

Planty Organic

Voortgang 2018

Geert-Jan van der Burgt, Carina Rietema, Michiel Bus,
Bart Timmermans

© 2019 Louis Bolk Instituut / SPNA

Planty Organic - Voortgang 2018

Ir. Geert-Jan van der Burgt^{1,2}, Carina Rietema MSc. ², Michiel Bus²,
Dr. Bart Timmermans¹

¹ Louis Bolk Instituut ² SPNA

Zoekwoorden: maaimeststoffen, stikstof, organische stof,
bodemvruchtbaarheid, Ndicea, groenbemesters, kringlopen

Publicatienummer 2019-007 LbP

45 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 negende uit een reeks over de ontwikkeling van een bedrijfssysteem dat volledig draait op eigen stikstofvoorziening 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 zevende rapport beschrijven de projectactiviteiten in 2012 - 2017 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 2018. De opzet van deze tekst verloopt grotendeels parallel aan de rapportage over de resultaten van 2017. Naast de resultaten wordt er kort ingegaan op de ontwikkeling in de tijd, waar dus weer een jaar aan is toegevoegd. Wij bedanken de financiers van dit project. In 2018 waren dat evenals in 2017 de provincies Groningen en Fryslân maar daarnaast de leerstoelgroep Plantaardige Productiesystemen van Wageningen University & Research, prof. Martin van Ittersum. Door hun bijdrage kon het proefveld Planty Organic in stand worden gehouden en kon dit rapport geschreven worden. De evaluatie heeft aangetoond dat het tot dusverre ontwikkelde akkerbouwsysteem op alle fronten aan de verwachtingen voldoet. Een tweetal vervoljaren is noodzakelijk om deze innovatie tot volle wasdom te krijgen en daarvoor is in de vorm van het POP3 project "Stikstof Telen" de mogelijkheid geschapen.

Initiatiefnemers:

The logo for Biowerk features the word "biowerk" in a bold, lowercase, green font. The letter "i" has a small leaf-like shape above it.The logo for Biowad consists of the word "biowad" in a bold, lowercase, green font. Below it, in a smaller font, is the text "De vereniging van biologische boeren in het waddengebied".

Financiers:



provincie
groningen

provinsje fryslân
provincie fryslân



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Uitvoering:

The logo for Louis Bolk Instituut features a stylized orange and red "L" shape above the text "Louis Bolk Instituut".

Stichting Biowerk is de werkorganisatie voor de realisatie van initiatieven opgestart in BioWad, vereniging voor biologische boeren in het waddengebied. Het project en proefveld Planty Organic is een initiatief van BioWad.

SPNA Stichting Proefboerderijen Noordelijke Akkerbouw is uitvoerder van het Planty Organic proefveld op locatie Kollumerwaard.

Louis Bolk Instituut is een onafhankelijk, internationaal kennisinstituut ter bevordering van duurzame landbouw, voeding en gezondheid.

Inhoud

Samenvatting	5
Summary	6
1 Inleiding en achtergrond	7
2 Proefveld: werkwijze en resultaten	9
2.1 Weersomstandigheden	9
2.2 Toediening maaimeststoffen	10
2.3 Metingen N-mineraal bodem	11
2.4 Bodemvruchtbaarheid	11
2.5 Gewassen	11
2.6 Wining maaimeststof	13
2.7 Veranderingen t.o.v. voorgaande jaren	13
3 Agronomie en Ndicea berekeningen	15
3.1 Perceel A: Aardappel	15
3.2 Perceel B: Winterpeen	17
3.3 Perceel C: Pompoen	20
3.4 Perceel D: Tarwe/Veldboon	22
3.5 Perceel E: Haver	24
3.6 Perceel F: Vlinderbloemige voor maaimeststof	26
4 Overige activiteiten	29
4.1 Minisymposium	29
4.2 Onderzoek beworteling	29
5 Bespreking van de resultaten	30
5.1 Opbrengsten	30
5.2 Inhoudsstoffen gewas	30
5.3 Bodemvruchtbaarheid	31
5.4 Stikstofdynamiek	33
6 Conclusies	38
7 Aanbevelingen	39
Literatuur	40
Bijlage 1: Werkzaamheden 2018	41
Bijlage 2: Analyse gewas, gewasresten, groenbemesters en maaimeststof	44

Samenvatting

Planty Organic is een proefveld waarin een biologisch akkerbouwsysteem ontwikkeld wordt op basis van volledig eigen stikstofvoorziening met niet-kerende grondbewerking en GPS gestuurde vaste rijpaden op 3.20 meter. Het is in 2012 gestart. De periode 2012-2016 is geëvalueerd (Van der Burgt et al., 2017). Door het opzoeken van grenzen met een volledig eigen stikstofvoorziening kan er veel nieuwe kennis opgedaan worden wat vervolgens zijn toepassing kan krijgen in de biologische of gangbare landbouwpraktijk op het gebied van stikstof-, fosfaat- of bodemdynamiek vraagstukken.

Dit rapport is de weergave van wat er in 2018 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 2018 ongeveer op het niveau van wat op basis van de evaluatie verwacht werd. Dat is op basis van simulering met het model Ndicea bevestigd. Het is onwaarschijnlijk 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 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. An evaluation report has been published (Van der Burgt et al., 2017b) 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 2018 practice and results, referring to the evaluation report. The 2018 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 roughly the level as it is expected in the evaluation. This 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 verschillende vlinderbloemigen in het bedrijf gebracht. De stikstofstromen verlopen deels via herverdeling bovengronds door middel van maaimeststoffen en deels via grondgebonden overdracht door het inwerken van vlinderbloemige groenbemesters. De basis van de gewasvoeding is echter de mineralisatie van de aanwezige en voortdurend aangevulde bodem organische stof.
- Fosfaat, kali en andere plantenvoedingsstoffen zijn in deze zeer vruchtbare grond in grote hoeveelheden aanwezig, 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 (eigen gewonnen maaimeststof, dus een bedrijfsinterne meststof) 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 deels in stand te houden en daarmee de functionaliteit te behouden.

Het bedrijfssysteem wil voldoen aan de volgende voorwaarden:

- Volledig eigen stikstofvoorziening door stikstofbinding met klavers, luzerne en groenbemesters
- Geen enkele 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
- Ten minste 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.

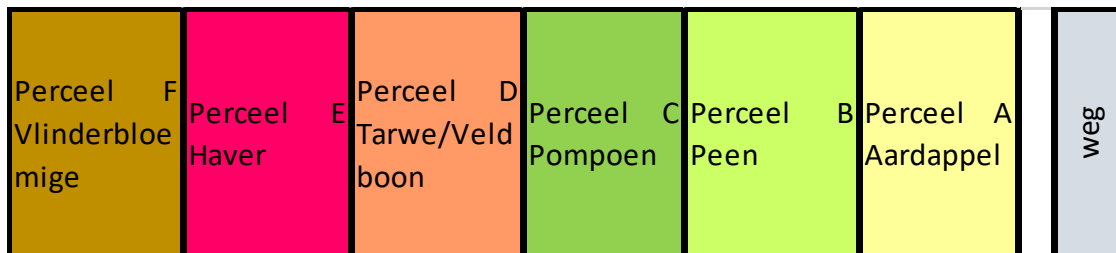
In dit verslag komen alle landbouwkundige onderzoeksactiviteiten aan de orde die binnen het laatste jaar van het project Planty Organic in 2018 uitgevoerd zijn.

2 Proefveld: werkwijze en resultaten

Er is sprake van een vaste vruchtwisseling:

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

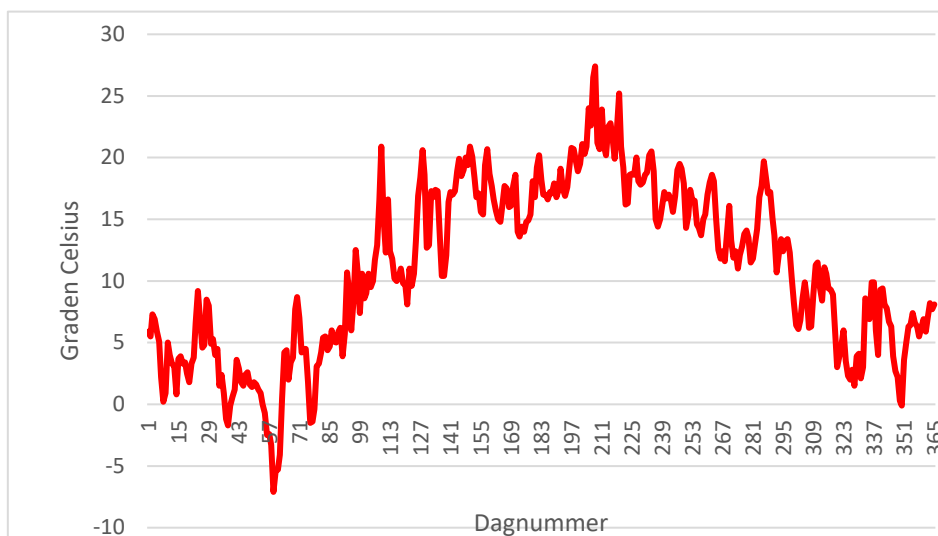
Het bouwplan van 2018 staat in Figuur 1. De werkzaamheden staan in bijlage 1.



Figuur 1. Bouwplan 2018

2.1 Weersomstandigheden

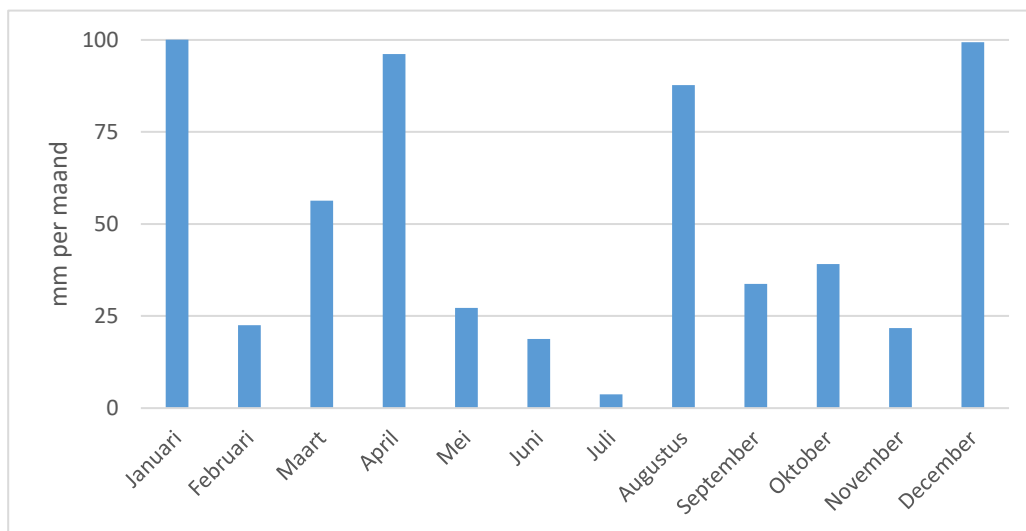
In Figuur 2 staat het verloop van de temperatuur in 2018 in Lauwersoog nabij proefboerderij de Kollumerwaard. Eind Februari – begin Maart was het nog kortstondig erg koud. De gemiddelde jaartemperatuur is met 11,0° Celsius iets hoger dan het voortschrijdend dertigjarige gemiddelde van Lauwersoog (10,13° Celsius).



Figuur 2. Temperatuurverloop 2018 Y-as: gemiddelde temperatuur (°C) per dag. X-as: dagnummer

De neerslag was sterk afwijkend van het gemiddelde. Met 619 mm neerslag was het een zeer droog jaar. Het vroege voorjaar was nog normaal maar Mei-Juni-Juli waren extreem

droog. Ook September-Oktober-November waren veel droger dan gebruikelijk (Figuur 3). Dat heeft er onder andere toe geleid dat op enkele percelen de groenbemesters niet direct na de oogst gezaaid zijn maar pas een paar weken later. Mogelijke effecten op de opbrengst worden verderop besproken.



Figuur 3. Neerslag 2018 per maand in mm.

2.2 Toediening maaimeststoffen

Op 23 februari 2018 is op drie percelen maaimeststof uitgereden en een dag later oppervlakkig ingewerkt. De hoeveelheden en de bemestende waarde staat in Tabel 1.

Tabel 1. Hoeveelheid en samenstelling maaimeststoffen

	MMS	Hoeveelheid	Droge stof	N	P2O5	K2O	N toegediend
Perceel	Charge	ton/ha	%	kg/ton	kg/ton	kg/ton	kg/ha
A	2017 C	14,9	27,2	7,2	1,9	11,4	107
B	2016 A	4,9	28,9	6,8	2,2	10,6	33
B	2017 A	9,2	27,8	5,6	2,2	9,4	52
E	2017 D	8,4	21,4	6,6	1,6	8,0	55
E	2017 B	2,9	27,8	8,0	2,2	11,1	23
Totaal							271



Figuur 4: Uitrijden van maaimeststof 2018.

2.3 Metingen N-mineraal bodem

Er is een aantal keer op de percelen een monster gestoken van 0-30 cm ter bepaling van de hoeveelheid minerale stikstof. De analyses zijn deels uitgevoerd door Eurofins-Agro en deels door Louis Bolk Instituut. De resultaten staan in Tabel 2 en zijn gebruikt als input voor het Ndicea model.

De waarden liggen merendeels beneden 50 kg ha⁻¹ volgens verwachting. Vaker dan voorgaande jaren zijn er echter ook hogere waarden gemeten, met name op perceel B. Juist de hogere waarden matchen vaak niet goed met de modelberekeningen.

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

	Perceel A	Perceel B	Perceel C	Perceel D	Perceel E	Perceel F
Datum	Aardappel	Winterpeen	Pompoen	Tarwe/Veldboon	Haver	Vlinderbloemige
20180327	37	29	18	39	42	19
20180418	31	34	10	34	37	10
20180601	80	112	80	10	10	10
20180703	13	71	88	5	5	10
20180725	15	68	41			
20180828	32	102		44	29	
20181129	30	51	9	20	13	37

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 buurperceel 2 van Kollumerwaard onder biologisch regime. Nieuw in de uitslagen t.o.v. voorgaande jaren zijn de metingen van microbiële biomassa, schimmels en bacteriën.

2.5 Gewassen

Van de vijf gewassen voor verkoop is de opbrengst vastgesteld en is de samenstelling gemeten door Eurofins-Agro. De resultaten van vier parameters staan in Tabel 4, de volledige lijst staat in Bijlage 2.

Tarwe/Veldboon is in eerste instantie als mengsel geanalyseerd en deze waarde staat in de tabel.

Later is een monster tarwe en veldboon afzonderlijk gewogen en geanalyseerd. De gewichtsverhouding in het geoogste product was 331,2 gram bonen en 808,6 gram tarwe, met 27,8% eiwit in de boon en 11,5% eiwit in de tarwe. Met een aanname van een omrekeningsfactor van eiwit naar stikstof van 1/6,25 en een gemeten droge stofgehalte van 87,6% zou dat neerkomen op een eiwitgehalte van 2,26%. Dat is veel lager dan de eerste meting: 2,63%. Of dit komt door analyseon nauwkeurigheid of door een verkeerde aanname over de mengverhouding boon/tarwe is niet bekend.

Tabel 3. Bodemanalyse

		A	B	C	D	E	F	Gem.	bio referentie
N-Tot	mg N/kg	1020	1090	1290	1070	1200	1080	1125	1190
C/N		10	9	8	10	9	11	10	9
N-leverend vermogen	kg N/jaar	70	80	95	70	80	70	78	85
S-totaal	mg S/kg	405	445	345	375	535	565	445	455
C/S		26	23	30	27	19	21	24	24
S-leverend vermogen	kg S/jaar	34	38	28	31	45	45	37	39
P-PAE (plant beschikbaar)	mg P/kg	1,2	1,5	1,5	1,4	0,9	1,5	1,3	2,3
P-AL	mg P2O5/100 gr	37	36	39	36	35	37	37	47
Pw	mg P2O5/l	26	27	28	26	23	27	26	35
K plant beschikbaar	mg K/kg	53	62	44	36	41	59	49	71
K voorraad	mmol+/kg	2,7	3	2,8	2,3	2,5	3	2,7	3,6
K-getal		15	17	13	11	12	16	14	19
Ca plant beschikbaar	kg Ca/ha	30	150	180	30	180	270	140	30
Ca voorraad	kg Ca/ha	7170	6945	7395	7010	7150	7255	7154	7835
Mg plant beschikbaar	mg Mg/kg	39	47	43	43	41	43	43	70
Na plant beschikbaar	mg Na/kg	12	14	11	11	14	10	12	11
Si plant beschikbaar	μ Si/kg	29770	35140	37290	31930	33620	42250	35000	37380
Fe plant beschikbaar	μ Fe/kg	< 2020	< 2020	3230	< 2020	< 2021	< 2022		< 2020
Zn plant beschikbaar	μ Zn/kg	< 100	< 101	100	< 100	< 101	160		100
Mn plant beschikbaar	μ Mn/kg	380	280	320	580	290	340	365	< 250
Cu plant beschikbaar	μ Cu/kg	34	34	33	30	38	37	34	33
Co plant beschikbaar	μ Co/kg	< 2,6	< 2,6	< 2,6	< 2,6	< 2,6	< 2,6		< 2,6
B plant beschikbaar	μ B/kg	183	223	205	192	211	211	204	266
Mo plant beschikbaar	μ Mo/kg	14	12	14	9	13	13	13	12
Se plant beschikbaar	μ Se/kg	3,7	3,9	4,3	4	3,6	4,9	4,1	4,7
pH		7,2	7,4	7,1	7	7,3	7,1	7,2	7,1
C-org	%	1,1	1	1	1	1	1,2	1,1	1,1
OS	%	2	2	2	2,4	2,1	2,3	2,1	2,7
Koolzure kalk	%	6,2	5,8	6,1	6,6	6,3	5,8	6,1	
Lutum	%	10	12	13	10	11	10	11	13
Silt	%	30	20	17	15	23	24	22	20
Zand	%	53	61	63	68	59	58	60	58
CEC	mmol+/kg	102	100	106	101	102	106	103	116
CEC-Bez	%	100	100	100	100	100	100	100	100
Bodemleven	mg N/kg	41	50	49	29	50	37	43	55
microb.bm	mg C/kg	5	9	7	7	5	1	6	11
bact.bm		53	83	84	72	47	11	58	101
schim.bm		48	54	61	65	52	7	48	98
schim./bact		0,9	0,7	0,7	0,9	1,1	0,6	0,8	1,0

Tabel 4. opbrengst (vers) en samenstelling gewassen

	Opbrengst	DS	N	P2O5	K2O
	kg/ha	%	% in d.s.	% in d.s.	% in d.s.
Aardappel	29367	23,8	1,07	0,48	2,20
Peen	46566	12,5	1,44	0,62	1,72
Pompoen	19300	18,3	2,79	0,82	3,14
Tarwe/Veldboon	4486	87,6	2,63	0,87	0,79
Haver	5827	88,2	1,26	0,80	0,55

2.6 Wining maaimeststof

Op perceel F is drie keer gemaaid. De opbrengsten en de analysecijfers staan in Tabel 5. In totaal is er vanuit 2018 slechts 128 kg stikstof beschikbaar als maaimeststof voor de teelt van 2019. Dat is aanzienlijk minder dan de voorgaande jaren, veroorzaakt door de zeer tegenvallende opbrengst. Uit 2017 is nog 36 kg N beschikbaar: 4 balen van charge 2017 B.

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	7150	31,5	2252	2,57	0,76	3,06
Snede 2	1960	39,2	768	2,86	0,50	2,17
Snede 3	6369	23,4	1490	3,26	0,87	3,85
Totaal	15479		4511	2,85	0,75	3,17

2.7 Veranderingen t.o.v. voorgaande jaren

2.7.1 Gewasresten en groenbemesters

Vanwege het uit de evaluatie blijkende belang van de rol van gewasresten en groenbemesters is in 2018 begonnen met het meten en analyseren ervan. De resultaten staan in bijlage 2.

2.7.2 Bijstelling Ndicea bestanden

Ten opzichte van de gepubliceerde resultaten van alle jaren 2012 – 2017 zijn er enkele wijzigingen doorgevoerd in de Ndicea bestanden. Deze bijstellingen leveren een nog betrouwbaarder beeld op.

- De veronderstelde depositie van stikstof op jaarbasis is bijgesteld van 28 kg ha⁻¹ jaar⁻¹ (de default modelwaarde voor de regio) naar 21 kg ha⁻¹ jaar⁻¹ (recente RIVM data).
- De veronderstelde N-inhoud van grondwater dat via capillaire opstijging 'het systeem binnen komt' is verlaagd van 15 mg liter⁻¹ (default modelwaarde) naar 3 mg liter⁻¹ op basis van de modeluitkomsten tot en met 2017.
- De oppervlakte van de percelen zijn licht gecorrigeerd van 0,8 ha voor alle percelen naar perceel specifieke oppervlaktes, zie Tabel 6. Het aantal werkgangen per perceel is 19 of 20 (dus dat scheelt 3,2 m breedte) en vanwege een net niet rechthoekig patroon verloopt de lengte van gemiddeld 120,6 meter bij perceel A naar gemiddeld 126,6 meter bij perceel F. Dit heeft géén gevolgen voor de berekende opbrengst per hectare voor de akkerbouwgewassen omdat de opbrengst daar in proefoogsten op een vastgestelde oppervlakte is bepaald. Het heeft wel gevolgen voor de hectare-opbrengst van de maaimeststof omdat die over de totale oppervlakte is bepaald. Daarvoor is nu gecorrigeerd. Het heeft óók

gevolgen voor de berekening van de hoeveelheid toegediende meststof per hectare; ook daarvoor is nu gecorrigeerd. Het netto effect in de modellering is zeer gering: iets meer opbrengst van de maaimeststoffen, iets meer bemesting met maaimeststoffen per hectare.

Tabel 6 Nieuw berekende perceeleigenschappen en correctiefactor t.o.v. eerder aangenomen oppervlakte 0,8 hectare

		Aantal		Correctie
	Oppervlakte	Werkgangen	Lengte	factor
A	7718	20	120,60	0,96
B	7795	20	121,80	0,97
C	7478	19	123,00	0,93
D	7478	19	124,20	0,94
E	7624	19	125,40	0,95
F	8102	20	126,60	1,01

3 Agronomie en Ndicea berekeningen

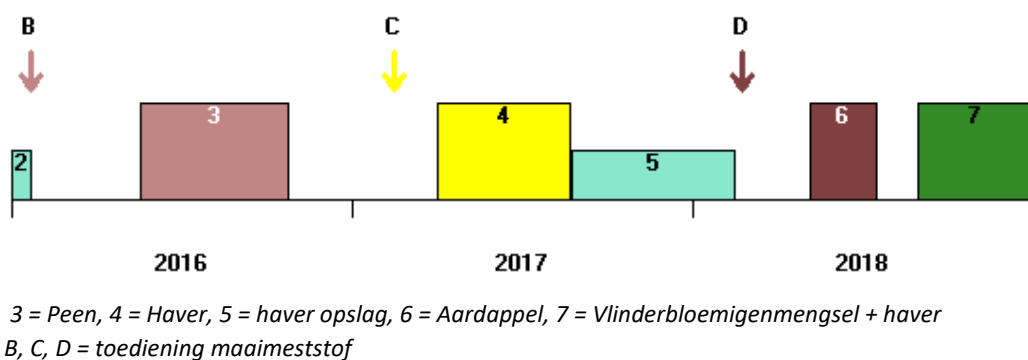
In dit hoofdstuk worden de verschillende teelten besproken en worden de resultaten van de modellering met het model Ndicea getoond. De volledige lijst van de agronomische handelingen staan in bijlage 1.

3.1 Perceel A: Aardappel

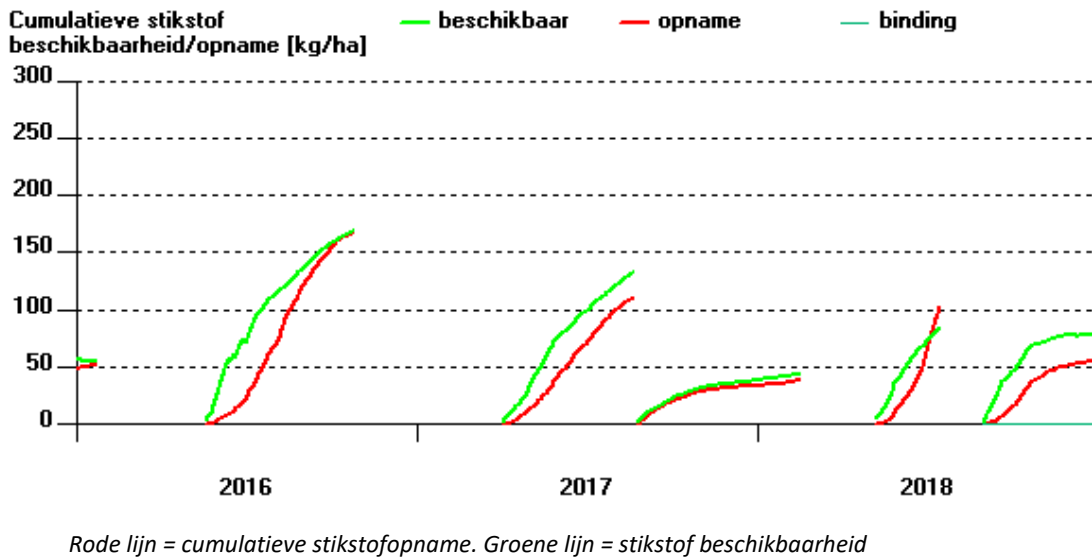
De spontaan gegroeide groenbemester van haveropslag na de haverteelt 2017, is in februari geklepeld. Daarna is het samen met de uitgereden klaverkuil op 23 februari ingewerkt. Vervolgens zijn de ruggen gefreesd en is er 7 mei gepoot (Agria, 25 cm pootafstand). De aardappels hadden een redelijk normaal groeiseizoen. Door het uitblijvende van regen en hoge temperaturen was er wel enige mate van hitte-stress te zien half juli – begin augustus (hangend blad, uitvallend blad in onderste regionen van de plant). Door uitblijvende phytophthora door de weersomstandigheden is het gewas goed aan de maat gekomen en is er een mooi opbrengst behaald. Na de oogst is er een mengsel ((zomer-) tarwe, haver, rode/witte klaver, alexandrijnse klaver, luzerne) ingezaaid (75 kg/ha). Dat heeft zich goed kunnen ontwikkelen in het najaar door af en toe wat (minimale) regen en ook lang hoge temperaturen.



Figuur 5: Foto's van perceel A, 31 mei (links) en 18 juli (rechts).



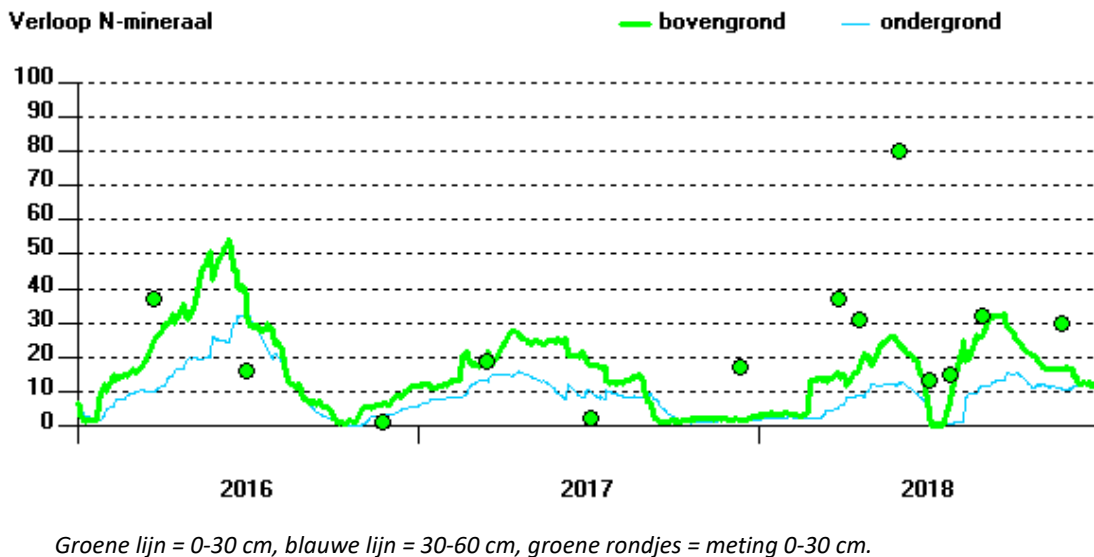
Figuur 6. Gewassen en bemestingen 2016 - 2018



Figuur 7. Stikstof opname en beschikbaarheid

Toelichting bij Figuur 7

De stikstofbeschikbaarheid wordt iets krappere berekend (groene lijn 2018) dan wat de aardappel opgenomen zou hebben (rode lijn). De modellering loopt dus niet helemaal lekker. Bij de bepaling van de stikstofopname is de N-inhoud van de aardappels gemeten en die van het loof forfaitair meegenomen. Dat zou het geconstateerde verschil misschien kunnen verklaren.

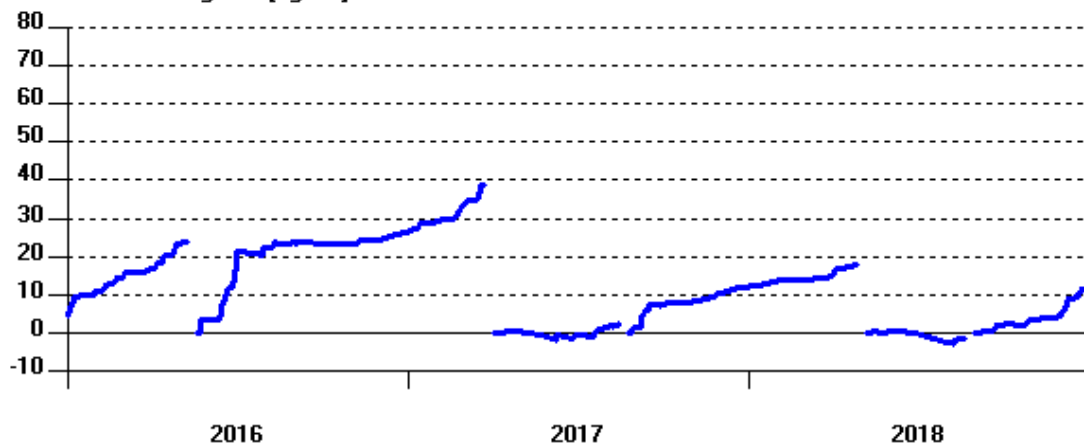


Figuur 8. Verloop minerale stikstof

Toelichting op Figuur 8

De meeste metingen in 2018 vallen binnen een marge van 20 kg ha^{-1} van het berekende niveau. De ene uitzondering (80 kg N ha^{-1}) valt opeens ver buiten de verwachting. Als deze uitslag serieus wordt genomen mist het model hier dus een belangrijke stijging in bodem nitraat.

Stikstof: cumulatieve uitspoeling en denitrificatie ondergrond [kg/ha].



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)

Toelichting bij Figuur 9

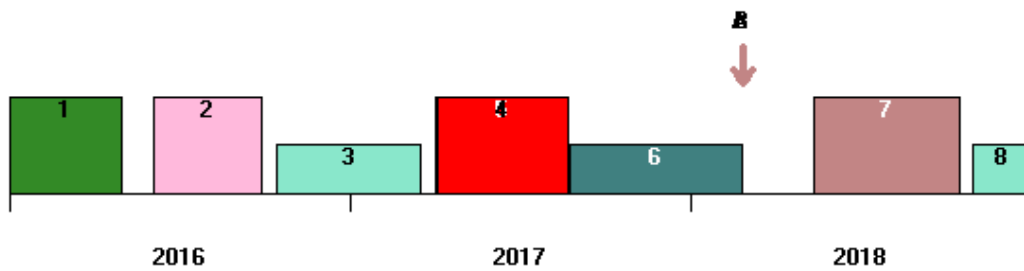
Door de droogte is er vrijwel geen sprake van uitspoeling. De residu-stikstof na oogst van de aardappel (Figuur 8) en de gemineraliseerde stikstof in het najaar worden benut door de volgteelt.

3.2 Perceel B: Winterpeen

Na voorvrucht tarwe/veldboon 2017 kon door weersomstandigheden geen groenbemester worden gezaaid. Over de winter heeft er op dit perceel echter een spontaan goed gegroeide tarwe/veldboon groenbemester gestaan uit opslag. Deze is in februari geklepelmaaid, waarna dit i.c.m. de uitgereden maaimeststof is ingewerkt. Hierna zijn de ruggen gefreesd en is er 12 mei gezaaid, ras Komarno, met een dichtheid van 800.000 zaden per hectare. Na het zaaien kende het groeiseizoen lange droge en warme perioden en de grond was al erg droog tijdens het zaaien. De stand was relatief dun, met tussen de 550 en 600 duizend planten per hectare. Hierdoor was de onkruiddruk hoog in het gewas. Beregenen was geen optie, gezien de ligging en grootte van het perceel naast een pootaardappelperceel. Door de lange droge en warme perioden was er relatief veel druk door meeldauw. Er is een duidelijk zichtbare meeldauw aantasting geweest, maar deze lijkt geen aanwijsbare invloed op opbrengst gehad te hebben. De oogst heeft op 16 oktober plaatsgevonden onder zeer goede omstandigheden, waarbij de grond nauwelijks te verduren heeft gehad. Waarschijnlijk vanwege de lange droge en warme periode en de dunne bezetting was de opbrengst laag vergeleken met voorgaande jaren (46.566 kg) en bestond uit een relatief fijne peen. Na de oogst is er haver gezaaid die een goede ontwikkeling liet zien tot een gewas van zo'n 10 cm in februari 2019.



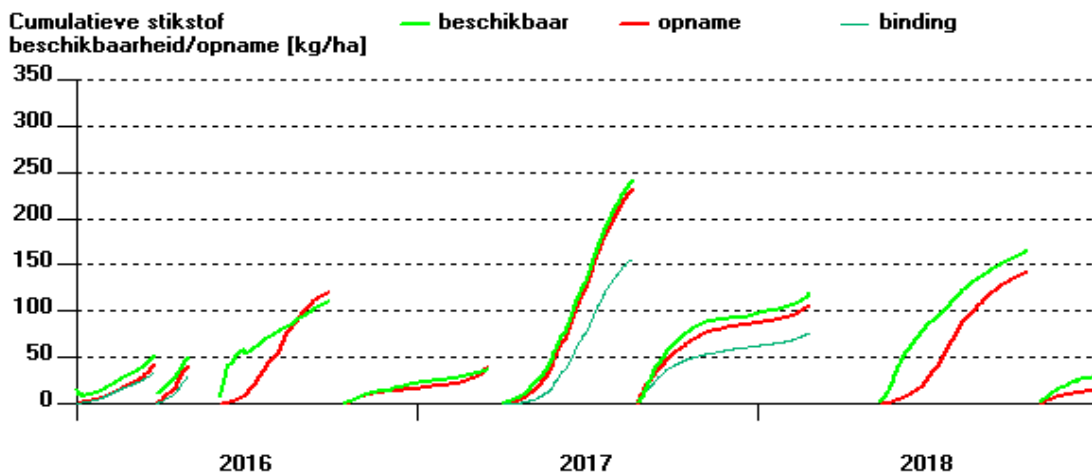
Figuur 10: Overzicht perceel B, foto's genomen op 31 mei 2019 en 18 juli 2019.



1 = vlinderbloemige, 2 = pompoen, 3 = haver groenbemester, 4/5 = Tarwe/Veldboon groenbemester, 6 = Tarwe/Veldboon groenbemester, 7 = Peen, 8 = rogge groenbemester

A,B = toediening maaimeststof

Figuur 11. Gewassen en bemestingen 2016 - 2018

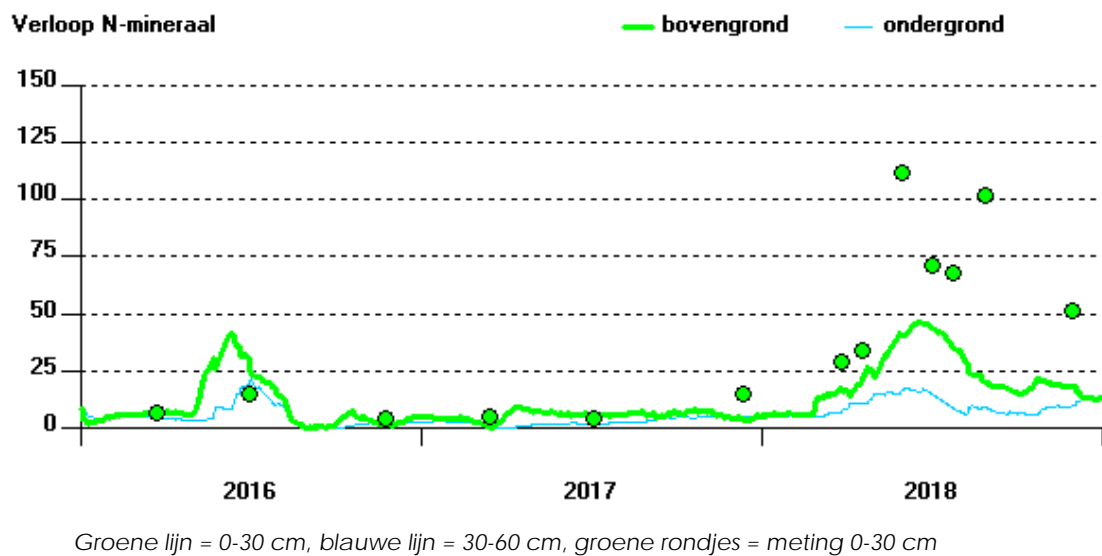


Rode lijn = cumulatieve stikstofopname. Groene lijn = stikstof beschikbaar. Grijs lijn = stikstoffixatie

Figuur 12. Stikstofopname, beschikbaarheid en fixatie

Toelichting bij Figuur 12

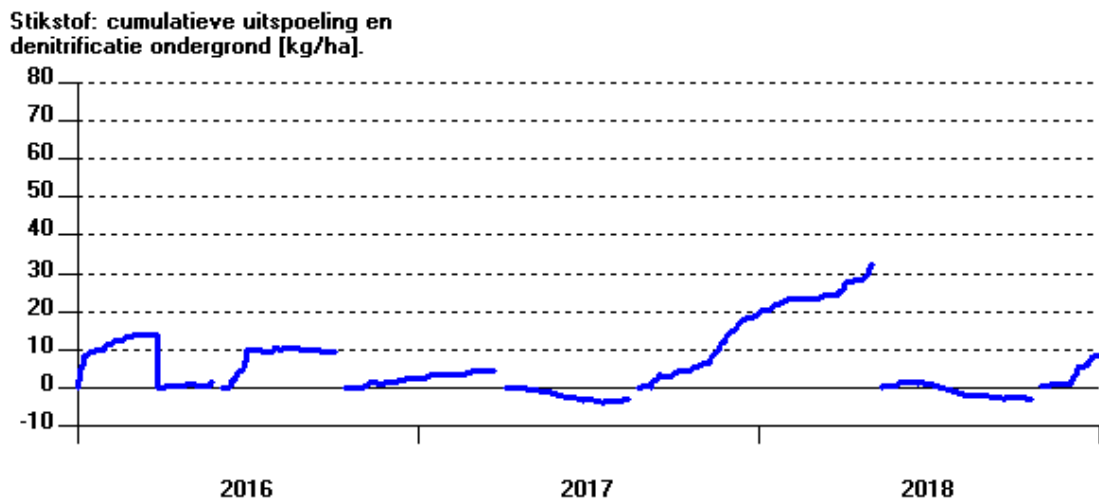
In 2018 is de stikstof beschikbaarheid duidelijk hoger dan de totale stikstof opname. Tot nu toe is dat in dit proefveld (2012-2017) meestal niet zo. Dat zou er op kunnen duiden dat in dit geval niet stikstof limiterend is geweest voor de opbrengst maar een combinatie van vocht, plantaantal en onkruiddruk.



Figuur 13. Verloop minerale stikstof

Toelichting bij Figuur 13

Het berekende N-mineraal 0-30 cm wijkt in 2018, op de twee metingen in het voorjaar na, ver af van de gemeten waarden. Het lijkt er op dat hier in de modellering een bodemproces gemist wordt dat een wezenlijk hoger N-mineraal niveau veroorzaakt. Dit betekent dat het 'gat' tussen beschikbaar en opgenomen (Figuur 12) in werkelijkheid nog groter was dan uit de berekeningen lijkt.



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

Toelichting bij Figuur 14

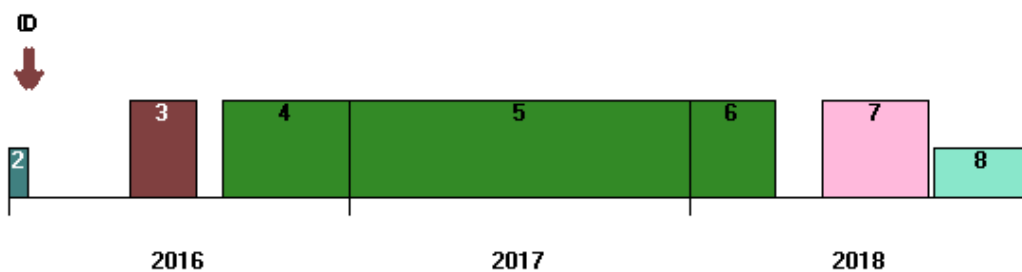
Net als bij aardappel (perceel A) is er nauwelijks sprake van stikstofuitspoeling najaar 2018. Als de metingen leidend zouden zijn (hoger niveau N-mineraal, Figuur 13) mag nog steeds verondersteld worden dat de stikstofverliezen naar de ondergrond zeer gering zijn omdat de waterstroom door de grond minimaal was.

3.3 Perceel C: Pompoen

In 2017 was dit perceel het vlinderbloemigen-perceel. Dat is 19 april volvelds gefreesd. Na zaai (ras: Uchici Kuri, 0,75x0,75m zaai-afstand, 17.000 zaden per ha) was het nog relatief lang droog op het land, wat de eerste bovengrondse-ontwikkeling van het gewas relatief op een laag pitje zette. Tevens was de onkruiddruk laag tijdens het groeiseizoen. Meeldauw aantasting is waargenomen, op het einde van het seizoen en was relatief laag en had nauwelijks nog invloed op het groeiende gewas. De oogst kende een redelijke opbrengst, waarbij het merendeel van de pompoenen klein was qua formaat. Dit beeld was ook in het andere biologische perceel zichtbaar. Na de oogst van de pompoen is er haver gezaaid (150 kg/ha), die een goede ontwikkeling kende in het najaar.

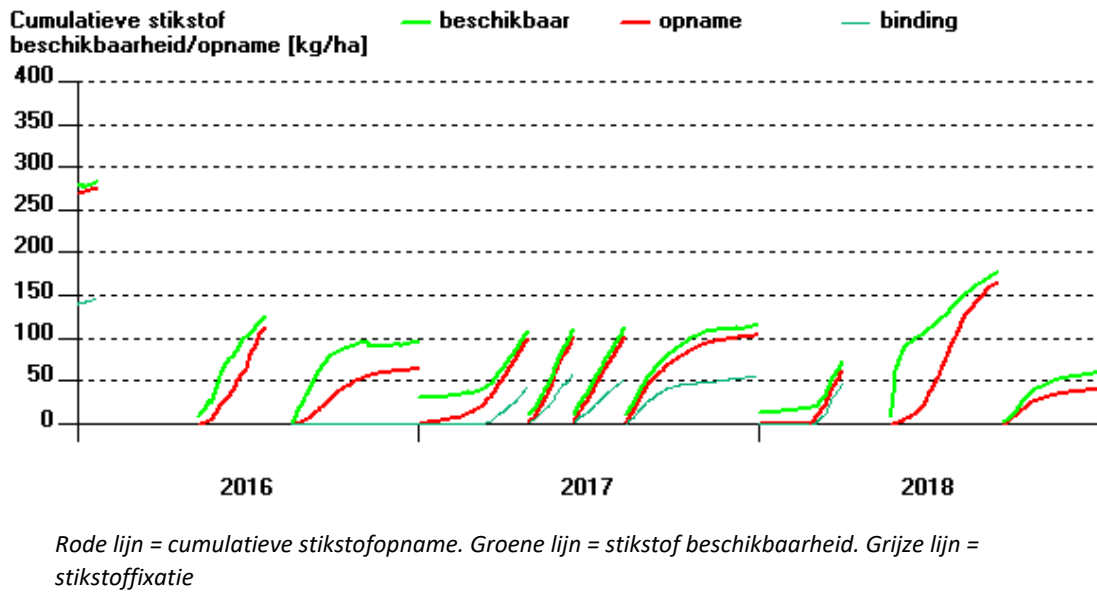


Figuur 15: Foto's perceel C pompoen, foto's genomen op 31 mei en 28 augustus 2019.



3 = aardappel, 4,5 = leguminosen mengsel voor maaimeststof, 6 = leguminosengemengsel direct ingewerkt, 7 = pompoen, 8 = rogge groenbemester
C,D = maaimeststof

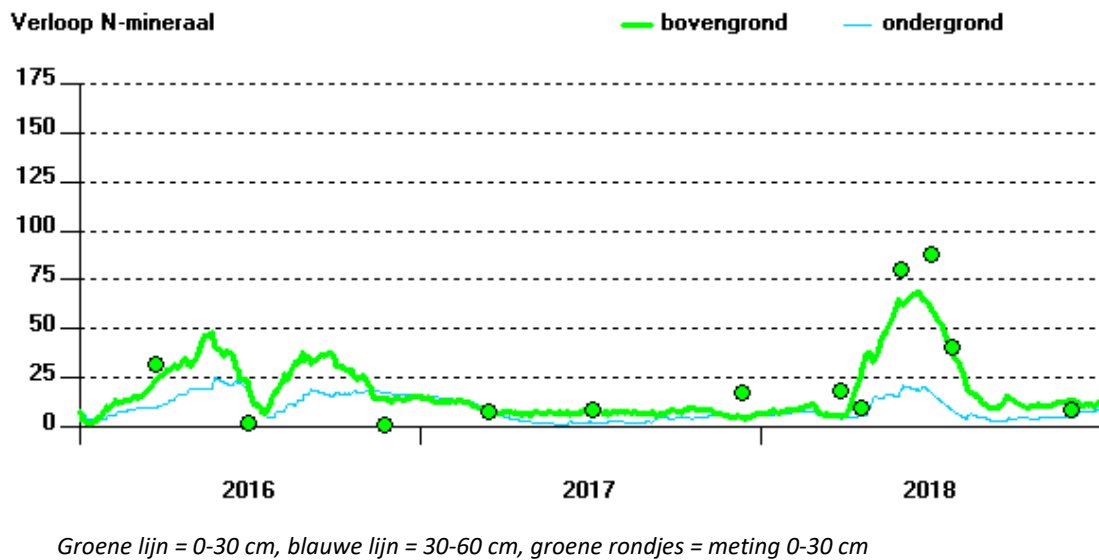
Figuur 16. Gewassen en bemestingen 2016 - 2018



Figuur 17. Stikstofopname, beschikbaarheid en fixatie

Toelichting bij Figuur 17

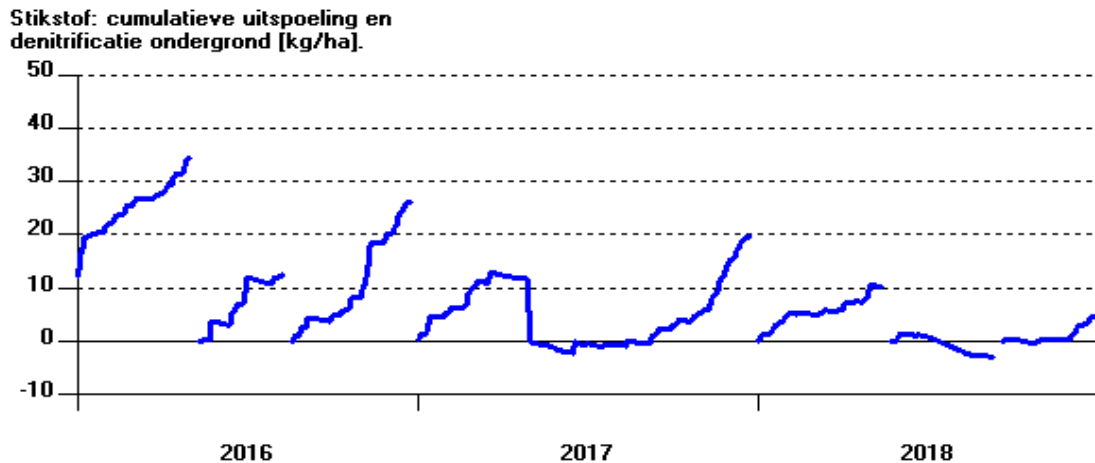
Volgens de berekening is er voldoende stikstof beschikbaar gekomen en is er maar een kleine hoeveelheid reststikstof na oogst. Bij de bepaling van de stikstofopname is zowel de N-inhoud van het product als van de bladmassa meegenomen.



Figuur 18. Verloop minerale stikstof

Toelichting bij Figuur 18

Berekende stikstofbeschikbaarheid en gemeten waarden komen voldoende goed overeen.



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

Toelichting bij Figuur 19

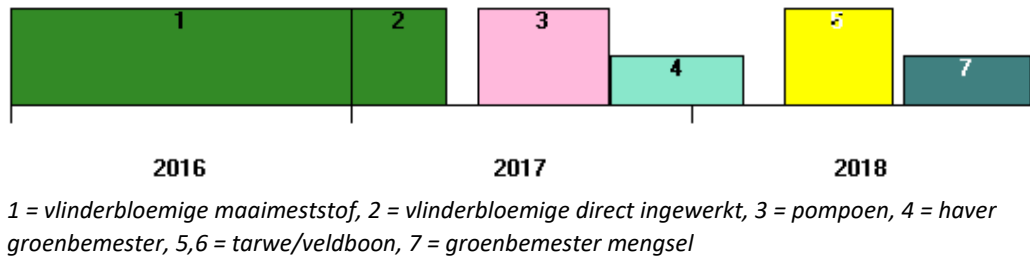
De uitspoeling van stikstof in zomer en najaar is zeer gering. Dat wordt vooral veroorzaakt door het minimale neerslagoverschot, maar natuurlijk ook door de geringe residuaire stikstof na de oogst en door de groenbemester.

3.4 Perceel D: Tarwe/Veldboon

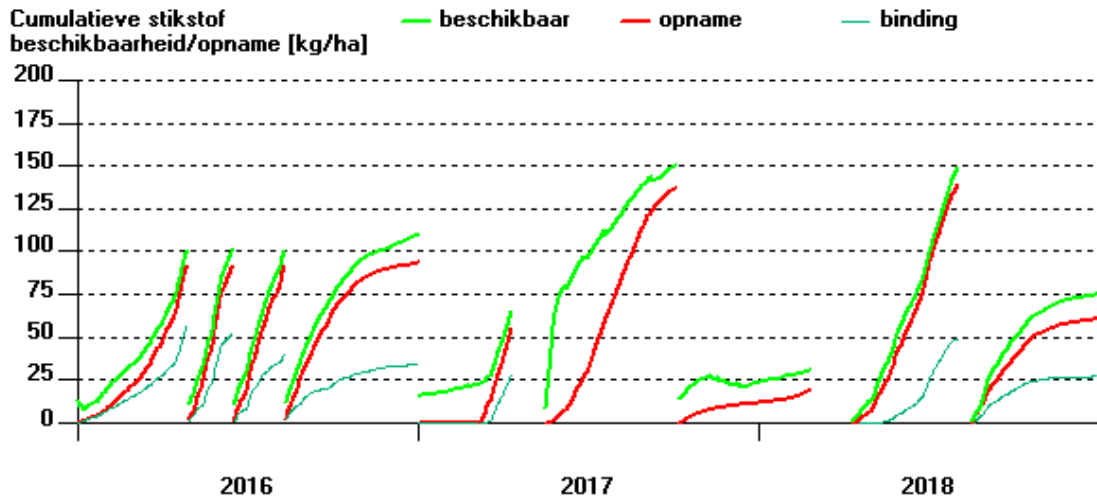
Na de oogst van de pompoen in 2017 is er een haver groenbemester gezaaid, die een vrij slechte stand kende. Na het klaarmaken van het zaaibed, is er 10 april gezaaid (zomertarwe Lavet 100 kg/ha en veldboon Fanfare 80 kg/ha). Dit is in twee werkgangen gedaan, vergelijkbaar met 2017. Het eerste idee was om op twee momenten te zaaien, met een verschil van ca. 2 weken. Echter zorgde de overtallige regenval eind maart ervoor dat pas begin april gezaaid kon worden. Het groeien van de beide gewassen was erg gelijkmatig, onder droge en warme omstandigheden tijdens het gehele groeiseizoen. De onkruiddruk dit seizoen was gemiddeld te noemen. In tegenstelling tot vorig jaar, is de chocoladevlekkenziekte nauwelijks zichtbaar in het gewas getreden (half juli), en waren ook de veldbonen in juli een stuk minder hoog dan voorgaande seizoenen. De aren van de tarwe stonden boven dit bonen gewas uit. Dit maakte de aantasting van chocoladevlekkenziekte veel minder zichtbaar en hardnekkig. Na de oogst is er een TerraLife BetaSola 40 kg/ha mengsel gezaaid die een goede ontwikkeling kende tijdens het af en toe vochtige en vooral warme najaar.



Figuur 20: Foto's perceel D tarwe/veldboon, foto's genomen op 26 april en 18 juli 2019.



Figuur 21. Gewassen in 2016 – 2018

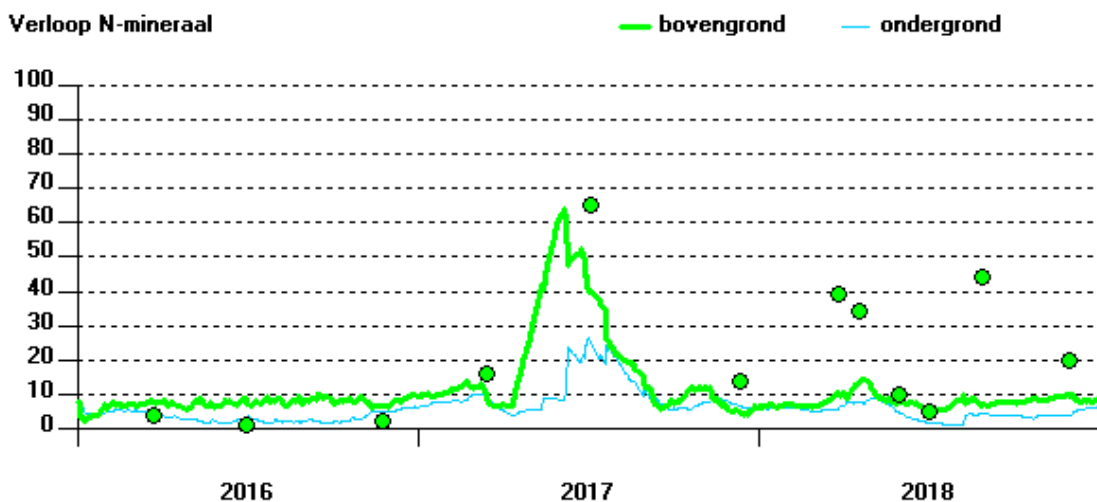


Rode lijn = cumulatieve stikstofopname. Groene lijn = stikstof beschikbaar. Grijs lijn = stikstoffixatie

Figuur 22. Stikstofopname, beschikbaarheid en fixatie

Toelichting op Figuur 22

De tarwe/veldboon bindt volgens de berekeningen zo'n 100 kg stikstof uit de lucht. Ook de navolgende groenbemester bindt stikstof: 50 kg N ha⁻¹. De opbrengst en de N-inhoud van zowel het tarwe/boon stro als de groenbemester is gemeten.

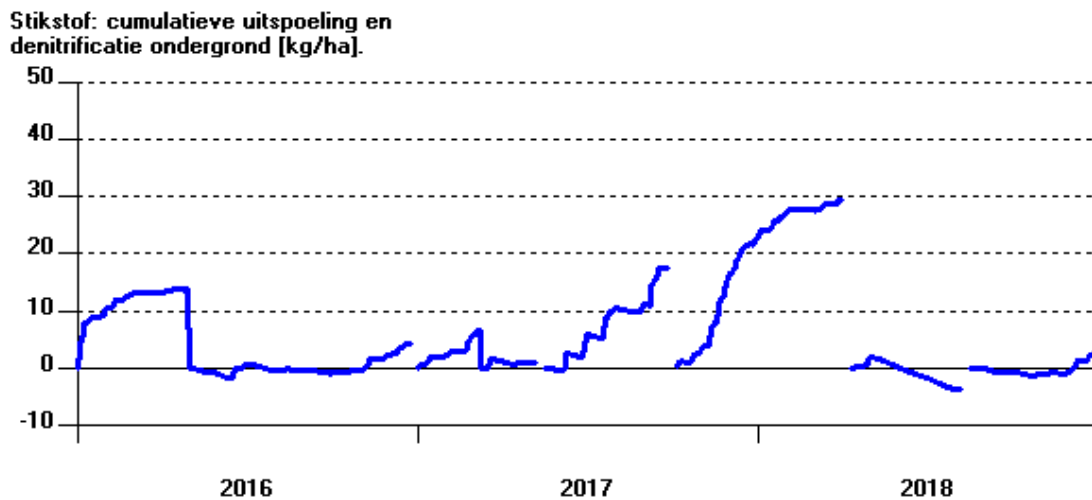


Groene lijn = 0-30 cm, blauwe lijn = 30-60 cm, groene rondjes = meting 0-30 cm

Figuur 23. Verloop minerale stikstof

Toelichting op Figuur 23

Op slechts drie van de zes meetmomenten ligt het berekende niveau N-mineraal nabij de meetpunten; op de andere momenten liggen de metingen hoger. Dit is deels het zelfde beeld als bij andere percelen: de gemeten stijging in het voorjaar wordt in de modellering niet gevolgd.



Figuur 24. Cumulatieve uitspoeling in kg N/ha (bij aanvang nieuw gewas op nul gezet)

Toelichting op Figuur 24

Door de geringe neerslag in zomer en najaar 2018 is de uitspoeling van stikstof minimaal. Ook als er in werkelijkheid een hoger niveau bodem-N aanwezig is geweest zal de uitspoeling zeer beperkt zijn geweest

3.5 Perceel E: Haver

Na het telen van de peen in 2017 was er geen groenbemester meer gezaaid. Dat kwam door het late tijdstip en vooral het natte najaar van 2017. Op 23 februari is de maaimeststof uitgereden die direct is ingewerkt. Op 10 april is er gezaaid (Symfony 150 kg/ha), waarna de groei mooi op gang kwam. De afrijping van het gewas was (zoals normaal is voor haver) relatief laat, en de oogstomstandigheden ideaal (zeer droog en ook warm). Na het oogsten van de haver op 27 juli is er een TerraLife BetaSola mengsel (40 kg/ha) ingezaaid die goed op gang kwam door het warm en af en toe vochtig najaar 2018.

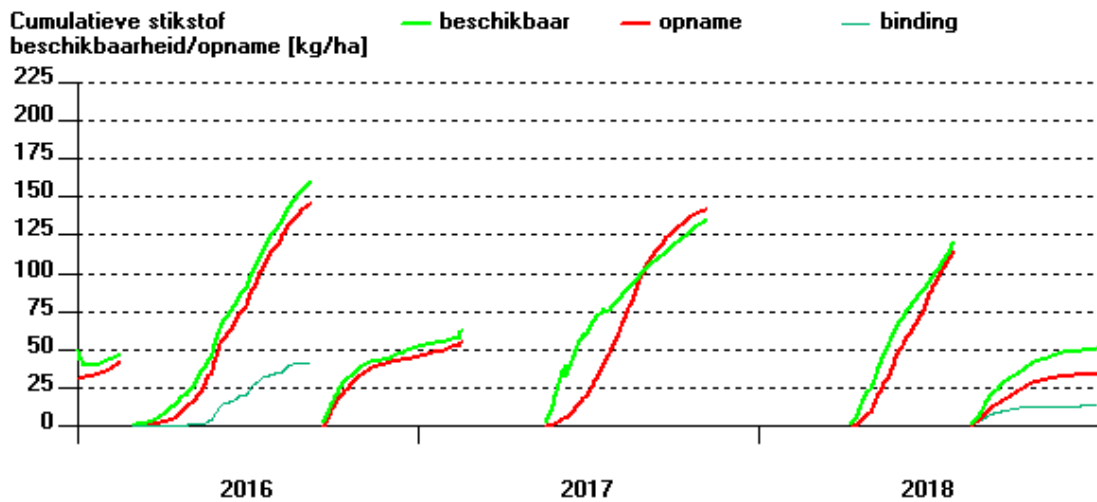


Figuur 25: Foto's perceel E haver, foto's genomen op 4 mei (links) en 27 juli (rechts).



3 = tarwe/veldboon, 4 = haver groenbemester, 5 = peen, 6 = haver, 7 = groenbemester mengsel
 A = toediening maaimeststof

Figuur 26. Gewassen en bemesting 2016-2018

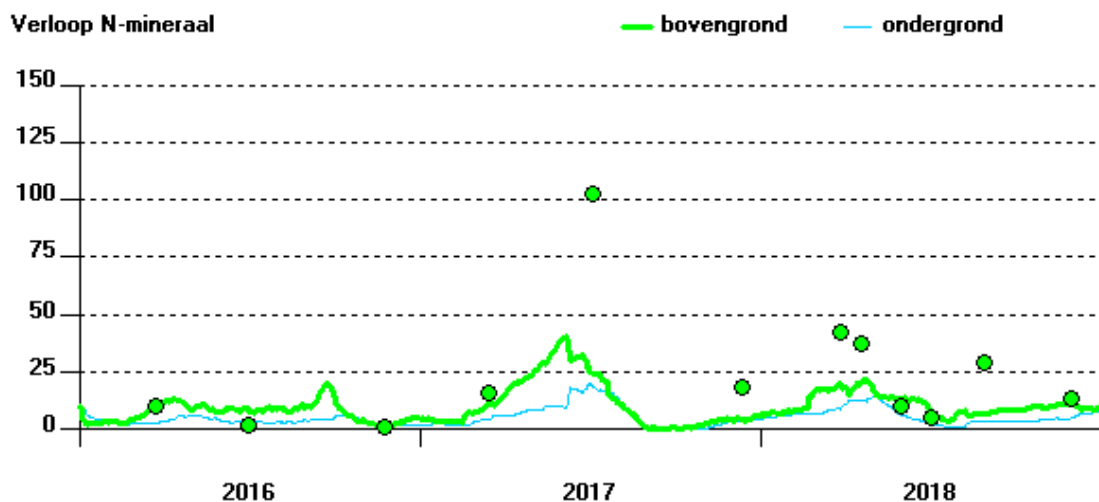


Rode lijn = cumulatieve stikstofopname. Groene lijn = stikstof beschikbaarheid. Grize lijn = stikstoffixatie

Figuur 27. Stikstofopname, beschikbaarheid en fixatie perceel E

Toelichting op Figuur 27

De berekende stikstof beschikbaarheid in 2018 volgt zeer nauw de opname door de haver. De groenbemester bindt nog een kleine hoeveelheid stikstof. Opbrengst en N-inhoud van zowel stro als groenbemester is gemeten.

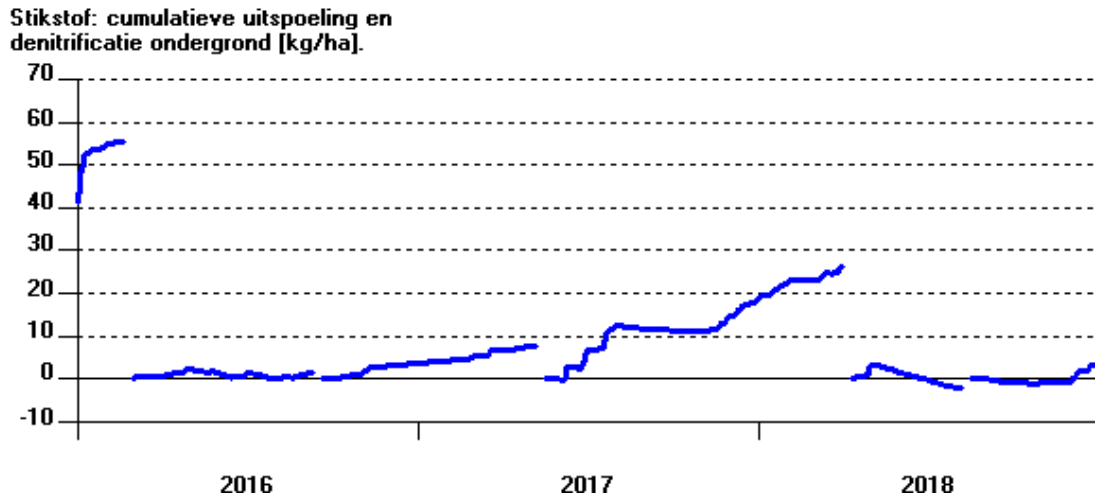


Groene lijn = 0-30 cm, blauwe lijn = 30-60 cm, groene rondjes = meting 0-30 cm

Figuur 28. Verloop minerale stikstof

Toelichting bij Figuur 28

Het berekende niveau minerale stikstof in de bouwvoor komt redelijk overeen met de metingen, maar de toename in het voorjaar en na oogst wordt toch niet voldoende meegenomen, net als bij de tarwe/veldboon.



Figuur 29. Cumulatieve uitspoeling in kg N/ha (bij aanvang nieuw gewas op nul gezet)

Toelichting bij Figuur 29

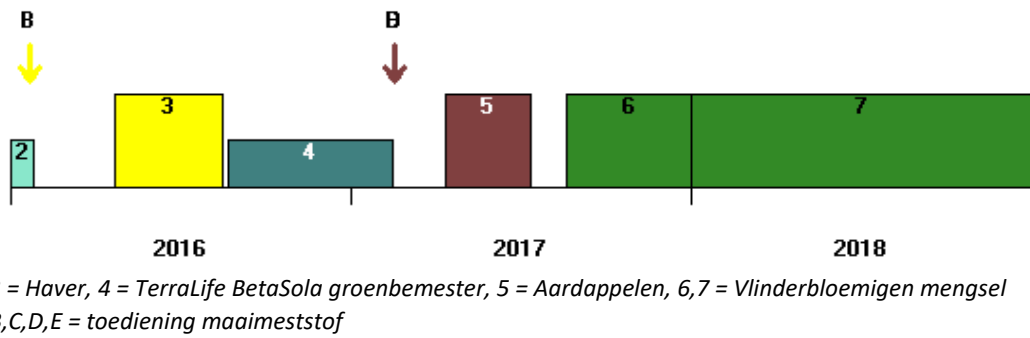
Net als bij de tarwe/veldboon is de uitspoeling in 2018 nihil.

3.6 Perceel F: Vlinderbloemige voor maaimeststof

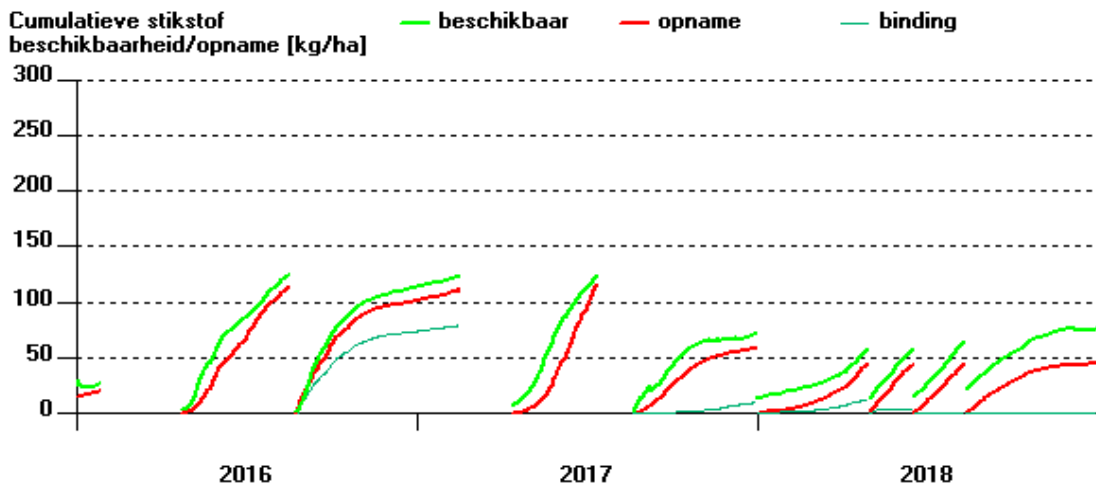
Na de oogst van de aardappel in 2017 is er een klaver-mengsel gezaaid ((zomer-) tarwe, rode/witte klaver, alexandrijnse klaver, luzerne) die slecht op gang kwam door het natte najaar van 2017. De stand was matig en daardoor was er ook een hoge onkruiddruk. Op 16 april is er doorgezaaid waarna er op 31 mei eenmalig is geklepelmaaid om het gewas weer te stimuleren tot egale groei. Daarna verliep het groeiseizoen erg droog en warm, wat de groei van de vlinderbloemigen parten gespeeld lijkt te hebben. De onkruiddruk bleef hoog doordat het gewas maar moeilijk aan de gang kwam onder de droge en warme omstandigheden. De eerste snede kende 7 balen (juli) en de tweede snede 2 balen (augustus). Door wat regen en een hoog blijvende temperatuur kwam het gewas nog weer aan de groei. Een derde snede volgde, die bestond uit 5 balen.



Figuur 30: Foto's perceel F Vlinderbloemigen, foto's genomen op 31 mei (links) en 6 juli 2019 (rechts).



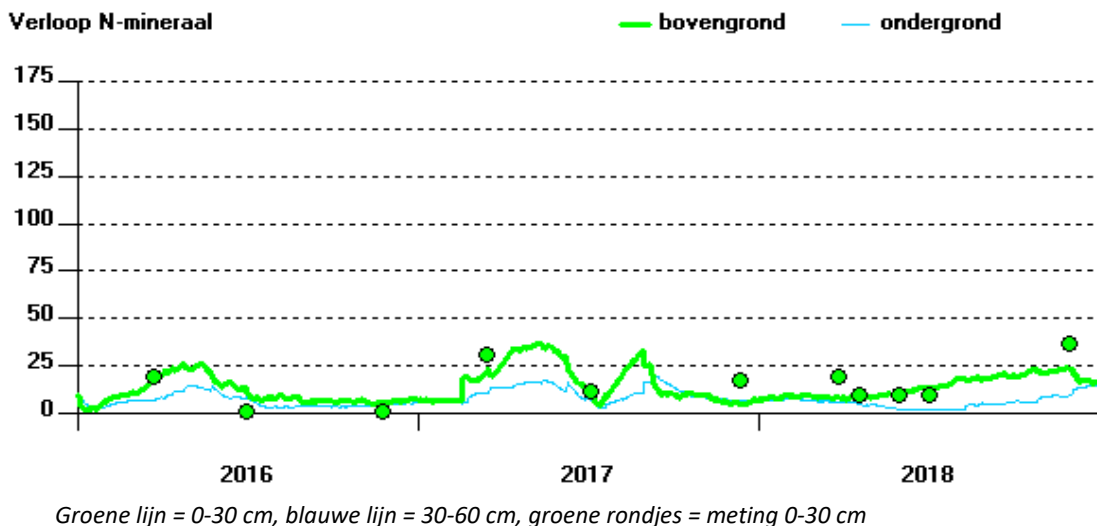
Figuur 31. Gewassen en bemestingen 2016-2018



Figuur 32. Stikstofopname, beschikbaarheid en fixatie

Toelichting bij Figuur 32

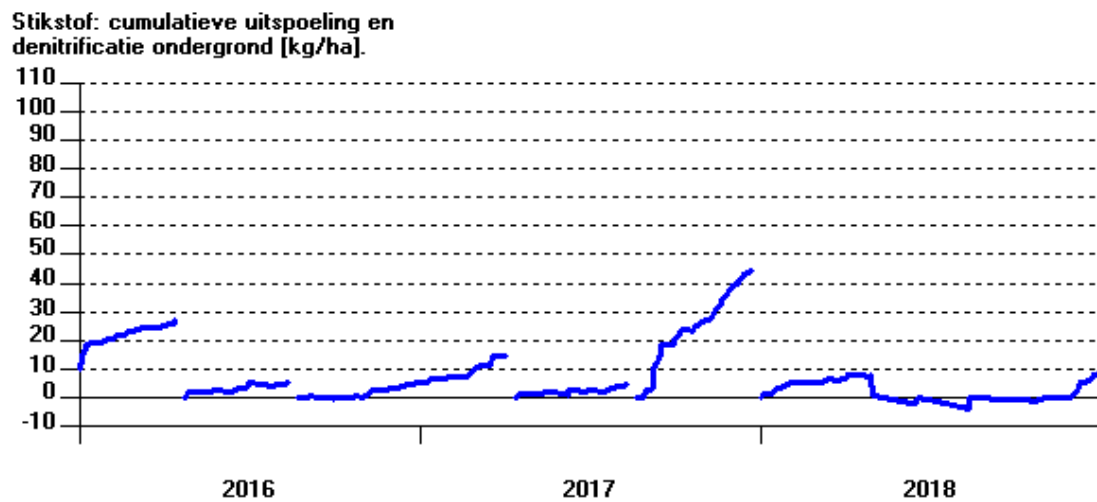
De totale stikstofbinding door dit leguminosomenmengsel is zeer beperkt. De droge stof opbrengst viel sterk tegen, de N-inhoud was normaal, en samen geeft dat een lage N-oogst. Er wordt verondersteld dat N-opname uit de grond prevaleert boven N-binding uit de lucht. Dit gewas heeft dus vooral bodem-N opgenomen en slechts weinig lucht-N.



Figuur 33. Verloop minerale stikstof

Toelichting op Figuur 33

De metingen liggen allen binnen het bereik van de berekende waarde.



Figuur 34. Cumulatieve uitspoeling in kg N/ha (bij aanvang nieuw gewas op nul gezet)

Toelichting bij Figuur 34

In 2018 is vrijwel geen stikstof uitgespoeld naar diepere lagen.

4 Overige activiteiten

4.1 Minisymposium

Op 23 maart 2018 is door SPNA een minisymposium georganiseerd op locatie Kollumerwaard. Naast de presentatie van de evaluatie Planty Organic 2012 – 2016 waren er sprekers van WUR, Louis Bolk Instituut en het Vlaamse ILVO. In de goed gevulde zaal zaten onder andere onderzoekers, studenten, telers en provincied medewerkers. De onderwerpen stikstofbenutting, compostkwaliteit en niet-kerende grondbewerking werden besproken in het algemene kader van bodemvruchtbaarheid. De kennis is op die manier gedeeld en up to date gebracht, en mogelijkheden voor toekomstige samenwerking en toekomstige onderzoeksthema's zijn besproken.

4.2 Onderzoek beworteling

Door twee studenten van Hogeschool van Hall Larenstein is onderzoek gedaan naar bewortelingsdiepte en – patroon bij aardappel in Planty organic, Bio en Gangbaar bedrijfssysteem op Kollumerwaard. De methodiek was licht verfijnd ten opzichte van het werk van studenten in 2017.

Voor de studenten is het een leerzaam traject geweest. Door het geringe aantal waarnemingen in het veld konden er echter geen conclusies worden getrokken over eventuele verschillen tussen de systemen.

5 Bespreking van de resultaten

2018 was het tweede jaar aansluitend op de periode die in het 5-jaars evaluatierapport 2012-2016 (van der Burgt et al., 2017) is besproken en die uitgemond is in bedrijfsontwerp-2. Onderstaande tekst borduurt voort op de in genoemde rapport gepresenteerde resultaten. Ook worden enkele tendensen van parameters voor bodemvruchtbaarheid besproken.

5.1 Opbrengsten

Wat betreft opbrengsten was 2018 een redelijk jaar en waren de gevolgen van de droogte blijkbaar beperkt. In Tabel 7 staan de opbrengsten van 2018 naast die van het bedrijfsontwerp-2, dus de algemene verwachting van het systeem op basis van vijf jaar praktijkervaring. Bij de kilogram opbrengst zijn pootaardappel en pompoen volgens verwachting, peen beneden verwachting en tarwe/veldboon en haver boven verwachting. De stikstofopbrengst ligt boven verwachting, maar er zitten wel twee opmerkelijk hoge metingen van N-gehalte tussen: pompoen en peen. Die trekken de N-opbrengst sterk omhoog.

Tabel 7. Opbrengst en opbrengstverwachting (5-jarige evaluatie)

	Opbrengst 2018		Opbrengstverwachting	
	Product	N	Product	N
	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha
Aardappel	29367	75	30000	81
Peen	46566	76	62000	68
Pompoen	19300	100	18000	49
Tarwe/Veldboon	4486	103	3500	117
Haver	5827	65	4500	67
Gemiddeld *		70		64

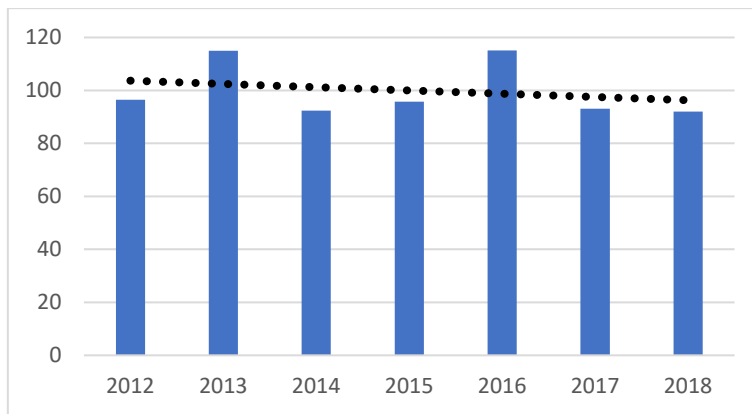
* Gemiddeld per hectare inclusief 1 hectare voor maaimeststof

De opbrengst van de maaimeststoffen, 4511 kg droge stof per hectare met daarin 128 kg N, is ronduit teleurstellend; het gaat hier over de motor van het systeem. De tweede snede stelde niets voor. Droogte kan daarbij een rol hebben gespeeld, maar dat maakt het niet minder teleurstellend. Er zijn in de gemeten inhoudsstoffen van de snedes geen aanwijzingen dat er sprake zou kunnen zijn van zoutschade of kalium/magnesium gebrek (bijlage 2) en ook de bodemmetingen eind november wijzen daar niet op.

5.2 Inhoudsstoffen gewas

De volledige analyseresultaten van 2018 staan in bijlage 2. In Figuur 35 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 2018 overeind: er is geen reden aan te nemen dat het niveau van inhoudsstoffen structureel daalt.

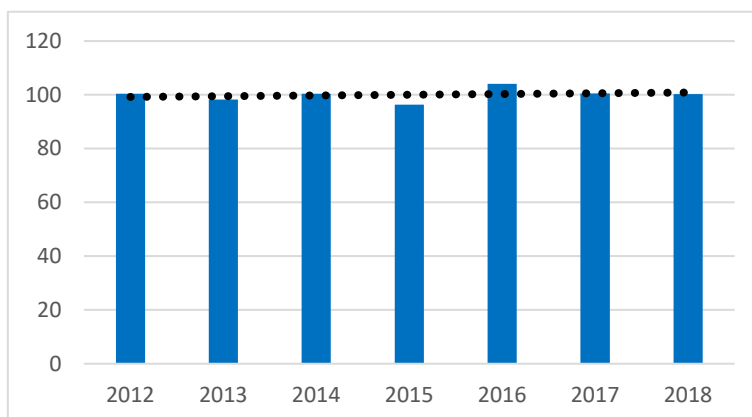


Figuur 35. Op 100 geïndexeerde waarde van alle inhoudsstoffen van de geogste gewassen

5.3 Bodemvruchtbaarheid

Net als bij de gewasinhoud zijn de parameters voor bodemvruchtbaarheid van de grondanalyse 'Bemestingswijzer akkerbouw' van Eurofins geïndexeerd op 100 = gemiddelde van alle jaren en percelen en allemaal op één hoop gegooid met uitzondering van de verhoudingsgetal en de textuurcijfers. De hypothese is dan: hoe hoger de waarde, hoe hoger de bodemvruchtbaarheid. Het resultaat staat samengevat in Figuur 36.

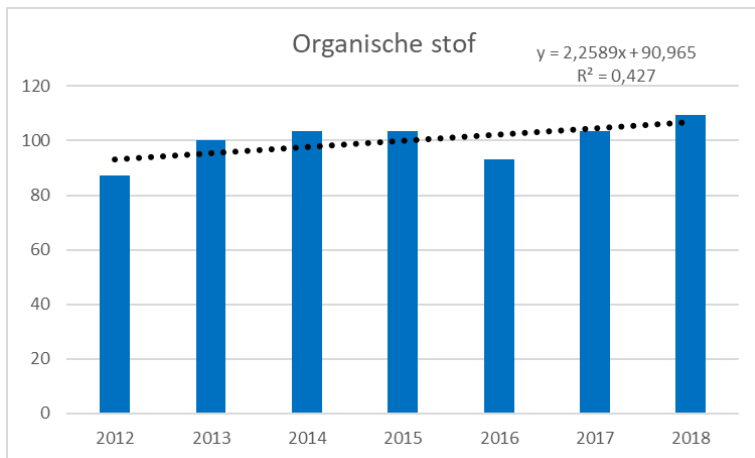
De variatie tussen de jaren is wat kleiner dan bij de gewasinhoud. Over de jaren heen is er zeker geen trend zichtbaar naar lagere waarden hoewel dat gezien het ontbreken van aanvoer misschien wel verwacht zou kunnen worden.



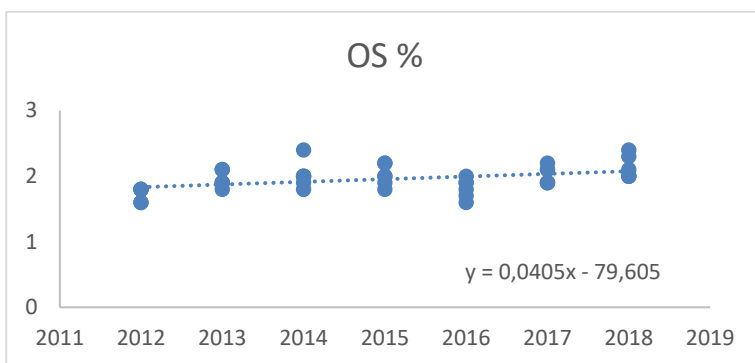
Figuur 36. Alle bodemparameters geïndexeerd op 100 = gemiddelde waarde alle jaren en percelen

Mineralen worden niet aangevuld, maar organische stof en stikstof wel. In Figuur 37 is het verloop van het organische stof gehalte af te lezen. In Figuur 38 is de met behulp van het statistische programma Genstat gemaakte regressielijn gegeven. Met een hellingsoek van 0,0405 % per jaar en een F pr. = 0,004 betekent dit een bescheiden maar duidelijk significante stijging over de jaren heen. Het totale gehalte aan stikstof lijkt een dalende tendens te vertonen (Figuur 39). Uit de regressieanalyse blijkt dat de daling (hellingshoek – 16,07 kg ha⁻¹ jaar⁻¹) niet significant is (F pr. = 0,016). De mogelijke daling wordt voor een flink deel veroorzaakt door de hoge waarde van 2012. Vanaf 2013 lijkt het ongeveer gelijk te

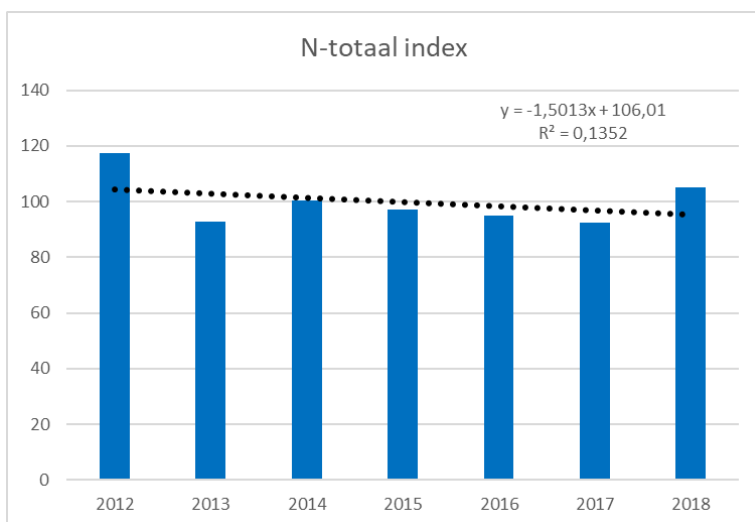
blijven. Een daling van 263 kg ha⁻¹ in één jaar (van 1255 naar 992 kg per hectare) zoals volgens de metingen (gemiddelde van zes percelen) lijkt te zijn gebeurd in 2013 is erg onwaarschijnlijk, en zo ook de groei in 2018 van 990 naar 1125 kg N per hectare.



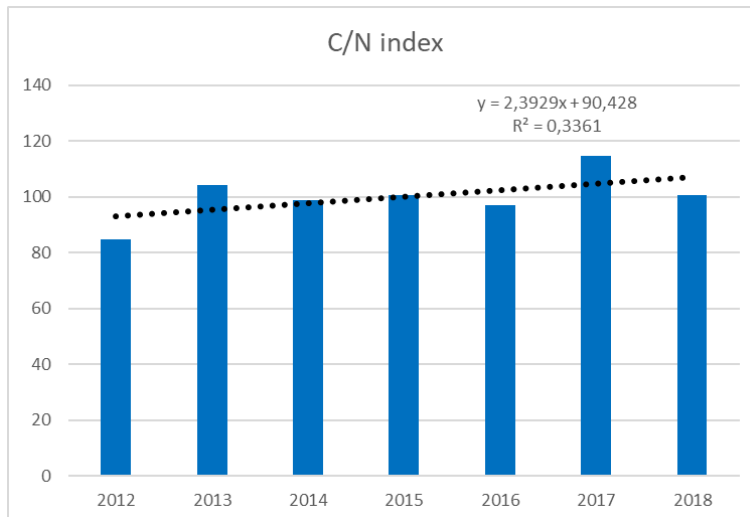
Figuur 37. Organische stof, geïndexeerd op 100 = gemiddelde over de jaren en percelen



Figuur 38. Metingen en regressielijn van de organische stof

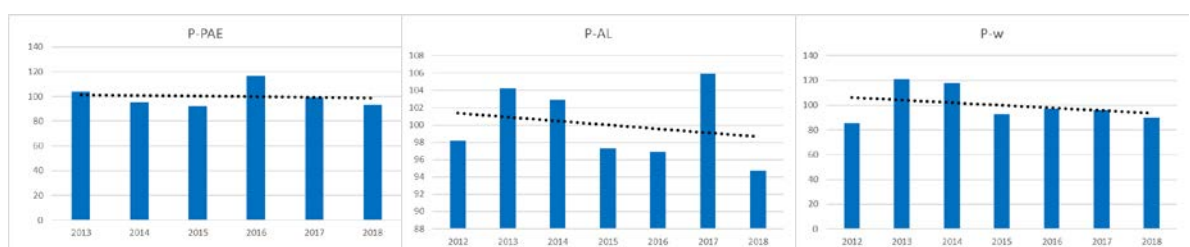


Figuur 39. Totaal stikstof geïndexeerd op 100 = gemiddelde over de jaren en percelen



Figuur 40. C/N gehalte, geïndexeerd op 100 = gemiddelde over de jaren en percelen

De fosfaatcijfers worden met het oog op mogelijk toekomstig onderzoek apart bekeken, Figuur 41. Er lijkt nauwelijks of geen trend tot afname van fosfaat beschikbaarheid op te treden. Dat is opmerkelijk omdat er wel jaarlijks rond de 30 kg P₂O₅ per hectare wordt afgevoerd en niets wordt aangevoerd. 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 bodemmonsters bewaard van 0-30 cm uit 2012, dus het is mogelijk die alsnog, samen met een nieuwe serie eind 2020 te analyseren. Een netto onttrekking van meer dan 270 kg P₂O₅ in negen jaar (2012 – 2020) zou meetbaar moeten zijn in de P-balans of de omvang van de verschillende P-fracties, waarbij zes percelen, dus zes pseudo-herhalingen beschikbaar zijn.



Figuur 41. P-PAE, P-AL en P-w, geïndexeerd op 100 = gemiddelde over alle jaren en percelen

5.4 Stikstofdynamiek

In de evaluatie 2012-2016 wordt gesproken over een stikstof-gelimeerd 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 2018 boven die van het modelsysteem, bedrijfsontwerp-2 genoemd, gebaseerd op de evaluatieresultaten. Dat behoeft uitleg, en daarvoor wordt, net als in de evaluatie, het model Ndicea ingezet.

5.4.1 Kwaliteit van de modellering in 2018

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 en hoe beter de modellering.

Tabel 8. RMSE en verschil geobserveerde en gesimuleerde waarde N-mineraal 0-30 cm 2018 en RMSE 2012-2017

Perceel	2018		2018		2012-2017	
	n	RMSE	#SObs<Sim	#Obs>Sim	n	RMSE
A	7	25	0	7	18	12
B	7	46	0	7	22	14
C	6	16	2	4	23	32
D	6	21	0	6	23	17
E	6	15	2	4	19	26
F	5	8	2	3	23	33

In rood: waarden > 20 kg/ha

In 2018 zijn meer N-mineraal bepalingen uitgevoerd dan in voorgaande jaren. De modellering in 2018 levert drie maal een RMSE-waarden op beneden 20 kg ha⁻¹ en drie maal erboven (Tabel 8). Dat is een matig resultaat. Verder valt op dat de perceelmodelleringen 2012-2017 die goed uitpakken er in 2018 juist niet goed van af komen en andersom. Tenslotte is in 2018 zeer duidelijk dat de geobserveerde waarden veelvuldig hoger liggen dan de gesimuleerde waarden. Die tendens was in 2017 ook al gesignaleerd en nu versterkt doorgezet. Wat de betekenis daarvan is valt nu nog niet te zeggen.

5.4.2 Modelberekening bedrijfssysteem met aangepaste opbrengsten

De opbrengsten lagen in 2017 aanzienlijk hoger dan verwacht werd op basis van het herziene bedrijfsontwerp-2. Bij de opbrengsten in 2018 (Tabel 4) bleef peen ver achter bij de verwachting. De andere gewassen waren gelijk aan verwachting of iets hoger. Doordat zowel peen als pompoen een gemeten N-gehalte hadden dat aanzienlijk hoger lag dan in de voorgaande jaren is de N-opbrengst in 2018 hoger dan verwacht in het bedrijfsontwerp (Tabel 9).

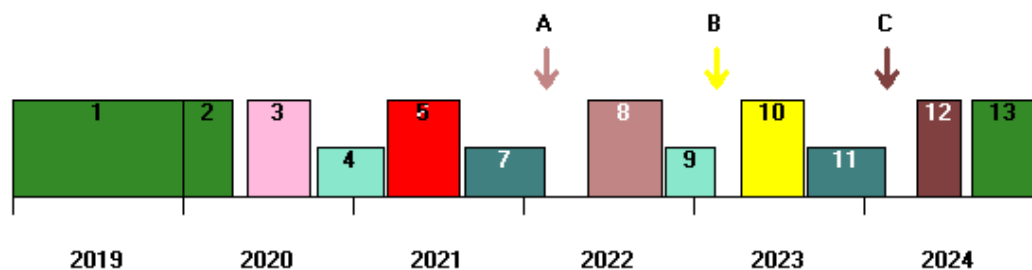
Tabel 9. Versopbrengst en N-opbrengst in 2018 en volgens bedrijfsontwerp-2

	Opbrengst 2018		Opbrengstverwachting	
	Product	N	Product	N
	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha
Aardappel	29367	75	30000	81
Peen	46566	76	62000	68
Pompoen	19300	100	18000	49
Tarwe/Veldboon	4486	103	3500	117
Haver	5827	65	4500	67
Gemiddeld *		70		64

* Gemiddeld per hectare inclusief 1 hectare voor maaimeststof

Bij de perceelscenario's zijn in 2018 enkele wijzigingen doorgevoerd (2.7.2. pagina 13). Deze zijn ook doorgevoerd in het bedrijfsontwerp-3.

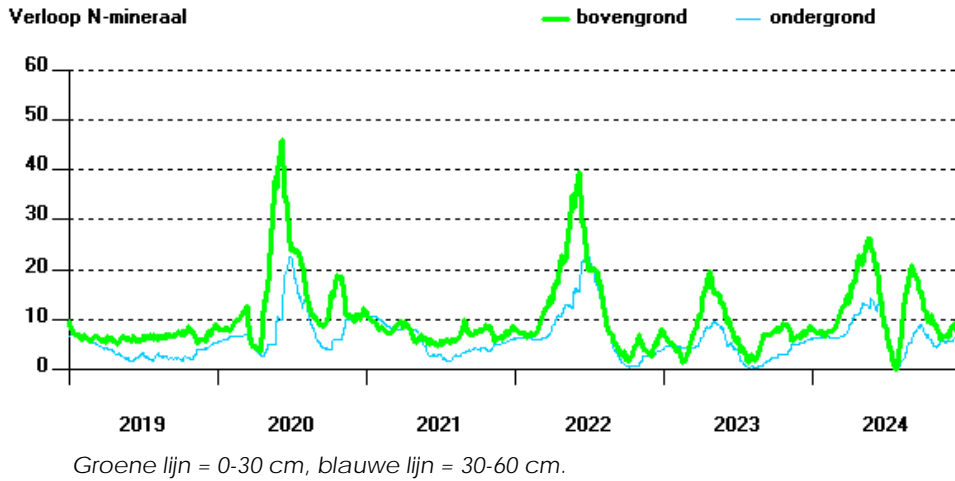
De perceel-modelleringen tot en met 2017 lijken redelijk betrouwbaar (Tabel 8). Is de hoge opbrengst van 2017 dan een incident geweest of biedt het systeem wel degelijk kansen voor blijvende opbrengsten zoals in 2017? Deze vraag is opgepakt door een modelscenario in te richten met de agronomische data van de gewassen en groenbemesters van 2018. Het resultaat staat in Figuur 42 t/m Figuur 45. Daarbij is gebruik gemaakt van de metingen van de opbrengst en N-inhoud van gewasresten en groenbemesters ook al zijn dat pas metingen van één jaar. Daarna is de gewasopbrengst van peen en aardappel iets naar beneden bijgesteld omdat volgens de berekening er onvoldoende stikstof aanwezig was om de eerder veronderstelde opbrengst te kunnen halen. De veronderstelde opbrengsten in bedrijfsontwerp-3 zijn: Maaimeststof 10.000 kg d.s.; Pompoen 20.000 kg; Tarwe/Veldboon 4.500 kg; Peen 60.000 kg; Haver 5.500 kg en Aardappel 30.000 kg.



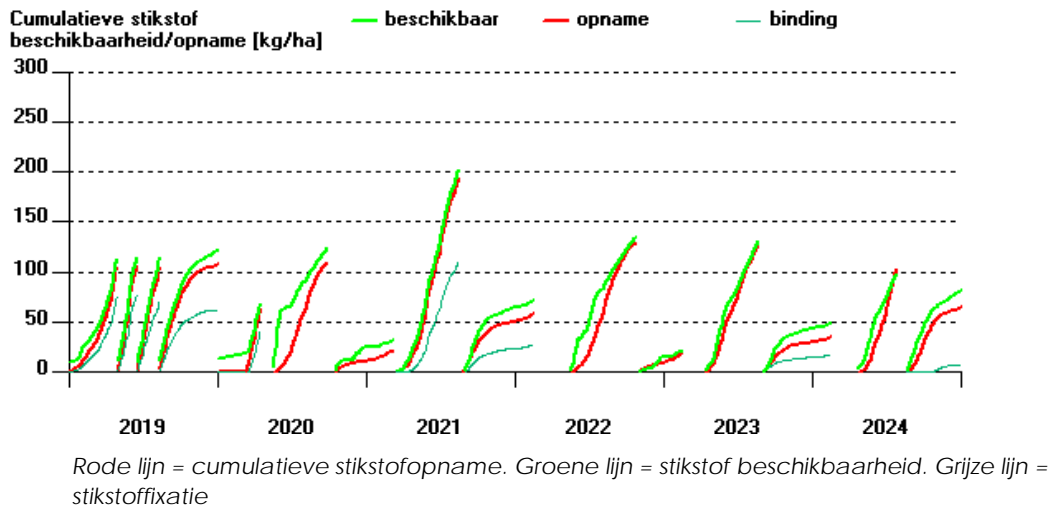
1 = Vlinderbloemigenmengsel voor maaimeststof; 2 = Vlinderbloemigenmengsel, ingewerkt; 3 = Pompoen
 4 = Graan groenbemester; 5/6 = Tarwe/Veldboon; 7 = Leguminosen groenbemester; 8 = Peen; 9 = Graan groenbemester; 10 = Haver; 11 = Leguminosen groenbemester; 12 = Aardappel; 13 = Vlinderbloemigenmengsel

Figuur 42. Gewasvolgorde

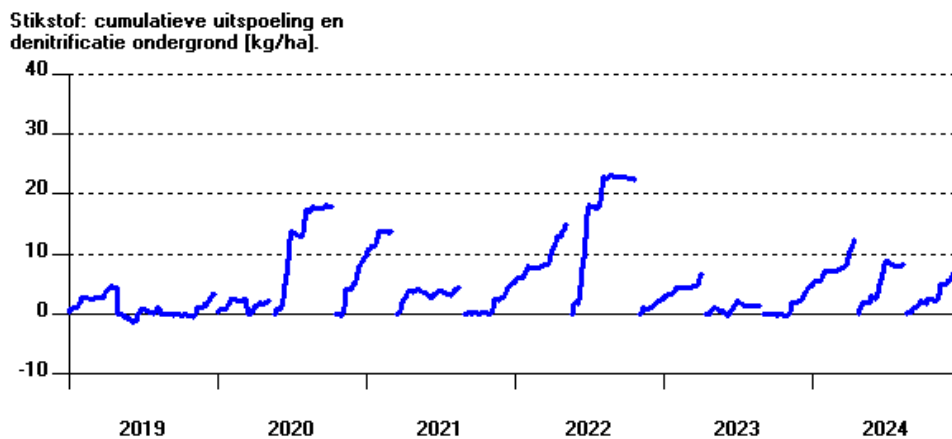
Het berekende niveau N-mineraal zakt met regelmaat tot op nagenoeg nul-niveau (Figuur 43) en de stikstofbeschikbaarheid loopt regelmatig strak parallel aan de gewasvraag (Figuur 44). Een structureel hoge opbrengst zoals in 2017 lijkt dus niet waarschijnlijk omdat het systeem sterk stikstof-gelimiteerd is. Het veronderstelt redelijk geslaagde stikstofbindende groenbemesters (7 en 11 in Figuur 42), geslaagde maar vrij kleine graan groenbemesters (4 en 9 in Figuur 42), een geslaagde teelt van Tarwe/Veldboon en uiteraard een voldoende (stikstof) opbrengst van de maaimeststof. Op deze manier kan de stikstofbinding opgekrikt worden van 68 kg/ha gemiddeld (bedrijfsmodel-2) naar 83 kg/ha (dit bedrijfsmodel-3). De uitspoeling wordt gemiddeld 21 kg per hectare per jaar (Figuur 45) wat iets hoger is dan in het bedrijfsontwerp-2 waar 18 kg verloren gaat door uitspoeling. Dat wordt deels veroorzaakt door de lagere productie van de groenbemesters (gemeten in 2018) dan eerder verondersteld werd. Dat heeft dan ook weer gevolgen voor de organische stof opbouw: die is in bedrijfsontwerp-3 nihil (Figuur 46).



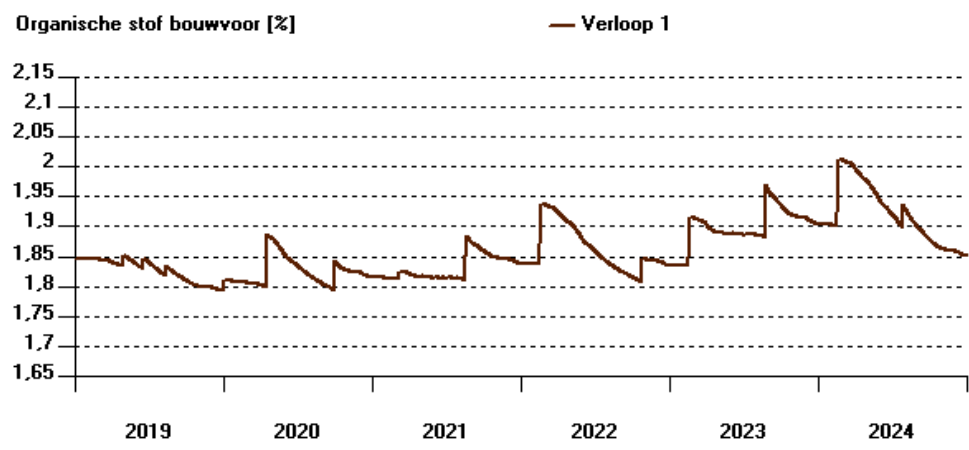
Figuur 43. Verloop N-mineraal



Figuur 44. Stikstofbeschikbaarheid, stikstof opname en stikstof fixatie



Figuur 45. Cumulatieve uitspoeling in kg/ha (bij aanvang nieuw gewas op nul gezet)



Figuur 46. Verloop organische stof 0-30 cm (in %)

6 Conclusies

- De bevindingen van 2018 bevestigen grotendeels het beeld van de evaluatie 2012-2016 en de resultaten van 2017.
- De opbrengsten in 2018 lagen in de lijn van de verwachtingen. De opbrengst van peen viel tegen door een combinatie van factoren maar niet door N-gebrek.
- Een structureel hogere productieniveau is in dit systeem niet mogelijk: stikstof is de limiterende factor.
- De bodemvruchtbaarheid afgemeten aan een lijst van parameters loopt niet terug ondanks zeven jaar afwezigheid van aanvoer.
- De mineralen-inhoud van de gewassen loopt in zeven jaar niet terug.
- Het organische stof gehalte loopt waarschijnlijk een beetje op, het totale bodem stikstofgehalte lijkt stabiel te zijn. Dat komt tot uitdrukking in een licht stijgende C/N verhouding.
- Eind 2018 was er een beperkte hoeveelheid maaimeststof beschikbaar: de oogst van 2018 plus een kleine voorraad uit voorgaande jaar. De bemesting in 2019 wordt dus zeer krap. Dat hoeft op zich geen zorg te zijn omdat het overgrote deel van de N-beschikbaarheid afkomstig is uit de bodem, niet uit de maaimeststof die voorjaar 2019 zullen worden toegediend.

7 Aanbevelingen

Het project Planty Organic is eind 2018 afgesloten. In het project 'Stikstof Telen' wordt echter verder gewerkt aan het getalsmatig en praktisch onderbouwen van het ontwikkelde teeltsysteem. 'Stikstof Telen' wordt gefinancierd uit het programma EIP-POP3 maatregel 8 met ondersteuning van EU / Provincie Friesland.

Binnen 'Stikstof Telen' komen de volgende zaken aan de orde:

- Tot nu toe zijn op het proefveld Planty Organic alleen de producten en de maaimeststoffen gemeten (opbrengst en mineralen-gehalten). Aangezien uit de evaluatie gebleken is dat de interne stromen van eminent belang zijn worden nu ook de **gewasresten en de groenbemesters** gemeten.
- Waar mogelijk zal de **uitspoeling van stikstof** via de drains gemeten gaan worden in de winter '18 – '19 is daar al mee begonnen.
- Er wordt een **vergelijking** gemaakt met twee andere teeltsystemen, namelijk 'gewoon' biologisch met mestaanvoer, en gangbare akkerbouw. De zelfde metingen zullen worden uitgevoerd op diverse percelen / gewassen en zowel de percelen als de vruchtwisseling worden in beeld gebracht met het model Ndicea.
- Met nog twee additionele jaren metingen van de bodemvruchtbaarheid zijn hopelijk voldoende data aanwezig om definitieve uitspraken te kunnen doen over **bodemvruchtbaarheid, organische stof en totaal bodem-N**.
- Er worden indicatieve metingen gedaan aan **bodemleven en fosfaatpools**.
- Voor de zelfde akkerbouwsystemen wordt op hoofdlijnen een **economische analyse** uitgevoerd.

Daarnaast zijn de volgende onderwerpen aan de orde:

- **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.
- Er is tot nu toe voornamelijk gekeken naar de stikstofdynamiek. Het proefveld Planty Organic biedt een uitgelezen kans om ook de **fosfaaddynamiek** te bestuderen. De veronderstelling is daarbij dat een deel van de mechanismen die de hoge N-efficiëntie verklaren ook sturende factoren zijn voor de fosfaaddynamiek. Telen met lagere fosfaataanvoer is een thema voor de hele landbouw. De rol van organische fosfaat dat vrij kan komen bij afbraak van organische stof wordt vrijwel nergens bestudeerd.

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.

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

Bijlage 1: Werkzaamheden 2018

A	Aardappel
8-feb	klepelmaaïen
23-feb	strooien klaverkuil
23-feb	inwerken kuil
7-mei	poten
16-mei	aanfrezen
16-aug	loofklappen
14-aug	loofbranden
21-aug	veldjes uitzetten, stengels+planten tellen+rooien
21-aug	oogst hele veld
22-aug	woelen
31-aug	Zaaien vlinderbloemigenmengsel

B	Winterpeen
8-feb	klepelmaaïen
23-feb	strooien klaverkuil
23-feb	inwerken kuil
4-mei	eggen
12-mei	zaaien peen
14-mei	Branden
6-jun	wortels schoffelen
7-jun	wiedbed
14-jun	schoffelen en aanaarden
21-jun	strepen trekken t.b.v. wieden
25/26-6	Wiedbed
3-jul	wiedbed
16-jul	wieders
15-okt	monsters rooien
16-okt	verwerken monsters
16-okt	oogst perceel

C Pompoen

19-apr	volvelds frezen
23-apr	Fibroflex
4-mei	eggen
12-mei	eggen
22-mei	eggen
22-mei	zaaien
14-jun	schoffelen met lucht
21-jun	strepen trekken tbv wieden
28-aug	loofmonsters nemen
28-aug	loofmonsters drogen overnacht ca. 28h
29-aug	wegen loofmonsters
10-sep	opbrengstbepaling pompoen
13 en 14 sept	oogst pompoen
20-sep	groenbemester zaaien
20-sep	voor zaaien; schijven eggen

D Tarwe / Veldboon

23-feb	los trekken
26-mrt	zaaizaad zomertarwe besteld
26-mrt	Vibroflex
9-apr	Kongskilde triltand
10-apr	zaaien bonen
10-apr	zaaien zomertarwe
11-apr	blind eggen
16-apr	blind eggen
4-mei	eggen
12-mei	eggen
3-aug	oogst monsters
16-aug	zaaien terralife betasola 40 kg/ha

E	Haver
18-feb	lostrekken woelpoot
22-feb	culti vaste tand
23-feb	strooien klaverkuil
23-feb	kuil inwerken
26-mrt	zaaizaad besteld
9-apr	konigskilde triltand
10-apr	zaaien haver
11-apr	blind eggen
16-apr	blind eggen
4-mei	schoffel eggen
12-mei	eggen
8-mei	klaver in eggen
27-jul	oogst en monsters
16-aug	zaaien terralife betasola 40 kg/ha

F	Vlinderbloemigen mengsel
21 aug. 2017	zaaien mengsel
16-apr	doorzaaien
17-mei	klepelmaaien
31-mei	grasmaaien
5-jul	maaien persen 7 balen
14-aug	sneede 2; 2 balen
5-okt	maaien snelde 3
31-okt	wegen kuil
6-nov	eurofins prikt monsters kuil

Bijlage 2: Analyse gewas, gewasresten, groenbemesters en maaimeststof

Gewasanalyse

		A	B	C	D tarwe/ Veldboon	E
		Aardappel	Peen	Pompoen		Haver
Opbrengst	kg/ha	29367	46566	19300	4486	5827
d.s.	%	23,8	11,4	18,6	87,6	88,2
N	% in d.s.	1,07	1,44	2,79	2,63	1,26
P	% in d.s.	0,21	0,27	0,36	0,38	0,37
K	% in d.s.	1,83	1,43	2,62	0,66	0,56
Ca	% in d.s.	0,04	0,31	0,29	0,07	0,1
Mg	% in d.s.	0,1	0,09	0,18	0,12	0,14
S	% in d.s.	0,13	0,11	0,22	0,17	0,14
Na	% in d.s.	< 0,2	< 0,3	< 0,4	< 0,5	< 0,6
Cl	% in d.s.	0,04	0,31	0,29	0,07	0,1
Cu	mg/kg d.s.	4,8	7,7	7,4	6,7	3,9
Fe	mg/kg d.s.	60	48	170	43	110
Mn	mg/kg d.s.	4	5	9	9	12
Zn	mg/kg d.s.	12	23	29	36	26
Mo	mg/kg d.s.	1,3	0,3	1,6	2,9	1,8
B	mg/kg d.s.	6,7	27,0	18,9	4,1	< 2,1

Gewasrestenanalyse

		B	C	D tarwe/ Veldboon	E
		Peen	Pompoen		Haver
Opbrengst vers	kg/ha	9333	17724	2760	5911
D.s.	%	18,7	12,5	86,7	83,5
D.S. opbrengst	kg/ha	1745	2216	2393	4936
N	% in d.s.	2,66	2,79	0,46	0,44
P	% in d.s.	0,25	0,27	0,03	0,06
K	% in d.s.	2,54	2,61	1,60	3,31
Ca	% in d.s.	2,72	7,70	0,39	0,30
Mg	% in d.s.	0,47	0,65	0,07	0,05

Groenbemesters

	C	D	E
	Na Na Tarwe/ pompoen	Na Veldboon	Na haver
Opbrengst vers	5930	10973	6097
D.s. %	12,9	14,2	15,3
D.S. opbrengst	765	1558	933
N% in d.s.	4,58	3,19	2,84

Maaimeststof analyse

		Snede 1	Snede 2	Snede 3
Vers opbrengst	kg/ha	7150	1960	6369
d.s.	%	31,5	39,2	23,4
N	% in d.s.	2,57	2,86	3,26
P	% in d.s.	0,33	0,22	0,38
K	% in d.s.	2,53	1,79	3,18
Ca	% in d.s.	1,62	1,89	1,77
Mg	% in d.s.	0,24	0,26	0,23
S	% in d.s.	0,26	0,24	0,30
Na	% in d.s.	0,10	0,04	0,10
Cu	mg/kg d.s.	8,7	9,8	10,0
Fe	mg/kg d.s.	382	523	815
Mn	mg/kg d.s.	22	21	31
Zn	mg/kg d.s.	33	31	36
Mo	mg/kg d.s.	3,5	8,1	7,2
B	µg/kg d,s,	27,1	34,6	34,3
Co	µg/kg d,s,	110	187	199
Se	µg/kg d,s,	93,0	119,0	98,0