

SNEAK PREVIEW



Geert-Jan van der Burgt,
Bart Timmermans

Evaluation 2012-2020



Planty Organic beknopte evaluatie 2012-2019

Eind 2020 loop het project Stikstof Telen af. Binnen dit project worden aanvullende metingen verricht op het proefveld 'Planty Organic' waar sinds 2012 een experimentele akkerbouwvruchtwisseling uitgevoerd wordt op basis van volledig eigen stikstofwinning. Om een gesprek over enige vorm van voortzetting en nieuwe onderzoeksvragen te ondersteunen wordt hier een beknopte evaluatie gegeven van de resultaten tot eind 2019. Naar verwachting voegen de metingen van 2020 zich in de resultaten tot nu toe en maken de conclusies nog steviger. Begin 2021 volgt de volledige evaluatie 2012-2020.

De conclusie tot nu toe:

Een biologisch akkerbouwsysteem zonder dierlijke mest, gebaseerd op volledig eigen stikstofwinning in de vorm van bedrijfseigen maaimeststof, is goed uitvoerbaar en levert voldoende opbrengsten. De milieubelasting is minimaal, het energieverbruik is laag en de biodiversiteit is hoog.

Brief evaluation of Planty Organic, 2012-2019

The *Stikstof Telen* (Nitrogen Cultivation) project will finish at the end of 2020. In this project, additional measurements are being carried out on the 'Planty Organic' trial field, where experimental crop rotation has been carried out since 2012 on the basis of nitrogen generated entirely on the farm. A brief evaluation is given here of the results up to the end of 2019 as input for discussions about possible continuation of the study and new research questions. The measurements in 2020 are expected to be in line with the results so far and should therefore reinforce the conclusions. The full evaluation of the period 2012-2020 will follow in early 2021.

The conclusion so far:

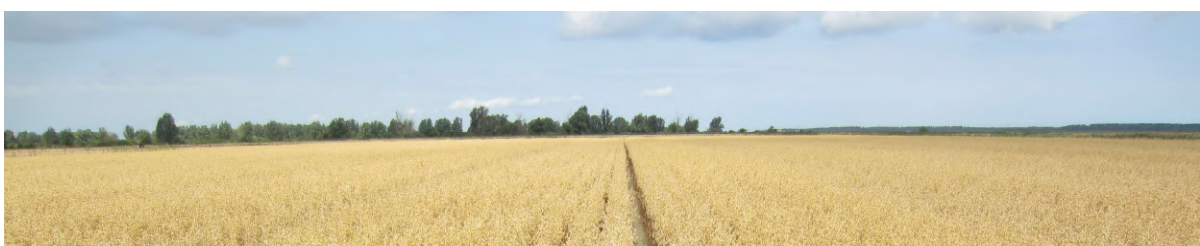
An organic arable farming system without animal manure, that is completely self-sufficient in nitrogen (no external nitrogen supplies) and that uses cut-and-carry fertilizer is quite feasible and delivers sufficient yields. The environmental burden is minimal, energy consumption is low and biodiversity is high.

Planty Organic 2012 – 2019: eine Kurzauswertung

Ende 2020 läuft das Projekt *Stikstof Telen* ("Stickstoff anbauen") aus. Im Rahmen dieses Projektes werden auf dem Versuchsfeld von Planty Organic, wo seit 2012 eine experimentelle Ackerbaufruchtfolge mit vollständiger Stickstoffautarkie praktiziert wird, zusätzliche Messungen vorgenommen. Um einen Gedankenaustausch über mögliche Formen der Fortsetzung und neue Forschungsfragen anzuregen, wird hier eine Kurzauswertung der Ergebnisse bis Ende 2019 vorgelegt. Voraussichtlich werden sich die Messungen des Jahres 2020 den bisherigen Ergebnissen einfügen und die vorläufigen Schlussfolgerungen weiter erhärten. Anfang 2021 folgt die Gesamtauswertung der Jahre 2012-2020.

Bis jetzt lässt sich folgender Schluss ziehen:

Ein biologisches Ackerbausystem ohne Tierdung, auf der Grundlage vollständiger Stickstoffautarkie und mit dem Einsatz innerbetrieblicher Grünschnittdüngung, ist gut realisierbar und liefert hinreichende Erträge. Die Umweltbelastung ist äußerst gering, der Energieverbrauch niedrig und die Biodiversität hoch.



1. Doelstellingen en randvoorwaarden

Aanleiding voor het project 'Stikstof Telen' en de voorganger ervan, 'Planty Organic', was de vraag van de biologische telersvereniging Biowad naar de mogelijkheid om te werken zonder aanvoer van gangbare mest. Deze initiële vraag is omgevormd naar de veel verder strekkende vraag hoe ver je kunt komen in een biologisch akkerbouw systeem dat volledig draait op bedrijfseigen stikstof. Vlinderbloemigen zijn dan, naast de depositie, de enig vorm van stikstofaanvoer. Om deze vraag zo eenduidig mogelijk te kunnen beantwoorden is besloten helemaal géén andere mestsoorten (dierlijke mest, compost) aan te voeren. Dat houdt dus in dat alle nutriënten behalve stikstof een negatieve balans zullen vertonen. Dat is uiteraard geen duurzaam systeem, maar het biedt naast beantwoording van het stikstof-vraagstuk wel zicht op de potentie van wat een bodem (tijdelijk) kan bieden zonder aanvulling van nutriënten.

1. Objectives and constraints

The *Stikstof Telen* project and its predecessor 'Planty Organic' were prompted by a query from the organic farmers' association Biowad as to whether it is possible to farm without using supplies of conventional fertilizer. This initial question evolved into the much broader question of how far it is possible to get in an organic arable farming system that only uses nitrogen from the farm itself. That means that leguminous plants are the only source of nitrogen other than deposition. To give as clear an answer as possible to this question, it was decided not to use supplies at all of any other form of fertilizer (animal manure, compost). That therefore means that there will be a net outflow for all nutrients except nitrogen. This is clearly not a sustainable system, but it gives not only a clear-cut answer to the nitrogen question but also an indication of the (temporary) potential of soil without the addition of nutrients.

1. Ziele und Rahmenbedingungen

Anlass für das Projekt *Stikstof Telen* und seinen Vorgänger, Planty Organic, war die Frage des Vereins biologischer Bauern Biowad nach der Möglichkeit, ohne Zufuhr konventioneller Düngemittel zu wirtschaften. Diese Ausgangsfrage wurde zu der viel umfassenderen Frage erweitert, wo die Grenzen eines biologischen Ackerbausystems liegen, das ausschließlich auf betriebseigenem Stickstoff basiert. Leguminosen sind in diesem Fall, abgesehen von der Deposition, die einzige Form der Stickstoffzufuhr. Um diese Frage so eindeutig wie möglich beantworten zu können, wurde beschlossen, überhaupt keine anderen Düngerarten (Tierdung, Kompost) zuzuführen. Das bedeutet, dass alle Nährstoffe außer Stickstoff eine negative Bilanz aufweisen werden. Dies ist selbstverständlich kein nachhaltiges System, doch vermittelt es außer der Beantwortung der Stickstofffrage einen Eindruck dessen, was ein Boden (vorübergehend) leisten kann, wenn die entzogenen Nährstoffe nicht ergänzt werden.



Het bedrijfssysteem dat in 2011 is ontworpen wil voldoen aan de volgende doelstellingen en voorwaarden:

- Volledig eigen stikstofvoorziening door stikstofbinding met klavers, luzerne en groenbemesters en met maaimeststoffen als mechanisme voor herverdeling van stikstof over verschillende percelen.
- 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 en het bodem stikstof 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
- Vaste rijpaden met inzet van GPS
- Niet-kerende grondbewerking

Het poefveld om deze vraag te onderzoeken is aangelegd op proefboerderij Kollumerwaard van SPNA, Munnekezijl. Er is sprake van zes percelen van 0,8 ha op een lichte kalkhoudende en goed ontwaterde zavelgrond met 1,9% organische stof.

The farming system, which was designed in 2011, aims to satisfy the following objectives and conditions:

- Rely entirely on nitrogen from the farm by means of nitrogen fixation with clover, alfalfa and green manure, and with cut-and-carry fertilizers as a mechanism for redistributing nitrogen to different plots.
- No input whatsoever of animal manure or compost.
- Sufficient nitrogen to enable good yields and crops for sale that are sufficiently high quality.
- A cropping plan that allows for the soil capacity, both in terms of retaining the soil quality and in terms of the nitrogen supply.
- Maintenance at least of the organic matter content and nitrogen content of the soil.
- A cropping plan that is reasonably representative for the region; at the very least, representative crops.
- Plots with soil cover in the winter where possible.
- Alternation of crops that are mown with other crops.
- Fixed tractor paths using GPS.
- Non-inversion tillage.

The trial field that is being used to investigate this is on the SPNA experimental farm Kollumerwaard in Munnekezijl. There are six plots of 0.8 ha with slightly calcareous loam soil with good drainage and 1.9% organic matter.

Das Betriebssystem, das 2011 entworfen wurde, kennzeichnet sich durch die folgenden Ziele und Rahmenbedingungen:

- Vollständige Stickstoffautarkie durch Stickstoffbindung mithilfe von Kleearten, Luzerne und Gründüngungspflanzen, und Grünschnittdüngung als Mechanismus zur Umverteilung von Stickstoff über die einzelnen Schläge
- Keine Zufuhr von Tierdung oder Kompost
- Genügend Stickstoff, um einen guten Ertrag und eine hinreichende Qualität der Marktprodukte zu gewährleisten
- Ein Kulturplan, der der Leistungsfähigkeit des Bodens bezüglich Erhaltung der Bodenqualität und im Hinblick auf Stickstoffversorgung entspricht
- Aufrechterhaltung, wenn nicht Zunahme, des Gehalts an organischer Bodensubstanz und des Stickstoffgehalts des Bodens
- Ein in gewissem Maße für die Gegend repräsentativer Kulturplan; auf jeden Fall repräsentative Fruchtarten
- Im Winter so weit wie möglich bewachsene Flächen
- Wechselweise mähbare Gewächse und andere Fruchtarten
- Feste Fahrgassen mit Einsatz von GPS
- Nicht wendende Bodenbearbeitung

Das Versuchsfeld, auf dem diese Frage untersucht wird, liegt auf dem Versuchsbetrieb Kollumerwaard der SPNA, Munnekezijl. Es handelt sich um sechs Schläge von jeweils 0,8 Hektar auf einem leicht kalkhaltigen und gut entwässerten Lehmboden mit 1,9 % organischer Substanz.

2. Ontwerp

Het ontwerp van het akkerbouwsysteem is tot stand gekomen in een samenwerking tussen betrokken biologische akkerbouwers, proefbedrijf SPNA (www.spna.nl) waar de proef uitgevoerd wordt en LBI (www.louisbolk.nl) dat voor de wetenschappelijke begeleiding zorgt. Het ontwerp is doorgerekend in de App Ndicea. Dit koolstof- en stikstofprogramma wordt ook gebruikt voor monitoring en evaluatiedoeleinden.

Naar aanleiding van de ontwikkelingen gedurende de projectperiode en de meest recente metingen in gewasresten en groenbemesters is het oorspronkelijke bedrijfsontwerp op onderdelen licht gewijzigd. De hoofdlijn is ongewijzigd sinds 2012. Het systeemontwerp ziet er nu als volgt uit.

2. Design

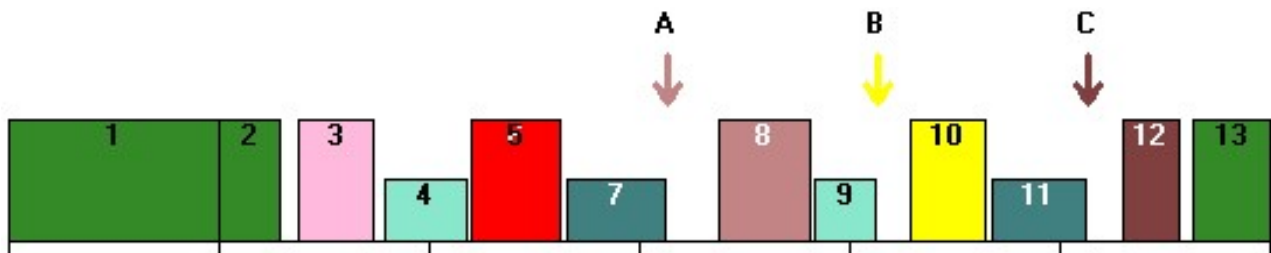
The design of the arable system is the result of a collaboration between the organic arable farmers involved, the experimental farm SPNA (www.spna.nl), where the experiment is being carried out, and LBI (www.louisbolk.nl), which is responsible for the scientific support. Calculations for the design were done in the app Ndicea. This programme for carbon and nitrogen is also being used to monitor and evaluate the study.

Minor adjustments were made to certain aspects of the original design in response to developments during the project period and the most recent measurements of crop remains and green manure. The main setup has remained unchanged since 2012. The system design now looks like this.

2. Konzept

Das Konzept des Ackerbausystems wurde von mehreren Parteien gemeinsam erarbeitet: den beteiligten biologischen Ackerbauern, dem Versuchsbetrieb SPNA (www.spna.nl), wo der Versuch durchgeführt werden sollte, und dem Louis Bolk Institut (www.louisbolk.nl), das die wissenschaftliche Betreuung übernehmen würde. Das Konzept wurde mit der App Ndicea durchgerechnet, ein Programm zur Kohlenstoff- und Stickstoffmodellierung, das auch zu Monitoring- und Auswertungszwecken genutzt wird.

Aufgrund der Entwicklungen während der Projektperiode und der neuesten Messergebnisse an Ernterückständen und Gründüngungspflanzen wurden einige Aspekte des ursprünglichen Betriebskonzeptes leicht abgeändert. Das Grundkonzept ist seit 2012 unverändert. Der Systementwurf sieht jetzt folgendermaßen aus.



Jaar/Year/Jahr: 1 2 3 4 5 6

Vruchtvolgorde en bemestingsmomenten in het bedrijfsontwerp

1,2,13 = luzerne/klaver, 3 = pompoen, 4,9 = groenbemester (geen vlinderbloemige), 5,6 = mengteelt tarwe/veldboon, 7,11 = groenbemester mengsel met vlinderbloemigen, 8 = winterpeen, 10 = haver, 12 = pootaardappel
A = bemesting maaimeststof 2 ton vers product per hectare, B = bemesting maaimeststof 3 ton per hectare, C = bemesting maaimeststof 4 ton per hectare

Cropping order and fertilization moments in the design

1, 2, 13 = alfalfa/clover; 3 = squash; 4, 9 = green manure (not leguminous); 5, 6 = mixed crop of wheat and field beans; 7, 11 = green manure including leguminous crops; 8 = winter carrots; 10 = oats; 12 = seed potatoes

A = fertilization with cut-and-carry fertilizer, two tons of fresh product per hectare; B = fertilization with cut-and-carry fertilizer, three tons per hectare; C = fertilization with cut-and-carry fertilizer, four tons per hectare

Fruchtfolge und Zeitpunkte der Düngergaben im Betriebskonzept

1, 2, 13 = Klee/Luzerne, 3 = Kürbis, 4, 9 = Gründüngungspflanzen (keine Leguminosen), 5, 6 = Mischkultur Weizen/Ackerbohne, 7, 11 = Gründüngungspflanzen, Mischung mit Leguminosen, 8 = Wintermöhre, 10 = Hafer, 12 = Saatkartoffel

A = Grünschnittdüngung 2 t Frischsubstanz pro Hektar, B = Grünschnittdüngung 3 t/ha, C = Grünschnittdüngung 4 t/ha

De opbrengsten per hectare op basis van gemeten resultaten tot nu toe is als volgt:

- Luzerne/klaver: 9.000 kg d.s., 3,1% N in d.s.
- Pompoen: 20.000 kg
- Zomertarwe: 2.800 kg (85% d.s.)(stro ingewerkt)
- Veldboon: 1.500 kg (85% d.s.)(stro ingewerkt)
- Winterpeen: 67.000 kg
- Haver: 5.500 kg (85% d.s.)(stro ingewerkt)
- Pootaardappel: 34.000 kg
- Groenbemesters: de gemiddelde opbrengst van de groenbemesters is na de metingen in 2019 naar beneden bijgesteld ten opzichte van de oorspronkelijke verwachtingen

De hoeveelheid gewasresten en de stikstofinhoud daarvan zijn nog niet bijgesteld. Dat zal bij de eindevaluatie wel gedaan worden.

The yields per hectare based on results as measured to date are as follows:

- Alfalfa/clover: 9,000 kg d.m., 3.1% N in d.m.
- Squash: 20,000 kg
- Spring wheat: 2,800 kg (85% d.m.) (straw incorporated)
- Field beans: 1,500 kg (85% d.m.) (straw incorporated)
- Winter carrots: 67,000 kg
- Oats: 5,500 kg (85% d.m.) (straw incorporated)
- Seed potatoes: 34,000 kg
- Green manure: the average yield from the green manure has been adjusted downwards after the measurements in 2019 when compared with the original expectations.

No adjustment has been made as yet to the quantity of crop remains and their nitrogen content. That will be done in the final evaluation.

Die Erträge pro Hektar auf der Grundlage der bisherigen Messergebnisse sind:

- Klee/Luzerne: 9.000 kg TS mit 3,1 % N in der TS
- Kürbis: 20.000 kg
- Sommerweizen: 2.800 kg (85 % TS) (Stroh eingearbeitet)
- Ackerbohne: 1.500 kg (85 % TS) (Stroh eingearbeitet)
- Wintermöhre: 67.000 kg
- Hafer: 5.500 kg (85 % TS) (Stroh eingearbeitet)
- Saatkartoffel: 34.000 kg
- Gründüngungspflanzen: Bezüglich des durchschnittlichen Ertrags der Gründüngungspflanzen wurden die ursprünglichen Erwartungen nach den Messungen 2019 nach unten korrigiert.

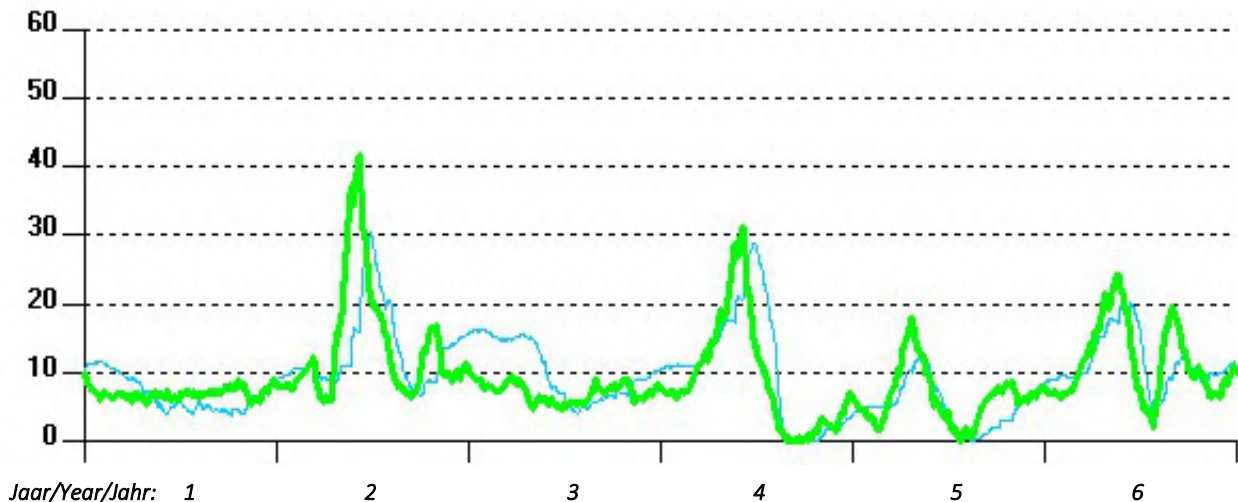
Die Menge der Ernterückstände und deren Stickstoffgehalt wurden noch nicht korrigiert. Dies wird in der Abschlussauswertung geschehen.



3. Resultaten doorgerekend met Ndicea op basis van 8 jaren meetgegevens van 6 percelen

3. Results calculated in Ndicea using eight years of measurement data on six fields

3. Durchrechnung der Ergebnisse mit Ndicea auf Grundlage der Messdaten von 8 Jahren auf sechs Schläge

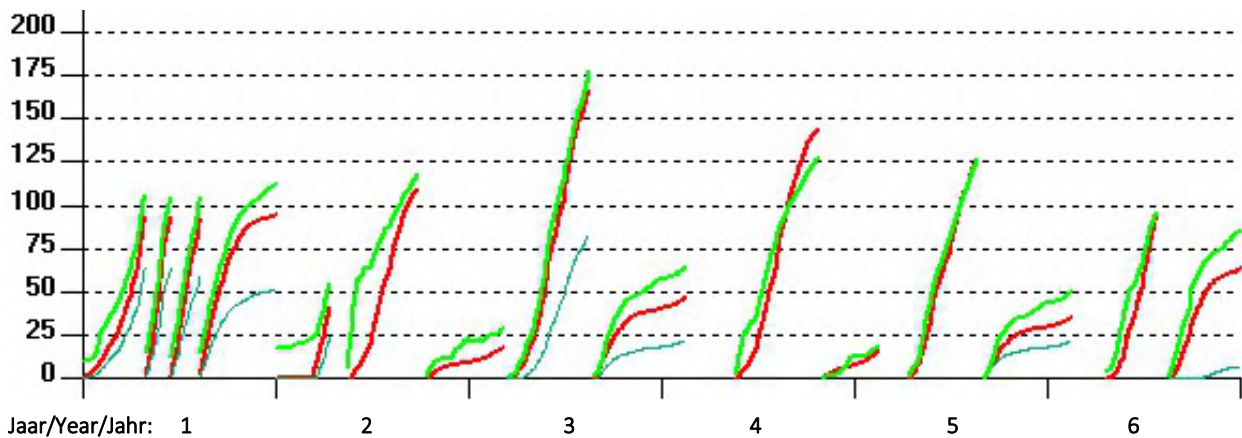


N in kg/ha. 0-30 cm: groen / green / grün. 30-90 cm: blauw / blue / blau. Gewassen / Crops / Frucht: pag. 5

Het niveau (kg/ha) minerale stikstof (nitraat) in 0-30 cm is over de hele linie zeer laag. De hoogste piek ligt na het inwerken van de luzerne-klover vóórdat de pompoen de stikstof gaat opnemen. Een laag niveau minerale stikstof verlaagt het risico van uitspoeling, verlaagt de denitrificatie en bevordert waarschijnlijk de plantgezondheid. Let op: een laag niveau minerale stikstof mag niet verward worden met een lage stikstofbeschikbaarheid. Een laag niveau N-min is een momentopname terwijl stikstofbeschikbaarheid een proces is over de groeiduur van het gewas en derhalve sterk afhankelijk van de mineralisatie van stikstof gedurende het seizoen. Dit akkerbouwsysteem is juist volledig gericht op stikstof gewasvoeding via deze interne stroom.

Levels (kg/ha) of mineral nitrogen (nitrate) at depths of 0-30 cm are low throughout. The highest peak is after the alfalfa and clover have been worked into the soil and before the squash can take up the nitrogen. A low level of mineral nitrogen reduces the risk of leaching, reduces denitrification and probably promotes plant health. Please note! Low levels of mineral nitrogen should not be confused with the low availability of nitrogen. A low level of mineral nitrogen is a snapshot measurement, whereas nitrogen availability is a process during crop growth and is highly dependent on the mineralization of nitrogen during the season. This arable farming system in fact focuses entirely on nitrogen crop inputs through that internal route.

Der Gehalt an Mineralstickstoff (Nitrat) in 0-30 cm Tiefe ist insgesamt sehr niedrig (Abb. 6). Der höchste Wert wurde nach dem Einarbeiten des Klee-Luzerne-Gemenges gemessen, vor der Aufnahme des Stickstoffs durch den Kürbisbestand. Ein niedriger Gehalt an Mineral-N verringert die Gefahr der Auswaschung und der Denitrifikation und fördert wahrscheinlich die Pflanzengesundheit. NB: Ein niedriger Gehalt an Mineral-N sollte nicht mit einer geringen Stickstoffverfügbarkeit verwechselt werden. Ein niedriger Nmin-Gehalt ist eine Momentaufnahme, während die Stickstoffverfügbarkeit ein Prozess ist, der sich über die Wachstumsdauer der Kultur erstreckt und somit stark von der Stickstoffmineralisation im Laufe der Saison abhängt. Dieses Ackerbausystem ist gerade darauf ausgelegt, den Pflanzenbestand aus dieser interne Quelle mit Stickstoff zu versorgen.



Gewassen / Crops / Fruchte: pag. 5

Cumulative stikstof beschikbaar in kg/ha (groen), gewasopname (rood) en N-binding (grijs)

Cumulative nitrogen availability in kg/ha (green), crop uptake (red) and nitrogen fixation (grey)

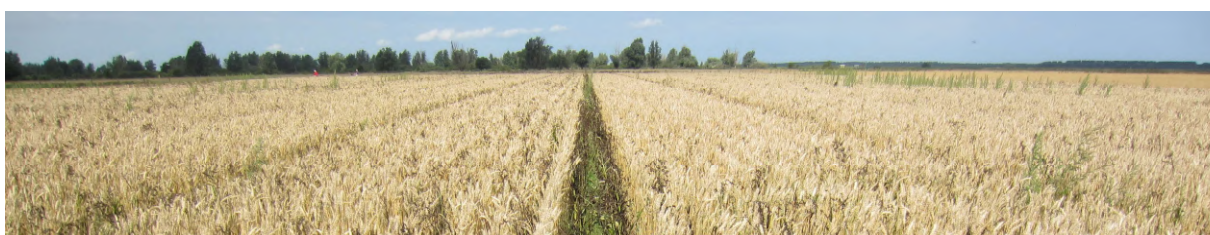
Kumulative Stickstoffverfügbarkeit in kg/ha (grün), Aufnahme durch die Pflanzen (rot) und N-Bindung (grau)

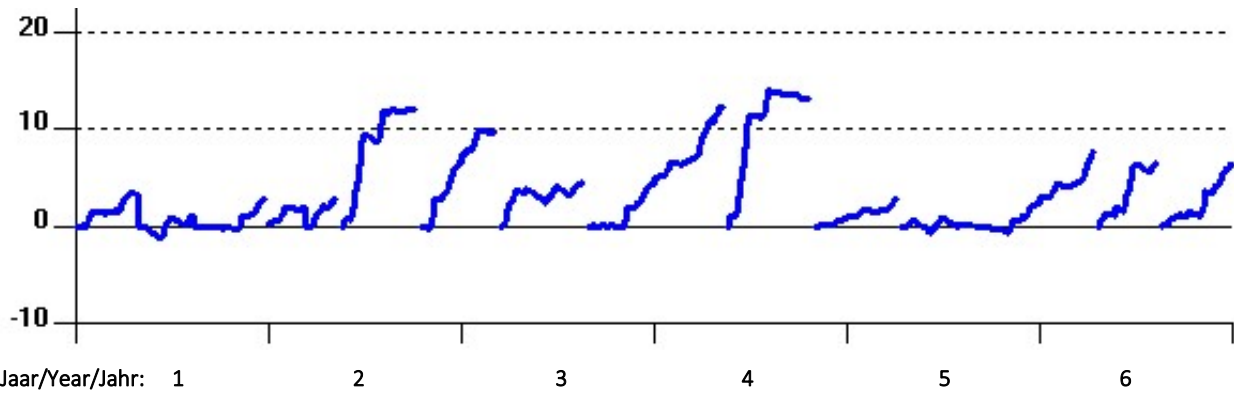
De gewasopname (rode lijn) wordt gedekt door de beschikbaarheid van stikstof (inclusief N-fixatie door vlinderbloemigen), maar er blijft na oogst vrijwel niets over.

Winterpeen in het vierde jaar toont een licht tekort (15 kg bij oogst); dit stemt overeen met diverse waarnemingen van een vergelijkbaar tekort bij de modellering van de zes percelen van proefveld Planty Organic en op andere locaties en momenten. Blijkbaar gebeurt er iets in de combinatie winterpeen – bodem dat structureel niet door het model gedekt wordt. Bij pompen (jaar 2), peen (jaar 4) en pootaardappel (jaar 6) wordt duidelijk zichtbaar dat de opbrengst stikstof-gelimiteerd is. Meer opbrengst kan nauwelijks omdat de benodigde stikstof daarvoor gewoon niet beschikbaar komt uit de grond.

The crop uptake (red lines) is covered by the availability of nitrogen (including nitrogen fixation by leguminous crops) but there is almost nothing left after the harvest. There was a slight deficit in the fourth year with the winter carrots (15 kg at harvest). This is in line with various observations of similar deficits when modelling the six plots of the Planty Organic trial field, and in other locations at other times. It would seem that something is happening in the interaction between the carrots and the soil that is systematically not being covered in the model. It is clear that the nitrogen acts as a limit on yields of squash (Year 2), carrots (Year 4) and seed potatoes (Year 6). It is barely possible to increase yields further because the required nitrogen is simply not available in the soil.

Die Stickstoffverfügbarkeit (einschließlich N-Bindung durch Leguminosen) deckt die Aufnahme durch die Pflanzen (rote Kurven), doch bleibt nach der Ernte so gut wie nichts übrig. Bei der Wintermöhre im vierten Jahr ist ein geringer Mangel zu verzeichnen (15 kg bei der Ernte). Dies entspricht mehreren Beobachtungen eines vergleichbaren Mangels bei der Modellierung der sechs Schläge des Versuchsfeldes von Planty Organic, sowie an anderen Standorten und zu anderen Zeitpunkten. Anscheinend geschieht im Zusammenspiel zwischen Wintermöhre und Boden etwas, was strukturell nicht vom Modell erfasst wird. Bei Kürbis (2. Jahr), Möhre (4. Jahr) und Saatkartoffel (6. Jahr) ist klar ersichtlich, dass der Ertrag stickstofflimitiert ist. Höhere Erträge sind kaum möglich, weil der dazu benötigte Stickstoff aus dem Boden einfach nicht geliefert werden kann.





Gewassen / Crops / Fruchte: pag. 5

Per gewasperiode cumulatieve N-verliezen in kg/ha uit de bewortelbare zone (tot 90 cm diepte). Een daling indiceert capillaire opstijging, dus negatieve N-uitspoeling.

Per crop, cumulative nitrogen losses in kg/ha from the root system zone (0-90 cm depth). A decrease indicates capillary rise, in other words negative nitrogen leaching.

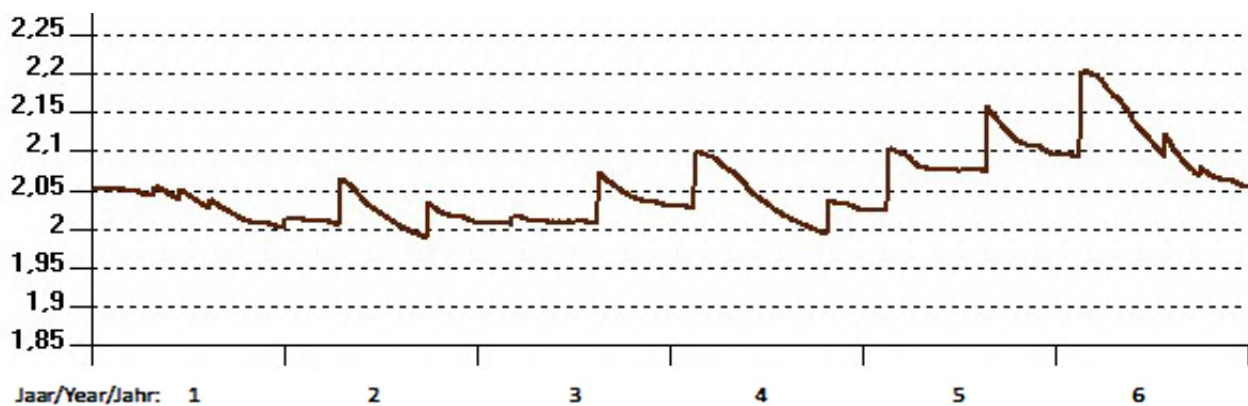
Kumulative N-Verluste aus der durchwurzelbaren Zone (bis 90 cm Tiefe) während der einzelnen Kulturen in kg/ha. Eine Abnahme zeigt kapillaren Aufstieg an, also eine negative N-Auswaschung.

De stikstofverliezen door uitspoeling uit de bewortelbare zone (0-90 cm) zijn zeer laag. De meeste verliezen (maar nog steeds zeer beperkt) treden op na luzerne-klaver en pompoen, en na de mengteelt tarwe-veldboon. Dit illustreert de kwetsbaarheid van extra stikstofmineralisatie na een vlinderbloemig gewas. Groenbemesters kunnen dat vaak niet volledig opvangen.

Nitrogen loss through leaching from the root system zone (0-90 cm) is very low (Figure 8). The biggest losses (although still very limited) occur after cultivation of alfalfa/clover and squash, and after the mixed wheat and beans crop. This shows the vulnerability of extra nitrogen mineralization after a leguminous crop. Green manure is often not able to make up for this entirely.

Die Stickstoffverluste durch Auswaschung aus der durchwurzelbaren Zone (0-90 cm) sind sehr gering (Abb. 8). Die größten Verluste (noch immer in sehr engen Grenzen) treten nach Klee/Luzerne und Kürbis auf, sowie nach der Mischkultur Weizen/Ackerbohne. Dies illustriert die Anfälligkeit des nach einer Leguminosenkultur zusätzlich mineralisierten Stickstoffs. Durch eine Gründüngungskultur lässt sich dies häufig nicht ganz ausgleichen.





Verloop bodem organische stof 0-30 cm, in %, 2^e cyclus

Het organische stof verloop over de vruchtwisseling als geheel is stabiel (2^e cyclus). De bijdrage van de stoppel van de luzerne-klaver is nauwelijks groter dan die van het stro (2x), de maaimeststoffen (3x) en de gewasresten en groenbemesters verderop in de vruchtvolgorde.

Change in soil organic matter at 0-30 cm, in %, 2nd cycle

The development in organic matter during crop rotation as a whole is stable (2nd cycle). The contribution made by the stubble from the alfalfa and clover is hardly any greater than that made by the straw (twice), the cut-and-carry fertilizer (three times) and the crop remains and green manure further on in the crop rotation.

Verlauf der organischen Bodensubstanz in 0-30 cm, 2. Zyklus

Der Verlauf der organischen Substanz über die Fruchtfolge als Ganzes ist stabil (Zweite Zyklus). Der Beitrag der Klee/Luzerne-Stoppel ist nicht viel größer als der des Strohs (2x), der Grünschnittdüngung (3x) und der Ernterückstände und Gründüngungspflanzen im weiteren Verlauf der Fruchtfolge.

			N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Aanvoer met mest	Fertilizer supply	Zufuhr durch Dünger	0	0	0
Stikstofbinding	Nitrogen fixation	N-Bindung	67		
Depositie	Deposition	Deposition	21	3	8
Totaal aanvoer	Total supply	Zufuhr insgesamt	88	3	8
Afvoer met producten	Removal with products	Abfuhr durch Produkte	65	35	99
Berekend overschot	Calculated surplus	Berechneter Überschuss	23	-32	-91
Vervluchtiging	Volatilization	Verflüchtigung	0		
denitrificatie	Denitrification	Denitrifikation	7		
Verlies door uitspoeling	Loss by leaching	Verlust durch Auswaschung	15		
Opbouw organische stof	Makeup of organic matter	Aufbau der organischen Substanz	0		

Mineralenbalans op veldniveau; kg/ha

Mineral inflows and outflows at the field level, kg/ha

Mineralstoffbilanzen auf Feldebene; kg/ha

De interne stroom van maaimeststoffen bevat omgerekend per hectare 47 kg N, 11 kg P₂O₅ en 45 kg K₂O. Die wordt op bedrijfsniveau niet meegeteld als 'Afvoer met producten' en ook niet als 'Aanvoer met mest'. Op basis van georganiseerde (maar natuurlijke) stikstofaanvoer door vlinderbloemigen van 67 kg N ha⁻¹ is de NUE Nitrogen Use Efficiency 97%. Indien ook de stikstofdepositie van 21 kg N ha⁻¹ wordt meegerekend is de NUI 74%. De niet in productie benutte stikstof gaat voor 1/3 verloren door denitrificatie. De verliezen als lachgas, die niet in het model worden meegenomen, zullen bij de eindpresentatie als inschatting meegerekend worden. De berekende uitspoeling bedraagt 15 kg N per hectare per jaar. Daarmee is het systeem een agri-natuurlijke vanginstallatie: er komt per jaar per hectare 21 kg stikstof via depositie bij en er spoelt 15 kg uit. Indien aangenomen wordt dat 34% van deze uitgespoelde stikstof in grond- of oppervlaktewater terecht komt resulteert dat bij een neerslagoverschot van 350 mm in een concentratie van 4,3 mg nitraat-N per liter. Het maximaal toegestane niveau is 11 mg nitraat-N per liter.

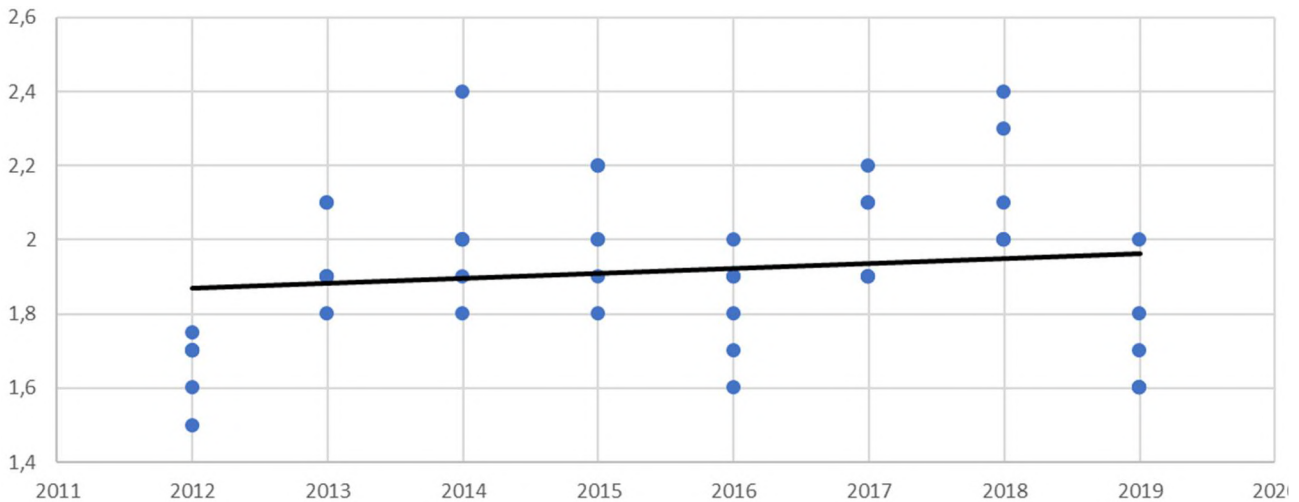
When calculated on a per hectare basis, the internal flow of cut-and-carry fertilizer contains 47 kg N, 11 kg P₂O₅ and 45 kg K₂O. This is not included in the 'Removal with products' category or in the 'Fertilizer supply' category at the farm level. The nitrogen use efficiency (NUE) is 97% based on the organized (but natural) supply of nitrogen by leguminous crops of 67 kg/ha N. If the nitrogen deposition of 21 kg/ha N is included, the NUE is 74%. One third of the nitrogen that is not used in production is lost through denitrification. Losses in the form of nitrous oxide, which are not included in the model, will be incorporated in the form of an estimate in the final presentation. Leaching is calculated at 15 kg/ha N per year. That makes the system a natural agricultural capturing system: each year, 21 kg of nitrogen is added per hectare through deposition and 15 kg is lost through leaching. Assuming that 34% of the leached nitrogen ends up in the groundwater or surface water, this results in a concentration of 4.3 mg of nitrate per litre given a precipitation surplus of 350 mm. The maximum permitted level is 11 mg nitrate per litre.

Der interne Strom der Grünschnittdüngung umfasst umgerechnet pro Hektar 47 kg N, 11 kg P₂O₅ und 45 kg K₂O. Diese Mengen werden auf Betriebsebene weder unter "Abfuhr durch Produkte" noch unter "Zufuhr durch Dünger" erfasst. Auf Grund einer organisierten (aber natürlichen) Stickstoffzufuhr durch Leguminosen von 67 kg N pro Hektar beträgt die Stickstoffnutzungseffizienz (NUE) 97 %. Wenn auch die Stickstoffdeposition von 21 kg N pro Hektar mit einbezogen wird, beträgt die NUE 74 %. Von dem nicht in Produkten genutzten Stickstoff geht ein Drittel durch Denitrifikation verloren. Für die Verluste in Form von Lachgas, die im Modell nicht berücksichtigt werden, wird in der Abschlusspräsentation eine Schätzung vorgenommen. Die berechnete Auswaschung beträgt 15 kg N pro Hektar pro Jahr. Dies macht das System zu einer agrarisch-natürlichen Fangeinrichtung: Pro Jahr pro Hektar wird 21 kg Stickstoff durch Deposition aufgenommen, während 15 kg ausgewaschen wird. Wenn man annimmt, dass 34 % dieses ausgewaschenen Stickstoffs im Grund- oder Oberflächenwasser landet, ergibt dies bei einem Nettoniederschlag von 350 mm eine Konzentration von 4,3 mg Nitrat-N pro Liter. Der zulässige Höchstwert beträgt 11 mg Nitrat-N pro Liter.



4. Bodemmetingen

2012-2019



Gemeten bodem organische stof 0-30 cm in 5 (blauwe punten) en trendlijn daarvan (zwarte lijn)

4. Soil measurements

2012-2019

Measurements (blue dots) of the soil organic matter at 0-30 cm in % and trend line (black line)

4. Bodenmessungen

2012-2019

Messwerte Organische Substanz 0-30 cm in % (blaue Punkte) mit Trendlinie (schwarze Linie)

4.1 Organische stof en N-totaal

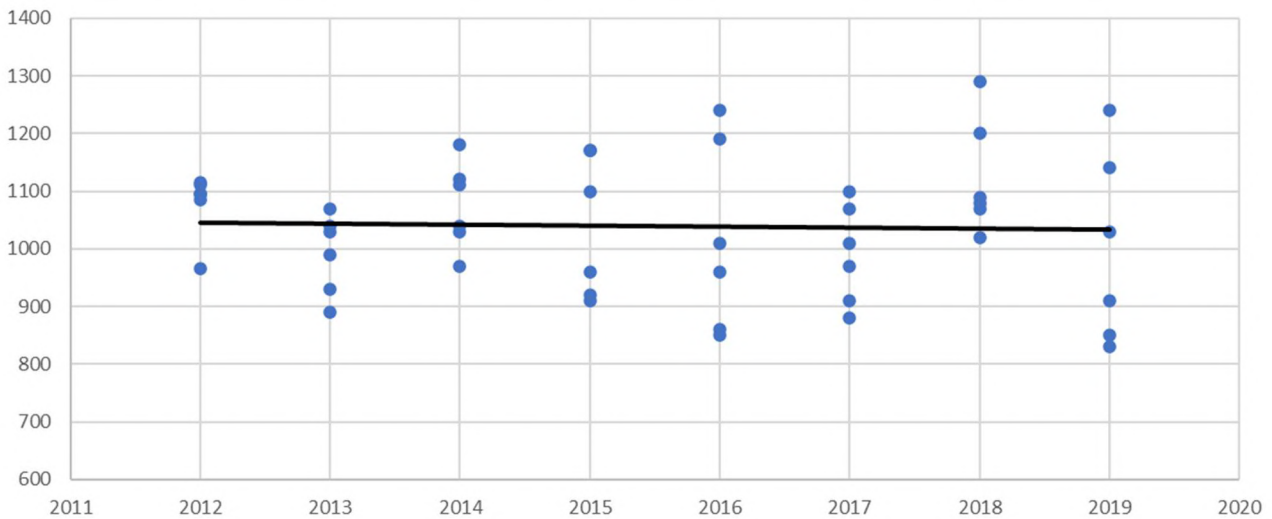
Het akkerbouwsysteem op basis van uitsluitend eigen stikstofwinning heeft vooral zeggingskracht als aangetoond kan worden dat niet wordt ingeteerd op de bodem organische stof en op de bodemvoorraad stikstof. De hoeveelheid daarvan is respectievelijk rond 80.000 kg en rond 4.000 kg per hectare. Ieder jaar een klein beetje interen op die voorraad is nauwelijks meetbaar maar heeft wel directe gevolgen voor het 'succes' van het systeem. Vanaf 2012 zijn jaarlijks alle zes de percelen in november bemonsterd en door Eurofins geanalyseerd. De statistische analyse is uitgevoerd met Genstat met als hypothese dat waarden stijgen of dalen over de tijd. Statistisch gezien is er geen sprake van een stijging of daling van het organische stof gehalte over de tijd ($p = 0,320$).

4.1 Organic matter and total N

An arable system that is self-sufficient in nitrogen will be a convincing option if it can be shown that the system does not deplete the soil's organic matter and the stocks of nitrogen in the soil. These quantities are approximately 80,000 kg and 4,000 kg per hectare respectively. Slight depletion of these stocks every year hardly shows up at all in measurements but will still have direct consequences for the system's 'success'. As of 2012, samples were taken from all six plots every year in November and analysed by Eurofins. The statistical analysis was performed using Genstat, testing the hypothesis that values rose or fell over time. There is no statistically significant increase or decrease over time in the organic matter content ($p = 0.320$).

4.1 Organische Substanz und Gesamt-N

Ein Ackerbausystem, das ausschließlich auf der betriebseigenen Stickstoffgewinnung beruht, überzeugt vor allem, wenn sich nachweisen lässt, dass dabei nicht von der organischen Bodensubstanz und dem Stickstoffvorrat im Boden gezehrt wird. Diese Mengen betragen etwa 80.000 kg bzw. um die 4.000 kg/ha. Wenn jedes Jahr ein klein wenig von diesem Vorrat verbraucht wird, ist dies kaum messbar, hat jedoch durchaus unmittelbare Folgen für den Erfolg des Systems. Ab 2012 wurden jährlich alle sechs Schläge jeweils im November beprobt und von Eurofins analysiert. Die statistische Analyse wurde mit Genstat durchgeführt, wobei die Hypothese lautete, dass die Werte im Laufe der Zeit zu- oder abnehmen. Statistisch gesehen liegt keine Zu- oder Abnahme des Gehalts an organischer Substanz im Laufe der Zeit vor ($p = 0,320$).



Gemeten waarden totaal-N bodem 0-30 cm in mg/kg (blauwe punten) en trendlijn daarvan (zwarte lijn)

Measurements (blue dots) of the total nitrogen in the soil at 0-30 cm in mg/kg and trend line (black line)

Messwerte Gesamt-N im Boden 0-30 cm in mg/kg (blaue Punkte) mit Trendlinie (schwarze Linie)

Statistisch gezien is er geen sprake van een stijging of daling van het totaal N-gehalte over de tijd ($p = 0,805$).

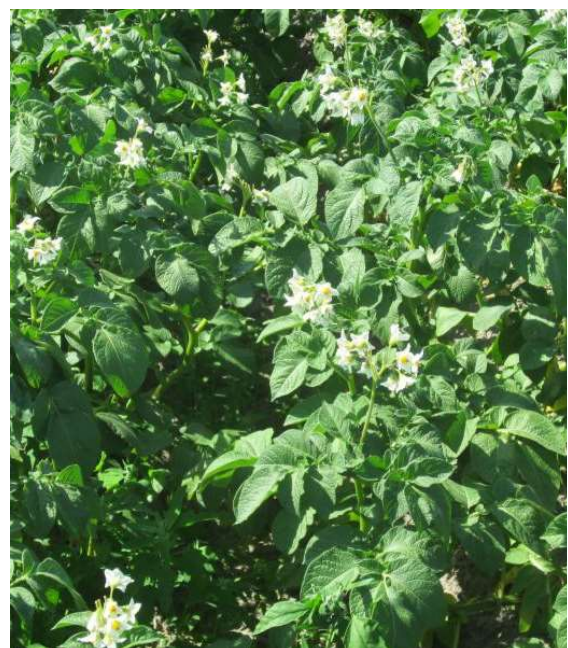
There is no statistically significant increase or decrease over time in the total nitrogen content ($p = 0.805$).

Statistisch gesehen liegt keine Zu- oder Abnahme des Gesamt-N-Gehalts im Laufe der Zeit vor ($p = 0,805$).

Dit systeem is dus in staat om zonder enige toevoeging van buiten af de organische stof en stikstof in de bodem op peil te houden terwijl er wel verkoop van producten plaatsvindt.

This system is therefore able to maintain levels of organic matter and nitrogen in the soil without any additions from external sources while at the same time enabling the sale of products.

Dieses System ist somit trotz des Verkaufs von Produkten in der Lage, ohne jegliche Zufuhr von außen den Gehalt an organischer Substanz und Stickstoff im Boden aufrechtzuerhalten.



4.2 Fosfaat

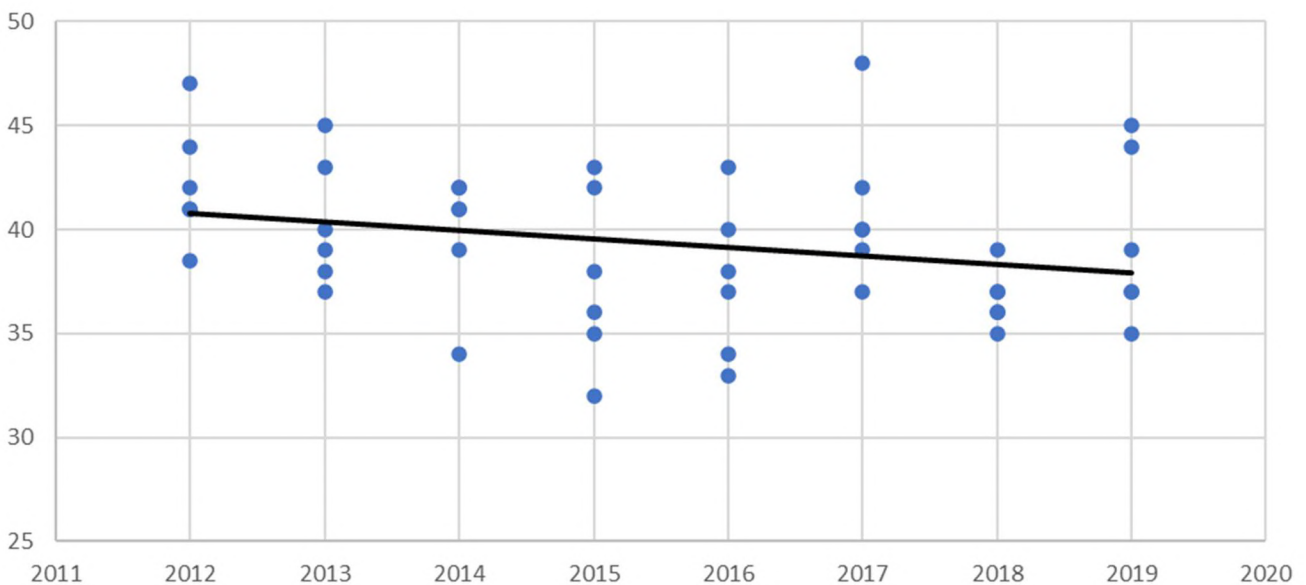
Binnen dit proefveld is tot eind 2019 jaarlijks ruim 30 kg P₂O₅ per hectare onttrokken. Momenteel is er weinig aandacht voor P-beschikbaarheid onder omstandigheden van een negatieve P-balans zoals hier het geval is. Een vraag zou kunnen zijn of bodem, bodemleven, gewassen en groenbemesters samen in staat zijn de in de bodem aanwezige fosfaat te mobiliseren. Deze vraag is geen primair onderdeel van het onderzoek van Stikstof Telen maar de jaarlijks metingen bieden wel informatie.

4.2 Phosphate

In the period to the end of 2019, over 30 kg per hectare of P₂O₅ was removed from the trial field each year. At present, there is little interest in the availability of phosphorus in situations with a net outflow of phosphate, as here. One question might be whether the soil, soil ecosystem, crops and green manure are able in combination to mobilize the phosphate present in the soil. This question is not a key aspect of the 'Stikstof Telen' study but the annual measurements do provide relevant information.

4.2 Phosphat

Diesem Versuchsfeld wurde bis Ende 2019 jährlich gut 30 kg P₂O₅ pro Hektar entzogen. Zur Zeit besteht wenig Interesse für die Frage der P-Verfügbarkeit bei einer negativen P-Bilanz, wie es hier der Fall ist. Man könnte die Frage stellen, ob es im Zusammenspiel von Boden, Bodenleben, Kulturen und Gründüngungspflanzen gelingt, das im Boden vorhandene Phosphat zu mobilisieren. Diese Frage ist zunächst kein Forschungsgegenstand des Projektes Stikstof Telen, doch die jährlichen Messungen bieten dafür relevante Informationen.



Gemeten P-AL in mg P₂O₅ / 100 gr (blauwe punten) en de trendlijn daarvan (zwarte lijn)

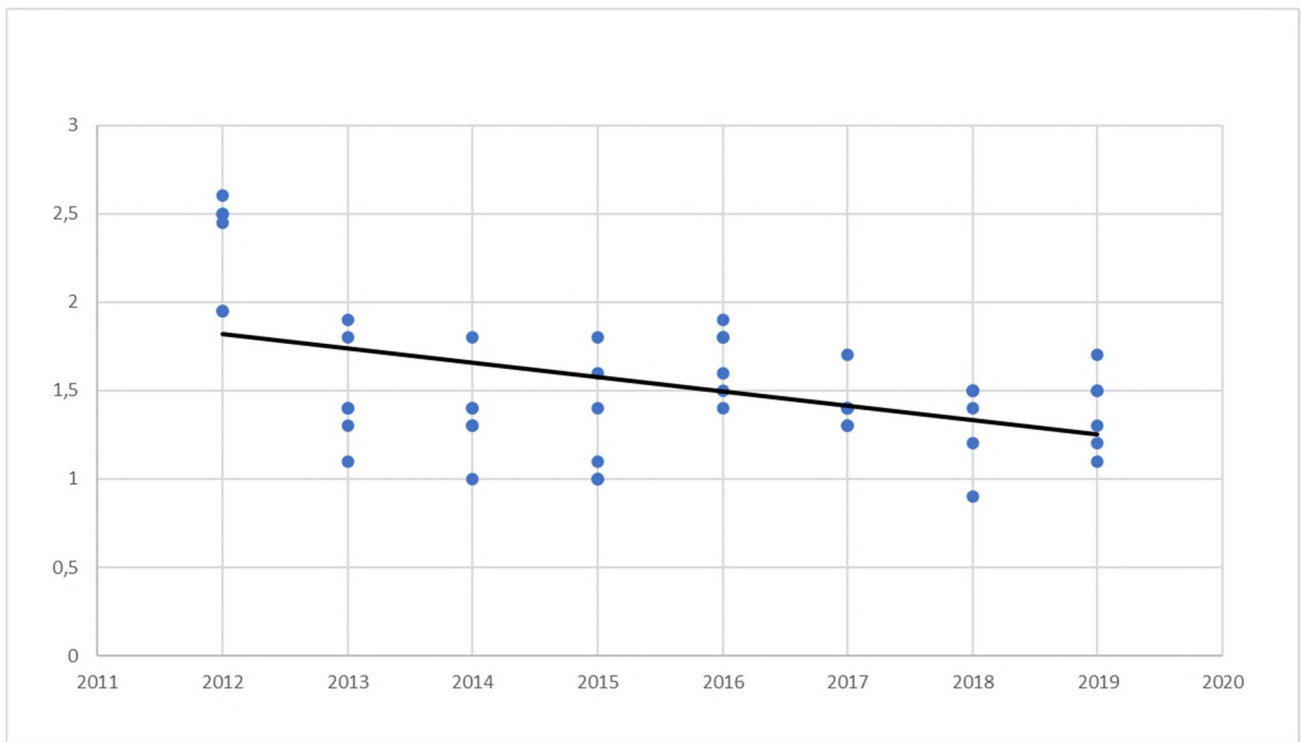
Measured soil phosphorus supply P-AL in mg P₂O₅ / 100 gr (blue dots) and the trend line (black line)

Messwerte P-Bodenvorrat in gm P₂O₅ / 100 gr (blaue Punkte) mit Trendlinie (schwarze Linie)

Statistisch gezien is er geen sprake van een stijging of daling van P-AL over de tijd ($p = 0,073$) maar er is wel sprake van een trend naar beneden (helling $-0,408$)

There is no statistically significant increase or decrease over time ($p = 0.073$) in the soil phosphorus supply (denoted by P-AL), but the trend is downwards (slope = -0.408).

Statistisch gesehen liegt keine Zu- oder Abnahme des Phosphatvorrats im Boden im Laufe der Zeit vor ($p = 0,073$); die Tendenz ist jedoch abnehmend (Steigung $-0,408$).



Gemeten P-PAE in mg P/kg (blauwe punten) en de trendlijn daarvan (zwarte lijn)

Measured plant available phosphorus P-PAE in mg P / 100 kg (blue dots) and the trend line (black line)

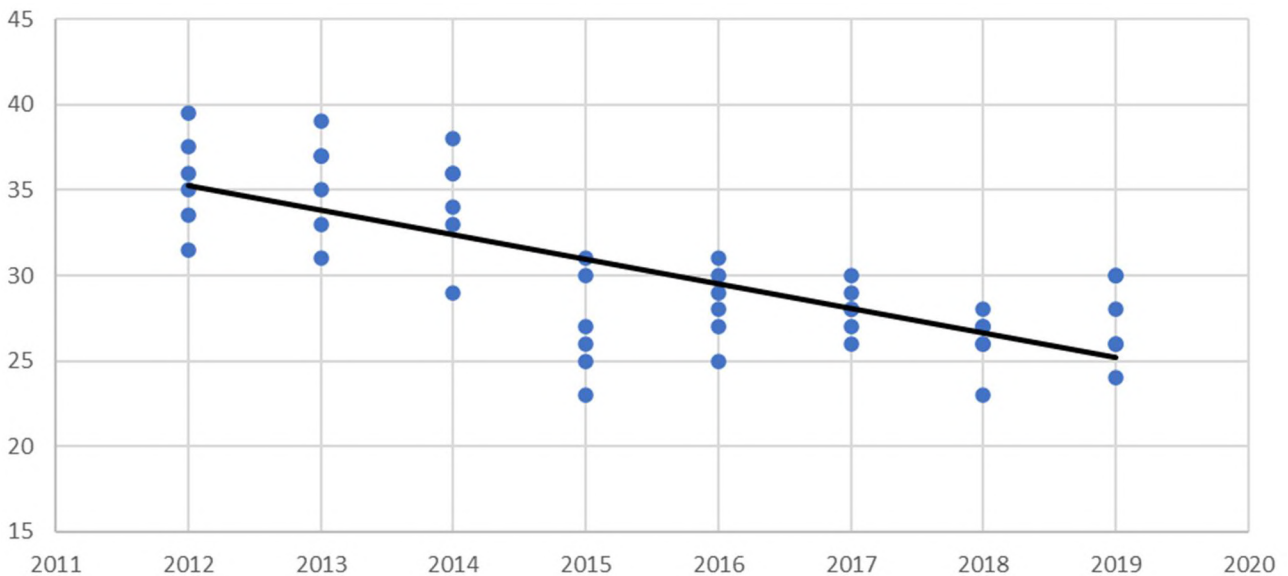
Messwerte P-pflanzenverfügbar in mg P / kg (blaue Punkte) mit Trendlinie (schwarze Linie)

Statistisch gezien is er sprake van een duidelijke daling van P-PAE over de tijd ($p < 0,001$) met helling $-0,0814$. De grote verschillen tussen de metingen van 2012 (gemiddelde van 2 metingen aan de zelfde zes monsters) en 2013 zijn niet goed te verklaren.

There is a clear and statistically significant decrease in the plant available phosphorus (denoted by P-PAE) over time ($p < 0.001$) with a slope of -0.0814 . There is no good explanation for the large differences between the underlying measurements in 2012 (average of two measurements of the same six samples) and 2013.

Statistisch gesehen liegt eine deutliche Abnahme des pflanzenverfügbaren P im Laufe der Zeit vor ($p < 0,001$); die Steigung beträgt $-0,0814$. Der große Unterschied zwischen den Werten der Jahre 2012 (Mittelwert nach 2 Analysen der selben sechs Proben) und 2013 lässt sich nicht befriedigend erklären.





Gemeten P-w in mg P₂O₅/l (blauwe punten) en de trendlijn daarvan (zwarte lijn)

Measured water-soluble phosphorus P-w in mg P₂O₅/l (blue dots) and the trend line (black line)

Messwerte P-wasserlöslich in mg P₂O₅/l (blaue Punkte) mit Trendlinie (schwarze Linie)

Statistisch gezien is er sprake van een duidelijke daling van P-w over de tijd ($p < 0,001$) met helling -1,437.

There is a clear and statistically significant decrease in the water-soluble phosphorus (denoted by P-w) over time ($p < 0.001$) with a slope of -1.437.

Statistisch gesehen liegt eine deutliche Abnahme des wasserlöslichen P im Laufe der Zeit vor ($p < 0,001$); die Steigung beträgt -1,437.

In de gewassen is visueel tot nu toe geen fosfaattekort vastgesteld. Ook de P-gehalten in de oogstbare gewassen lijken tot nu toe geen afnemende tendens te hebben. In de evaluevaluatie wordt dat statistisch verwerkt. Ondanks een dalende P-PAE en P-w lijken de gewassen het goed te doen en vooral door stikstofbeschikbaarheid gelimiteerd te zijn. Dat nodigt uit tot nadenken en eventueel vervolgonderzoek naar fosfaatmobilisatie en -opname en naar het reguliere fosfaat bemestingsadvies.

There has been no visual evidence of phosphate deficiency so far in the crops. There has also apparently been no downward trend in the phosphate content of the harvested crops so far. The statistical analysis will be included in the final evaluation. Despite declining P-PAE and P-w, the crops seem to be doing well, with the availability of nitrogen as the main limiting factor. That calls for reflection and possibly for further research on phosphate mobilization and uptake and on the standard advice regarding phosphate fertilization.

An den Pflanzenbeständen wurde visuell bis jetzt kein Phosphatmangel festgestellt. Auch die P-Gehalte der erntefähigen Fruchtarten scheinen bis jetzt keine abnehmende Tendenz aufzuweisen. In der Abschlussauswertung wird dies statistisch analysiert. Trotz der Abnahme des pflanzenverfügbaren und wasserlöslichen Phosphats scheinen die Pflanzen gut zu gedeihen und vor allem durch Stickstoffverfügbarkeit limitiert zu sein. Das regt zum Nachdenken an, auch über eventuelle Folgeuntersuchungen zur Phosphatmobilisierung und -aufnahme sowie zur üblichen Düngungsempfehlung für Phosphat.

5. Conclusies

Eind 2020 zal de evalueeratie plaatsvinden. Op basis van de voortgang tot nu toe kunnen wel voorlopige conclusies getrokken worden over het akkerbouwsysteem met maaimeststoffen.

Een akkerbouwsysteem zonder dierlijke mest is goed mogelijk:

- Het systeem is in praktijk goed uitvoerbaar gebleken.
- De opbrengsten liggen in de zelfde grootteorde als een biologisch akkerbouwsysteem op basis van dierlijke mest.
- Er is sprake van een extreem hoge mate van stikstofbenutting waarbij de stikstof ook nog eens uitsluitend via een natuurlijk proces gewonnen wordt.
- De stikstofverliezen door vervluchtiging, denitrificatie en uitspoeling liggen zeer laag. Dat resulteert in een berekende belasting van het grondwater van 3 mg NO₃-I-1 (de maximum norm is 11 mg I-1)
- De bodemkwaliteit blijft stabiel
- Er zijn geen noemenswaardige problemen met ziektes en plagen.
- De enige externalisering van middelen is diesel en apparatuur: verder draait het op eigen kracht zonder afwenteling van negatieve effecten.

5. Conclusions

The final evaluation will be carried out at the end of 2020. Based on progress so far, however, some provisional conclusions can be drawn about an arable farming system with cut-and-carry fertilizer.

An arable system without animal manure is quite feasible:

- The system has been shown to be quite workable in practice.
- Yields are comparable to the yields from an organic arable farm using animal manure.
- The utilization of nitrogen is extremely high; moreover, the nitrogen is obtained exclusively through natural processes.
- There is very little loss of nitrogen through volatilization, denitrification and leaching. That results in an estimated burden on groundwater of 3 mg/l NO₃- (the permitted maximum is 11 mg/l).
- The soil quality is stable.
- There are no major problems with diseases or pests.
- The only resources that come from external sources are diesel and equipment. In all other respects, the system is self-sufficient without causing negative effects.

5. Schlussfolgerungen

Ende 2020 findet die Abschlussauswertung statt. Auf der Grundlage des bisherigen Verlaufs lassen sich jedoch vorläufige Schlussfolgerungen über ein Ackerbausystem mit Grünschnittdüngung ziehen.

Ein Ackerbausystem ohne Tierdung ist gut möglich:

- Das System hat sich in der Praxis als gut realisierbar erwiesen.
- Die Erträge liegen in derselben Größenordnung wie bei einem biologischen Ackerbaubetrieb mit Nutzung von Tierdung.
- Die Stickstoffnutzungseffizienz ist extrem hoch; zudem wird der Stickstoff ausschließlich in einem natürlichen Prozess gewonnen.
- Die Stickstoffverluste durch Verflüchtigung, Denitrifikation und Auswaschung sind sehr gering. Dies ergibt eine berechnete Belastung des Grundwassers von 3 mg/l NO₃ (der zulässige Höchstwert ist 11 mg/l).
- Die Bodenqualität bleibt stabil.
- Es gibt keine nennenswerten Probleme durch Krankheiten oder Schädlinge.
- Außer Diesel und Apparatur werden keine Mittel von außerhalb eingesetzt. Ansonsten läuft der Betrieb aus eigener Kraft, ohne dass negative Effekte auf Dritte abgewälzt werden.



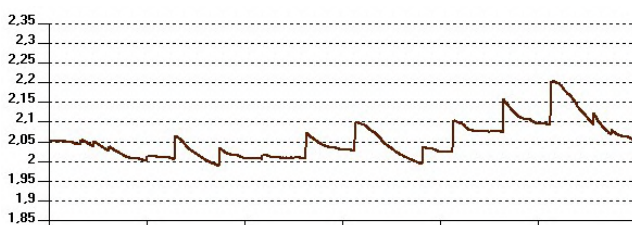
6. Vervolgonderzoek

Op basis van deze resultaten liggen er meerdere mogelijkheden om het proefveld Planty Organic na 2020 in stand te houden met nieuwe onderzoeks- en ontwikkelingsvragen. Drie daarvan komen hier aan de orde. Bij het kringloopbedrijf en de verfijning zou ook de bedrijfseconomische kant meegenomen moeten worden.

- Kringloop voorbeeldbedrijf
- Onderzoeklocatie voor fosfaatmobilisatie
- Verfijning van het maaimeststoffen concept

6.1 Kringloopbedrijf

Het proefveld kan omgevormd worden tot een kringloop-voorbeeld bedrijf. Dat kan door via aanvoer van regionale compost de overige mineralen weer terug te voeren naar de akker, bij voorbeeld op basis van fosfaat evenwichtsbedienging. Hiermee komt ook organische stof en stikstof terug. Een verkenning in Ndicea met terugvoer van groencompost op basis van fosfaatevenwicht levert het volgende beeld op.



Jaar/Year/Jahr: 2 3 4 5 6
 Bodem organische stof 0-30 cm, in %
 Links: 2^e cyclus, rechts 8^{ste} cyclus

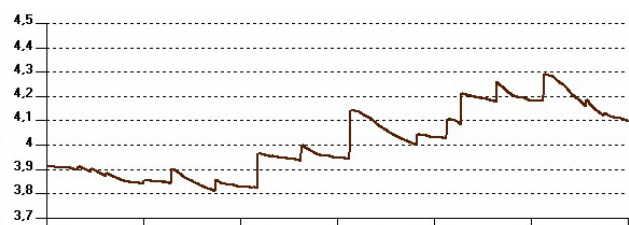
6. Follow-up research

Based on these results, there are various possibilities for maintaining the Planty Organic trial field after 2020 and using it for new R&D questions. Three are discussed here. In the Role-model farm and the refining option the economic aspects should be involved.

- Role-model farm for circular agriculture
- Research location for studying phosphate mobilization
- Refining the cut-and-carry fertilizer concept

6.1 Circular-agriculture farm

The trial field could be converted into a role-model farm for circular agriculture. That can be made possible by using regional supplies of compost to replenish the field's stocks of the other minerals, e.g. based on equilibrium phosphate fertilization. This will also add to the organic matter and nitrogen levels. Exploring this option in Ndicea, with the return of green compost based on phosphate equilibrium, gives the following results.



Soil organic matter at 0-30 cm, in %
 Second cycle (left), eighth cycle (right)

6. Folgeuntersuchungen

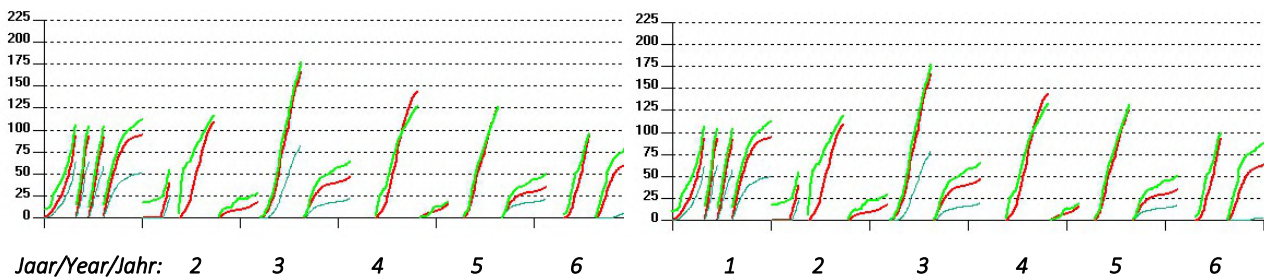
Im Anschluss an diese Ergebnisse stellen sich neue Forschungs- und Entwicklungsfragen, für deren Bearbeitung es wünschenswert wäre, das Versuchsfeld von Planty Organic auch nach 2020 instand zu halten. Drei davon werden hier besprochen. Im Fall des Modellbetriebs und der Konzeptverfeinerung wäre auch die betriebswirtschaftliche Seite zu berücksichtigen.

- Modellbetrieb für die Kreislauflandwirtschaft
- Forschungsstandort Phosphatmobilisierung
- Verfeinerung des Konzepts der Grünschnittdüngung

6.1 Kreislaufbetrieb

Das Versuchsfeld könnte zu einem Modellbetrieb für die Kreislauflandwirtschaft umgestaltet werden. Dies ließe sich durch die Zufuhr von regionalem Kompost erreichen, wodurch die übrigen Mineralstoffe dem Acker wieder zugeführt werden, etwa auf der Grundlage einer P-Entzugsdüngung. Auf diese Weise würden auch organische Substanz und Stickstoff zurückgeführt. Wenn man die Rückführung von Grünkompost auf der Grundlage des Phosphatentzugs mit Ndicea durchrechnet, ergibt sich folgendes Bild.

Organischen Bodensubstanz in 0-30 cm
 2. Zyklus (links), 8. Zyklus (rechts)



Stikstof beschikbaarheid oorspronkelijk ontwerp 2^e cyclus (links) en kringloopbedrijf 8^{ste} cyclus (rechts)

Nitrogen availability in the original design, second cycle, (left) and with a circular-agriculture farm, eighth cycle (right)

Stickstoffverfügbarkeit ursprüngliches Konzept, 2. Zyklus (links) und Kreislaufbetrieb, 8. Zyklus (rechts)

Er is sprake van een sterke stijging van het organische stof gehalte. Die stijging is na 7 cycli van zes jaar wat afgevlakt maar nog steeds substantieel. De invloed op de stikstofbeschikbaarheid is echter gering en in de grafieken visueel nauwelijks terug te zien. Er is weliswaar sprake van een forse aanvoer van stikstof (58 kg ha⁻¹ jaar⁻¹ t.o.v. verkoop in producten 65 kg) maar die wordt toegevoegd aan de grote (groeïende) pool van zeer langzaam afbrekende bodem organische stof. De kleine toename aan gemineraliseerde stikstof wordt via een negatieve terugkoppeling deels tenietgedaan door afnemende stikstofbinding door vlinderbloemigen.

The organic matter content increases substantially. That increase tails off somewhat after seven six-year cycles, but is still considerable. However, there is little effect on the nitrogen availability; the effect is barely visible at all in the graphs. While it is true that this involves a considerable amount of nitrogen being supplied (58 kg ha⁻¹ year⁻¹ compared with product sales of 65 kg), this is added to the large and growing stock of soil organic matter that decomposes very slowly. A negative feedback mechanism due to the reduced nitrogen fixation by leguminous crops partially offsets the small increase in mineralized nitrogen.

Der Gehalt an organischer Substanz nimmt stark zu. Diese Zunahme flacht nach sieben sechsjährigen Zyklen ein wenig ab, ist aber immer noch bedeutend. Die Auswirkung auf die Stickstoffverfügbarkeit ist jedoch gering; in den Grafiken ist der Effekt kaum sichtbar. Zwar wird eine beträchtliche Menge Stickstoff zugeführt (58 kg/ha pro Jahr, bei einer Abfuhr durch Produkte von 65 kg), doch dieser wird in den großen (und wachsenden) Vorrat an organischer Bodensubstanz aufgenommen, die sehr langsam abgebaut wird. Die kleine Zunahme an mineralisiertem Stickstoff wird über eine negative Rückkopplung durch eine abnehmende Stickstoffbindung durch Leguminosen zum Teil wieder aufgehoben.

Op basis van alleen deze cijfers kan slechts een zeer kleine toename van de productie verwacht worden. Er zitten echter diverse factoren niet in de App Ndicea zoals structuur, actiever bodemleven, ziekteverendheid, (betere) waterhuishouding, risicovermindering. Die kunnen bijdragen aan een hogere opbrengst of opbrengstzekerheid, ondanks dat het gehele systeem nog steeds sterk stikstof-gelimiteerd is.

Based on these figures alone, only a very small increase in production can be expected. However, there are various factors that the Ndicea app does not take into account, such as structure, a more active soil ecosystem, resistance to disease, improved water management and reduced risk. These factors could well lead to higher or more certain yields even though nitrogen is still a major limiting factor for the system as a whole.

Wenn man nur von diesen Zahlen ausgeht, ist somit nur eine geringfügige Ertragssteigerung zu erwarten. Eine Reihe von Faktoren, wie etwa Bodenstruktur, ein aktiveres Bodenleben, Krankheitsresistenz, ein besserer Wasserhaushalt und Risikominderung, werden jedoch in der App Ndicea nicht berücksichtigt. Diese können durchaus zu einem höheren Ertrag oder einer größeren Ertragssicherheit beitragen,

Maar werkt dat werkelijk dusdanig in het voordeel van het akkerbouwsysteem dat het de moeite waard is van de terugvoer van compost? Dat kan alleen in een praktijkonderzoek vastgesteld worden.

6.2 Fosfaatdynamiek

In de acht jaar van het proefveld Planty Organic is sprake van een afname van de fosfaat beschikbaarheid volgens de gebruikelijke criteria P-w en P-PAE. De P-AL lijkt niet beïnvloed te worden. De gewassen lijken niet fosfaat-gelimiteerd te groeien. Maar wat maakt dan dat bij een jarenlange negatieve fosfaatbalans de schijnbare fosfaatbeschikbaarheid niet afneemt? Is er sprake van mobilisatie van moeilijker vrij te maken fosfaat uit de bouwvoor of is er netto transport van de ondergrond naar de bouwvoor? Wat is de rol van plantenwortels en van het bodemleven hierin? Wat is de rol van organisch gebonden fosfaat (die door mineralisatie vrij kan komen) in de totale P-beschikbaarheid?

Al deze vragen kunnen een plek krijgen in fosfaat-onderzoek op dit proefveld. Dit kan goed gecombineerd worden met de inrichting als kringloopbedrijf door op alle percelen een kleine strook uit te sluiten van bemesting en daar de negatieve P-balans deels in stand te houden.

But are the benefits to the arable system really so great that it is worth returning the compost? That can only be established by performing a practical study.

6.2 Phosphate dynamics

Over the eight years of the Planty Organic trial field, phosphate availability (according to the usual indicators P-w and P-PAE) has declined. There appears to have been no effect on the P-AL. Phosphate does not seem to have been a limiting factor for crop growth. But how is it possible, with a net outflow of phosphate over several years, for the phosphate availability apparently not to decrease? Is less readily available phosphate in the topsoil being mobilized or is there simply a net transport from the under-soil to the topsoil? What role do plant roots and soil life play in this process? What is the role of phosphate fixed in organic matter (which can be released through mineralization) in the overall phosphate availability?

All these questions can be addressed in a phosphate study using this trial field. This can be combined easily with a setup as a circular-agriculture farm by not fertilizing one strip in each plot, thereby largely maintaining the situation of net outflows of phosphate.

obwohl das System insgesamt immer noch großteils stickstofflimitiert ist. Doch würde das Ackerbausystem davon wirklich so stark profitieren, dass sich die Rückführung des Komposts lohnt?

6.2 Phosphatdynamik

In den acht Jahren des Versuchsfeldes von Planty Organic ist nach den üblichen Kriterien des wasserlöslichen und des pflanzenverfügbaren Phosphats eine Abnahme der Phosphatverfügbarkeit zu verzeichnen. Der Phosphatvorrat im Boden scheint jedoch unberührt zu bleiben. Das Wachstum der Kulturen ist offensichtlich nicht phosphatlimitiert. Doch wie kommt es, dass bei jahrelanger negativer Phosphatbilanz die scheinbare Phosphatverfügbarkeit nicht abnimmt? Wird schwerlösliches Phosphat aus der Ackerkrume mobilisiert, oder findet einfach ein Nettotransport aus dem Unterboden in die Ackerkrume statt? Welche Rolle spielen die Pflanzenwurzeln und das Bodenleben dabei? Welche Rolle spielt das organisch gebundene Phosphat, das durch Mineralisation freigesetzt werden kann, für die Phosphatverfügbarkeit insgesamt?

All diese Fragen können in einem Phosphatversuch auf diesem Versuchsfeld behandelt werden. Dies ließe sich gut mit einer Einrichtung als Kreislaufbetrieb kombinieren. Dazu könnte man auf allen Schlägen einen kleinen Streifen ungedüngt lassen, so dass dort die negative P-Bilanz in Stand gehalten wird.

6.3 Maaimeststoffen 2.0

Het actuele bedrijfsontwerp scoort zeer hoog als het gaat om stilstofbenutting en beperking van verliezen. Is dit echter het bedrijfseconomisch beste systeem? Het oogsten en conserveren van maaimeststoffen en later weer uitrijden is een relatief dure aangelegenheid. Hier kan misschien nog een optimalisatieslag gemaakt worden door de eerste snede niet te conserveren maar direct vers op een of meerdere van de andere percelen toe te dienen. De volgende snedes kunnen dan vanaf de rijpaden gemaaid en gemulched worden. Dat spaart kosten, maar gaat wel ten koste van de stikstofbinding door de luzerneklaver. De verse toediening vraagt een nauwe aansluiting tussen de te oogsten maaimeststof 1e snede en de toediening op een ander perceel. Voor een redelijke opbrengst van de maaimeststof is daarvoor een relatief laat gezaaid of geplant gewas nodig. In de huidige vruchtwisseling is dat niet zo makkelijk in te passen.

6.3 Cut-and-carry fertilizers 2.0

The current farm system design scores well in terms of nitrogen utilization and limiting losses. But is this actually the best system from a business point of view? Harvesting and storing cut-and-carry fertilizer and then spreading it later is a relatively expensive process. It might be possible to improve the process further by not storing the first cut but instead spreading it on one or more of the plots immediately. The following cuts can then be mowed and mulched from the tractor paths. That saves on costs but will adversely affect nitrogen fixation by the alfalfa and clover. If the fertilizer is applied fresh, this requires close alignment between the first cut of the fertilizer to be harvested and its application on another plot. Assuming a reasonable yield for the cut-and-carry fertilizer, that requires a crop that is sown or planted relatively late. That is not easy to arrange in the current crop rotation system.

6.3 Grünschnittdüngung 2.0

Das heutige Betriebskonzept schneidet bezüglich Stickstoffausnutzung und Begrenzung von Stickstoffverlusten gut ab. Ist es jedoch aus betriebswirtschaftlicher Perspektive das beste System? Das Ernten und Konservieren des Schnittguts, das später als Düngemittel wieder ausgebracht wird, ist eine relativ teure Angelegenheit. Dieser Prozess ließe sich vielleicht noch optimieren, indem man den ersten Schnitt nicht konserviert, sondern gleich in frischem Zustand auf einem oder mehreren der anderen Schläge ausbringt. Die folgenden Schnitte können dann von den Fahrgassen aus gemäht und gemulched werden. Dies spart Kosten, beeinträchtigt aber die Stickstoffbindung durch das Klee-Luzerne-Gemenge. Die Verwendung des frischen Grünschnitts erfordert eine genaue Abstimmung zwischen der Ernte des ersten Schnitts und der Applikation auf einem anderen Schlag. Soll ein befriedigender Grünschnittertrag erzielt werden, muss die Nehmerfläche relativ spät eingesät oder bepflanzt werden. In die heutige Fruchtfolge lässt sich dies nicht so einfach einbauen.



7. Hoe verder?

Bent u geïnteresseerd geraakt in dit onderwerp? Wilt u zelf aan de slag met maaimeststoffen en eigen stikstofwinning? Ziet u mogelijkheden voor financiering van vervolgonderzoek op deze locatie? Wilt u mee voorop lopen in een zeer actuele en uitdagende ontwikkeling? Meld u dan bij de coördinator van het onderzoek:

Geert-Jan van der Burgt

burgt@spna.nl

Alle jaarlijkse voortgangsrapporten sinds 2012 zijn te vinden op

www.louisbolk.nl

en op

www.spna.nl

7. What next?

If you have found this topic interesting and would like to work on cut-and-carry fertilizer and farm-generated nitrogen supplies yourself, and if you see possibilities for funding follow-up research at this location and want to be a pioneer in a highly relevant and challenging development, please contact the coordinator of this study:

Geert-Jan van der Burgt

burgt@spna.nl

All year reports since 2012 can be found at

www.louisbolk.nl

and at

www.spna.nl

7. Wie nun Weiter?

Wenn dieses Thema Ihr Interesse geweckt hat und Sie selbst mit Grünschnittdüngung experimentieren und Stickstoff gewinnen möchten, wenn Sie Möglichkeiten für eine Finanzierung von Folgeuntersuchungen an diesem Standort sehen oder selbst einer der Pioniere in einer äußerst aktuellen und anspruchsvollen Entwicklung sein möchten, wenden Sie sich bitte an den Versuchskoordinator:

Geert-Jan van der Burgt

burgt@spna.nl

Alle jährlichen Zwischenberichte seit 2012 finden Sie auf

www.louisbolk.nl

und auf

www.spna.nl

SPNA publicatie, april 2020



Hooge Zuidwal 1, 9853 TJ Munnekezijl

info@spna.nl www.spna.nl

Het proefveld "Planty Organic" ligt sinds 2012 op SPNA proefboerderij Kollumerwaard. Sinds 2019 is het deel van het project "Stikstof Telen" (www.stikstoftelen.nl). In de loop der jaren is de voortgang gefinancierd door:



provincje fryslân
provincie fryslân



provincie
groningen



Ministerie van Economische Zaken,
Landbouw en Innovatie



Europese Landbouwers voor
Fieropbouwbaarheid in Europa
Farmers for Resilient Agriculture



SNN bo

brancheorganisatie akkerbouw

biowad

De vereniging van biologische boeren in het waddengebied

biowerk

Planty Organic is een initiatief van

De uitvoering en verslaglegging ligt in handen van

