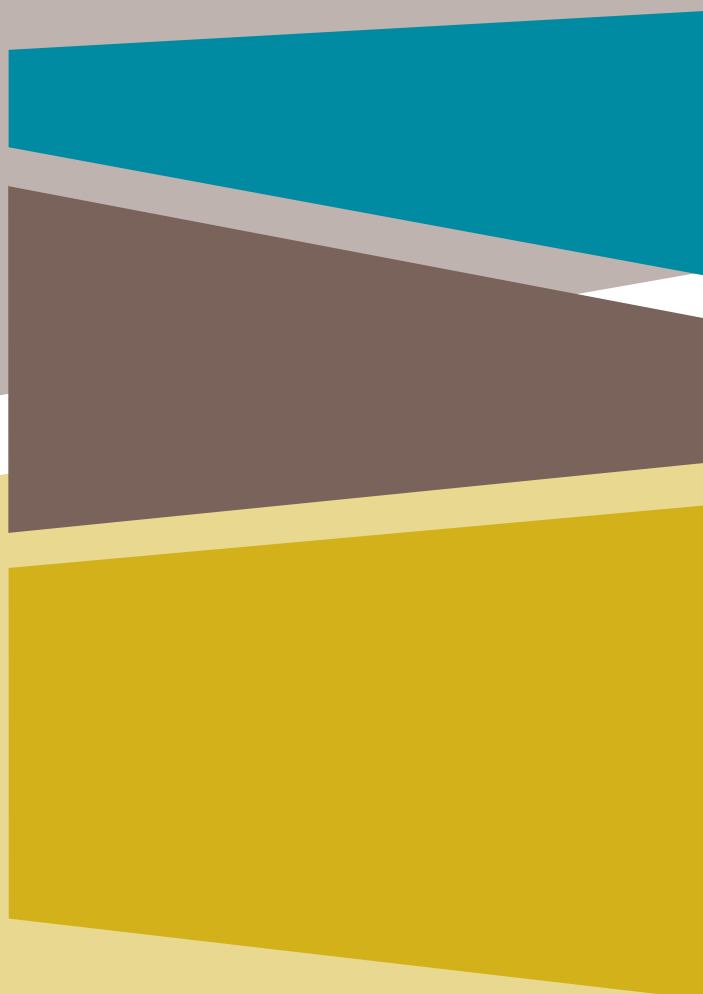




**PPS beter Bodembeheer** | Jaarverslagen Systeempoeven - 2018



# Inhoud | Jaarverslagen 2018

## PPS Beter Bodembeheer



Wageningen University & Research | Open Teelten

Bodemkwaliteit Veenkolonien

Bodemkwaliteit op Zand

Bodemkwaliteit op Zavel/Kleigrond

Bodemkwaliteit Bodemgezondheid



In 2018 waren de opbrengsten in de systeemproef Bodemkwaliteit Veenkoloniën laag vanwege de droogte. Opvallend was de veel hogere opbrengst in aardappel in de objecten met Tagetes ten opzichte van het standaard object. Door een lage wortellesieaaltje besmetting heeft Tagetes minder groeiremming wat een positieve invloed heeft op wortel ontwikkeling en vochtopname.



## Jaarverslag 2018

*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 systeemproef 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, in varianten: Tagetes vervangt zomergerst elke keer (1:4) en Tagetes vervangt zomergerst om de keer (1:8)
- **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 (object 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

Alle gewassen zijn in de tweede helft van april gezaaid en gepoot. Het jaar 2018 was warm en droog, maar begon met een nat voorjaar meerdere hevige buien waardoor de grond dicht slempte. Op 13 mei viel vervolgens in een bui circa 48 mm water in korte tijd wat leidde tot waterschade in de

aardappelen en suikerbieten op de lage delen van de percelen. Enkele veldjes aardappelen zijn daarom overgepoot. De zomer was erg droog. Daarom zijn de aardappelen twee keer beregend en de suikerbieten één keer. Ondanks de beregening, lag de opbrengst duidelijk onder het niveau van de voorgaande jaren (zie tabel 1). De zomergerst opbrengst was in 2018 goed met opbrengsten tussen 8,5 en 9 ton/ha. Omdat de Seresta's vroeg waren afgestorven, zijn deze al op 13 september geoogst. De Tagetes is door de droogte pas 20 augustus gezaaid. Eerder was zinloos door gebrek aan vocht. Begin oktober is het gewas afgevroren. Vanwege risico op veronkruiding zijn de veldjes eind november doodgespoten om de grond onkruidvrij te houden. De Japanse haver is ook eind augustus ingezaaid en heeft zich goed ontwikkeld.



Figuur 1 | Waterschade bij Festien



Figuur 2 | Stuifdek

## Minder intensieve grondbewerking

*Door te woelen blijven er meer gewasresten en nutriënten boven in de bouwvoor. Woelen zorgt ervoor dat de droge grond bovenin blijft, terwijl met spitten de vochtige grond uit de onderlaag naar boven komt. Ook is de kans op winderosie, of stuiven, minder omdat de grond wat grover klaargelegd wordt en vanwege de gewasresten die bovenin blijven.*

### Observaties

In het voorjaar waren de verschillen tussen de objecten spitten en woelen kleiner dan in voorgaande jaren. Het stuifdek van zomergerst op het suikerbietperceel was goed ontwikkeld (zie figuur 2). Er was geen verschil in opkomst en groeisnelheid in gewoelde en gespitte stroken.

### Resultaten

Ondanks de waargenomen verschillen, was de opbrengst tussen woelen en spitten in alle gewassen niet verschillend behalve in suikerbiet. Dit was in eerdere jaren ook zichtbaar. Dit jaar is het verschil in opbrengst 1.3 ton suiker per ha meer voor object woelen in vergelijking met object spitten.

## Tagetes als vanggewas

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

### Observaties

In 2018 was de zaai van de *Tagetes* erg laat en daardoor was de ontwikkeling beperkt. Met de vroege nachtvorst mag verwacht worden dat de *Tagetes* dit jaar weinig tot geen effect op de populatie van Pp gehad heeft. Dit wordt in de meting van voorjaar 2019 duidelijk.



Figuur 2 | Tagetes 19 oktober afgestorven

### Resultaten

In het voorjaar van 2018 was op alle percelen de populatie Pp in de *Tagetes* objecten heel laag. In het Standaardobject (zonder *Tagetes*) was de populatie Pp matig tot sterk toegenomen t.o.v. 2017. Later in het jaar nam de populatie in de *Tagetes* objecten weer licht toe. In het object *Tagetes* 1:4 was de populatie kleiner dan 1 Pp per 100 ml en in het object *Tagetes* 1:8 100 Pp en in het object Standaard ruim 400 Pp per 100 ml.

De zetmeelopbrengst van de zetmeelaardappelen na *Tagetes* was significant hoger (Seresta 39%, 2.6 ton/ha zetmeel, Festien 13%, 1.1 ton/ha zetmeel). Bij *Tagetes* 1:4 bracht de meerwaarde in zetmeel meer op dan de teeltkosten van *Tagetes* en de gemiste zomergerstopbrengst. Met name in het object Seresta lijkt het dat (het voor Pp gevoelige ras) Seresta ook bij lage Pp-niveaus beter met droge omstandigheden kan omgaan. Waarschijnlijk komt dit door een beter ontwikkeld wortelstelsel omdat Pp minder schade aan de wortels kon toebrengen.

Bij de Festien in object *Tagetes* 1:8 was de opbrengst 0,4 ton/ha lager. Hier lag het Pp niveau tussen de objecten *Tagetes* 1:4 en Standaard in. Het opbrengsteffect geeft een ander beeld wanneer de resultaten van NKG en spitten samen genomen worden: de opbrengst van object *Tagetes* 1:8 ligt dan 0,5 ton hoger dan object standaard maar 0,8 ton onder object *Tagetes* 1:4. Er was zoals verwacht geen effect van de *Tagetes* op de opbrengst van de suikerbiet en zomergerst.

## Compost

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

Het organische stofgehalte in de bodem is na vijf jaar nog niet gestegen. De opbrengsten zijn voor Festien, suikerbiet en zomergerst (licht) hoger bij de objecten met compost dan bij de objecten zonder compost. Bij Seresta was er een licht negatief effect van de compost.

Vanwege een verhoogde aanvoer van  $P_2O_5$  (65kg/ha),  $K_2O$  (95kg/ha) en werkzame N (minimaal) in object Compost is er een verschil in de nutriëntenbalansen van object Compost en object Standaard. De opbrengstverschillen zijn mogelijk vooral hoger door de hogere nutriëntenaanvoer. In toekomstige jaren zal dit worden aangepast op behaalde opbrengsten om een nutriëntenoverschot te voorkomen en betere vergelijkingen te kunnen maken.



Figuur 3 | NKG met woelen links en spitten rechts

## Ca/Mg verhouding

Een aangepaste kali-, calcium- en magnesium-bemesting op basis van de Albrecht methode voor een juiste K-Ca-Mg-verhouding in de bodem belooft bij te dragen aan optimale gewasgroei en betere opbrengsten.

### Observaties

In Seresta stond het Ca/Mg object beter dan het Standaard object maar veel minder goed dan de objecten *Tagetes* en Combi. In de overige teelten was geen verschil.

### Resultaten

Het Calcium en Magnesium niveau in de bodem ligt in de Ca/Mg objecten ongeveer op de gewenste verhouding van 5,7:1. Dat komt voornamelijk door een stijging van de Mg-gehalten in de bodem. In het Standaardobject is dit circa 10:1. De absolute waarden van het percentage aan het CEC-complex ligt voor Ca en Mg wel lager dan de streefwaardes volgens de Albrecht-methode, dit komt door de lagere pH op Veenkoloniale gronden waardoor meer  $H^+$  wordt gebonden aan het uitwisselcomplex.

In 2018 was het veldgewicht en de zetmeelopbrengst van de beide aardappelrassen en van de suikerbiet in het Ca/Mg object in tegenstelling tot 2017 iets lager dan het Standaardobject. In zomergerst is geen opbrengsteffect gemeten.



In het plantsap van de geogste aardappelen waren hogere Nitraat-, K-, Ca en Mg-gehalten. In de plant waren alleen hogere K- en S-gehalten maar lagere Ca-gehalten.

### Steenmeel

*Jaarlijkse toediening van twee soorten steenmeel (beide 3 t/ha) in periode 2014-2017 om de bindingscapaciteit van de bodem voor nutriënten te verbeteren (zeoliet) en sporenelementen aan de bodem toe te voegen (bioliet).*

#### Resultaten

Alleen de objecten met het aardappelras Festien en de Suikerbiet had een significant hogere zetmeel- en suikeropbrengst t.o.v. het Standaardobject. De zetmeelopbrengst was 0,9 ton/ha hoger, de suikeropbrengst 0,8 ton/ha. In de andere gewassen was geen effect in opbrengst.

### Combi

*In dit object stapelen we alle maatregelen om een maximaal effect op de bodemkwaliteit te verkrijgen.*

Vanwege de combinatie van maatregelen is er een risico op een te hoge kali aanvoer met als gevolg een negatief effect op het zetmeelgehalte van de aardappelen. De kalibemesting is daarom niet gestapeld maar beperkt tot een niveau dat circa 40 kg boven het Standaardobject ligt.



Figuur 4 | Profielbeoordeling gedurende het groeiseizoen

### Resultaten

Vergeleken met de andere objecten, gaf object Combi hogere opbrengsten dan het Standaardobject: 0,8 ton zetmeel/ha in Festien, 2 ton/ha zetmeel/ha in Seresta, 0,9 ton suiker/ha in suikerbiet en 0,4 ton/ha in zomergerst. Maar de opbrengsten zijn niet hoger dan opbrengsten in een aantal objecten met individuele maatregelen. In de Festien gaven het Tagetes- en het steenmeelobject een hogere opbrengst, in Seresta het Tagetesobject. In suikerbiet en zomergerst was de opbrengst in het Combi object vergelijkbaar met het compostobject. Er is dus in geen van de gewassen een extra plus van de combinatie van maatregelen. Het effect van Tagetes op het wortellesieaaltje is gelijk aan het object Tagetes in aardappel.

De bodemvruchtbaarheid in het Combi object is beter dan in het Standaardobject. Het organisch stofgehalte is hoger met gemiddeld 0.7%, de gemeten hoeveelheden fosfaat, kali, calcium en magnesium zijn hoger en de CEC en de CEC-bezetting zijn hoger. Ook de pH is 0.4 hoger dan object Standaard. De hogere bodemvruchtbaarheid komt echter niet duidelijk tot uiting in hogere opbrengsten, gezien dat het effect op opbrengst vooral veroorzaakt lijkt te worden door de Tagetes.

In de plantsapmetingen van de geogste aardappelen vinden we hogere Nitraat- en Ca- gehalten. Het Na-gehalte is lager. In de plant vinden we lagere Ca- en Mn-gehalten en hogere Mg-gehalten

### Vervolg

Het project Bodemkwaliteit Veenkoloniën loopt in ieder geval tot 2020. In 2019 wordt de strategie van de afgelopen jaren voortgezet. Binnenkort wordt een meerjarenevaluatie over de periode 2014-2017 gepubliceerd, deze evaluatie wordt in 2020 geactualiseerd. De resultaten van het project worden via open dagen, vakbladartikelen en presentaties uitgedragen naar boeren, adviseurs en andere belanghebbenden.



Figuur 5 | Festien aardappel na waterschade met verrotte uitlopers





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

	Opbrengst (t/ha)						
	Seresta		Festien		Suikerbiet		Zomergerst
	Knol	Zetmeel	Knol	Zetmeel	Wortel	Suiker	Korrel
Standaard	29,8	6,6	44,3	10,3	58,4	11,5	8,7
NKG	29,4	6,6	43,6	9,9	51,6	10,2	8,9
Tagetes 1:4	42,3	9,2	51,0	11,4	60,2	11,7	
Tagetes 1:8			45,1	9,9			8,6
Compost	29,2	6,2	47,3	11,1	57,9	11,4	9,0
Ca/Mg	32,3	6,9	43,7	9,5	51,1	10,3	8,3
Steenmeel	29,9	6,5	49,0	11,2	61,7	12,3	8,6
Combi	40,8	8,6	49,1	11,1	63,5	12,4	9,0

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	192	62	212	142	48	194	50	13	18
NKG	192	62	212	142	48	194	50	13	18
Tagetes	152	62	212	125	36	180	27	25	32
Compost	315	112	247	141	49	174	174	63	74
Ca/Mg	192	62	213	137	47	169	55	15	44
Steenmeel	192	62	212	138	48	173	53	14	39
Combi	*315	112	247	155	52	192	160	59	55

\* totale stikstof aanvoer

Tabel 3| N min per gewas voor de verschillende type grondbewerkingen (kg/ha)

	Nmin (kg/ha)					
		Na oogst*		Najaar		
		0-30 cm	30-60 cm	0-30 cm	30-60 cm	60-90 cm
Seresta	Spitten- Standaard	61	41			
Seresta	NKG-Combi	54	44			
Festien	Spitten- Standaard			44	17	15
Festien	NKG-Combi			47	23	17
Suikerbiet	Spitten- Standaard			14	10	11
Suikerbiet	NKG-Combi			13	10	10
Zomergerst	Spitten- Standaard	22	33	5	5	12
Zomergerst	NKG-Combi	14	8	4	2	8

\*Nmin na oogst en najaar voor Festien en Suikerbiet vallen samen, Voor Seresta alleen N-min na oogst uitgevoerd



Meer informatie | [paulien.vanasperen@wur.nl](mailto:paulien.vanasperen@wur.nl) T | +31 (0)320-291 211  
 Meer informatie | [janjo.dehaan@wur.nl](mailto:janjo.dehaan@wur.nl) T | +31 (0)320-291 626  
 Uitgevoerd door | Wageningen University & Research | Open Teelten  
 Meer informatie | [www.beterbodembeheer.nl](http://www.beterbodembeheer.nl)



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.



2018 was een bijzonder jaar, de teeltomstandigheden waren met een nat en koud voorjaar en een droge hete zomer anders dan anders, en de resultaten daardoor ook: de percelen met een lage organische stofaanvoer hadden dezelfde opbrengst als de standaard percelen. Niet kerende grondbewerking gaf in 2018 in de gangbare systemen een meeropbrengst van 10%.



## Jaarverslag 2018

*In het project Bodemkwaliteit op Zand wordt het effect van organische stof aanvoer en niet-kerende grondbewerking onderzocht. 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:*

- **LAAG** - aanvoer van +/- 1000 kg effectieve organische stof (EOS)/ha/jaar, geen aanvoer van organische stof met mest, gebruik van mineralenconcentraat, spuiwater en kunstmest als meststoffen.
- **STANDAARD** - aanvoer van +/- 2000 kg EOS/ha/jaar, standaard organische bemesting met drijfmest
- **BIO** - aanvoer van 3000 kg EOS/ha/jaar. Organische bemesting met stalmest en rundveedrijfmest, geen kunstmest.

Binnen deze 3 systemen:

- **Compost** - aanvoer van +/- 3000 kg EOS/ha/jaar. In twee van de zes percelen van elk systeem zijn vier compostplots aangelegd. Dit jaar zijn er prei en conservenerwt geteeld.
- **NKG** - op de helft van alle percelen wordt niet-kerende grondbewerking toegepast
- **Ploegen** - op de helft van alle percelen wordt (traditioneel) geploegd

In alle drie de systemen ligt dezelfde zesjarige vruchtwisseling: aardappel (groenbemester: Japanse haver) - conservenerwt (groenbemester: grasklaver) - prei - zomergerst (groenbemester: Japanse haver) - peen - snijmais (groenbemester/vanggewas: wintergerst).



Figuur 1| Beregenen 18 mei

Dit project wordt uitgevoerd in het kader van het programma Beter Bodembeheer, gefinancierd 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.

### Teeltseizoen

De start van het jaar was koud, met een paar grotere buien in het voorjaar. Daarna werd het droog en warm, en het bleef droog en warm. Alle gewassen zijn berekend, variërend van 2 tot 10 keer.

De conservenerwten zijn in 2018 niet geoogst vanwege een hoge besmetting met aaltjes (*M. chitwoodi*), zie figuur 2. De biomassa die er wel stond is ingewerkt en vervolgens is er in plaats grasklaver, Tagetes ingezaaid om de aaltjespopulatie te verminderen

### Gangbare systemen STANDAARD - LAAG

*In tegenstelling tot afgelopen jaren heeft systeem STANDAARD dit jaar gemiddeld geen meeropbrengst ten opzichte van systeem LAAG. De opbrengstniveaus zijn goed, zeker gezien de omstandigheden van 2018.*

### Opbrengsten

De opbrengst in systeem LAAG was op systeemniveau iets hoger dan in systeem STANDAARD in 2018, maar de verschillen zijn klein. Het verschil wordt voornamelijk veroorzaakt door een hogere opbrengst van de peen in systeem LAAG. Gezien de warme en droge omstandigheden vallen de opbrengsten mee.



1 Figuur 2| Aantasting Mchitwoody

De aardappelen hadden een goede opbrengst, van rond de 53 ton, in systeem STANDAARD 2 ton hoger dan in systeem LAAG (zie tabel 1). Vooral in systeem LAAG was dit hoger dan verwacht, omdat deze geteeld werden op een van de mindere percelen.

De prei had een vergelijkbare opbrengst als in 2017, 40 ton in systeem STANDAARD, 32 ton in systeem LAAG. Dit verschil is conform andere jaren. De zomergerst opbrengsten vielen enorm tegen in 2018. Op het zomergerst perceel stond in 2017 prei die niet geoogst maar ingewerkt is, vandaar dat ervoor gekozen is de stikstofgift te verminderen, wat mogelijk de oorzaak is geweest van de tegenvallende opbrengsten. De peenopbrengsten waren hoog, in LAAG nog hoger dan in STANDAARD. Dit verschil kan veroorzaakt worden door een hogere stikstofaanvoer in systeem LAAG. Deze was 50 kg/ha hoger omdat met toediening van mineralenconcentraat in systeem LAAG een lagere gift niet mogelijk was. De snijmais opbrengst was in systeem LAAG ruim 1,5 ton hoger dan in systeem STANDAARD.

De relatief goede opbrengsten van LAAG zijn opvallend in een droog jaar waar juist verwacht wordt dat verschillen in bodemkwaliteit en organische stof zichtbaar worden. Mogelijk was de nutriëntenbeschikbaarheid door de vele beregening in combinatie met de hoge temperaturen geen knelpunt dit jaar en is de invloed van organische stof op de vochtvoorziening toch relatief beperkt geweest.

### Compost

In de conservenerwt was er geen opbrengst. In prei gaf het object compost in systeem LAAG een positief effect op opbrengst, in systeem STANDAARD niet. Dit is conform eerdere jaren.



Figuur 3| Aantasting Meloidogyne chitwoody, 5 juni

### NKG - ploegen

**Niet kerende grondbewerking gaf in 2018 in de gangbare systemen en in het biologische systeem een meeropbrengst van 10%.**

De aardappelopbrengst was 2-3 ton/ha hoger in object NKG dan in object ploegen. In de conservenerwt zijn (zoals eerder vermeld) geen opbrengstbepalingen gedaan. In de prei was de opbrengst voor object NKG in LAAG iets hoger, voor systeem STANDAARD was er nauwelijks verschil. De zomergerst opbrengsten waren in beide systemen voor object NKG ruim 2 ton hoger. In systeem STANDAARD waren de peenopbrengsten voor beide grondbewerkingsobjecten ongeveer gelijk, terwijl in systeem LAAG de opbrengst

voor object ploegen bijna 15% hoger was, waarschijnlijk door stuifschade bij de opkomst. Dezelfde trend zagen we in de snijmais, in systeem STANDAARD vergelijkbare opbrengsten, in systeem LAAG een hogere opbrengst voor object ploegen.

Het goede presteren van de NKG objecten is niet direct verklaarbaar. We zien in de laatste jaren vooral in aardappel en zomergerst wel een positief effect van NKG op opbrengst. Een betere vochtvoorziening door NKG op zandgronden wordt door het geringe belang van capillaire opstijging niet verwacht.

### Bemesting en risico op stikstofverliezen

**De bemestingsstrategie in systeem LAAG leidt tot een lager stikstofoverschot en een lagere nitraatconcentratie in het grondwater in vergelijking tot systeem STANDAARD.**

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 gebruikt wordt. Dit jaar was dit door de hoge mineralisatie maar beperkt nodig.

De berekende gebruiksruimte is 150 kg/ha in de gangbare systemen, maar in systeem STANDAARD wordt slechts 109 kg/ha aangevoerd en in systeem LAAG slechts 119 kg/ha (zie tabel 2). Over het algemeen wordt de gebruiksruimte op gewasniveau echter wel gebruikt en soms zelfs iets overschreden. De gebruiksruimte van de groenbemesters (37 kg/ha/jaar) wordt daarentegen maar deels gebruikt. Groenbemesters worden niet bemest en deze ruimte zou daardoor nog meer in de hoofdgewassen gebruikt kunnen worden.

De stikstofafvoer is in systeem LAAG iets hoger dan in systeem STANDAARD, door het kleine verschil in opbrengsten. Het stikstofoverschot (verschil tussen aanvoer van stikstof via mest en afvoer van stikstof door product) is in 2018 29 kg/ha voor systeem STANDAARD en 9 kg/ha voor systeem LAAG. Deze overschotten zijn relatief laag.

De minerale stikstofvoorraad in de bodem na de oogst en is voor systeem STANDAARD 7 kg/ha lager dan systeem LAAG. voor minerale stikstofvoorraad in de bodem in het najaar is zelfs 20 kg/ha lager.

De nitraatconcentraties in het grondwater in de winterperiode 2018-2019 waren laag. Beide systemen blijven ruim onder de norm van 50 mg/l, alleen de zomergerst in LAAG heeft een uitschieter boven de 50 mg.

De minerale stikstof waarden in de bodem geven aan dat er wel nog veel stikstof in de bodem achtergebleven is, maar deze zien we niet terug in de uitspoelingsmetingen. Een deel van deze stikstof zal dus nog in het bodemprofiel achtergebleven zijn.

Wel zien we dit jaar net als vorig jaar een verhoogde uitspoeling in de compostobjecten waarschijnlijk door een hogere stikstofbeschikbaarheid in vergelijk met de objecten zonder compost. Er is dit jaar weinig verschil in uitspoeling tussen de objecten NKG en ploegen.



De fosfaataanvoer in de gangbare systemen ligt op 45 kg/ha. De fosfaatafvoer ligt voor beide systemen rond de 50 kg/ha. Bij beide systemen is er een klein tekort. Bij STANDAARD is dit 5 kg, bij LAAG 9 kg

### Biologisch systeem

*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.*

#### Opbrengsten

De opbrengsten waren dit jaar goed in het biologische systeem (zie tabel 1). In de aardappelen kwam de Phytophthora in juni al, maar door de hitte is deze eruit gebrand. De opbrengst lag rond de 38 ton/ha. In het biologische systeem was er geen sprake van een schadelijke aaltjes besmetting in de conservenerwten, de opbrengst lag hier op 4 ton. Dit is een redelijke opbrengst gezien het seizoen en de eigenschappen van het ras dat dit jaar geteeld is. De prei opbrengst was goed met 40 ton/ha, vergelijkbaar met gangbaar. De zomergerst opbrengst was zeer matig met 3.3 ton/ha. De peen opbrengst was 65 ton/ha. Opvallend is het grote verschil tussen de bruto en netto opbrengst, er is relatief veel tarra en veel kortere wortels. De mais opbrengsten in BIO waren hoog met 21 ton/ha, dit was 3 ton/ha meer dan in systeem STANDAARD.

#### Compost

In het biologische systeem zien we meestal minder effect van de compostplots op de opbrengsten. Voor de prei was dat ook dit jaar het geval. In de conservenerwt zien we in de compostplots een iets lagere opbrengst.

#### NKG - ploegen

*Ook in BIO is de opbrengst in NKG gemiddeld hoger dan in de ploegpercelen, vooral veroorzaakt door de tegenvallende zomergerst opbrengst in het ploegperceel.*

Op gewasniveau zijn voor bijna alle gewassen de verschillen tussen object NKG en object ploegen klein. In de aardappelen had object NKG 3 ton minder opbrengst. In andere jaren zagen we bij de aardappel juist een hogere opbrengst bij object NKG. Ook voor de conservenerwt was de opbrengst bij object NKG lager dan bij object ploegen. Voor de prei waren de opbrengsten bij beide grondbewerkingen vrijwel gelijk. In de zomergerst was het verschil tussen object NKG en object ploegen groot; de opbrengsten waren 4,2 en 2,5

ton. De peen opbrengst in object NKG was een paar procent hoger dan in object NKG, en de mais opbrengsten waren gelijk.

#### Bemesting en risico op stikstofverliezen

In het biologische systeem is de gebruiksruimte 150 kg N/ha. Er is in 2018 echter slechts 82 kg/ha werkzame stikstof bemest. 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 44 kg/

ha. Dit is hoger dan gangbaar maar lager dan in vele andere jaren. De N-min na de oogst en de N-min in het najaar zijn aan de hoge kant (respectievelijk 64 en 55 kg/ha). Vooral in de zomergerst is de Nmin na oogst heel hoog.

De nitraatconcentraties in het grondwater in de winterperiode 2018-2019 lagen in het biologische systeem ook onder de 50 mg/l. Opvallend is wel dat het niveau dit jaar boven het niveau van de gangbare systemen ligt terwijl in vrijwel alle jaren hiervoor dit lager was. Alle gewassen blijven onder deze norm dit jaar. Ook hier is er dus nog een deel van de stikstof in de bodem aanwezig wat nog niet het grondwater heeft bereikt.

In het biologische systeem is het verschil in nitraat in het bovenste grondwater tussen de objecten NKG en ploegen groot. De concentratie in het ploegobject is meer dan twee keer zo hoog dan bij het NKG object. De uitspoeling in de compostplots is vergelijkbaar met het ploeggedeelte. Er is een fosfaatoverschot van 14 kg/ha. Dit is vergelijkbaar met eerdere jaren.



Figuur 4 | Tagetes 4 augustus

### Vervolg

Jaarlijks evalueren we de resultaten en bespreken deze met collega onderzoekers en de begeleidingscommissie van telers. In 2019 wordt de uitvoering van de proef voortgezet zoals in 2018, met enkele kleine aanpassingen omtrent de rassenkeuze voor bepaalde gewassen. Daarnaast gaan we in de bodemgezondheid-proef op enkele biologische veldjes een gangbare strategie toepassen in twee varianten. Eén waarin de bemesting geheel op biologische wijze is en alleen gewasbescherming toegepast wordt en één waarin ook de bemesting tot het gangbare niveau met kunstmest wordt aangevuld. Tot slot gaan we vooruitkijken naar een eventueel vervolg van het onderzoek na 2020 (wanneer de huidige financiering stopt).

### Aanvullende documentatie

In 2018 zijn een aantal rapporten en wetenschappelijke artikelen over de resultaten van het onderzoek van Bodemkwaliteit op Zand verschenen.

Zie | <https://www.beterbodembeheer.nl/nl/beterbodembeheer/themas/Lange-termijn-proeven.htm#tab2>.

Lees ook het artikel over organische stof en de resultaten van deze proef in het digitale magazine

Zie | [https://www.beterbodembehemagazine.nl/nl/NL/9809/145527/organische\\_stof.html](https://www.beterbodembehemagazine.nl/nl/NL/9809/145527/organische_stof.html)



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	53.6	-	40.2	3.5	112.9	18.2	100%
	NKG	55.5	-	39.2	5.6	115.0	17.7	112%
LAAG	ploegen	51.4	-	32.1	3.8	138.5	19.8	104%
	NKG	54.9	-	34.7	5.9	120.9	16.9	111%
<b>Biologisch systeem</b>								
BIO	ploegen	38.3	4	39.8	2.5	63.8	21.0	100%
	NKG	35.3	3.3	39.5	4.2	66.1	21.1	108%

\* Marktbaar opbrengst | \*\* Marktbaar opbrengst, gecorrigeerd naar 15% 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	135	106	29	45	50	-5
LAAG	ploegen	119	111	9	44	52	-9
<b>Biologisch systeem</b>							
BIO	ploegen	150	105	44	63	49	14

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	43	39	15
	NKG	41	-	15
	compost	-	57	18
LAAG	ploegen	50	59	25
	NKG	49	-	18
	compost	-	118	29
<b>Biologisch systeem</b>				
BIO	ploegen	64	55	44
	NKG	50	-	16
	compost	-	58	39



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



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.



Tijdens het droge en warme teeltseizoen van 2018 is de potentie van de grondbewerkingssystemen getest door de gewassen niet te beregenen. De opbrengst van de granen en de aardappelen was goed; op niet geploegde grond gemiddeld hoger dan op geploegde grond. De opbrengst van de zaaiuien was laag; op geploegde grond hoger dan op niet geploegde grond. Voor de teelt van de gangbare zaaiuien is voor het eerst ook ondiep geploegd.



## Jaarverslag 2018

In het project *Bodemkwaliteit op zavel/klei (BASIS)* worden praktisch toepasbare maatregelen ontwikkeld die bijdragen aan duurzaam bodembeheer. De maatregelen worden onderzocht en getoetst in een systeemproef op semi-praktijkschaal in een gangbaar en een biologisch teeltsysteem. Er wordt gekeken naar de effecten op o.a. opbrengst en bodemkwaliteit.

De volgende maatregelen worden onderzocht:  
Vanaf 2009:

- **Gereduceerde grondbewerking (RT-)** - Niet kerende grondbewerking zonder woelen
- **Standaard grondbewerking (CT)** - Ploegen in het najaar, 23-25 cm
- **Gereduceerde grondbewerking (RT+)** - Niet kerende grondbewerking met woelen, max 15 cm

Vanaf 2018:

- **Ondiep ploegen (SP)** – bovenover ploegen in het voorjaar, max 15 cm

Door gebruik te maken van een systeem met vaste rijpaden wordt de bodem grotendeels niet bereiden en kan het effect van gereduceerde grondbewerking versterkt worden.

### Vruchtwisseling per teeltsysteem

#### Gangbaar:

- 1 pootaardappel\*
- 2 suikerbiet
- 3 zomergerst\*
- 4 zaaiui\*

#### Biologisch:

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

\* met groenbemesters na de teelt

In de proefopzet met twee gangbare percelen en drie biologische percelen wordt ieder jaar de helft van de gewassen uit de rotatie geteeld. In 2018 zijn op de gangbare percelen zaaiuien en zomergerst geteeld. Op de biologische percelen stonden aardappel, haver en grasklaver. Naast de gereduceerde grondbewerking wordt het effect van organische stof aanvoer onderzocht. De resultaten van deze maatregel worden later gerapporteerd.

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 Proeftuin voor Agroecologie & Technologie, proeflocatie van WUR Open Teelten Lelystad

### Teeltseizoen

Na een relatief koud en droog voorjaar was er eind mei een hevige regenbui (30 mm in 25 minuten) waarbij delen van de proef tijdelijk onder water hebben gestaan. Er waren geen duidelijke verschillen in infiltratievermogen van de verschillende grondbewerkingen te zien (zie figuur 1,2 en 3). Na ongeveer 6 uur was nagenoeg alle water in de grond gezakt. De periode daarna bleef het zeer lange tijd droog en warm. De percelen van BASIS zijn niet berekend om de potentie van de grondbewerkingen tijdens droogte te kunnen onderzoeken. Van tijd tot tijd stond er wel water in de sloten om omliggende percelen te kunnen beregenen. Waterinfiltratie via de drains zal invloed gehad hebben op de gewasgroei en uiteindelijke opbrengst. Om de invloed van grondbewerking op wateropneembaarheid te beoordelen is na de droge periode de beworteling beoordeeld (zie kopje Beworteling).



Figuur 1 en 2| 1 uur resp. 3 uur na 30 mm wateroverlast in aardappel





Figuur 3 | Wateroverlast in zaaiuien

## Gereduceerde grondbewerking

*Gereduceerde grondbewerking is erop gericht om de niet geploegde grond zodanig te bewerken dat er een zaai- of plantbed gecreëerd wordt. De diepte en intensiteit van grondbewerking kan dan ook verschillend zijn per gewas maar is niet dieper dan 15 cm. Om eventuele verdichte lagen op te heffen wordt in najaar het object RT+ gewoeld tot maximaal 20 cm. Naast het object gereduceerde grondbewerking RT+ is er het object RT- waarin niet wordt gewoeld.*

### Observaties

In het systeem van gereduceerde grondbewerking is bodembedekking gedurende de winterperiode van belang om de bodem te beschermen en ervoor te zorgen dat bodemleven actief kan blijven. Het afvriezen van een groenbemester heeft als voordeel dat dit een bewerking in het voorjaar bespaart. Té vroeg afsterven en verteren van een groenbemester heeft als risico dat onkruid een kans krijgt. Ook dit jaar was dit op enkele percelen te zien. Vooral straatgras kan dan de kop opsteken. Een mechanische of chemische bestrijding is dan nodig om naderhand in de teelt niet in de problemen te komen.



Figuur 4 | Bodembedekking met geklepelde groenbemester

In het voorjaar is het verschil in structuur van de bouwvoor tussen de objecten RT+ en RT- meestal gering. De aanwezigheid van gewasresten en bodemleven zorgt voor verwerking van de toplaag en een goed zaai- of plantbed voor de meeste gewassen.

## Resultaten

De opbrengst van de grasklaver en de granen bij gereduceerde grondbewerking objecten is in de meeste jaren gelijk of hoger dan de opbrengst bij object ploegen. Dit was ook in 2018 weer het geval (zie tabel 1). Bij haver was de opbrengst van beide gereduceerde grondbewerking objecten significant hoger. De opbrengst van de zaaiuien was door de droogte laag in 2018 en (net als in voorgaande jaren) lager bij gereduceerde grondbewerking dan de opbrengst bij ploegen. Mogelijk speelt de (zwakke) beworteling hierbij een rol (zie kopje Beworteling). De aardappelopbrengst was ondanks niet beregenen goed te noemen. De totale opbrengst (>28 mm) was in alle grondbewerkingsobjecten gelijk. Bij object RT- hadden de planten meer knollen gezet en waren bij de oogst nog fijner, waardoor de opbrengst in de marktbaar maat (28-65 mm) bij RT- hoger was dan bij de objecten RT+ en ploegen.

Tabel 1 | Marktbaar opbrengst per grondbewerkingsstelsel (t/ha)

	Gangbaar		Biologisch		
	Zaaiui	Zomergerst	Consumptie aardappel	Grasklaver	Haver
	netto 40-80	15% vocht	netto 28-65 (>28)	droge stof	15% vocht
Ploegen	CT 39,0*	7,5	44,5 (51,5)	14,3	6,5*
Gereduceerd	RT+ 31,5	7,2	43,1 (50,4)	15,0	7,5
	RT- -	7,7	47,1 (51,9)	14,6	7,3
	SP 35,1	-	-	-	-

\* opbrengst significant verschillen

## Beworteling

De lange droge periode in de zomer bood de mogelijkheid om de invloed van grondbewerking op de gewasgroei onder stress te beoordelen. Omdat in aardappelen en zaaiuien de grootste invloed van droogte op de gewasgroei verwacht werd is vlak na de eerste regen in augustus de beworteling visueel beoordeeld. Middels een profielkuil is de wortelbezetting van één wand (aardappel) of twee wanden (zaaiui) beoordeeld (zie figuur 5 en 6). Dit is per 10 cm bodemlaag beoordeeld.

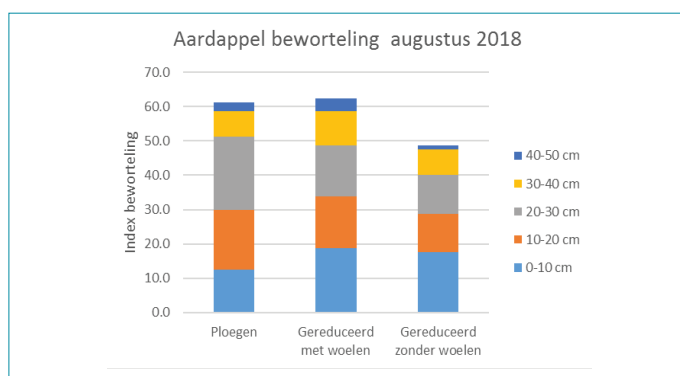


Figuur 5 en 6 | Wortelbeoordeling in aardappel en zaaiuien

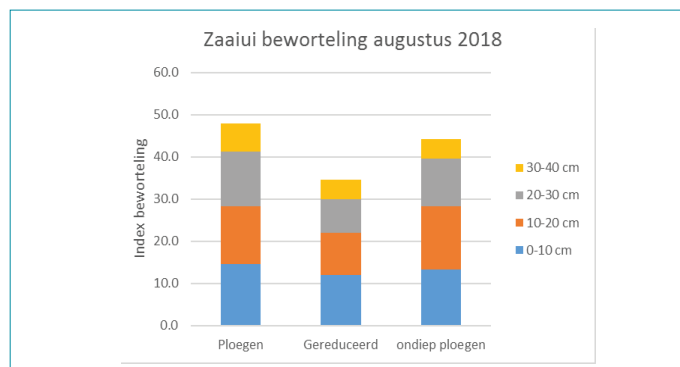


## Resultaten

Ondanks de lagere bewortelingsindex van consumptie-aardappel in object RT- (figuur 7) is de marktbaar opbrengst in dit object het hoogst. In zaaiuien is er een ander beeld te zien (figuur 8). In het object RT+ is de bewortelingsindex het laagst en de opbrengst ook. De beworteling blijft vooral in de laag 0 tot 30 cm achter bij de andere behandelingen. Over het algemeen is de onderste laag van de bouwvoor bij gereduceerde grondbewerking compacter dan geploegde grond. Door de snelle en sterke uitdroging van de grond hadden de wortels van zaaiuien moeite om de fijne poriën te vinden en te bezetten. Andere gewassen (granen, grassen) hebben een ander type beworteling en ondervinden minder problemen daarin (figuur 8). In de consumptieaardappelen is de bezetting van wortels in de laag 20-30 cm in grond van het geploegde object opvallend. De beworteling van de diepere lagen is wel vergelijkbaar. Aardappelen beginnen direct met het maken van een wortelstelsel bij het uitlopen van de knollen en hebben wellicht minder te lijden gehad van een snel uitdrogende ondergrond omdat de wortels deze al bezet hadden en aanwezig vocht konden benutten.



Figuur 7 | Beworteling per grondbewerking per bodemlaag in aardappel



Figuur 8 | Beworteling per grondbewerking per bodemlaag in zaaiuien

## Mineralenafvoer

Om over een langere periode mineralenbalansen te kunnen opstellen worden regelmatig inhoudstoffen gemeten van de geteelde gewassen. Zo ook in 2018. Op basis van werkelijke opbrengsten en gemeten inhoudstoffen wordt de afvoer door het gewas berekend. De afvoer van stikstof, fosfaat en kali staat in tabel 2.

De afvoer door gewassen in kg/ha wordt voornamelijk bepaald door de opbrengst. De mineralengehaltes van de geoogste producten verschillen onderling niet veel. Een uitzondering in 2018 is zaaiuien. Het kali-gehalte in objecten

CT-RT+ en SP was respectievelijk 15, 12 en 12 gram K2O per kg droge stof. Samen met de verschillen in opbrengst resulteert dit een aanzienlijk verschil in kali afvoer door het gewas.

Tabel 2 | Afvoer N, P en K per gewas en grondbewerking (kg/ha)

		Stikstof				
		Zaaiui	Zomergerst	Consumptie aardappel	Grasklaver*	Haver
Ploegen	CT	76	102	155	344	102
Gereduceerd	RT+	73	98	163	361	118
	RT-		101	165	367	118
	SP	75				
		Fosfaat				
		Zaaiui	Zomergerst	Consumptie aardappel	Grasklaver*	Haver
Ploegen	CT	32	52	58	102	55
Gereduceerd	RT+	26	49	64	107	65
	RT-		53	65	101	63
	SP	27				
		Kali				
		Zaaiui	Zomergerst	Consumptie aardappel	Grasklaver*	Haver
Ploegen	CT	82	48	310	533	42
Gereduceerd	RT+	52	47	319	531	48
	RT-		50	317	504	48
	SP	62				

\* op basis van gemiddelde mineraleninhoud 2012 en 2013

## Stikstof in de bodem

De bemesting is voor de meeste gewassen hetzelfde gehouden. De mate van stikstofbenutting (opname) door de gewassen, de verschillen in bodemeigenschappen wat betreft uitspoeling en denitrificatie, en het wel of niet inwerken van de groenbemester voor de winter, zorgen voor verschillen in gemeten Nmin in voor- en najaar.

De hogere waarden in het voorjaar kunnen toegewezen worden aan de aanwezigheid van groenbemers gedurende de wintermaanden. Enerzijds vangen deze stikstof op en behoeden deze voor uitspoeling en anderzijds zullen deze in het voorjaar pas starten met vertering. Een deel van de hierdoor vrijkomende stikstof wordt in het voorjaar gemeten. De Nmin in het najaar op de meeste percelen zeer laag doordat alle N is opgenomen door het gewas en/of de groenbemester. Alleen na de zaaiuien is de Nmin wat hoger ondanks de groenbemesterteelt, omdat na N al in diepere lagen zat en dus ook voor een groenbemester niet meer opneembaar.

Tabel 3 | Nmin in voorjaar (0-60 cm) en najaar (0-90 cm) (kg/ha)

		Gangbaar		Biologisch		
		Zaaiui	Zomergerst	Consumptie aardappel	Gras klaver	Haver
Ploegen	CT	23	17	47	0	42
Gereduceerd	RT+	-	29	46	0	74
	RT-	-	29	-	0	49
	SP	36	-	-	-	-
		Gangbaar		Biologisch		
		Zaaiui	Zomergerst	Consumptie aardappel	Gras klaver	Haver
Ploegen	CT	41	0	17	10	7
Gereduceerd	RT+	38	-	18	-	-
	RT-	-	7	-	7	4
	SP	54	-	-	-	-



## Organische stof

De verwachting is dat het organische stofpercentage zal toenemen wanneer de bodem minder intensief bewerkt wordt. Vooral in de laag 0-15 cm zal er in gereduceerde grondbewerking sneller een hoger gehalte aan organische stof te verwachten zijn door het langer kunnen telen van groenbemesters en het organisch materiaal dat in de bovenste laag van de bouwvoor wordt gehouden. Uit de meting van november 2018 (zie tabel 4) blijkt dat op alle percelen in de laag 0-15 cm er bij beide gereduceerde grondbewerking objecten een hoger organisch stof is dan bij object ploegen. In de laag 15-30 cm is het organisch stof gehalte bij de gereduceerde grondbewerking objecten in de meeste gevallen iets lager of gelijk aan object ploegen. Resultante is dat het gemiddelde organisch stof gehalte in de hele bouwvoor (0-30 cm) (zie tabel 5) bij de objecten gereduceerde grondbewerking iets hoger is dan bij object ploegen (SP).

## Vervolg

De komende jaren zal het object RT- gefaseerd vervangen worden door ondiep ploegen. (SP) 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.

Tabel 4| Organisch stof gehalte per perceel, object en bodemlaag. (november 2018)

		Gangbaar				Biologisch					
		J9-4		J9-6		J10-3		J10-4		J10-6	
		0-15 cm	15-30 cm	0-15 cm	15-30 cm	0-15 cm	15-30 cm	0-15 cm	15-30 cm	0-15 cm	15-30 cm
Ploegen	CT	2.8	2.8	2.8	2.8	3.5	3.4	3.3	3.0	3.0	3.1
Gereduceerd	RT+	3.0	2.7	3.2	2.7	3.7	3.3	3.6	3.1	3.5	2.7
	RT-	3,5	2,8	3.1	2.7	4.0	3.2	3.6	2.9	3.3	3.0

Tabel 5| Organisch stof gehalte van de bouwvoor (0-30 cm) per perceel en object. (november 2018)

		Gangbaar			Biologisch		
		J9-4	J9-6	J10-3	J10-4	J10-6	
Ploegen	CT	2.8	2.8	3.4	3.1	3.0	
Gereduceerd	RT+	2.8	2.9	3.5	3.3	3.1	
	RT-	3.1	2.9	3.6	3.3	3.1	



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  
 Meer informatie | [www.beterbodembeheer.nl](http://www.beterbodembeheer.nl)



**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.





# Bodemkwaliteit Bodemgezondheid

In 2018 zijn in de Bodemgezondheid-proef te Vredepeel in een biologisch en gangbaar teeltsysteem negen verschillende bodemmaatregelen uitgevoerd om de bodemkwaliteit te verbeteren. De maatregelen zijn aangelegd na de oogst van conservenerwten. De komende jaren worden diverse metingen uitgevoerd om effect van de maatregelen op de bodemkwaliteit (bodemgezondheid) en op de opbrengst en kwaliteit van de gewassen te volgen.



## Jaarverslag 2018

*In de Bodemgezondheidproef wordt onderzocht 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 voor de praktijk op kunnen worden gebaseerd.*

In het voorjaar van 2006 is op de WUR-OT onderzoek locatie Vredepeel (Limburg) een langjarige veldproef gestart. De grond is er typerend voor lichte (zand)gronden; besmet met verschillende plantparasitaire aaltjes en schadelijke bodemschimmels. De proef is wetenschappelijk opgezet als een split-plot proef met vier herhalingen. Er zijn vier teeltsystemen aangelegd: twee gangbare- en twee biologische systemen. Beide systemen waren tot 2017 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). Vanaf 2017 worden de varianten GP en BP niet meer voortgezet en wordt een zesjarige vruchtwisseling van aardappel-conservenerwten-prei-gerst-peen-mais gevolgd, zoals in de systeemproef Bodemkwaliteit op Zand. De verbinding tussen deze twee lange termijn proeven maakt een integrale analyse van resultaten beter mogelijk.

In dit jaarverslag wordt het onderzoeksjaar 2018 besproken waarin na de teelt van de conservenerwten negen verschillende bodemmaatregelen zijn uitgevoerd:

- **Gras-klaver** - witte klaver en Engels raaigras mengsel
- **Tagetes Patula** - anggewas voor wortelsalieaaltje
- **Mengsel van groenbemers** - mengsel van 14 componenten, o.a. grasachtigen, klavers en cruciferen
- **Compost** - 50 ton/ha natuurcompost
- **Chitine** - 10 ton/ha gemalen garnalenafval
- **Keratine** - 7 ton/ha haarmeel
- **Anaerobe grondontsmetting (ASD)** - 40 ton/ha gras, na inwerken afgedekt met folie
- **Chemische grondontsmetting (NSD)** - natte grondontsmetting met 300 L/ha Monam afgedekt met folie
- **Combinatie van maatregelen** - na naerobe grondontsmetting is haameel en compost toegepast
- **Zwarte braak** - referentie object

Voorafgaand aan het uitvoeren van de behandelingen is de besmetting met plant parasitaire aaltjes bepaald. In het najaar zijn grondmonsters genomen om, in biotoetsen, het effect van de maatregel op de bodemweerbaarheid te bepalen.

In de proef worden, vanaf voorjaar 2019, 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 aaltjesgemeenschappen. Ook diverse andere instellingen maken gebruik van de Bodemgezondheid-proef voor het uitvoeren bodem(kwaliteits)metingen.

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 Vredepeel.

## Teelt conservenerwten

Na de oogst van de aardappelen in 2017 is Japanse haver als groenbemester gezaaid. Deze is in het najaar van 2017 ingewerkt. In voorjaar 2018 zijn op alle veldjes conservenerwten geteeld. De erwten zijn half juni geoogst. In het gangbare systeem was de opbrengst 4,6 ton/ha. De opbrengst in het biologische teeltsysteem lag op 4,1 ton/ha en verschilde niet significant van gangbaar. Voor beide systemen een redelijk goede opbrengst gezien het teeltseizoen (weersomstandigheden) en ras dat geteeld is.

## Aanleg behandelingen

Half juli, na de oogst van de conservenerwten, zijn de negen bodemmaatregelen aangelegd. In dit jaarverslag worden deze maatregelen stuk voor stuk besproken.



Figuur 1 | Overzicht Bodemgezondheid-proef augustus 2018



## Gras-klaver

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



Figuur 2| Gras-klaver

## Tagetes patula

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



Figuur 3| Tagetes patula

## Mengsel van groenbemesters

Eind juli is een complex mengsel van groenbemesters gezaaid. Een mengsel met 14 componenten, met o.a. grasachtige, klavers en verschillende cruciferen. Verondersteld wordt dat een mengsel van groenbemesters een groter effect heeft op structuur, vastleggen en beschikbaar komen van nutriënten, organische stof aanvoer en bodemleven dan een enkelvoudige groenbemester.



Figuur 4| Mengsel van groenbemesters

## Compost

Eind juli is 50 ton/ ha natuur compost opgebracht en circa 25 cm diep ingewerkt. Doel is om de organische stof voorraad, bodemstructuur en het leefmilieu van het bodemleven te verbeteren.



Figuur 5| Groencompost verspreiden

## Chitine

Eind juli is 10 ton/ ha gemalen garnalenafval opgebracht en circa 25 cm diep ingewerkt. Dit restproduct bevat een hoog gehalte aan chitine (polysaccharide). 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.



Figuur 6| Inwerken chitine



## Keratine

Haarmeel is een restproduct dat een hoog gehalte aan keratine (eiwit) bevat. 7 ton/ ha van dit product is eind juli opgebracht en circa 25 cm diep ingewerkt. Bekend is dat het bodemleven reageert op de toevoeging van deze reststroom. In biotoetsen kon de bodemweerbaarheid worden verhoogd door haarmeel aan de grond toe te voegen.



Figuur 7| Keratine ingewerkt

## Anaerobe grondontsmetting (ASD)

Eind juli is een anaerobe grondontsmetting uitgevoerd. Circa 40 ton/ha vers gras is 25 cm diep ingewerkt waarna de bodem is afgedekt met folie (VIF: Virtually Impermeable Film). Eind september is het folie verwijderd en is de grond met een cultivator los getrokken. 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.



Figuur 8| Inwerken gras



Figuur 9| Afdekken met VIF folie

## (Chemische) grondontsmetting

In het gangbare systeem is eind juli een natte grondontsmetting (NGO) met 300 L/ha Monam uitgevoerd. De Monam is ingebracht met een spit-injecteur en vervolgens is de grond 8 weken lang afgedekt met folie. De werking van NGO is weinig selectief en 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. Bij de afbraak van dit product komen stoffen vrij die verwant zijn aan de actieve stof van Monam.



Figuur 10| Grondontsmetting Monam

## Combinatie van maatregel

Bij deze maatregelen zijn drie behandelingen gecombineerd. Na de anaerobe grondontsmetting is eind september haarmeel (7 ton/ha) en compost (50 ton/ha) toegepast. (Figuur 9, 7 en 5). Deze combi is een dure maatregel maar het is voorstelbaar dat de verschillende behandelingen elkaar aanvullen, waardoor er een beter en mogelijk ook duurzamer effect is op de bodemgezondheid.





## Zwarte braak

Zwarte braak (niets doen) is het referentie object in deze proef. De effecten van de verschillende maatregelen worden met dit object vergeleken. Na de oogst van de conservenerwten is de grond mechanisch (bio) of chemisch (gangbaar) onkruidvrij gehouden.

## Metingen

### Besmetting plant parasitaire aaltjes

In juli, voorafgaand aan het aanleggen van de bodembehandelingen is de aaltjesbesmetting bepaald. Het aantal plant parasitaire aaltjes in beide systemen is vrij laag. Wel is de besmetting trichodoride-, wortellesie- en wortelknobbelaaltjes in het biologische systeem wat lager dan in het gangbare systeem.

Het aantal niet-plant parasitaire aaltjes is in het biologische systeem wat hoger dan in het gangbare systeem.

Tabel 1 | Besmetting plantparasitaire aaltjes

	Teeltsysteem	
	biologisch	Gangbaar
Wortellesieaaltjes	32 <sup>s</sup>	46
Wortelknobbelaaltjes	1 <sup>s</sup>	6
Trichodoride	22 <sup>s</sup>	41
Niet plant parasitair	2865 <sup>s</sup>	2441

<sup>s</sup>: verschil tussen bio en gangbaar is significant

### Weerbaarheidstoetsen

In het najaar van 2018 (na het uitvoeren van de verschillende behandelingen) zijn grondmonsters gestoken om, in biotoetsen, het effect van de behandelingen in combinatie met het teeltsysteem op de bodemweerbaarheid tegen *Meloidogyne hapla* (noordelijk wortelknobbelaaltje), *Rhizoctonia* en *Pythium* te toetsen.

Deze weerbaarheidstoetsen wordt de toetsgrond kunstmatig besmet met een van deze pathogenen. Vervolgens wordt er een toetsgewas op gezet. Na een aantal weken wordt de mate van aantasting in het toetsgewas sla (*M. hapla*), suikerbiet (*Rhizoctonia*) of tuinkers (*Pythium*) bepaald.

De resultaten van deze toetsingen komen in de loop van 2019 beschikbaar.

### Vervolg

In voorjaar van 2019 en vervolg jaren zullen diverse chemische en biologische metingen worden uitgevoerd (binnen dit project en door derden) om het (duur) effect van de maatregelen te volgen in de tijd en worden de effecten op de opbrengst en kwaliteit van de gewassen bepaald. Daarnaast is er nog ruimte voor derden om binnen de twee nog niet ingevulde rotaties eigen objecten in te brengen.

### Aanvullende documentatie

In 2018 is een wetenschappelijk artikel verschenen over (bodem) metingen die voor 2017 in de Bodemgezondheidsproef zijn uitgevoerd. Hier is een Nederlandstalige samenvatting van gemaakt met de titel Biologisch bodemmanagement en groenbemesters beïnvloeden het microbioom, het functioneren van de bodem en de kwaliteiten en kwantiteit van de organische stof, door Gerard Korthals & Laura B. Martínez-García.

Zie | <https://www.beterbodembeheer.nl/nl/show/Nieuwe-resultaten-bodemgezondheidsproef-uitgelicht-in-wetenschappelijk-artikel.htm>



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  
Meer informatie | [www.beterbodembeheer.nl](http://www.beterbodembeheer.nl)



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.

