



STROOIERTECHNIEK STAAT NIET STIL

Steeds meer technologieën trachten de werking van moderne kunstmeststrooiers te verbeteren. Door de uiteenlopende eigenschappen van de verschillende kunstmestsoorten is een precisieapplicatie immers geen eenvoudige opdracht.

– Simon Cool, ILVO T&V - Agrotechniek & Bruno Huyghebaert, CRA

Van alle teelttechnische bewerkingen is bemesting waarschijnlijk de meest cruciale om een optimale opbrengst te garanderen. Zowel onder- als overdosering heeft immers een negatieve impact. Door de kostprijs en wettelijke beperkingen is de landbouwer bovendien gelimiteerd in de hoeveelheid toegepaste meststof. Kunstmest heeft in tegenstelling tot dierlijke mest een constante samenstelling, hoeft niet te worden ingereden en is het jaar rond beschikbaar. Bovendien zijn er verschillende soorten beschikbaar en ze kunnen via een beperkt aantal werkgangen worden toegediend. Hierdoor is applicatie van kunstmest behalve als basisbemesting ook voor bijbemesting bijzonder geschikt.

Types strooiers

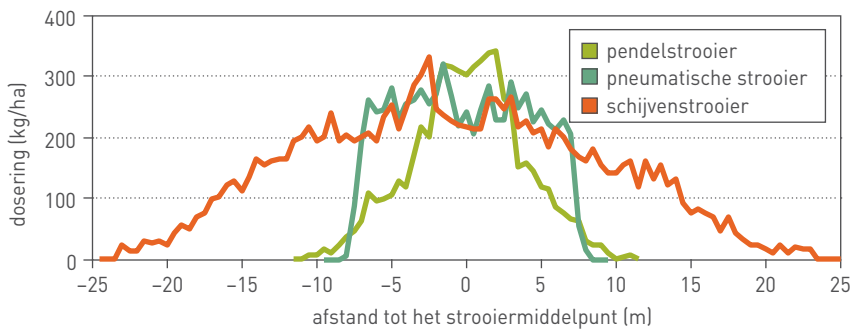
Het strooiertype dat vroeger veel werd gebruikt is de pendelstrooier. Deze is

voorzien van een heen en weer bewegende pendel waardoor de korrels al zigzaggend versneld worden. Door de beperkte werkbreedte (figuur 1) wordt dit type tegenwoordig amper nog toegepast. Bij pneumatische strooiers worden de

.....
Zowel onder- als overdosering heeft een negatieve impact.
.....

korrels versneld via een luchtstroom in een verdeelboom die lijkt op de spuitboom bij spuitmachines. In tegenstelling tot andere types strooiers ondergaan de korrels voornamelijk een neerwaartse beweging in de lucht, waardoor dit type vooral voor poedervormige meststoffen geschikt is om drift te reduceren. In

tegenstelling tot de andere strooiers is het strooibeeld van de pneumatische strooier scherp begrensd (figuur 1) waardoor dit type bijzonder geschikt is voor kantstrooien. Een belangrijk nadeel is de vrij hoge kostprijs, zeker wanneer een grote werkbreedte gewenst is. Tegenwoordig worden vooral schijvenstrooiers gebruikt, wegens hun robuustheid, grote werkbreedte (tot 52 m) en de relatief lage kostprijs. Het werkingsprincipe is simpel. Korrels komen via een regelbare opening op 2 draaiende schijven terecht. Deze zijn voorzien van 2 of meer schoepen die de korrels versnellen en op het veld uitstrooien. In figuur 2 wordt dit principe geïllustreerd. Het strooibeeld bij dit type strooier is eerder driehoekvormig zoals op figuur 1 te zien is, waardoor overlap tussen opeenvolgende strooigangen noodzakelijk is om een gelijke verdeling te verzekeren.



Figuur 1 Strooibeeld loodrecht op de rijrichting bij de 3 types kunstmeststrooiers - Bron: ILVO

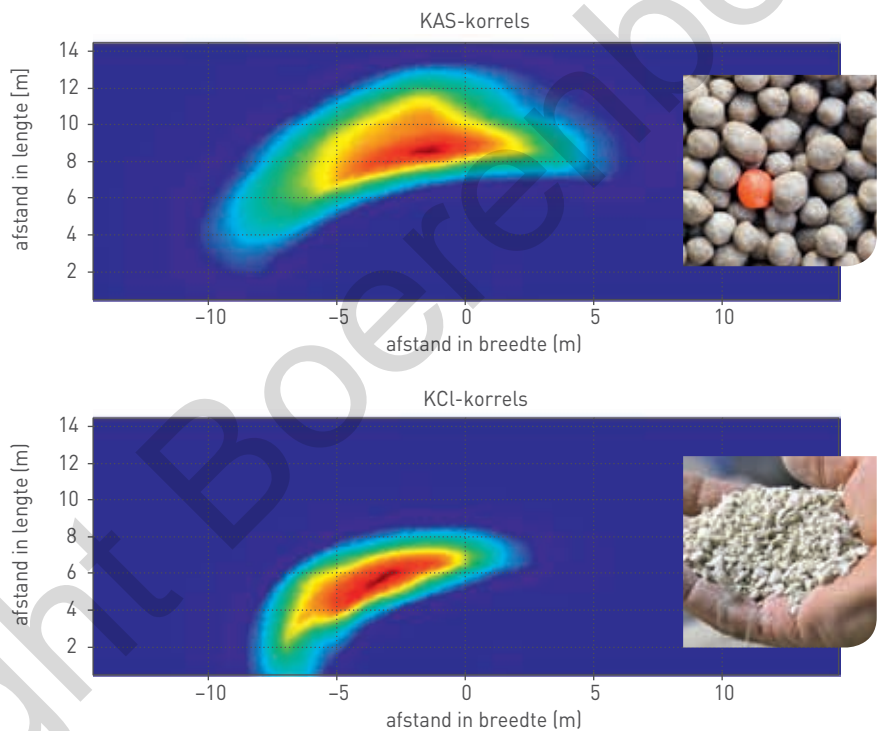
Schijvenstrooiers kunnen zowel mechanisch, hydraulisch als elektrisch worden aangedreven. Voordeel van de laatste 2 is een traploos regelbare schijfsnelheid. Voor elektrische strooiers, zoals de Rauch Axis E, moet de tractor over een 400 V wisselspanningsinterface beschikken. Hydraulische strooiers worden meestal zowel zonder als met Load Sensing-technologie uitgevoerd.

Eigenschappen van korrels

De eigenschappen van kunstmestkorrels variëren sterk per kunstmestsoort en binnen de soort zelfs per fabrikant. Bij de bewaring kunnen de eigenschappen bovendien nog verder wijzigen. De fysische eigenschappen beïnvloeden het strooibeeld sterk. Een grotere korreldichtheid en een grotere korreldiameter zorgen voor een grotere werpafstand van de korrels, wat over het algemeen resulteert in een grotere werkbreedte. Zwaardere korrels zijn tijdens de beweging in de lucht ook minder afhankelijk van de wind. Drift is dus vooral bij poeder-



Figuur 2 High speed beeld van korrels die een strooischijf verlaten.



Figuur 3 Strooibeeld van 2 kunstmestsoorten bij dezelfde strooierinstelling. De strooier bevindt zich hierbij op de nulpositie. - Bron: ILVO

vormige kunstmestsoorten een belangrijk probleem. De vorm en oppervlakteruwheid van de korrels speelt ook een belangrijke rol. Deze bepaalt de massa-stroom naar de schijven en ook de wrijving met de schoep en de luchtweerstand tijdens de beweging naar de grond. Onregelmatige korrels – zoals kaliumchloride (KCl) – rollen minder over elkaar in de hopper, wat resulteert in een kleiner uitstroomdebiet. In vergelijking met ronde korrels ondervinden ze meer weerstand met de schoep en met de lucht. Dit zorgt voor een kleinere werpafstand. Hierdoor ligt het statisch strooibeeld, opgemeten bij een stilstaande strooier, ook veel dichterbij de strooier in het geval van KCl in vergelijking met de

ronde kalkammonsalpeterkorrels (KAS) (figuur 3). Dit reduceert ook de werkbreedte.

Strooitabellen en massaastroom

De korreleigenschappen hebben dus een sterk effect op het strooibeeld van een schijvenstrooier. Strooierfabrikanten erkennen dit probleem en stellen hiervoor strooitabellen op. Deze vertellen de landbouwer welke rijnsnelheid, werkbreedte en strooierinstellingen hij moet

hanteren om een bepaalde dosering te strooien op een zo homogeen mogelijke manier. Recent zijn hiervoor ook apps ontwikkeld zodat de boer deze informatie via de smartphone of tablet kan raadplegen. De kunstmest die de fabrikant gebruikte voor de strooitesten kan echter sterk verschillen in eigenschappen van de kunstmest die uiteindelijk op het veld terechtkomt. Bij conventionele strooiers worden daarom afdraaioproeven aangeraden om het werkelijke uitstroomdebiet te corrigeren naar de waarde in de strooitabel. Verschillende fabrikanten bieden tegenwoordig optionele weegsystemen (100-200 Hz) aan om dergelijk verschil tijdens het strooien op te meten en indien nodig aan te passen. Rauch gaat hierin

nog een stapje verder en heeft voor zijn hydraulisch aangedreven strooiers een systeem (EMC) ontwikkeld dat aan de hand van het opgemeten krachtmoment op de strooischijven de massastroom kan voorspellen. Ook op hun mechanische strooiers wordt dit reeds aangeboden. Dergelijke metingen garanderen een correcte gemiddelde dosering op het veld, maar zeggen niets over de variabiliteit van de verdeling hierbinnen die uiteraard uiterst belangrijk is voor de opbrengst. Een volledig betrouwbaar systeem moet het strooibeeld effectief kunnen opmeten.

Gebruikersgemak

Veel innovaties bij kunstmeststrooiers hebben te maken met gebruiksgemak. Hydraulisch of elektrisch (via een operatorterminal zoals de Amatron 3, zie foto hieronder) bediende actuatoren kunnen vanuit de tractorcabine worden bediend en verhogen het comfort voor de landbouwer zonder hierbij de normale werking van de strooier te beïnvloeden. Strooierinstellingen kunnen op die manier snel en eenvoudig worden aangepast. Zo kan bijvoorbeeld met een hydraulische cilinder de positie van de toevoeropening relatief tegenover de strooischijf worden aangepast of kan men overschakelen op kantstrooien zonder hierbij de cabine te verlaten. Tegenwoordig gebeurt dit voornamelijk door lamel-

soorten) of om te draaien (Trendsysteem bij Bogballe) of door de positie van de toevoeropening te wijzigen (Tribordsysteem bij Sulky). Snelheidsmeters of gps-informatie maken het mogelijk om de dosering automatisch aan te passen aan de rijnsnelheid.

Precisielandbouw

Steeds meer innovaties hebben echter te maken met precisie-applicatie. Gps-technologie maakt exacte positiebepaling mogelijk en wordt meer en men toege-

mesting mogelijk. Hierbij wordt ook de toevoer van korrels automatisch aan- of afgesloten aan het begin of einde van de werkgang, op een punt dat afhankelijk is van de kunstmesteigenschappen. Bij Rauch wordt dit het OptiPoint genoemd (zie foto hieronder). Hellingsensoren worden tegenwoordig gebruikt om de precisie bij weegstrooiers op hellingen te verbeteren, maar ook een toepassing om het strooibeeld te corrigeren lijkt geen onmogelijke taak in de toekomst. De nieuwste trend binnen



Automatisch inschakelen van het strooimechanisme bij het begin van een werkgang.



Amatron 3-operatorterminal

lenblokken (Limiter bij Amazone, Telimat bij Rauch) of kantstrooiplaten in de kunstmestwaaier te brengen (hydraulisch, maar ook elektrisch zoals bij Bogballe), door de schijfsnelheid te wijzigen bij hydraulische strooiers (vooral voordelig bij breekgevoelige kunstmest-

past. Een interface met de gebruiker kan de landbouwer bijsturingen geven om een correcte werkbreedte aan te houden. Meestal worden afwijkingen grafisch weergegeven en moet de landbouwer hierna corrigeren. Maar ook automatisch sturen is tegenwoordig niet onmogelijk. De sectiecontrolesystemen, waarbij de strooibreedte automatisch wordt aangepast, bouwen hierop verder. Het Econovsysteem van Sulky is hiervan een voorbeeld. De werkbreedte wordt hierbij ingesteld via de locatie van de toevoeropening. Aangezien de dosering niet mag veranderen bij verschillende sectiebreedtes moet tegelijkertijd het uitstroomdebiet worden geregeld. Ook andere constructeurs hebben dergelijke systemen, bijvoorbeeld de Vari-Spread bij Rauch, GPS-switch bij Amazone, Geospread bij Vicon en de Section Control bij Bogballe. Op die manier wordt zelfs op wigvormige velden een homogene be-

precisielandbouw is een toepassing die rekening houdt met de lokale behoeften van het gewas. Via applicatiemappen die worden ingelezen of sensoren (zoals de Claas Cropsensor, zie foto p. 20) wordt de variabiliteit binnenin het veld in beeld gebracht. Hierna wordt de gewenste dosering op elke plaats berekend en wordt bepaald welke strooierinstellingen automatisch aangepast moeten worden om deze verdeling te garanderen. Om de betrouwbaarheid te verhogen, kan een feedbacksensor worden gebruikt, die het veranderende strooibeeld opmeet en eventuele bijsturingen moet detecteren. Voorbeelden hierbij zijn het Argus-systeem van Amazone, Justax bij Sulky en Axmat bij Rauch. ■



SENSOREN VOOR PRECIEZER STROOIEN

Correct strooien vraagt een uiterst precieze afstelling van de kunstmeststrooier. Sensoren waarmee het strooibeeld kan worden voorspeld zijn hierbij een handige tool en maken het mogelijk om rekening te houden met de complexe interactie tussen de korrels en de kunstmeststrooier. – *Simon Cool, ILVO T&V - Agrotechniek & Bruno Huyghebaert, CRA*

Tegenwoordig worden schijvenstrooiers meestal afgesteld via strooitabellen. Deze geven weer hoe de machine moet worden ingesteld om een bepaalde dosering van kunstmest op het veld te garanderen. Om optimale groei van het gewas toe te laten, moet dit zo gelijk mogelijk gebeuren. Er bestaat

immers een evenredig verband tussen de opbrengst en de gelijkheid van de verdeling. Tegelijk moet de werkbreedte worden gemaximaliseerd om tijd en brandstof te besparen en het aantal werkgangen (vooral bij bijbemesting) zo klein mogelijk te houden.

Specifieke eigenschappen

Elke kunstmestsoort heeft specifieke fysische eigenschappen en vertoont dus een ander gedrag tijdens de beweging op de strooischijf. Logischerwijs is er meestal niet voor elke korrelsoort een strooitabel beschikbaar. Verder kunnen de korreleigenschappen veranderen gedurende opslag en transport. Zo hebben de

meeste kunstmestkorrels de neiging om water uit de lucht aan te trekken. Ook door een verkeerde instelling of slijtage van de machine kunnen afwijkingen optreden. Dit laatste proces wordt bevorderd door de corrosieve eigenschappen van de meststoffen.

Afstellen strooier

Ondanks een correcte afstelling volgens de strooitabel kan het strooibeeld dus belangrijke afwijkingen vertonen. Zowel het uitstroombediet als de verdeling spelen een rol. Het debiet kan door de landbouwer zelf op een relatief eenvoudige methode worden nagegaan via een afdraaiproef. Het opmeten van de verde-

.....
Het ILVO verricht onderzoek naar een optische sensor om het strooibeeld te meten en te corrigeren.

ling is heel wat omslachtiger. Sinds 2000 bestaat daarom de mogelijkheid voor landbouwers om hun kunstmeststrooier correct af te laten stellen door het ILVO. Tot op heden gebeurt dit op de volgende manier: korrels worden opgevangen over de volledige strooibreedte via loodrecht op elkaar geplaatste collectiebakken met roosters (zie foto hieronder) die nadien afzonderlijk worden gewogen. Een computerprogramma berekent, rekening houdend met overlap van op-eenvolgende strooigangen, de gemiddelde dosering loodrecht op de rijrichting (ook wel het transvers strooibeeld ge-

toevoeropening biedt het 2D-strooibeeld de mogelijkheid om het aantal testen te minimaliseren: door het strooibeeld te roteren wordt namelijk hetzelfde effect bekomen als het wijzigen van het toevoerpunt. Dit heeft toepassingen bij instelling volgens de strooitabel, maar ook bij kantstrooien en nieuwe technieken zoals sectiecontrole. Fabrikanten maken hiervoor tegenwoordig gebruik van een radiale testopstelling, waarbij de strooier op een platform wordt gemonteerd dat tegenover een rij met bakken is geplaatst (zie foto p. 25). Door het platform te draaien en tegelijkertijd volauto-

matisch het gewicht in de bakken te meten, kan het 2D-strooibeeld worden bepaald.

Onlinesystemen

Wanneer het strooibeeld tijdens het strooien gewijzigd moet worden, zoals bij kantstrooien, sectiestrooien of een variabele bemesting, moeten de strooierinstellingen veranderen. De bijstellingen zijn opnieuw gebaseerd op meetresultaten verkregen door de fabrikant. Om de betrouwbaarheid te verhogen, wordt bij sommige strooiers optioneel een feedbacksensor toegepast. Amazone ontwikkelde hiervoor het Argus-systeem. Een camera in combinatie met infrarode belichting maakt het mogelijk om de korrels die de schoepen verlaten op beeld vast te leggen en hieruit een schatting te maken van de snelheid en grootte van elke korrel. Sulky ontwikkelde hiervoor een sensor met piëzo-elektrische elementen (Justax). Deze wordt via een roterende arm door het strooibeeld bewogen en meet de horizontale hoek waaronder de korrels de schijven verlaten. Rauch werkt op gelijkaardige manier via een radarsensor (Axmat, zie p. 26). Voordeel is dat deze niet interfereert met korrels en daarom duurzamer is. De laatste 2 sensoren zijn vooral bij radiaal verstelbare toevoeropeningen bijzonder interessant aangezien door de



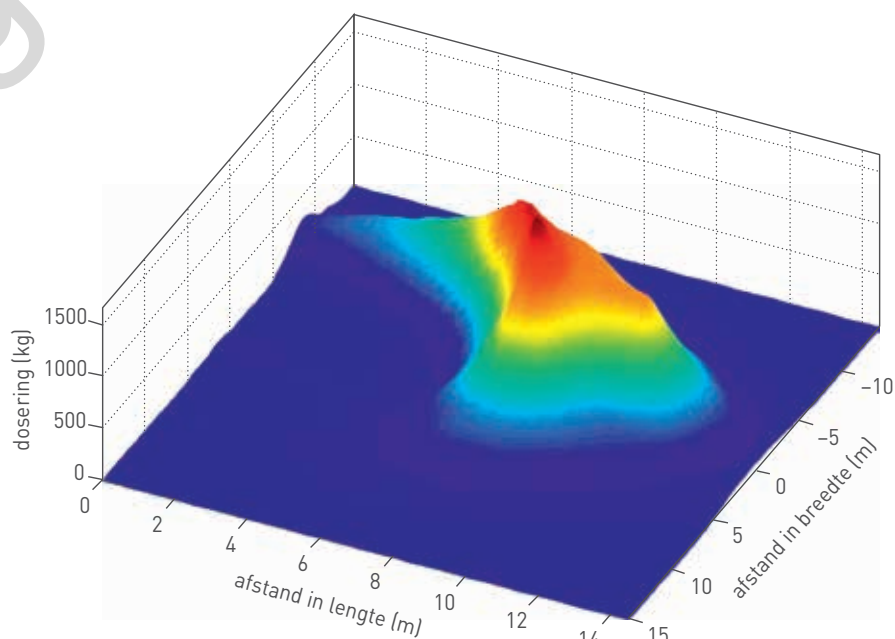
Opmeten van het transvers strooibeeld via collectiebakken.

noemd) en de variatie hierop. Een niet-acceptabel strooibeeld, dit is wanneer een variatiecoëfficiënt van 15% of meer wordt verkregen, moet je corrigeren. Afhankelijk van de strooier kan dit gebeuren door wijziging van het schijftoerental, de lengte of steekhoek van de schoepen, de positie van de uitstroomopening of de ophangingshoek.

2D strooibeeld

Fabrikanten van kunstmeststrooiers doen gelijkaardige testen op grotere schaal om hun strooitabellen op te stellen. Elke strooierinstelling geeft in combinatie met een bepaalde kunstmestsoort een ander transvers strooibeeld. Daarom meten de meeste strooierfabrikanten tegenwoordig hun strooibeelden in 2 dimensies op (figuur 1).

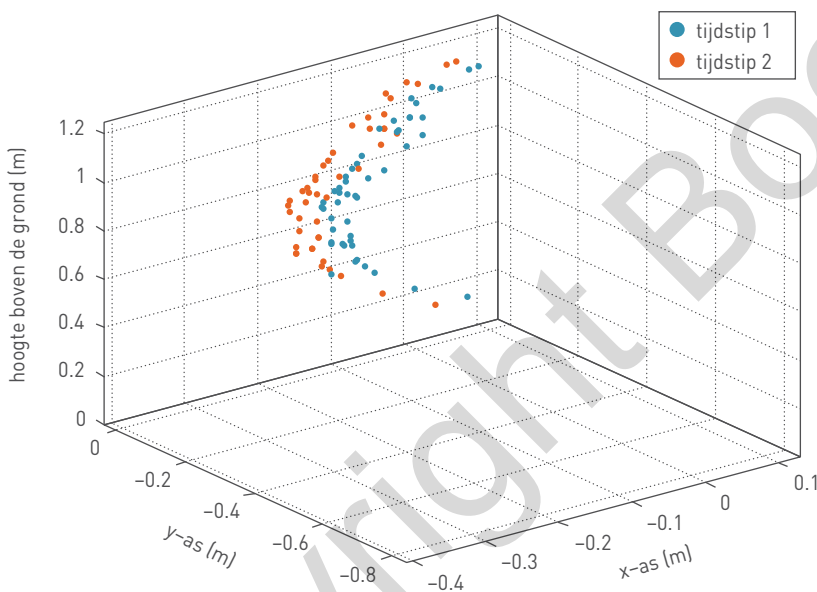
Deze geven de verdeling weer in 2 dimensies voor een stilstaande strooier. In combinatie met een radiaal verstelbare



Figuur 1 3D weergave van een strooibeeld opgemeten in 2 dimensies waarbij de hoogte een maat is voor de dosering - Bron: ILVO



Radiale testopstelling om het 2D-strooibeeld op te meten.



Figuur 2 Berekende posities van kunstmestkorrels die net de schijf hebben verlaten - Bron: ILVO

fabrikant dan slechts één 2D-strooibeeld opgemeten moet worden.

Camera's

Nadeel van de eerder genoemde online-systemen is dat ze gebaseerd zijn op kalibratiefactoren. Via de sensoren wordt namelijk een bepaalde strooi-parameter opgemeten die dan wordt gelinkt aan het 2D-strooibeeld. De fysische betekenis van deze parameter heeft hierbij geen belang (*black box*). Bij toepassing wordt de opgemeten waarde vergeleken met waarden die bekomen werden tijdens strooitesten. Door gebruik van deze

sensoren in combinatie met een mechanische wijziging van de strooi-instellingen kan het optimale strooibeeld automatisch worden ingesteld en kan (in beperkte mate) online gecorrigeerd worden voor afwijkende korreleigenschappen. De systemen zijn vaak als optie aanwezig op een beperkt aantal (nieuwe) strooiertypes.

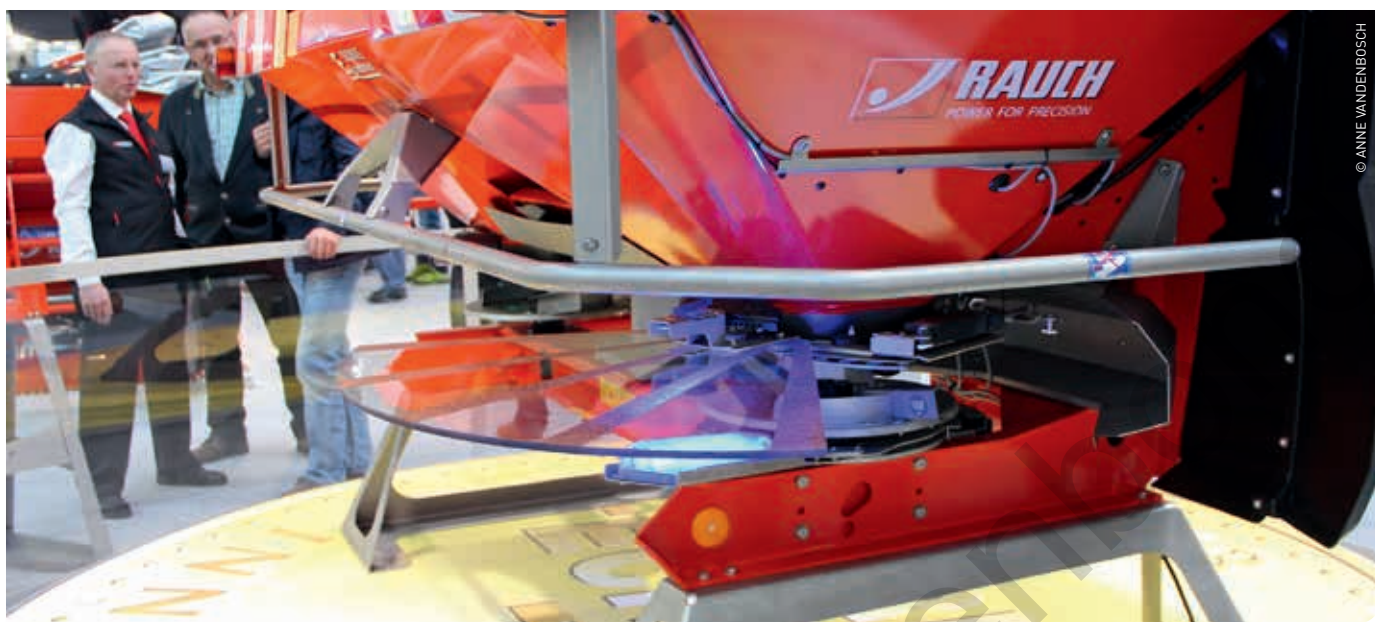
Om ook het strooibeeld van al gebruikte strooiers op een snelle en betrouwbare manier op te meten en te corrigeren, verricht het ILVO onderzoek naar een optische sensor. De techniek maakt geen gebruik van kalibratiefactoren, wat toelaat om het strooibeeld van om het even welke strooier en kunstmestsoort te voorspellen zonder voorafgaande strooitesten. Hierbij wordt een combinatie van 2 camera's gebruikt wat toelaat om 3D-informatie te verkrijgen. Korrels die de schijf verlaten worden vastgelegd op beeld.

Hierbij kan dan, op een analoge manier zoals bij het menselijk gezicht, de diameter en de positie ten opzichte van de grond bepaald worden. Door de korrels te visualiseren op 2 tijdstippen kan bovendien de bewegingsrichting worden bepaald (figuur 2).

Deze informatie wordt vervolgens gebruikt in een ballistisch model waarmee de landingspositie kan worden berekend. Wanneer een voldoende aantal korrels geanalyseerd wordt, kan hieruit tenslotte het 2D-strooibeeld worden berekend. Op die manier wordt het strooibeeld van een kunstmeststrooier opgemeten. De sensor zal voornamelijk gebruikt worden in dienstverlening naar landbouwers toe om er op een goedkope en snelle manier voor te zorgen dat hun strooier correct wordt afgesteld. ■

ILVO TEST JE STROOIER

Op dit moment wordt gewerkt aan een aangepaste versie van het systeem om de betrouwbaarheid nog te verhogen. Landbouwers die interesse hebben om hun strooier af te stellen kunnen contact opnemen met Simon Cool via simon.cool@ilvo.vlaanderen.be of Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek, Eenheid Technologie en Voeding – Agrotechniek, Burgemeester Van Gansberghelaan 115 bus 1, 9820 Merelbeke.



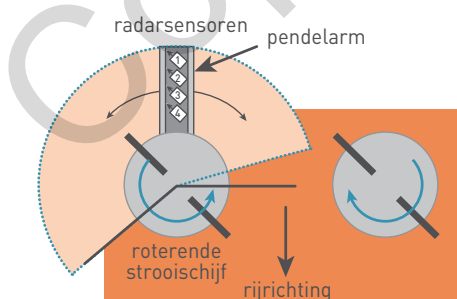
RADAR MEET HET STROOI-BEELD

Het onderzoek naar de automatisering van kunstmeststofstrooiers loopt dus volop, in onderzoekscentra zowel als bij de gespecialiseerde firma's. Rauch is een van de koplopers. De Axmat kaapte tijdens Agritechnica 2013 immers een gouden medaille weg. – *Anne Vandenbosch*

Rauch, in ons land beschikbaar via invoerder Joskin DistriTech, ontwikkelde samen met MSO Meettechniek de eerste kunstmeststrooier die volautomatisch een exacte kunstmestverdeling voor de gewenste werkbreedte instelt met behulp van een radar, de Axis-H EMC Axmat. De Axmat zorgt voor onlinemeting, -instelling en -regeling van de kunst-

mestverdeling bij Axis-strooiers met 2 schijven. De strooihoeveelheid wordt met hoge precisie geregeld tijdens de rit. De onlinebewaking herkent wijzigingen in de fysische korreleigenschappen en compenseert de invloeden op de doorgifte en de dosering. De controle van het strooi patroon door een praktijktest of een handmatige afdraaioproef is niet meer vereist.

gewenste werkbreedte past. Indien de strooiwaaier afwijkt van de optimale instelling, wordt de Axis-strooi techniek ogenblikkelijk en volautomatisch gecorrigeerd. De compleet elektronisch, op afstand bedienbare, coaxiale doseer- en afgiftepuntverstelling biedt de ideale basis voor de Axmat. Gelijktijdig wordt de doseerhoeveelheid eveneens automatisch ingesteld via de 100 Hz-weegtechniek of de elektronische massastroomcontrole en -regeling EMC. De Axmat stelt dus niet enkel geheel zelfstandig de optimale werkbreedte en doseerhoeveelheid in, maar herkent en compenseert daarenboven afwijkingen in het strooi patroon van de meststof veroorzaakt door fysische korrelverschillen of weersinvloeden. De Axmat dicht hiermee de laatste lacune in de automatisering van kunstmeststrooiers. Het zorgt alvast voor nieuwe mogelijkheden om de economische en ecologische aspecten van de dure minerale bemesting te verbeteren. ■



Figuur 1 Bij de Axmat-technologie beweegt een arm met 4 radarsensoren heen en weer onder de strooischijf - Bron: Rauch

Zwenkende radarm

Een elektrisch aangedreven radarm zwenkt heen en weer over een bereik van 220° onder de roterende strooischijf. Daarbij registreert hij permanent en volautomatisch het strooi beeld tijdens de rit (figuur 1). De 4 radarsensoren zenden golven uit die weerkaatsen op de net uitgestrooide kunstmeststofkorrels. Deze radartechniek is onafhankelijk van stof-, vuil- en weersinvloeden en is daarom onderhoudsvrij. De intelligente Axmat-software herkent onmiddellijk of het strooi patroon bij de