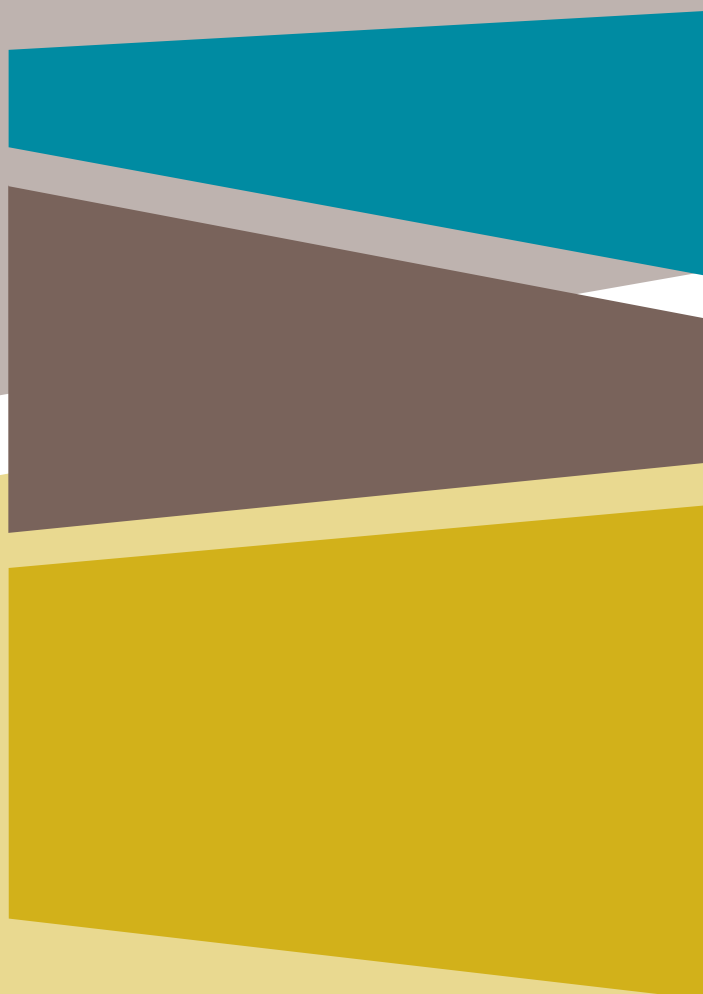




**PPS beter Bodembeheer** | Jaarverslagen Systeempoeven - 2017



# Inhoud | Jaarverslagen 2017

## PPS Beter Bodembeheer

Wageningen University & Research | Open Teelten



Bodemkwaliteit Veenkolonien

Bodemkwaliteit op Zand

Bodemkwaliteit op Zavel/Kleigrond

Bodemkwaliteit Bodemgezondheid



De resultaten van de systeemproof Bodemkwaliteit Veenkoloniën uit 2017 tonen een aantal praktisch toepasbare maatregelen die hun vruchten beginnen af te werpen. Minder intensieve grondbewerking, het vervangen van zomergerst door Tagetes, toedienen van compost en een aangepaste kali-, calcium- en magnesiumbemesting lijken een meerwaarde te hebben.



## Jaarverslag 2017

*In het project Bodemkwaliteit Veenkoloniën worden praktisch toepasbare maatregelen ontwikkeld die bijdragen aan duurzaam bodembeheer. De maatregelen worden onderzocht en systematisch getoetst in een grootschalige systeemproof waarin wordt gekeken naar de effecten op o.a. opbrengst, bodemkwaliteit en praktische toepasbaarheid.*

In een Veenkoloniale rotatie van 1:2 zetmeel-aardappel (rassen: Seresta en Festien), 1:4 suikerbiet en 1:4 zomergerst met Japanse haver als groenbemester worden de volgende maatregelen onderzocht:

- **NKG** - Minder intensieve grondbewerking met woelen: niet kerende grondbewerking (NKG)
- **Tagetes** - Telen van afrikaantje (*Tagetes patula*) in plaats van zomergerst als vanggewas voor het wortellesieaaltje
- **Compost** - Verdubbeling van de aanvoer effectieve organische stof door toediening van compost
- **Ca/Mg** - Aandacht voor de juiste Ca/Mg verhouding gebaseerd op de Albrecht-methode
- **Steenmeel** - Aandacht voor sporenelementen en bindingscapaciteit van de bodem door toediening van steenmeel
- **Combi** - Combinatie van bovenstaande maatregelen voor een maximaal effect

De maatregelen worden vergeleken met een standaardstelsel (Standaard) waarbij de grond wordt gespit, op reguliere wijze wordt bemest en gerststro wordt afgevoerd.

Dit project wordt uitgevoerd in het kader van het programma Beter Bodembeheer, medegefinancierd door het ministerie van LNV. Het project is gestart in 2013 en loopt tot december 2020 op de WUR-proeflocatie 't Kompas te Valthermond (Drenthe).

### Teeltseizoen

Het jaar 2017 begon heel koud en droog met veel stuiverij en late nachtvorst begin mei. In mei werd echter ook de eerste tropische dag genoteerd. Begin juni was er een neerslagtekort van 150 mm terwijl juli de natste maand ooit was. Augustus was ook nat, september koud en oktober record warm. Al met al geen "gemiddeld" teeltseizoen.

Alle gewassen zijn in de laatste week van april gezaaid en gepoot. De bieten die begin mei net boven stonden hebben geen aantoonbare last gehad van de vorst en het stuiven. De Tagetes is eind juni de grond in gegaan omdat het eerder te droog was; dit is een gemiddelde zaaidatum.

Door het droge voorjaar toonden de objecten Compost, Tagetes en Combi extra goed en extra vroeg, zowel in de zetmeelaardappelen als in de suikerbieten.

### Minder intensieve grondbewerking

*Door te woelen blijven er meer gewasresten en nutriënten boven in de bouwvoor en wordt de grond minder los en droog dan bij spitten. Ook is de kans op winderosie, of stuiven, minder.*

### Observaties

In het voorjaar was het verschil tussen spitten en woelen duidelijk zichtbaar, vooral op het suikerbietenperceel waar op gewoelde stroken (zie figuur 1) een grof kluitiger zaaibed zichtbaar was met veel gewasresten bovenin. Gespitte stroken hadden een fijnere bovengrond en waren lichter van kleur door het verstoven zand. Het stuifdek van zomergerst op de suikerbietpercelen was nauwelijks ontwikkeld en er was geen verschil in opkomst en groeisnelheid in gewoelde en gespitte stroken. Ook bij de suikerbieten was er geen verschil zichtbaar in opkomst en groeisnelheid tussen beide grondbewerkingen.

### Resultaten

De opbrengst van zetmeelaardappelen en zomergerst was gelijk voor spitten en woelen. De opbrengst van suikerbiet was zelfs hoger in gespitte dan gewoelde stroken. Meerjarige resultaten zijn nodig om te bepalen of er structurele opbrengstverschillen zijn tussen woelen en spitten.



Figuur 1 | Spitten links en woelen rechts

## Tagetes als vanggewas

*Met Tagetes patula (afrikaantje) als vanggewas wordt beoogd om besmetting met het wortelzieaaltje *Pratylenchus penetrans* (Pp) te verminderen en daarmee de aardappel- opbrengst te verhogen.*

### Observaties

In 2017 was de opkomst van Tagetes niet egaal (zie figuur 2). Door te harken na het zaaien voor een betere verdeling van het zaad lag de grond te los voor een ideale kieming. Het beeld bovengronds is een afspiegeling van het beeld ondergronds; het is dus niet zeker dat Tagetes op de kale plekken goed heeft geworteld voor optimale aaltjes bestrijding.



Figuur 2 | Pleksgewijs slechte opkomst Tagetes

### Resultaten

Voorjaar 2017 was de populatie Pp op alle percelen in het object Tagetes heel laag. In het Standaard object (zonder Tagetes) was de populatie Pp daarentegen matig tot sterk toegenomen t.o.v. 2016. Dit was mogelijk het geval vanwege problemen met gerstopslag in de Japanse haver of de teelt van de goede waard aardappel in het voorafgaande jaar.

De veldopbrengst van de zetmeelaardappelen in het Tagetes object was significant hoger dan in het Standaard object. Het zetmeelgehalte was echter wel lager, maar de zetmeelopbrengst was dankzij de hogere veldopbrengst toch significant hoger (Seresta 0,9 t/ha, Festien: 1,4 t/ha). Deze meerwaarde in zetmeel brengt net iets meer op dan de teeltkosten van Tagetes en de gemiste zomergerstopbrengst (tagetes vervangt zomergerst in de rotatie).

### Compost

*Door toediening van compost (15 t/ha), het inwerken van stro én het telen van een groenbemester word de aanvoer van organische stof verhoogd. Het doel hiervan is een hogere bodemkwaliteit en hogere opbrengsten.*

### Resultaten

Na vier proefjaren is het organische stofgehalte in de bodem nog niet gestegen. De wortelopbrengst en het suikergewicht van de suikerbieten was in 2017 echter wel, respectievelijk, 2,6 en 0,8 t/ha hoger in het Compost object. In zetmeelaardappelen en zomergerst is daarentegen geen opbrengsteffect gemeten. Uit plantsapmetingen bleek dat Na en NO<sub>3</sub>-gehalten in het plantsap van Seresta aardappelen uit het Compost object significant hoger waren. De K- en Mg-gehalten zijn ook hoger, maar niet significant, en het Ca-gehalte is wat lager.

Vanwege een verhoogde aanvoer van P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (65 kg/ha), K<sub>2</sub>O (95 kg/ha) en N (minimaal) in Compost is er een verschil in de nutriëntenbalansen van Compost en Standaard. In toekomstige jaren zal dit worden aangepast op behaalde opbrengsten om een nutriënten overschot te voorkomen en betere vergelijkingen te kunnen maken.

### Ca/Mg verhouding

*Een aangepaste kali-, calcium- en magnesium-bemesting op basis van de Albrecht-methode. De Albrecht-methode kijkt naast de minimaal benodigde hoeveelheid per element voor gewasgroei ook naar de juiste verhouding tussen de elementen. Het doel is hiermee de opname van nutriënten en gewasgroei te bevorderen en opbrengsten te verhogen.*

### Resultaten

In 2017 was het veldgewicht van de beide aardappelrassen in het Ca/Mg object significant hoger dan het Standaard object. De zetmeelopbrengst was ook hoger, maar niet significant. Dit komt waarschijnlijk door overbemesting van kali wat in een lager zetmeelgehalte heeft geresulteerd. In suikerbiet was zowel de wortelopbrengst als het suikergewicht in het Ca/Mg-object significant hoger dan het Standaard-object. In zomergerst is geen opbrengsteffect gemeten.

In het plantsap van geogste Seresta aardappelen uit het Steenmeel object waren significant hogere K- en Mg-gehalten aanwezig. Ook was er een significant hogere EC. Het Na-gehalte was daarentegen significant lager en het Ca-gehalte was vrijwel gelijk.



Figuur 3 | Profielbeoordeling gedurende het groeiseizoen

## Steenmeel

*Jaarlijkse toediening van twee soorten steenmeel (van beide 3 t/ha) om de bindingscapaciteit van de bodem voor nutriënten te verbeteren (zeoliet) en om sporenelementen aan de bodem toe te voegen (bioliet).*

### Resultaten

Alleen het aardappelras Seresta had een significant hogere zetmeelopbrengst onder de toevoeging van Steenmeel. In de plantsapanalyse van Seresta knollen vonden we alleen significant hogere K-gehalten. De Mg- en Na-gehalten waren ook hoger maar niet significant. De EC en het Ca-gehalte waren vrijwel gelijk in de beide objecten.

Er zijn na vier jaar (nog) geen effecten zichtbaar op de bodem. Ook microbiologische metingen tonen geen verschillen aan tussen de objecten Steenmeel en Standaard.

## Combi

*In dit object zijn alle maatregelen gestapeld om een maximaal effect op de bodemkwaliteit en opbrengst te verkrijgen.*

De kalibemesting is voor deze maatregel aangepast. Vanwege de combinatie van maatregelen is er namelijk een risico op een te hoge kali aanvoer met als gevolg een negatief effect op het zetmeelgehalte van de aardappelen.

### Resultaten

Vergeleken met de andere maatregelen gaf Combi zowel in aardappelen als in suikerbieten de hoogste opbrengsten. Deze opbrengsten waren significant hoger dan in Standaard; 1,1 t/ha extra zetmeel in Seresta, 1,4 t/ha extra zetmeel in Festien en 1,4 t/ha extra suiker in de suikerbieten. Verhoogde opbrengsten lijken met name te worden verklaard door de Tagetes teelt in het Combi object (de populatie van het wortellesiaaltje Pp was, net als bij Tagetes alleen, verlaagd tot nagenoeg 0). In zomergerst zijn er geen opbrengstverschillen gemeten.



Figuur 4 | Een goede gewasopkomst van aardappel Festien

In de plantsapmetingen van de geoogste Seresta's vonden we significant hogere K- en Mg-gehalten en een significant hogere EC. De Ca/Mg verhouding in de bodem gaat in de richting van de gewenste verhouding volgens de Albrecht-methode: 5,7:1. Het K-getal, K- en Mg- plantbeschikbaar en de pH van de bodem waren significant hoger in de Combi dan in het Standaard object. Dit is te verklaren door de hogere K- en Mg aanvoer. Gezien de verhoogde aanvoer van Ca zou ook een verhoogd Ca-gehalte verwacht worden. Dit is echter niet het geval; niet in de bodem, noch in het geoogste product of het plantsap uit bladmonsters tijdens het groeiseizoen. De hoge Ca giften hebben echter wel een functie omdat Ca en Mg aan elkaar gekoppeld zitten: zonder extra Ca wordt er geen extra Mg gebonden en zal ook de pH niet stijgen.

In de objecten Standaard, Steenmeel en Combi worden jaarlijks elektrochemische bodemmetingen uitgevoerd om de activiteit van het bodemleven te bepalen. In 2017 is de activiteit van symbiotische rhizosfeerorganismen het hoogst in Combi.

Over het algemeen is de activiteit van de symbiotische micro-organismen echter laag in alle testpercelen. De hoeveelheid voedingsstoffen die vrijgemaakt worden door mineralisatie van organisch materiaal en door symbionten in de rhizosfeer is over het algemeen dus klein.

## Vervolg

Het project Bodemkwaliteit Veenkoloniën loopt tot 2020. Jaarlijks evalueren we de resultaten en bespreken deze met collega onderzoekers en de begeleidingscommissie van telers en adviseurs. Het project levert concrete maatregelen voor de praktijk op voor een duurzaam bodembeheer. Met name het object Tagetes lijkt een meerwaarde te hebben.



Figuur 5 | Meten is weten



Tabel 1 | Veldopbrengst per gewas per maatregel (t/ha)

	Opbrengst (t/ha)			
	Seresta	Festien	Suikerbiet	Zomergerst
Standaard	58,4	49,5	101,8	7,4
NKG	62,6 *	57,7 *	104,0	7,4
Tagetes	60,0	53,7 *	103,7	7,8
Compost	62,2 *	56,3 *	104,2	7,5
Ca/Mg	59,9	49,9	99,1	7,7
Steenmeel	67,3 *	64,9 *	105,1 *	7,6
Combi	66,8	64,4	106,2	7,6

\* Significant verschil met Standaard

Tabel 2 | Aanvoer, afvoer en overschot van nutriënten per maatregel (kg/ha)

	Nutriënten (kg/ha)								
	Aanvoer			Afvoer			Overschot		
	N	P2O5	K2O	N	P2O5	K2O	N	P2O5	K2O
Standaard	185	43	171	187	69	227	-2	-26	-56
NKG	220	43	171	155	62	226	5	-19	-55
Tagetes	160	87	212	181	71	224	120	16	-12
Compost	302	43	333	179	67	267	6	-24	66
Ca/Mg	185	55	349	180	68	224	5	-13	125
Steenmeel	185	99	364	195	79	286	107	20	78
Combi	302	99	364	195	79	286	107	20	78



Meer informatie | [janjo.dehaan@wur.nl](mailto:janjo.dehaan@wur.nl) T | +31 (0)320-291 626  
 Meer informatie | [Paulien.vanasperen@wur.nl](mailto:Paulien.vanasperen@wur.nl) T | +31 (0)320-291 211  
 Uitgevoerd door | Wageningen University & Research | Open Teelten  
 Gefinancierd door | Programma Beter Bodembeheer



Dit project ontvangt financiële steun van de Topsector Agri & Food. Binnen de Topsector werken bedrijfsleven, kennisinstellingen en de overheid samen aan innovaties voor veilig en gezond voedsel voor 9 miljard mensen in een veerkrachtige wereld.

De resultaten van de systeemproof Bodemkwaliteit op zand uit 2017 laten zien dat meer organische stof aanvoer in een gangbaar systeem resulteert in een meeropbrengst. In gangbare systemen heeft niet kerende grondbewerking een positief effect op de opbrengsten ten opzichte van ploegen. Binnen het biologische systeem is het effect van niet kerende grondbewerking negatief. Opbrengsten van het biologische systeem blijven achter op de gangbare systemen.



## Jaarverslag 2017

*Op de WUR proeflocatie Vredepeel ligt het systeemonderzoek Bodemkwaliteit op Zand. Het onderzoek bestaat uit twee gangbare systemen; één met een lage organische stofaanvoer (LAAG) en één met een gangbare organische stofaanvoer (STANDAARD). Daarnaast ligt er een biologisch systeem. Binnen de systemen wordt er gekeken naar het effect van extra organische stof door middel van compostplots én worden effecten van ploegen en niet-kerende grondbewerking met elkaar vergeleken.*

In systeem LAAG is er een aanvoer van +/- 1000 kg effectieve organische stof (EOS)/ha/jaar, in HOOG is dit +/- 2000 kg EOS/ha/jaar en in het biologische systeem is dit 3000 kg EOS/ha/jaar. Per systeem liggen in twee van de zes percelen vier compostplots geward. In deze compostplots wordt nog eens +/- 3000 kg EOS/ha/jaar aangevoerd. Verder zijn alle percelen opgedeeld in twee gedeeltes; een gedeelte waar geploegd wordt en een gedeelte waar niet-kerende grondbewerking (NKG) wordt toegepast.

In alle systemen ligt dezelfde zesjarige vruchtwisseling: aardappel (groenbemester: Japanse haver) – conservenerwt (groenbemester: grasklaver) – prei – zomergerst (groenbemester: Japanse haver) – peen – snijmais (groenbemester: wintergerst). De drie systemen bestaan elk uit zes percelen waarin elk jaar elk gewas uit de rotatie wordt geteeld.

Dit project wordt uitgevoerd in het kader van het programma Beter Bodembeheer, medegefinancierd door het ministerie van LNV. Het project is gestart in 2011 als vervolg op eerdere projecten en loopt tot en met 2020 op de WUR-locatie Vredepeel in Limburg.

In de tabellen staan de belangrijkste resultaten samengevat.



Figuur 1 | Peen in systeem LAAG d.d. 7 augustus

## Gangbare systemen

### Opbrengsten

De opbrengst in STANDAARD was dit jaar 6% hoger dan in LAAG (tabel 1). Dit verschil is iets minder groot dan gemiddeld over voorgaande jaren, met name veroorzaakt door een kleiner verschil in de opbrengsten van zomergerst ten opzichte van andere jaren.

De aardappelen hadden in vergelijking met voorgaande jaren een hoge opbrengst; 60 ton/ha. Er waren nauwelijks verschillen tussen de systemen LAAG en STANDAARD. De hoge opbrengst is opmerkelijk, gezien er een vroeg ras is geteeld met het oogstmoment half augustus. De opbrengst van de conservenerwt in LAAG was veel lager dan in STANDAARD (4 – 5.5 ton/ha). De prei groeide dit jaar matig in de gangbare systemen; 38 ton/ha in STANDAARD en 30 ton/ha in LAAG. Dit is mogelijk te verklaren door de slechte vertering van de ingewerkte grasmast voor de prei. De mineralisatie van het gras kwam namelijk pas langzaam op gang door de droogte. Het verschil in prei opbrengst tussen de systemen is consistent met de afgelopen jaren. In tegenstelling tot onze opbrengsten, was het in de regio een goed prei-jaar; daar waren de opbrengsten relatief hoog. De opbrengst van zomergerst bleef door de tweewassigheid in STANDAARD achter, maar de opbrengst in LAAG was goed. De oorzaak van de tweewassigheid is onduidelijk. De opbrengst van peen en mais was lager in LAAG dan in STANDAARD, respectievelijk 13 en 8%.

De opbrengsten van de compostplots waren voor aardappel vergelijkbaar met de plots zonder compost. De opbrengsten van de conservenerwt waren hoger in de plots met compost.

*Consistent met de afgelopen jaren zien we ook dit jaar de positieve effecten van een hogere organische stofaanvoer terug in de gewasopbrengsten.*



1 Figuur 2 | Aardappel in NKG



Figuur 3 | Grondwaterstandsmeter

Tabel 1 | Overzicht van de opbrengsten per gewas per systeem (ton/ha). In de laatste kolom de relatieve opbrengst in de gangbare systemen ten opzichte van STANDAARD-ploegen, in het biologisch systeem ten opzichte van BIO-ploegen.

		Opbrengst (ton/ha)						
		Aardappel*	Conservenerwt*	Prei*	Zomergerst**	Peen*	Snijmais***	Gemiddeld
<b>Gangbare systemen</b>								
STANDAARD	ploegen	60,5	5,6	38,2	4,4	124,8	18,5	100%
	NKG	62,0	5,9	38,0	6,2	125,3	18,9	108%
LAAG	ploegen	60,6	4,0	23,5	6,8	108,5	17,1	94%
	NKG	59,3	5,7	31,0	6,4	95,0	17,5	99%
<b>Biologisch systeem</b>								
BIO	ploegen	35,9	6,2	27,4	5,8	84,2	20,8	100%
	NKG	42,2	4,4	23,0	6,7	66,8	21,6	96%

\* Marktbaar opbrengst | \*\* Marktbaar opbrengst, gecorrigeerd naar 15,5% vocht | \*\*\* Droge stof opbrengst

Tabel 2 | Stikstof- en fosfaatbalans per systeem (kg/ha)

		Nutriënten					
		Stikstof			Fosfaat		
		Aanvoer	Afvoer	Overschot	Aanvoer	Afvoer	Overschot
<b>Gangbare systemen</b>							
STANDAARD	ploegen	166	105	61	55	61	-6
LAAG	ploegen	119	86	33	55	53	2
<b>Biologisch systeem</b>							
BIO	ploegen	173	90	83	59	53	6

Tabel 3 | Nmin na oogst en najaar (kg/ha) en nitraatconcentraties in grondwater (mg nitraat/l) per systeem

		Stikstofstromen		
		Nmin na oogst	Nmin najaar	Nitraatconcentratie grondwater
<b>Gangbare systemen</b>				
STANDAARD	ploegen	25	39	57
LAAG	ploegen	26	39	39
<b>Biologisch systeem</b>				
BIO	ploegen	53	69	52

### Grondbewerking

In zowel STANDAARD als LAAG zijn de opbrengsten bij NKG hoger dan bij ploegen (tabel 1).

De aardappelopbrengst was gelijk tussen ploegen en NKG. In de conservenerwt was er wel een verschil, met name in LAAG was de opbrengst bij NKG hoger. In prei was de opbrengst in LAAG bij NKG veel hoger dan bij ploegen, in STANDAARD was er geen verschil. Door de tweewassigheid van zomergerst was de opbrengst in STANDAARD bij ploegen veel lager dan bij NKG. In LAAG was de opbrengst van zomergerst bij ploegen juist hoger dan bij NKG. Voor peen was in STANDAARD geen verschil tussen ploegen en NKG, maar in LAAG was er wel een verschil vanwege stuifschade. Dit gaf een ruim 10% lagere opbrengst bij NKG. In STANDAARD had NKG minder last van stuifschade. De snijmaisopbrengst was dit jaar in NKG hoger dan in ploegen. Dit is tegenovergesteld aan de meeste voorgaande jaren.

*De resultaten van 2017 laten zien dat, in termen van gewasopbrengst, in deze rotatie en onder deze omstandigheden NKG een meerwaarde heeft.*

### Bemesting en risico op stikstofverliezen

Gemiddeld wordt er per systeem minder stikstof aangevoerd dan volgens de wettelijke gebruiksnormen is toegestaan. Bij het opstellen van de bemestingsplannen wordt er bewust wat ruimte gelaten om later in het seizoen nog te kunnen bijbemesten in de aardappel en prei. Het hangt af van het jaar of de volledige ruimte nodig is.

De berekende gebruikruimte is 150 kg/ha in de gangbare systemen, maar in systeem STANDAARD wordt slechts 132 kg/ha aangevoerd en in systeem LAAG slechts 119 kg/ha. Over het algemeen wordt de gebruikruimte op gewasniveau echter wel gebruikt en soms zelfs iets overschreden. De gebruikruimte van de groenbemesters (37 kg/ha/jaar)



wordt daarentegen maar deels gebruikt. Groenbemesters worden niet bemest en deze ruimte zou daardoor nog in de hoofdgewassen gebruikt kunnen worden.

Door de lagere opbrengsten in LAAG is de stikstofafvoer daar lager dan in STANDAARD (tabel 2). Het stikstofoverschot (verschil tussen aanvoer van stikstof via mest en afvoer van stikstof door product) is in 2017 61 kg/ha voor STANDAARD en 33 kg/ha voor LAAG. Het lagere overschot in LAAG is te verklaren door het kleinere deel niet-werkzame stikstof in de bemesting.

De minerale stikstofvoorraad in de bodem na de oogst en in het najaar is voor STANDAARD en LAAG vergelijkbaar: circa 25 kg N/ha na de oogst (0-60 cm) en bijna 40 kg/ha in het najaar (0-90 cm). Op basis hiervan mag een nitraatconcentratie in het grondwater van rond de 50 mg/l verwacht worden (tabel 3). De nitraatconcentraties in het grondwater in de winterperiode 2017-2018 lagen boven de 50 mg/l voor systeem STANDAARD; 57 mg/l. In systeem LAAG waren de nitraatconcentraties gemiddeld bijna 40 mg/l (tabel 3). In twee percelen zijn de nitraatconcentraties ook in NKG en compostplots gemeten. Deze metingen laten zien dat NKG de uitspoeling verlaagt en dat een jaarlijkse compostgift de stikstofuitspoeling verhoogt.

De fosfaataanvoer in de gangbare systemen ligt op 55 kg/ha. Omdat de fosfaatafvoer in LAAG door de lagere opbrengsten wat lager is dan in STANDAARD, is er in LAAG een klein positief overschot (2 kg/ha) en in STANDAARD een klein negatief overschot (6 kg/ha) (tabel 2).

*Lagere opbrengsten in LAAG leiden tot een lager stikstofoverschot en een lagere nitraatconcentratie in het grondwater. Ondanks dat een hogere organische stof aanvoer een positief effect heeft op opbrengsten, heeft het een negatief effect op stikstofverliezen.*



Figuur 4 | Klepelen van de japanse haver in BIO d.d. 6 december

## Biologisch systeem

### Opbrengsten

De opbrengsten waren dit jaar behoorlijk hoog in het biologische systeem (tabel 1). In de aardappelen kwam de Phytophthora relatief laat (14 juli) waardoor de opbrengsten goed waren. In de aardappelen zijn in enkele veldjes het Phytophthora-resistente ras Carolus getest waarvan de opbrengst, door de relatief laat optredende Phytophthora, vergelijkbaar was met het standaard ras Agria. De opbrengst van de prei lag rond de 25 ton/ha. De biologische prei had duidelijk last van roest. Na de oogst werden er hoge Nmin waarden in het perceel gevonden. Door de ziekte heeft het gewas de stikstof uit de bijbemesting met Vinassekali waarschijnlijk nauwelijks meer opgenomen. De opbrengsten van conservenerwt en zomergerst waren in vergelijking met voorgaande jaren erg goed, beiden circa 6 ton/ha. Ook de opbrengst van peen en mais was goed, de maisopbrengst was zelfs hoger dan de gangbare opbrengsten.

*Op de prei na lieten de gewassen in het biologische systeem dit jaar hoge opbrengsten zien. Een verklaring hiervoor is de lage ziektedruk en goede omstandigheden op de belangrijkste momenten voor de gewassen.*

### Grondbewerking

Gemiddeld over het systeem is er dit jaar weinig verschil tussen de opbrengsten bij ploegen en NKG.

In de aardappelen was de opbrengst bij NKG fors hoger dan bij ploegen (ruim 42 tegen bijna 36 ton/ha). In het NKG-deel waren de ruggen vaster, waardoor de aanwezige aaltjes (*Pratylenchus penetrans*) mogelijk minder kans hebben gehad om schade aan te richten. In de conservenerwt en prei was het andersom: de opbrengst bij ploegen was hoger dan bij NKG. In de conservenerwt was dit ruim 6 ton bij ploegen en circa 4.5 ton/ha bij NKG. In de prei was dit 27 ton/ha bij ploegen en 23 ton/ha bij NKG. In zomergerst was de opbrengst bij NKG bijna 1 ton hoger dan ploegen (5.8 ton/ha ploegen, 6.7 ton/ha NKG). In peen is de opbrengst bij NKG ruim 20% lager dan bij ploegen door de uitdaging van mechanische onkruidbestrijding en de dichtere ondergrond. De snijmaisopbrengst was dit jaar bij NKG hoger dan bij ploegen, dit is anders dan de meeste voorgaande jaren.



Figuur 5 | Peilbuis in conservenerwt in STANDAARD



*In tegenstelling tot de gangbare systemen zien we in het biologische systeem dat ploegen leidt tot hogere opbrengsten dan NKG.*

#### *Bemesting en risico op stikstofverliezen*

In het biologische systeem is de gebruiksruimte 150 kg N/ha. We bemesten echter slechts 93 kg/ha werkzame stikstof. Dit komt door het lagere bemestingsniveau in het biologische systeem vanwege het een hoger mineralisatieniveau en de verwachte lagere opbrengsten.

Het stikstofoverschot van het biologische systeem is ruim 80 kg/ha. Dit is relatief hoog door het grote aandeel niet-werkzame stikstof in de mest. Er is een klein fosfaatoverschot van 6 kg/ha. De N-min na de oogst en de N-min in het najaar zijn relatief hoog (respectievelijk 53 en 69 kg/ha), dit komt met name door de hoge waarden in de prei en de peen (tabel 2 en 3).

De nitraatconcentraties in het grondwater in de winterperiode 2017-2018 lagen in het biologische systeem met 52 mg/l nét boven de norm van 50 mg/l. Dit is opvallend omdat gemiddeld genomen in de afgelopen jaren de nitraatuitspoeling ruim onder de 50 mg/l zat. Een verklaring voor de relatief hoge nitraatconcentraties is met name de hoge concentratie in het grondwater na de prei. In twee percelen zijn de nitraatconcentraties ook in NKG en compostplots gemeten. Deze metingen laten zien dat NKG de uitspoeling verhoogt. Het tegenovergestelde is het geval in de gangbare systemen. Een jaarlijkse compostgift verhoogt de stikstofuitspoeling een klein beetje.

#### Vervolg

Het project Bodemkwaliteit op Zand loopt tot 2020. Jaarlijks evalueren we de resultaten en bespreken deze met collega onderzoekers en de begeleidingscommissie van telers. In 2018 wordt de uitvoering van de proef voortgezet zoals in 2017. Daarnaast wordt een analyse gemaakt van de resultaten van de verschillende grondbewerkingen in 2011-2017.

#### Aanvullende documentatie

Begin 2018 zijn twee meerjarenrapportages van het project Bodemkwaliteit op zand opgeleverd. De eerste gaat over de vergelijking van de gangbare systemen STANDAARD en LAAG voor de periode 2011-2016.

Zie | <https://doi.org/10.18174/440226>

De tweede gaat over de resultaten van het biologische systeem in de periode 2001-2016 (<https://doi.org/10.18174/440225>).

Daarnaast zijn resultaten van de proef gepubliceerd in een wetenschappelijk artikel.

Zie | <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.12.023>



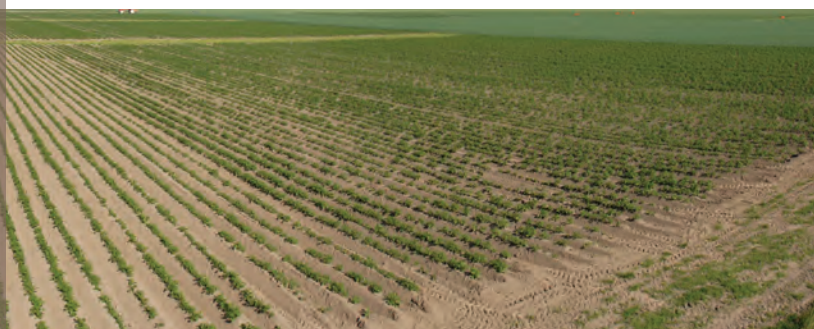
Meer informatie | [janjo.dehaan@wur.nl](mailto:janjo.dehaan@wur.nl) T | +31 (0)320-291 211  
Meer informatie | [marie.wesselink@wur.nl](mailto:marie.wesselink@wur.nl) T | +31 (0)320-291 162  
Uitgevoerd door | Wageningen University & Research | Open Teelten  
Gefinancierd door | Programma Beter Bodembeheer



**WAGENINGEN**  
UNIVERSITY & RESEARCH

Dit project ontvangt financiële steun van de Topsector Agri & Food. Binnen de Topsector werken bedrijfsleven, kennisinstellingen en de overheid samen aan innovaties voor veilig en gezond voedsel voor 9 miljard mensen in een veerkrachtige wereld.

De resultaten van de systeemproof bodemkwaliteit zavel/klei laten zien dat de gewassen verschillend presteren in opbrengsten bij verschillende grondbewerkingen. Meestal zijn de bruto-opbrengsten vergelijkbaar maar zijn de marktbaar opbrengsten en/of is de kwaliteit verschillend. De gewasontwikkeling is verschillend en grote verschillen in het voorjaar kunnen bij de oogst uiteindelijk klein zijn door een inhaalslag tijdens het groeiseizoen.



## Jaarverslag 2017

Sinds 2009 wordt in een systeemproof op semi-praktijkschaal (5 percelen x 2,5 ha) het effect van maatregelen onderzocht op kwaliteitsproductie en ecosysteemdiensten. De standaard grondbewerking ploegen (Conventional Tillage, ofwel CT) wordt in dit onderzoek vergeleken met gereduceerde grondbewerking ('Reduced Tillage, ofwel RT). Er wordt gekeken naar RT mét en zonder woelen na de oogst. Door gebruik te maken van een systeem met vaste rijpaden wordt de bodem grotendeels niet bereden en kan het effect van gereduceerde grondbewerking versterkt worden. De grondbewerkingen worden in een biologisch en gangbaar teeltsysteem getest. Daarnaast wordt het effect van de aanvoer van organische stof onderzocht.

De vruchtwisseling in beide teeltsystemen is als volgt:

### Gangbaar:

- 1 poot aardappel\*
- 2 suikerbiet
- 3 zomergerst\*
- 4 zaaiui\*

### Biologisch:

- 1 consumptie aardappel\*
- 2 grasklaver
- 3 pompoen\*
- 4 zomertarwe\*
- 5 peen
- 6 stamslaboon\*

\* met groenbemesters na de teelt

In 2017 zijn op de gangbare percelen suikerbieten en zomergerst geteeld. Op de biologische percelen stonden aardappel, zomertarwe en pompoen.

De volgende maatregelen zijn t/m 2017 onderzocht:

- Conventionele grondbewerking (CT): Ploegen 23-25 cm
- Gereduceerde grondbewerking (RT+): Niet kerende grondbewerking met standaard woelen na de oogst (max 15 cm)
- Gereduceerde grondbewerking (RT-): Niet kerende grondbewerking zonder standaard woelen na de oogst
- Groenbemesters en organische stof: Groenbemester, braak en onderwerktijdstop worden met elkaar vergeleken
- Bedrijfsinterne organische stof: Aanvoer van maaimeststof (grasklaver) in 2 hoeveelheden
- Bedrijfsexterne organische stof: Aanvoer van compost in 2 hoeveelheden

In dit jaarverslag wordt het teeltmanagement en het effect op de opbrengsten van de gewassen op de drie grondbewerkingssystemen besproken. De maatregelen en resultaten van het organische stof management worden later in een apart document verslagen.

Dit project wordt uitgevoerd in het kader van het programma Beter Bodembeheer, medegefinancierd door het ministerie van LNV. Het project is gestart in 2009 en loopt tot december 2020 op de WUR proeflocatie Lelystad.

Afkortingen van de grondbewerkingssystemen in tekst en tabellen:

CT	Ploegen
RT+	Gereduceerd met woelen
RT-	Gereduceerd zonder woelen

## Suikerbieten (gangbaar)

Het ras Florena is gezaaid op 3 april. In de systemen met gereduceerde grondbewerking was in de weken ervoor eerst de groenbemester geklepeld en licht ingewerkt met een cultivator met brede ganzevoeten. Het perceel is bemest met 130 kg N, 88 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en 231 kg K<sub>2</sub>O per hectare. Tijdens de teelt zijn er reguliere onkruid- en ziekte bestrijdingen uitgevoerd. Tijdens het hele seizoen stonden de planten op niet geploegde grond er op het oog frisser bij. Bij de oogst waren de verschillen echter klein. De bruto opbrengst van gereduceerde grondbewerking was iets hoger maar het suikergehalte lager en tarra hoger (significant). Dit resulteerde uiteindelijk in een hoger saldo (€49,-/ha) op geploegde grond ten opzichte van niet geploegde zonder woelen.

Tabel 1 | Opbrengst suikerbieten in 2017

	Wortel gewicht	Suiker gehalte	Suiker gewicht	Grond-tarra
	t/ha	%	t/ha	%
CT	117.3	18.45	21.6	4.7
RT+	119.5	18.25	21.8	6.5*
RT-	118.6	18.31	21.7	6.4*

\*significant verschil met CT (ploegen)

Bij de oogst zijn maatregelen genomen om de bodemverdichting in de teeltbedden te voorkomen (zie figuur 1 en 2).



Figuur 1| Suikerbieten oogst met een compacte bietenrooier op rupsen



Figuur 2| Lossen van de bieten op de kopakker

Suikerbiet is in staat om lagere plantaantallen te compenseren en de vrijgekomen ruimte in het veld te benutten. De opkomst van het gewas en daardoor ook de plantaantallen per grondbewerkingssysteem wisselt nogal. Het hogere tarragehalte van de suikerbieten in RT kan het gevolg zijn van meer geogste knollen en daardoor navenant meer aanhangende grond. Door de keuze voor het oogsten met praktijkmachines is de mate van vertakking niet vastgesteld. Bij eerdere metingen is er geen significant verschil gevonden in mate van vertakkingen/misvormingen in de knollen tussen de verschillende grondbewerkingssystemen.

### Zomergerst (gangbaar)

Na de voorvrucht suikerbieten is er geen groenbemester gezaaid in najaar 2016 en was klepelen en mulchen als voorbereiding bij RT niet nodig. Alledrie grondbewerkingssystemen zijn vooraf bewerkt met een cultivator met brede ganzevoeten. Op 27 maart is in één werkgang met kopeggen het ras Irina ingezaaid. De bemesting bestond uit 93 kg N/ha in de vorm van KAS. De bestrijding van onkruiden en ziekten was conform praktijk. Op 2 augustus is de zomergerst geogst met behulp van een combine van 3.15 m geschikt voor de vaste rijpaden (zie figuur 7). De opbrengst was vrij hoog waarbij het object gereduceerde grondbewerking met woelen (RT+) de hoogste opbrengst gaf (zie tabel 2). Na een stoppelbewerking met triltandcultivator is op 24 augustus een mengsel van gele mosterd, voederwikke, facelia, Alexandrijnse klaver, Gingellikruid en vlas ingezaaid.

Tabel 2| Opbrengst zomergerst 2017

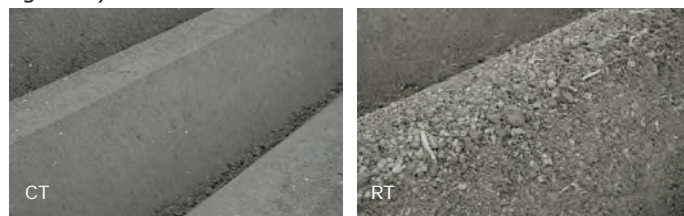
	bruto gewicht	vocht	netto 15% vocht
	kg/ha	%	kg/ha
CT	6938	16.05	6852
RT+	7767*	14.82*	7781*
RT-	7292	14.78*	7311

\*significant verschil met CT (ploegen)

Gedurende het groeiseizoen was er visueel geen onderscheid in gewasontwikkeling te zien. Het is bekend dat niet geploegde grond meer vocht kan leveren dan geploegde grond. Wellicht dat het gewas een droge periode in de zomer beter heeft doorstaan wat resulteerde in een hogere opbrengst.

### Aardappel (biologisch)

In vorige jaren werd het ras Ditta geteeld maar de ziekte Phytophthora maakt vaak vroegtijdig een einde aan de teelt waardoor mogelijke opbrengstverschillen door verschil in grondbewerking niet tot uiting konden komen. Dit jaar is het resistente ras Carolus gepoot op 10 April. Een voorbereiding was niet nodig. De bemesting bestond uit 25 ton vaste rundveemest gegeven in het najaar van 2016, 25 m3 rundveedrijfmest vlak voor poten en 1 ton kippenmestkorrels vlak voor ruggen frezen. In totaal werd er met deze drie giften 153 kg werkzame stikstof gegeven. Sinds de aanleg van de gereduceerde grondbewerkingssystemen in 2009 wordt de structuur na ruggen frezen ieder jaar beter. In 2011 was het verschil in grondbewerking nog duidelijk te zien (figuur 3 en figuur 4) In 2017 was dit verschil veel minder groot. (figuur 5 en figuur 6)



Figuur 3 en 4| Gefreesde aardappelruggen in 2011

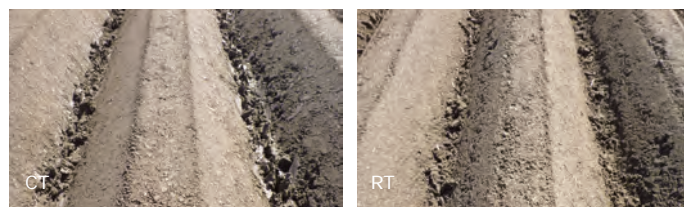


Foto 5 en 6| Gefreesde aardappelruggen in 2017

Tabel 3| Opbrengst aardappel in 2017 per sortering

	0-28 mm	28-35mm	35-45mm	45-50mm	50-55mm	55-60mm	60mm op	tarra	bruto knolgewicht	netto 28 mm op
	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha
CT	0.38	1.24	5.37	10.44	14.07	10.07	6.02	0.12	47.71	47.20
RT+	0.25*	1.35	4.81	8.35*	12.43	11.52	6.53	0.25	45.49	45.00
RT-	0.29	1.22	4.80	8.33*	12.66	10.82	7.46	0.41*	46.00	45.30

\*significant verschil met CT (ploegen)

Op 14 augustus is het loof gebrand omdat de aardappelen uit de maat dreigden te groeien. De aardappelen van geploegde grond brachten zowel de hoogste bruto als de hoogste netto opbrengst in de maat 28 mm op, alhoewel de verschillen niet significant zijn (tabel 3). Met name in de maten 45-50 en 50-55 mm was de opbrengst bij gereduceerde grondbewerking lager, waarbij het verschil in de maat 45-50 significant was. Bij de grovere sorteringen vanaf 55 mm was de opbrengst bij gereduceerde grondbewerking wat hoger. Dit kan duiden op een lager knolaantal waardoor de knollen eerder uit de maat kunnen groeien. Na de oogst van de aardappelen is grasklaver ingezaaid.

De keuze voor een Phytophthora resistent aardappelras laat de opbrengstpotentie van de grondbewerkingssystemen zien. Rond half juni was de gewasstand van de niet geploegde objecten beter maar een proefrooiing een maand later liet een beduidend hogere bruto-opbrengst zien van geploegde grond. De maatsortering van aardappelen gegroeid op niet geploegde grond lijkt gelijkmatiger dan die van niet geploegde grond.

### Zomertarwe (biologisch)

In 2017 is er in plaats van stamslabonen zomertarwe gezaaid omdat er geen afzet was voor de stamslaboon. De teelt van de zomertarwe in dit jaar was vanwege andere voorvruchten anders dan de teelt van de zomertarwe in het 4e jaar. Stamslabonen hebben een veel lagere N-behoefte dan zomertarwe waardoor er in het bemestingsplan voor deze zomertarwe weinig mestruimte over is.

De voorvrucht peen was vroeg geoogst op 7 oktober 2016. Vanwege de goede omstandigheden is er voor gekozen om in de systemen zonder ploegen nog haver als groenbemester in te zaaien. Door de zachte winter is deze haver niet afgevroren en ging zelfs al vroeg in het voorjaar aan de groei. Deze is op 28 maart 2017 geklepeld en licht ingewerkt met een cultivator met brede ganzevoeten. Op 31 maart en 3 april zijn nog twee bewerkingen nodig geweest met kopeg/wiedeg en wiedeg om de havergroenbemester te vernietigen. Op 6 april is het ras Lennox gezaaid en op 26 april bemest met 2 ton/ha gedroogde kippenmest.

Door de overgebleven haverpollen, was de onkruidbestrijding in de RT systemen lastiger en moest er intensiever gewiedegd en geschoffeld worden met als gevolg plantverlies. Dit heeft mede geleid tot een (significant) lagere opbrengst bij de RT systemen bij de oogst op 14 augustus (tabel 4). Daarnaast had de havergroenbemester in de winter en het vroege voorjaar veel stikstof vastgelegd waardoor er minder N beschikbaar was voor de tarwe in de RT systemen. (Nmin 0-90 cm CT: 65 kg N/ha, RT: 13 kg N/ha)



Figuur7| Graanoogst vanaf rijpad met combine op 3.15 meter

Tabel 4| Opbrengst zomertarwe in 2017

	bruto gewicht	vocht	netto 16% vocht	DKG	HLG
	kg/ha	%	kg/ha	g	g
CT	4555	15.15	4601	42.0	777
RT+	3336*	15.25	3365*	39.6*	775
RT-	3564*	15.25	3597*	40.0*	775

\*significant verschil met CT (ploegen)

Na een stoppelbewerking is een groenbemestermengsel van gele mosterd, voederwikke, facelia, Alexandrijnse klaver, Gingellikruid, vlas en tillage rammenas ingezaaid.

In biologische graanteelt zijn verschillen in opbrengst tussen teeltsystemen vaak terug te voeren op plantaantallen. Deze verschillen worden voornamelijk veroorzaakt door plantuitval door mechanische onkruidbestrijding. Aanwezigheid van stoppels van groenbemesters zorgt voor stropen van gewasresten bij eggen en schoffelen en daardoor beschadiging en uitval van planten. Groenbemesters die weinig gewasresten achterlaten of makkelijk te verkleinen zijn hebben de sterke voorkeur.

### Pompoen (biologisch)

De voorvrucht van de pompoen was een 1,5 jarige grasklaver teelt. Deze is op beide RT systemen eind november 2016 met de schijveneg bewerkt en in het systeem CT op hetzelfde moment geploegd.

In het voorjaar van 2017 is er bij alledrie bewerkingssystemen eind maart een bewerking geweest met kopeg/combirol en eind april allen met de combirol. Bij de RT systemen was een dag voor het zaaien een derde bewerking met de combirol nodig. De bemesting bestond uit 25 ton vaste rundveemest gegeven in het najaar van 2016, 25 m3 rundveedrijfmest in het voorjaar en 1 ton kippenmestkorrels in juni. In totaal werd er met deze drie giften, en de te verwachten



mineralisatie uit de grasklaverstoppel, 179 kg werkzame stikstof gegeven. Op 28 mei is het ras Amoro gezaaid. Er is in verband met de proefopzet bewust gekozen voor het ras Amoro. Bij dit busstype blijven de planten op de bedden groeien waar ze gezaaid zijn en kan er een betrouwbare opbrengstbepaling gedaan worden van de verschillende grondbewerkingssystemen. Door droogte in de periode na zaai kiemden er in de losse geploegde grond minder planten (zie tabel 5). De gewasontwikkeling van de planten op de geploegde grond was duidelijk anders dan op niet geploegde grond. Het hele seizoen stond er minder loof, maar dit heeft niet geleid tot een lagere opbrengst. Zoals in tabel 5 te zien is, was het netto leverbare gewicht op alle drie systemen nagenoeg gelijk. De planten op geploegde grond hadden meer vruchten per plant waardoor het lagere plantaantal gecompenseerd werd en er in totaal zelfs meer leverbare pompoenen per ha gegroeid zijn. Na de oogst van de pompoenen is als groenbemester gele mosterd ingezaaid.

De vochttoestand van de bodem is essentieel voor de gewasopkomst van pompoenen. Het relatief late zaaitijdstip (eind mei) maakt dat deze eigenschap onderscheidend kan zijn in gewasopkomst en plantaantal van pompoen. Rond de langste dag was het verschil in plantaantallen en gewasontwikkeling zichtbaar. Dit resulteerde uiteindelijk in een hogere opbrengst (niet significant) voor de objecten met gereduceerde grondbewerking (RT) ten opzichte van ploegen (CT). Het verschil is minder groot dan op grond van gewasstand in het begin van het groeiseizoen verwacht werd.

Tabel 5 | Opbrengst pompoenen in 2017

	netto gewicht	droge stof	droge stof gewicht	aantal planten	aantal pompoenen	pompoenen per plant
	kg/ha	%	kg/ha	n/ha	n/ha	n/plant
CT	53439	8.3	9181	13810	36984	2.69
RT+	54074	9.1	9136	14339	34815	2.43*
RT-	54550	8.5	9102	14444	34444*	2.39*

\*significant verschil met CT (ploegen)

## Algemeen

Het achterwege laten van ploegen als hoofdgrondbewerking heeft consequenties op velerlei aspecten van de teelt. Zo zullen resten van gewas en groenbemesters het zaairesultaat beïnvloeden enerzijds door veranderingen in het zaai-bed maar kunnen ook zorgen voor hinder bij mechanische onkruidbestrijding. Per gewas is het effect van veranderingen in plantaantallen verschillend. Suikerbieten kunnen vrijgekomen ruimte efficiënter benutten dan een graangewas. De gewasontwikkeling en uiteindelijke afrijping van een graangewas worden mede beïnvloed door de beschikbaarheid van vocht.

## Vervolg

De komende jaren zal het object RT- gefaseerd vervangen worden door ondiep ploegen. Naast gereduceerde grondbewerking met woelen na de oogst (RT+) zal er in de rotatie van het gangbare en biologische teeltsysteem ondiep (15 cm) geploegd worden wanneer gereduceerde grondbewerking niet optimaal werkt en de teelt en productie van het hoofdgewas teveel beperkt. Dit betekent dat er in het gangbare systeem vóór de zaaiuien en in het biologische systeem vóór de pompoenen ondiep wordt geploegd en eventueel vóór de teelt van peen.

Meer informatie | [derk.vanbalen@wur.nl](mailto:derk.vanbalen@wur.nl) | T | +31 (0)320-291 343  
 Meer informatie | [wiepie.haagsma@wur.nl](mailto:wiepie.haagsma@wur.nl) | T | +31 (0)320-291 623  
 Uitgevoerd door | Wageningen University & Research | Open Teelten  
 Gefinancierd door | Programma Beter Bodembeheer



Dit project ontvangt financiële steun van de Topsector Agri & Food. Binnen de Topsector werken bedrijfsleven, kennisinstellingen en de overheid samen aan innovaties voor veilig en gezond voedsel voor 9 miljard mensen in een veerkrachtige wereld.

De resultaten van de lange termijn proef Bodemgezondheid op Zand laten zien dat met een aantal praktisch toepasbare maatregelen, maar ook met aanpassingen in teeltsystemen (o.a. de keuze van de groenbemester), de bodemgezondheid langjarig is te verbeteren en dat zo de opbrengst en kwaliteit van gewassen kan worden verhoogd.

## Proefopzet

*In het voorjaar van 2006 is op de WUR-OT onderzoek locatie Vredepeel (Limburg) een langjarige veldproef gestart. Er zijn vier teeltsystemen aangelegd: twee gangbare- en twee biologische systemen. Beide systemen zijn opgedeeld in een Good Practice (GP) en een Best Practice (BP) variant. Belangrijkste onderscheid tussen GP en BP is de keuze van de groenbemester; Japanse haver (in BP) en rogge (in GP). De grond is er typerend voor lichte (zand)gronden; besmet met verschillende plantparasitaire aaltjes en schadelijke bodemschimmels. Gekeken wordt of het mogelijk is om met verschillende teelt- en bodemmaatregelen de bodemkwaliteit (bodemgezondheid en bodemweerbaarheid) duurzaam te verbeteren. Daarnaast worden de contrasten in de proef gebruikt voor het ontwikkelen van indicatoren waarmee bodemkwaliteit kan worden gemeten en adviezen op kunnen worden gebaseerd*

Vanaf 2017 worden de varianten GP en BP niet meer voortgezet maar wordt een zesjarige vruchtwisseling van aardappel-conservenerwt-prei-gerst-peen-mais, zoals in de systeemproef BodemKwaliteit op zand, gevolgd. De verbinding tussen deze twee lange termijn proeven maakt een integrale analyse van resultaten beter mogelijk. In 2018, na de oogst van de conservenerwt, zijn de volgende maatregelen uitgevoerd:

**Gras-klaver:** half juli is een mengsel van witte klaver en Engels raaigras (1 : 5 kg, 40 kg /ha) gezaaid. De teelt van groenbemers, zeker mengsels met stikstofbindende gewassen zoals klavers, leggen verschillende nutriënten vast, leveren organische stof en zijn positief voor de bodemstructuur. De groenbemers kunnen echter ook waardplant zijn voor bodemorganismen, zoals plantparasitaire aaltjes of (mycorrhiza)schimmels.

**Tagetes:** vanaf half juli tot en met half november zijn afrikaantjes (*Tagetes patula*) geteeld, als vanggewas voor het wortellessieaaltje. Met betrekking tot andere gevolgen op het bodemleven/bodemkwaliteit is nog vrij weinig bekend.

**Mengsel van groenbemers:** half juli is een complex mengsel van groenbemers gezaaid. Een mengsel met 14 componenten, met o.a. grasachtige, klavers en verschillende cruciferen. Verondersteld wordt dat een mengsel van groenbemers een groter effect heeft op



structuur, vastleggen en beschikbaar komen van nutriënten en organische stof aanvoer dan een enkelvoudige groenbemester.

**Compost:** 50 ton/ha natuurcompostgrond. Doel is de organische stof voorraad, de bodemstructuur en het leefmilieu van het bodemleven te verbeteren.

**Chitine:** 10 ton/ha chitine (garnalenafval). Bij de omzetting van dit materiaal ontstaan diverse afbraak producten o.a. ammoniak, dat kan leiden tot directe doding van bodemorganismen. Daarnaast stimuleert de chitine o.a. in de bodem aanwezige (chitinolytische) micro-organismen.

**Keratine:** 7 ton/ha haarmeel. Het bodemleven reageert op de toevoeging van deze reststroom. In biotoetsen kon de bodemweerbaarheid worden verhoogd door haarmeel aan de grond toe te voegen.

**Anaerobe grondontsmetting:** 50 ton/ha vers gras is in de bouwvoor ingewerkt en gedurende 8 weken afgedekt met plastic. Bij de omzetting van het organische materiaal ontstaan verschillende afbraakproducten en wordt zuurstof onttrokken waardoor het bodemleven sterk verandert en onder andere diverse bodempathogenen worden gedood.

**Niet-biologische grondontsmetting:** in het gangbare systeem is een natte grondontsmetting (NGO) met 300 L/ha Monam uit gevoerd. Bij NGO sterft normaal gesproken 60-80% van het bodemleven af. In het biologische bedrijfssysteem is de grondontsmetting uitgevoerd met een biologisch product, namelijk Terrafit (zaadmeel), een natuurlijk product gebaseerd op mosterdzaad.

**Combinatie (Combi):** na anaerobe grondontsmetting is eind september haarmeel (7 ton/ha) en compost (50 ton/ha) toegepast. Dit is een dure oplossing maar het is voorstelbaar dat de verschillende maatregelen elkaar aanvullen, waardoor er een beter (of duurzamer) effect is op de bodemgezondheid.

**Controle (zwarte braak):** na de conservenerwten is de grond mechanisch of chemisch vrij gehouden van onkruid.



Figuur 1 | Verschillende maatregelen in de proef



## Waarnemingen

Gedurende het project worden veel verschillende metingen uitgevoerd om te onderzoeken wat er in de bodem verandert. Ten eerste wordt er uitgebreid gekeken naar pathogene aaltjes en bodemschimmels. Van de gewassen worden verschillende opbrengst en kwaliteitsaspecten bepaald. Daarnaast worden verschillende biotische en abiotische karakteristieken van de grond bepaald, zoals de pH, nutriënten, organische stof, bacterie- en schimmelbiomassa en aaltjegemeenschappen. Binnen het project worden ook verschillende moleculaire technieken uitprobeerd en biotoetsen uitgevoerd met grond afkomstig uit de veldproef.

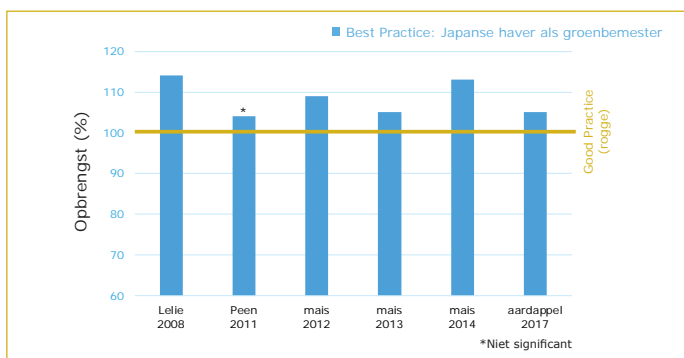
## Resultaten

### Periode tot 2017:

“Best Practice” (met o.a. een gerichte groenbemesterkeuze) leidt tot een betere beheersing van plant parasitaire aaltjes en meeropbrengsten variërend van 5 tot bijna 15% (Fig.2).

De bodem microbiologische gemeenschap en het functioneren ervan is significant veranderd door het type bodemmanagement (Bio versus gangbaar) in combinatie met bodemgezondheidsmaatregelen.

Anaerobe grondontsmetting, chitine en de teelt van tagetes hebben de besmetting van plant parasitaire aaltjes en/of de bodemschimmel *Verticillium dahliae* langjarig verlaagd.



Figuur 1| Relatieve opbrengst van het systeem Best Practice

### Resultaten 2017:

In 2017 zijn, ter afronding van de periode 2006-2016, aardappelen als toets-gewas geteeld. De opbrengst en kwaliteit van de aardappelen zijn een afspiegeling van de huidige bodem (kwaliteit).

De vier teeltsystemen (Bio-Best Practice, Bio-Good Practice, Gangbaar-BP en Gangbaar-GP) hebben een betrouwbaar effect gehad op de aardappelopbrengst. Gemiddeld is de opbrengst in de systemen Best Practice (BP) 4 ton/ha (6 a 7%) hoger dan in de Good Practice (GP) systemen. De opbrengst in de biologische systemen is gemiddeld 5 ton/ha (8 a 9%) lager dan in de gangbare systemen.

De besmetting wortelstelselaaltje en Trichodoride aaltjes zijn in de teeltsystemen GP betrouwbaar hoger dan in de systemen BP. Tussen Bio en Gangbaar zijn geen verschillen (meer) waargenomen.

## Vervolg

De komende jaren zullen laten zien wat de langere termijn effecten zijn. Dit project leent zich voor verdiepend detailonderzoek. Daarnaast is er nog ruimte voor derden om binnen de twee nog niet ingevulde rotaties eigen objecten in te brengen.



Figuur 2| Aardappelteelt 2017

Meer informatie | [johnny.visser@wur.nl](mailto:johnny.visser@wur.nl) | T | +31 (0)320-291 672  
 Meer informatie | [leendert.molendijk@wur.nl](mailto:leendert.molendijk@wur.nl) | T | +31 (0)320-291 644  
 Uitgevoerd door | Wageningen University & Research | Open Teelten  
 Gefinancierd door | Programma Beter Bodembeheer



Dit project ontvangt financiële steun van de Topsector Agri & Food. Binnen de Topsector werken bedrijfsleven, kennisinstellingen en de overheid samen aan innovaties voor veilig en gezond voedsel voor 9 miljard mensen in een veerkrachtige wereld.



