator. Hoewel bij de zaaibedbereiding het verkregen zaaibed met de triltandcultivator steeds grover leek dan de andere bewerking kwam dit bij de fractiegroottes groter dan 2 mm tot 1995 niet tot uiting. In 1995 was het percentage aggregaten groter dan 40 mm 40,3 bij de rotorkoep en 53,6 bij de triltandcultivator. In 1989 was het percentage aggregaten kleiner dan 2 mm lager op de M2 dan op de M0. Dit percentage was 41,7% bij de M0 en 30,6% bij de M2. In 1992 was dit bij de aggregaatgrootte 2-5 mm het geval. Het percentage was toen 18,5, 18,6 en 15,4% bij resp. de M0, M1 en de M2.

**Tabel 11: Aggregaatgrootteverdeling te Lelystad uitgedrukt als gewichtsperscentage van het gedroogde monster**

jaartal	gewas	Grootteklassen in mm doorsnede					
		> 40	20-40	10-20	5-10	2-5	< 2
1989	spruitkool	9,4	15,5	15,0	13,8	10,2	36,1
1992	witlof	2,2	10,9	15,7	16,3	17,5	37,4
1994	spruitkool	6,6	16,2	18,3	14,4	15,1	29,4
1994	zomergerst	13,7	15,8	17,9	14,4	13,7	24,5
jaar	gewas	> 40	20-40	10-20	< 10		
1995	spruitkool	47,2	21,6	12,5	18,8		
1995	witlof	56,2	18,9	11,0	13,9		

### 5.2.4. Dichtheid en poriënvolume

De dichtheid van de grond was op de M2 steeds lager dan op de M0 en M1. Op alle objecten is gedurende het onderzoek de dichtheid toegenomen, op de M2 was de stijging het grootst van 1049 kg per m<sup>3</sup> in 1992 tot 1252 kg per m<sup>3</sup> in 1996 (figuur 5). Op de M1-objecten was de bodemdichtheid steeds 15 tot 20 kg per m<sup>3</sup> lager dan op de M0, echter de verschillen waren niet significant. De grondbewerkingen hadden geen effect op de bodemdichtheid. In de periode van 1992 tot 1996 was het berekend poriënvolume (PV) van de grond hoger op de M2 dan op de M0 en M1. Het PV was op alle objecten gedaald, maar zoals bij de dichtheid was het verloop op de M2-objecten het sterkst .

In 1992 was het PV op de M2 59,8% en in 1996 52,5%. Zoals bij de dichtheid het geval was, waren de verschillen tussen M0 en M1 niet significant. Het verschil was steeds 0,4 tot 0,6%.

### 5.2.5. pF-reeksen

De grondbewerkingen hebben geen effect gehad op de in winter 1996 gemeten volumepercentages vocht bij verschillende pF-waarden. Het volumepercentage vocht bij de verschillende pF-waarden was aanzienlijk hoger op de M2-objecten dan op de M0 en M1. Het volumepercentage vocht op de M1 was steeds niet significant 0,2 tot 0,3% hoger dan de M0. Het percentage totaal beschikbaar vocht is het verschil in volumepercentage vocht tussen pF 2,0 en pF 4,2. Op de M0 was dit 18, op de M1 18,3 en de M2 27% vocht. Vertaald naar hoeveelheid beschikbaar vocht is dit achtereenvolgens 540, 549 en 810 m<sup>3</sup> per ha in een bouwvoor van 30 cm dik. Het percentage makkelijk beschikbaar vocht- tussen pF 2,0 en pF 2,7 - was 6,2, 6,4 en 8,1% voor de objecten M0, M1 en M2. In kubieke meters per ha uitgedrukt is dat respectievelijk 186, 192 en 243 bij een 30 cm dikke bouwvoor. Daarnaast waren er blokverschillen waarbij de volumefracties water 5 tot 7% en de volumefractie lucht 2 tot 3% hoger waren op blok 1 dan op blok 3 en 4. Bij alle pF-waarden was het met lucht gevulde poriën aandeel hoger in de M2 dan op de M0 en de M1. Hoewel de verschillen niet significant waren, was op de M1 het luchtaandeel in de grond steeds 0,2 tot 0,3% hoger dan op de M0 (tabel 12).

**Tabel 12: Volumepercentage lucht bij verschillende pF-waarden van de grond, Lelystad 1996**

pF	M0	M1	M2	LSD
0	5,4	5,8	6,3	0,7
0,4	5,2	5,7	6,1	0,8
1,0	5,9	6,3	7,1	0,8
1,5	8,4	8,7	9,6	1,0
1,8	10,1	10,5	11,3	1,1
2,0	11,4	12,0	12,7	1,1
2,3	13,3	14,2	15,6	1,7
2,7	17,8	18,4	20,4	1,6

### 5.2.6. Intrinsieke luchtdoorlatendheid

Op blok 1, 2 en 3 hadden de verschillende behandelingen geen effect op de intrinsieke luchtdoorlatendheid (Ki). Op blok 4 werd in de grondmonsters van de M2 een hogere Ki gemeten dan op de M0 en M1 (tabel 13). Gemiddeld over de vier blokken had het verhoogde organische stofgehalte een positief effect op de Ki. Hoewel de luchtdoorlatendheid in de monsters van blok IV het grootst is, is het verschil ten opzichte van de blokken I+II+III niet significant. Bij de verwerking van de grondmonsters werden in voornamelijk grondmonsters van de M2 wormen aangetroffen. De Ki van deze monsters was gemiddeld 109,4 x 10<sup>-12</sup> m<sup>2</sup>. Dat was ruim drie maal hoger dan de gemiddelde Ki op de M2.

**Tabel 13: Intrinsieke luchtdoorlatendheid (Ki = m<sup>2</sup> x 10<sup>-12</sup>) van grondmonsters bepaald bij pF 2,3 , Lelystad 1996**

Blok	M0	M1	M2	LSD
I	10,1	4,9	4,4	17,0
II	8,6	5,8	11,8	19,3
III	11,0	26,7	45,1	44,6
IV	31,5	18,8	63,4	21,6

gemiddeld	15,3	14,1	31,2	10,8
-----------	------	------	------	------

### 5.2.7. Bodemvocht en -temperatuur

De M2-objecten bevatte op de momenten dat in de periode 1989 tot en met 1994 de monsters genomen zijn meer vocht dan de andere objecten. De grondbewerkingen ploegen en spitten hadden geen effect op het watergetal direct na zaaibedbereiding. In 1993 en 1994 was op blok I en in 1994 op blok III sprake van een diepte-effect; hoe dieper het monster genomen werd, hoe vochtiger de grond. Na de oogst van de zomertarwe in 1995 was op de M2-objecten het vocht gehalte in de laag 20-30 cm hoger dan op de M0- en M1-objecten. De watergetallen waren respectievelijk 0,27, 0,18 en 0,18.

Het volumepercentage vocht van de grond van M2 bleek op alle bemonsteringstijdstippen hoger dan op de M0 en M1. Tussen de M0 en M1 was geen verschil (tabel 14).

**Tabel 14: Volumepercentage vocht van de grond bij monsternamen te Lelystad, 1992/1994**

Datum	Volumepercentage vocht				blok	tijdstip
	M0	M1	M2	LSD		
20 mei 1992	29,8	30,4	38,4	4,6	II	na zaai
6 apr 1992	31,9	33,7	39,6	4,3	I t/m IV	na hoofdgrondbewerking
23 feb 1993	35,7	35,6	43,6	2,1	I en II	na zaaibedbereiding
24 feb 1993	35,5	35,3	44,5	2,9	I	na zaaibedbereiding
25 mei 1993	34,6	33,1	41,1	6,1	I	na hoofdgrondbewerking
25 mei 1993	32,3	-	39,2	8,7	III	na hoofdgrondbewerking
4 aug 1993	31,8	31,5	39,0	1,8	I en III	tijdens de teelt
1 nov 1993	36,0	36,6	46,0	4,2	II	na de oogst
18 jan 1994	34,7	35,3	44,9	2,9	I	na de oogst
22 mrt 1994	33,4	34,3	42,4	3,3	IV	na hoofdgrondbewerking
24 mrt 1994	33,7	33,8	41,8	5,5	III	na hoofdgrondbewerking
11-mrt 1996	30,6	31,3	37,6	1,5	I, III en IV	voor hoofdgrondbewerking

Op blok III zijn er tot 26 juni 1994 geen bodemtemperatuurverschillen gemeten. Vanaf deze datum tot 26 juli 1994 lijkt zich een temperatuursverschil voor te doen, waarbij de bodemtemperatuur op de M1 steeds iets hoger is dan de M2. De vochtspanning op 25 cm -MV is in diezelfde periode lager dan die van de M2. In blok IV leken er in de gemeten periode in 1994 geen verschillen tussen de objecten te zijn.

Vanaf 7 juni tot 12 augustus 1995 werden in blok III geen duidelijke verschillen in vochtspanning gemeten. In hetzelfde blok werd in de periode van 12 tot 15 augustus 1995 op de M0, 25 cm -MV, een lagere vochtspanning gemeten dan op de M2. In blok IV echter werden in 1995 tot 12 augustus wel verschillen in vochtspanning waargenomen en na 12 augustus (twee dagen na de oogst van de zomertarwe) daalde de vochtspanning en werden de verschillen tussen de objecten kleiner. De neerslaghoeveelheden waren in die periode gering, maar doordat er geen gewas meer op het veld stond vond herbevochtiging plaats door opstijgend vocht uit de ondergrond. In de periode van 6 tot 24 september 1995 was de vochtspanning op 25 cm -MV lager (dus de grond vochtiger) dan op 50 cm -MV. Dit als gevolg van neerslag die te gering was om de grond diep te bevochtigen. Er werd in die periode op 25 cm -MV geen verschil tussen de M0 en de M2 waargenomen. Op 50 cm -MV bleek in dezelfde periode de vochtspanning op de M2 hoger dan op de M0.

### 5.2.8. Structuur- en slempbeoordeling

In 1989 had het verhoogde organische stofgehalte nog geen zichtbaar effect op de actuele structuur. Dit kwam doordat de grote hoeveelheid toegediende tuinturf nog nauwelijks verdeeld was door de bouwvoor. Hierdoor heeft het nog tot 1992 geduurd voordat de bodemkundige metingen regelmatig gedaan werden. De gegeven cijfers voor structuur in 1989 waren gemiddeld 5,4 voor de M0- en 5,7 voor de M2-objecten in blok II. Het verhoogde organische stofgehalte op de M2 kreeg nadien duidelijk een positief effect op de verkrumming van de grond. De structuurcijfers gegeven in oktober 1995 waren 6,4, 6,5 en 7,6 voor resp. de M0, M1 en de M2. Op de M2 waren zichtbaar meer wormen aanwezig, waardoor er meer gangen waren en was de grond losser. Najaar 1995 werden nog kluiten oorspronkelijk bouwvoormateriaal aangetroffen. Dit duidt erop dat de na acht jaar de tuinturf nog niet volledig verdeeld is door de bouwvoor. Er kon geen visueel effect van de grondbewerkingen op de structuur worden waargenomen. Gemiddeld over de grondbewerkingsobjecten werd als beoordelingscijfer een 6,8 gegeven. Het gemiddelde slempcijfer dat in maart 1995 gegeven werd was een 5,9. De grond is dus licht slempgevoelig. De verschillen tussen de objecten waren erg klein. Op de M0 en M1 werd een 5,8 gegeven en op de M2 een 6,1.



## 6. Onderzoek naar het effect van GFT-compost op de fysische bodemvruchtbaarheid (Kommerzijk en Vierhuizen)

### 6.1. Inleiding

De organische stofvoorziening is een belangrijke factor bij de instandhouding van de bodemvruchtbaarheid van onze cultuurgronden. Verhoging van het gehalte organische stof, heeft invloed op de verschillende bodemfysische eigenschappen zoals stuifgevoeligheid, vochtvasthoudend vermogen op zand- en dalgrond, slempgevoeligheid op lichte zavel-, leem-, en lössgrond en de bewerkbaarheid op zware klei. Bij een situatie waarbij de kalktoestand en de ontwatering van de grond onvoldoende en de grondbewerking intensiever is, zal ter behoud van de structuur van de teeltlaag een relatief hoog gehalte organische stof gewenst zijn. Verhoging van het gehalte organische stof heeft ook effect op bodemchemische aspecten als kationen-omwisselcapaciteit, waardoor uitspoeling van kationen afneemt, en een effect op de opbouw van een buffer aan voedingsstoffen, met name N, P en S. Daarnaast worden de groeiomstandigheden voor de bodemfauna en microflora bevorderd. Bij het onderzoek in Kommerzijk en Vierhuizen werd bekeken of bij de huidige regelgeving ten aanzien van GFT-compost voldoende organische stof kan worden toegediend om het organische stofgehalte te verhogen en daarmee een effect op de bodemstructuur te bewerkstelligen.

#### 6.1.1. Doel van het onderzoek

Het doel van het onderzoek was met behulp van twee vierjarige veldproeven waarbij aardappelen, suikerbieten en granen geteeld worden inzicht te verkrijgen in de bodemverbeterende waarde van GFT-compost.

#### 6.1.2. Proefopzet

De proef is in 1992 aangelegd op een perceel zware kalkrijke zavel (Kommerzijk) en een perceel lichte kalkarme klei (Vierhuizen). Om het effect van de GFT-compost op de fysische bodemvruchtbaarheid te onderzoeken zijn op twee blokken drie hoeveelheden GFT-compost toegediend. De GFT-compost is twee keer toegediend; in maart 1992 werd 0, 16 en 32 ton produkt per ha gestrooid en in januari 1994 werd 0, 18 en 36 ton GFT-compost per ha toegediend. Bij het berekenen van de doses vers produkt GFT-compost is in 1992 uitgegaan van het door de producent gehanteerde gemiddelde percentage drogestof van 70%. Bij de compostgiften na 1992 is van elk geleverde partij het drogestof gehalte bepaald. De hoeveelheden van 16 en 18 ton product zijn gebaseerd op de wettelijk toegestane dosis van

jaarlijks 6 ton drogestof of 12 ton drogestof eenmaal per twee jaar. De 24 ton drogestof per ha, respectievelijk 32 en 36 ton product, is toegediend om effecten beter en versneld gekwantificeerd te krijgen. De teelt van de gewassen en de grondbewerking werden uitgevoerd volgens op de praktijkbedrijven gebruikelijke methoden. In Kommerzijk werd in 1992 suikerbieten gezaaid maar door slechte opkomst is vervolgens zomergerst geteeld. In 1993 werd zomertarwe, in 1994 consumptieaardappelen en in 1995 werd wintertarwe geteeld. In Vierhuizen werd in 1992 suikerbieten, in 1993 wintertarwe, in 1994 consumptieaardappelen en in 1995 wintertarwe geteeld. Bij de bemesting werd geen rekening gehouden met de beschikbare nutriënten uit de GFT-compost. In 1994 en 1995 zijn de gewasopbrengsten bepaald.

## 6.2. De GFT-compost

De GFT-compost die bij dit onderzoek gebruikt werd, was geproduceerd onder aërobe omstandigheden. De in 1992 gebruikte compost bevatte gemiddeld 30% organische stof en 55 % drogestof met daarin 15 kg N, 14 kg K<sub>2</sub>O, 7 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en 4 kg MgO per ton drogestof. De in 1994 gebruikte compost bevatte gemiddeld 35 % organische stof en 66 % droge stof met daarin 13 kg N, 12,6 kg K<sub>2</sub>O, 3,4 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en 0,7 kg MgO per ton drogestof.

[Top](#) 

## 7. Profielopbouw

### Kommerzijk

De bodem bestaat uit kalkhoudende zeeleigronde. De bouwvoor (Ap-laag) bestaat uit lichte klei met 27% lutum (40 % afslibbaar) is circa 35 cm dik. Het organische stofgehalte was bij beëindiging van de proef gemiddeld 2,1%, het percentage CaCO<sub>3</sub> was 2,1 en de pH-KCl was 7,2. De granulaire samenstelling van de laag 0-30 cm staat weergegeven in bijlage I. Onder de bouwvoor komt een laag (1C-laag) voor van 35 cm dikte van zware klei met ongeveer 0,5% organische stof en met dunne bandjes van lichte zavel. Kleur: grijs-bruin. Vervolgens komt een laag van 20 cm (2C-laag) met ongeveer 20% lutum en bandjes van zware klei die kalkhoudend is. Het organische stofgehalte is lager dan 0,5 %. Kleur: grijs met bruine vlekken. De volgende laag (3C-laag) bestaat uit lichte zavel met kleibandjes. Kleur: bruin grijs. De gronden zijn voorzien van een drainagesysteem waardoor de gemiddeld hoogste grondwaterstand niet hoger reikt dan 60 cm - maaiveld. Mede door de goede bewortelingsmogelijkheden en de opdrachtigheid van de gronden zal vochttekort door de gewassen niet of nauwelijks optreden.

### Vierhuizen

De bodem bestaat uit kalkarme zeeleigronde. De bouwvoor (Ap-laag) bestaat uit zware zavel met 18% lutum (27% afslibbaar) en is circa 35 cm dik. Het organische stofgehalte was bij beëindiging van de proef gemiddeld 1,7%, het percentage CaCO<sub>3</sub> was 0,3 en de pH-KCl was 7,1. De granulaire samenstelling van de laag 0-30 cm staat weergegeven in bijlage I. Onder de bouwvoor komt een laag (1C-laag) voor van 25 cm dikte van kalkarme lichte klei, ongeveer 27% lutum en 40% afslibbaar, met minder dan 0,5% organische stof. Kleur: grijs met bruine vlekken. Vervolgens komt een laag van 25 cm (2C-laag) met ongeveer 22% lutum en 30% afslibbaar. Het organische stofgehalte is lager dan 0,5 %. Kleur: grijs met bruine vlekken. De volgende laag (3C-laag) bestaat uit zavel, ongeveer 17% lutum, met dunne slijbandjes. Kleur: grijs met bruine vlekken. De gronden zijn voorzien van een drainagesysteem waardoor de gemiddeld hoogste grondwaterstand niet hoger reikt dan 60 cm - maaiveld. Mede door de goede bewortelingsmogelijkheden en de opdrachtigheid van de gronden zal vochttekort door de gewassen niet of nauwelijks optreden.

[Top](#) 

## 8. Resultaten

### 8.1. Gewas

In 1994 was in Kommerzijl de gemiddelde aardappelopbrengst 38,3 ton per ha en het gemiddelde onderwatergewicht (OWG) 470 gr. De GFT-compost had geen effect op opbrengst en OWG. In Vierhuizen werd bij 24 ton droge stof GFT-compost per ha de hoogste knolopbrengst en het laagste OWG gehaald. De knolopbrengst en OWG waren gemiddeld 49, 48,5 en 52,6 ton per ha en 352, 331 en 322 gr bij respectievelijk 0, 18 en 36 ton GFT-compost per ha. In 1995 waren op beide proeflocaties geen zichtbare verschillen in gewasontwikkeling tussen de objecten. In Kommerzijl had de GFT-compost geen effect op de opbrengst die gemiddeld 11,4 ton per ha was. In Vierhuizen echter werd de hoogste opbrengst gehaald bij 18 ton GFT-compost per ha. De korrelopbrengst was 10,1 , 11,6 en 11,0 ton per ha bij 0, 18 en 36 ton GFT-compost per ha.

### 8.2. Bodem

Er waren op beide locaties geen verschillen in slempgevoeligheid tussen de objecten. In Kommerzijl werd in 1993 een 7 en 1994 een 8 gegeven als slempcijfer voor het gehele proefveld. In Vierhuizen was het slempcijfers een 3 in 1993 en een 6 in 1994.

De beoordelingcijfers gegeven voor de actuele structuur waren in mei en oktober 1995 gemiddeld over de objecten resp. 5,8 en 5,6 in Kommerzijl en 6,0 en 6,4 in Vierhuizen. Bij de beoordeling van de actuele structuur in 1995 viel het op dat de GFT-compost nog niet goed gemengd was met de bouwvoor. De compost was te herkennen als zwarte vlokken in de grond afbeelding 1. De GFT-compost had dan ook geen betrouwbaar effect op de actuele structuur. De genoemde hoeveelheden GFT-compost die zowel in 1992 als in 1994 waren toegediend bleken niet voldoende om het percentage organische stof in de bouwvoor meetbaar te laten stijgen. Hierdoor had de compost nog geen effect op de dichtheid van de grond, het poriënvolume en het volumepercentage water bij Pf 1,5 , 1,8 en 2,0. De dichtheid was gemiddeld 1551 in Kommerzijl en 1521 kg per m<sup>3</sup> in Vierhuizen. Het berekend poriënvolume van de grond was gemiddeld 43,1 en 42,1% in resp. Kommerzijl en Vierhuizen.

Top 

---

## 9. Discussie

### 9.1. Gewasreacties

De zaaibedbereiding met de triltandcultivator leek op het proefveld te Lelystad op het oog een grover zaaibed op te leveren dan de bewerking met de rotorkoep, echter de aggregaatverdeling bevestigde dit beeld niet. Waarschijnlijk komen bij de triltandcultivator de grotere aggregaten meer naar de oppervlakte van het veld waardoor het zaaibed grover lijkt, maar blijkt het aandeel in de laag 0-10 cm even groot als bij de rotorkoep. Mogelijk had dit wel effect op de opkomstsnelheid van de gezaaide spruitkool in 1990 en 1995 en de zomergerst in 1990. Op de gekoepde objecten verliep de opkomst aanzienlijk vlotter dan na bewerking met de triltandcultivator. Bij 80% opkomst was het verschil 2 dagen bij de zomertarwe en 4 en 10 dagen bij de spruitkool in respectievelijk 1995 en 1990.

De hoofdgrondbewerkingen hadden in Lelystad geen effect op de dichtheid van de grond, het poriënvolume, het volumepercentage vocht en -lucht bij verschillende pF-waarden en de visuele structuur. Het negatieve effect van het spitten ten opzichte van ploegen op het aandeel vertakte witlofpennen in 1991, 1992 en 1995 zou dan moeten

voortkomen uit niet gemeten effecten van spitten ten opzichte van ploegen op de fysische bodemvruchtbaarheid. Hetzelfde geldt voor het effect, in 1991 en 1993, dat ploegen had ten opzichte van spitten op respectievelijk het aandeel opzetbare witlofpennen en de spuitopbrengst.

## 9.2. Dichtheid van de grond

Het verhogen van het gehalte aan organische stof in Lelystad met tuinturf had wel effect op de bovengenoemde aspecten van fysische bodemvruchtbaarheid. Gedurende de proef was op het gehele proefveld sprake van een stijging van de dichtheid en een daling van het poriënvolume van de grond. Op de M2 was het verloop groter dan op de M0 en M1. De oorzaak zal een combinatie zijn van belasting door berijden en rijping van de jonge poldergrond. Grondbewerking heeft tot doel de grond los te maken, maar heeft toename van de dichtheid kunnen voorkomen. Op de M2 speelt daarbij nog de daling van het percentage organische stof een rol. Het toedienen van champignonmest en GFT-compost, op de M1-objecten, had een gering positief (niet significant) effect op de volumepercentages vocht bij verschillende pF-waarden, de dichtheid, poriënvolume en het organische stofgehalte van de grond. Door het percentage organische stof uit te zetten tegen de dichtheid en het poriënvolume van de grond, wordt een indruk verkregen in hoeverre er sprake is van een trend op de M1-objecten op het bovengenoemde. De toedieningen van champignonmest en GFT-compost hadden geen effect op de relatie tussen percentage organische stof en dichtheid en het poriënvolume van de grond. Bij een gelijk percentage organische stof bestond er een niveauverschil van de dichtheid en een niveauverschil van poriënvolume tussen de M0 en de M1. Binnen de objecten bestond er geen relatie tussen het percentage organische stof en dichtheid c.q. poriënvolume.

In de jaren 1992 tot 1996 nam de dichtheid van de bouwvoorgrond in alle organische stof objecten toe. In de M0 en M1 was de toename gemiddeld 15 kg per m<sup>3</sup> per jaar en in het met turfmoel verrijkte object M2 zelfs met 52 kg per m<sup>3</sup> per jaar. Deze dichtheidsmetingen zijn uitgevoerd 35 jaar na de drooglegging van Oostelijk Flevoland in 1957. Uit het door Boekel (1985) verzamelde en gerapporteerde onderzoeksmateriaal van de drie mini-organischestof bedrijven op de Lovinkhoeve te Marknesse (NOP) is de verandering van de dichtheid in de tijd te berekenen. Over de gehele verslagperiode van 1960 t/m 1982 is de toename van de dichtheid in de bouwvoor van de kunstmestakker 6 kg per m<sup>3</sup> per jaar. In de 5-jarige periode waarin het 35e jaar na de drooglegging is de dichtheid van de bouwvoor 14 kg per m<sup>3</sup> per jaar toegenomen. Dit stemt weliswaar opvallend goed overeen met de door ons gevonden waarde, maar lijkt gezien het verloop toeval te zijn. Uit onderzoek dat na een aantal jaren op het proefveld te Markenese is voortgezet blijkt dat na beëindiging van het onderzoek de dichtheid niet meer is toegenomen. Dit leidt tot de constatering dat deze drooggelegde zavelgrond met ongeveer 30% afslibbare delen. 40 jaar - bijna 2 generaties - nodig heeft om zijn evenwichtsdichtheid te bereiken. Het dichtheidsverschil tussen de kunstmestakker en de wisselweide is in de gehele periode van onderzoek weinig veranderd; dit komt in hoofdzaak door het constant gebleven verschil in het organische stofgehalte van beide akker.

Voor de situatie van de proef te Lelystad is te verwachten dat de dichtheid van het M0-object de evenwichtstoestand benadert. In het organische stofrijke M2-object zal de dichtheid nog gedurende vele jaren toenemen tot dat het organische stofgehalte van de bouwvoor in evenwichtssituatie is. Het niveau waarop dit evenwicht uitkomt wordt bepaald door de textuur van de grond. Te verwachten is dat het te bereiken organische stofgehalte dichtbij dat van het M0 en M1-object uitkomt. De tijd die daarvoor nodig is, wordt in hoofdzaak bepaald door de (jaarlijkse) aanvoer van organisch materiaal zoals stoppelresten, groenbemesting en organische stof bevattende mest en de intensiteit van de grondbewerking.

De bewerkbaarheid van de bouwvoor is geen onderwerp van onderzoek geweest. Toch enkele opmerkingen hierover: Als gevolg van het hogere gehalte organische stof in het M2-object is het vochtgehalte altijd hoger dan in de beide andere objecten. Soms was dit reden om het tijdstip van de voorjaarsgrondbewerking wat uit te stellen, in andere voorjaren was dit niet zo. Veelal was dit een gevolg van de structuur na de winter. Na een natte nawinter en/of in een nat voorjaar was de structuur ook in de M2-objecten slecht en was de grond oppervlakkig wat verslemt, waardoor de bewerking werd verlaat. Na een relatief droge nawinter of in een droog voorjaar deden deze nadelige structuuraspecten zich niet voor en kon de zaaibedbewerking van de drie M-objecten gelijktijdig gebeuren. Het lijkt niet zinvol de voor bewerking kritische vochtgehalten te definiëren om reden dat het object M2 geen navolging zal krijgen in de praktijk van boer en tuinder.

## 9.3 Vochtvoorziening

Het volumepercentage beschikbaar vocht was op de M2 te Lelystad met 27% veruit het grootst. Dit is 9% meer dan op de M0. In een bouwvoor van 30 cm dikte betekent dit, dat er 270 m<sup>3</sup> per ha meer vocht beschikbaar is.

**Tabel 15: De hoeveelheden totaal beschikbaar vocht (pF 2,0 - pF 4,2) en makkelijk beschikbaar vocht (pF 2,0 - pF 2,7) in volumepercenten in de monsters, in m<sup>3</sup> per ha bouwvoor van 30 cm dik en in dagen bij een gewasverdeling van 3 mm per etmaal (Lelystad)**

object	In ringmonster		bouwvoor van 30 cm dik			
			vocht in m <sup>3</sup>		in dagen, bij 3 mm per etmaal	
	pF 2,0-4,2	pF 2,0-2,7	pF 2,0-4,2	pF 2,0-2,7	pF 2,0-4,2	pF 2,0-2,7
M0	18,0	6,2	540	186	18,0	6,2
M1	18,3	6,4	549	192	18,3	6,4
M <sup>2</sup>	27,0	8,1	810	243	27,0	8,1

Het volumepercentage totaal beschikbaar vocht (pF 2,0 - pF 4,2) was op de M1 (niet significant) 0,3% hoger dan op de M0. Het verschil was dus 9 m<sup>3</sup> vocht. Om groeiremmingen van veel gewassen te voorkomen moet op het moment dat in de grond de waarde pF 2,7 benaderd wordt, berekend worden. In dat geval is het verschil tussen de M2 en M0 1,9 en tussen de M1 en M0 0,2 volumepercentage vocht oftewel 57- en 6 m<sup>3</sup> (5,7 en 0,6 mm) beschikbaar vocht. Bij een gewasverdamping van ongeveer 30 m<sup>3</sup> per dag kan op de M2 bijna twee dagen later gestart worden met beregenen dan op de M0 en de M1. Op de M1 kan slechts 5 uur later berekend worden dan op de M0. Het (theoretisch) verwelkingspunt wordt bij M2 negen dagen later bereikt dan bij M0 en M1. In het hier beschreven geval is vochtaanvulling door capillaire aanvoer uit de ondergrond en vochtopname door het gewas door diepe beworteling buiten beschouwing gelaten. Uit het bovenstaande volgt dat de gevonden effecten van de toedieningen van de champignonmest en de GFT-compost in de periode van 1988 tot 1995 te verwaarlozen zijn. Toediening van GFT-compost volgens de toegestane normen zal geen bijdrage zijn ten aanzien van de vochthoudendheid van de grond.

#### 9.4. Organische stof

De toediening van de tuinturf in Lelystad heeft in een korte periode geleid tot een aanzienlijke stijging van het percentage organische stof van de grond. Het heeft echter ruim de helft van de proefperiode geduurd voordat de tuinturf enigszins homogeen door de bouwvoor verdeeld was. Zelfs aan het einde van de proefperiode was er nog geen sprake van volledige menging. De vijf toedieningen van elk 60 ton droge stof hadden wel tot gevolg dat de pH en het gehalte CaCO<sub>3</sub> van de grond daalden en het organische stofgehalte de C/N verhouding en chemische bodemvruchtbaarheid van de grond stegen.

#### 9.5. Structuur

Bij de aanvang van dit onderzoek te Lelystad was de verwachting dat de intensieve grondbewerking voor de groenteteeltrotatie (tweemaal rugenfrozen in drie jaar + éénmaal oogsten waarbij de gehele rug over de rooischaar gaat) een aantoonbaar negatief verschil in bodemstructuur zou geven in vergelijking met een voor de bodem rustige teeltrotatie van zomergranen (blok IV). Uit de verzamelde gegevens komt slechts een tendens naar voren van een mindere structuur, gemeten middels de luchtdoorlatendheid na 8 jaren groenteteelt.

Op de locaties Kommerzijl en Vierhuizen bleek na vier jaar de toegediende GFT-compost slecht verdeeld door de bouwvoor. Van de twee toedieningen GFT-compost op laatstgenoemde locaties werd geen effect gemeten op het organische stofgehalte en bodemstructuur. Met behulp van het simulatiemiddel 'afbraak van organische stof' is berekend dat bij toediening van 12 ton droge stof eenmaal per twee jaar het organische stofgehalte op de lange termijn zeker stijgen zal. Op de lange termijn zijn dan bij voldoende menging van de compost met de bouwvoor wel effecten te verwachten op de bodemstructuur. In geval van veldonderzoek hiernaar is een periode langer dan tien jaar gewenst.



De grond op de locatie Vierhuizen had een lage kalktoestand, was slempgevoelig en had een onvoldoende structuur. Volgens Boekel (1991) is verhoging van het organische stofgehalte tot ruim 3% op dit soort gronden noodzakelijk. Verhoging van het organische stofgehalte is na toediening, eenmaal per twee jaar, op de lange termijn dus mogelijk. Echter, op de korte termijn kan soms sneller resultaat geboekt worden door de ontwatering te verbeteren of door te bekalken). In Vierhuizen lijkt in dit geval verbetering van de actuele structuur d.m.v. bekalken mogelijk. Eventuele verdere verbetering zal dan gezocht moeten worden in verhoging van het organische stofgehalte.

## 10. Conclusies

- De grondbewerkingen spitten en ploegen hadden geen effect op de fysische bodemvruchtbaarheid. Spitten voor de teelt van witlof leidde soms tot meer vertakte witlofpennen.
- Zaaibedbereiding met de rotorkoepel leidt niet tot een andere aggregaatgrootteverdeling van het zaaibed dan na zaaibedbereiding met de triltandcultivator. De bovenlaag van het rotorkoepel-zaaibed is fijner en kan daardoor leiden tot een snellere opkomst van de ondiep gezaaide gewassen.
- Door toediening van tuinturf kan het percentage organische stof op korte termijn verhoogd worden. Bij grote hoeveelheden zal de pH en het gehalte  $\text{CaCO}_3$  van de grond dalen. De C/N verhouding en de chemische bodemvruchtbaarheid van de grond zullen dan stijgen. De vochthoudendheid van de grond neemt flink toe. Het moment van beregenen ligt dan twee etmalen later.
- Toediening van champignonmest in de periode 1988 tot 1992 en GFT-compost in de periode vanaf 1992 tot 1995 hadden een verwaarloosbaar effect op de het percentage organische stof van de grond, de fysische bodemvruchtbaarheid en de hoeveelheid beschikbaar vocht.
- Na 8 jaar zomergraanteelt is wel een tendens, maar geen betrouwbaar verschil in enig bodemkenmerk ten opzichte van de driejarige groenterotatie vastgesteld.
- De dichtheid van de bouwvoor nam in de onderzoeksperiode toe. Verwacht wordt dat de dichtheid van de met tuinturf voorziene grond nog verder zal stijgen. De dichtheid van de andere objecten heeft de evenwichtssituatie nagenoeg bereikt.
- Op lange termijn mogen wel effecten op de fysische bodemvruchtbaarheid worden verwacht. Bij eventueel veldonderzoek hiernaar zal dan een periode van minimaal