

Precisielandbouw: slim combineren van nieuwe technologieën

GPS, sensortechnologie, ICT en robotisering zijn allemaal essentiële ingrediënten voor de ontwikkeling van precisielandbouw. Een innovatie die gaat bijdragen aan de welhaast onmogelijke opgave om meer te produceren met minder input en lagere emissies. Dit artikel beschrijft hoe de essentiële technologische puzzelstukjes in elkaar passen en welke bijdrage precisielandbouw kan leveren aan de toekomst van de open teelten.

De toekomstige agrarische sector moet meer kunnen produceren met minder milieubelasting, zo luidde één van de uitkomsten van het toekomstbeeldenproject van de systeem-innovatieprogramma's in 2003. Dit streefbeeld heeft sindsdien alleen maar aan belang toegenomen in het licht van de eindigheid van diverse grondstoffen en het garanderen van voldoende voedsel voor de wereldbevolking. Meer produceren met een grotere duurzaamheid is echter niet te bereiken via een verdere optimalisatie van de huidige landbouwpraktijk. Nieuwe technologieën en nieuwe benaderingen zijn nodig om de koppeling tussen productieverhoging en milieubelasting te doorbreken. Denk bijvoorbeeld aan teelt de grond uit (pag. 14), het functioneel inzetten van agrobiodiversiteit of moderne veredelings technieken voor het ontwikkelen van rassen die efficiënter omgaan met energie, water en nutriënten en die toe kunnen met minder gewasbeschermingsmiddelen.

Precisielandbouw in opkomst

Vernieuwingen komen vaak tot stand als technologieën en benaderingen uit andere domeinen een nieuwe toepassing krijgen en worden doorontwikkeld. Dit geldt heel sterk voor de precisielandbouw, waar de mechanisatie uit de landbouw gekoppeld wordt aan de sensortechnologie uit de ruimtevaart, technieken uit de bodemkunde, GPS-systemen uit de defensie-industrie, toepassingen uit de ICT-branchen en robotisering uit de industrie (kader pag. 22-23).

Wetenschappers zagen eind jaren tachtig al de potenties van precisielandbouw. De meerwaarde ligt op het vlak van besparingen op input (meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen), hogere opbrengsten door maatwerk, minder kans op emissies naar het milieu en residuen in het gewas, verlaging van arbeidsbehoefte en meer gemak en kwaliteit bij de uitvoering van teeltmaatregelen. Door het recent beschikbaar komen van technologieën uit andere domeinen, kan het concept nu pas goed worden uitgewerkt. Het

Innovaties uit andere domeinen

Positiebepaling. Nauwkeurige positiebepaling is essentieel voor precisielandbouw. GPS was het eerste systeem dat hiervoor beschikbaar kwam vanuit de Amerikaanse defensie-industrie. Er zijn echter ook andere systemen, zoals het Europese Galileo, het Russische Glonass en het Chinese Beidou. De overkoepelende term voor deze systemen is GNSS (Global Navigation Satellite System). Met deze systemen kunnen plaatsbepalingen binnen een perceel of gewas gedaan worden tot op enkele centimeters nauwkeurig, afhankelijk van de hulpmiddelen en diensten die de toepasser daarbij betreft.

Sensoren. Plaatsspecifieke verschillen binnen een perceel of gewas waarnemen en vastleggen is ook een belangrijk element in de preci-

sielandbouw. Daarbij zijn sensoren nodig. Sensoren fungeren als oog, neus of oor (zintuig) en nemen veranderingen waar. In de landbouw gaat het om het waarnemen van verschillen in bijvoorbeeld bodem- en gewaseigenschappen, gewasmicroklimaat en dichtheden van onkruiden, ziekten en plagen. Er wordt onderscheid gemaakt tussen *near by* sensoren die op rijdende voertuigen gemonteerd zijn, en dus dicht bij de grond of het gewas meten, en *remote* sensoren die waarnemen vanuit satellieten of vliegtuigen.

Met *near by* sensoren, afkomstig uit de bodemkunde, kunnen van percelen de verschillen in natuurlijke radioactiviteit of elektrische geleidbaarheid in kaart worden gebracht. De scans zijn vooral geschikt om binnen percelen relatieve verschillen in textuur, vocht en zoutgehaltes te bepalen. Voor bepaling van specifieke bodemeigenschappen zoals hoeveelheid beschikbare stikstof, pH, organi-

zijn nu vooral de landbouwers zelf en de dienstensector eromheen die de ontwikkeling van technologieën voor precisielandbouw aanjagen. Ze krijgen daarbij ondersteuning van kennisinstellingen. De kern van precisielandbouw is dat planten een zo nauwkeurig mogelijke behandeling krijgen, leidend tot optimale opbrengsten en productkwaliteit. Tot op de vierkante meter of op een nog kleinere schaal worden beslissingen genomen over bijvoorbeeld bemesting, onkruidbestrijding, gewasbescherming en oogst van het gewas. Hierbij draait het achtereenvolgens om vier acties: waarnemen, diagnosticeren, beslissen en in actie komen. Waarnemen van gewassen en/of de bodem en vervolgens vaststellen van de toestand ervan, diagnosticeren van eventuele gebreken of behoeftes, beslissen of plaatsspecifiek behandelen nodig is en dat dan zo nodig uitvoeren, liefst op een zo klein mogelijk schaal.

Trends en eerste successen

Voor de akkerbouw liggen de kansen de komende tien jaar vooral op een wat groter schaalniveau van enkele vierkante meters. Alleen bij hoogsalderende gewassen en enkele specifieke situaties kan precisie op plantniveau al uit. Plantspecifiek behandelen zal pas echt doorbreken als robotisering zijn intrede doet. De eerste successen met precisielandbouw zijn er al (Kempenaar et al., 2008, 2009). Vaste rijpaden- en rechtrijsystemen hebben hun intrede gedaan bij akkerbouw- en groenteteeltbedrijven, voornamelijk om teeltmaatregelen zoals ploegen gemakkelijker te maken. Op spuitmachines is sectiecontrole mogelijk, waardoor doublures in bespuitingen te verminderen zijn. Met meetapparatuur op oogst-

machines zijn opbrengstkaarten te maken, waarmee de plaatsspecifieke variatie in de opbrengst geschat en in beeld gebracht kan worden. Met gewasreflectiemetingen via *remote* en *near by sensing* kunnen ook kaarten met opbrengstvoorspellingen gemaakt worden. Deze metingen zijn weer te gebruiken als input voor plaatsspecifieke bemesting en gewasbescherming.

Ontwikkelopgaven

Om precisielandbouw gemeengoed te laten worden, zijn er nog diverse verbeteringen en nieuwe ontwikkelingen nodig. Het gebruiksgemak, de nauwkeurigheid, de robuustheid en de bedrijfsvoordelen zijn nog (te) beperkt. Ook moeten er nog doorbraken komen op het terrein van sensortechnologie, ICT-hulpmiddelen, software met beslisregels en modellen, en mechanisatie/robotisering.

- **Sensortechnologie.** Voor een gerichte plaatsspecifieke behandeling is het belangrijk dat sensoren “waarnemen” wat er aan planten scheelt of dat ze onkruidsoorten kunnen onderscheiden van gewasplanten. Sensoren die de beschikbaarheid van nutriënten in de bodem kunnen waarnemen en ziekten, plagen en onkruiden kunnen detecteren, zijn nog niet praktijkrijp of nog helemaal niet beschikbaar. Tot nu toe is detectie van ziekten en plagen in gewassen alleen maar mogelijk onder laboratoriumomstandigheden. Er wordt gewerkt aan sensorsystemen die op basis van beeld of erfelijk materiaal ziekten en plagen detecteren. Onkruidherkenning met sensoren is in enkele specifieke situaties al wel mogelijk (Evert et al., 2009; Kempenaar et al., 2008, 2009).

sche stof, et cetera zijn aanvullende bodemanalyses nodig. Bodemvocht- en microklimaatsensoren waren al langer voorhanden. *Near by* sensoren werken vaak online; de meetwaarde wordt dan direct gebruikt worden voor aansturen van een actie te velde. Met *remote sensing*, afkomstig uit de ruimtevaartindustrie, worden vanuit satellieten of vliegtuigen bepaalde gewas- en bodemeigenschappen gemeten. Dat gebeurt op basis van het meten van de reflectie van bodem- en/of gewas bij specifieke golflengtes. **ICT.** Vanuit de ICT-industrie komen ontwikkelingen die precisielandbouw verder helpen. Denk aan internet en draadloze netwerken. Informatie kan daardoor gemakkelijk uitgewisseld worden, bijvoorbeeld van satelliet naar het boerenbedrijf. ICT helpt ook om geoinformatie via de bedrijfsmanagementsystemen om te zetten naar plaatsspecifieke advisering van teeltmaatregelen.

Mechanisatie en robotisering. Nauwkeurige aansturing van werktuigen is het sluitstuk van een precisielandbouwtoepassing. Het werktuig/apparaat dient zodanig afgestemd te zijn, dat ze op een bepaalde plaats en schaal een bepaalde teeltmaatregel kan uitvoeren, zoals plaatsspecifiek bemesten, grond bewerken of ziekten, plagen en onkruiden bestrijden. De landbouwmechanisatiesector heeft hier zelf al diverse oplossingen voor ontwikkeld zoals injectiespuitssystemen, onkruidbranders en specifieke schoffels voor in de gewasrij. Vanuit werktuigbouwkunde zullen op termijn meer toepassingen en verbeteringen komen, denk bijvoorbeeld aan waterstraalsnijden. Mogelijk dat in de toekomst ook robotisering zijn intrede gaat doen in de (precisie)landbouw. In de glastuinbouw worden al robots ingezet, bijvoorbeeld in de weefselkweek.



Biomassa-afhankelijk doseren van gewasbeschermingsmiddelen en meststoffen

De bovenste vier foto's tonen de SensiSpray-machine met specifieke onderdelen daarvan: Greenseeker sensoren gemonteerd op de spuitboom, het sturingsprogramma met beslisregels en het VarioSelect doppensysteem per sectie van de spuitboom. De onderste twee foto's tonen de Yara N-Sensor op de trekkercabine en de sensor in combinatie met kunstmeststrooier of injectiespuit. Met deze twee machines kunnen gewasbeschermingsmiddelen en meststoffen plaatsspecifiek gedoseerd worden op een schaal van 10-30 m².

• *ICT-hulpmiddelen*. Standaardisatie is een belangrijke ICT-opgave. Bij precisielandbouw is namelijk veel data-uitwisseling nodig tussen machines, bedrijfsmanagementsystemen en aanbieders van diensten. De data-uitwisseling is nog onvoldoende vereenvoudigd en/of geautomatiseerd.

• *Beslisregels en modellen*. Er is specifieke software nodig met beslisregels en modellen die sensorwaarden doorvertalen in de noodzaak en intensiteit van teeltmaatregelen. Veelal schort het nog aan gevalideerde beslisregels of modellen voor plaatsspecifiek management. Voor plaatsspecifieke loofdoding van aardappelen zijn sinds kort al wel beslisregels beschikbaar. Deze regels vertalen gewasreflectiemetingen in zo laag mogelijke effectieve doseringen van loofdodingsmiddelen.

De schaal van de precisietoepassing is sturend voor hoe beslisregels en modellen opgezet moeten worden om een werking met zo min mogelijk inputs te krijgen. De grotere schaal geeft een grotere complexiteit van mee te wegen factoren. Daarvoor zijn complexere modellen nodig, zeker als met schadedrempels gewerkt gaat worden die aangeven op welk moment bestrijding van een ziekte, plaag of onkruid nodig is. En er is ook visie en kennis nodig om meerwaarde te geven aan combinaties van bodem-, gewas- en opbrengstkaarten van percelen.

• *Mechanisatie*. Veel is er ook nog te verbeteren op het vlak van actuatie: de machine die gericht, op de gewenste schaal de teeltmaatregel uitvoert. Aan de benodigde technische aanpassingen om de dosering van gewasbeschermingsmiddelen per sectie of per dop mogelijk te maken, wordt al gewerkt. Voor de toediening van meststoffen ligt er dezelfde uitdaging. Mogelijk dat nieuwe actuatieconcepten hun intrede zullen doen, bijvoorbeeld waterstraal-technieken of lasers om onkruid te doden.

In principe kunnen alle teeltmaatregelen voor precisielandbouw autonoom gemaakt worden, dat wil zeggen dat er geen mensenhanden meer nodig zijn bij de uitvoering in het veld. Om dit mogelijk te maken is er nog veel te doen. Op beperkte schaal wordt onderzoek gedaan aan autonome voertuigen voor gebruik in open teelten. Als deze voertuigen robuust en betaalbaar worden, zal dat een grote invloed hebben op de invoering van precisielandbouw. Grootschalig plantgericht behandelen komt dan een stuk dichterbij.

Verduurzaming van de landbouw

In hoeverre dragen precisietechnieken nu echt bij aan verduurzaming van de landbouw? Dat is nog niet exact te zeggen. Kwantitatieve gegevens over het effect van rechtrijsystemen en GPS-technologie op duurzaamheid ontbreken vooralsnog, voor namelijk omdat de innovaties daarvoor nog te kort in de praktijk zijn. Overigens schaffen steeds meer agrariërs dit soort systemen in

eerste instantie vooral aan om teeltmaatregelen zoals ploegen gemakkelijker uit te kunnen voeren.

Over de impact van precisielandbouw op reducties in het gebruik van stikstof en gewasbeschermingsmiddelen is meer bekend. Experts schatten dat binnen tien jaar het stikstof- en gewasbeschermingsmiddelengebruik met respectievelijk 20 en 35 procent kunnen dalen. Praktijkervaringen met plaatsspecifiek doseren van loofdodingsmiddelen via Yara N-Sensor MLHD-PHK systeem of SensiSpray tonen dit al aan (kader pag. 24) (Kempenaar et al., 2010; Michielsen et al., 2010; van de Zande et al., 2009). Precisieloofdoding kan nu al leiden tot bijna 50 procent besparing op het middelverbruik ten opzichte van de gangbare praktijk. Precisieloofdoding is echter nog zo duur dat het enkel rendabel is voor bedrijven met minimaal 200 hectare grond. Om het Yara N-Sensor MLHD-PHK systeem en SensiSpray ook interessant te maken voor bedrijven met minder dan 200 hectare, moeten er meer toepassingen voor de twee systemen ontwikkeld worden. De eerste ervaringen met biomassa-afhankelijk doseren van fungiciden zijn perspectiefvol (zie kader pag. 24). Ook naar plaatsspecifiek doseren van bodemherbiciden en plaats-specifiek bemesten met bladmeststoffen wordt onderzoek gedaan. Zodra deze technieken praktijkrijp zijn, dan zijn Yara N-Sensor en SensiSpray rendabel te maken vanaf een bedrijfsomvang van 60 hectare.

Er zijn nog grotere reducties te halen als er technieken komen voor plantspecifiek behandelen met een nog fijnere precisie. Enkele prototypen voor plaatsspecifiek bestrijden van aardappelopslag in akkerbouwgewassen of zuring in grasland laten zien dat tot 90 procent reductie van gewasbeschermingsmiddelen haalbaar is (kader pag. 26).

Samenwerking

Privaat-publieke samenwerking is de weg naar het ontwikkelen en het in elkaar laten passen van de vele technologische puzzelstukjes in de precisielandbouw. De stakeholders van precisielandbouw – telers, landbouwmechanisatiebedrijven, toeleverende bedrijven, kennisinstellingen en adviesbureaus – hebben elkaar vorig jaar gevonden. De overheid faciliteert deze privaat-publieke samenwerking. Inmiddels zijn de eerste praktijkprojecten van start gegaan. SensiSpray, die recent de KIZ-innovatieprijs heeft ontvangen, is een geslaagd voorbeeld van hoe samenwerking tussen twee toeleverende bedrijven en Wageningen UR heeft geresulteerd in een toepassing voor de praktijk. (KIZ staat voor Keurings Instituut Zaaizaad, een provinciale voorloper van de NAK; de vereniging stimuleert met de prijs praktische innovaties in de akkerbouw.). Om alle, nu nog vooral theoretische voordelen van

Prototypes voor plantspecifiek bestrijden van onkruid

De bovenste rij foto's tonen ontwikkelingen op het gebied van plantgerichte bestrijding van aardappelopslag. Op de linkerfoto: detectie van aardappelplanten via een geavanceerd plantherkenningssysteem. Op de rechterfoto: detectie via sensoren, die ook gebruikt worden bij onkruidbestrijding op verhardingen. De sensoren herkennen de aardappelopslagplanten en sturen de spuitdoppen zodanig aan dat de herbicide alleen op de doelwitplanten terecht komt.

De foto linksonder is een prototype van een robot die zuring in grasland kan detecteren en op niet-chemische wijze kan bestrijden. De foto rechtsonder laat een prototype zien van onkruidherkenning en niet-chemische bestrijding in de gewasrij (de sensoren zitten onder de rode kappen (omgekeerde trechters).



precisielandbouw te kunnen verzilveren, zijn zeker nog een aantal diepte-investeringen nodig om de benoemde sleuteltechnologieën praktisch toepasbaar te maken. Denk daarbij aan een universele plantgezondheidsensor, een bodemstikstofsensor, beslisregels voor bemesting, irrigatie, gewasbescherming en onkruidbestrijding en autonome voertuigen. Nieuwe coalities tussen partners op het

snijvlak van verschillende sectoren kunnen hier fors aan bijdragen. Waardoor het toekomstbeeld van een economisch sterke landbouwsector met minder input en lagere emissies binnen handbereik komt.

Corné Kempenaar

Meer informatie: Corné Kempenaar, t 0317 480498, e corne.kempenaar@wur.nl

Zie ook websites als: <http://nl.wikipedia.org/wiki/Precisielandbouw>

www.geo-logisch.nl, www.mlhd.nl, www.knpv.org/nl/menu/Precisielandbouw