

Bouwland Monitoring Service

1. Introductie

Er zijn in Nederland ongeveer 250 duizend akkerbouw percelen met een oppervlakte van 800 duizend ha. Volgens de Basis registratie Percelen (BRP) werden er in 2019 wel meer dan 100 verschillende gewassen verbouwd. De vijf meest voorkomende beslaan echter al meer dan driekwart van het totale areaal en zijn de gewassen mais (~208 duizend ha), aardappelen (~167 duizend ha), tarwe¹ (~156 duizend ha), suikerbieten (~81 duizend ha) en uien (~28 duizend ha).

Elk gewasperceel heeft een unieke groeicurve gedurende het seizoen, als gevolg van bodemgesteldheid, weersomstandigheden en teeltmanagement van de boer (bv moment van ploegen en zaaien, eventuele bemesting en ziektebestrijding, beregening, gebruikte ras, etc.). Tot nu toe was het onmogelijk om al deze percelen individueel te monitoren.

Met de komst van nieuwe satellieten (o.a. Sentinel-1 radar en Sentinel-2 optisch) is het echter mogelijk om op 10m resolutie niveau elke week twee a drie satellietopnames te maken van Nederland. Dit geeft de mogelijkheid om zowel de management als de gewasgroei op perceel niveau te kwantificeren en te volgen. Het is zelfs mogelijk om de groeipatronen binnen percelen te onderscheiden voor precisielandbouwdoeleinden.

Voor het eerst wordt het hiermee mogelijk om groeiparameters als gewasopkomst, gewassluiting, afrijping en oogstmoment te kwantificeren per gewasperceel. Maar ook of er een groenbemester na de reguliere teelt wordt verbouwd (al dan niet verplicht). En zelfs wanneer er is geploegd (en/of gezaaid), zowel voor als na de oogst van het hoofdgewas.

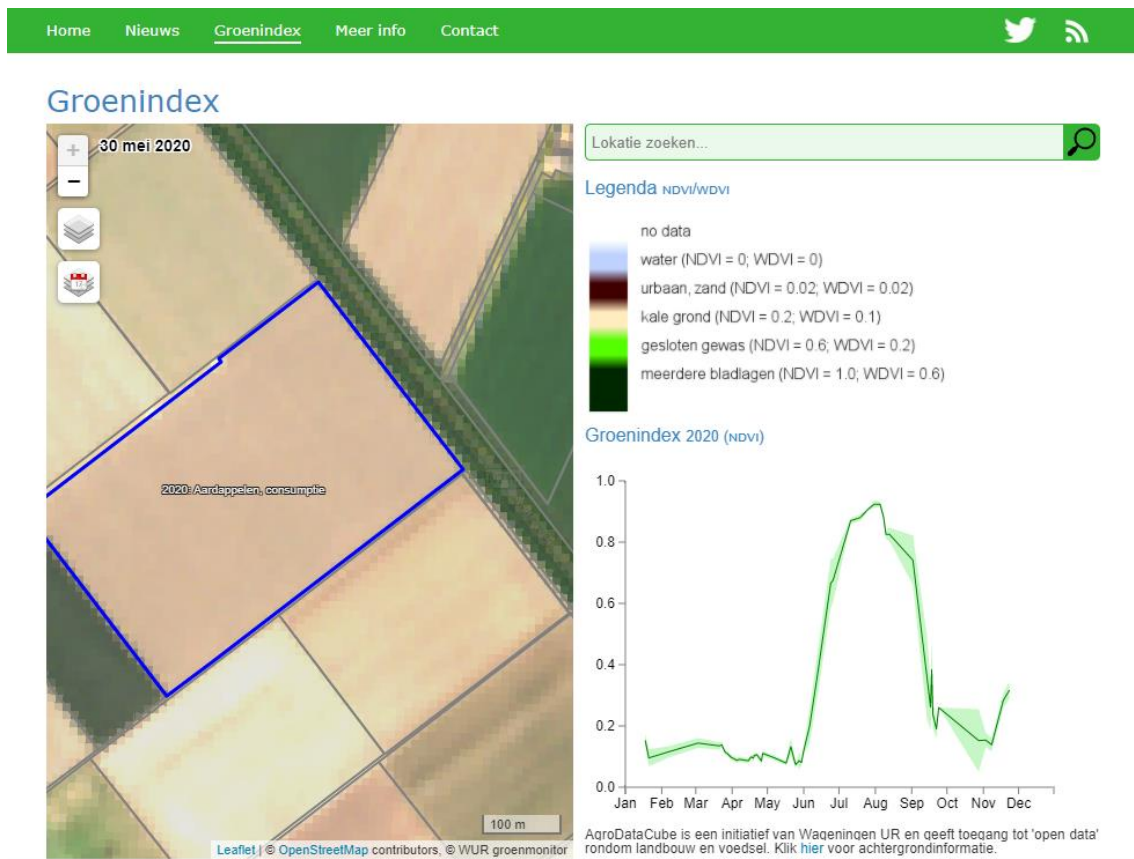
Wageningen Environmental Research (WENR) heeft een akkerland monitoring service ontwikkeld waarmee op basis van satellietbeelden de gewasgroei wordt gemonitord. In 2018, 2019 en 2020 is hiermee proefgedraaid met positieve resultaten.

2. Groenmonitor.nl

Groenindex (NDVI)

In 2012 heeft WENR de Groenmonitor ontwikkeld om met behulp satellietbeelden het landoppervlak van Nederland te monitoren met een resolutie van 25m en sinds 2017 zelfs 10m. Drie a vier keer per week komt er een satellietbeeld beschikbaar (voornamelijk Sentinel-2 optisch). Uit deze opnames kan bij afwezigheid van wolken een groenindex (NDVI) worden bepaald. De index bepaalt letterlijk hoe groen het oppervlak is (een maat voor de hoeveelheid groene biomassa die er staat) en is een maat voor hoe snel de planten groeien. Dit is voor iedereen te volgen op de website <https://www.groenmonitor.nl/>.

¹ Zomer-, winter tarwe/gerst, haver, triticale, overige granen



Figuur 1: Screenshot <https://www.groenmonitor.nl/>: De grafiek geeft het verloop van de groenindex van een aardappel perceel weer voor het jaar 2020.

Kwaliteit garantie groenindex

Voorwaarde voor een goede en volledige gewasmonitoring mbv de NDVI is wel dat er

- voldoende (gedeeltelijk) onbewolkte satellietbeelden in de tijd beschikbaar zijn,
- dat de bewolking en bijbehorende wolkenschaduwen er volledig uitgefilterd zijn en
- dat alleen naar pure pixels wordt gekeken, d.w.z. RS-pixels die 100% binnen het perceel vallen (minus een buffer-rand).

Om voldoende NDVI-momentopnames in de tijd te hebben gebruikt de Groenmonitor hiervoor meerdere satellieten van de ESA (Sentinel-2A en 2B) en de NASA (Landsat-8), welke onderling worden geïjkt, zodat het signaal uniform en vergelijkbaar is. De wolken en schaduwen worden met kunstmatige intelligentie (AI) algoritmes verwijderd, waarna een laatste manuele check plaatsvindt. Alleen zo kan WENR voldoende beelden van voldoende kwaliteit garanderen voor deze service.

3. Radar

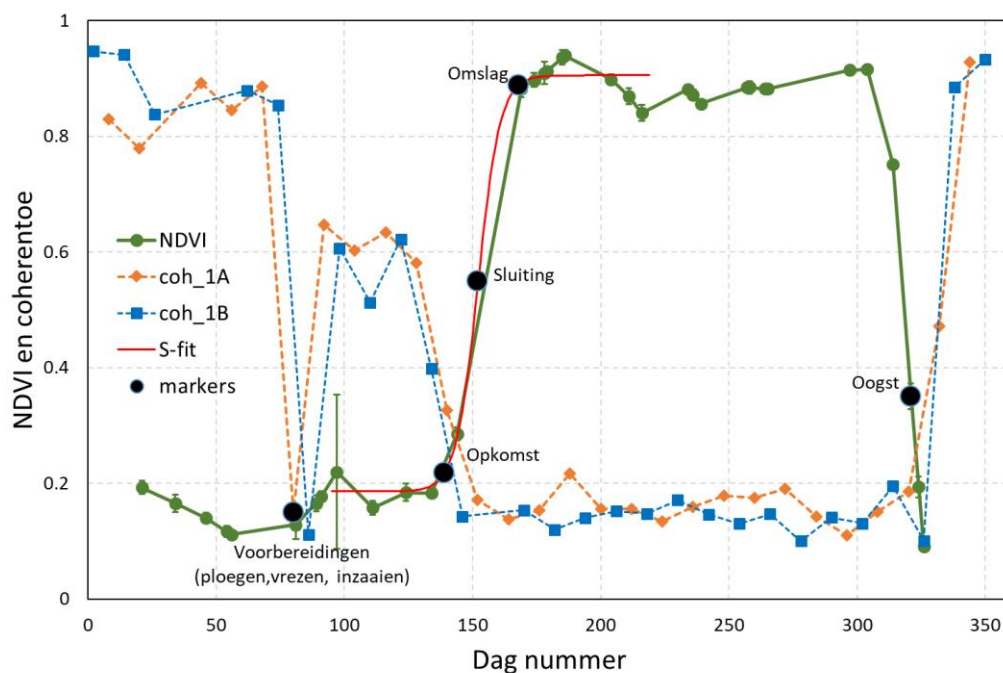
Coherentie

Sinds 2020 maakt WENR ook gebruik van radar beelden (o.b.v. Sentinel-1A en 1B). Het voordeel van radar is dat deze ongevoelig voor bewolking is. Dat betekent dat er vaker en op een vaste interval beelden beschikbaar zijn (zie bv Figuur 2). Maar uit radar kan geen groenindex worden afgeleid. Radar is daarentegen heel bruikbaar voor het detecteren van veranderingen. Middels de coherentie meting wordt van twee opeenvolgende satellietopnames de structuurverandering van het landoppervlak gemeten als getal tussen 0 en 1, waarbij 0 een complete verandering aangeeft en 1 geen enkele verandering aangeeft.

Met name onder kale grond condities zijn veranderingen ten gevolg van grondbewerkingen (zoals ploegen, spitten, vreezen en inzaaien) goed te detecteren. In combinatie met de NDVI kan het ook gebruikt worden om het oogstmoment beter te bepalen. Radar-coherentie en NDVI vullen elkaar goed aan, zoals in het volgende praktijkvoorbeeld zal worden getoond.

4. Gewasmonitoring – praktijk voorbeeld

Met behulp van de NDVI- en radar-coherentie tijdseries kan op perceel niveau het gewas en bijbehorende activiteiten worden gemonitord. Dat wordt gedemonstreerd in onderstaande Figuur 2, een perceel met suikerbieten. In het begin van het jaar (winter) is het perceel kaal, de NDVI (groene punten-lijn) is laag (< 0.3) en de coherentie signaal (blauwe en roze punten-lijn) is juist hoog (typisch voor kale grond). Rond dag nummer 75 (16 maart) is er een plotselinge daling in de coherentie te zien, er heeft een verandering plaats gevonden. In dit geval is dat het gevolg van grondbewerkingen. Het perceel wordt geprepareerd voor het nieuwe groeiseizoen. Kort daarna is er weer een verandering te zien (dag nummer 100, 10 april). Dit is het moment van inzaaien. Ongeveer 50 dagen later, rond dag 150 (30 mei) geeft vervolgens het NDVI-signaal aan dat het gewas langzaam aan het opkomen is. De NDVI neemt langzaam toe van 0.2 tot ~ 0.9 . De NDVI volgt hier een S-curve (of sigmoïd). Uit de gefitte S-curve (de rode curve in onderstaand figuur) die de gewasopkomst beschrijft kan de start van het groeiseizoen worden afgeleid (d.w.z. de opkomst datum), alsmede de snelheid van de opkomst en de sluiting van het gewas (sluitingsdatum, moment waarop het gewas de bodem volledig bedekt). Vanaf het omslagpunt van het gewas tot aan de afrijping en/of oogst van het gewas gaat normaal gesproken alle zonne-energie zitten in de vruchtontwikkeling. Tot aan dag 300 (27 oktober) is te zien dat het gewas helemaal groen is en goed groeit (hoge NDVI, ~ 0.9) en ook de coherentie is dan zeer laag (~ 0.2). Rond dag 300 is te zien dat de NDVI afneemt en dat de spreiding in het veld ook toeneemt (grote groene foutenbalkjes). Het kan zijn dat het perceel in delen wordt geoogst. Maar het kan ook komen door de bladeren die zijn achtergebleven op het perceel en langzaam verkleuren. Rond dag 325 bereikt de NDVI de waarde ~ 0.2 en is ook het coherentie signaal vrij snel toegenomen. Dit geeft aan dat het gewas is geoogst.



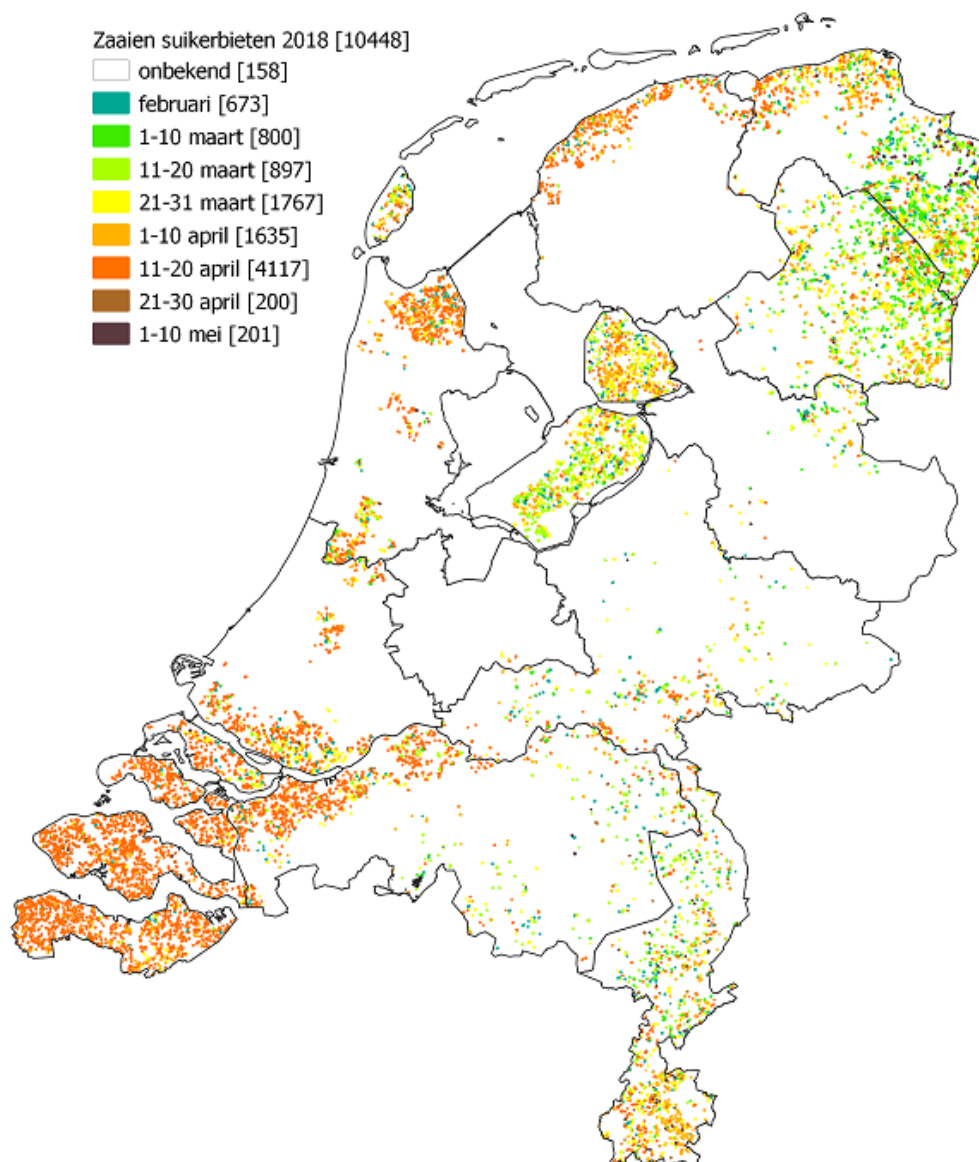
Figuur 2: NDVI- en radar-coherentie tijdseries van een suikerbieten perceel. De rode curve is de gefitte S-curve voor het bepalen van de opkomst, sluiting en omslagpunt. Totslot worden ook de momenten vastgesteld wanneer het perceel wordt geprepareerd (ploegen, vreezen, inzaaien) en het gewas wordt geoogst.

Door elk perceel (dat voldoende groot is om te worden gezien door de satelliet-sensoren) in Nederland te monitoren m.b.v. NDVI- en radar-coherentie tijdseries kan uiteindelijk voor al die percelen het gewas en de bijbehorende activiteiten worden gevolgd.

5. Gewas indicatoren en statistiek

Zoals in het voorgaande praktijk voorbeeld is gedemonstreerd, detecteert het gewasmonitoring algoritme verschillende activiteiten (zoals ploegen en oogsten), maar ook specifieke momenten in de groeistadia van het gewas (zoals de opkomst, sluiting en omslagpunt van het gewas). Daarnaast kan worden aangegeven of het perceel in de winter/voorjaar groen of kaal is (met bv een groenbemester/ vanggewas) voordat het zomergewas wordt ingezaaid. Dat geldt ook voor het najaar, na de oogst van het hoofdgewas.

Met deze verkregen informatie kunnen zowel ruimtelijke als temporele analyses worden gedaan. De gewasmonitoring kan ook worden gevolgd in de tijd. Zodoende kan van elke gewasparameter alle informatie verzameld worden tot een soort van gewasgroei statistiek. Hieronder worden een aantal voorbeelden gegeven van de mogelijkheden van deze nieuwe informatie.



Figuur 3: Moment van zaaien suikerbieten in 2018.

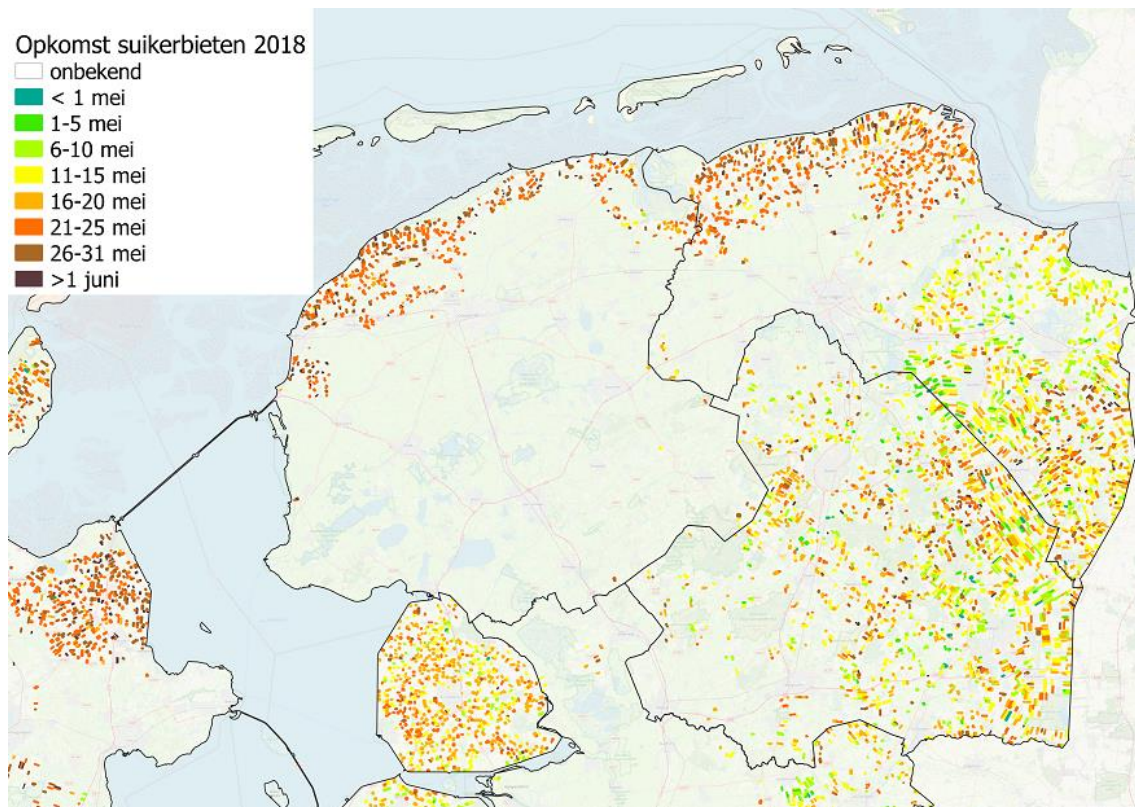
5.1 Ploegen en/of inzaaien voorjaar

Figuur 3 laat de zaaidatum in 2018 zien van suikerbieten, zoals gedetecteerd door het satelliet signaal. Duidelijk zichtbaar is dat Flevoland en delen van noordoost Groningen en Drenthe eerder zijn dan de meeste andere gebieden. De kou in het voorjaar en de vele regen zorgde met name in Zeeland voor vertragingen. Een en ander komt goed overeen met de meldingen van BoerenBusiness ([bron](#)).

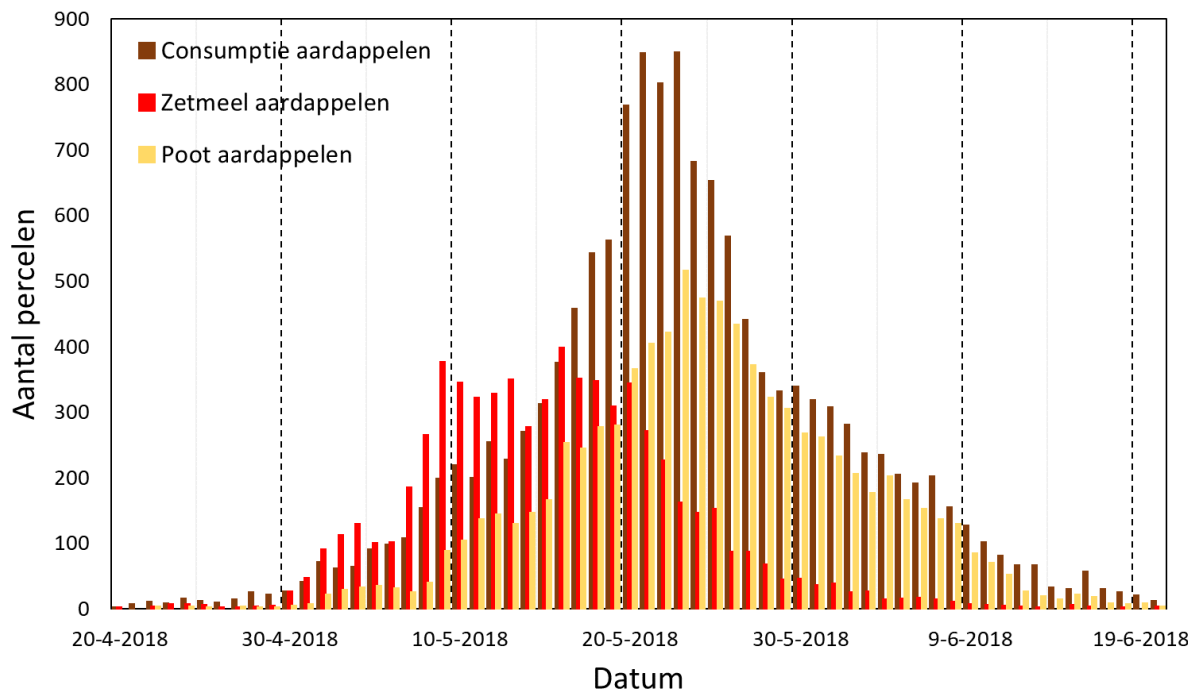
5.2 Gewasopkomst

Figuur 4 geeft een ruimtelijk beeld van de gewasopkomst van suikerbieten in delen van Friesland, Groningen, Drenthe, de Noordoost polder en Noord-Holland in 2018. Duidelijk is te zien dat ten noorden van Friesland en Groningen de opkomst wat later is dan in de Noordoost polder, het zuiden van Groningen en Drenthe.

In combinatie met de gewasinformatie uit de BRP kan vervolgens ook gekeken worden naar de groei-statistiek per gewas. In dit geval is een histogram te zien (Figuur 5) van de opkomst van zetmeel, consumptie- en pootaardappelen in 2018. Duidelijk is te zien dat zetmeel aardappelen als eerste opkomen, gevolgd door de consumptie aardappelen en tot slot de zetmeel aardappelen.

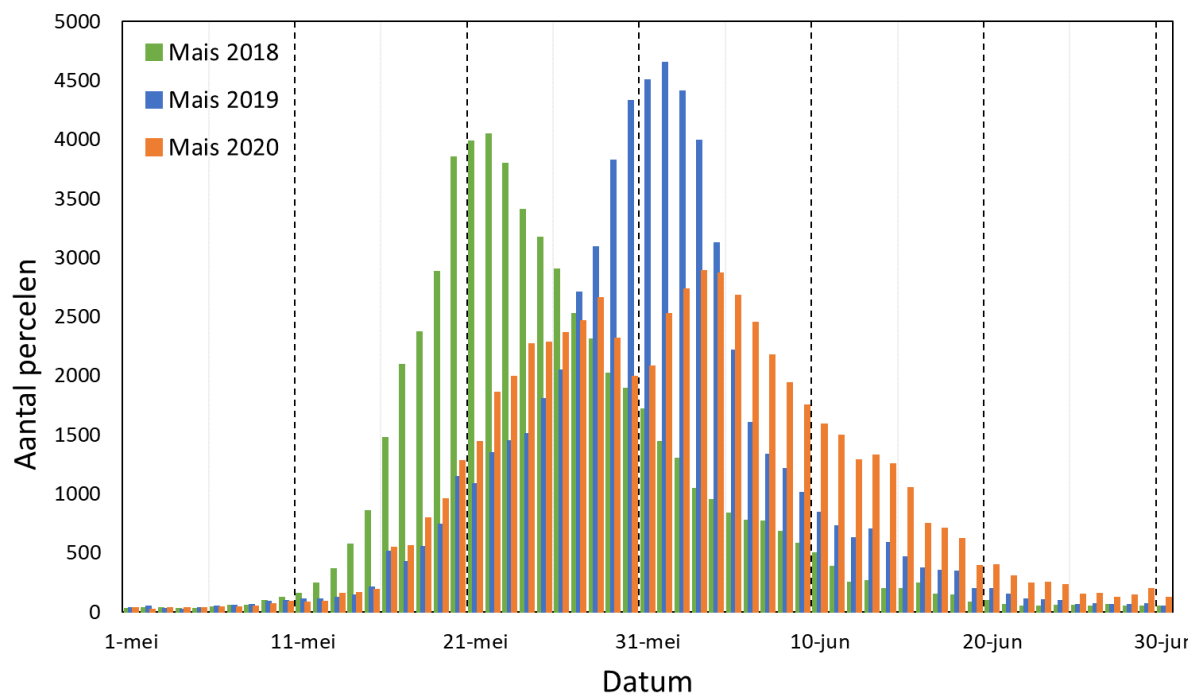


Figuur 4: Opkomst moment suikerbieten 2018.



Figuur 5: Histogram opkomst van consumptie-, poot-, en zetmeel aardappelen in 2018.

Het is ook mogelijk om onderlinge jaren te vergelijken voor een specifiek gewas, bijvoorbeeld mais. Figuur 6 laat de histogram zien van de opkomst van mais voor de jaren 2018, 2019 en 2020. Duidelijk is te zien dat in 2018 de mais eerder opkwam dan in 2019 en 2020.



Figuur 6: Histogram opkomst mais in 2018, 2019 en 2020.

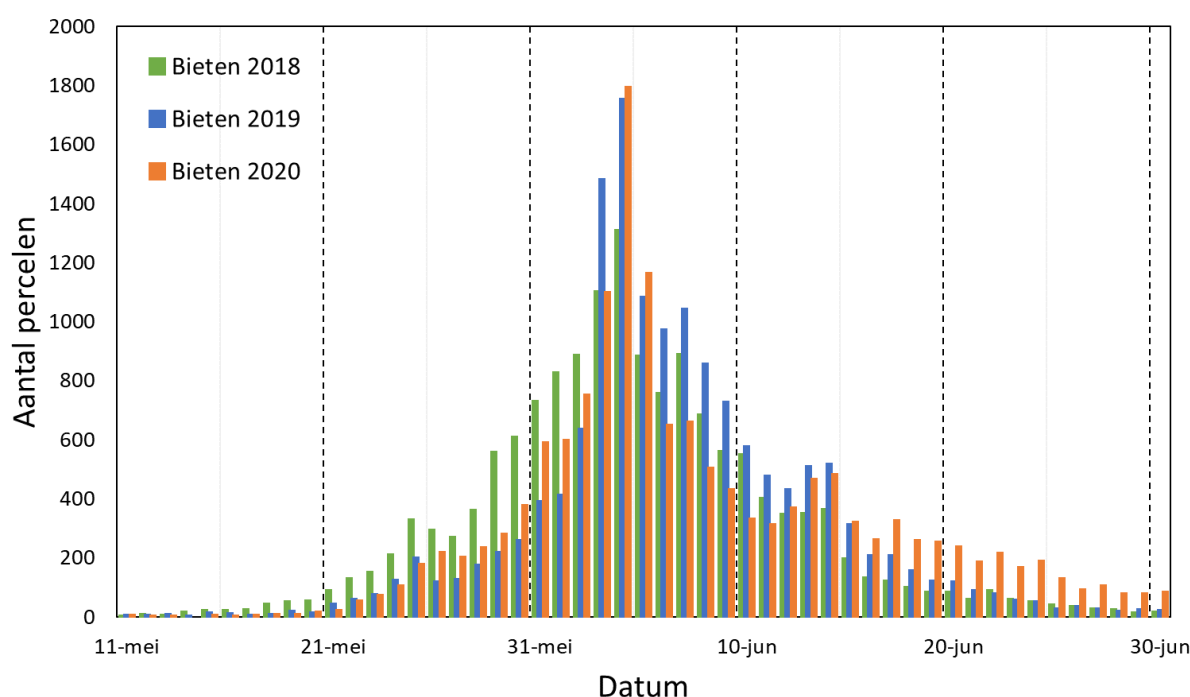
5.3 Sluitingsdatum

Een ander belangrijk moment bij de ontwikkeling van het gewas is het moment van sluiting. Dat is het moment waarop het gewas de bodem volledig bedekt. Bij suikerbieten is het moment van sluiting een goede indicatie voor het bereiken van de groeipunts-datum (GPD). De GPD betekent de namelijk de start van de suikerproductie. Dit punt wordt bereikt zo'n 5 dagen na het sluiten van het gewas. Daarnaast is het moment van sluiting ook belangrijk, omdat vanaf dat moment bladschimmels zich kunnen gaan ontwikkelen. Reden voor de boer om extra alert te zijn. De gemiddelde GPD's van 2018 t/m 2020, vastgesteld door de Suiker Unie staan in Tabel 1.

Figuur 7 toont de histogram van de sluitingsdatum van suikerbieten voor 2018, 2019 en 2020, gebaseerd op de RS-waarnemingen. De bijbehorende gemiddelde sluitingsdatum staan in Tabel 1. In 2018 was de inzaai van bietenzaad gemiddeld laat, echter het gunstige weer daarna resulteerde in een voorsprong, met een gemiddelde GPD van 11 juni ([bron](#)). De vroege sluiting in 2018 is ook de zien in Figuur 7. Zoals al eerder gezegd wordt de GPD bereikt ongeveer 5 dag na de sluiting van het gewas. Op basis van de RS-waarnemingen vinden we dat de gemiddelde sluiting 9 dagen eerder is.

Tabel 1: Gemiddelde GPD (Suiker Unie) en sluiting (RS-waarnemingen) van suikerbieten in 2018, 2019 en 2020.

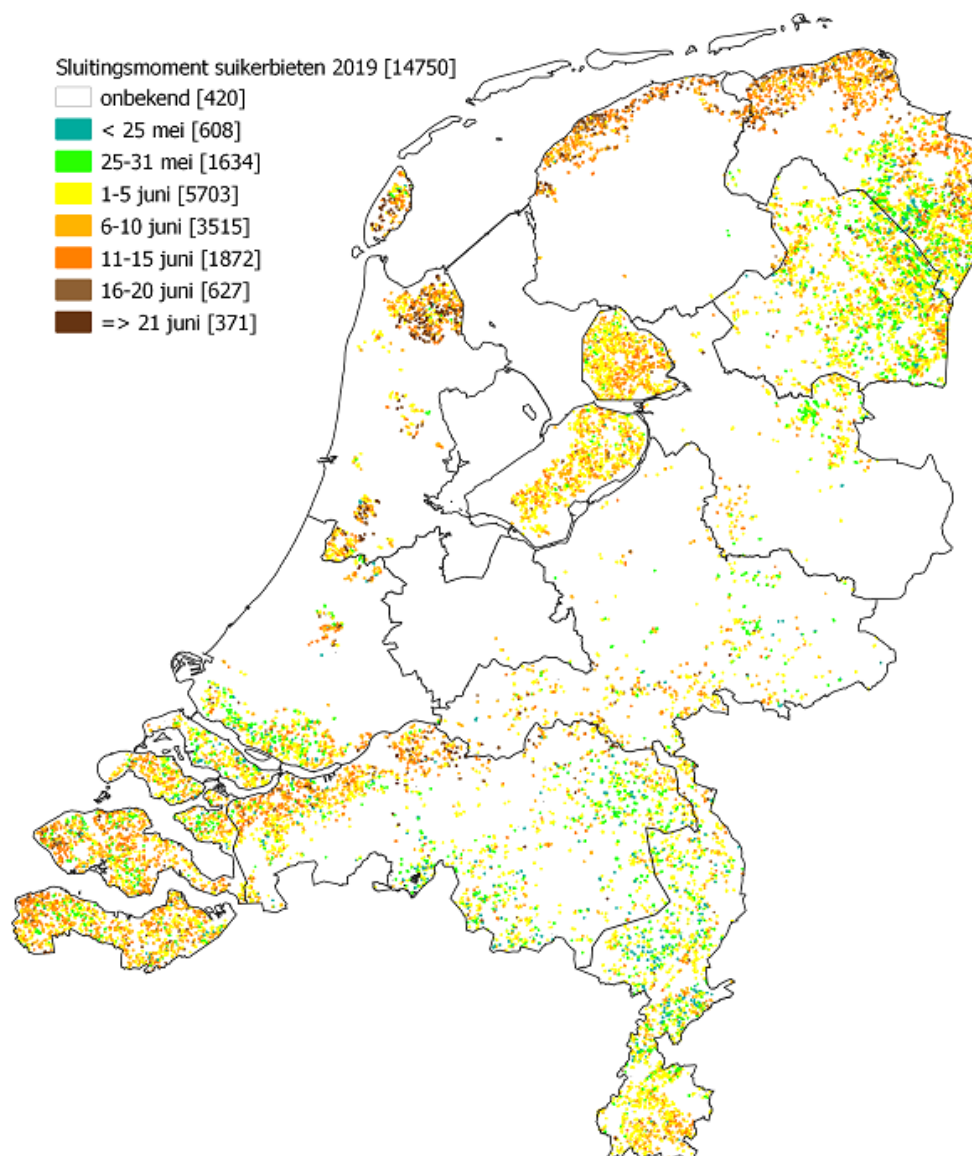
Jaar	Gemiddelde GPD Suiker Unie	Gemiddelde sluitingsdatum RS
2018	11 juni (bron)	4 juni
2019	18 juni (bron)	6 juni
2020	17 juni (bron)	8 juni



Figuur 7: Histogram sluitingsdatum suikerbieten in 2018, 2019 en 2020.

In 2019 liep de spreiding in de GPD volgens de Suiker Unie uiteen van 13 juni voor de Zeeuwse eilanden tot 22 juni voor de noordelijke zand- en dalgronden. In 2020 varieerde het tussen 10 juni voor Zeeuws-Vlaanderen tot 25 juni voor het Noordelijk zandgebied. Ook de RS-waarnemingen laten ook een gespreid beeld zien zoals in de histogram is te zien (Figuur 7).

Figuur 8 geeft een ruimtelijk overzicht. Het algemene patroon in 2019 is dat de percelen in het noorden van het land (Noord-Holland en het noorden van Friesland en Groningen) wat later zijn dan die in het zuiden. Met name de percelen in Limburg, Brabant maar ook Drenthe zijn er vroeg bij. Binnen Zeeland en Zuid-Holland is wat meer spreiding zien tussen de percelen. Flevoland zit meer in de middenmoot.

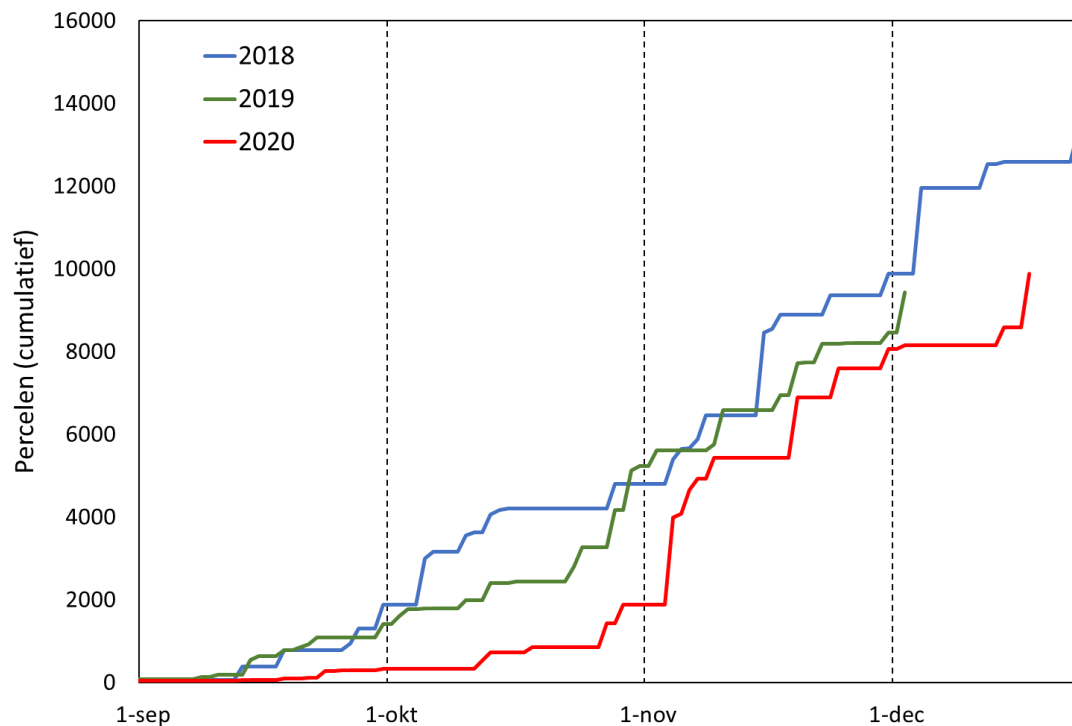


Figuur 8: Sluitingsdatum suikerbieten 2019.

5.4 Oogst

Suikerbieten

Normaal loopt de bietencampagne (oogsttijd van bieten) van half september (2019: 6-10 september) tot half november. In 2020 begon de bietencampagne op verzoek van veel telers wat later, namelijk rond 22 september, vanwege de gematigde opbrengstverwachting en moeizame start van het groeiseizoen ([bron](#)). De moeizame start van de campagne in 2020 is ook goed te zien in onderstaande grafiek (Figuur 9). Deze laat cumulatief het aantal suikerbieten percelen zien die zijn geoogst voor de jaren 2018 t/m 2020. Pas begin november neemt het aantal geoogste percelen snel toe t.o.v. de jaren 2018 en 2019.



Figuur 9: Het cumulatief opgetelde aantal suikerbieten percelen dat geoogst is in 2018, 2019 en 2020.

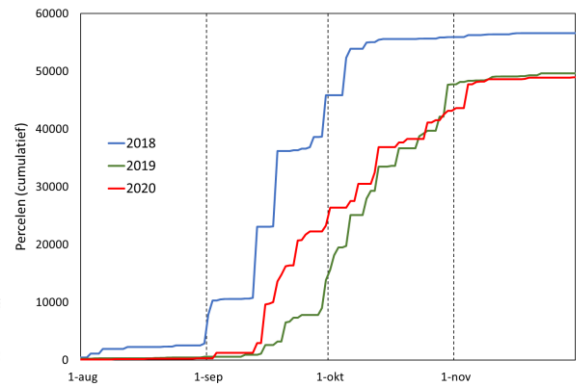
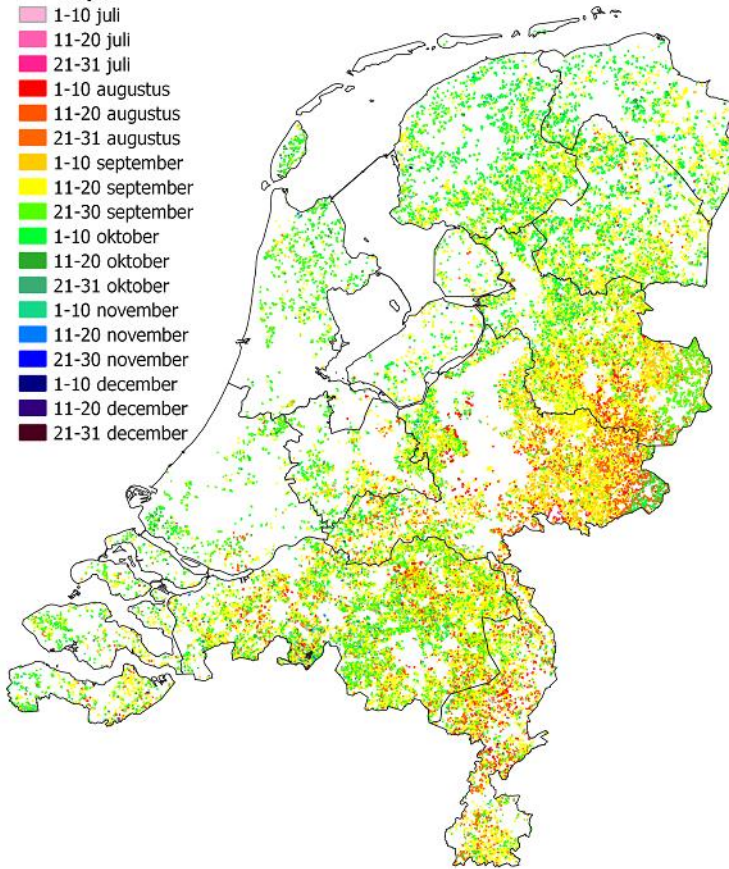
Snijmais

De maïs oogst was in 2018 uitzonderlijk vroeg van start gegaan. De lange warme, droge zomer zorgde ervoor dat veel mais verdroogde. Maar ook de goede percelen (beregende) zijn op veel plaatsen al vroeg oogstrijp ([bron](#)). Dit is ook terug te zien in Figuur 10, waarin de oogst van snij mais is te zien voor 2018-2020 o.b.v. de RS-waarnemingen. In heel Nederland was de oogst van mais vroeg, en met name in het oosten en zuiden van het land. De cumulatieve histogram geeft dat ook duidelijk aan en komt goed overeen met de waarnemingen van NieuweOogst: "Mais oogst 2020 vroeger dan vorig jaar en iets later dan in het droge jaar 2018" ([bron](#)).

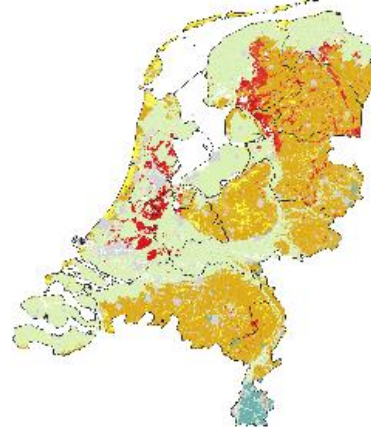
Met ingang van 1 januari 2019 geldt voor de maisteelt op zand- en lössgronden (oranje gebieden in kleine figuur in Figuur 10) dat vóór 1 oktober een vanggewas ingezaaid of ondergezaaid moet worden. In 2019 is dat nog niet duidelijk te zien, echter in het beeld 2020 is dat wel het geval.

Oogst snijmais 2018

- onbekend
- < 1 juli
- 1-10 juli
- 11-20 juli
- 21-31 juli
- 1-10 augustus
- 11-20 augustus
- 21-31 augustus
- 1-10 september
- 11-20 september
- 21-30 september
- 1-10 oktober
- 11-20 oktober
- 21-31 oktober
- 1-10 november
- 11-20 november
- 21-30 november
- 1-10 december
- 11-20 december
- 21-31 december

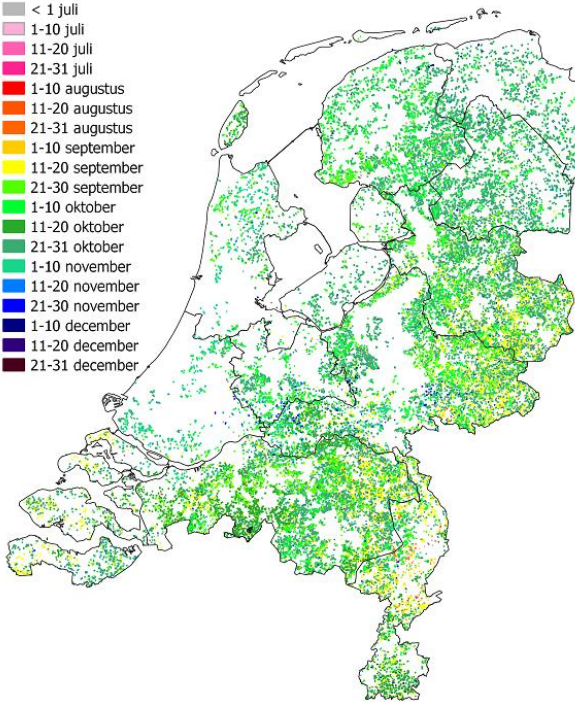


Bodemkaart: oranje gebieden zijn zand- en lössgronden



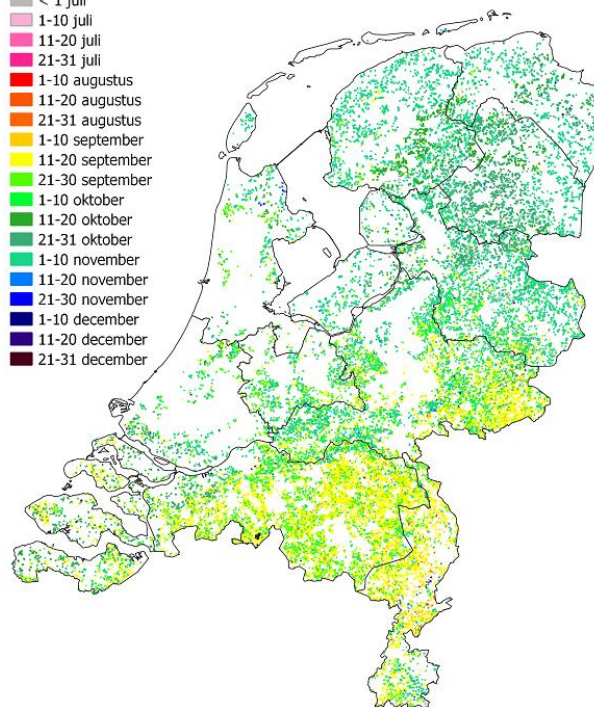
Oogst snijmais 2019

- onbekend
- < 1 juli
- 1-10 juli
- 11-20 juli
- 21-31 juli
- 1-10 augustus
- 11-20 augustus
- 21-31 augustus
- 1-10 september
- 11-20 september
- 21-30 september
- 1-10 oktober
- 11-20 oktober
- 21-31 oktober
- 1-10 november
- 11-20 november
- 21-30 november
- 1-10 december
- 11-20 december
- 21-31 december



Oogst snijmais 2020

- onbekend
- < 1 juli
- 1-10 juli
- 11-20 juli
- 21-31 juli
- 1-10 augustus
- 11-20 augustus
- 21-31 augustus
- 1-10 september
- 11-20 september
- 21-30 september
- 1-10 oktober
- 11-20 oktober
- 21-31 oktober
- 1-10 november
- 11-20 november
- 21-30 november
- 1-10 december
- 11-20 december
- 21-31 december



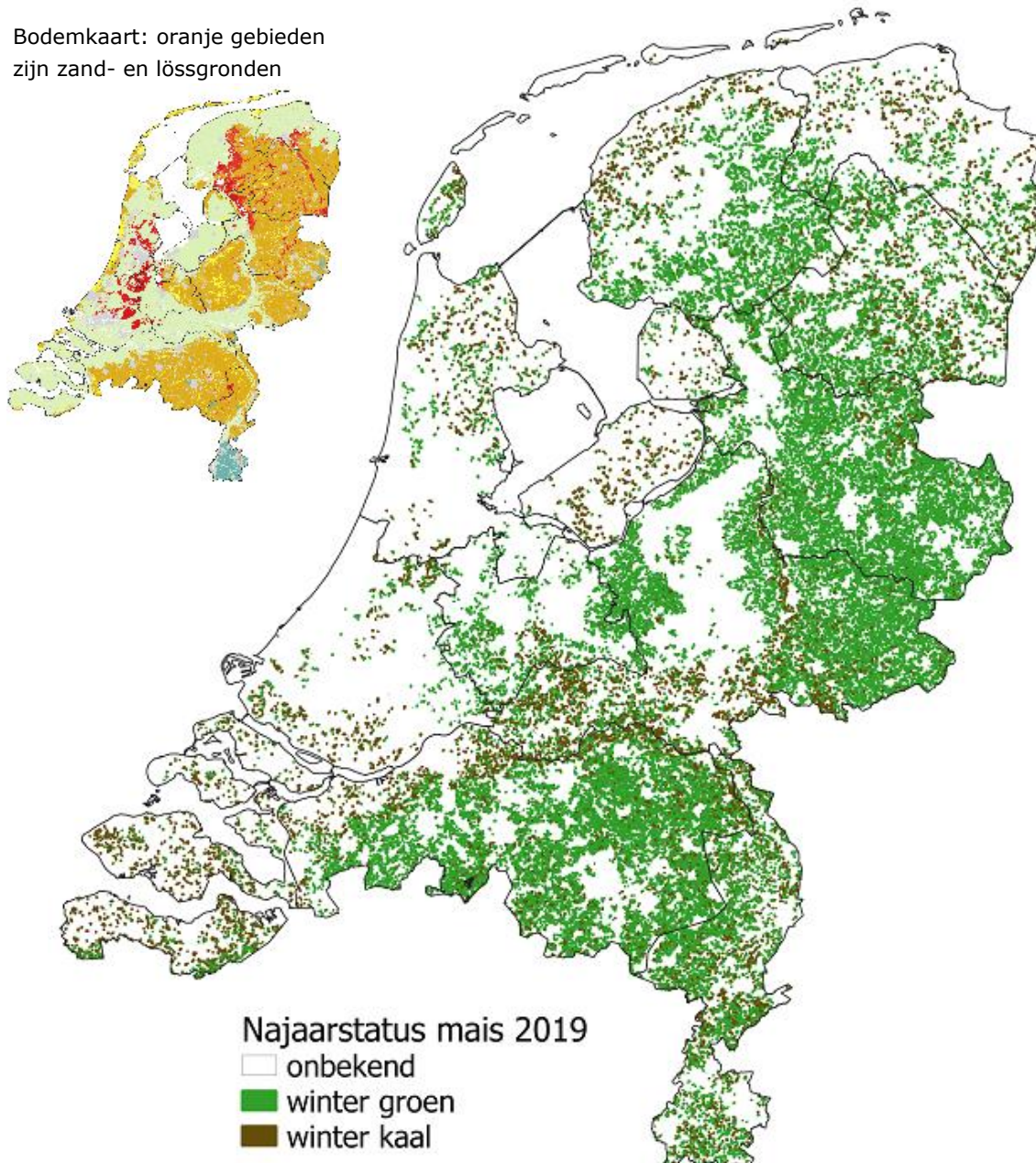
Figuur 10: Oogst snijmais in 2018, 2019 en 2020.

5.5 Winterstatus

Aanwezigheid vanggewas/groenbemester

Een vanggewas is een groenbemester dat na een hoofdgewas geteeld wordt met de bedoeling de uitspoeling van meststoffen, vooral nitraat, in het najaar en de winter te voorkomen. Vanggewassen zorgen tevens voor organische stof productie en verbetering van de bodemstructuur en zo voor versterking van het bodemleven. Bij maïsteelt op zand- of lössgrond, is het verplicht om een vanggewas in te zaaien. Dit is duidelijk te zien in onderstaand Figuur 11, de mais percelen met een vanggewas (groene percelen) liggen voornamelijk op de zand- en lössgronden (oranje gebieden). De winter-kale mais percelen daarentegen liggen op de kleigronden (licht groen).

Bodemkaart: oranje gebieden
zijn zand- en lössgronden



Figuur 11: Aanwezigheid groenbemester/vanggewas na oogst voor mais percelen in 2019.

6. Bouwland monitoring service 2021

De bouwland monitoring service zal in 2021 operationeel worden voor geheel Nederland en omvat de volgende componenten:

- Monitoring periode 1 maart t/ 31 december
- Tweewekelijks een gewasmonitoring update met daarin voor alle akkerbouw percelen de relevante groeiparameters:
 - o Gewasopkomst
 - o Gewassluiting
 - o Omslagpunt
 - o Oogstdatum
- Groenbemester indicator voorjaar en najaar (kaal of groenperceel)
- Ploeg- en inzaaidatum bepaling
- Indien gewenst een vorm van gewasgroei statistiek voor een bepaalde regio en/of bepaalde percelen (zoals hierboven beschreven)

Indien u geïnteresseerd bent in deze service en meer wilt weten over deze of andere mogelijkheden en kosten hiervan, kunt u contact opnemen met onderstaande contactpersonen.

Wouter Meijninger & Gerbert Roerink

Wageningen Environmental Research

Email: wouter.meijninger@wur.nl & gerbert.roerink@wur.nl

In eerste instantie is de bouwland monitoring service ontwikkeld voor het monitoren van landbouwgewassen. Daarnaast zijn de afgeleide indicatoren ook zeer bruikbaar in andere toepassingen, zoals:

- Biodiversiteitsmonitor Akkerbouw - Kritische Prestatie Indicatoren (KPI's)
- OpenBodemIndex - Monitoren van bodemkwaliteit en management
- Carbon farming - Stimuleren goed bodembeheer en koolstofvastlegging in Nederlandse bodems