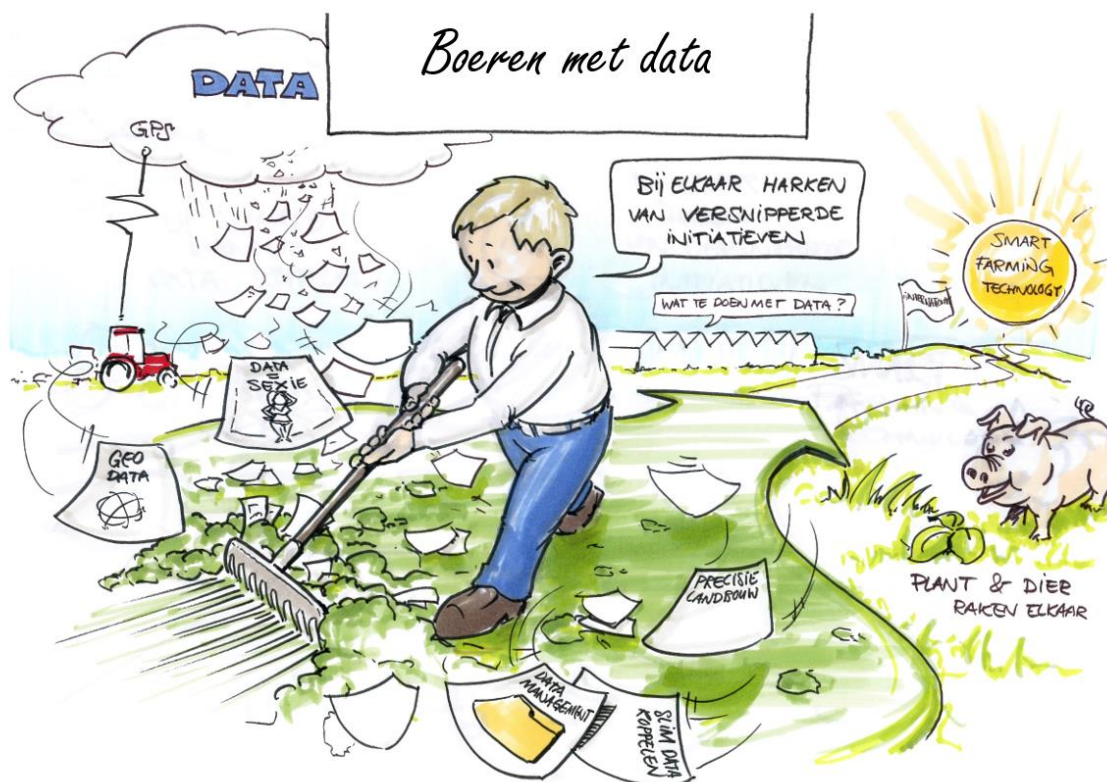




DATA BOEREN MET BOEREN

DATA IN DE AARDAPPELSECTOR

Rapportage Aeres Hogeschool

**BIG DATA
VALUE CENTER**
OPEN INNOVATION CENTER

WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

**AERES
HOGESCHOOL
DRONTEN**



PROVINCIE FLEVOLAND



Europees Landbouwfonds
voor Plattelandsontwikkeling:
Europa investeert in zijn platteland

Data boeren met boeren data in de aardappelsector

Een POP3 project uit de regeling 'Samenwerking voor innovaties'

RVO zaaknummer: 17717000042

13 november 2023

Lectoraat Precisielandbouw

Auteurs

Aeres Hogeschool

Kees Westerdijk

Altjo Medema

Ayella Spaapen

Corné Kocks

Contactpersoon

Ayella Spaapen: a.spaapen@aeres.nl



Dit werk valt onder een [Creative Commons Naamsvermelding-NietCommercieel-GelijkDelen 4.0 Internationaal-licentie](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Dit project is gefinancierd door het Europees Landbouwfonds voor Plattelandsontwikkeling. Europa investeert in zijn platteland



Voorwoord

Data boeren met boeren data (in de aardappelsector) is een POP3 project van de regeling 'Samenwerking voor innovaties'. In dit project werkten Aeres Hogeschool, Wageningen Research en Big Data Value Center samen aan het gebruiken van data in de open teelt sector.

Zonder onze dertien praktijkpartners hadden wij dit onderzoek niet kunnen uitvoeren. Onze dank gaat daarom ook uit naar de betrokken agrariërs die ons hun data toevertrouwden. In dit rapport worden data besproken van drie van deze dertien partners, namelijk onze 'data-leverende boeren'. De andere tien agrariërs leerden van de analyse van deze data-leverende boeren en met elkaar om hun data beter te begrijpen en het daadwerkelijk toe te passen op hun eigen bedrijf.

Samenvatting

Het project van Aeres Hogeschool Dronten heeft als doel om via het delen en analyseren van telersdata binnen een groep van dertien telers te komen tot nieuwe inzichten, betere bedrijfsvoering en efficiëntere ketens, gericht op economische en ecologische duurzaamheid. Hiervoor wordt een data-infrastructuur gerealiseerd waarmee telers gefaciliteerd worden in het verzamelen, delen en analyseren van data en toegang krijgen tot complexere analyse technieken. Het project beoogt een groep telers op te leiden om de infrastructuur en tools te gebruiken en gezamenlijk data te delen en te analyseren om de teelt te verbeteren. Aan het einde van het project worden concrete verbeteringen verwacht op het gebied van input en opbrengst in de aardappelteelt.

Het project richtte zich op het onderzoeken van hoe data van agrarische ondernemers in Flevoland gebruikt en gedeeld kan worden om economische en ecologische verbeteringen te bereiken. De landbouwsector verzamelt steeds meer gegevens over variabelen die de groei en bewaring van gewassen beïnvloeden, waarmee de benadering van landbouw verduurzaamd kan worden. Echter, het gebruik van data staat nog in de kinderschoenen en beslissingen worden vaak genomen op basis van advisering van externe commerciële partijen. Het delen van data is ook nog gevoelige materie. Het project wil deze drempels verlagen door telers meer data onderling te laten uitwisselen en met partners in de keten.

De data-infrastructuur wordt gerealiseerd voor een groep van 15-20 telers die bereid zijn teelt- en/of bewaarsturing te doen op basis van beschikbare object-specifieke en actuele data. De data kunnen met elkaar gedeeld worden en zo kunnen de bedrijven verbeterd worden. De telers krijgen via de infrastructuur toegang tot complexere analyse technieken. Het project is opgedeeld in drie groepen op basis van locatie in de provincie: een groep telers rond een pilot bedrijf in Dronten, een groep rond een pilot bedrijf in Swifterbant en een groep in de NOP.

De drie pilot bedrijven hebben aan het begin van het project een inventarisatie gedaan op basis van een door Aeres opgestelde vragenlijst om inzicht te krijgen in de minimale beschikbare data voor deelname aan het project. De meeste gevraagde data zijn reeds beschikbaar, behalve bij het pilot bedrijf in de NOP. De ontbrekende data kunnen worden opgevraagd bij lokale weerstations of in het project door projectpartners worden gerealiseerd.

In de agrarische sector komt het vaak voor dat er ontbrekende data zijn over de factoren die bijdragen aan mislukkingen in de precisielandbouw. Dit komt doordat er vaak wordt gedacht in termen van wat wel werkt, in plaats van wat niet werkt. Een manier om dit tegen te gaan is door bewust te zijn van de ontbrekende data en deze proactief op te zoeken. Dit kan bijvoorbeeld door onderzoek te doen naar de milieu-impact van landbouw.

Door dit project is beter inzicht verkregen in de effectiviteit van inputs alsmede met betrekking tot de impact op de omgeving. De volgende verbeteringen zijn gerealiseerd:

- Beter inzicht in timing van teelthandelingen waardoor de bodem wordt ontzien.
- Beter inzicht in effecten van teeltrotaties waardoor gekozen kan worden voor rotaties met minder impact en toch goede financiële resultaten behaald worden.
- Door vergelijking kan er effectiever omgegaan worden met inputs zoals mest en gewasbeschermingsmiddelen waardoor naast minder gebruik ook minder af- en uitspoeling zal plaatsvinden.
- Door effectiever gebruik van inputs zal per kg geproduceerde aardappelen minder oppervlakte, energie en chemie nodig zijn.

Summary

Aeres Hogeschool Dronten has been working on a project under the POP3 regulation of Flevoland that aims to investigate how data from agricultural entrepreneurs in Flevoland can be used and shared to achieve economic and ecological improvements. The project focused on creating a data infrastructure that facilitates the collection, sharing, and analysis of data among a group of 15-20 farmers. The goal is to enable them to make informed decisions and improve their businesses by sharing and analyzing data. The project also aims to provide access to more complex analysis techniques through the data infrastructure.

The project aimed to achieve several outcomes, including the adaptation and implementation of an infrastructure to support farmers in collaborating and analyzing data, the development of tools and apps to capture, share, and analyze data, and the training of a group of 13 farmers to use the infrastructure and tools. The project also aims to make the crop data of each farmer available for sharing, to promote long-term collaboration among farmers in sharing and analyzing data, and to use the infrastructure to compare data and improve crop production. Additionally, the project provides farmers with access to public databases with information on their crop location and access to more complex analysis techniques, which they can apply in practice.

The project addresses the issue that although farmers collect more data on variables that influence crop growth and storage, data use is still in its infancy. Farmers often make decisions based on advice from external commercial parties, and sharing data is still a sensitive issue. Sharing data within the farming community and with partners in the supply chain can lead to significant improvements. However, the lack of a mechanism to exchange data easily and confidentiality concerns about sharing data with partners in the supply chain act as barriers to this.

The project involves three groups of farmers located in Dronten, Swifterbant, and NOP. The three pilot companies were asked to conduct an inventory of the available data necessary for participation in the project. The data was identified using a questionnaire prepared by Aeres. Most of the required data were already available, except for some data missing from the pilot company in NOP. These missing data could be obtained by requesting information from local weather stations or through the project partners.

The project also aims to address the issue of missing data in precision agriculture. This often occurs because the focus is on what works instead of what does not work. To mitigate this issue, the project recommends being proactive about identifying missing data and conducting research into the environmental impact of agriculture.

At the end of the project, concrete improvements in input and yield in potato farming are expected to be measured. By creating a mechanism for easy and secure data exchange, farmers can make informed decisions, and collaboration within the farming community can lead to significant improvements in agricultural practices. The project also demonstrates the potential of using data to improve economic and ecological sustainability in agriculture.

Inhoud

Voorwoord	2
Samenvatting.....	3
Summary	4
1. Inleiding	6
1.1 Boeren data voor databoeren	7
1.2 Gewenste data (naar Visser et al., 2020)	7
1.3 Inventarisatie data bij de pilot bedrijven	9
1.4 Betekenis van ontbrekende data	11
1.4.1 Ontbrekende data - omdenken	11
1.4.2 Welke data missen we.....	11
1.5 Data benodigd voor gericht bemestingsadvies	12
2. Pilot bedrijf in Dronten.....	13
2.1 Uitwerking beschikbare data van het bedrijf in Dronten.....	13
2.2 Direct bruikbare data van dit bedrijf in Dronten.....	15
3. Pilot bedrijf in Swifterbant	16
3.1 Data beschikbaar van pilotbedrijf in Swifterbant.....	16
3.2 Direct bruikbare data pilotbedrijf in Swifterbant.....	17
4. Pilot bedrijf in de NOP	20
4.1 Data beschikbaar van pilotbedrijf de NOP	20
4.2 Direct bruikbare data pilotbedrijf de NOP	21
5. Activiteiten	22
5.1 Activiteiten studiegroepen	22
5.2 Activiteiten studenten	23
5.3 QR-codes videomateriaal	24
6. NDICEA.....	25
6.1 NDICEA toelichting	25
6.2 NDICEA advies aardappelperceel pilot in Dronten.....	26
7. Discussie	29
8. Conclusies en aanbevelingen	31
Literatuur.....	32
Extra bibliografie	33

1. Inleiding

Het project heeft als doelstelling om via het delen en analyseren van telersdata binnen een groep telers te komen tot nieuwe inzichten, betere bedrijfsvoering en efficiëntere ketens. Dit moet worden bereikt door het realiseren van een data-infrastructuur waarmee een groep van 13 telers gefaciliteerd wordt in het verzamelen, delen en analyseren van data en toegang krijgen tot complexere analyse technieken. De telers zijn bereid om teelt- en/of bewaarsturing te doen op basis van beschikbare object-specifieke en actuele data, en zijn bereid om deze data met elkaar te delen teneinde hun bedrijf te verbeteren.

De praktijk is nu dat iedere schakel in de keten data voor zichzelf verzamelt en het eigen proces optimaliseert. Wanneer men over processen heen gaat optimaliseren zijn er in de nabije toekomst nog grote verbeteringen te bereiken. Voorwaarde hiervoor is wel samenwerking en data-uitwisseling.

Op dit moment ontbreekt een goede infrastructuur en met analyse tools om telersdata goed met elkaar te kunnen vergelijken en zo tot verbeteringsslagen te komen. Daarnaast zijn de vertrouwelijkheid van de data een drempel om deze te delen met partners verder in de keten.

De doelstelling van het project:

Om via het delen en analyseren van telersdata binnen een groep telers te komen tot nieuwe inzichten, betere bedrijfsvoering (big data analyse gericht op economische en ecologische duurzaamheid) en efficiëntere ketens.

Het project beoogt hiervoor een data-infrastructuur (figuur 1) te realiseren waarmee genoemde groep van 13 telers gefaciliteerd wordt in het verzamelen, delen en analyseren van data. Ook krijgen ze via deze infrastructuur toegang tot complexere analyse technieken.

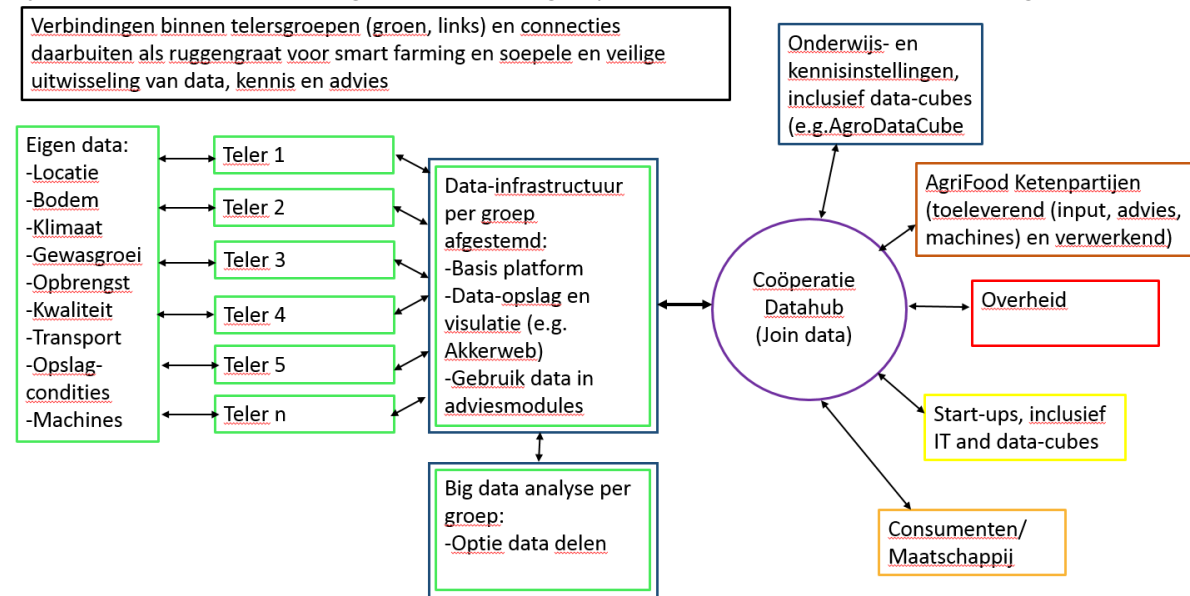
De oorspronkelijk beoogde resultaten van het project zijn:

- Er wordt een infrastructuur aangepast en neergezet om telers te ondersteunen in het samenwerken en analyseren van de data.
- Binnen de infrastructuur zijn met tools en apps data vast te leggen, te delen en te analyseren.
- Een groep van 15 telers is opgeleid om infrastructuur en tools te gebruiken.
- Van iedere teler is de teeltdata beschikbaar om te delen.
- De groep werkt (langdurig) samen om data te delen en te analyseren.
- Telers gebruiken de infrastructuur om data te vergelijken en hun teelt(en) te verbeteren.
- Via de ruggengraat hebben de telers toegang tot openbare databestanden met informatie over de eigen teeltlocatie.
- Via de ruggengraat hebben telers toegang tot complexere analyse technieken en kunnen die in de praktijk toepassen.

Aan het eind van het project zijn er concrete verbetering gemeten op het gebied van input en opbrengst in de aardappelteelt.

Figuur 1

Infrastructuur voor verbindingen binnen telersgroepen en daarbuiten voor Smart Farming*



*: Akkerweb is inmiddels overgegaan in FarmMaps.

1.1 Boeren data voor databoeren

Het project van Aeres Hogeschool Dronten richt zich op het onderzoeken van hoe data van agrarische ondernemers in Flevoland gebruikt en gedeeld kan worden om economische en ecologische verbeteringen te bereiken. Dit project valt onder de POP3-regeling van Flevoland. In de landbouwpraktijk worden steeds meer gegevens verzameld over variabelen die de groei en bewaring van gewassen beïnvloeden, waarmee agrariërs de benadering van landbouw kunnen verduurzamen. Echter, het gebruik van data staat nog in de kinderschoenen, beslissingen worden vaak genomen op basis van advisering van externe commerciële partijen en het delen van data is nog gevoelige materie. Door meer data onderling uit te wisselen en met partners in de keten, kunnen grote verbeteringen bereikt worden. Een grote drempel is echter dat data niet op een makkelijke manier uitgewisseld kan worden en dat de vertrouwelijkheid van de data een drempel is om deze te delen met partners verder in de keten.

Het project beoogt hiervoor een data-infrastructuur te realiseren waarmee een groep van 15-20 telers gefaciliteerd wordt in het verzamelen, delen en analyseren van data. Ook krijgen ze via deze infrastructuur toegang tot complexere analyse technieken. Zij zijn bereid teelt- en/of bewaarsturing te gaan doen op basis van beschikbare object-specifieke en actuele data, deze data met elkaar te delen en zo hun bedrijven te verbeteren. Er zijn drie groepen gemaakt naar locatie in de provincie, een groep telers rond een pilot bedrijf in Dronten, een groep rond een pilot bedrijf in Swifterbant en een groep in de NOP.

1.2 Gewenste data (naar Visser et al., 2020)

Perceel-informatie

- Met GPS-RTK ingemeten perceelgrenzen, drainagebuizen, rijpaden systeem en andere relevante objecten (bijv. landschapselementen);
- Inpassing in basisregistraties:
 - o Basiskaart Grootchalige Topografie (BGT);
 - o Basisregistratie Percelen RVO (BRP);

- En basisregistratie landschapselementen (in ontwikkeling);
- Basis Registratie Ondergrond (BRO);
 - En daarvan afgeleid relevante bodemkaart gegevens 1:50.000 en 1:10.000;
 - En bodem-fysische gesteldheid;
- Luchtfoto's beeldmateriaal BM4;
- Satellietbeelden Nationale Satelliet-dataportaal.

Bodem-informatie

- Actueel Hoogte Bestand Nederland:
 - AHN3 (en AHN4 zodra beschikbaar);
 - Afgeleide opgaande beplanting, zoals bijv. in boomregister is verwerkt;
- Ruimtelijke variatie in kaart via bodemscans:
 - Structuur variatie (zand/klei, CEC, organische stof %) en pH, voor wortelzone en profiel tot grondwater;
- Bodemanalyses nutriënten:
 - N,P,K, micro nutriënten wortelzone (E-lab bericht);
 - Lab in de Box (LIAB) van AgroCares;
 - Eventueel een nitraat-sensor en/of ander real-time sensor systeem via Eijkelkamp;

Aanvullende bodem-data:

- Bodemvocht en temperatuur real-time via sensoren wortelzone;
- Bodemleven wortelzone;
- Bodem Bulk density/poriën-volume/indringingsweerstand;
- Grondwaterdynamiek, en actuele grondwaterstand op uur basis;
- Informatie over bodembewerking;
- Eventuele bijzonderheden (schaduw zones).

Meteorologie-informatie

- Standaard meteo parameters, T_{air} (meerdere hoogtes), RH, Wind (snelheid, richting, vlagen), RAD (stralingsmeter), evt. bewolkingsgraad, neerslag (mm), verdamping ET_{max} ,);
- Buienradar ruimtelijke patroon metingen van neerslag;
- Evt. een reflectieve GNSS (Mistrale project) of cosmic-ray paal of drone gamma-ray sensor;
- Oppervlakte temperatuur (stralingstemperatuur) (voor energiebalans).

Gewasinformatie

Hieronder vallen alle gewasgroei gerelateerde gegevens. Sommigen zijn statisch, andere dynamisch in tijd en ruimte.

- Gewasrotatie is bekend;
- Hoofdgewas:
 - Soort, ras en beoogde plantdichtheid;
 - Monitoring gewasgroei en stadia;
- Wintergewas/catch crop/groenbemester als anders dan hoofdgewas:
 - Soort(en), ras(sen) en beoogde plantdichtheid;
 - Monitoring gewasgroei en stadia;
 - Bewerking voor zaaien of planten van hoofdgewas;
- Gewasgroei-monitoring:
 - Voor gewasgroei-monitoring dienen optische en radar beelden beschikbaar te zijn en in specifieke indices (bijv. Bioscope);

- Monitoring plant stress, ziekten, plagen, onkruiden via *advanced sensing* systemen als NPEC of Hyperspectraal+3-D faciliteit:
 - Hoofdstadia gewassen waarnemen en registeren (stadium en tijdstip);
 - Gerealiseerde plantdichtheid;
 - Gewasgroei-data in de tijd;
 - Opbrengstdata plaats specifiek.

Managementinformatie

Hieronder vallen gegevens over alle menselijke interventies die op het perceel en/of in het gewas uitgevoerd worden, volvelds of pleksgewijs. Daarbij zo veel mogelijk *as applied* kaarten van machines beschikbaar hebben. Relevante is informatie over:

- Rijpaden plan via GAOS of vergelijkbaar en A-B-lijnen rijpaden;
- Grondbewerking (datum en tijd, ruimtelijke inzet, methode, instelling, taskmap & *as applied* kaart);
- Zaaien of planten van hoofdgewas (idem);
- Bemesting (idem);
- Onkruidbeheersing (idem);
- Gewasbescherming (idem);
- Irrigatie / fertigatie (idem);
- Oogstvoorspelling (op perceelsniveau of management zones);
- Oogsten (idem, maar dan is de output de opbrengstkaart in kg/ha en kwaliteit van het product);

Long list gewenste sensoren, data en monitoring, voor verdergaande databoeren

- Open data als bodemkaarten, via een BMS of service;
- Bodemscans van percelen (minimaal met pH, CEC, Organische stof-%, Lutum-%, ...);
- Peilbuis grondwaterstand (sensoren op bedrijf);
- Bodemanalyse uitgebreid, jaarlijks (monster naar Lab, eventueel LIAB);
- Bodemsensor (temperatuur, bodemvocht,.....);
- Nitraat sensor bodemvocht (sensoren op het bedrijf, mogelijk ook andere nutriënten);
- Penetrometer (sensor op bedrijf);
- Weerstation (temperatuur, RV, Straling, bladnat, neerslag) (sensoren op bedrijf);
- Optische-data voor biomassa-groei monitoringsysteem (sensoren op bedrijf of remote sensing);
- Radarbeeld-data voor bodemvocht en gewasmonitoring;
- Data gewasgroeimodellen o.b.v. perceelspecifieke real-time data;
- Hyperspectraal camera aan drone- of robot-platform;
- Crop view camera's op een paal;
- Handheld plantsensoren als N-testers en Fluorescentiemeters;

1.3 Inventarisatie data bij de pilot bedrijven

De drie pilot bedrijven zijn gevraagd bij de start van het project een inventarisatie te doen op basis van een door Aeres opgestelde vragenlijst om inzicht te krijgen in de minimale beschikbare data voor deelname aan het project (tabel 1). De meeste gevraagde data zijn reeds beschikbaar, behalve het pilot bedrijf in de NOP heeft niet alle gevraagde data direct beschikbaar (tabel 1). De ontbrekende data zijn deels door lokale weerstations op te vragen dan wel in het project door projectpartners te realiseren.

Tabel 1

Inventarisatie van gewenste data bij de pilot bedrijven bij aanvang van het project

DrontenSwifterbantNop		Dronten	Swifterbant	NOP
Categorie	Type data	Beschikbaar		
Perceelinformatie:	Agrarisch grondgebruik op GPS coördinatoren	Ja	Ja	Ja
	Basisregistratie percelen	Ja	Ja	ja
	Luchtfoto's beeldmateriaal BM4	Ja	Ja	Ja
	Satellietbeelden Nationale Satelliet-dataportaal	Ja	Ja	Ja
Bodem informatie:	Actueel hoogte bestand	Ja	Ja	Ja
	Open bodem datakaarten via Akkerweb/ FarmMaps/ Dacom oid	Ja	Ja	Ja
	Bodemscaans/analyses	Ja	Ja	Ja
	Aanvullende data (o.a. vocht)	Ja	Ja	Nee
	Informatie over bodembewerking	Ja	Ja	Ja
	Eventuele bijzonderheden			
Meteorologie informatie:	Vochtsensor	Ja	Ja	Nee
	Weerstation	Ja	Ja	Nee
	Neerslagmetingen	Ja	Ja	Nee
Gewasinformatie:	Info over hoofd/wintergewas/catch crop/groenbemester anders dan hoofdgewas	Ja	Ja	Ja
	Gewasgroei monitoring via eigen waarnemingen	Ja	Ja	Nee
	Satelliet/dronebeelden	Ja	Ja	Ja
	Sensorinformatie op machines	Ja	Ja	Ja
Managementinformatie via teeltregistratie en/of machinedata:	Grondbewerking (datum en tijd, ruimtelijke inzet, methode, instelling, taskmap & <i>as applied</i> kaart);	Ja	Ja	Ja
Hieronder vallen gegevens over alle menselijke interventies die op het perceel en/of in het gewas uitgevoerd worden, volvelds of pleksgewijs.	Zaaien of planten van hoofdgewas (idem)	Ja	Ja	Ja
	Bemesting (idem)	Ja	Ja	Ja
	Onkruidbeheersing (idem)	Ja	Ja	Ja
	Gewasbescherming (idem)	Ja	Ja	Ja
	Irrigatie/fertigatie (idem)	Ja	Ja	Nee
	Gewasopbrengst (in ieder geval op perceelsniveau, bij voorkeur ook via opbrengstkaarten of metingen)	Ja	Ja	Ja
Machine informatie	Tractormanagement-data	ja	ja	Ja
	uitlezen canbus	ja	ja	Nee
Overig - gelieve zelf aan te vullen				

1.4 Betekenis van ontbrekende data

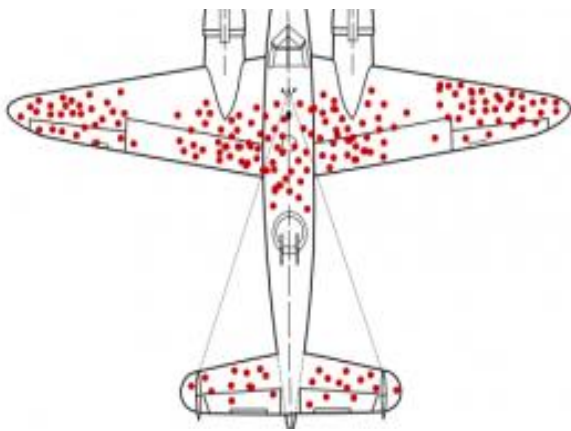
Als data ontbreken, wat is daar de oorzaak van en wat vertelt het ons als er data ontbreken?

1.4.1 Ontbrekende data - omdenken

In de Tweede Wereldoorlog voerden geallieerde luchtmachtregimenten regelmatig bombardementen uit boven Duitsland met veelal B-17 vliegtuigen. Deze vliegtuigen waren kwetsbaar voor vijandelijk vuur en gingen vaak verloren. Een oplossing hiervoor was het aanbrengen van extra beplating, maar dit zou de vliegtuigen nog logger maken.

Figuur 2

Illustration of hypothetical damage pattern on a WW2 bomber (McGeddon, 2016)



De Britse luchtmacht onderzocht daarom de schade aan terugkerende vliegtuigen (figuur 2) en stelde voor om die plekken, vooral aan de uiteinden van de toestellen, extra te verstevigen. Wiskundige Abraham Hold nam het onderzoek opnieuw onder handen en concludeerde dat het juist de kwetsbare plekken rond de cockpit en brandstoftanks waren die extra bescherming nodig hadden. Dit laat de neiging zien om rekening te houden met successen (terugkerende vliegtuigen) en mislukkingen (niet terugkerende vliegtuigen) over het hoofd te zien. We richten ons op wat goed ging en in plaats van wat er mis ging. De meest beschadigde plekken van de teruggekeerde toestellen waren juist het best in staat vijandelijk vuur te absorberen (Oude Nijhuis, 2016).

1.4.2 Welke data missen we

In de agrarische sector komt dit fenomeen ook vaak voor. Er wordt vaak gedacht in termen van wat wel werkt, in plaats van wat niet werkt. Dit kan leiden tot ontbrekende data over de factoren die bijdragen aan mislukkingen in de precisielandbouw. Een manier om dit tegen te gaan is door bewust te zijn van de ontbrekende data en deze proactief op te zoeken. Dit kan bijvoorbeeld door onderzoek te doen naar de milieu-impact van landbouwmethoden en deze mee te nemen in de besluitvorming.

Het is belangrijk om bewust te zijn van deze neiging en hier rekening mee te houden bij het verzamelen van data. Het is van groot belang om te weten waarom bepaalde methoden of technieken wel of niet werken, om zo de precisielandbouw te verbeteren. Door bewust te zijn van deze ontbrekende data, kan er een duurzame en gezonde landbouw worden gerealiseerd. Het opzoeken van ontbrekende data is een manier om een completer beeld te krijgen en hiermee een verantwoorde keuze te maken voor de toekomst.

In plaats van alleen te kijken naar succesvolle gewassen of gewasoogsten, is het ook belangrijk om te onderzoeken waarom sommige gewassen falen. Dit kan bijvoorbeeld door het opnemen van weersomstandigheden, bodemkwaliteit, gebruikte pesticiden en andere factoren die van invloed zijn op het groeiproces van een gewas.

Door ontbrekende data in de agrarische sector te verzamelen, kunnen we inzicht krijgen in de factoren die bijdragen aan mislukkingen en zo de precisielandbouw verbeteren. Dit kan alleen worden bereikt door bewust en onbewust om te denken en te handelen. We moeten ons concentreren op het verzamelen van data over mislukkingen, in plaats van alleen te kijken naar

succes. Hierdoor kunnen we de precisielandbouw verbeteren en efficiënter gebruik maken van onze landbouwgronden.

Per bedrijf wisselt het welke data ontbreken. Veel data worden (bewust of onbewust, zie figuur 4) wel gegenereerd, maar zijn niet (direct) beschikbaar voor de ondernemer. Bewust maken van de ondernemer van het feit dat er veel data beschikbaar zijn en wat de mogelijkheden voor het bedrijfsmanagement van deze data zijn, zorgt er voor dat het bedrijfsrendement kan stijgen (bv. door efficiënter gebruik van input) waardoor er tevens milieubewuster geteeld kan worden. Niet direct beschikbare data zouden (tegen redelijke vergoeding voor gemaakte extra kosten) beschikbaar gemaakt moeten worden voor alle ondernemers.

Voor alle data geldt: één keer invoeren in een programma moet deze data beschikbaar maken voor welk gebruik dan ook.

Het feit dat dat nu nog niet voor alle programma's en data geldt, maakt het gebruik van deze programma's inefficiënt en onvriendelijk voor de gebruikers. Daardoor ontbreken er veel data in de diverse programma's.

Om in te kunnen spelen op de (plaatselijk verschillende) groeiomstandigheden zou bekend moeten zijn wat de groeicurve is van een gewas onder die, van optimaal afwijkende, omstandigheden. Groeicurves en -potentie van gewassen onder suboptimale omstandigheden zijn de echt missende data: wat is nu echt de laagste duig van het vat (figuur 3).

Figuur 3

Illustratie van de wet van Liebig. De wet van Liebig of wet van het minimum komt erop neer dat de opbrengst van een gewas wordt bepaald door de voedingsstof die relatief het minste aanwezig is. Deze voedingsstof heet dan "limiterend" (Whitson and Walster, 1912)



1.5 Data benodigd voor gericht bemestingsadvies

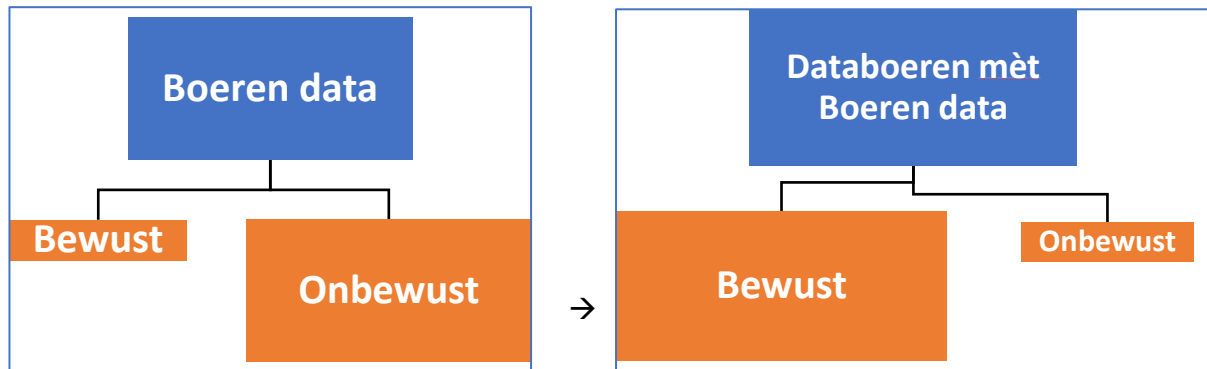
Het Databoerenproject is gericht op het valideren van het vernieuwde NDICEA programma om op te nemen als app in FarmMaps voor advisering rond de optimale bemesting en moment van bemesting voor het volggewas aardappelen. Daarvoor is minimaal de historie van de afgelopen twee jaar van het betreffende perceel benodigd van aan- en afvoer van nutriënten. Bodemanalyses en gewasopbrengsten van de afgelopen twee jaar zijn de basis voor het NDICEA advies. In Hoofdstuk 5 wordt dit voor het pilotbedrijf in Dronten uitgewerkt.

2. Pilot bedrijf in Dronten

Één van de deelnemers met veel data (bewust en onbewust, figuur 4) is een bedrijf in Dronten. In dit rapport wordt duidelijk gemaakt welke data er allemaal al beschikbaar zijn, welke data nu al gebruikt worden en welke data er in potentie aanwezig zijn maar (nog) niet gebruikt worden.

Figuur 4

Met boeren data bewust naar databoeren



Hieronder een opsomming van data per informatie-categorie met daarbij specificering van data. Soms volstaat historische data. Het Bewust of Onbewust zijn van deze data verschilt per ondernemer.

2.1 Uitwerking beschikbare data van het bedrijf in Dronten

Perceel-informatie, alle voor zover op dit moment bekend.

Bodem-informatie, alle behalve:

- Actueel Hoogte Bestand Nederland:
 - o AHN3 (en AHN4 zodra beschikbaar);
 - o Afgeleide opgaande beplanting, zoals bijv. in boomregister is verwerkt;
- Ruimtelijke variatie in kaart via bodemscans:
 - o Structuur variatie (zand/klei, CEC, organische stof %) en pH, voor wortelzone en profiel tot grondwater;
- Bodemanalyses nutriënten:
 - o N,P,K, micro nutriënten wortelzone (E-lab bericht);
 - o Lab in de Box (LIAB) van AgroCares;
 - o Eventueel een nitraat-sensor en/of ander real-time sensor systeem via Eijkelkamp;

Aanvullende bodem-data:

- o Bodemvocht en temperatuur real-time via sensoren wortelzone;
- o Bodemleven wortelzone;
- o Bodem Bulk density/poriën-volume/indringingsweerstand;
- o Grondwaterdynamiek, en actuele grondwaterstand op uur basis;
- Informatie over bodembewerking;
- Eventuele bijzonderheden (schaduw zones).

Meteorologie-informatie (perceel specifiek)

- Standaard meteo parameters, T_{air} (meerdere hoogtes), RH, Wind (snelheid, richting, vlagen), RAD (stralingsmeter), evt. bewolkingsgraad, neerslag (mm), verdamping ETmax,);
- Buienradar ruimtelijke patroon metingen van neerslag;
- Evt. een reflectieve GNSS (Mistrale project) of cosmic-ray paal of drone gamma-ray sensor;
- Oppervlakte temperatuur (stralingstemperatuur) (voor energiebalans).

Gewasinformatie

Hieronder vallen alle gewasgroei gerelateerde gegevens. Sommigen zijn statisch, andere dynamisch in tijd en ruimte.

- Hoofdgewas:
 - o Monitoring gewasgroei en stadia;
- Wintergewas/catch crop/groenbemester als anders dan hoofdgewas:
 - o Monitoring gewasgroei en stadia;
- Gewasgroei-monitoring:
 - o Voor gewasgroei-monitoring dienen optische en radar beelden beschikbaar te zijn en in specifieke indices (bijv. Bioscope);
 - o Monitoring plant stress, ziekten, plagen, onkruiden via *advanced sensing* systemen als NPEC of Hyperspectraal+3-D faciliteit:
 - Hoofdstadia gewassen waarnemen en registeren (stadium en tijdstip);
 - Gerealiseerde plantdichtheid;
 - Gewasgroei-data in de tijd;
 - Opbrengstdata plaats specifiek.

Managementinformatie

Hieronder vallen gegevens over alle menselijke interventies die op het perceel en/of in het gewas uitgevoerd worden, volvelds of pleksgewijs. Daarbij zo veel mogelijk *as applied* kaarten van machines beschikbaar hebben. Relevante is informatie over:

- Grondbewerking, Bemesting, Onkruidbeheersing, Gewasbescherming, Irrigatie / fertigatie (taskmap & *as applied* kaart);
- Oogstvoorspelling (op perceelsniveau of management zones);
- Oogsten (idem, maar dan is de output de opbrengstkaart in kg/ha en kwaliteit van het product);

Uit de Long list gewenste sensoren, data en monitoring

- Open data als bodemkaarten, via een BMS of service;
- Bodemscans van percelen (minimaal met pH, CEC, Organische stof-%, Lutum-%, ...);
- Peilbuis grondwaterstand (sensoren op bedrijf);
- Bodemanalyse uitgebreid, jaarlijks (niet alle percelen);

- Bodensensor OLK (temperatuur, bodemvocht,.....);
- Weerstation (temperatuur, RV, Straling, bladnat, neerslag) (sensoren op bedrijf);
- Optische-data voor biomassa-groei monitoringsysteem (sensoren op bedrijf of remote sensing);
- Hyperspectraal camera aan drone- of robot-platform (soms);
- Handheld plantsensoren als N-testers en Fluorescentiemeters (soms);

2.2 Direct bruikbare data van dit bedrijf in Dronten

Bovenstaande beschikbare data zijn bij elkaar te harken uit verschillende bronnen, zowel analoog als digitaal. Dat betekent dat er moeite voor gedaan moet worden en er interesse (en meerwaarde) voor moet zijn om die data bijeen te krijgen.

Dit bedrijf heeft een JD, die gekoppeld is aan MyJohnDeere en MyJohnDeere is vervolgens gekoppeld aan Dacom online. Hiermee komen taken nu eenvoudig in de trekker en uitgevoerde taken weer terug in de teeltregistratie. Dit is zichtbaar in het Dacom online / aeresfarms account. Verder bleek dat de extra Kverneland monitor in de JD niets toevoegt, deze werd vervolgens dus niet meer ingebouwd. De trekker kan twee isobus strooiers tegelijk aan: Amazone voorin & Kverneland achterin, getest wordt of dit gaat werken zodat er twee meststoffen tegelijkertijd variabel gestrooid kunnen worden.

De JD logt ook brandstofverbruik in MyJohnDeere, echter deze data wordt binnen de koppeling niet beschikbaar in de koppeling met Dacom online en die data is daar dus niet vindbaar / te gebruiken. In MyJohnDeere is deze data nog vrij grof (is nu ltr/uur afgerond op hele getallen) en niet GPS gerelateerd.

3. Pilot bedrijf in Swifterbant

3.1 Data beschikbaar van pilotbedrijf in Swifterbant

Perceel-informatie, alle voor zover op dit moment bekend.

Bodem-informatie

- Actueel Hoogte Bestand Nederland:
 - o AHN3 (en AHN4 zodra beschikbaar);
- Ruimtelijke variatie in kaart via bodemscans:
 - o Structuur variatie (zand/klei, CEC, organische stof %) en pH, voor wortelzone en profiel tot grondwater;
- Bodemanalyses nutriënten:
 - o N,P,K, micro nutriënten wortelzone (E-lab bericht);
 - o Lab in de Box (LIAB) van AgroCares;
 - o Eventueel een nitraat-sensor en/of ander real-time sensor systeem via Eijkelkamp;
- Informatie over bodembewerking;
- Eventuele bijzonderheden (schaduw zones).

Meteorologie-informatie (perceel specifiek)

- Standaard meteo parameters, T_{air} (meerdere hoogtes), RH, Wind (snelheid, richting, vlagen), RAD (stralingsmeter), evt. bewolkingsgraad, neerslag (mm), verdamping ETmax,);
- Buienradar ruimtelijke patroon metingen van neerslag;
- Oppervlakte temperatuur (stralingstemperatuur) (voor energiebalans).

Gewasinformatie

Hieronder vallen alle gewasgroei gerelateerde gegevens. Sommigen zijn statisch, andere dynamisch in tijd en ruimte.

- Hoofdgewas:
 - o Monitoring gewasgroei en stadia;
- Wintergewas/catch crop/groenbemester als anders dan hoofdgewas:
 - o Monitoring gewasgroei en stadia;
- Gewasgroei-monitoring:
 - o Voor gewasgroei-monitoring dienen optische en radar beelden beschikbaar te zijn en in specifieke indices (bijv. Bioscope);

Managementinformatie

Hieronder vallen gegevens over alle menselijke interventies die op het perceel en/of in het gewas uitgevoerd worden, volvelds of pleksgewijs. Daarbij zo veel mogelijk *as applied* kaarten van machines beschikbaar hebben. Relevante is informatie over:

- Grondbewerking, Bemesting, Onkruidbeheersing, Gewasbescherming, Irrigatie / fertigatie (taskmap & *as applied* kaart);
- Oogstvoorspelling (op perceelsniveau of management zones);

- Oogsten (idem, maar dan is de output de opbrengstkaart in kg/ha en kwaliteit van het product);

Uit de Long list gewenste sensoren, data en monitoring

- Open data als bodemkaarten, via een BMS of service;
- Bodemscans van percelen (minimaal met pH, CEC, Organische stof-%, Lutum-%, ...);
- Peilbuis grondwaterstand (sensoren op bedrijf);
- Bodemanalyse uitgebreid, jaarlijks (niet alle percelen);
- Weerstation (temperatuur, RV, Straling, bladnat, neerslag) (sensoren op bedrijf);
- Optische-data voor biomassa-groei monitoringsysteem (sensoren op bedrijf of remote sensing);
- Hyperspectraal camera aan drone- of robot-platform (soms);
- Handheld plantsensoren als N-testers en Fluorescentiemeters (soms);

Uit tabel 1 en bovenstaande opsomming blijkt dat dit bedrijf beschikt over minimaal de vereisten voor dit project. In detail:

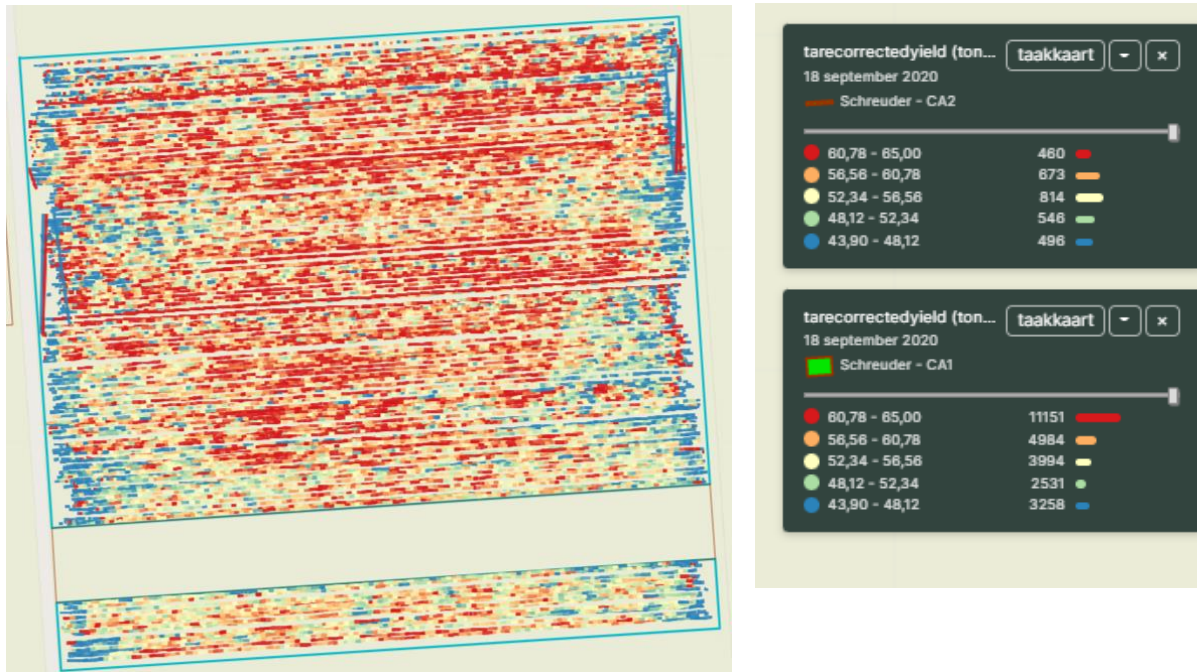
Ndicea via website, (ver)oude(rde) versie
 Uienlader opbrengst meting en Agrometius – Verisscan
 2015 opbrengstkaart combine - datavaxt
 Helicopterkaarten
 Isoblue – 2019 data 1 trekker (trekker parameters)
 Kunstmest en gewasbescherming toepassingen, niet variabel

3.2 Direct bruikbare data pilotbedrijf in Swifterbant

Het bedrijf in Swifterbant beschikt over opbrengstdata van uienpercelen (figuur 5). De data tonen aan dat het spuitspoor een hoge opbrengst heeft, mogelijk vanwege de hoeveelheid tarra die bij het rooien is meegenomen en waar onvoldoende voor is gecorrigeerd. Er is gekeken naar eventuele overeenkomsten tussen hoogteverschillen in het perceel en de opbrengst (AHN3, gecombineerd met opbrengst, figuur 6), maar deze zijn niet aangetroffen. De voorvrucht kan echter wel invloed hebben op de opbrengst. De bedrijf heeft ook een helikopter laten vliegen om beelden van de percelen te maken, maar deze bleken niet recht vanwege stabiliteitsproblemen van de camera. Het is belangrijk dat kaarten en beelden de juiste namen krijgen toegewezen, maar dit bleek in sommige gevallen lastig te achterhalen. De data verzameld met de trekker is slecht te hergebruiken en er is nog veel winst te behalen bij fabrikanten op het gebied van gebruiksvriendelijkheid.

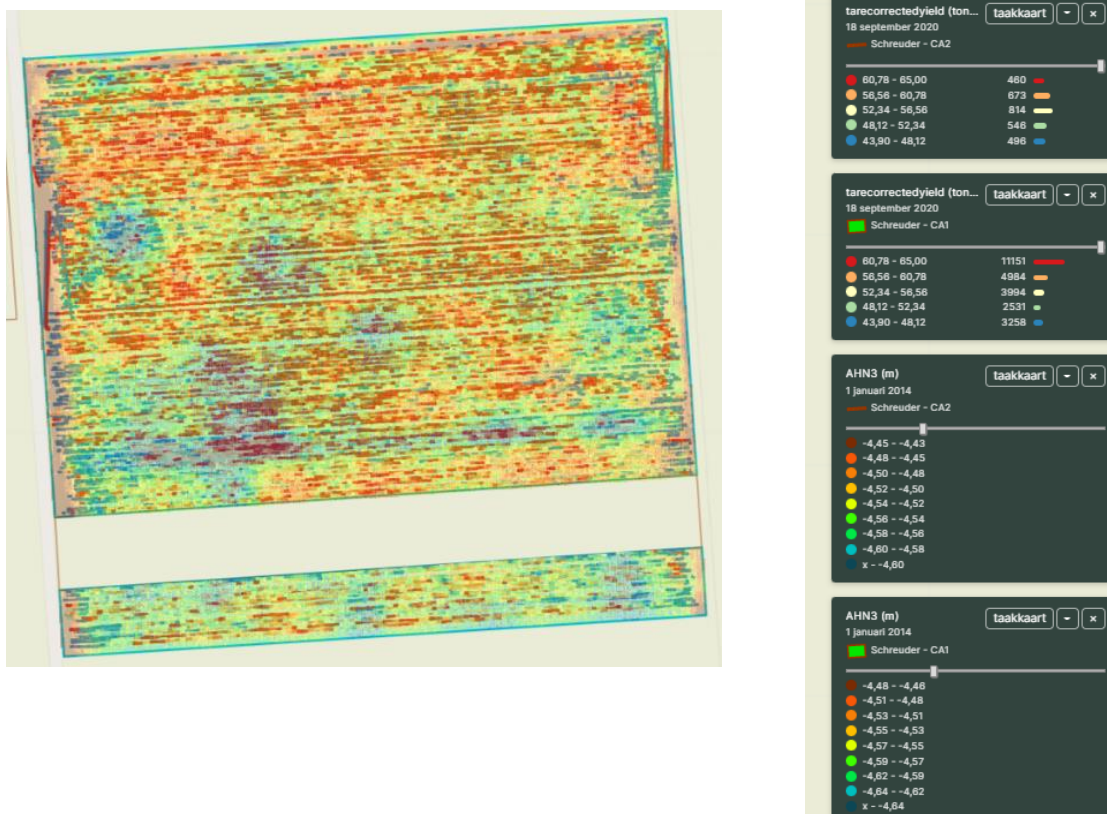
Figuur 5

Voor tarra gecorrigeerde uienopbrengst in ton per ha van twee percelen CA2 en CA1, legenda in het linker plaatje



Figuur 6

De hoogtekaart (AHN3) gecombineerd met de uienopbrengstkaart ('overlay'), legenda in linker plaatje



Aangezien in de hoogtekaart (te) weinig variatie zit om invloed te hebben op de uienopbrengst, is op basis van de hoogtekaart alleen geen verklaring te vinden voor de opbrengstvariatie in het perceel. Op deze wijze zijn verschillende kaarten van een perceel over de jaren heen over elkaar te leggen om een overeenkomsten in beeld te krijgen die variatie in opbrengst kan verklaren en op basis waarvan input te variëren is om de variatie in opbrengst te minimaliseren of juist daar toe te passen waar de hoogste opbrengst te verwachten is. Op deze wijze kan gezocht worden naar verklaringen voor variatie in opbrengsten en kwaliteit van het gewas.

4. Pilot bedrijf in de NOP

4.1 Data beschikbaar van pilotbedrijf de NOP

Perceel-informatie, alle voor zover op dit moment bekend.

Bodem-informatie

- Actueel Hoogte Bestand Nederland:
 - o AHN3 (en AHN4 zodra beschikbaar);
- Ruimtelijke variatie in kaart via bodemscans:
 - o Structuur variatie (zand/klei, CEC, organische stof %) en pH, voor wortelzone en profiel tot grondwater;
- Bodemanalyses nutriënten:
 - o N,P,K, micro nutriënten wortelzone (E-lab bericht);
- Informatie over bodembewerking;
- Eventuele bijzonderheden (schaduw zones).

Meteorologie-informatie (perceel specifiek)

- Standaard meteo parameters, T_{air} (meerdere hoogtes), RH, Wind (snelheid, richting, vlagen), RAD (stralingsmeter), evt. bewolkingsgraad, neerslag (mm), verdamping ETmax,);
- Buienradar ruimtelijke patroon metingen van neerslag;

Gewasinformatie

Hieronder vallen alle gewasgroei gerelateerde gegevens. Sommigen zijn statisch, andere dynamisch in tijd en ruimte.

- Gewasgroei-monitoring:
 - o Voor gewasgroei-monitoring dienen optische en radar beelden beschikbaar te zijn en in specifieke indices (bijv. Bioscope);

Managementinformatie

Hieronder vallen gegevens over alle menselijke interventies die op het perceel en/of in het gewas uitgevoerd worden, volvelds of pleksgewijs. Daarbij zo veel mogelijk *as applied* kaarten van machines beschikbaar hebben. Relevante is informatie over:

- Grondbewerking, Bemesting, Onkruidbeheersing, Gewasbescherming, Irrigatie / fertigatie (taskmap & *as applied* kaart);
- Oogstvoorspelling (op perceelsniveau of management zones);

Uit de Long list gewenste sensoren, data en monitoring

- Open data als bodemkaarten, via een BMS of service;
- Bodemscans van percelen (minimaal met pH, CEC, Organische stof-%, Lutum-%, ...);
- Optische-data voor biomassa-groei monitoringsysteem (sensoren op bedrijf of remote sensing);

Uit tabel 1 en bovenstaande opsomming blijkt dat dit bedrijf beschikt over minimaal de vereisten voor dit project, op een paar punten na. In detail:

Geen vocht gegevens en geen lokale weersgegevens, verder geen eigen gewasgroeimonitoring. Wel zijn over enkele jaren opbrengst gegevens beschikbaar van graan en brandstofgebruik van een trekker. Deze data zijn geëxporteerd en in FarmMaps ingeladen. Ondertussen is het ook mogelijk om de canbus uit te lezen.

4.2 Direct bruikbare data pilotbedrijf de NOP

Satellietbeelden (zoals figuur 7),

brandstofverbruik trekker,

graanopbrengsten,

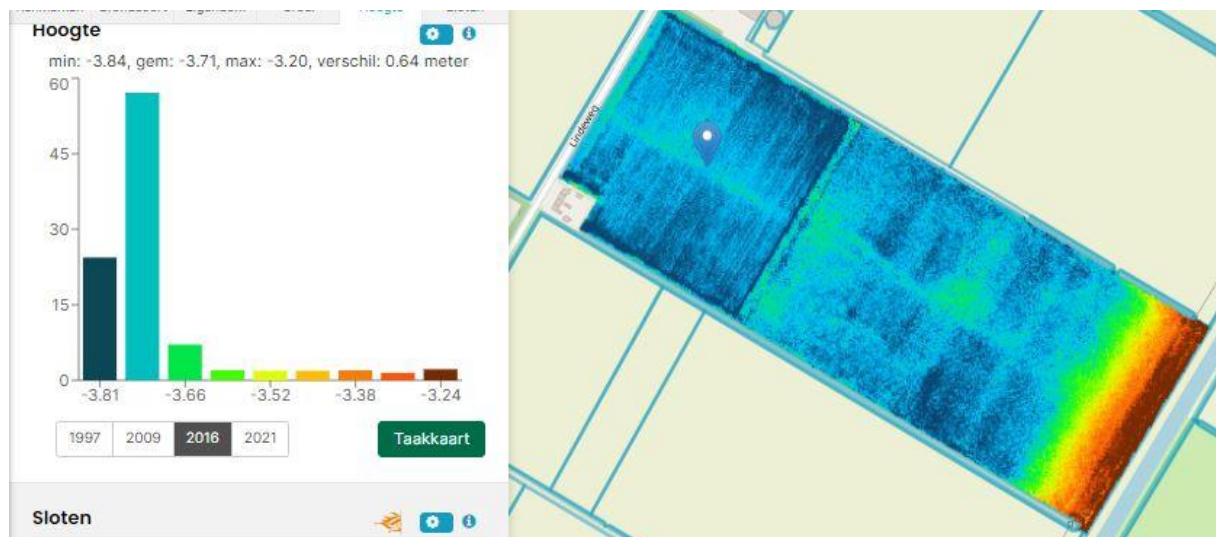
koppeling management programma's.

Beelden van NDVI Satelliet dataportaal.

Dit bedrijf is zeer geïnteresseerd in precisietechnieken en data. De verwachting is dat dit bedrijf in de komende jaren de smart farming activiteiten zal uitbreiden en er dus meer data beschikbaar is.

Figuur 7

Hoogtekaart van een perceel van het pilot bedrijf in de NOP, ruim 80% ligt onder 3,75 meter onder NAP. Achter op het perceel tegen de Luttelgeestervaart aan is het perceel 50 cm hoger wegens uitgraven van de vaart



5. Activiteiten

5.1 Activiteiten studiegroepen

Voor alle studiegroepen geldt dat er gecombineerde bijeenkomsten zijn geweest en dat individuele telers bezocht zijn door projectleden en/of studenten. Per studiegroep zijn er geen bijeenkomsten geweest.

De doorstart is op 3 november 2020 geweest bij Van Der Valk in Emmeloord, daar is het volgende besproken met de deelnemers:

Precisielandbouw is een vorm van bedrijfsmanagement waarbij beslissingen worden genomen op basis van data. Het doel van precisielandbouw is om het gewas en de omgeving te monitoren, verantwoording af te leggen, teelten, bedrijfsvoering of de keten te optimaliseren. Binnen Precisielandbouw 4.0 wordt gezocht naar oplossingen om grootschalig, slim, veilig, transparant en 'in control' gebruik van data te verbeteren in open teelten en agrifood-ketens in Nederland. Akkerweb is een onafhankelijk service-platform dat data en kennis aanbiedt in de vorm van een website en verschillende applicaties, zoals een app voor optimalisatie van gewasbescherming.

Blockchain is een disruptieve technologie die data direct tussen personen uitwisselt en transacties decentraal in een grootboek opslaat. Dit kan voordelen bieden voor de agrarische sector in Nederland, zoals voorkoming van fraude met gegevens en versterking van het onderlinge vertrouwen. Echter, er zijn ook barrières die genomen moeten worden voordat blockchain geïmplementeerd kan worden, zoals het eigenaarschap van data en het versterken van het vertrouwen in hoe anderen met de data voordeel kunnen behalen.

Het bijhouden van data op een bedrijf neemt snel toe met de opkomst van sensoren en andere technieken in de precisielandbouw. Dit leidt regelmatig tot discussie over het data-eigendom.

Bracheorganisatie akkerbouw heeft daarom een gedragscode 'datagebruik akkerbouw' opgesteld waarin staat dat data-eigendom bij de bron, de teler ligt. Door het combineren van data van de teelt met data uit bijvoorbeeld de trekker, de bodem, het gewas en het klimaat, kunnen met behulp van beslissingsondersteunende systemen (BOS) aan de teler onderbouwde adviezen gegeven worden. Vooraf moet helder zijn, wat het doel is bij de inzet van diverse precisielandbouwtechnieken en op welke wijze de data en de toepassingen hierbij een rol spelen. Een eerste vraag voordat de data te gebruiken is, is of de data betrouwbaar is. Pas daarna begint het vergelijken, combineren, delen en de inzet van modellen.

De drie besproken bedrijfsmanagementsystemen (BMS-systemen) zijn:

- Agrovision; nu geen ontwikkeling op geo-data,
- Akkerweb; groot aantal BOS oplossingen (beslisregels voor variabele toepassingen, groeimodel),
- Dacom; rechtensysteem, koppelingen met geo-data, BOS oplossingen (ziekte-, irrigatie-, insectadvies, groeimodel).

Stichting Akkerweb, voorloper van het huidige FarmMaps, biedt een platform waarmee data uit de Cloud verbonden wordt met perceeldata, waardoor deze informatie bruikbaar wordt voor telers op het veld. Hierdoor kunnen verbanden gelegd worden tussen verschillende data, waardoor unieke perceelinformatie verkregen wordt die ingezet kan worden bij de bedrijfsvoering. Er zijn veel kansen voor de landbouw om data-gedreven te worden, maar er zijn ook uitdagingen, zoals interpretatie van data en eigenaarschap van data. Een eerste stap is dat data bij elkaar wordt geharkt en inzichtelijk gemaakt, waarna het besproken wordt in kleiner (studiegroep) verband.

Op 24-5-2022 is op de Floriade aan geïnteresseerden de voortgang van het project gepresenteerd: Hans van Bragt (BDVC) over Het Data Value Center Agri- en Food; Joost Meulenbeld (Geronimo) over de Proof of Concept percelen in Mijn RVO; Kees Westerdijk (Aeres) over dataverzameling, verwerking

en gebruik op Aeres Farms en de koppeling Dacom / FarmMaps en tot slot Fedde Sijbrandij (WUR) over Aeres Farms in FarmMaps

Eind 2022 heeft iedere deelnemer het aanbod gehad de cursus Precisielandbouw te mogen volgen met gebruikmaking van een kennisvoucher.

Eindsymposium op woensdag 25-1-2023:

Het programma:

13:00 Inloop

13:15 Welkomstwoord door Ayella Spaapen

13:30 Datagebruik en precisielandbouw door Tamme van der Wal

14:00 Proof of concept Geronimo & Big Data Value Center door Hans van Bragt

14:15 Workshops ronde 1

15:15 Workshops ronde 2

16:00 In première: Videomateriaal om zelf aan de slag te gaan met data!

16:30 Afsluiting en borrel

De workshops:

- Zelf aan de slag met je data in FarmMaps
- Werken met het NDICEA model
- In gesprek met drie databoeren
- Van data verzamelen naar data gebruiken
- Data Value Centre Agri&Food korte keten

Evaluatie en gebruikerservaringen van deze middag:

Na een inspirerende lezing door Tamme van der Wal en een staaltje omdenken in de RVO systemen vanuit de proof of concept van Geronimo en BDVC gingen de bezoekers de praktische workshoprondes in. Daar werd onder andere gesproken over bewustwording van de hoeveelheid data die men verzamelt. Vooral waardevol was het gesprek met de databoeren. Zij vertelden hun overwegingen om met data aan de slag te zijn en er werden veel vragen gesteld en ideeën uitgewisseld.

5.2 Activiteiten studenten

Er zijn twee groepjes studenten bezig geweest met onderzoek binnen het project Databoeren, een HONA (onderzoek en advies) groepje en een PvB (proeve van bekwaamheid) groepje.

Het HONA groepje heeft in 2021 een onderzoek uitgevoerd naar de betrouwbaarheid van het NDICEA programma. Dit onderzoek betrof de invloed van voorvruchten en organische stofgehalte op de stikstofplanning in landbouwpercelen. De studenten hebben dit onderzoek uitgevoerd bij vier deelnemende agrariërs.

De gegevens van de percelen werden ingevoerd in het NDICEA-model en vergeleken met elkaar. Er werden voorvruchten uitgewisseld om het verschil van voorvrucht inzichtelijk te maken. De hypothese is dat een uien voorvrucht zorgt voor een later bij bemestingsmoment dan een broccoli voorvrucht en een broccoli voorvrucht een later bij bemestingsmoment geeft dan een tarwe voorvrucht. De invloed van het organische stofgehalte op de stikstofplanning werd ook onderzocht door vergelijking van grondmonsters en fictieve gehalten in het NDICEA-model. De betrouwbaarheid van het NDICEA-model werd getest door vergelijking van de Nmin-voorraad uit het model met de Nmin meting van het grondmonster en door een Chi-kwadraat toets uit te voeren.

De conclusie van dit onderzoek is dat er duidelijke verschillen zijn tussen de invloed van verschillende voorvruchten op de stikstofbeschikbaarheid. Zo blijkt uit de gegevens dat een uien voorvrucht later bij bemest hoeft dan een broccoli voorvrucht en een broccoli voorvrucht later bij bemest hoeft dan een tarwe voorvrucht. Dit is belangrijk informatie voor telers om rekening mee te houden bij hun stikstofplanning. Het organische stofgehalte blijkt ook invloed te hebben op de stikstofplanning, met een hoger organische stofgehalte resulterend in een later bij bemestingsmoment. De betrouwbaarheid van het NDICEA-model is bevestigd door de vergelijking van de Nmin-voorraad uit het model met de Nmin meting van het grondmonster. Op basis van deze conclusies wordt aanbevolen dat telers rekening houden met de voorvruchtkeuze bij hun stikstofplanning en dat zij het organische stofgehalte in hun percelen regelmatig meten. Het NDICEA-model kan als hulpmiddel gebruikt worden bij de stikstofplanning, maar het is belangrijk om te realiseren dat het model is gebaseerd op fictieve gegevens en de resultaten moeten worden bevestigd door grondmonsters. Telers moeten ook rekening houden met de variabiliteit van de grond en de gevolgen van het weer, zoals droogte of overvloedige neerslag, op de stikstofbeschikbaarheid.

Het PvB groepje heeft bij enkele deelnemers data opgehaald en samen met de deelnemers een gebruikershandleiding opgesteld voor aanmaken account voor FarmMaps en koppelingen maken met andere management programma's. Beschikbare data zijn hoofdzakelijk (maar niet bij iedereen): GPS hoogtekarten, bodemgegevens, graan opbrengst, trekker, spuit, kunstmest, loofddoding (al dan niet variabel toegepast). In de toekomst zijn de meesten wel voordeel bij variabel toepassen van poten, zaaien, spuien en bemesten. Graag 1 op1 koppeling met andere programma's zodat je maar 1 keer data hoeft in te voeren voor welk gebruik dan ook.

5.3 QR-codes videomateriaal

Ter ondersteuning van het gebruik van de trekker, de kunstmeststrooier, het gebruik van taakkaarten en het instellen van de terminal zijn kennisclips ontworpen. Klik op of scan de QR-code om naar de video te gaan.

Video 1: Basis trekker



Video 2: De kunstmeststrooier



Video 3: Taakkaarten maken



Video 4: Terminal instellen





Geschiedenis

NDICEA is een softwaretool om de dynamiek van stikstof en organische stof van akkerbouw- en groenteteeltsystemen dynamisch te modelleren. Het is ontwikkeld door G. Oomen en F. Habets van Wageningen Universiteit (groep Biologische Landbouwsystemen) en verder uitgewerkt door het Louis Bolk Instituut (www.louisbolk.nl). NDICEA heeft tot doel telers en bedrijfsadviseurs te helpen bij het verkrijgen van inzicht in de stikstofdynamiek. Het kan worden toegepast om algemene trends van een vruchtwisseling te onderzoeken (module Gewasrotatie) of om de geschiedenis van een specifiek veld te reconstrueren en de resultaten naar de toekomst te extrapoleren (Veldmodule).

Doelgroep

NDICEA is bedoeld voor akkerbouwers en groentetelers die meer willen weten over de stikstofdynamiek op hun akkers. Bedrijfsadviseurs kunnen NDICEA gebruiken in hun contacten met bedrijfsleiders. Het programma demonstreert de beschikbaarheid van stikstof afkomstig van ontbindend organisch materiaal in de bodem. Deze hoeveelheid wordt geconfronteerd met de vraag van het gewas.

6.1 NDICEA toelichting

Stikstof is een belangrijk element voor de groei en opbrengst van gewassen, maar tegelijkertijd kan een overmaat aan stikstof schadelijk zijn voor het milieu en zelfs schadelijk voor de kwaliteit, groei en/of opbrengst van de gewassen. De beschikbaarheid en werking van nutriënt N, is afhankelijk van grondsoort, voorvruchten, bemesting, groenbemesters etc. (Van Dijk, 2017). NDICEA is een programma dat inzicht geeft in de beschikbaarheid van stikstof voor het gewas gedurende het groeiseizoen en hoeveel stikstof er na de oogst nog aanwezig is in de bodem. Hierdoor kan een teler zelf bepalen welke meststoffen op welk moment het beste passen.

Het programma NDICEA rekent ook opbouw en afbraak van organische stof mee. Hierdoor kan de teler zien of er sprake is van een toename of afname van organische stof op lange termijn (Koopmans, 2001). Koolstof en stikstof in de bodem zijn nauw met elkaar verbonden en de dynamiek tussen deze twee elementen speelt zich grotendeels af via activiteit van het bodemleven in bodem-organische stof. Een verschil tussen de hoeveelheid toegevoegde en afgevoerde nutriënten geeft een inzicht in de risico's van milieubelasting op de bodem en mogelijk interen van de bodemvruchtbaarheid (Wei, 2019). NDICEA modelleert dit proces en maakt de koolstof-stikstofdynamiek inzichtelijk. Dit gebeurt op basis van soort organische stof, lokale grondsoort en bodemchemie, weersomstandigheden en manier van grondbewerking.

Bij het opstellen van een bemestingsplan geeft NDICEA inzicht in het effect van bemesting gedurende het groeiseizoen. Hierdoor kan een perceel-specifiek bemestingsplan worden gemaakt. NDICEA is in

meerdere projecten behulpzaam geweest bij het inzichtelijk maken van de effecten van bemesting en andere maatregelen (Zwart, 2007).

Als gebruiker van NDICEA is het beste gebruik te maken van de vernieuwde gebruiksvriendelijke webversie. In de versie 7 worden de benodigde gegevens opgehaald uit de programma's waarin deze zijn opgeslagen, FarmMaps is daar het meest geschikt voor. Als analyses van de bodem en meststoffen niet beschikbaar zijn, rekent het model met forfaitaire waarden op basis van de mestcode. Nadat de huidige situatie is doorgerekend, kunnen varianten worden ingevoerd. De ondernemer bekijkt de resultaten van de doorrekening en maakt een afweging op basis van de beschikbare varianten.

6.2 NDICEA advies aardappelperceel pilot in Dronten

Van het pilot bedrijf in Dronten zijn de gegevens van het perceel Aardappelen LDW ingevoerd en daarmee in de test omgeving van NDICEA de stikstof beschikbaarheid over de jaren berekend en wat dat betekent voor de aardappelteelt voor komend jaar (figuren 8-12).

gewassen per jaar, inclusief groenbemesters

grondsoort: bouwvoor, ondergrond (zie screenshot)

bemesting: datum, hoeveelheden, typemeststof

berekening: datum en hoeveelheid

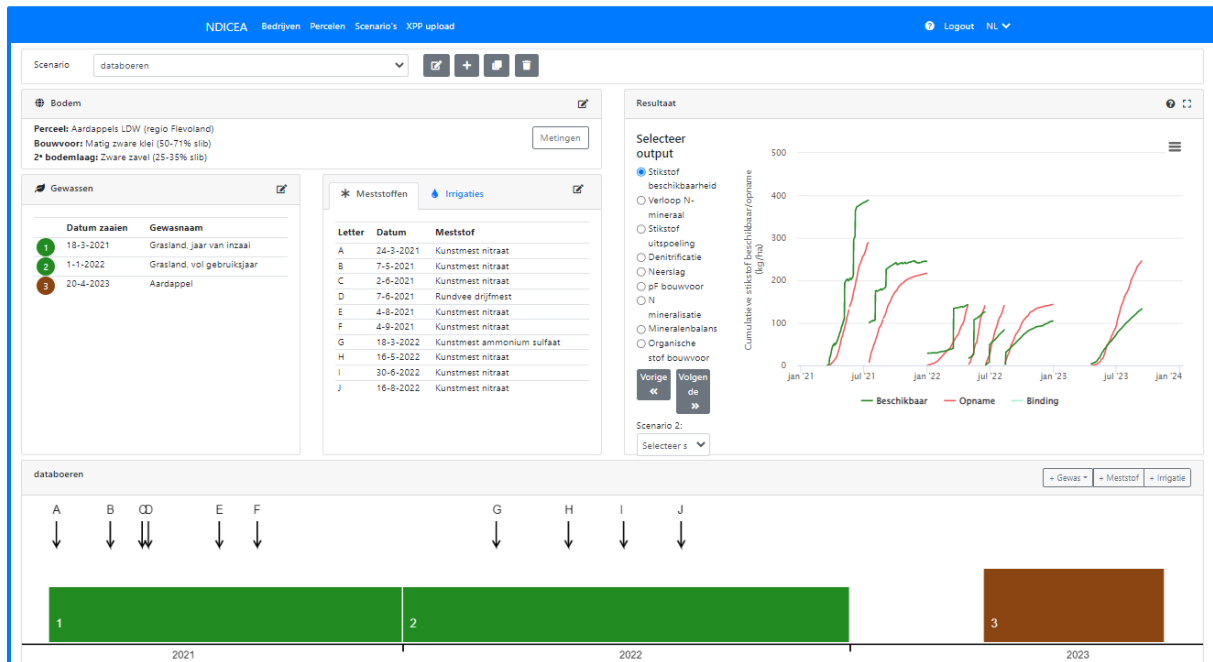
Figuur 8

Screenshot van testomgeving Ndiceaweb voor invoer van bodemeigenschappen

Property	Value	Unit
Diepte bouwvoor	30	cm
pH	7.0	-
Initiele OS	2.00	%
Max bewortelingsdiepte bodem	70	cm
Diepte grondwaterstand zomer	120	cm
Hoogste grondwaterstand winter	80	cm

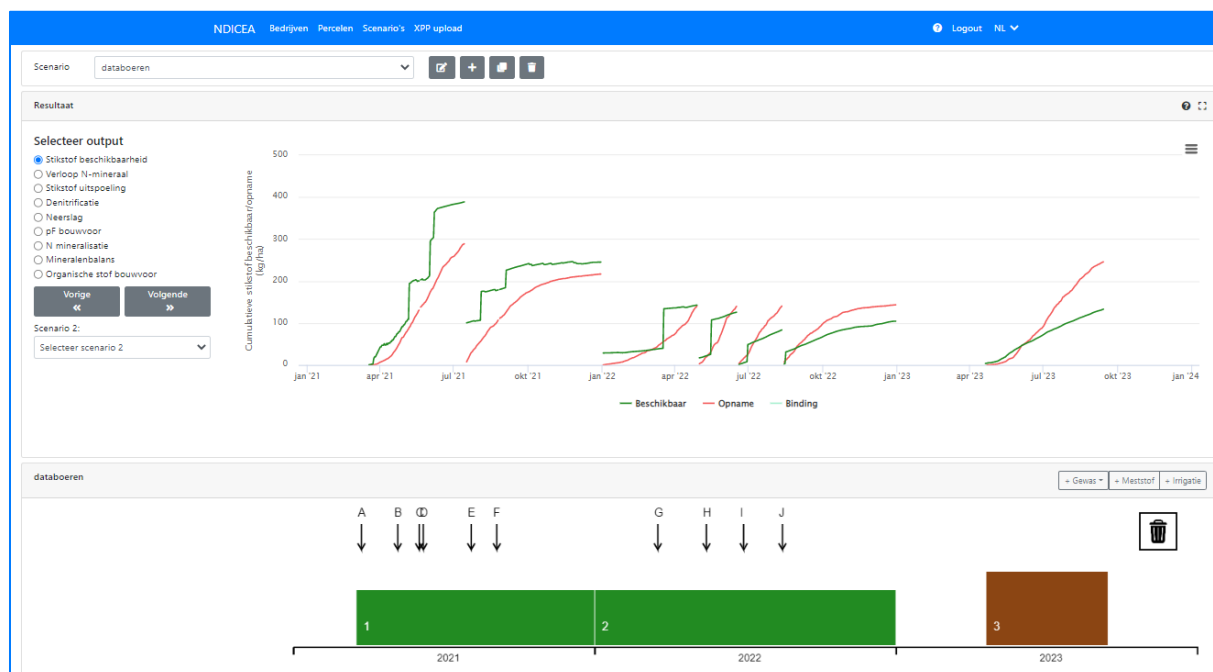
Figuur 9

Screenshot van testomgeving Ndiceaweb beschikbaarheid stikstof perceel Aardappels LDW 2023



Figuur 10

Screenshot testomgeving Ndiceaweb betreffende beschikbaarheid en opname van stikstof op perceel Aardappels 2021-2023



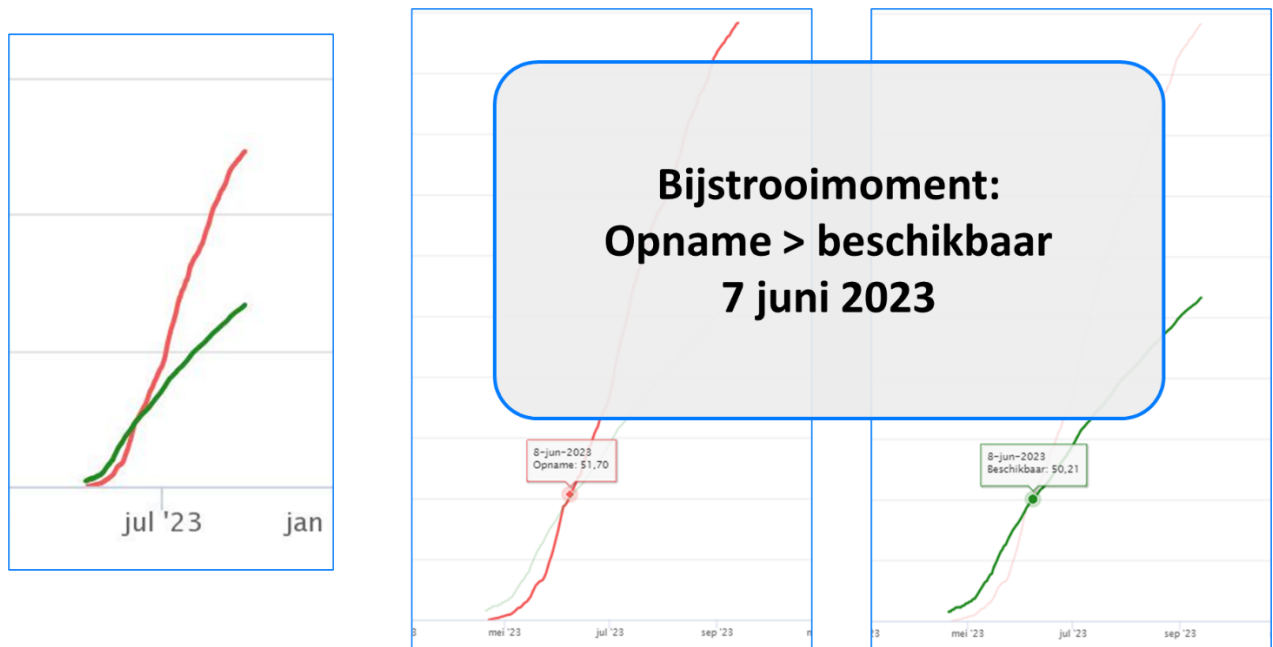
Figuur 11

Cumulatieve beschikbaarheid en opname van stikstof op perceel Aardappelen LDW



Figuur 12

Screenshot bepaling bijstrooimoment in 2023 voor de aardappelteelt op het perceel Aardappels LDW in testomgeving Ndiceaweb door NDICEA



Uit voorgaande figuren is te lezen hoe NDICEA de beschikbaarheid berekent van N voor het komende groeiseizoen (aardappelen, 2023). Opname en gegeven N in de afgelopen jaren (2021-2022) en de te verwachten groei in 2023 levert dan een bijstrooimoment op, hier bepaalt op 7 juni 2023.

7. Discussie

Het project wil via het delen en analyseren van telersdata binnen een groep telers te komen tot nieuwe inzichten, betere bedrijfsvoering en efficiëntere ketens. De praktijk is nu dat iedere schakel in de keten data voor zichzelf verzamelt en het eigen proces optimaliseert. Hier zijn verbeteringen te bereiken wanneer men over processen heen gaat optimaliseren. Een goede infrastructuur, analyse tools en de vertrouwelijkheid van de data zijn een drempel om deze te delen met partners verder in de keten.

De beoogde resultaten van het project zijn:

- Er wordt een infrastructuur aangepast en neergezet om telers te ondersteunen in het samenwerken en analyseren van de data.
- Binnen de infrastructuur zijn met tools en apps data vast te leggen, te delen en te analyseren.
- Een groep van 15 telers is opgeleid om infrastructuur en tools te gebruiken.
- Van iedere teler is de teeltdata beschikbaar om te delen.
- De groep werkt (langdurig) samen om data te delen en te analyseren.
- Telers gebruiken de infrastructuur om data te vergelijken en hun teelt(en) te verbeteren.
- Via de ruggengraat hebben de telers toegang tot openbare databestanden met informatie over de eigen teeltlocatie.
- Via de ruggengraat hebben telers toegang tot complexere analyse technieken en kunnen die in de praktijk toepassen.

Tot slot is er aan het eind van het project een concrete verbetering gemeten op het gebied van input en opbrengst in de aardappelteelt.

Er wordt een infrastructuur aangepast en neergezet om telers te ondersteunen in het samenwerken en analyseren van de data

Het beoogde programma Akkerweb is hervormd en omgedoopt in FarmMaps: www.farmmaps.eu. Met deze online tool is bij de verschillende telers de bedrijfsdata vastgelegd en zijn deze data intern te gebruiken voor precisielandbouw doeleinden en indien gewenst te exporteren naar andere bedrijfsmanagement systemen. Tevens is het mogelijk om data in dit programma te delen. De agrariër kan zelf toestemming geven wie data in mogen zien en wie data mogen gebruiken, en kunnen dat op elk gewenst moment terugtrekken. De data kunnen niet door anderen gekopieerd worden, ze blijven eigendom van de teler. Hoewel gestreefd wordt naar plug and play bleek er wel enige ondersteuning nodig te zijn om bij de deelnemers een en ander te laten slagen. Voor gebruik van FarmMaps zal een gedetailleerde gebruikershandleiding onmisbaar zijn.

Binnen de infrastructuur zijn met tools en apps data vast te leggen, te delen en te analyseren

Er zijn diverse API's (Application Programming Interfaces, vergelijkbaar met een app) beschikbaar waar de telers mee kunnen werken. Ook zijn er koppelingen te leggen met teeltregistratiesystemen zoals Dacom/Agrovision en bijv. MyJohnDeere. Grotere bekendheid van FarmMaps zal de sector er toe bewegen meer apps hiertoe te ontwikkelen. In dit project bleek het echter lastig de module NDICEA verder te ontwikkelen binnen de gestelde projecttijd.

Een groep van 15 telers is opgeleid om infrastructuur en tools te gebruiken

Een groep van 15 telers is bereid gevonden mee te doen aan het project, na de doorstart in 2020. Een tweetal is gedurende de looptijd gestopt, omdat het in de tijd niet uitkwam of werken met data volgens henzelf niet relevant bleek. Uiteindelijk is er met een groep van 13 telers tijdens meerdere gezamenlijke- en individuele bijeenkomsten gewerkt aan het opzetten van de data infrastructuur van de deelnemende bedrijven, door de docenten/onderzoekers maar ook met studenten. Een 10-tal

studenten is ingezet vanuit diverse onderwijsmodules. Zo is ook de koppeling praktijk-onderzoek-onderwijs gewaarborgd.

Van iedere teler is de teeltdata beschikbaar om te delen

Elk deelnemend bedrijf is aangesloten bij FarmMaps (al dan niet met hulp vanuit de onderzoekers). Er is ook een handleiding beschikbaar gesteld. De handleiding is onderhevig aan updates die vanuit FarmMaps worden geïmplementeerd en is daarom al snel verouderd. Met behulp van de onderzoekers is tenminste de basis van FarmMaps aan bod gekomen. Hierin is de koppeling met bedrijfsmanagementsystemen gemaakt en is laten zien hoe de telers data kunnen delen met andere gebruikers.

De groep werkt (langdurig) samen om data te delen en te analyseren

Gedurende de looptijd van het traject is samengewerkt. Na afloop van het project is de keuze aan de telers zelf om door te gaan met deze samenwerking. Er ligt een solide basis, dus de mogelijkheid is er. Vanwege de complexiteit van de API's en FarmMaps, ligt er wel een risico. Vanuit een ander, nog lopend precisielandbouw project bij Aeres, inclusief een werkpakket over data infrastructuur, blijven de telers wel aangesloten. Zo blijven zij op de hoogte van de laatste ontwikkelingen op het gebied van precisielandbouw(technieken).

Telers gebruiken de infrastructuur om data te vergelijken en hun teelt(en) te verbeteren

Telers hebben allen een account bij FarmMaps gemaakt, de koppeling gelegd met hun bedrijfsmanagementsysteem en de (openbare) beschikbare data ingeladen. Er is voornamelijk samen met de onderzoekers individueel gekeken wat de data zeggen, en hoe data bruikbaar zijn indien van toepassing. In dit project zijn data van telers niet met elkaar vergeleken. Dat is in een vervolgtraject aan te raden. Dit zou vooral interessant zijn voor telers die bijvoorbeeld veel hoogte- en opbrengstverschillen hebben op individuele percelen. Ook diverse bodemsoorten zijn interessant om te vergelijken. In Flevoland zijn bodem en hoogte op percelen vrij homogeen. Het is daarom af te vragen hoe relevant een vergelijking tussen telers en/of percelen is.

Via de ruggengraat hebben de telers toegang tot openbare databestanden met informatie over de eigen teeltlocatie

In FarmMaps zijn API's beschikbaar. FarmMaps is nog steeds in ontwikkeling. Er worden regelmatig nieuwe API's beschikbaar gesteld. Satellietbeelden zijn bijvoorbeeld al beschikbaar. Elke teler kan via de ruggengraat dus beschikken over openbare databestanden over de eigen teeltlocatie.

Via de ruggengraat hebben telers toegang tot complexere analyse technieken en kunnen die in de praktijk toepassen

Ook de complexere API's zijn beschikbaar in FarmMaps, al dan niet tegen betaling. In dit project is er zo goed als mogelijk gepoogd om de telers hierbij op weg te helpen en de data te gebruiken voor toepassing in de praktijk. Door vertraging door de API NDICEA is dat niet bij eenieder gelukt.

Daarnaast is FarmMaps onderhevig aan updates. Iets wat de teler vandaag leert, kan morgen in het dashboard anders zijn. FarmMaps is nog niet gemakkelijk in gebruik, een aanbeveling zou zijn om de gebruiksvriendelijkheid van het programma en de tools te toetsen in de praktijk en waar nodig aanpassingen te doen, zodat het ook voor de teler met minder kennis en data gebruikt kan worden.

8. Conclusies en aanbevelingen

Dit project van Aeres Hogeschool Dronten had als doel om via het delen en analyseren van telersdata te komen tot nieuwe inzichten, betere bedrijfsvoering en efficiëntere ketens, gericht op economische en ecologische duurzaamheid.

Door dit project is beter inzicht verkregen in de effectiviteit van inputs alsmede met betrekking tot de impact op de omgeving. De volgende verbeteringen zijn gerealiseerd:

- Beter inzicht in timing van teelthandelingen waardoor de bodem wordt ontzien.
- Beter inzicht in effecten van teeltrotaties waardoor gekozen kan worden voor rotaties met minder impact en toch goede financiële resultaten behaald worden.
- Door vergelijking kan er effectiever omgegaan worden met inputs zoals mest en gewasbeschermingsmiddelen waardoor naast minder gebruik ook minder af- en uitspoeling plaatsvindt.
- Door effectiever gebruik van inputs is per kg geproduceerde aardappelen minder oppervlakte, energie en chemie nodig.

Er is een infrastructuur aangepast en neergezet om telers te ondersteunen in het samenwerken en analyseren van de data. Daarbij is het programma Akkerweb hervormd en omgedoopt in FarmMaps: www.farmmaps.eu. De data kunnen niet door anderen gekopieerd worden, ze blijven eigendom van de teler. De mogelijkheid om gegevens te delen waarbij het eigendom bij de teler blijft is hier een wezenlijk onderdeel van. Een teler kan elk moment besluiten zijn data niet meer te delen en die data is dan direct niet meer zichtbaar bij diegene waarmee gedeeld werd. Deze mogelijkheid om data te delen zonder daar de controle over kwijt te zijn, maakt dat telers makkelijker met elkaar de ontwikkelingen op precisielandbouw (technieken) gebied kunnen volgen en implementeren.

Aanbeveling is om FarmMaps echt plug and play te maken en de gebruiksvriendelijkheid van FarmMaps zal een gedetailleerde gebruikershandleiding onmisbaar zijn. Van belang is tevens om de naamsbekendheid van FarmMaps te vergroten en in het onderwijs meer aandacht aan te besteden. Door betere naamsbekendheid zal de sector gestimuleerd worden meer apps en API's beschikbaar stellen voor gebruik in FarmMaps.

Het is aan te raden een vervolgtraject meer data van telers met elkaar te vergelijken. Dit zou vooral interessant zijn voor telers die bijvoorbeeld veel hoogte- en opbrengstverschillen hebben op individuele percelen. Ook diverse bodemsoorten zijn interessant om te vergelijken.

Literatuur

- Aendekerk, Th.G.L., 2000. Adviesbasis voor de bemesting van boomkwekerijgewassen: vollegrondsteelt. Boomteeltpraktijkonderzoek, Boskoop.
- Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen, 2002. Adviesbasis bemesting grasland en voedergewassen. Praktijkonderzoek Animal Sciences Group, Lelystad, www.bemestingsadvies.nl
- Dam, A.M. van, L.J.M. Kater & N.S. van Wees, 2004. Adviesbasis voor de bemesting van bloembolgewassen. Rapport PPO 708, Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, sector Bloembollen, Lisse.
- Dijk, W. v. (2017). Actualisatie van stikstof-, fosfaat- en organische stof balansen van akkerbouw- en vollegrondsgroentenbedrijven.
- Jansen, D. (2002). Calibratie van model LINBAL voor zetmeelaardappelen. Nota 213, Plant Research International, Wageningen UR, pp 39.
- Janssen, B.H. (1984). A simple method for calculating decomposition and accumulation of 'young' soil organic matter. *Plant Soil* 76: 297-304
- Kodde, J., 1994. Adviesbasis voor de bemesting van fruitteeltgewassen in de vollegrond; Grondonderzoek en Bladonderzoek. IKC-AT afdeling fruitteelt, Ministerie LNV.
- Koopmans, C. (2001). Bemesting en bodemgebruik in de biologische landbouw.
- McGeddon, R. (2016). <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/b/b2/Survivorship-bias.svg/1280px-Survivorship-bias.svg.png>
- Mead, R., R.N. Curnow & A.M. Hasted, 1993. *Statistical methods in agriculture and experimental biology*, second edition. Chapman & Hall, London. Mead, R., 1988. *The design of experiments, statistical principles for practical application*. Cambridge University Press, Cambridge. Cochran, W.G. & G.M. Cox, 1957. *Experimental designs*, second edition. Wiley, New York.
- Oude Nijhuis, H. (2016). Wat je als belegger kunt leren van neergescoten vliegtuigen uit de Tweede Wereldoorlog. *Businessinsider Nederland*. Geraadpleegd op 22-12-2022, <https://www.businessinsider.nl/hendrik-oude-nijhuis-als-belegger-kunt-leren-neergeschoten-vliegtuigen-tweede-wereldoorlog/>
- Van Dijk, W. (samensteller), 2003. Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentengewassen. Publicatienr. 307, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V., Lelystad.
- Visser, C. de, Sukkel, W., Kempenaar, C. Wal, T. van der, Wolf, P. de, Visser, A., Smit, B., Schoorlemmer, H., Schoutsen, M. Klompe, K., Veldhuisen, B., Selin-Noren, I., Dijk, C. van, Hol, S., Voort, M. van der, Janssens, B., 2020. Ontwerp Boerderij van de Toekomst; ontwerp. Wageningen Research, Rapport WPR-823. <https://doi.org/10.18174/520716>.
- Wallach, D. and Goffinet, B. (1989). Mean squared error of prediction as a criterion for evaluating and comparing system models. *Ecol. Modell.* 44: 209-306
- Wei, D. O. (2019). Simulating long-term carbon nitrogen and phosphorus biogeochemical cycling in agricultural environments.
- Whitson, A.R.; Walster, H.L. (1912). *Soils and soil fertility*. St. Paul, MN: Webb. p. 73. OCLC 1593332. 100. Illustration of Limiting Factors. The accompanying illustration devised by Dr. Dobenecks is intended to illustrate this principle of limiting factors.
- Wijnholds, K.H. (2007). Irrigatie en bemesting in zetmeelaardappelen. Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, Wageningen UR. pp. 29. www.handboekbodemembemesting.nl
- Zwart, K. (2007). Mineralisatie van mest en organische stof in de bodem.

Extra bibliografie

(<http://www.kennisakker.nl/kenniscentrum/handleidingen/adviesbasis-voor-de-bemesting-van-akkerbouwgewassen>
Bemestingplan voor akkerbouwbedrijven
Bron: KWINAkkerbouw, 2009; <http://edepot.wur.nl/246392>
Burgt, G.J.H.M. van der, Oomen, G.J.M., Habets, A.S.J. and Rossing, W.A.H. (2006). The NDICEA model, a tool to improve nitrogen use efficiency in cropping systems. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 74: 275-294
<http://edepot.wur.nl/272646>
<http://www.handboekbodemenbemesting.nl/nl/handboekbodemenbemesting/Handeling/Organisch-stofbeheer/Organische-stof/Kengetallen-organische-stof.htm>
<http://www.handboekbodemenbemesting.nl/nl/handboekbodemenbemesting/Handeling/Groenbemesters.htm>
http://www.handboekbodemenbemesting.nl/upload_mm/3/6/7/cc5bbd7c-21ef-4d2d-9229-35e720f8ef8c_Artikel%20tuinbouwrelatiedagen%20Venray.pdf
http://www.kennisakker.nl/files/Kennisdocument/Brochure_DemoGroenbemesters_MMM.pdf
<http://www.kennisakker.nl/kenniscentrum/document/mogelijkheden-en-waarde-van-alternatieve-meststoffen>
<http://www.kennisakker.nl/kenniscentrum/document/toepassing-van-vloeibare-npk-meststoffen>
<http://www.kennisakker.nl/kenniscentrum/document/toetsing-van-meststoffen-en-bemestingssystemen-de-aardappelteelt>;
<http://www.kennisakker.nl/kenniscentrum/document/vloeibare-meststoffen-hebben-incidenteelmeerwaarde>
<https://edepot.wur.nl/272646>
https://www.handboekbodemenbemesting.nl/upload_mm/1/4/8/17aa0965-f25b-4758-b842-cb33c1430adb_Bemestingplan%20voor%20akkerbouwbedrijven%20def.pdf
https://www.ndicea.nl/docs/LBI_rapport_DACOM_2007.pdf

© Stichting Aeres Groep. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, en/of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Aeres.

Postbus 374, 8250 AJ Dronten
De Drieslag 4, 8251 JZ Dronten
088 020 6000
www.aereshogeschool.nl/dronten
info.hogeschool.dronten@aeres.nl