

de natuurlijke kennisbron

Planty Organic
voortgang 2017

Geert-Jan van der Burgt
Carina Rietema
Michiel Bus

LOUIS BOLK
I N S T I T U U T

© 2018 Louis Bolk Instituut

Planty Organic voortgang 2017

Ir. Geert-Jan van der Burgt, Carina Rietema,
Michiel Bus

Zoekwoorden Maaimeststoffen stikstof,
organische stof, bodemvruchtbaarheid, Ndicea,
groenbemesters, kringlopen

Publicatienummer 2018-009 LbP

37 pagina's

Deze publicatie kunt u downloaden op
www.biowad.nl en op www.louisbolk.nl

www.louisbolk.nl

info@louisbolk.nl

T 0343 523 860

Kosterijland 3-5

3981 AJ Bunnik

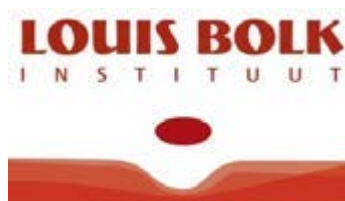
 @LouisBolk

Louis Bolk Instituut: onafhankelijk, internationaal kennisinstituut
ter bevordering van duurzame landbouw, voeding en gezondheid

Voorwoord

Dit rapport is het achtste uit een reeks over de ontwikkeling van een bedrijfssysteem dat volledig draait op eigen mineralenvoorziening met inzet van niet-kerende grondbewerking. Het eerste rapport (Van der Burgt 2012) beschrijft het bedrijfsontwerp en de keuzes die daarbij gemaakt zijn. Het tweede t/m zesde rapport beschrijven de projectactiviteiten in 2012 - 2016 inclusief de resultaten. In 2017 is een evaluatierapport geschreven over vijf jaar Planty Organic (Van der Burgt et al. 2017). Het hier voorliggende rapport beschrijft de projectactiviteiten en resultaten van 2017.

Wij bedanken de financiers van dit project. In 2017 waren dat de provincies Groningen en Fryslân. Door hun bijdrage kon het evaluatierapport geschreven worden, kon dit rapport geschreven worden en, niet onbelangrijk, kon het proefveld Planty Organic in stand worden gehouden. De evaluatie heeft aangetoond dat het tot dusverre ontwikkelde akkerbouwsysteem op alle fronten aan de verwachtingen voldoet. Een drietal vervolgjaren is noodzakelijk om deze innovatie tot volle wasdom te krijgen. De financiering 2018-2020 is echter nog niet rond. Wie doet mee?



Biowerk is de Stichting voor de realisatie van initiatieven opgestart in BioWad, vereniging voor biologische boeren in het waddengebied. Planty Organic is een initiatief van BioWad. SPNA Stichting Proefboerderijen Noordelijke Akkerbouw is uitvoerder van het Planty Organic project op locatie Kollumerwaard. Louis Bolk Instituut is een onafhankelijk, internationaal kennisinstituut ter bevordering van duurzame landbouw, voeding en gezondheid. Avestura geeft adviezen over verduurzaming.

Inhoud

Samenvatting	7
Summary	8
1 Inleiding en achtergrond	9
2 Proefveld: werkwijze en resultaten	10
2.1 Weersomstandigheden	10
2.2 Toediening maaimeeststoffen	11
2.3 Metingen N-mineraal	11
2.4 Bodemvruchtbaarheid	11
2.5 Gewassen	12
2.6 Winning maaimeeststof	13
3 Agronomie en N-dicea berekeningen	14
3.1 Perceel A: Haver	14
3.2 Perceel B: Tarwe / Veldboon	16
3.3 Perceel C: maaimeeststof	17
3.4 Perceel D: Pompoen	18
3.5 Perceel E: Peen	20
3.6 Perceel F: Aardappel	22
4 Beworteling	24
5 Bespreking van de resultaten	26
5.1 Opbrengsten	26
5.2 Inhoudsstoffen gewas	26
5.3 Bodemvruchtbaarheid	27
5.4 Stikstofdynamiek	29
6 Conclusies	32
7 Aanbevelingen	33
Literatuur	34
Bijlage 1: Werkzaamheden 2017	35
Bijlage 2: Gewasanalyse	37

Samenvatting

Planty Organic is een proefveld waarin een biologisch akkerbouwsysteem ontwikkeld wordt op basis van volledig eigen stikstofvoorziening met niet-kerende grondbewerking. Het is in 2012 gestart. De periode 2012-2016 is geëvalueerd (Van der Burgt et al., 2017). Door het opzoeken van grenzen middels deze eigen stikstofvoorziening kan er veel nieuwe kennis opgedaan worden wat vervolgens zijn toepassing kent in de biologische of gangbare landbouwpraktijk op het gebied van stikstof-, fosfaat- of bodemdynamiek vraagstukken.

Dit rapport is de weergave van wat er in 2017 gebeurd is. In de resultaten wordt gerefereerd naar het evaluatierapport. De bevindingen van 2017 bevestigen het beeld dat uit de evaluatie naar voren komt. Alle doelstellingen worden behaald: het is een voldoende productief systeem met een zeer hoge stikstof efficiëntie en een zeer lage milieu- en klimaat impact.

De productie lag in 2017 aanzienlijk hoger dan wat op basis van de evaluatie verwacht werd. Er zit dus nog rek in dit stikstof-gelimiteerde systeem. Dat is op basis van simulering met het model Ndicea bevestigd, maar het is niet waarschijnlijk dat het opbrengstniveau van 2017 blijvend gehandhaafd kan worden.

Er liggen nog vervolgvragen open op het gebied van de interne nutriëntenstroming (stikstof, fosfaat), het bodemleven, de beworteling en de CO₂ footprint.

Summary

Planty Organic is a project and an experimental field in which an arable farming system is developed based on 100% nitrogen input by fixation and non-ploughing. It is started in 2012. And evaluation report has been published (Van der Burgt et al., 2017) on the period 2012-2016. The system can be used to earn new knowledge that can be applied in the organic or conventional agriculture, on the themes of nitrogen-, phosphorus- or soil-dynamics.

This report focuses on the 2017 practice and results, referring to the evaluation report. The 2017 experiences confirm the system performance as described in the evaluation. All goals are achieved: it is a productive system with a high nitrogen efficiency and a very low environmental and climate impact.

The production in 2017 was substantially higher than expected in the evaluation. The system borders were not yet reached in the 2012-2016 period, as is confirmed in a system simulation with the Ndicea model. It is not plausible that the 2017 production level will be continuously realized.

Research questions remain on the internal nutrient dynamics (nitrogen and phosphorus), soil life, rooting systems and CO₂ footprint.

1 Inleiding en achtergrond

Voor de achtergrond van dit onderzoek verwijzen we naar het eerste rapport over Planty Organic (van der Burgt, 2012). Hier herhalen we wel de verschillende aspecten die in de ontwikkeling van dit bedrijfssysteem aan de orde zijn.

- Stikstof wordt door leguminosen in het bedrijf gebracht. De stikstofstromen verlopen deels via herverdeling bovengronds door middel van maaimeeststoffen en deels via grondgebonden overdracht door het inwerken van vlinderbloemige groenbemesters. De basis van de gewasvoeding is echter de mineralisatie van de aanwezige bodem organische stof.
- Fosfaat, kali en andere plantenvoedingsstoffen zijn in grote hoeveelheden aanwezig in de grond, zowel in de bouwvoor als in de ondergrond. In eerste instantie wordt beoogd de bodemvoorraad aan te spreken en te mobiliseren. Diep wortelende gewassen en groenbemesters kunnen mineralen mobiliseren uit de bouwvoor en uit diepere lagen en in circulatie brengen.
- In het systeem aanwezige stikstof zal zo veel mogelijk in organische vorm voorkomen teneinde verliezen in de anorganische fase door uitspoeling en denitrificatie te voorkomen. Om dit te bereiken wordt bemest met meststoffen met een zeer laag aandeel minerale stikstof en wordt gestreefd naar maximale aanwezigheid van een groeiend gewas en is het land altijd groen in de winter.
- De grondbewerking is er op gericht om de functies van het bodemleven zo min mogelijk te hinderen. Niet-kerende grondbewerking maakt het mogelijk de gelaagdheid in de bouwvoor zo veel mogelijk in stand te houden en daarmee de functionaliteit te behouden.

Het bedrijfssysteem voldoet aan de volgende voorwaarden:

- Volledig eigen stikstofvoorziening door stikstofbinding met grasklaver of luzerne en groenbemesters
- Geen aanvoer van dierlijke mest of compost
- Voldoende stikstof om een goede opbrengst en voldoende kwaliteit van de te verkopen gewassen mogelijk te maken
- Een bouwplan naar draagkracht, zowel vanuit het oogpunt van het behoud van bodemkwaliteit als uit het oogpunt van de stikstofvoorziening
- Instandhouding van het bodem organische stof gehalte
- Tot op zekere hoogte een voor de regio representatief bouwplan; in ieder geval representatieve gewassen
- In de winter zo veel mogelijk begroeide percelen
- Afwisseling van maaivruchten met andere gewassen

Planty Organic is aangelegd in het begin van 2011. Het proefveld is aangelegd op één kavel, waardoor alle gewassen in 2012 de zelfde voorvrucht hadden. Vanaf 2013 hadden alle gewassen de voorvrucht die in het ontwerp voorzien is. De bloemkool is vanaf 2014 vervangen door pompoen.

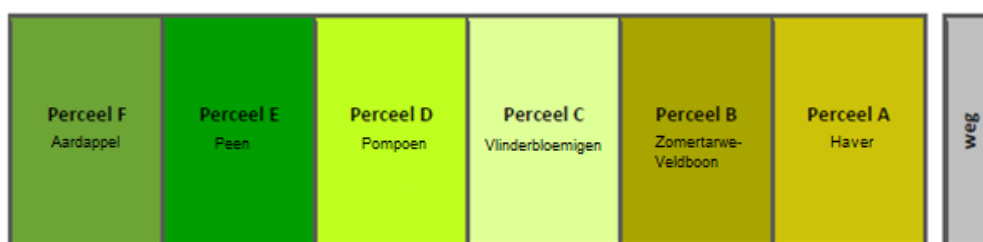
In dit verslag komen alle landbouwkundige onderzoeksactiviteiten aan de orde die binnen het project Planty Organic in 2017 uitgevoerd zijn.

2 Proefveld: werkwijze en resultaten

Er is sprake van een vaste vruchtwisseling:

1. Vlinderbloemigen voor maaimeststof
2. Pompen met nateelt groenbemester
3. Zomertarwe/Veldboon met nateelt groenbemester
4. Peen met, indien mogelijk, nateelt groenbemester
5. Haver met nateelt groenbemester
6. Aardappel met inzaai vlinderbloemigen voor maaimeststof

Het bouwplan van 2017 staat in Figuur 1. De werkzaamheden staan in bijlage 1.

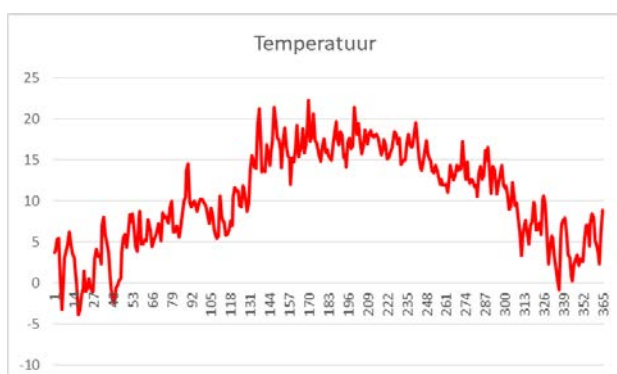


Figuur 1. Bouwplan 2017

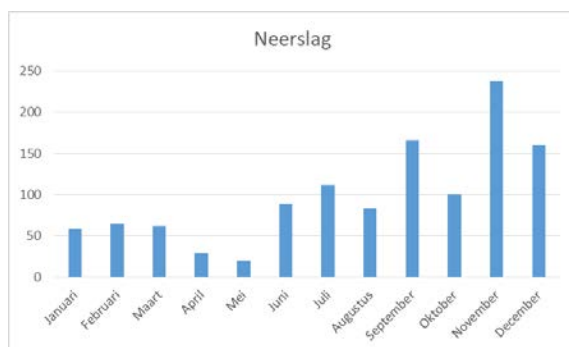
2.1 Weersomstandigheden

In Figuur 2 staat het verloop van de temperatuur in 2017 rond proefboerderij de Kollumerwaard. April en mei zijn wat kouder dan gebruikelijk, maar de gemiddelde temperatuur is met 10,75° Celsius iets hoger dan het voortschrijdend dertigjarige gemiddelde van Lauwersoog (10,13° Celsius). Dat ligt weer iets hoger dan het 30-jarige gemiddelde van 1981-2010. 2017 was dus iets warmer, en dat past in een trend van toenemende temperatuur.

De neerslag was sterker afwijkend van het gemiddelde dan de temperatuur. Met 1181 mm neerslag (locatie Munnekezijl) was het gemiddeld een behoorlijk nat jaar. Het voorjaar was aan de droge kant, maar vanaf eind augustus is het erg nat geworden (Figuur 3). Dat heeft er onder andere toe geleid dat na haver geen vlinderbloemige groenbemester is ingezaaid en dat de groenbemester na de oogst van de pompoenen nauwelijks is opgekomen. Ook na peen is geen groenbemester ingezaaid door late oogst en ongunstige weersomstandigheden. In november is meer dan drie keer de gemiddelde hoeveelheid neerslag gevallen.



Figuur 2. Temperatuurverloop 2017. Y-as: gemiddelde temperatuur (°C) per dag. X-as: dagnummer



Figuur 3. Neerslag per maand in mm.

2.2 Toediening maaimeeststoffen

Op 15 februari 2017 is op drie percelen maaimeeststof uitgereden en een dag later oppervlakkig ingewerkt. De hoeveelheden en de bemestende waarde staat in Tabel 1.

Tabel 1. Hoeveelheid en samenstelling maaimeeststoffen

	MMS	Hoeveelheid	Droge stof	N	P2O5	K2O	N toegediend	N toegediend
Perceel	Charge	ton/veld	%	kg/ton	kg/ton	kg/ton	kg/veld	kg/ha
A	2016 B	7,8	29,8	7,3	2,6	11,8	57	71
E	2016 A	5,1	28,9	6,8	2,2	10,6	35	44
F	2016 C	8,9	31,3	7,8	2,8	12,0	70	87
F	2015 A	2,1	31,6	6,7	3,0	13,2	14	18
F	2015 C	2,0	22,6	7,1	1,9	8,0	14	18
Totaal							190	238

2.3 Metingen N-mineraal

Er is drie keer op alle percelen een monster gestoken van 0-30 cm te bepaling van de hoeveelheid minerale stikstof. De bemonstering en de analyses zijn uitgevoerd door Eurofins-Agro. De resultaten staan in Tabel 2 en zijn gebruikt als input voor het Ndicea model.

De waarden liggen meestal laag, volgens verwachting. Twee uitzondering zijn aanwezig op datum 4 juli. De waarde op perceel D (pompoen) ligt boven 50 kg N/ha, wat ook de bedoeling is. De waarde op perceel E (peen) is met 103 kg ver boven verwachting.

Tabel 2. N-mineraal in kg/ha, 0-30 cm

	Perceel A	Perceel B	Perceel C	Perceel D	Perceel E	Perceel F
Datum	Haver	Tarwe/Veldboon	Vlinderbloemige	Pompoen	Peen	Aardappel
15-3-2017	19	5	8	16	16	31
4-7-2017	2	4	9	65	103	12
12-12-2017	17	15	17	14	18	17

2.4 Bodemvruchtbaarheid

Op 12 december zijn grondmonsters genomen van alle percelen voor analyse van bodemvruchtbaarheid, uitgevoerd door Eurofins-Agro. De resultaten staan in Tabel 3. Ter vergelijking zijn de gemiddelde waarden van de zes percelen weergegeven alsmede de bodemanalyse van een ander perceel van Kollumerwaard onder biologisch regime.

Tabel 3. Bodemanalyse

		A	B	C	D	E	F	Gem.	bio referentie
N-Tot	mg N/kg	970	880	1100	910	1010	1070	990	1060
C/N		12	10	10	12	11	10	11	10
N-leverend vermogen	kg N/jaar	60	65	80	55	65	70	66	70
S-totaal	mg S/kg	485	425	270	350	435	505	412	375
C/S		24	22	42	31	25	20	27	28
S-leverend vermogen	kg S/jaar	41	36	20	29	36	45	35	31
P-PAE (plant beschikbaar)	mg P/kg	1,3	1,4	1,7	1,4	1,3	1,4	1,4	2,1
P-AL	mg P2O5/100 gr	40	40	39	42	37	48	41	50
Pw	mg P2O5/l	27	28	29	28	26	30	28	35
K plant beschikbaar	mg K/kg	66	44	48	36	46	70	52	82
K voorraad	mmol+/kg	2,6	3,1	2,7	2,6	2,6	2,9	2,8	4,1
K-getal		17	12	14	11	14	18	14	20
Ca plant beschikbaar	kg Ca/ha	150	240	275	335	270	510	297	540
Ca voorraad	kg Ca/ha	6695	6435	7190	6740	7350	7750	7027	7450
Mg plant beschikbaar	mg Mg/kg	39	39	39	39	38	47	40	63
Na plant beschikbaar	mg Na/kg	11	11	10	10	16	10	11	9
Si plant beschikbaar	μ Si/kg	32930	49890	48730	28770	34800	45160	40047	41930
Fe plant beschikbaar	μ Fe/kg	< 2020	9310	7730	< 2010	< 2010	< 2020		< 2020
Zn plant beschikbaar	μ Zn/kg	< 100	110	110	<100	< 100	< 100		< 100
Mn plant beschikbaar	μ Mn/kg	< 250	370	370	< 250	390	320		250
Cu plant beschikbaar	μ Cu/kg	25	30	28	21	28	27	27	28
Co plant beschikbaar	μ Co/kg	< 2,6	3,5	3,4	< 2,6	< 2,6	3,2		< 2,6
B plant beschikbaar	μ B/kg	212	232	219	169	178	223	206	266
Mo plant beschikbaar	μ Mo/kg	11	10	12	12	10	15	12	14
Se plant beschikbaar	μ Se/kg	3,2	3,1	3,1	2,8	2,8	3,0	3,0	3,3
pH		7,1	7	7,3	7,2	7,3	7,4	7,2	7,0
C-org	%	1,2	0,9	1,1	1,1	1,1	1,0	1,1	1,0
OS	%	2,1	1,9	1,9	1,9	2,2	2,1	2,0	2,1
Koolzure kalk	%	6,2	5,8	6,1	6,6	6,3	5,8	6,1	6,9
Lutum	%	11	10	13	10	10	12	11	13
Silt	%	23	14	19	21	23	24	21	21
Zand	%	58	68	60	61	59	56	60	57
CEC	mmol+/kg	99	95	104	97	107	112	102	112
CEC-Bez	%	100	100	100	100	100	100	100	100
Bodemleven	mg N/kg	28	34	26	26	43	41	33	38

2.5 Gewassen

Van de vijf gewassen voor verkoop is de opbrengst vastgesteld en is de samenstelling gemeten door Eurofins-Agro. Tarwe/Veldboon is als mengsel geanalyseerd; de samenstelling van de twee componenten is dus onbekend. De resultaten van vier parameters staan in Tabel 4. De volledige analysedata staan in bijlage 2.

Tabel 4. opbrengst (vers) en samenstelling gewassen

	Opbrengst	DS	N	P2O5	K2O
	kg/ha	%	% in d.s.	% in d.s.	% in d.s.
Haver	5428	87,5	1,47	0,80	0,55
Tarwe/Veldboon	4776	83,7	4,13	1,35	1,43
Pompoen	24697	18,7	1,49	0,55	2,15
Peen	59688	12,5	1,04	0,66	2,04
Aardappel	39198	17,6	1,28	0,62	2,96

2.6 Winning maaimeststof

Op perceel C is vier keer gemaaid. De opbrengsten en de analysecijfers staan in Tabel 5. In totaal is er 218 kg stikstof beschikbaar als maaimeststof voor de teelt van 2018 want de perceeloppervlakte is 0,8 hectare. Uit 2016 is nog 33 kg N beschikbaar: 4,75 balen van charge 2016A.

Tabel 5. Opbrengst en samenstelling maaimeststof

	Vers		Droge stof			
	Opbrengst	DS	Opbrengst	N	P2O5	K2O
	kg/ha	%	kg/ha	% in d.s.	% in d.s.	% in d.s.
Snede 1	9015	27,8	2506	2,00	0,78	3,40
Snede 2	8250	27,8	2294	2,88	0,78	3,98
Snede 3	14373	27,2	3910	2,66	0,71	4,18
Snede 4	8038	21,4	1720	3,06	0,73	3,76
Totaal			10429	2,62	0,75	3,88

3 Agronomie en Ndicea berekeningen

In dit hoofdstuk worden de verschillende teelten besproken en worden de resultaten van de modellering met het model Ndicea getoond. De volledige lijst van de agronomische handelingen staan in bijlage 1.

3.1 Perceel A: Haver

Na de voorvrucht peen is geen groenbemester gezaaid. Op 15 februari is maaimeeststof uitgereden met in totaal 57 kg stikstof; de volgende dag is het oppervlakkig ingewerkt. De haver is gezaaid op 3 april en op 22 augustus geoogst. De teelt is probleemloos verlopen (Figuur 4) en de opbrengst bedroeg 5.428 kg per hectare.



Figuur 4. Haver, 19 juli 2017

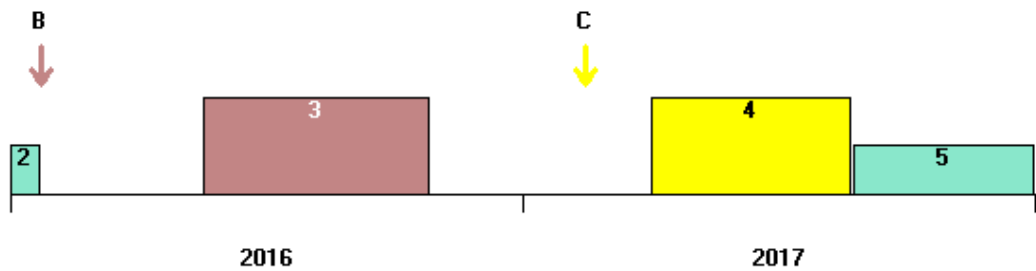
Na de oogst is het weer dusdanig nat geworden dat de inzaai van een vlinderbloemige groenbemester niet meer heeft plaatsgevonden. De haveropslag zelf heeft als groenbemester gefungeerd (Figuur 5). In Figuur 7 is zichtbaar dat de haver niet alle beschikbare stikstof lijkt te hebben opgenomen, en de haveropslag wel.

Figuur 8 toont het niveau N-mineraal, en de hoeveelheid in 0-30 cm lijkt in juli (middelste meetpunt) door het model te zijn overschat. Er werd 2 kg

N per hectare gemeten en de modellering geeft iets meer dan 20 kg aan. De haver heeft dus in werkelijkheid waarschijnlijk wel alle vrij komende stikstof opgenomen. Figuur 9 toont de berekende uitspoeling met (blauwe lijn) en zonder haver opslag (groene lijn). Volgens de modellering zou de haver opslag hier ruim 40 kg uitspoeling hebben voorkómen. Echter zowel opbrengst als stikstofinhoud zijn geschat, niet gemeten.

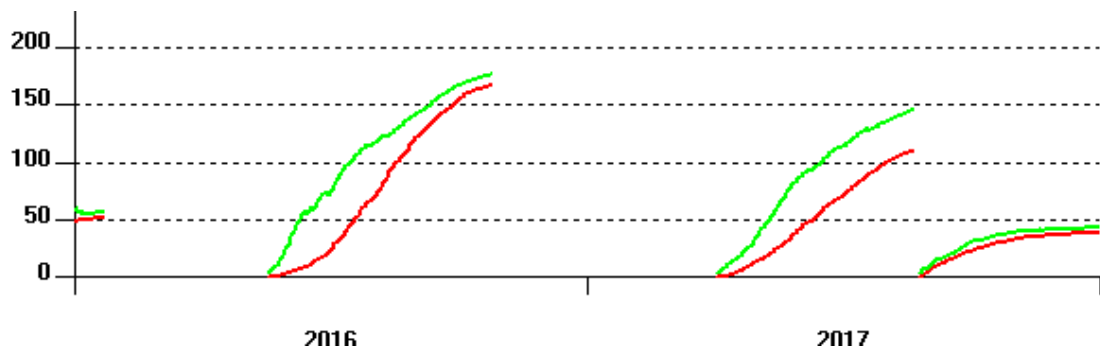


Figuur 5. Haver opslag, 7 november 2017



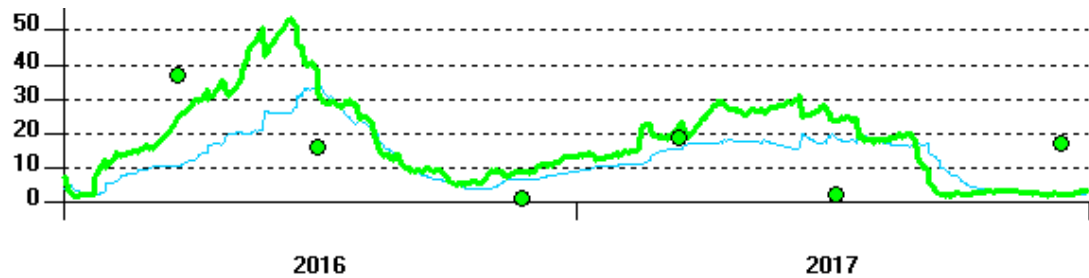
3 = Peen, 4 = Haver, 5 = haver opslag, C = toediening maaimeststof

Figuur 6. Gewassen en bemestingen perceel A 2016-2017



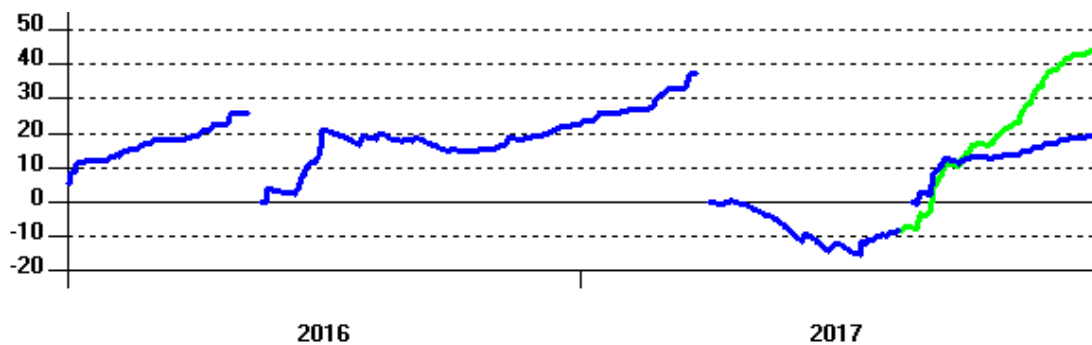
Rode lijn = cumulatieve stikstofopname. Groene lijn = stikstof beschikbaar

Figuur 7. Stikstof opname en beschikbaarheid perceel A



Groene lijn = 0-30 cm, blauwe lijn = 30-60 cm, groene rondjes = meting 0-30 cm.

Figuur 8. Verloop minerale stikstof



Blauwe lijn: gemodelleerde stikstofuitspoeling met haver opslag. Groene lijn: zonder haver opslag

Figuur 9. Cumulatieve uitspoeling in kg N/ha (bij aanvang nieuw gewas op nul gezet)

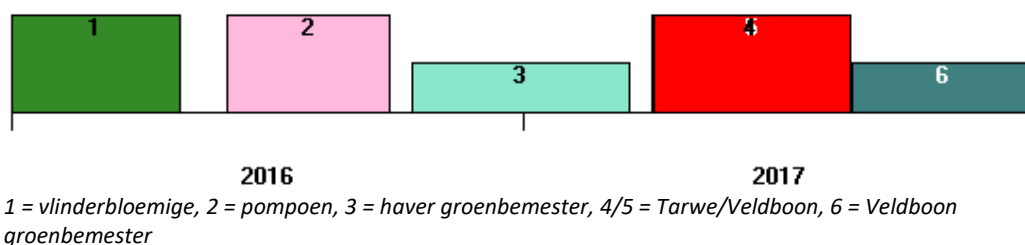
3.2 Perceel B: Tarwe / Veldboon



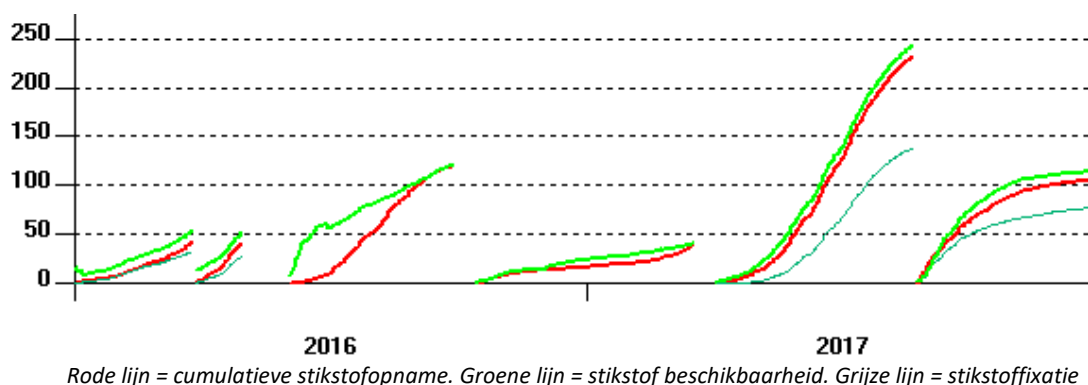
Figuur 10. Tarwe/Veldboon, 23 mei 2017

Op 17 maart is begonnen met het inwerken van de haver groenbemester; op 3 april is gezaaid en op 22 augustus is 4.776 kg geoogst. Ook dit jaar was er weer chocoladevlekkenziekte in de veldboon, maar minder heftig dan in 2016. De oogst lag aanzienlijk hoger dan in 2016. In 2017 is alle vrijkomende stikstof door de mengteelt en daarna de groenbemester opgenomen; daarnaast is stikstof gefixeerd (Figuur 12 en Figuur 13). Metingen en berekende niveau N-

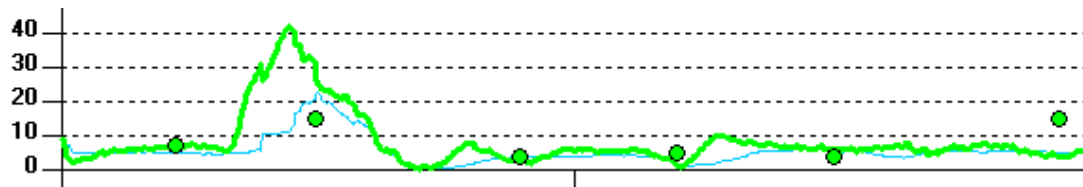
mineraal komen zeer goed overeen (Figuur 13). In 2017 is netto vrijwel geen stikstof uitgespoeld (Figuur 14): tijdens de teelt van de tarwe/veldboon heeft capillaire opstijging van grondwater met daarin wat stikstof plaatsgevonden; in het najaar is er weer wat uitgespoeld onder de overvloedige neerslag van met name november. Bovengenoemde groenbemester bestond uit opslag van tarwe en hergroei van veldboon. Door de weersomstandigheden was grondbewerking en inzaai niet mogelijk. Deze spontane groenbemester was echter een groot succes en heeft bewerking en zaaizaad uitgespaard. Of het ten koste gaat van de onkruidbeheersing moet nog blijken.



Figuur 11. Gewassen perceel B 2016-2017

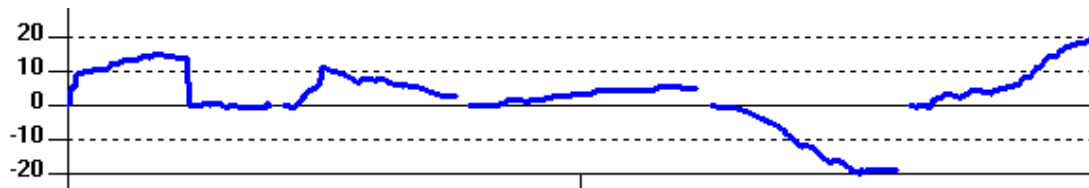


Figuur 12. Stikstofopname, beschikbaarheid en fixatie perceel B



Groene lijn = 0-30 cm, blauwe lijn = 30-60 cm, groene rondjes = meting 0-30 cm

Figuur 13. Verloop minerale stikstof



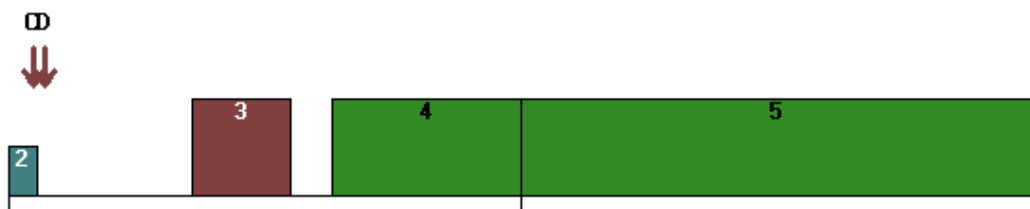
Figuur 14. Cumulatieve uitspoeling in kg N/ha (bij aanvang nieuw gewas op nul gezet)

3.3 Perceel C: maaimeststof



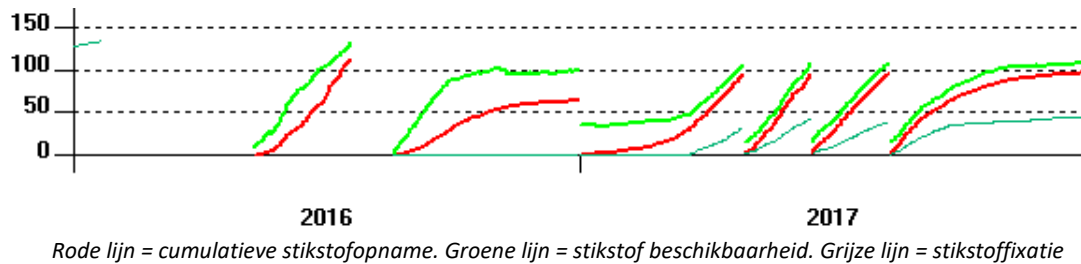
Figuur 15. Leguminosenmengsel, 19 juli 2017

Er is gemaaid op 13 mei, 19 juni, 1 augustus en 25 september. In totaal is er 8.343 kg droge stof geoogst met een stikstof inhoud van 218 kg. Dit is beschikbaar als maaimeststof in 2018. Het leguminosenmengsel neemt vrijwel alle vrij komende stikstof op en vult de rest aan met fixatie (Figuur 17 en Figuur 18). Het gemeten niveau N-mineraal komt vrijwel overeen met het berekende (Figuur 18). Rekening houdend met capillaire opstijging spoelt er in 2017 zo'n 15 kg stikstof uit (Figuur 19)

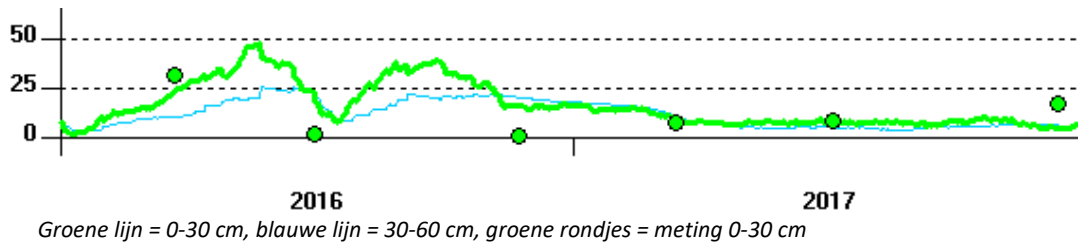


3 = aardappel, 4,5 = leguminosen mengsel voor maaimeststof

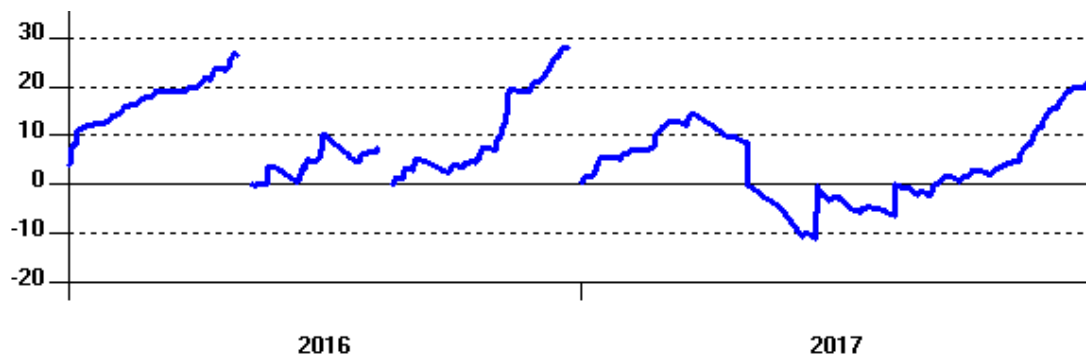
Figuur 16. Gewassen perceel C 2016-2017



Figuur 17. Stikstofopname, beschikbaarheid en fixatie perceel C



Figuur 18. Verloop minerale stikstof



Figuur 19. Cumulatieve uitspoeling in kg N/ha (bij aanvang nieuw gewas op nul gezet)

3.4 Perceel D: Pompoen

Op 13 april is de vlinderbloemige voorvrucht volvelds gefreesd. 17 mei is de pompoen gezaaid. 4 oktober is geoogst (24.696 kg/ha). De gewasresten zijn direct geklepeld en met de schijveneg ingewerkt waarna meteen haver groenbemester gezaaid is. Door hevige regenval is de opkomst zeer slecht geweest.

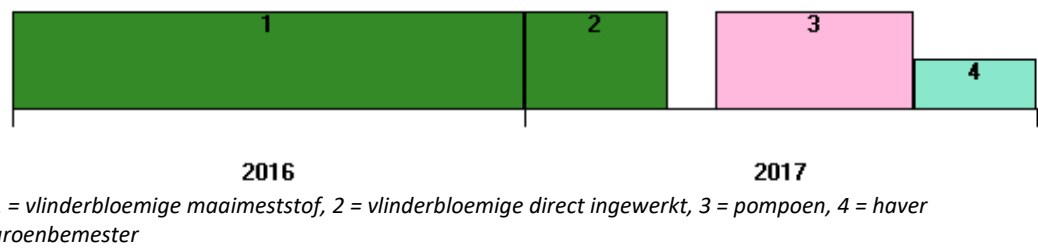
De stikstof beschikbaarheid uit opgebouwde bodemvruchtbaarheid en ingewerkte vlinderbloemigenmengsel is voldoende voor een zeer goede groei van de pompoen (Figuur 23 en Figuur 24). De modellering volgt de sterke toename van minerale stikstof na het inwerken van het vlinderbloemigenmengsel redelijk goed (Figuur 24). Door het mislukken van de haver groenbemester is er wel sprake van zo'n 30 kg stikstofuitspoeling na de oogst (Figuur 25). Aangezien de pompoen op het moment van de oogst weinig stikstof meer in de bodem heeft achtergelaten blijft de uitspoeling in het najaar toch beperkt.



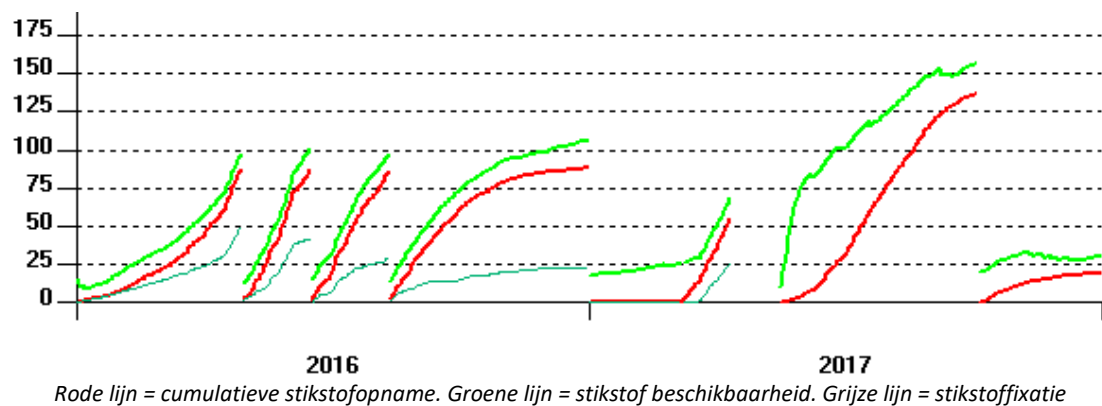
Figuur 20. Frezen van vlinderbloemige voorvrucht, 13 april 2017



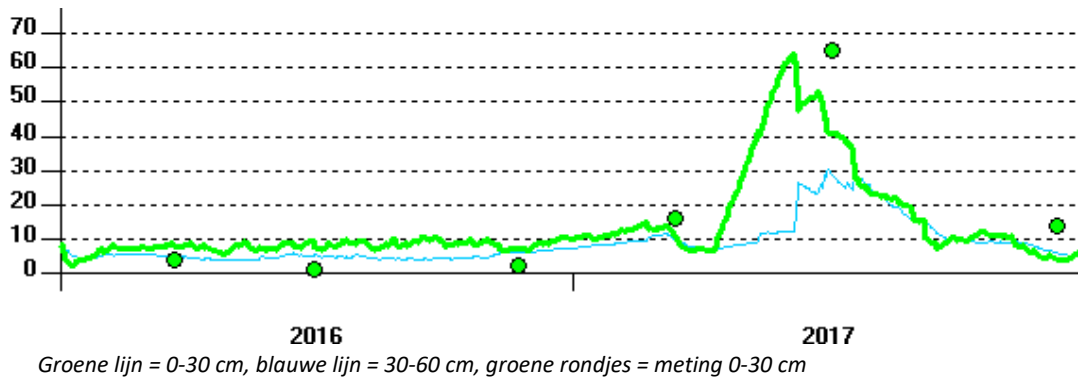
Figuur 21. Pompoen, 7 augustus 2017



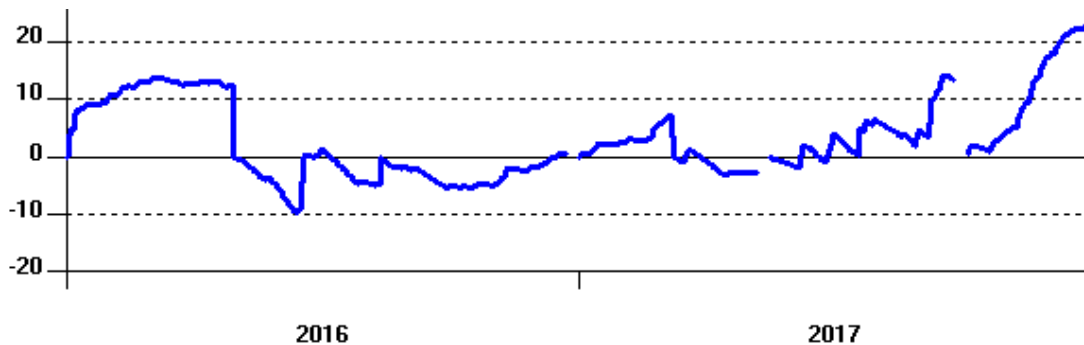
Figuur 22. Gewassen in 2016 en 2017



Figuur 23. Stikstofopname, beschikbaarheid en fixatie perceel D



Figuur 24. Verloop minerale stikstof



Figuur 25. Cumulatieve uitspoeling in kg N/ha (bij aanvang nieuw gewas op nul gezet)

3.5 Perceel E: Peen



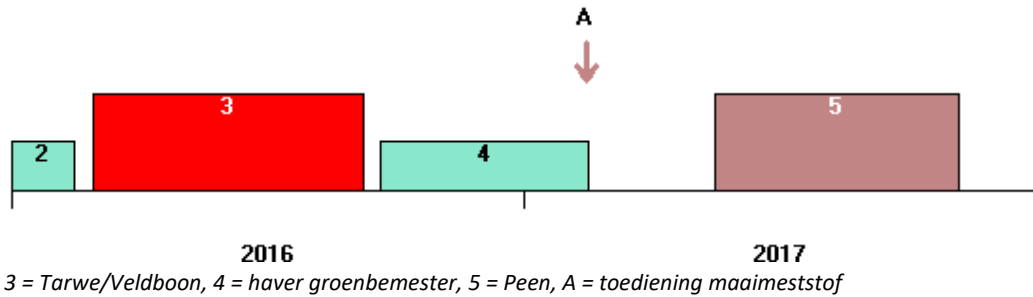
Figuur 26. Peen 14 juni 2017

Op 10 februari is de haver groenbemester geklepeld. Op 15 februari is de maaimeststof uitgereden met 35 kg N per hectare. Twee dagen later is de maaimeststof oppervlakkig ingewerkt. Na zaaien op 17 mei is door een combinatie van regen en droogte een korst ontstaan waardoor de kieming zeer onregelmatig verliep. 20 juni is de korst gebroken met behulp van het bevochtigen van de grond en is achtergebleven zaad alsnog ontkiemd. Het resultaat was echter een groot verschil in leeftijd en veel onkruid. Met handwiedwerk in juli

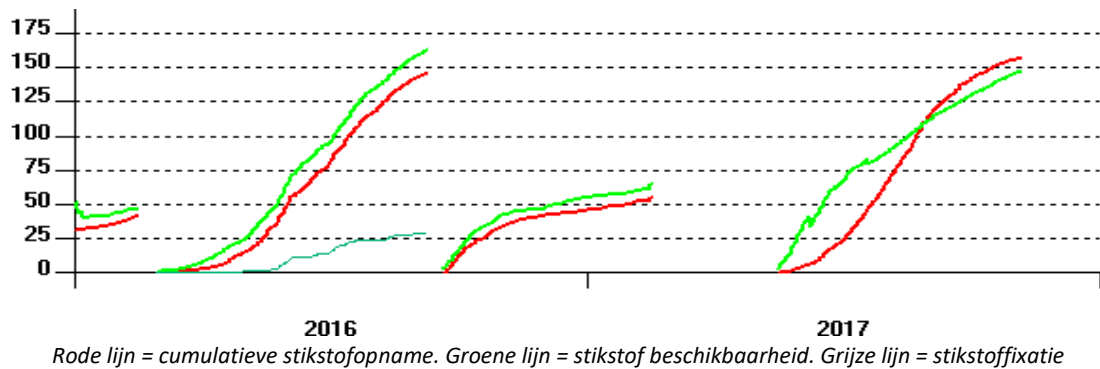
stond uiteindelijk toch een redelijk gewas op het veld. Bij de oogst op 7 november viel de opbrengst met 59688 kg (inclusief koppen) helemaal niet tegen.

De peen heeft volgens de modelberekening te weinig stikstof beschikbaar gehad om de gerealiseerde opbrengst te kunnen realiseren (Figuur 28 en Figuur 29). Het verschil is ongeveer 10 kg per hectare en valt binnen de marge van nauwkeurigheid. Verder is er de ervaring dat bij peen wel vaker een schijnbaar N-tekort zichtbaar wordt in de modellering. Misschien kan peen makkelijk stikstof opnemen uit de laag beneden 60 cm. Begin- en eindmeting van de minerale stikstof komen

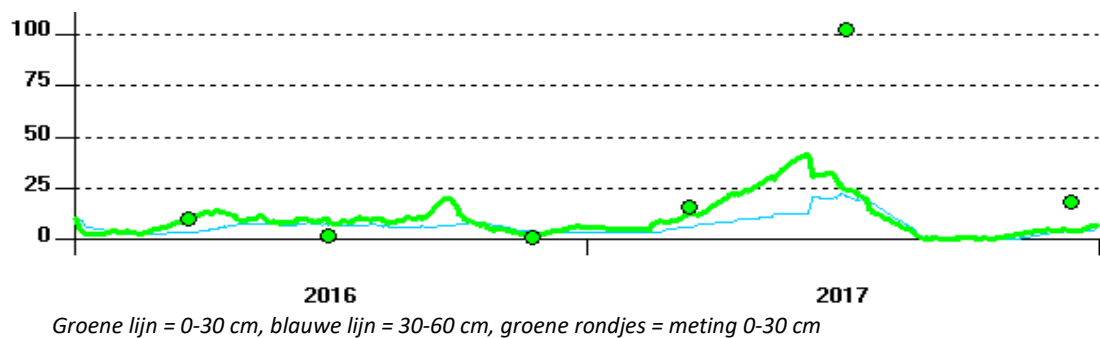
goed overeen met het berekende niveau; de meting op 7 juli zit ver boven het berekende niveau (Figuur 29). Ten slotte kan ook een onjuiste aanname over de N-inhoud van het loof of de hoeveelheid loof (beide niet gemeten) makkelijk een verschil van 10 kg veroorzaken. Er kon geen rogge groenbemester meer worden gezaaid. Doordat de peen volgens de modelberekening alle stikstof had opgenomen is de stikstofuitspoeling zeer beperkt gebleven (Figuur 30), ondanks de afwezigheid van een groenbemester. Bij afwezigheid van het verschil tussen berekend en werkelijk niveau N-min zou de uitspoeling misschien iets groter zijn geweest.



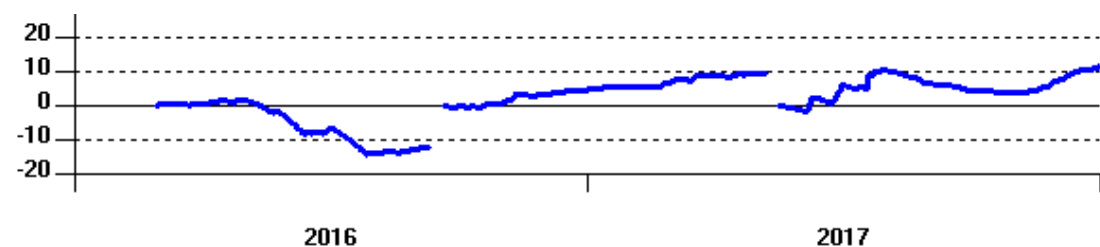
Figuur 27. Gewassen en bemesting 2016-2017



Figuur 28. Stikstofopname, beschikbaarheid en fixatie perceel E



Figuur 29. Verloop minerale stikstof



Figuur 30. Cumulatieve uitspoeling in kg N/ha (bij aanvang nieuw gewas op nul gezet)

3.6 Perceel F: Aardappel



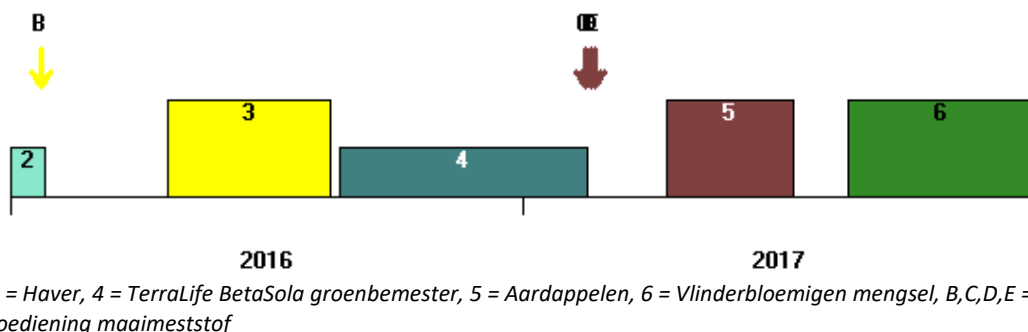
Figuur 31. Aardappel 14 juni 2017

Op 10 februari is het TerraLife BetaSola mengsel geklepeld en op 15 februari is de maaimeststof uitgereden met daarin 94 kg stikstof. Op 13 april is gepoot en op 13 juli is de teelt beëindigd door branden. Op 9 augustus zijn de aardappels gerooid en op 21 augustus is het mengsel voor maaimeststof gezaaid. De Phytophthoradruk was laag, in tegenstelling tot 2016, en de opbrengst goed: 39.198 kg per hectare.

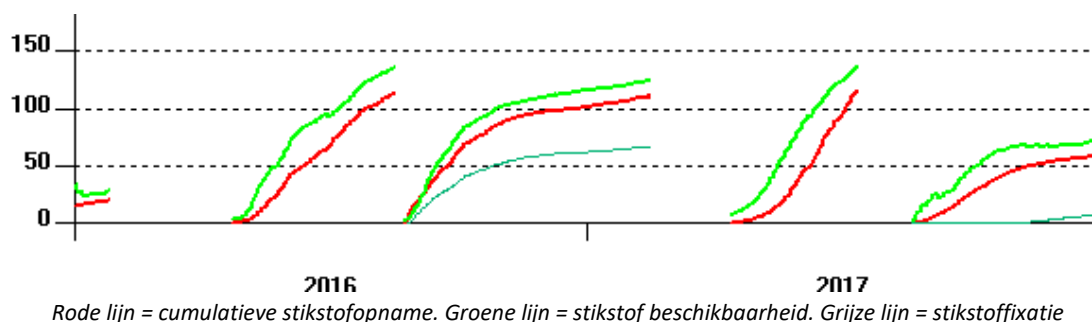
De met Ndicea berekende

stikstofdynamiek laat zien dat tegen het einde van de teelt de stikstof nog niet helemaal op is (Figuur 33). De N-mineraal meting is op dat moment laag, 12 kg per hectare in 0-30 cm (Figuur 34) net als de modellering. Het vlinderbloemigen-mengsel dat op 21 augustus is ingezaaid neemt niet alle stikstof op en bindt ook nog een beetje (Figuur 33). Het berekende niveau minerale stikstof komt behoorlijk goed overeen met de drie metingen.

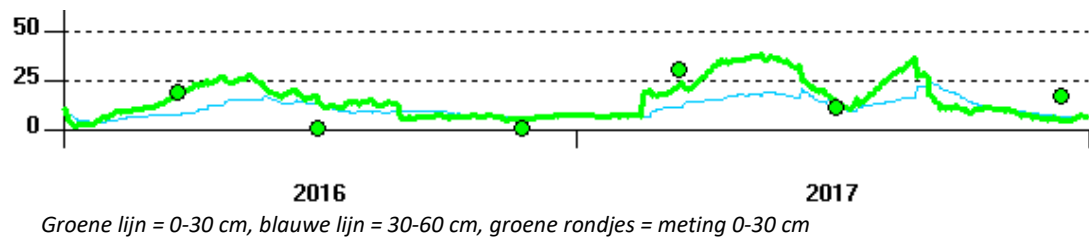
De veronderstelde groei van het leguminosenmengsel (niet gemeten) van 1500 kg droge stof tot eind december kan niet voorkomen dat er 30 kg stikstof per hectare uitspoelt (Figuur 35).



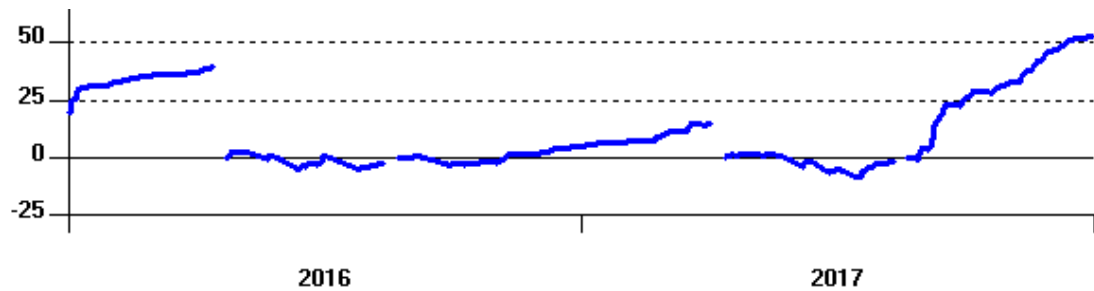
Figuur 32. Gewassen en bemestingen 2016-2017



Figuur 33. Stikstofopname, beschikbaarheid en fixatie perceel F



Figuur 34. Verloop minerale stikstof



Figuur 35. Cumulatieve uitspoeling in kg N/ha (bij aanvang nieuw gewas op nul gezet)

4 Beworteling

Door studenten van Van Hall Larenstein is oriënterend onderzoek gedaan naar beworteling (Plompen en Zuidema, 2017). Enkele elementen uit hun werk worden hier aangehaald.

Hun vraagstelling was:

Wat zijn de verschillen in wortelontwikkeling bij aardappels tussen de verschillende teeltsystemen: Planty Organic, biologisch en gangbaar.



Figuur 36. Kuil met plaat

Op drie plekken op het proefbedrijf is in het betreffende veld aardappelen een kuil gegraven en voorzien van een plexiglas plaat (Figuur 36) om waarnemingen te kunnen doen aan de ontwikkeling en het volume van het wortelstelsel. Vanwege het ontbreken van herhalingen kan bij gebleken verschillen slechts een voorzichtige uitspraak gedaan worden.

De volgende verwachting is overgenomen uit het rapport:

Verwacht wordt dat de worteldieptes in het beginstadium bij het gangbare en biologische teeltsysteem minder hoog uit zullen vallen dan bij Planty Organic, omdat er meststoffen van buiten het bedrijf aangevoerd mogen worden wat bij Planty Organic niet mag dus deze zal opzoek gaan naar de benodigde nutriënten. Wel zullen de verschillen in het beginstadium niet zeer groot zijn. En in een later stadium wordt verwacht dat de beworteling bij Planty Organic dieper zal zijn omdat de planten meer moeite moeten doen om de benodigde nutriënten voor de groei op te nemen en omdat er gebruik wordt gemaakt van niet kerende grondbewerking.

De eerste waarnemingen zijn van 16 juni. Toen zijn alleen Planty Organic en Biologisch bekeken die een zelfde pootdatum hadden. Het gangbare perceel was later gepoot en het gewas nog nauwelijks ontwikkeld. Voor verdere illustraties wordt verwezen naar het rapport.



Figuur 37. Wortelpatroon Planty Organic (links) en Biologisch (rechts)

Op basis van de waarnemingen gedurende het hele seizoen komen de auteurs tot de volgende formulering:

Al met al geven de resultaten weer dat de wortels van aardappels in een kort stadium een sterke ontwikkeling doormaken. Hierbij zijn de wortels sterker vertakt binnen het Planty Organic en biologische teeltsysteem dan in het gangbare teeltsysteem en bevatten de wortels meer haarwortels. Ook is de beworteling bij het Planty Organic teeltsysteem dieper en breder dan bij het biologische en gangbare teeltsysteem. Naar alle waarschijnlijkheid heeft de betere beworteling bij het Planty Organic teeltsysteem te maken met een combinatie van factoren, namelijk dat de planten 'gedwongen' zijn om op zoek te gaan naar de benodigde nutriënten voor de groei, er op het biologische teeltsysteem gewerkt wordt met niet kerende grondbewerking wat zorgt voor behoud van nuttig bodemleven en het voorjaar van 2017 was redelijk droog waardoor de beworteling op alle drie de teeltsystemen relatief diep was.

De hypothese welke gesteld is voorafgaand aan het onderzoek kan uiteindelijk gehandhaafd worden omdat uit de resultaten blijkt dat de wortelontwikkeling op het Planty Organic teeltsysteem dieper en uitgebreider was dan bij de andere teeltsystemen.

De verschillen waren dus duidelijk, maar vanwege het ontbreken van herhalingen kan geen definitieve uitspraak worden gedaan. Het kan wel geïnterpreteerd worden als een sterke uitnodiging om beworteling als onderzoeksonderwerp hoog op de agenda te plaatsen.

5 Bespreking van de resultaten

2017 was het jaar aansluitend op de periode die in het 5-jaars evaluatierapport (van der Burgt et al., 2017) is besproken. Onderstaande tekst borduurt voort op de in genoemde rapport gepresenteerde resultaten en maakt vergelijkingen met het daar gepresenteerde bedrijfsontwerp-2. De resultaten van 2017 kunnen zo gebruikt worden om te checken of dat bedrijfsontwerp-2 dicht bij de werkelijkheid staat.

5.1 Opbrengsten

Wat betreft opbrengsten was 2017 een goed jaar. In Tabel 6 staan de opbrengsten van 2017 naast die van het bedrijfsontwerp-2, dus de algemene verwachting van het systeem op basis van vijf jaar praktijkervaring. Het systeem is naar verwachting stikstof-gelimiteerd, naar er zat blijkbaar nog flink wat rek in. Zowel productopbrengst als stikstofopbrengst liggen boven verwachting, met uitzondering van de peen. Of de opbrengst van de peen (veel) hoger zou zijn geweest als de kiemingsfase beter was verlopen blijft een vraag. Het ging om industriepeen waarbij de sortering niet van belang is en die in principe lang door kan groeien. Kijkend naar de stikstofbeschikbaarheid was er niet veel ruimte voor een hogere opbrengst (Figuur 28 en Figuur 29).

Tabel 6. Opbrengsten

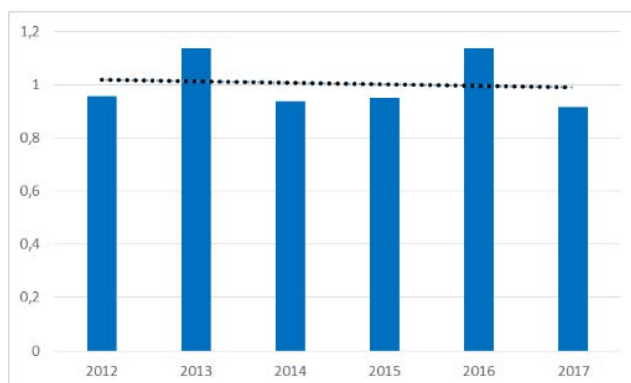
	Opbrengst 2017		Opbrengstverwachting	
	Product	N	Product	N
	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha
Pompoen	24696	69	18000	49
Tarwe/Veldboon	4776	165	3500	117
Peen	59688	78	62000	68
Haver	5428	70	4500	67
Aardappel	39198	88	30000	81
Gemiddeld *		78		64

* Gemiddeld per hectare inclusief 1 hectare voor maaimeststof

5.2 Inhoudsstoffen gewas

De volledige analyseresultaten staan in bijlage 2. De analysecijfers van 2017 zijn vergeleken met de conclusies uit het evaluatierapport (Van der Burgt et al, 2017). De samenvatting daarvan staat in Figuur 38. Daarin zijn alle inhoudsstoffen over alle jaren geïndexeerd op gemiddeld 100. De variatie tussen de jaren is duidelijk groter dan een eventuele trend naar boven of beneden.

De conclusie van het evaluatierapport 2012-2016 blijft in 2017 overeind: er is geen reden aan te nemen dat het niveau van inhoudsstoffen structureel daalt.

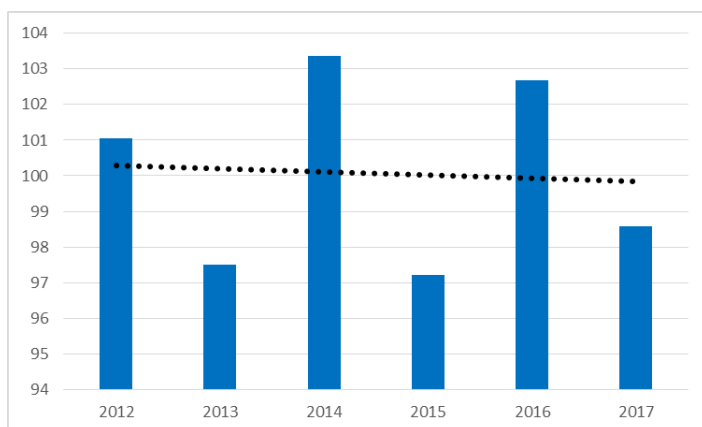


Figuur 38. Op 100 geïndexeerde waarde van alle inhoudsstoffen van de geoogste gewassen

5.3 Bodemvruchtbaarheid

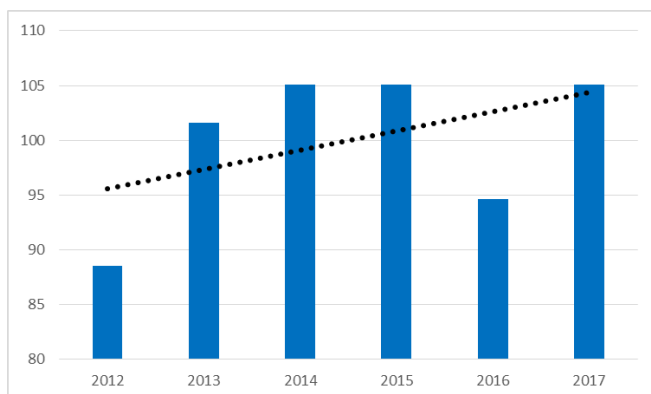
Net als bij de gewasinhoud zijn de parameters voor bodemvruchtbaarheid geïndexeerd op 100 = gemiddelde van alle jaren en percelen en allemaal op één hoop gegooid met uitzondering van het verhoudingsgetal C/N en de textuurcijfers. De hypothese is dan: hoe hoger de waarde, hoe hoger de bodemvruchtbaarheid. Het resultaat staat samengevat in Figuur 39.

De variatie tussen de jaren is net als bij de gewasinhoud aanzienlijk. Over de jaren heen is er geen trend zichtbaar naar lagere waarden hoewel dat gezien het ontbreken van aanvoer misschien wel verwacht mag worden. De waarde van 2017 wijkt niet wezenlijk af van de voorgaande jaren.

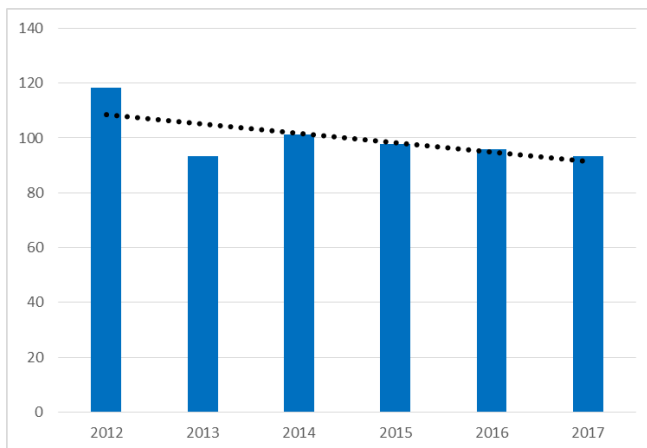


Figuur 39. Alle bodemparameters geïndexeerd op 100 = gemiddelde waarde alle jaren en percelen

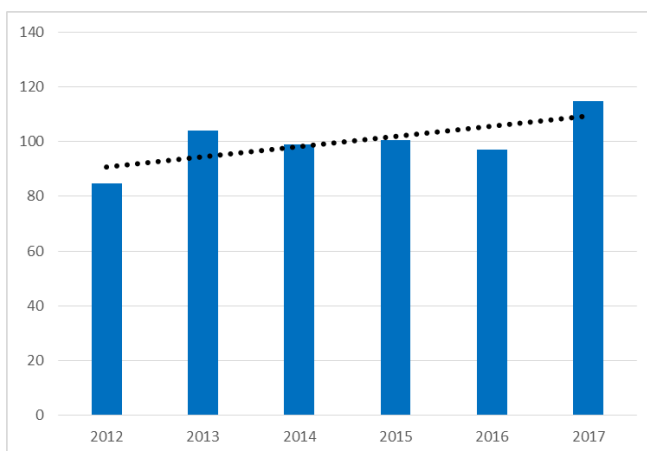
Mineralen worden niet aangevuld, maar organische stof en stikstof wel. In Figuur 40 is het verloop van het organische stof gehalte af te lezen. De conclusie is de zelfde als over het tijdvak 2012-2016: er lijkt sprake van een toename van het organische stof gehalte. Het totale gehalte aan stikstof lijkt te dalen (Figuur 41), maar die daling wordt vooral veroorzaakt door de hoge waarde van 2012. Vanaf 2013 lijkt het ongeveer gelijk te blijven. Een daling van 263 kg in een jaar (van 1255 naar 992 kg per hectare) is erg onwaarschijnlijk. Bij een daling van het N-gehalte en een stijging van het organische stof gehalte dan zou je verwachten dat de C/N verhouding stijgt. Dat is inderdaad het geval, zie Figuur 42. Misschien is er dus toch iets aan de hand, maar op basis van de beschikbare getallen kan er nog geen conclusie worden getrokken.



Figuur 40. Organische stof, geïndexeerd

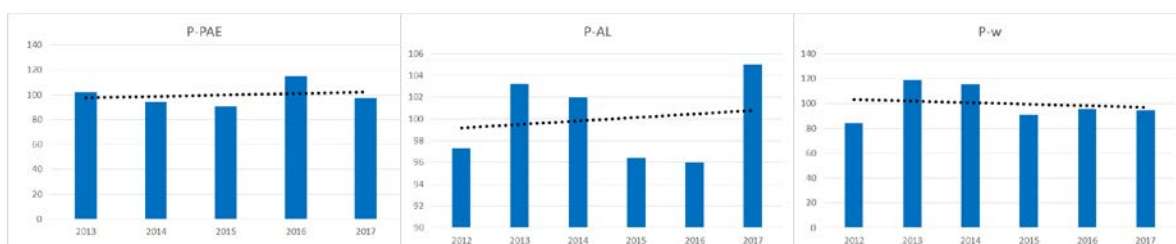


Figuur 41. Totaal stikstof geïndexeerd



Figuur 42. C/N gehalte, geïndexeerd

De fosfaatcijfers worden met het oog op mogelijk toekomstig onderzoek apart bekeken, Figuur 43. Er lijkt geen trend tot afname van fosfaat beschikbaarheid op te treden. Dat is opmerkelijk omdat er wel jaarlijks rond de 30kg P2O5 per hectare wordt afgevoerd. Blijkbaar is de bodem in staat deze hoeveelheden te mobiliseren uit de bodemvoorraad 0-30 cm of te mobiliseren en omhoog te halen uit 30-60 cm of dieper. Dat kan alleen achterhaald worden door een totale fosfaatbalans op te stellen. Daartoe zouden naast de getoonde analyses ook de P-totaal en de P-organische gemeten moeten worden. Er zijn bodemonsters bewaard van 0-30 en 30-60 van november 2014, dus het is mogelijk die alsnog, samen met een nieuwe serie (eind 2018?) te analyseren. Een onttrekking van meer dan 120 kg P2O5 in vier jaar zou meetbaar moeten zijn in de P-totaal waarbij zes percelen, dus zes pseudo-herhalingen beschikbaar zijn.



Figuur 43. P-PAE, P-AL en P-w, geïndexeerd

5.4 Stikstofdynamiek

In de evaluatie 2012-2016 wordt gesproken over een stikstof-gelimiteerd productiesysteem. Tevens staat er te lezen dat een substantiële verhoging van de productie niet goed mogelijk is binnen het systeem omdat de stikstofbinding, de uiteindelijke motor van het systeem, beperkt is. Toch ligt de productie in 2017 substantieel boven die van het model-systeem, bedrijfsontwerp-2 genoemd, gebaseerd op de evaluatie-resultaten. Dat behoeft uitleg, en daarvoor wordt, net als in de evaluatie, het model Ndicea ingezet.

5.4.1 Kwaliteit van de modellering in 2017

De kwaliteit van de modelberekening wordt afgemeten aan de RMSE Root Mean Squared Error van de geobserveerde waarde van N-mineraal ten opzichte van de gemodelleerde waarde. Waarden beneden 20 kg/ha worden als acceptabel beschouwd; hoe dichterbij nul hoe kleiner het gemiddelde verschil.

Tabel 7. RMSE 2017 en 2012-2016 en verschil geobserveerde en gesimuleerde waarde N-mineraal 0-30 cm 2017

Perceel	2017		2017		2012-2016	
	n	RMSE	#Obs<Sim	#Obs>Sim	n	RMSE
A	3	15	2	1	15	12
B	3	7	1	2	19	15
C	3	7	1	2	20	34
D	3	15	0	3	20	17
E	3	46	0	3	16	19
E	2	10	0	2		
F	3	9	1	2	20	36

In rood: waarden > 20 kg/ha

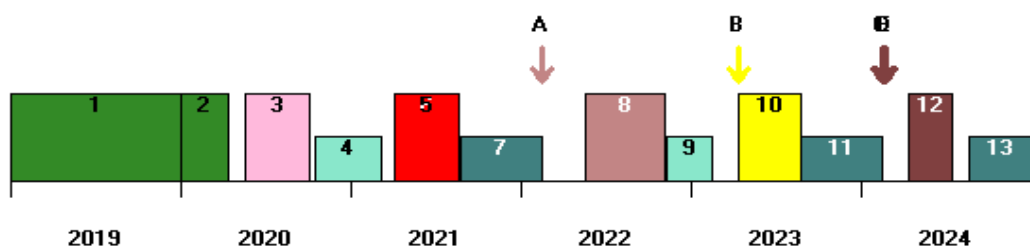
De modellering in 2017 levert op één uitzondering na RMSE-waarden op beneden 20 kg/ha. De uitzondering is perceel E met een waarneming van 103 kg/ha (Tabel 2). Deze hoge waarde is niet zomaar te verklaren en heeft een grote invloed op de RMSE. Bij weglating is de beoordeling van de modelprestatie meteen veel beter. Dat geldt ook voor de periode 2012-2016, percelen C en F die ook een of enkele merkwaardig hoge metingen bevatten.

De conclusie is dat de modellering met toevoeging van één jaar met daarin drie meetmomenten aan betrouwbaarheid heeft gewonnen.

Er lijkt in 2017, in tegenstelling tot de periode 2012-2016, wel een tendens zichtbaar dat de gesimuleerde waarde N-mineraal 0-30 cm beneden de gemeten waarden liggen (Tabel 7). Of dit betekenis heeft valt nu nog niet te zeggen.

5.4.2 Modelberekening bedrijfssysteem met hogere opbrengsten

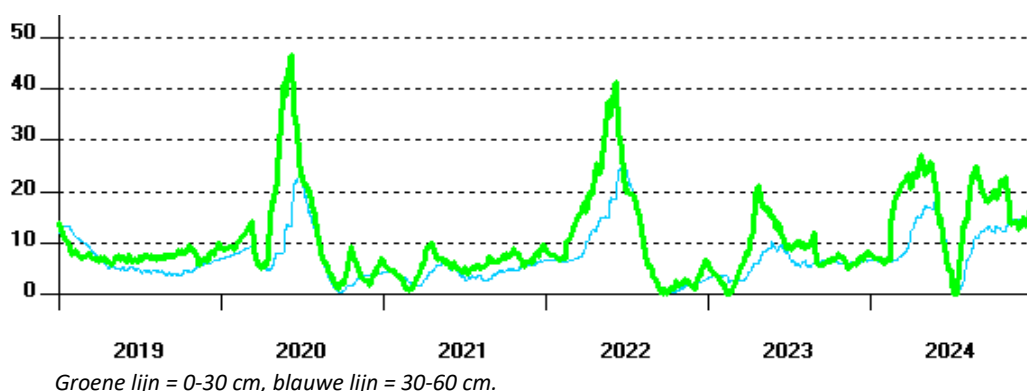
De opbrengsten in 2017 lagen aanzienlijk hoger dan verwacht werd op basis van het herziene bedrijfsontwerp-2. De perceel-modelleringen over 2017 lijken betrouwbaar (Tabel 7). Is dit jaar dan een incident geweest of biedt het systeem wel degelijk kansen voor blijvende opbrengsten zoals in 2017? Deze vraag is opgepakt door een modelscenario in te richten met de agronomische data van de gewassen van 2017 en met goed geslaagde groenbemesters. Het resultaat staat in Figuur 44 t/m Figuur 47.



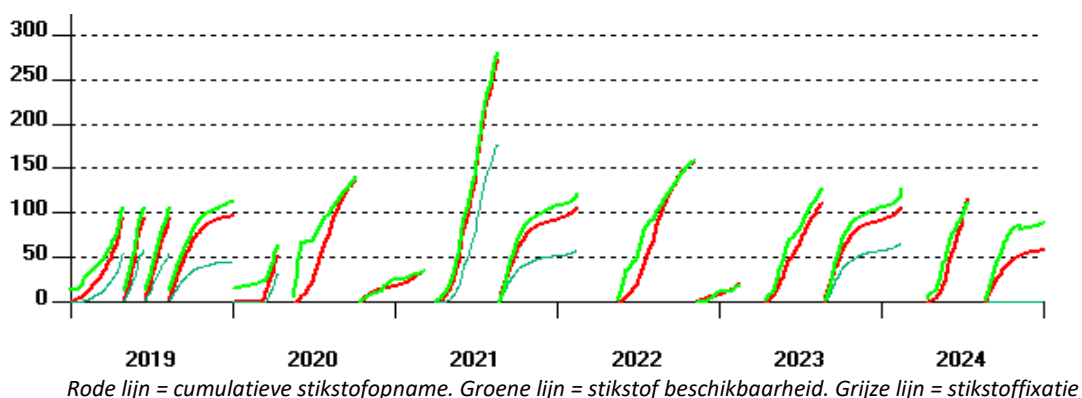
1 = Vlinderbloemigenmengsel voor maaimeeststof; 2 = Vlinderbloemigenmengsel, ingewerkt ; 3 = Pompoen
 4 = Rogge groenbemester ; 5/6 = Tarwe/Veldboon ; 7 = Leguminosen groenbemester ; 8 = Peen ; 9 = Rogge
 groenbemester ; 10 = Haver ; 11 = Leguminosen groenbemester ; 12 = Aardappel ; 13 = Vlinderbloemigenmengsel

Figuur 44. Gewasvolgorde

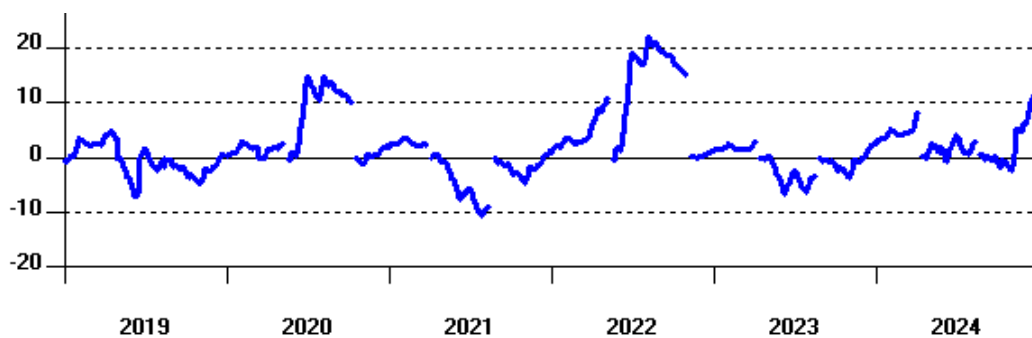
Het berekende niveau N-mineraal zakt met regelmaat tot op nagenoeg nul-niveau (Figuur 45) en de stikstofbeschikbaarheid loopt regelmatig wel heel erg parallel aan de gewasvraag (Figuur 46). Een *structureel* hoge opbrengst zoals in 2017 is dus niet onmogelijk, *maar lijkt niet zo waarschijnlijk*. Het veronderstelt in ieder geval goed geslaagde stikstofbindende groenbemesters (7 en 11 in Figuur 44), geslaagde (maar niet zo grote) rogge groenbemesters (4 en 9 in Figuur 44) een geslaagde teelt van Tarwe/Veldboon en uiteraard een voldoende (stikstof) opbrengst van de maaimeeststof. Alleen op die manier kan de stikstofbinding opgekrikt worden van 68 kg/ha gemiddeld (bedrijfsmodel-2) naar 93 kg/ha (deze rekenoefening). Als dat allemaal lukt kan de uitspoeling met gemiddeld 10 kg per hectare per jaar gemiddeld (Figuur 47) ook nog flink lager zijn dan in het bedrijfsontwerp-2 waar 18 kg verloren gaat door uitspoeling. Door de grotere gewasresten en grotere productie van groenbemesters zou ook de bodem organische stof nog sneller hoger worden (Figuur 48. Verloop organische stof 0-30 cm (in %)). Maar nogmaals: *het zou kunnen, jaar na jaar, maar het is wel erg onwaarschijnlijk*.



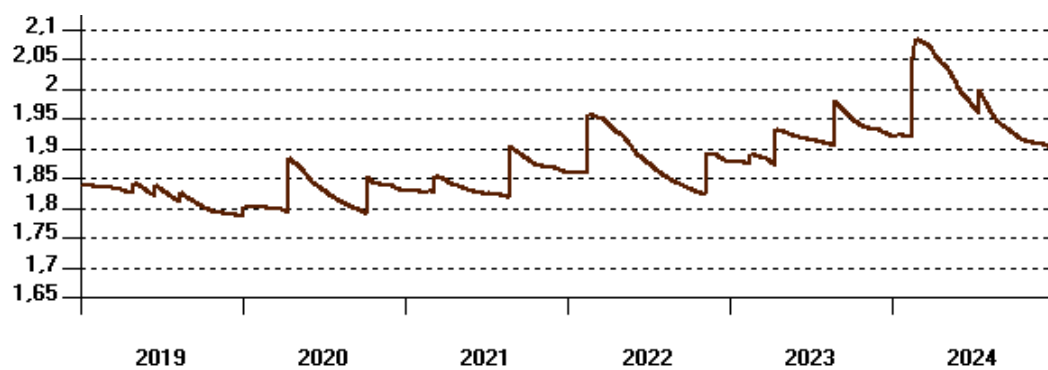
Figuur 45. Verloop N-mineraal



Figuur 46. Stikstofbeschikbaarheid, stikstof opname en stikstof fixatie



Figuur 47. Cumulatieve uitspoeling in kg/ha (bij aanvang nieuw gewas op nul gezet)



Figuur 48. Verloop organische stof 0-30 cm (in %)

6 Conclusies

- De bevindingen van 2017 bevestigen het beeld van de evaluatie 2012-2016.
- De opbrengsten in 2017 lagen aanzienlijk hoger dan wat in de evaluatie als aannemelijk is beschreven. Blijkbaar zit in dit stikstof-gelimiteerde systeem toch nog wel wat rek.
- Deze rek is aannemelijk gemaakt in een nieuwe modelberekening. Dat dit aanzienlijk hogere productieniveau blijvend zou zijn is echter zeer onwaarschijnlijk.
- De mineralen-inhoud van de gewassen loopt niet terug.
- De bodemvruchtbaarheid afgemeten aan een lijst van parameters loopt niet terug ondanks zes jaar afwezigheid van aanvoer.
- Het organische stof gehalte loopt waarschijnlijk op, het totale bodem stikstofgehalte lijkt een licht neerwaartse trend te vertonen. Dat wordt bevestigd door de stijgende C/N verhouding. Het zou dus kunnen dat een stukje van de zeer hoge stikstof efficiëntie slechts schijn is en veroorzaakt wordt door afname van bodem-N.
- Eind 2017 was er méér stikstof op voorraad als maaimeststof dan op 1 januari 2017. Er is dus, naast een hoge productie van gewassen, ook nog netto maaimeststof geproduceerd. Het is aantrekkelijk om een (extra) voorraad te hebben liggen om tegenvallers op te kunnen vangen zoals een mislukte groenbemester van het voorgaande jaar.

7 Aanbevelingen

Het proefveld Planty Organic kan nog verdere vragen beantwoorden die de kracht van het systeem onderbouwen en anderen kunnen inspireren om (elementen van) deze werkwijze over te nemen.

- Tot nu toe zijn alleen de producten en de maaimeeststoffen gemeten (opbrengst en mineralengehaltes). Aangezien de interne stromen van eminent belang zijn is het aan te bevelen een of twee jaar ook de **gewasresten en de groenbemesters goed te documenteren**.
- De indicatieve studie van de beworteling laat zien dat er duidelijke verschillen in beworteling zijn tussen de drie verschillende teeltsystemen. **Beworteling** is een wezenlijk onderdeel van de Planty Organic systematiek. Kwantificering helpt om nog beter inzicht te krijgen in de feitelijke rol van de beworteling in systeemefficiëntie en -stabiliteit.
- Er is nog helemaal niet gekeken naar de samenstelling en de functionaliteit van het **bodemleven** terwijl dat een essentiële rol speelt in de bodem-plant relatie.
- Al werkende in de praktijk kan nog gezocht worden naar diverse kleinere en grotere maatregelen die de **interne stromen** en daarmee de productiviteit van het systeem verder ondersteunen.
- Er is tot nu toe voornamelijk gekeken naar de stikstofdynamiek. Het proefveld Planty Organic biedt een uitgelezen kans om ook de **fosfaatdynamiek** te bestuderen. De veronderstelling is daarbij dat een deel van de mechanismen die de hoge N-efficiëntie verklaren ook sturende factoren zijn voor de fosfaatdynamiek. Telen met lagere fosfaataanvoer is een thema voor de hele landbouw.
- We hebben het vermoeden dat Planty Organic niet alleen zeer efficiënt is in de stikstofdynamiek maar ook een lage **CO₂ voetafdruk** heeft. Daaraan kan gemeten en gerekend worden, inclusief de vraag of (in hoeverre) er **koolstofopslag** plaatsvindt. De tot nu toe toegepaste manier van bepaling van het organische stof gehalte van de grond is daarvoor onvoldoende nauwkeurig.
- Het produceren van de eigen maaimeeststof kost geld, uren en grond (een perceel maaimeeststof op vijf percelen verkoopbare gewassen). Aanbevolen wordt een bedrijfseconomische analyse te maken van deze kosten en die te vergelijken met de kosten van mestaankoop of ruil van grasklaver voor mest. Van dat laatste is documentatie en ervaring beschikbaar uit het koppelbedrijven-project van het Louis Bolk Instituut.

Literatuur

- Burgt, G.J.H.M. van der (2012). **Planty Organic Bedrijfsontwerp**. Louis Bolk Instituut, Driebergen, publicatie nummer 2012 030 LbP, 33 pp.
- Burgt, G.J.H.M. van der, Rietema, C. en Bus, M.C. (2017a). **Planty Organic 5 jaar: evaluatie van bodemvruchtbaarheid, stikstofhuishouding en productie**. Louis Bolk Instituut, Driebergen, publicatie nummer 2017 037 LbP, 40 pp.
- Burgt, G.J.H.M. van der, Rietema, C. en Bus, M.C. (2017b). **Planty Organic 5 year: evaluation of soil fertility, nitrogen dynamics and production**. Louis Bolk Instituut, Driebergen, publicatie nummer 2018 004 LbP, 38 pp.
- Plompen, O. en Zuidema, R. (2017). **Verschil wortelontwikkeling tussen een gangbaar, biologisch en Planty Organic teeltsysteem**. Rapport Van Hall Larenstein, Leeuwarden, 19 pp.

Voor verdere literatuur wordt verwezen naar de literatuurlijst van Van der Burgt et al 2017a .

Bijlage 1: Werkzaamheden 2017

A	Haver	
15-feb	Uitrijden klaverkuil	8 pakken kuil 2016 B
16-feb	Inwerken klaverkuil	
28-mrt	Triltand	
3-apr	Kopeggen	
3-apr	Zaaien	
4-apr	Cambridge rol	
14-apr	Begin opkomst	
21-apr	wiedeg	
	wiedeg	
15-mei	schoffelen object A	
16-mei	wiedeg	
2-jun	wiedeg	
22-aug	oogst	
23-aug	lostrekken	
28-aug	cultiveren	

B	Tarwe/Veldboon
17-mrt	grondbewerken
28-mrt	Triltand
3-apr	kopeggen
3-apr	zaaien
4-apr	cambridge
14-apr	begin opkomst tarwe
21-apr	wiedeg
16-mei	wiedeg
2-jun	wiedeg
22-aug	oogst
23-aug	lostrekken
28-aug	cultiveren

C	Leguminosenmengsel	
13-mei	maaien	
15-mei	persen: 7x ronde baal nr 1	7x ronde baal nr 1
19-jun	maaien	
20-jun	persen: 6x ronde baal nr 2	6x baal nr 2
1-aug	maaien	
2-aug	persen: 11x ronde baal nr 3	11x baal nr 3
25-sep	maaien	
25-sep	persen	6x baal nr 4

D	Pompoen	
12-apr	volvelds frezen	
20-apr	fibroflex culti	
2-mei	fibroflex culti	
17-jun	luchtschoffelen	
3-jul	schoffelen	
4-okt	oogst	
4-okt	klepelen, schijveneg en inzaai	150 kg haver per ha

E	Peen	
10-feb	Klepelmaaaien	
15-feb	Uitrijden klaverkuil	5x kuil 2016 A
16-feb	Inwerken klaverkuil	
17-mrt	Grondbewerken	
28-mrt	triltand	
2-mei	fibroflex culti	
3-mei	Ruggen frees	
17-mei	zaaien	8000.000 zaden/ha
6-jun	onkruid krabben	
17-jun	wieden/aanaarden	
20-jun	korst doorbreken (bevochtigen)	met douchekoppen op 0,75meter, totaal 5 m3
20, 22, 24 juli	hand wieden	
7-nov	monsters oogst	4x 2 rij 2 meter
14-nov	opbrengst+koptarra bepalen	

F	Aardappel	
10-feb	Klepelmaaaien	
14-feb	Folie verwijderen klaverkuil	
15-feb	Uitrijden klaverkuil	9x kuil 2016 C+2x kuil 2015 C+2x kuil 2015 A
16-feb	Inwerken klaverkuil	
17-mrt	grondbewerken	
28-mrt	triltand	
12-apr	ruggen frezen	
13-apr	poten	Agria
9-mei	aanfrezen	
1-jun	hoekschoffel	
eind mei	vhl studenten platen geplaatst	t.b.v. beworteling waarnemen
8-mei	vhl studenten waarnemen+monstere	t.b.v. bodemleven waarnemen
13-jul	branden	
17-jul	loofklappen	
19-jul	branden	
9-aug	netto uitzetten en stengels tellen+ rooien	
9-aug	rooien	23,5 kist totaal
21-aug	zaaien mengsel	zelfde mengsel als 2016

Bijlage 2: Gewasanalyse

		A	B Tarwe/	D	E	F
		Haver	Veldboon	Pompoen	Peen	Aardappel
Opbrengst	kg/ha	5428	4776	24696	59688	39198
d.s.	%	87,5	83,7	18,7	12,5	17,6
N	% in d.s.	1,47	4,13	1,49	1,04	1,28
P	% in d.s.	0,35	0,59	0,24	0,29	0,27
K	% in d.s.	0,46	1,19	1,79	1,7	2,47
Ca	% in d.s.	0,80	1,30	1,10	2,90	0,70
Mg	% in d.s.	1,00	1,30	1,00	0,80	1,00
S	% in d.s.	1,30	1,90	1,40	0,90	1,40
Cu	mg/kg d.s.	3,30	12,84	4,65	4,40	5,28
Fe	mg/kg d.s.	76,68	113	162	290	145
Mn	mg/kg d.s.	12,39	14,00	2,76	5,90	6,22
Zn	mg/kg d.s.	23,49	41,10	16,86	29,55	16,44
Na	% in d.s.	<0,01	0,02	<0,01	0,47	<0,01
Mo	mg/kg d.s.	2,93	6,15	1,67	0,29	1,07
Al *	mg/kg d.s.	8,33	4,20	34,38	571,91	144,83
B	mg/kg d.s.	<0,10	8,70	15,03	22,42	5,61
Si	mg/kg d.s.	661	428	553	446	382

* Onwaarschijnlijke uitslagen-reeks