

## Precisielandbouw voor een goede benutting van mineralen in de akkerbouw op lössgrond

Nauwkeurig werken wordt steeds belangrijker in de akkerbouw. Hier wordt op ingespeeld door bijvoorbeeld verschillende scans te maken van de bodem. De teler krijgt zo een beter inzicht in wat er speelt op zijn perceel en het geeft richting voor maatregelen op verschillende locaties. In plaats van dat er per perceel wordt bepaald wat er moet gebeuren, wordt dat bij precisielandbouw per vierkante meter of zelfs op plantniveau bepaald. Data wordt verkregen met behulp van camera's, GPS, sensortechnologie en ICT. Een aantal precisielandbouwmethoden die bijdragen aan optimale benutting van de mineralen worden hier beschreven.

### Inzicht in gewas, bodem en bemesting

#### Bodemgesteldheid met behulp van geleidbaarheidsscanners

Een geleidbaarheidsscanner maakt [scans](#) van de [EC-waarden](#) op verschillende diepten in de bodem terwijl je eroverheen rijdt met de scanner. Op schrale ondergronden zoals zandgrond wordt geadviseerd om op 1,5 meter diepte te scannen omdat deze bodems een lagere geleidbaarheid hebben.



Figuur 1. Dualem bodemsensor

De sensor meet op meerdere dieptes in één werkgang de geleidbaarheid ([EC-waarde](#)) van de bodem. De EC-waarde is gelinkt aan uiteenlopende factoren die zorgen voor een lagere dan wel hogere geleidbaarheid. De scans geven daardoor goed inzicht in de variabiliteit van de bodem. Het is vervolgens per situatie de vraag welke van de volgende factoren en in welke mate deze de hogere of lagere EC veroorzaken:

- **Vochtgehalte.** Hoe hoger het vochtgehalte, hoe hoger de geleidbaarheid. Waar een bodemscan op een kleibodem vooral wat zegt over het lutumgehalte in de kleideeltjes zegt een bodemscan van een zandbodem vooral wat over vocht;
- **Zoutgehalte.** Opgeloste zouten in de bodem verhogen de geleidbaarheid;
- **Organische stofgehalte.** Een hoger organische stofgehalte resulteert in een hogere geleidbaarheid;
- **Gehalte aan kleideeltjes.** Kleideeltjes zijn negatief geladen en hebben daardoor een hogere geleidbaarheid dan zandeeltjes;
- **Textuur.** Geleidbaarheid wordt beïnvloedt door het formaat en de vorm van poriën tussen de bodemdeeltjes. Daarom geleidt zand ook minder dan bijvoorbeeld een kleigrond;
- **Temperatuur.** Indirect wordt de geleidbaarheid bepaald door temperatuur, doordat het de fasetoestand van water beïnvloedt;

De data wordt gekalibreerd en omgezet naar kaartmateriaal dat de verschillen in EC binnen het perceel weergeven. De gegevens kunnen gebruikt worden voor:

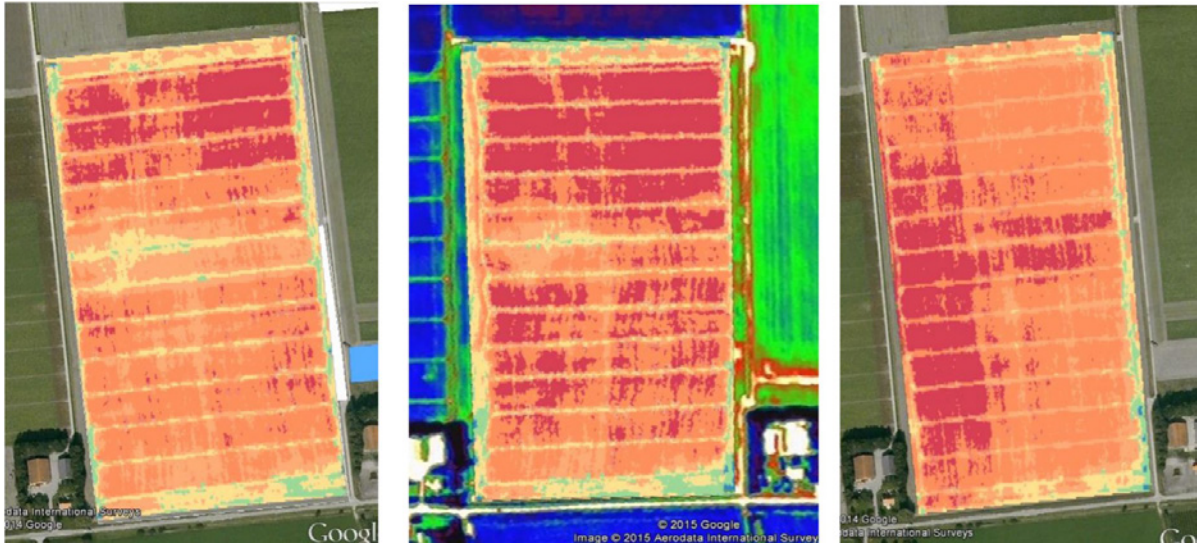
- verder onderzoek naar bovengenoemde EC gerelateerde aspecten;
- bijsturing zoals variabel bemesten, bekalken, organische stof toedienen;
- verklaren van plaats-specifieke opbrengstverschillen en bodemgesteldheid.

Zie voor meer informatie de beschrijving van [deze](#) of een [andere bodemscanner](#). Welke scanner het beste is, is nog onduidelijk, lees hierover meer in [dit artikel van Nationale Proeftuin Precisie Landbouw](#).

## Tijdig naar het gewas kijken met satellietbeelden of spectraalbeelden

Verschillen in gewasgroei kunnen met behulp van satelliet- of spectraalbeelden vanuit de lucht eerder worden gesignaleerd dan op het blote oog. Gratis [satellietbeelden](#) zijn voor iedereen online beschikbaar. Deze beelden zijn echter niet nauwkeurig genoeg om een bemestingsadvies op te baseren. De beelden geven wel verschillen in het perceel weer wat de teler kan helpen om het beheer aan te passen op het perceel. Aan de hand van de beelden kan in het veld op afwijkende plaatsen worden nagegaan wat er aan de hand is. Hierdoor kan plaats-specifiek een probleem worden aangepakt.

Er zijn verschillende manieren om spectraalbeelden van een perceel te verkrijgen. Dit kan doormiddel van een vliegtuig of een drone voorzien van geavanceerde sensoren die bijvoorbeeld de biomassa, infraroodstraling of temperatuur weergeven. Met deze opnamen kunnen verschillen in het gewas worden opgespoord. Het is in feite een extra oog om de ontwikkeling van het gewas in de gaten te houden en problemen zoals verdichting, ziektehaarden, nutriënten- of vochttekorten op te sporen. De verschillen in het gewas kunnen vervolgens plaats-specifiek aangepakt worden. Het is daarbij belangrijk om meerdere malen gedurende het seizoen opnames maken omdat verschillen het ene moment zichtbaar kunnen zijn en later weer wegtrekken of andersom (Figuur 2).



**Figuur 2. Verschillen in het gewas zijn afhankelijk van het moment van waarnemen, zoals ook blijkt uit deze beelden (v.l.n.r. beelden genomen op 23 juni, 3 juli en 8 juli). Om goed inzicht te krijgen is het belangrijk om meermaals gedurende het seizoen beelden te verzamelen.**

Voordelen van spectraalbeelden ten opzichte van satellietbeelden zijn:

- Kwaliteit is minder weersafhankelijk. Een vliegtuig kan onder de wolken doorvliegen die anders de meting blokkeren;
- De kwaliteit van de data is doorgaans beter dan die van sensoren op een trekker of veldspuit;
- Spectraalbeelden zijn 100% vlakdekkend;
- Tijdens één vlucht kunnen meerdere typen data worden verzameld.

## Taakkaarten

Met de hierboven beschreven beelden en scans worden verschillen binnen het perceel opgespoord. Deze verschillen kunnen vervolgens worden verklaard door wisselende mineralenhuishouding, aaltjesdruk, water afvoerend vermogen van de bodem, onkruiddruk etc. Deze plaats-specifieke problemen moeten plaats-specifiek worden geïdentificeerd en opgelost. Dit kan met behulp van taakkaarten; een taakkaart stuurt een machine aan waarop deze de dosering van bijvoorbeeld gewasbeschermingsmiddelen aanpast op de plaats-specifieke status.

## Bladmonsters

De nutriëntenhuishouding in een aantal individuele planten geeft een redelijk beeld van de benutting van mineralen in het gewas. De gratis satellietbeelden kunnen worden gebruikt om verschillen in het perceel op te sporen en op deze locaties vervolgens van planten ieder apart het blad te bemonsteren. Hierdoor kan plaats-specifiek de bemesting worden aangepast zodat er binnen het perceel niet overbemest of onderbemest wordt.

Resumerend stappenplan bij het gebruik van spectraalbeelden:

- Zones in het perceel zichtbaar op kaart / waar is iets aan de hand?
- Veldinspectie en monsternamen (bodem, aaltjes en/of gewas) / wat is er aan de hand?
- Plaats-specifieke maatregelen



**Figuur 3. Als vervolgstap op de spectraalbeelden kan met behulp van plantsapmonsters verder worden nagegaan waar het gewas behoefte aan heeft op specifieke locaties in het perceel.**

## Precieze toediening

We spreken van precisiebemesting als mest met aangepaste dosering wordt toegediend op basis van GPS-locatie, meting van gehalten in de mest en/of variabiliteit in bodem of gewas. De belangrijkste systemen voor precisiebemesting worden hier toegelicht.

### GPS-sectieafsluiting op bemestingsapparatuur

Bij [GPS-sectieafsluiting](#) is de bemester in de werkbreedte verdeeld in secties met één of meerdere mesttoedieningselementen, die elk apart in- of uitgeschakeld kunnen worden. Deze schakeling wordt gestuurd op basis van GPS-locatie in het veld. Hiermee kan zodanig gestuurd worden dat werkgangen elkaar niet of minimaal overlappen. Plaatselijke overdosering wordt zodoende sterk verminderd en er kan bovendien automatisch op gestuurd worden dat er geen mest wordt toegediend in de teeltvrije randen van percelen.

### Sturing van de dosering op gehaltemeting mineralen in mest

In de praktijk blijken de gehalten aan mineralen in ladingen mest sterk te kunnen variëren. Bij dosering op basis van alleen de hoeveelheid in m<sup>3</sup>, is er grote kans dat plaatselijk mineralen strek worden over- of ondergedoseerd. Door constant de mineralengehalten zoals stikstof en fosfaat in de meststroom te meten en daarop de hoeveelheid automatisch af te stemmen op de behoefte van specifieke locaties in het veld, kan nauwkeurig in de gewasbehoefte worden voorzien en risico van over- of onderdosering verminderd. De techniek die hiervoor wordt toegepast is een [NIR-sensor](#). Op basis van lichtreflectie van een product zoals drijfmest, herleidt het systeem de samenstelling. Op basis van ijklijnen worden deze gegevens doorgerekend naar inhoudsstoffen of gehalten.

Hoewel het dus een indirecte meting betreft en de kwaliteit afhankelijk is van de ijklijnen, geeft het een goede indicatie van de gehalten droge stof, stikstof, fosfaat en kalium in de mest. Gegevens komen direct online. Bij veranderende meetwaarden wordt direct de dosering in hoeveelheid mest aangepast, zodat de juiste hoeveelheid mineralen direct ter

plaatse wordt gedoseerd. Bij gebruik van een GPS-systeem en datalogger op de trekker met bemester is naderhand ook precies inzichtelijk welke hoeveelheid waar is gedoseerd. Voordeel van dit systeem is dat de informatie direct op het moment van uitrijden beschikbaar is, er heel vaak gemeten wordt, wat mogelijk betrouwbaardere informatie geeft over hoeveelheden mineralen in de mest dan lab-analyse van enkele monsters.

### **Verdere sturing van doseringen**

Naast de bemesting kan aan de hand van precisiemetingen van gewasgroei of bodemverschillen verder worden aangestuurd met variabele doseringen van bijvoorbeeld organische stof of gewasbeschermingsmiddelen.