

# Biomassa-afhankelijk doseren van gewasbeschermingsmiddelen

Corné Kempenaar<sup>1</sup>, Vincent Achten<sup>1</sup>, Frits van Evert<sup>1</sup>, Arie van der Lans<sup>2</sup>, Albert Jan Olijve<sup>3</sup>, David van der Schans<sup>3</sup>, Huub Schepers<sup>3</sup>, Rommie van der Weide<sup>3</sup> en Jan van de Zande<sup>1</sup>

1 Plant Research International

2 Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, BBF

3 Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, AGV

Recentelijk zijn enkele doorbraken gerealiseerd op het gebied van biomassa-afhankelijk doseren in open teelten. Het gaat hierbij om plaats specifieke dosering van bepaalde herbiciden en fungiciden op basis van de hoeveelheid bovengrondse biomassa onder de spuitdoppen. Om dit effectief te maken, zijn toegesneden sensoren, beslisregels en spuitapparatuur nodig. Plaats specifieke dosering van loofdodingsmiddelen in consumptieaardappelen is nu praktijkrijp middels MLHD-PHK (Minimum Lethal Herbicide Dose-Potato Haulm Killing) in combinatie met de N-sensor (stikstof-sensor), of SensiSpray. In de testfase werd een reductie van gemiddeld 50% in het gebruik van loofdodingsmiddel t.o.v. gangbare praktijk bereikt. In dit artikel wordt een overzicht gegeven van onderwerpen op het gebied van biomassa-afhankelijk doseren van gewasbeschermingsmiddelen waarbij de Plant Science Groep (PSG) van Wageningen UR trekker van de ontwikkeling is.

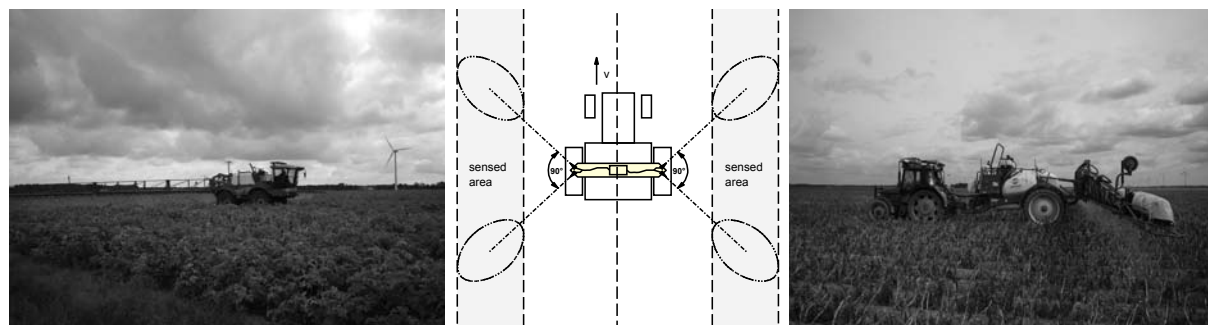
## Loofdoding met N-sensor en MLHD-PHK

Het meststoffenbedrijf Yara (voorheen Norsk

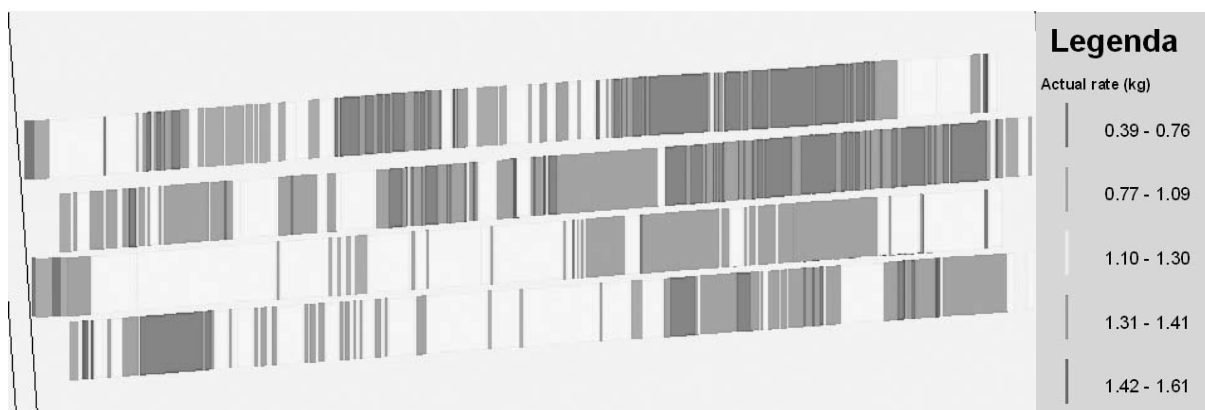
Hydro) ontwikkelde de afgelopen 10 jaar een robuuste gewasreflectiesensor (Figuur 1) waarmee stikstof plaats specifiek gedoseerd kan worden. Deze N-sensor meet bij verschillende golflengten de reflectie van het gewas. De combinatie van meetwaarden is indicatief voor de hoeveelheid en activiteit van de biomassa op het meetvlak. Deze informatie is weer te gebruiken voor plaats specifieke toediening van stikstof. Voor meer informatie over deze techniek, zie [www.sensoroffice.com](http://www.sensoroffice.com).

Plant Research International ontwikkelde tussen 1999 en 2004 rekenregels die meetwaarden van gewasreflectie doorvertalen naar minimum effectieve doseringen van loofdodingsmiddelen (actieve stoffen diquat-dibromide, glufosinaat-ammonium, metoxuron en carfentrazone-ethyl) (Kempenaar *et al.*, 2004). De algoritmen zijn nu geïntegreerd in de N-sensor software. De software stuurt de dosering van de spuitmachine plaats specifiek aan op basis van de sensorwaarden en GPS. De doseringsmodule heet MLHD-PHK ([www.mlhd.nl](http://www.mlhd.nl); [www.geo-logisch.nl](http://www.geo-logisch.nl)).

In 2006 en 2007 werd plaats specifieke loofdoding



Figuur 1. Schematische weergave meetvlakken N-sensor (midden) en N-sensor op cabines van conventionele zelfrijdende landbouwspruit (links) en op trekker voor getrokken spruit met een injectiesysteem voor gewasbeschermingsmiddelen (rechts).



Figuur 2. Spuitkaart loofdodingsmiddel gemaakt met MLHD-PHK en N-Sensor; vier spuitbanen van elk 24 m breed en 350 m lang.

met MLHD-PHK en N-Sensor op een injectiespuit (24 m breed, Figuur 1) en een conventionele spuit (48 m breed, Figuur 1) getest op het PPO-proefbedrijf en zes praktijkbedrijven in Flevoland. Op in totaal 11 percelen werd steeds een deel (1 of 2 spuitbanen) volgens MLHD-PHK behandeld en het overige deel volgens gangbare praktijk. Gemiddeld werd met MLHD-PHK 47% minder loofdodingsmiddel verspoten i.v.m. gangbare praktijk, terwijl effectiviteit en rooibaarheid goed bleven. Bij gangbare praktijk werd gemiddeld 630 g actieve stof per ha verspoten (voornamelijk diquat-dibromide). Met MLHD-PHK kan een spuitkaart gelogd en bekeken worden (Figuur 2).

Figuur 3. Greenseeker-sensoren op SensiSpray. Op iedere sectie van de spuitboom staat één sensor die de dosering van die sectie aanstuurt.



### SensiSpray

In 2007 is een tweede perspectiefvol systeem voor biomassa-afhankelijk doseren van gewasbeschermingsmiddelen ontwikkeld: SensiSpray. Dit systeem bestaat ook uit gewasreflectiesensoren en rekenregels, maar specifiek is dat doseringen per sectie van de spuitboom geoptimaliseerd worden (schaal ca. 10 m<sup>2</sup> versus ca 50 m<sup>2</sup> bij N-Sensor). SensiSpray is een ontwerp uit een samenwerking tussen Homburg Machinehandel, Plant Research International en Praktijkonderzoek Plant & Omgeving AGV.

SensiSpray werkt dus ook op basis van het principe van gewasreflectie. Met het systeem wordt per sectie van de spuitboom de reflectie gemeten en omgerekend naar een dosering. De software zorgt ervoor dat per sectie de juiste doppen worden aangezet. Voor de reflectiemeting is op iedere sectie een Greenseeker-sensor gemonteerd (Figuur 3, in totaal zeven sensoren op de 27 m brede spuit). Elke sensor scant het loof onder de spuitboom in zeven banen van elk circa 60 cm breed. Per sectie zorgt een regelunit voor het verwerken van de reflectiedata en het aansturen van de pneumatische doppenhouder (Vario-Select).



*Figuur 4. Instellingen- en informatieschermen van SensiSpray (links) en Vario-Select pneumatische dophouders (rechts) met vier verschillende spuitdoppen per dophouder die individueel geschakeld kunnen worden.*

Het innovatieve deel van SensiSpray is de programmatuur voor aansturing van de dosering per sectie in combinatie met het Vario-Select doppensysteem (Figuur 4). Afhankelijk van de biomassa reflectie worden nul tot vier doppen geopend. De schakeling vindt plaats in milliseconden. Hiermee kan een brede range van doseringen van een product verspoten worden (bijvoorbeeld 0,5 – 3 L product per ha). Er wordt met een vooraf gekozen tankmixconcentratie gespoten. Dit betekent dat met de dosering van het middel ook het spuitvolume varieert. In de huidige uitvoering is gekozen voor 4 verschillende spuitdoppen en één vaste spuitdruk. Het

voordeel hiervan is dat de doseringsstappen klein zijn. Het betekent echter ook dat de druppelgrootte fluctueert afhankelijk van de dop die aanstaat. Het alternatief is de pneumatische dophouder uit te rusten met vier identieke doppen. Het gevolg is dat de range van de afgifte kleiner is en er slechts vier doseringsstappen mogelijk zijn.

De doseringsalgoritmen in SensiSpray zijn afgeleid van het eerder genoemde onderzoek van Kempenaar *et al.* (2004). De eerste functionele testen van SensiSpray gaven een positief beeld. Het systeem reageert snel en goed op veranderingen die de sensoren meten (Figuur 5, van 0,5 naar 3 L middel per ha binnen 2 m afstand bij 6 km/h). SensiSpray werd in 2007 op twee aardappelpercelen van het PPO-proefbedrijf getest bij de loofdoding. Ook hier bleek een reductie van 30 tot 50% in middelgebruik mogelijk t.o.v. gangbare praktijk terwijl de effectiviteit en rooibaarheid goed was.

#### **Schaalniveau van precisie en reductie middelgebruik**

Van enkele percelen uit het loofdodingonderzoek waren satellietbeelden van spatiële variatie in gewasreflectie (augustus 2007) beschikbaar op schaalniveau van vierkante meters. Deze data

*Figuur 5. Afgiftetest SensiSpray op gewasbanen met grote verschillen in biomassa. De sectie aan rechterkant van de spuitboom geeft meer middelafgifte op dicht gewas.*



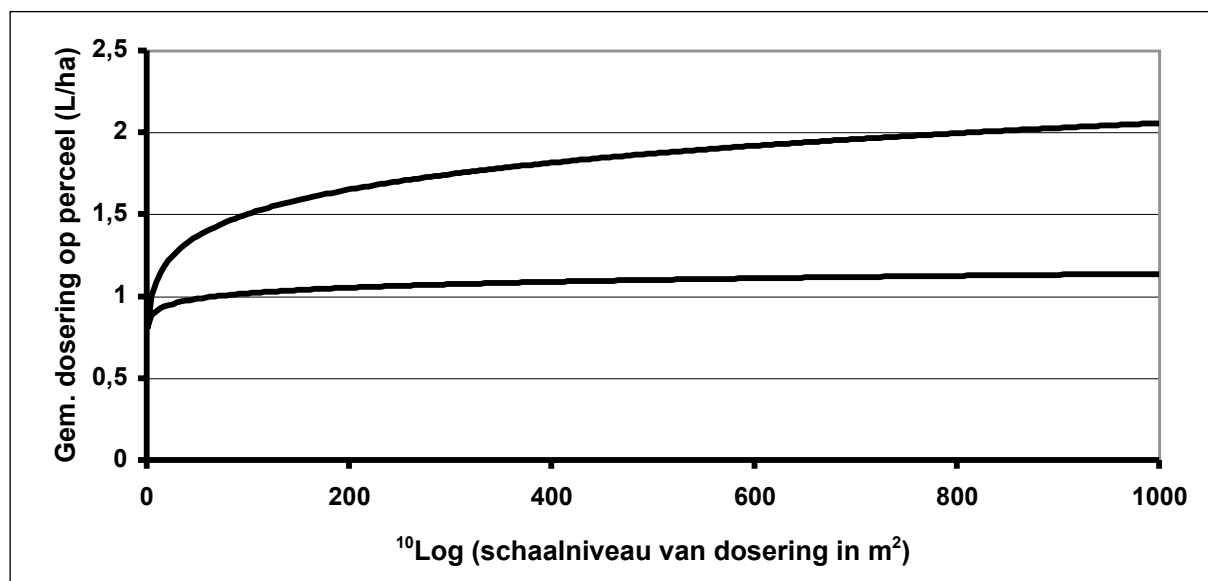
werden in een bureaustudie gebruikt om de relatie tussen schaalniveau van dosering (per m<sup>2</sup> tot per ha) en potentiële reductie in middelgebruik te kwantificeren. In Figuur 6 staan relaties voor 2 percelen weergegeven. Een perceel met veel spatiële variatie gaf al aanzienlijke reductiemogelijkheden bij schaalniveau 100 m<sup>2</sup> (halvering van gemiddeld gebruik) terwijl een perceel met weinig variatie pas bij minder dan 10 m<sup>2</sup> aanzienlijke reductiemogelijkheden biedt (Figuur 6). Verder werd geschat dat de voorgenoemde gemiddelde reductie van 47% in middelgebruik bij gebruik van de MLHD-PHK-module voor circa 2/3 te verklaren is uit de spatiële variatie in biomassa op de percelen en voor circa 1/3 door andere factoren. Dergelijke informatie is nodig om duurzaamheid van systemen als N-Sensor en SensiSpray in te schatten. Hoe meer precisie, hoe hoger de kosten. Deze meerkosten dienen op te wegen tegen de extra voordelen van de hogere precisie.

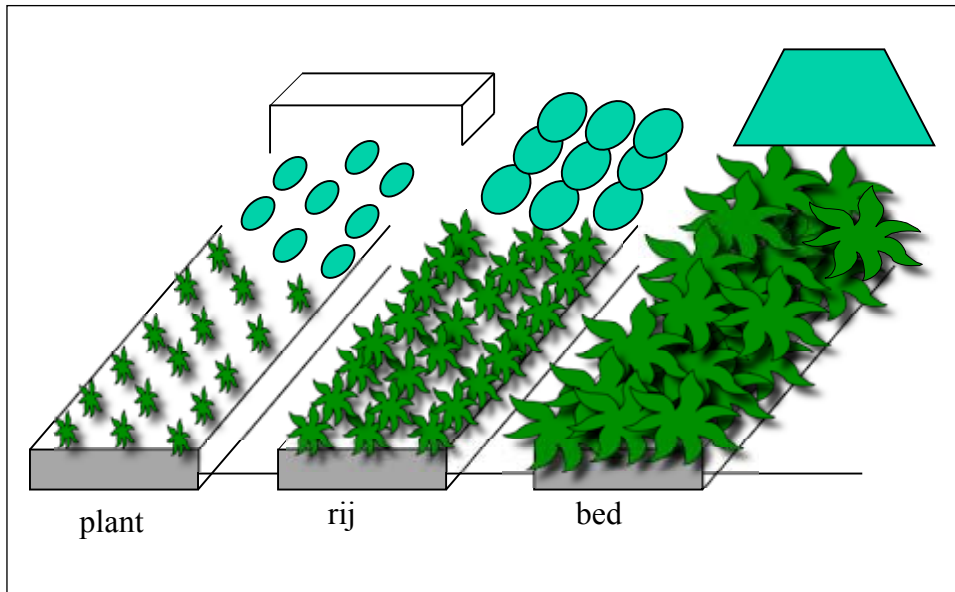
### Plaatsspecifiek doseren andere typen middelen

Sensoren zoals hierboven genoemd kunnen zeker ook gebruikt worden om de inzet van bepaalde fungiciden, contactherbiciden, groeistoffen en vloeibare meststoffen plaats specifiek te optimaliseren. Deze mogelijkheden bevinden zich wat Nederland betreft nog in de onderzoeksfase en richten zich op twee schaalniveaus: dosering

afstemmen op de grootte van individuele planten (schaal 10-30 cm<sup>2</sup>) en dosering optimaliseren per (sectie van de) spuitboom (schaal 10-50 m<sup>2</sup>). Op het eerste schaalniveau zijn onder veldproefomstandigheden interessante resultaten geboekt met afstemming van de dosering van fungiciden op de grootte van individuele lelie- en aardappelplanten in deze gewassen. Figuur 7 geeft het idee achter deze 'canopy density spraying'-aanpak schematisch weer (Zande *et al.*, 2008): op kleine planten wordt minder middel gespoten dan op grotere planten die elkaar al raken in de rij of het gehele veld bedekken. In een vuurbestrijdingproef in lelie in 2007 bleek dat tijdens de eerste zes bespuitingen van het seizoen de doseringen sensorgestuurd verlaagd konden worden met 50 tot 90% t.o.v. labeldosering met behoud van goede werking. Momenteel vinden de eerste proeven plaats met plaats specifiek (met de Weed-IT sensor) doseren van fungiciden tijdens de eerste bespuitingen ter bescherming tegen *Phytophthora infestans* in aardappelen (Figuur 8). Op dit schaalniveau wordt ook onderzocht of sensoren als Greenseeker en Weed-IT bruikbaar zijn bij selectief bestrijding van aardappelopslag en bij naspuiten van geklapt aardappelopslag. Met de Weed-IT bleek het goed mogelijk om in een suikerbietengewas aardappelopslagplanten te detecteren (alleen bij duidelijke verschillen in grootte tussen aardappel en bietenplanten). De detectie is gekoppeld aan een precisiebespuiting (schaal 8x8 cm<sup>2</sup>). Onder de beste testomstandigheden werd met glyfosaat 90% van de aardappel-

Figuur 6. Berekende relatie tussen Schaalniveau van dosering en de gemiddelde dosering van loofdoingsmiddel op het perceel voor een perceel met weinig (onderste curve) en veel (bovenste curve) variatie in biomassa.





Figuur 7. Schematische weergave 'canopy density spraying'. In het verlengde van de planten wordt de hoeveelheid spuitvloeistof weergegeven. Op kleine, losstaande planten wordt minder gespoten dan op een gewas wat elkaar in de rij raakt of een volledige bodembedekking heeft.

opslagplanten tussen de gewasrijen en 30% in de gewasrij gedood. De depositie van de spuitvloeistof is echter nog niet optimaal en door spatten en drift vindt er ook doding van nabijgelegen suikerbietplaats (ca. één dode suikerbietplant per aardappelopslagplant).

Het tweede schaalniveau richt zich op optimalisatie op de schaal van 10-50 m<sup>2</sup>. De voornoemde N-Sensor en SensiSpray-systemen worden onderzocht op bruikbaarheid bij het plaats specifiek optimaliseren van doseringen fungiciden in aardappel, bloembollen, graan en uien. De eerste proeven vinden momenteel plaats met plaats specifiek (SensiSpray) doseren van fungiciden tegen *Phytophthora infestans* in aardappelen. Deze toepassingen op schaal 10-50 m<sup>2</sup> zullen per definitie minder milieuwinst opleveren dan optimalisatie op de schaal van 10-30 cm<sup>2</sup>, maar zijn daarentegen waarschijnlijk eerder haalbaar in de praktijk vanwege beperktere investeringen.

### **Toekomstperspectief, haalbaarheid en extra mogelijkheden**

De positieve resultaten met plaats specifiek doseren van loofdodingsmiddelen zullen de ontwikkeling van andere vormen van plaats specifieke gewasbescherming (zowel chemische als niet-chemische bestrijding) versnellen. Hiermee komen doelstellingen uit het convenant Duurzame Gewasbescherming sneller dichterbij. De kosten voor de benodigde apparatuur voor doseren van pesticiden op basis van biomassa-metingen op het schaalniveau van 10-50 m<sup>2</sup> liggen nu op vijftien- tot dertigduizend Euro per systeem. Meer precisie brengt hogere investeringen met zich mee. Deze kosten zullen naar verwachting in de toekomst zeker dalen. Belangrijk is dat er naast loofdoding meerdere toepassingen komen voor de praktijk om de investeringen in biomassa-sensing terug te verdienen. In ieder geval liggen er mogelijkheden bij plaats specifiek optimaliseren van stikstof-

ARTIKEL



bemesting. Er wordt daarnaast met redelijke vooruitzichten gewerkt aan de ontwikkeling van plaats specifieke dosering van fungiciden en groeiregulatoren.

Ontwikkelingen op het gebied van het meten van gewasreflectie worden op dit moment onderzocht om ziekte in gewassen te detecteren. Eerste resultaten lijken perspectiefvol en geven aan dat ziekten eerder ontdekt kunnen worden dan nu met het blote oog. Dit biedt perspectief voor het ontwikkelen van gewasgezondheids-sensoren die specifieke ziekten kunnen onderscheiden, waardoor de gewasbeschermingsstrategieën zich meer kunnen gaan richten op vroegtijdige bestrijding met minimaal gebruik van gewasbeschermingsmiddelen door pleks-gewijze toediening.

Andere vormen van precisiegewasbescherming zullen ook ontwikkeld worden en de toetsing der praktijk ondergaan. Het aanbod aan bodemkaarten met spatiële variatie van bodemeigenschappen (bijv. lutumgehalte, pH) binnen het perceel groeit. Deze kaarten kunnen dan gebruikt worden, mits van geschikte resolutie en kwaliteit, om bijvoorbeeld bodemherbiciden of nematiciden plaats specifiek te doseren. Dit geldt ook voor het aanbod van *remote sensing*-satellietkaarten met gewasre-

flectie van percelen. Indien deze tijdig geleverd worden, kunnen ze worden gebruikt om gewasbescherming plaats specifiek te optimaliseren. Recentelijk zijn enkele cruciale stappen gezet in onderzoek op het gebied van detectie en onderscheiding van individuele plantensoorten in gewassen, waardoor plaats specifieke bestrijding op niveau van individuele planten mogelijk sneller dichterbij komt dan nu gedacht wordt.

Kortom, de vooruitzichten van plaats specifieke optimalisatie van gewasbescherming binnen het perceel zijn dus goed, mede dankzij diverse technische ontwikkelingen van de laatste tien jaar op gebied van sensoren, GPS en apparatuur/machines. Maar er moet ook nog veel gebeuren om deze toepassingen effectief en rendabel te krijgen.

### Referenties

- Kempenaar, C., Groeneveld, R.M.W. & Uenk, D., 2004. An innovative dosing system for potato haulm killing herbicides. XII International conference on weed biology, Dijon, 31-8 - 2-9 2004 : conference, AFPP, p. 511 - 518.
- Zande, J.C. van de, Achten, V.T.J.M., Michielsen, J.M.G.P., Wenneker, M. & Koster, A.Th.J., 2008. Towards more target oriented crop protection. International Advances in Pesticide Application, Aspects of Applied Biology 84: 245-252.