



Data
OOGSTEN
in de kas

Een huidmondjessensor in de gerberateelt. Als je inzicht hebt in het gedrag van de huidmondjes, kun je licht en CO₂ beter benutten. Ofwel, de stomata moeten zoveel mogelijk open zijn als het licht is.

'Ongebruikte data kunnen LATER nog van pas komen'

Er zijn meer dan 200 parameters die je in een kas kunt meten. Het is dus een kwestie van de juiste keuzes maken en, meer nog, weten wat je met de data wil. Maar ook een beperkt aantal parameters levert al een enorme berg op aan gegevens, die ook nog eens onderling verband houden. Bij het verwerken van al die data wordt de hulp van kunstmatige intelligentie stilaan onmisbaar. Zo komt het autonome telen met rasse schreden dichterbij.

Jos Balendonck van Wageningen UR heeft er ooit een lijstje van bijgehouden: wat wordt er zoal gemeten in een kas? De onderzoeker kwam op 200 parameters, en dat waren ze niet eens allemaal. Op de lijst staan, naast de bekende klimaatgegevens, ook factoren die telers interessant vinden maar die niet rechtstreeks te meten zijn, zoals de generativiteit of de huidmondjesopening. „Daarvoor moet je dus andere parameters verzamelen en daar modelberekeningen op loslaten”, zegt Balendonck.

Het uitgebreid monitoren in de kas is een jaar of twintig geleden begonnen met de Growwatch, die meer dan tien parameters aan de plant kon meten. Stengeldikte, PAR-licht, uitstraling, CO₂ en chlorofylfluorescentie, om er een paar te noemen. Telers die het apparaat op proef hadden staan, deden er vaak weinig mee. Ze wisten niet goed wat ze met de data aan moesten. De Growwatch was zijn tijd ver vooruit. Er zijn nog steeds veredelaars die er naar tevredenheid mee werken.

Tegenwoordig zijn er meer hulpmiddelen om de meetresultaten te interpreteren. De data worden draadloos gekoppeld aan platforms en geanalyseerd door kunstmatige intelligentie, die verbanden legt die een mens niet kan zien.

Alles begint met PAR

Ondanks alle vorderingen is het kasklimaat nog steeds de basis voor de meeste beslissingen over de teelt. Pas de laatste jaren is de wortelzone in beeld gekomen, met name metingen van het bodemvocht. Zonder voldoende opname van water en voedingsstoffen groeit de plant immers niet goed. Ook is er meer oog gekomen voor de plant zelf, met name de stand van de huidmondjes (zie kader) en de groei van het gewas.

Een andere basis voor sturing is PAR-licht. De meeste bedrijven meten buiten de kas de instraling in joules en rekenen die om in $\mu\text{mol PAR}$. „Adviseurs zijn voorstander van een PAR-meter in de kas”, zegt Eugenie Dings, adviseur bij Flori Consult Group. In de gerbera- en rozenteelt wordt deze vrijwel standaard gebruikt, maar daarbuiten aanzienlijk minder. „Veel regelingen in de kas zijn gekoppeld de PAR-lichtsom. Als je buiten in joules meet, dan doe je aannames die niet erg nauwkeurig zijn. Dat is bruikbaar als je een trend wilt volgen, maar als je gaat sturen op de huidmondjes heb je de nauwkeurigheid van een PAR-meter nodig.”

Dings vindt het belangrijk dat elke tuinder de meter op dezelfde representatieve plek hangt. „Daardoor kunnen bedrijven resultaten vergelijken en van elkaar leren.”

Eugenie Dings, adviseur Flori Consult Group

'Als je stuurt op de huidmondjes, heb je de nauwkeurigheid van een PAR-meter nodig'

Trends in monitoring

Peter Hendriks, directeur van LetsGrow.com, ziet twee trends in monitoring. „Er zijn steeds meer sensoren die meten hoe de plant zich voelt. En men gaat op meer plekken in het gewas meten. Die tweede trend gaat minder snel.”

Dat laatste heeft mede te maken met de prijs van sensoren. „Een bodemvochtsensor kost tientallen tot honderden euro's”, vertelt onderzoeker Balendonck. „Als je op veel plekken in de kas wil meten, dan lopen de kosten flink op. We kijken nu naar sensoren op basis van printbare elektronica, een soort stickers die een paar cent kosten. Hiermee kun je makkelijk op veel plekken in de kas meten.”

Data zijn het nieuwe goud, wordt tegenwoordig gezegd. „Hoe meer je meet, hoe beter. Ongebruikte data kunnen later van pas komen”, vindt Hans Belt, senior accountma-

nager bij 30MHz, leverancier van draadloze sensoren. „Als je deze goed opslaat en ordent kunnen ze later altijd nog van pas komen.”

Belt verwacht zelfs dat in de toekomst elke plant individueel kan worden gemonitord. LetsGrow-directeur Hendriks gelooft daar niet in. „Zolang je niet elke plant afzonderlijk kunt sturen, heeft het geen nut om op plantniveau te meten. Dat is alleen zinvol als je een ziekte wil opsporen om verspreiding te voorkomen. Als je gaat meten, moet je een doel voor ogen hebben. Bijvoorbeeld om de balans te bepalen tussen licht, vocht, temperatuur en CO₂, zodat je weet of je wel of geen CO₂ moet doseren. Het is dus een kwestie van kiezen.”

Verschillende platforms

De bedrijven die sensoren leveren en draadloos met een platform verbinden schieten als padden-

stoelen uit de grond. Vaak gaat het om bedrijven die uit de techniek komen en die de landbouw als een interessant toepassingsgebied zien. Het punt bij veel van deze startups is dat ze één sensor maken en daar een eigen platform bij bouwen. Voor de teler is het echter niet handig als hij voor elke sensor apart moet inloggen. Bedrijven als 30MHz en LetsGrow hebben een platform waar fabrikanten hun sensor op kunnen aansluiten via een API-koppeling. Van daaruit kunnen de data weer naar andere platforms. De teler is immers eigenaar van de data en kan ermee doen wat hij wil.

Uiteindelijk is de vraag: wat moet de teler met al die data? Dat loopt uiteen van verzamelen en opslaan voor later, tot weergeven, analyseren en autonoom telen.

30MHz heeft als doel data inzichtelijk te maken voor de telers.

Flexibele elektronische chips van het Belgische bedrijf Imec, waaraan later een sensor is toe te voegen. Deze techniek zal het veel goedkoper maken om op diverse plekken in de kas te meten.



Check betrouwbaarheid van sensoren

Aan meetapparatuur, bijvoorbeeld een PAR-meter, worden veel regelingen opgehangen, zoals klimaat en watergift. Vaak is de betrouwbaarheid van sensoren in de kas twijfelachtig. Ze kunnen flink afwijken en dan kun je net zo goed niet meten. Leveranciers kunnen meestal voor een goede ijking en onderhoud. En als je als teler weet dat er een afwijking is, houd daar dan op zijn minst rekening mee.

Daarbij kunnen adviesdiensten met eigen applicaties op het platform aanhaken, zoals Delphy en Eurofins al hebben gedaan. „Wij hebben een centrale rol, stellen een API beschikbaar waarmee sensorfabrikanten software kunnen schrijven die aansluit bij ons platform. Dat kan van een draadloze vochtsensor tot een robot die data naar ons stuurt.”

LetsGrow ontsluit alle teeltgerelateerde data, bijvoorbeeld van sensoren, machines en klimaatcomputers, maar ook handmatige data. Deze data worden aan de teler inzichtelijk gemaakt. Peter Hendriks: „Uiteindelijk werken we aan 'autonomous growing', maar we gebruiken liever de term data-gedreven telen, waarbij de teler geholpen wordt om beslissingen te nemen op basis van metingen, in combinatie met de plantfysiologie op basis van Plant Empowerment.”

Autonome teelt

Blue Radix uit Rotterdam, specialist in autonoom telen, doet samen met zes andere partijen onderzoek naar welke sensoren zijn te integreren in autonoom teeltmanagement. Dit is een TKI-project dat in het najaar afloopt. „Er zijn veel processen in de kas, op het gebied van klimaat, irrigatie en energie, die je kunt sturen zonder tussenkomst van de mens”, zegt CEO Ronald Hoek.

Volgens hem wordt de berg aan meetdata stilaan te complex voor mensen. „Alles hangt met elkaar samen. Als je bijvoorbeeld de ramen open zet, heeft dat effect op de RV, op temperatuur, CO₂-gehalte, op de fotosynthese, de sapsroom en de groei. Al die factoren moet je in samenhang beoordelen. Onze algoritmes kijken vanuit zes-

ten dimensies naar één meting. Dat is voor een mens onmogelijk.”

Tot nu toe was autonoom telen vooral het domein van de groenten. Blue Radix heeft commerciële contracten gesloten met groentetelers in Nederland, Tsjechië, Canada, VS en Mexico. „We sturen inmiddels het klimaat op diverse productielocaties autonoom aan”, aldus Hoek, „Het is al een commercieel product, maar er hoort wel een begeleiding bij waarin onder meer de teeltstrategie wordt gedefinieerd.”

Op 1 juli is het bedrijf een project begonnen met zeven orchideetelers wereldwijd. „We denken dat we 85% van onze algoritmes voor de groententeelt kunnen gebruiken. Volgend jaar wordt autonoom telen ook beschikbaar voor de orchideeënteelt.”

TEKST **Joef Slegers** BEELD **Joef Slegers, Imec**

Stomatasensor laat zien hoe de plant zich voelt

Zijn de huidmondjes open of dicht? En wat dan nog?

Sommige factoren in de kas zijn alleen indirect te meten, zoals de stand van de huidmondjes. Hierbij worden verschillende parameters gecombineerd tot een getal dat de huidmondjesopening uitdrukt. Als je inzicht hebt in het gedrag van de huidmondjes, kun je licht en CO₂ beter benutten. Ofwel, de stomata moeten altijd open zijn als het licht is. LetsGrow.com heeft al vijftien jaar zo'n virtuele huidmondjessensor beschikbaar, maar die werd lange tijd nauwelijks verkocht. „Dat kwam vooral omdat mensen niet wisten hoe ze de informatie konden gebruiken”, zegt Peter Hendriks, directeur van LetsGrow. „Tegenwoordig hebben we aanvullende diensten en leren we klanten hoe ze daarmee om kunnen gaan. Dat is de crux. Je moet begrijpen wat je er mee kan. Wat betekent een bepaalde waarde? Wan-

neer is de plant in stress?” Of de meetresultaten betrouwbaar zijn, hangt vooral af van de betrouwbaarheid van de sensoren en de representativiteit van de meetplaats in het gewas.

Sinds vorig jaar is er een tweede stomatasensor op de markt gekomen van de Wageningse startup Sigrow. Het bedrijf won hiermee de Greentech Innovation Concept Award 2020. Deze virtuele sensor werkt op basis van een nauwkeurige meting van de bladtemperatuur. „De meeste thermische camera's meten met een nauwkeurigheid van 2°C”, vertelt Rutger Vreezen, data discovery assistent. Volgens hem heeft de stomatasensor van Sigrow een nauwkeurigheid van 0,2°C doordat deze gebruik maakt van droogbladreferentie. Een balletje ter hoogte van het blad absorbeert de uitstraling van een blad dat niet verdampt. Door de temperatuur die



de camera meet te vergelijken met de temperatuur in het balletje, ontstaat een nauwkeurig beeld van de planttemperatuur. De camera kan de temperatuur meten op 1 m² van het blad, maar ook op 100 m².

Bedrijfszekerheid versus flexibiliteit

Wat is beter: sensoren MET of ZONDER draad?

De opkomst van draadloze sensoren past goed in de verdergaande digitalisering van de glastuinbouw. Verschillende fabrikanten van klimaatcomputers bieden al de mogelijkheid om deze data te integreren. Maar is draadloos wel de meest handige oplossing in alle situaties? Het ligt er met name aan waar je de data voor wil gebruiken.

De bekende klimaatgegevens, zoals temperatuur en vocht, maar ook relatief nieuwe parameters zijn steeds vaker met draadloze meetapparatuur te meten. De bedrijven die dergelijke sensoren maken en draadloos met een platform verbinden schieten als paddenstoelen uit de grond. Vaak gaat het om bedrijven die een technische achtergrond hebben en die de landbouw als een interessant toepassingsgebied zien.

Ventilatie nodig

Is draadloos altijd de meest handige oplossing? Het heeft zeker voordelen. Een draadloze sensor is heel flexibel te plaatsen, bijvoorbeeld onder een afdekfolie, of hij kan meedraaien op een roltafel. Maar vroeg of laat is de batterij leeg en stopt de sensor met meten. „Daarom zal bedrade meetapparatuur nooit helemaal verdwijnen”, verwacht René Mondt, die binnen Royal Brinkman de expert is op het gebied van sensoren. „De bedrade meetbox is het meest bedrijfszeker. Maar de inzet van draadloze sensoren op andere plekken in de kas levert een schat aan extra meetdata op. Daarmee kun je breder meten en het klimaat optimaliseren.”

Bij metingen van de temperatuur en RV zonder ventilatie bestaat echter kans op grote afwijkingen. „De plant gebruikt namelijk de zon om zijn temperatuur en ventilatie te regelen”, aldus onderzoeker Jos van Balendonck

(WUR). „Dat is heel anders dan een passieve sensor die dat niet heeft en dus gaat opwarmen.”

Doel van de meting

Belangrijk is onderscheid te maken in het doel van de meting en de meting zelf, zegt Peter Hendriks, directeur van LetsGrow.com. „Wil je sturen op absolute waarde of op trend? Voor een nauwkeurige absolute meting van bijvoorbeeld temperatuur en RV is een continue luchtbeweging nodig. Voor andere metingen geldt dit minder.”

Voor die ventilatie kan een stroomdraad nodig zijn. Sommige sensoren hebben een zonnepaneeltje om de ventilator aan te drijven. Ook is het mogelijk om de behuizing zodanig te ontwerpen dat er een luchtstroom op gang komt zonder elektrische voeding. De temperatuur en RV-meter van Priva-Aranet bijvoorbeeld bestaat uit een verticale buis waarbij het bovenste deel zwart is. Als de zon erop schijnt, warmt dit deel op en stijgt de lucht op. Onderin de buis, waar de meting plaatsvindt, wordt dan verse lucht aangetrokken. „Dit principe werkt net zo nauwkeurig als met geforceerde ventilatie”, weet Mondt van Royal Brinkman.

Sensorleverancier 30MHz levert alleen draadloze sensoren, en ziet daar geen nadelen in. „De klimaatbox is heel relevant voor de sturing, maar op gewasniveau werkt de meting volgens andere principes”, zegt account manager Hans Belt. Volgens hem zijn de sensoren

van 30MHz uitgerust met een slimme behuizing die voor luchtbeweging moet zorgen.

Draadloze sensoren hebben een toegevoegde waarde op de klimaatcomputer, meent Belt. „Maar wereldwijd hebben de meeste telers geen klimaatcomputer. Daar zijn draadloze sensoren ideaal: je hebt geen netstroom nodig en je brengt de data direct naar de cloud. Het is plug & play, je kunt ze makkelijk verplaatsen. En de apparatuur maakt gebruik van 868 MHz, dat is een frequentie die altijd voorkomt.”

Draadloos wint snel terrein

Op dit moment worden bedrade sensoren dus ingezet voor de sturing en draadloze vooral als analysetool. Maar dat kan veranderen als autonoom telen in zwang raakt. Draadloze sensoren passen in de verdergaande digitalisering in de glastuinbouw. „Die ontwikkeling gaat enorm snel”, constateert Mondt. „De integratie van deze extra meetdata in klimaatcomputers is bij een aantal fabrikanten al mogelijk. Daarnaast komen ook nieuwe ontwikkelaars van sensoren op de markt, zoals Sendot, die metingen los van de processturingen aanbieden, als extra analysetool. Daarom denk ik dat draadloze sensoren de bedrade meetapparatuur niet zullen vervangen, maar dat we ze steeds vaker gecombineerd tegenkomen.”

Draadloze sensoren zijn nog geen gemeengoed bij alle bloemisterijtelers, maar ze winnen snel terrein. Vooral bij opkweekbedrijven, veredelaars en vermeerderers, zegt Mondt. „Het zijn vooral innovatieve bedrijven en de teeltbedrijven met bijvoorbeeld meerdere locaties die het meeste nut ervan inzien. Bedrijven die ver achter de komma de teelt willen optimaliseren.”

‘Het gaat erom wat het DOEL is van je meting’

Nuttige, nodige en onmisbare sensoren in de sierteelt

Wat meet je PRECIES, en hoe?

Decennialang hebben telers vooral gekeken naar het kasklimaat om de teelt te sturen. De laatste jaren komt er steeds meer aandacht voor de bodem en de plant zelf. Die factoren hebben minstens zo veel invloed op de groei van het gewas. Welke sensoren zijn nuttig, nodig en onmisbaar in de sierteelt? En belangrijker nog: wat meet je daar eigenlijk precies mee? Deskundigen plaatsten voor het Vakblad enkele nuances bij bekende en minder bekende tuinbouwsensoren.



Netto straling is maat voor verdamping

„Met weeggoten krijg je een beeld van de verdamping, maar dat is over een langere periode. Ik zou liever de momentane verdamping meten, bijvoorbeeld als de zon doorbreekt”, zegt onderzoeker Peter van Weel (Weel Invent). „Dat is nodig om te voorkomen dat de verdamping wegvalt. Als de verdamping twee uur stil ligt, dan komt er geen calcium meer in de cellen.” De momentane verdamping wordt berekend op basis van de energiebalans van het blad, die wordt gemeten met een netto-stralingsmeter (foto); een combinatie van PAR-sensor en uitstralingsmeter. Die waarde wordt vergeleken met het verschil in temperatuur van het blad en de lucht rond het blad.

PAR-sensor geeft meer informatie dan instralingsmeter buiten de kas

Veel klimaatregelingen zijn tegenwoordig gebaseerd op licht. Een PAR-sensor meet de lichtsterkte in de kas tussen 400 en 700 nanometer, het deel van het spectrum dat de plant gebruikt voor de fotosynthese. Op veel bedrijven wordt de instraling gemeten buiten de kas, in joules. „Op die manier is het echter niet mogelijk om het effect van een schermmiddel of een doekregeling inzichtelijk te maken”, zegt René Mondt, specialist bij Royal Brinkman. „Dat kan wel met een PAR-meter in de kas.” Er zijn altijd twee PAR-meters nodig, waarvan de hoogste waarde telt. Dat is om te corrigeren wanneer er één tijdelijk in de schaduw hangt van bijvoorbeeld een tralie.



Relatieve vochtigheid en CO₂-niveau

De relatieve vochtigheid is een standaard meting op elk bedrijf. Onder een RV van 50 tot 60% zijn de huidmondjes meer gesloten bij bepaalde gewassen als anthurium en bromelia. Dan kan er nog zo veel CO₂ in de kas aanwezig zijn, maar dan zal er minder worden opgenomen en gaat de fotosynthese naar omlaag. Bij andere gewassen als lisianthus en chrysant speelt dit veel minder. CO₂ wordt meestal gemeten in de meetbox (foto) halverwege het gewas. De beste plek is echter bij de kop van het gewas, waar de plant het meeste groeit. Er is namelijk nogal een sterke gradiënt in de kas: naar boven toe wordt de concentratie steeds lager.



Gewicht als maat voor de verdamping

Een methode om de verdamping te meten is gewichtsmeting van één plant of een aantal planten tegelijk. Deze meting kan ook een indruk geven van de productie van het gewas in kilogrammen. „Het is echter ingewikkeld om met een gewichtsmeting de momentane verdamping te bepalen”, vindt Peter van Weel, die hier bij WUR Glastuinbouw onderzoek naar heeft gedaan. „Je meet het totaalgewicht, dus het substraat én de plant. Daarbij moet je dan corrigeren voor het geoogste gewas en de drain. Bovendien moet voor een goede weging het gewas helemaal vrij staan, het mag niet in elkaar haken.” De gewichtsmeting wordt onder meer gebruikt om de watergift te regelen. Van Weel ziet meer in vochtsensoren, omdat die veel goedkoper en nauwkeuriger zijn.

In sommige situaties is een gewichtsmeting echter een goede manier om het vochtgehalte te bepalen, denkt René Mondt, sensorspecialist bij Royal Brinkman. Bijvoorbeeld voor stekmateriaal in plugjes die te klein zijn om een vochtmeter in te steken.



Zuurstofmeter plaatsen is een precies werkje

De meeste zuurstofmeters meten in een gebiedje van 10 cc rondom. Voor het plaatsen van zo'n meter is kennis van zaken nodig. „In water geeft een zuurstofmeter een juist beeld”, zegt onderzoeker Chris Blok (WUR Glastuinbouw). „In het substraat is dat een stuk lastiger. Zodra je de meter in de mat prikt, ontstaat er een luchtkanaaltje naar de meetkop. Dat moet je weer afdichten, bijvoorbeeld met een pasta. Bovendien hangt het zuurstofniveau af van de precieze plek in het substraat. Over het algemeen geldt: hoe dieper het meetpunt, hoe lager het zuurstofgehalte. Daarom is een zuurstofmeting vooral bruikbaar om een trend te volgen. Absolute metingen zijn alleen mogelijk in waterteelten, of in wetenschappelijk onderzoek.” Een goed zuurstofniveau in het water en in de mat is belangrijk voor de gezondheid en weerbaarheid van de wortels en voor de opname van water en nutriënten.

Planttemperatuur belangrijker dan luchttemperatuur

De temperatuur van het blad is van belang omdat deze mede de snelheid van de fotosynthese bepaalt. Naarmate de RV en het CO₂-niveau hoger zijn, ligt ook de optimale temperatuur van het blad hoger. „Normaal wordt een bladtemperatuur van 24°C als optimaal gezien, maar op een lichte dag bij 1.000 ppm CO₂ en een hoge RV kan dat optimum voor sommige gewassen wel op 32°C liggen”, zegt onderzoeker Peter van Weel.

In Het Nieuwe Telen speelt de planttemperatuur dan ook een grotere rol dan de luchttemperatuur. De planttemperatuur is op verschillende manieren te meten, bijvoorbeeld met een thermische camera. Van Weel: „Daarbij hoort een kanttekening: deze meting is niet nauwkeurig. Er is een afwijking van 2°C. Voor een nauwkeurige meting moet je de waarden corrigeren met de warmteafgifte van een niet-verdampend blad, bijvoorbeeld een nauwkeurige sensor omwikkeld met een stukje tape.”

Het temperatuurverschil tussen het blad en de kaslucht geeft informatie over het huidmondjesgedrag en of de kans op schimmelp Problemen. Echter, de temperatuur rondom het blad is anders dan de temperatuur van de meetbox. Het blad wisselt immers zelf ook energie uit. Als het gewas in de nacht afkoelt door uitstraling, is de lucht rond het blad juist kouder dan de meetbox. Daarom is het beter om de luchttemperatuur in de buurt van het blad te meten. Dat moet wel met een geventileerde sensor omdat die nauwkeuriger meet.



Vocht meten in substraat of bodem

Met behulp van bodemvochtsensoren, die de realtime waarden aangeven, kun je bijvoorbeeld overbewatering of ophoping van zouten voorkomen. Kwestie van de watergift en het voedingsschema aanpassen. Zo'n bodemvochtsensor bestaat uit enkele pinnen waartussen een wisselend magnetisch veld wordt aangelegd. Hij meet het vocht in ongeveer 100 cc rondom de pennen. „Van dit soort sensoren heb je een stuk of zes nodig in je kas”, zegt Chris Blok, onderzoeker bij WUR Glastuinbouw. „De meetresultaten kunnen namelijk makkelijk afwijken. Als iemand tegen de sensor is aangelopen, ontstaat er een sleufje met lucht langs de pin, waardoor je een compleet andere waarde krijgt. Als je slechts twee of drie meters hebt, weet je niet welke afwijkt.”

De prijzen voor vochtmeters lopen uiteen van €50 tot €1.000 en zo zijn er ook grote verschillen in nauwkeurigheid. De meeste meters zijn bedoeld om een trend te meten, maar een aantal pretenderen een absolute waarde te meten. „Een absolute waarde is nodig als je de grenzen van het vochtgehalte in steeds verschillende substraten wilt bewaken”, zegt Blok. Watergehaltemeters ondervinden veel invloed van EC en temperatuur. Om deze meters daarvoor te corrigeren, zijn ze vaak gecombineerd met EC- en temperatuurmetingen.



Chlorofylfluorescentiemeter ziet of de plant in de stress raakt

De groei van het gewas draait geheel om de fotosynthese. De fotosynthese is direct te meten, maar dat kan alleen met zeer kostbare apparatuur. Een goedkoper alternatief is de chlorofylfluorescentie-meting. Bij voldoende open huidmondjes geeft deze een redelijke indruk van de fotosynthese. Sommige chlorofylfluorescentiemeters worden met een clip aan een enkel blad bevestigd, andere bestrijken een oppervlakte van enkele vierkante meters. Een lage waarde is een teken van stress.

In Het Nieuwe Telen speelt deze meting nog niet of nauwelijks een rol. „Toch is dit een nuttige meting om de grenzen te bewaken waarboven lichtstress optreedt, en daar de schermstrategie op af te stemmen. Zo voorkom je schade en scherm je niet onnodig veel”, vindt Sander Hogewoning, onderzoeker van Plant Lighting. „De CAM-plant phalaenopsis bijvoorbeeld neemt in de nacht CO₂ op en slaat dat op als malaat. Overdag gebruikt hij dat voor de fotosynthese en blijven de huidmondjes gesloten. Maar als het malaat op is, stopt de fotosynthese en raakt de plant al bij vrij lage lichtintensiteit in de stress. Dat moment is goed te meten met een chlorofylfluorescentiemeter. Het is dan zaak om het lichtniveau te laten dalen en CO₂ te doseren; de plant opent dan zijn huidmondjes weer en kan CO₂ vastleggen.”



Onderzoek naar afbrekbare sensoren

Voor mensen bestaan ze al: bio-afbrekbare sensoren. Zodra hij in het lichaam zit, meet hij de condities van organen, en wanneer zijn taak erop zit, lost hij vanzelf weer op. Operatief verwijderen is niet nodig, wat positief is voor de hersteltijd van de patient.

Een aantal partijen uit Duitsland, Spanje en Nederland (waaronder Wageningen University & Research) onderzoekt in het project PLANTAR de mogelijkheden van biologisch afbrekbare sensoren voor de land- en tuinbouw. Doel van het driejarig project – dat eind 2020 startte – is het stimuleren van ontwikkelingen en het ondersteunen van producenten én mogelijke gebruikers. Projectleider is de Duitse leverancier van halfgeleider-toepassingen Infineon.

Het onderzoek van WUR richt zich op een aantal specifieke sensoren, zoals voor het meten van de vochtigheid, geleidbaarheid en nitraat in de bodem, bladnat, een elektronische neus voor geurstoffen en CO₂-gehalten in de lucht. Je bespaart niet alleen kosten als je dergelijke sensoren niet hoeft te verwijderen na de teelt. Ze kunnen in principe 'uit de printer rollen' en zijn daardoor relatief goedkoop te maken.

TEKST **Joef Slegers en Hans Neefjes**
BEELD **Joef Slegers, Delphy, Sendot**

Tijdelijke dip stengeldikte duidt op stress, dus niet optimale groei

Hans van Ruiten

Teeltmanager chrysantenkwekerijen Bovebo in Hensbroek (ruim 8 ha) en Rubens in Heerhugowaard (5 ha)

Op enkele chrysantenkwekerijen in Nederland wordt gewerkt met de micro-stengeldiameter sensor van 2Grow. Teeltmanager Hans van Ruiten van de kwekerijen Bovebo en Rubens heeft een half jaar ervaring met de sensors van de Belgische leverancier. „We gebruiken ze om meer inzicht te krijgen in de groei van onze chrysanten. Wanneer heeft de plant het naar zijn zin, en wanneer niet.”

De sensor is geschikt voor stengels tussen 2-6 mm. Hij wordt een week na het planten, als het gewas op spanning staat, aan de steel bevestigd. Vervolgens blijft hij tot aan de oogst, dus ongeveer 9 weken data verzamelen. „Feitelijk gaat het om een meetkastje met daaraan twee sensoren. Op iedere locatie hebben we twee kastjes, dus we meten aan vier takken. Twee takken per vak. Het is een kwestie van sensoren clippen aan de stengel en de stekker in het stopcontact steken.”

Het bedrijf is met de sensoren begonnen op hun kwekerij Rubens in Heerhugowaard. Sinds een paar weken zijn ze ook aanwezig in de kassen van Bovebo in Hensbroek. „Ik denk dat we pas na een jaar goede conclusies kunnen trekken. Maar de meetgegevens zijn nu al bruikbaar in onze interne afstemming over de watergift. We zien bijvoorbeeld dat de stengeldikte afneemt nadat er een kier in het scherm-doek komt. Na ongeveer een uur is die dikte weer op zijn oude niveau. Die tijdelijke dip in stengeldikte duidt op niet optimale groei. Wellicht is dat met een aangepaste watergift te

voorkomen, of met een combinatie van maatregelen. Dat willen we leren, want het doel is optimale groei.”

Volgens leverancier 2Grow kan je op basis van de metingen van de stengeldikte achterhalen wanneer een plant overschakelt van vegetatieve (energie naar blad en steel) naar generatieve groei (bloemen). Speel je daarop in, dan kun je in chrysant wellicht een paar dagen eerder bloei realiseren. Op droge plekken bloeit chrysant inderdaad iets eerder, weet ook Van Ruiten. Meestal is het gewas dan echter niet voldoende zwaar of te kort.

Overzicht op beeldscherm

Leverancier 2Grow verhuurt de sensoren als pakket waarbij hardware/software én service zijn inbegrepen. Van Ruiten kan een overzicht van de meetgegevens op hun platform bekijken. De data is nog niet gekoppeld aan een ander platform of dashboard. „In mijn optiek kan chrysant veel water gebruiken tijdens de groei. Natuurlijk zijn er cultivarverschillen. Ook kijken we kritisch naar de teeltomstandigheden, zowel op de klimaatcomputer als tijdens het beoordelen van de stand en kleur van het gewas. Een glimmend gewas heeft het beter naar zijn zin dan een grauw gewas.”

De insteek is om met behulp van de data van deze sensoren het optimale punt van watergift te bepalen. Gieten als het gewas echt water nodig begint te krijgen en groeiremming door te late watergift voorkomen.



TEKST Hans Neeffes
BEELD Hans Neeffes en Bovebo

'Gewichtsmeting helpt bij exacter bepalen gietfrequentie'

Walter Spek

De Vreede Holland in
Bleiswijk

11 ha phalaenopsis. De opkweek vanuit jonge weefselweekplantjes doet het bedrijf zelf op 1,4 ha in trays met Jiffy-pluggen.



In de verspeenfase gebruikt phalaenopsiskwekerij De Vreede Holland sinds maart 2021 een weegschaal als extra controlemiddel. Een 60 gaats-tray van 60 bij 40 cm met jonge plantjes past precies op de weegschaal. „De gewichtsmeting helpt bij het exacter bepalen van de gietfrequentie. Normaal goten we bijna standaard om de 6 à 7 dagen, nu is dat soms pas na 8 dagen. Als pluggen te lang te nat zijn, neemt de kans op fusarium toe. We zien inmiddels minder gele blaadjes in de teelt, maar het blijft lastig om een specifieke reden te geven”, zegt Walter Spek. De manager teelt en productie legt uit dat gift in volume gelijk blijft. „We willen voldoende drain blijven realiseren. Dan spoelen eventuele wortelxudaten weg en het verse water bevat de gewenste pH, EC en voeding.”

Per minuut

De opkweekkas van 1,4 ha heeft in drie van de zes kappen een tweede teeltlaag. De eerste 6-8 weken van de opkweek staan de plantjes in de onderste laag van die drie kappen. Vervolgens gaan ze 6-8 weken naar de tweede teeltlaag. Daar zijn geen verwarmingsbuizen onder de containers met planten. Onderin wel. „De weegschaal gaat met de container mee. De metingen bevestigen dat de pluggen bovenin langer nat blijven dan op de onderste teeltlaag. Dat zie je terug in de grafieken, terwijl de planten bovenin meer licht krijgen. Daar is daglicht en kunnen we met lampen 80 μmol

belichting geven. Per saldo is bovenin meer groeilicht dan in de onderste teeltlaag waar 65 μmol ledverlichting per m^2 aanwezig is.”

De meetgegevens van de weegschaal worden per minuut draadloos doorgestuurd en uiteindelijk gevisualiseerd op het platform dat het bedrijf 30 MHz voor De Vreede Holland heeft gemaakt. Ook data van de mobiele meetboxen (temperatuur, vochtgehalte en planttemperatuur) komen draadloos in dat platform. En er is sinds kort een koppeling met de Priva-klimaatcomputer.

Het bedrijf kan nu allerlei data op een overzichtelijke manier met elkaar vergelijken en verbanden ontdekken. „Meer instraling betekent meer afdroging”, dat is logisch stelt Spek, „maar we zien nu duidelijker dat ook de verwarmingscapaciteit meespeelt. Ook 1% extra doekier blijkt veel invloed te hebben op de afdroging. We blijven wekelijks met de teeltmensen onze teeltronde maken, ook om elkaar scherp te houden. En we zijn extra alert als er veranderlijk weer op komst is. Het weertype is het meest bepalend voor de gietfrequentie.”

De weegschaal is in opdracht van 30MHz op maat gemaakt door een gespecialiseerd bedrijf. Er komen er nog 2 bij om meer referentie te hebben gedurende de teelt. De Vreede Holland gebruikt ook al een weegschaal in de afkweekafdeling waar de phalaenopsis groeit in 9 cm-potten. Het bedrijf wil steeds meer data verzamelen en gebruiken, ook in de teelt. „Met het platform kan veel, we kunnen zelfs handmatig data toevoegen.”