

Stap voor stap leren werken met sensoren

Met het gebruik van sensoren krijgen telers steeds meer mogelijkheden om de status van het gewas te onthullen. De apparatuur helpt hen de productie te optimaliseren en – onder meer – energie te besparen. Dit gaat echter niet vanzelf. Net als gewasgroei is toepassing van sensoren een groeiproces.

Bert Vegter
bvergter@hortipoint.nl

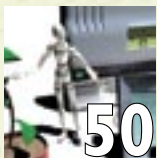
Dennis Medema
dmedema@hortipoint.nl

Illustraties:
John Jennissen

In deze special worden de jongste snufjes op sensorgebied voor het voetlicht gehaald. Vooral het praktische nut komt daarbij aan bod. Daarnaast wil een teler robuuste spullen, die duidelijke informatie verschaffen. In de praktijk blijkt het daaraan wel eens te schorten.

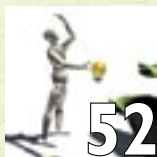
Met aandacht voor sensoren sluit deze special mooi aan bij het Horti Fair-thema waarin water en energie als belangrijke productiemiddelen centraal staan. Beschreven worden hier plant- en omgevingssensoren. Registratieapparatuur voor het verbeteren van de prestaties van het personeel of het beoordelen van de plantkwaliteit in de na-oogst worden buiten beschouwing gelaten. □

Een 'robotje' staat in deze special over sensortechniek symbool voor de daadwerkelijke metingen. Hij meet achtereenvolgens in het kasvolume, in het wortelmilieu en aan het gewas. Tenslotte geeft het robotje alle meetdata door aan de computerregeling voor uitvoering van concrete acties.



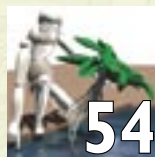
Lucht

Wat is zinvol om te meten in de lucht rond het gewas? Grote invloed hebben buiten- en kastemperatuur. Verder zijn er sensoren voor CO₂, RV en ventilatievoud. Waar zijn alle data voor te gebruiken?



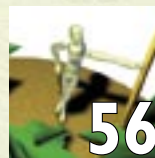
Licht

Licht is een belangrijke groeifactor voor de plant. Moet je lux of PAR meten? Wat kan er allemaal gemeten worden en wat kun je met de gegevens?



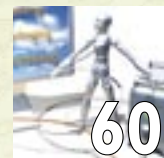
Wortelmilieu

Ook in het wortelmilieu kunnen allerlei meetdata worden verzameld. Te denken valt aan EC, pH en vochtgehalte. Wat is het gebruiksdoel?



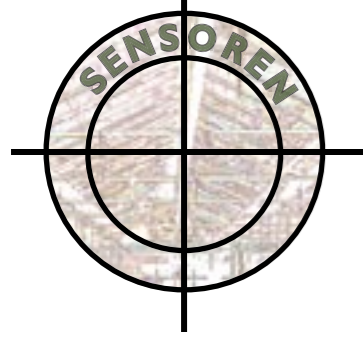
Plantconditie

Een plant kun je als een kerstboom volhangen met allerlei sensoren. Voorbeelden zijn fotosynthesemeter, stengeldiktemeter, sapstroommeter en planttemperatuurmeter. Heeft dat nut?



En dan: actie

Meten is weten. Maar hoe kunnen de meetgegevens vertaald worden naar concrete acties? (Ervarings)deskundigen aan het woord.



Klimaat ontrafelen

Het weer kan een teler niet veranderen. Het enige wat hij kan proberen is het klimaat in zijn kas zo goed mogelijk te regelen zodat de planten optimaal kunnen groeien. Sensoren dit het klimaat monitoren helpen daarbij. De laatste ontwikkelingen op dit gebied.

Een plensbui nadert. De buurman heeft zijn ramen niet op tijd dicht waardoor het inregent en er kouval in de kas plaatsvindt. Zelf zag je de bui al aankomen op de buienradar en heb je de problemen kunnen voorkomen. De buienradar is eigenlijk een soort sensor. Zo zijn er ook sensoren om het kasklimaat te meten en aan de hand daarvan bij te sturen om voor de plant optimale omstandigheden te creëren. Een meetbox is daarbij niks nieuws onder de zon. Ze worden al jaren gebruikt om de temperatuur, relatieve luchtvochtigheid en ook het CO₂-gehalte in de kas te meten. De nieuwste meetboxen meten wel elektronisch en

niet meer via bijvoorbeeld de droge en natte bol. Daardoor is er minder onderhoud nodig en de metingen zijn sneller en nauwkeuriger. Wel is de elektronische apparatuur duurder en kwetsbaarder. Een weerstation om het buitenklimaat te meten hoort ook tot de standaard gereedschappen. Temperatuur, windrichting en -snelheid, en of het regent of niet zijn dan belangrijke variabelen voor het sturen van onder andere de raamstand. De luchtvochtigheid van buiten de kas wordt echter nog lang niet door iedere teler gemeten, alhoewel dit wel logisch lijkt om beter te kunnen bepalen of je vocht kunt afvoeren. □



Jaap van den Beukel, matricariateler in Venlo: 'Er valt nog veel te verbeteren in de teelt'



Jaap van den Beukel van JB Matricaria in Venlo gebruikt weersvoorspellingen en de ventilatievoudmonitor om beter te kunnen beslissen bij de klimaatregeling. „Zo kunnen we pro-actief ingrijpen. We passen bijvoorbeeld de watrigif aan bij een weersomslag. En als de buienradar zegt dat er een bui aankomt, laten we de ramen alvast dichtlopen.” De vertaal-

slag maken naar concrete acties in de klimaatregeling vindt de teler nog lastig. „Ik ga nog sterk af op mijn gevoel en neem daarbij de weersvoorspelling mee.” De ventilatievoudmonitor geeft inzicht in het verband tussen het ventilatievoud en het kasklimaat. Van den Beukel: „Dit maakt me bewuster van wat er gebeurt in de kas. Soms doe je iets,

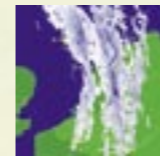
maar dan gebeurt juist het tegenovergestelde van wat je wilt. Telen op gevoel is dan gevaarlijk. Door te meten leer je stapje voor stapje van wat je doet. De inzet van de minimumbuis en het regelen van het openen en sluiten van de luchtramen gaat inmiddels beter. Maar het blijft een leerproces.” Het kost alleen wel tijd om alles te begrijpen.

Van den Beukel: „Maar als je kijkt hoeveel uren er in de daadwerkelijke productie zitten en dit vergelijkt met het aantal uren in de teeltoptimalisatie met behulp van sensoren, dan is dat laatste peanuts. Ik denk dat die uren dik terugbetaald worden. We willen er dus ook meer tijd in steken omdat er uit de teelt nog veel meer gehaald kan worden.”



Akoestisch meten

Een revolutionaire manier om de luchtvochtigheid, temperatuur en ook luchtsnelheid te meten werd drie jaar terug op de markt gebracht: het akoestisch meten van het kasklimaat. De metingen zouden veel nauwkeuriger zijn en de apparatuur heeft weinig onderhoud nodig. Bovendien kunnen verschillen in temperatuur en luchtvochtigheid in de kas worden gemeten door meerdere zenders en ontvangers te plaatsen. De akoestische meetbox werkt met geluidsgolven. De snelheid van de golven is afhankelijk van de temperatuur en luchtvochtigheid van de omgeving. Door deze nauwkeurige metingen kan het klimaat beter lokaal worden aangestuurd, met als gevolg energiebesparing en een beter klimaat voor de planten. Punt is wel dat het klimaat lokaal gestuurd moet kunnen worden. Daarnaast is de meetbox veel duurder, waardoor hij nog nauwelijks in de praktijk wordt toegepast. □



Weersverwachting

Door de weersverwachting mee te laten spelen in de klimaatregeling kan energie worden bespaard. Als je een week vooruit weet wat de temperatuur en RV worden, kun je bijvoorbeeld pieken afvlakken, warmtebuffers en ketels beter aansturen en het klimaat beter regelen. Ook kan de verkoop van stroom beter gepland worden door ruimte te reserveren voor de warmte van de WKK. Energieschermen en belichtingsinstallaties kunnen beter aangestuurd worden met stralingsverwachtingen. De verwachtingen kunnen in de klimaatcomputer ingelezen worden. Deze techniek wordt nog lang niet algemeen toegepast. □

Ventilatievoud monitoren

Als bekend is hoeveel warmte, CO₂ en vocht uit de kas verdwijnt, krijgen telers meer inzicht in de klimaatregeling en kunnen ze daardoor betere keuzes maken. Wageningen UR heeft daarvoor de ventilatievoudmonitor ontwikkeld. Deze 'softsensor' meet het ventilatievoud van de kas. Dit getal geeft aan hoeveel keer per uur de hele inhoud van de kas wordt ververst. Dit wordt bepaald aan de hand van gegevens van andere sensoren via de energiebalans van de kas. Vandaar de naam softsensor; hij meet zelf namelijk niks. Als ook de RV en CO₂-concentratie buiten de kas worden gemeten, kan ook het vocht- en CO₂-verlies berekend worden. Dit geeft meer inzicht in het klimaat en de invloed van de raamstand hierop. Als je weet dat buiten de

RV heel hoog is, heeft het bijvoorbeeld geen zin de ramen open te zetten om vocht af te voeren. Daarmee verdwijnt er ook niet zinloos CO₂ en warmte naar buiten. Zes telers doen nu ervaring op met de ventilatievoudmonitor. Hoogendoorn heeft een soortgelijke softsensor. Wageningen UR is bezig om de softsensor uit te breiden en test of ook fotosyntheseactiviteit, -capaciteit en gewasverdamping zijn te schatten via vocht-, energie- en CO₂-balans. □



Regenmeters en -voorspellers

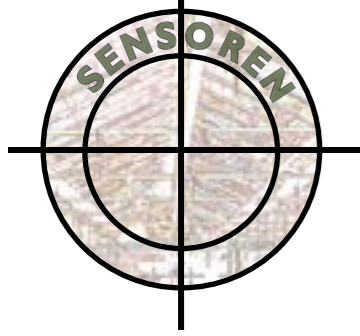
Met behulp van radarbeelden kunnen intensiteit

en locatie van buien vastgesteld worden. Als een buienradar dit aangeeft kunnen telers hun ramen eerder sluiten waardoor ze kouval en water in de kas voorkomen. Onder andere Hoogendoorn maakt hier gebruik van. Priva biedt de neerslagintensiteitsmeter aan. Wanneer er weinig neerslag valt, is het voor het gewas vaak beter de ramen niet helemaal te sluiten om nog vocht te kunnen afvoeren. De neerslagintensiteitsensor meet tijdens het sluiten hoe hard het regent en stuurt dan de ramen naar de maximaal mogelijke stand. Zo kunnen ze bij motregen toch een stukje open blijven, zodat er een stabiel kasklimaat gehandhaafd blijft. Met de meteoradar bij Hoogendoorn kan ook de regenintensiteit bepaald worden. □



Draadloos meten

Draadloos verzenden van de meetgegevens is nieuw. Voordelen zijn dat nu ook in de mobiele teelt tussen de planten gemeten kan worden. Bovendien zijn de sensoren makkelijk te verplaatsen. Ook kunnen er zonder kabels meer sensoren geplaatst worden. Dit geeft een meer representatief beeld van het klimaat. Vaak wordt maar op één plaats in de kas of afdeling gemeten, terwijl er horizontaal en verticaal klimaatverschillen zijn. Een ander voordeel is dat het geen groot probleem is als er een sensor uitvalt. Wel is het systeem duur en moeten de batterijen regelmatig vervangen worden. □



Méér uit het licht halen

Sensoren die licht en warmte meten, geven informatie over schermen en krijten. De solarimeter en de luxmeter worden al veel gebruikt. Er zit echter nog veel meer in de pijplijn van onderzoekers en toeleveranciers. Wel eens van een pyrgeometer gehoord?

Om het licht in de kas te meten, worden vaak de solarimeter en de luxmeter gebruikt. De eerste meet de totale hoeveelheid lichtenergie in W/m^2 , de tweede de hoeveelheid licht die zichtbaar is voor het menselijk oog, uitgedrukt in lux. Voor de fotosynthese gebruiken planten echter maar een deel van het spectrum: het PAR-licht ofwel Photosynthetic Active Radiation. Grofweg is dit het licht van 400 tot 700 nm. Ook hier bestaat sinds een tijdje een sensor voor, die in sommige teelten al volop wordt gebruikt. Een

PAR-sensor leest uit in $\mu mol/m^2/s$, wat een maat is voor de hoeveelheid lichtpakketjes (fotonen) die per tijdseenheid op een oppervlakte terechtkomen.

Nog wat nieuwer voor de tuinbouw zijn meters die specifieke gedeelten van het zonlicht in beeld brengen, zoals de spectrometer, of de pyrgeometer, die warmtestraling kan meten. In de meteorologie wordt dit laatste instrument al lang gebruikt om de uitstraling vanaf de aarde in beeld te brengen. Voor de tuinbouw is het nog vrij nieuw.

Bij het meten van het licht dat op een plant komt, kan bijvoorbeeld alleen bij de kop worden gemeten. Voor het meten van de lichtverdeling in het gewas bestaat ook al apparatuur. Zo heeft het Improvement Centre in Bleiswijk een kunstplant met sensoren tussen de tomaten gezet. Deze kunstplant heeft echter tonnen gekost en is eigenlijk alleen bedoeld voor onderzoek. □

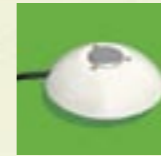


APPARATUUR



PAR-sensor

Een PAR-sensor registreert alleen het licht dat de plant gebruikt voor de fotosynthese. Het is een uitstekende meting voor gebruik van schermdoek en belichting. Deze sensor is op iedere klimaatcomputer aan te sluiten. Vooral telers van roos en phalaenopsis gebruiken deze al volop voor de regeling van het kasklimaat. In andere teelten is de meting nog niet zo ingeburgerd. PAR-meters zijn er in soorten en maten. Zo zijn er puntmeters en lijnmeters. Een puntmeter is een enkele sensor die de lichtinval op een bepaald punt meet. Vaak worden deze sensoren dubbel uitgevoerd of op een beweegbare arm gemonteerd om schaduw te beperken. De lijnmeter is een lange sensor die over een meter lengte het gemiddelde PAR-licht meet. Ook bestaan er meters die PAR-licht en lux combineren. □



Pyrgeometer

De pyrgeometer is een betrekkelijk nieuw instrument waarmee de warmte-uitstraling naar de hemel is te meten. Het instrument meet het atmosferische infrarood. Te regelen valt op lichtintensiteit, dan wel temperatuurstabiliteit. Met behulp van de uitstralingssensor in combinatie met de schermdoeksturing kan lichtintensiteit geregeld worden bij lichtgevoelige planten. Die kunnen zo beschermd worden tegen te veel direct licht. Daarnaast is de pyrgeometer te gebruiken voor regeling op temperatuurstabiliteit. Zo is het mogelijk de schermdoeken in de ochtend pas te openen bij voldoende instraling door de zon. Daarmee kunnen temperatuurschommelingen in het kasklimaat worden voorkomen. Dat is belangrijk want een temperatuurschommeling kan bloemabortie of bladverbranding veroorzaken. □



Fotosynthesemeter

Bij een fotosynthesemeter gaat het erom hoe het staat met de fotosynthese van de plant. Dit gaat verder dan alleen een lichtmeting, want bij de fotosynthese maakt de plant onder invloed van licht uit CO_2 en water suikers aan. Ook de temperatuur speelt een rol. Wat de werking betreft kan de fotosynthesemeter dan ook het beste bij de plantmeters worden ingedeeld (zie artikel 'Kijken hoe de plant zicht voelt', pagina 56 tot en met 58). □



Spectrometer

De ontwikkeling van de spectrometer HortiSpec gaat niet zo snel als leverancier Jos Beem-

ster zou willen. Met name de aansluiting op klimaatcomputers laat op zich wachten. Er is wel vraag vanuit de markt, constateert Beemster. Bij een stuk of vijf telers draait nu de meter, en een aantal toeleveranciers heeft hem ook voor onderzoeksdoel-einden. Wat kan de gebruiker met deze meter? „Met de meter kun je de inhoud van PAR-licht laten aangeven. Dan weet je bijvoorbeeld de samenstelling van het daglicht, of de plant blauw licht heeft gehad om hem sterk te maken of rood om hem te laten strekken.“ Beemster ziet toepassingen van de spectrometer vooral voor krijten, schermen en assimilatiebelichting, om beslissingen beter te onderbouwen. De meter laat bijvoorbeeld ook zien dat hogedrukna-triumlampen een enorme piek geven bij 800 nm, oftewel dat er enorm veel warmtestraling vanaf komt. De HortiSpec is er vanaf € 3.500. □

ERVARING

Orchideeënteler Marco Lansbergen: 'PAR-sensor is duur, maar erg nuttig'

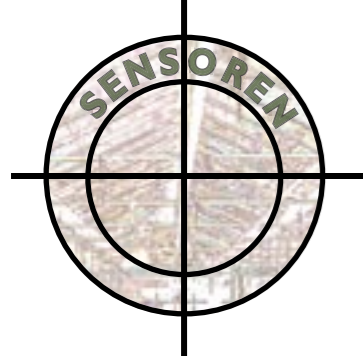


FOTO: BERT VEGTER

Marco Lansbergen en zijn broer Patrick in De Lier meten het licht op een aantal manieren. De oudste is het meten van de hoeveelheid buitenlicht met de solarimeter. Het scherm wordt daarop aangestuurd. Van recenter datum is meting van de hoeveelheid daglicht in de kas. Dat doen ze met een PAR-meter. De broers schaften deze zo'n anderhalf jaar geleden aan om meer informatie te krijgen over het binnenlicht. Marco vindt die informatie erg bruikbaar, onder meer voor de aansturing van de belichting. Als er bijvoorbeeld laat

in de middag nog voldoende daglicht is, kan de teler besluiten om een uurtje later te gaan belichten. Vanaf dat moment wordt er dus energie bespaard. Ook kan Lansbergen met de PAR-meting nagaan of er nog genoeg krijgt op het dek ligt. In april werd gekrijt, waarna er veel is afgeregend. Aan de hand van de PAR-meting kon op het juiste moment in juli worden besloten om er nog wat bij te laten krijten. Zonder die meting zou die beslissing niet zo gefundeerd genomen kunnen zijn. Ook vindt Lansbergen de PAR-meting handig om de slijtage van de assi-

milatielampen te controleren. De PAR-meter bij Lansbergen maakt zwenkende bewegingen van 180 graden om de invloed van schaduwbanen door de draaiende zon te minimaliseren. Ook andere orchideeënkwekerijen beschikken over dergelijke apparatuur. Er is zelfs een grote orchideeënkwekerij die 25 PAR-meters heeft, voor elke afdeling één. Lansbergen bezit er twee. Goedkoop zijn ze niet, vindt hij. Gemonteerd en wel, inclusief software, kost een meter tussen de € 4.500 en € 5.000.



Wortels krijgen menu op maat

Metingen aan het wortelmilieu gaan vooral om nutriënten, vocht en zuurstof. Met de sensoren die nu in ontwikkeling zijn, krijgt de computer straks zoveel gegevens binnen dat hij alles zelf kan aansturen. De meeste belangstelling komt vanuit de groenteteelt, maar ook siertelers kunnen er hun voordeel mee doen.

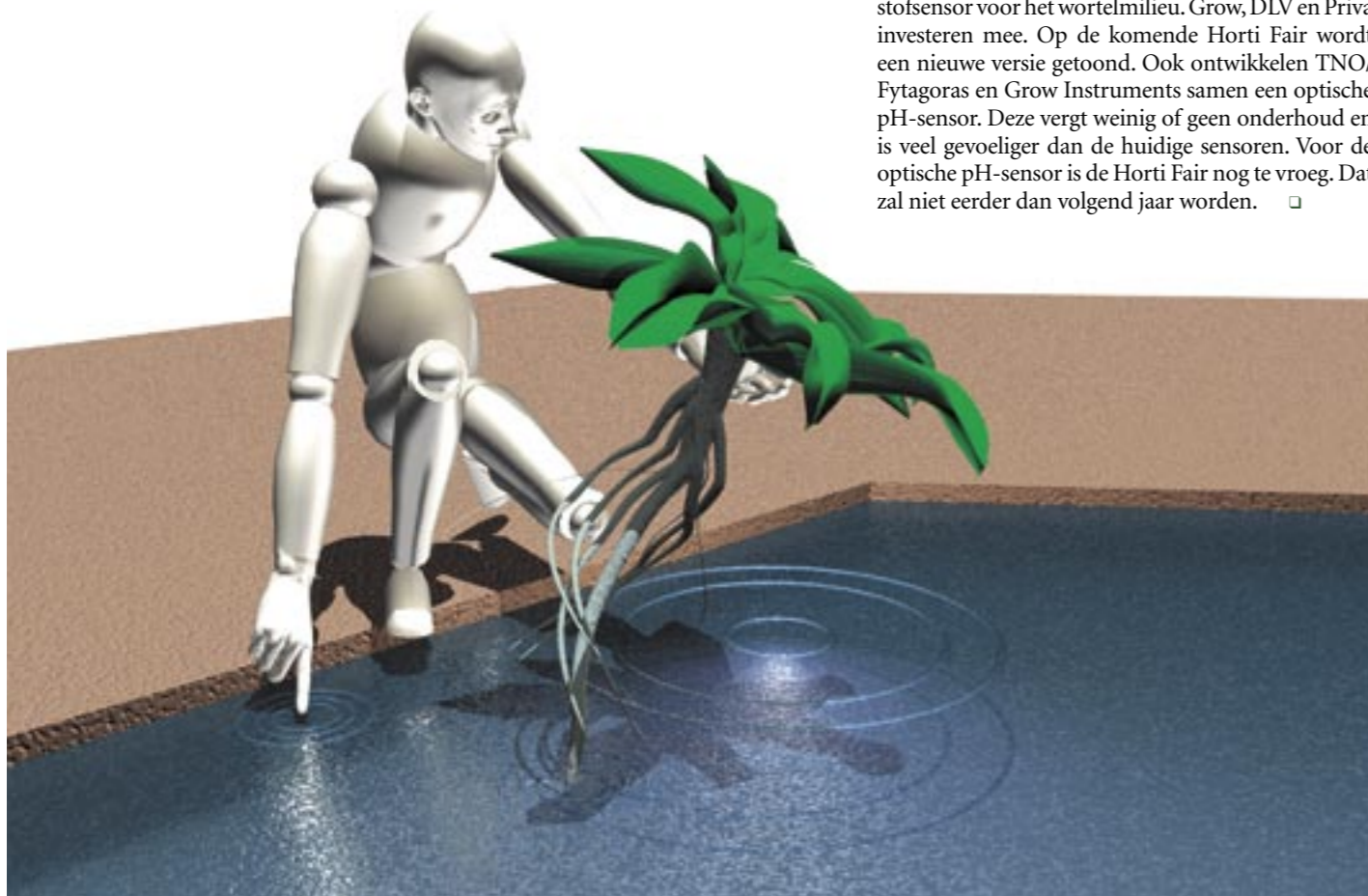
Apparaten die de EC kunnen meten zijn al jaren op de markt. De EC is echter een heel grove indicatie voor de concentratie aan voedingsionen in de oplossing. Het Hydrion-line-project, dat nu ontwikkeld wordt, kan de afzonderlijke voedingsionen in het drainwater meten. Een combinatie van plantsensoren, gewasmodellen en regeltechniek moet voor de juiste bijsturing zorgen. Aan dit project wordt al enkele jaren gewerkt door onderzoek en bedrijfsle-

ven, en de eerste proefkassen zijn al van deze techniek voorzien. Het voordeel voor de gebruiker moet zijn dat hij de voedingstoestand kan aanpassen aan de stand van het gewas.

Een van de partners in het Hydrion-line-project is Priva. Dit bedrijf ontwikkelde al eerder 'ionspecifieke' sensoren. Deze kunnen de afzonderlijke voedingsionen meten, zodat op maat te sturen is. Deze Nutrion-techniek is al voorbij het experimentele stadium en wordt op enkele plaatsen in de praktijk gebruikt, maar de afzonderlijke ionsensoren vergen nogal wat onderhoud om betrouwbare resultaten te geven. Om de betrouwbaarheid te verhogen, is Priva zich gaan richten op ionchromatografie. Deze techniek is redelijk bekend in de industrie en wordt met succes gebruikt voor praktijkonderzoek, maar voor de gemiddelde kwekerij is hij nog niet marktrijp.

Zuurstof

TNO/Fyttagoras werkt al enkele jaren aan een zuurstofsensoren voor het wortelmilieu. Grow, DLV en Priva investeren mee. Op de komende Horti Fair wordt een nieuwe versie getoond. Ook ontwikkelen TNO/Fyttagoras en Grow Instruments samen een optische pH-sensor. Deze vergt weinig of geen onderhoud en is veel gevoeliger dan de huidige sensoren. Voor de optische pH-sensor is de Horti Fair nog te vroeg. Dat zal niet eerder dan volgend jaar worden. □



APPARATUUR



WET-sensor en Aqua Manager

De WET-sensor is al een jaar of zes op de markt. Deze meter wordt het meest in de groenteteelt gebruikt, maar er zijn ook ettelijke honderden exemplaren te vinden in de rozen, gerbera's en potplanten. Het apparaat meet het watergehalte, de EC en de temperatuur van het substraat en kan eventueel draadloos worden uitgevoerd. Via een interface is het

te koppelen aan alle bekende merken klimaatcomputers. De Aqua Manager, die nu vier jaar op de markt is, ligt in dezelfde lijn. Deze kan met drie vochtsensoren en een temperatuursensor het vochtgehalte en de temperatuur in het substraat meten. Dit systeem is geschikt voor luchtige substraten als perliet, maar ook voor verschillende soorten potgrond. Ook de Aqua Manager kan via alle merken klimaatcomputers uitgelezen worden. □

Hydrion

Met het Hydrion-line project komt de monito-

ring van de verschillende nutriënten met rasseschreden dichterbij. Op basis van deze metingen en gewasmodellen wordt de voeding bijgesteld. □



Root Optimizer

Het gewas wegen om de verdamping te bepalen wordt al langer gedaan, maar sinds een jaar of twee brengt Priva daarvoor nieuwe apparatuur op de markt. Dit is de Root Optimizer, die bestaat uit een nauwkeu-

rig weeginstrument en software. De gewichtsafname van de plant in het substraat geeft de actuele verdamping aan. De gebruiker kan instellen bij welke gewichtsafname gedruppeld gaat worden, en zo kan hij automatisch water geven. De Root Optimizer is vooral ontworpen om een constant wortelklimaat te realiseren. Hiermee kunnen wortelziekten worden voorkomen, bijvoorbeeld pythium bij komkommer. Voor de sierteelt is deze oplossing slechts bruikbaar als de teeltopstelling dit toelaat. □

ERVARING

Hederateler Carlo van den Berg:

'Door constante vochtmeting betere groei'

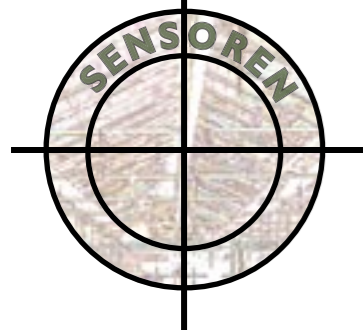


FOTO: GERDIEN DE NOOY

Van den Berg Hedera in Luttelgeest maakt al een aantal jaren gebruik van vochtsensoren. Er worden twee typen toegepast: een WET-sensor en een twintigtal eenvoudiger vochtsensoren. Deze laatste zijn voor de hederakwekerij het belangrijkste, vertelt Carlo van den Berg. De WET-sensor wordt als referentie gebruikt. De Aquasensoren zitten op verschillende plekken in de potten

met 100% kokospeet. Ze zijn via kabels aangesloten op de centrale computer, waar een programma van Growlab de gegevens verzamelt en eventueel gemiddelde waarden berekent. Daarop kan dan gestuurd worden. Van den Berg heeft dit systeem vier jaar geleden aangeschaft. Het kostte toen ruim € 10.000, wat hij een hoop geld vond. Maar hij denkt dat bedrag eruit te halen

door een betere watergift en dus een betere groei. De hedera staat bij Van den Berg in een systeem met goten, waarbij de potten via eb en vloed water krijgen. De sensoren zijn met kabels aangesloten. Er is inmiddels een draadloze uitvoering op de markt, maar voor Van den Berg hoeft dit niet. Het bestaande systeem bevalt prima en onderhoud is nagenoeg niet nodig.



Kijken hoe de plant zich voelt

Werden vroeger alleen de omgevingsfactoren van de plant gemeten, tegenwoordig zijn plantsensoren helemaal in. Een aantal zijn al op de markt of nog in ontwikkeling om meer inzicht te krijgen in hoe de plant zich voelt. Daardoor kan het klimaat beter bijgestuurd worden voor een betere groei of energiebesparing.

De kasluchttemperatuur is te koud volgens de meetbox en de buistemperatuur wordt verhoogd. Maar de plant had het eigenlijk prima naar haar zin en die verhoging was niet nodig geweest. Of de plant sluit zijn huidmondjes door een watertekort waardoor de groei wat achterblijft. Plantsensoren bieden in dit soort situaties uitkomst. Daarmee kunnen telers zien of de plant het wel naar haar zin heeft bij bepaalde klimaatinstellingen. Aan de hand van de gegevens die de sensoren verstrekken,

kunnen zij teelmaatregelen nemen om energie te besparen en/of een betere productie te krijgen. Plantsensoren staan sterk in belangstelling, zeker nu met geconditioneerd telen tuinders steeds meer mogelijkheden hebben om het klimaat te sturen.

De techniek ontwikkelt zich snel en je kunt het bijna zo gek niet bedenken of het kan wel aan de plant gemeten worden. De nieuwste ontwikkelingen op een rij. Gewasgroeimodellen zijn buiten beschouwing gelaten. □



APPARATUUR



Plantactiviteit

Wageningen UR is bezig met het ontwikkelen van een model dat de fotosynthese van de planten moet schatten aan de hand van de energie-, vocht- en CO₂-balans. (zie ook 'Klimaat ontrafelen'). Daarnaast is de Plantivitysensor van sensorenbedrijf Grow sterk in ontwikkeling. Deze meet middels de chlorofylfluorescentie de lichtbenutting van een blad, oftewel hoeveel licht het blad omzet in energie voor de groei (fotosynthese). Software bepaalt de plantactiviteit aan de hand van RV, CO₂-gehalte, ruimtetemperatuur, PAR-licht, planttemperatuur en het fotosyntheserendement. Door deze vertaling wordt inzicht gegeven wat de groei van de plant is en of deze bijvoorbeeld in stress is. En wat het effect van bijvoorbeeld een schermdoek of belichting op de groei van de plant is. Die kunnen dan beter ingezet worden waardoor een betere groei en energiebesparing te halen zijn. De software van de Plantivity is geschikt gemaakt voor rozen. Op dit moment worden de

modellen voor phalaenopsis, gerbera, cymbidium en kalanchoë gevalideerd. Een tekortkoming van de Plantivity is dat maar aan een klein gedeelte van een blad gemeten wordt. Dit stukje moet dan representatief zijn voor de rest van het gewas. Een andere apparaat, ook wel bekend als de MIPS (Multi Imaging of Plant Stress), kan beelden van hele bladeren of zelfs de plant maken. Hiermee kan de activiteit van de plant worden gevolgd en kunnen ook ziekten in een vroeg stadium – voordat het met het blote oog kan worden gezien – gedetecteerd worden. Dit apparaat wordt alleen nog toegepast in onderzoek aangezien het apparaat erg duur is. Ook Priva doet op dit moment onderzoek samen met universiteiten van Leuven en Gent naar metingen voor de plantactiviteit en de status van de plant. □

Gewasgroei

Een meetinstrument dat vooral in het onderzoek wordt gebruikt is de weeggoet. Hiermee kan nauwkeurig worden bepaald wat de groei van het gewas is. Telers gebruiken het daarvoor nauwelijks. In de groenteteelt wordt het wel gebruikt maar dan om

de watergift te bepalen. Grow is samen met Fytogoras van TNO bezig met een optische sensor die de hoeveelheid drogestof kan meten via fluorescentie. Hiermee kan snel en zonder de planten aan te raken de hoeveelheid droge stof in een deel van het gewas en daarmee de groei bepaald worden. Als dit bekend is dan kan een teler goed de effecten van bepaalde teelmaatregelen op de plantgroei volgen en zo nodig maatregelen nemen. □



Stengel- en bladdikte

Al wel enige tijd op de markt, maar nog weinig toegepast, is de stengeldiktemeter. Onder andere Phytech en Grow leveren deze sensoren. Met deze sensor kan de groei van de plant gemeten worden. Immers hoe groter de plant, des te dikker de diameter. Ook varieert de stamdiameter gedurende de dag, wat een relatie heeft met de vochthuishouding van de plant. Als deze sterk slinkt, is er sprake van een groeistoring. Er is ook een bladdiktemeter;

Hoogendoorn en Grow zijn bezig met een afrondende test. Dit zou een beter inzicht geven in de vochthuishouding en groei dan de stengeldiktemeter. □



Sapstroommeter

De sapstroommeter meet de snelheid en de richting van de sapstromen in de stam van de plant. Niet veel telers gebruiken deze sensor die Grow en Phytech in hun leveringspakket hebben. De stromen moeten iets zeggen over de vochthuishouding van de planten. Sluiten bijvoorbeeld de huidmondjes, dan neemt de sapstroomsnelheid af omdat ze niet meer verdampen. Dit kan bijvoorbeeld als de zon plotseling doorkomt en er niet genoeg vocht in het substraat aanwezig is. Als telers dit weten, kunnen ze beter water geven. De interpretatie van de metingen van de sapstromen is lastig omdat er opgaande (naar de bladeren) en neergaande stromen (naar de wortels) zijn. Grow ziet het meer als een onderzoeksinstrument. □

Vervolg op pagina 58. ➔

ERVARING



FOTO: FERRY NOORDAM

Ron van der Knaap, rozenteler in Honselersdijk: 'Ik ben een ondernemer, geen onderzoeker'

Op het rozenbedrijf van 4,5 ha van Villa Rosa gebruikt Ron van der Knaap GrowWatch. Dit is een combinatie van sensoren, software en kennisuitwisseling. Via onder andere de planttemperatuurmeter wordt de VPD (Vapour Pressure Deficit) bepaald. Dit geeft aan hoe het met de verdamping van de plant is gesteld. „De VPD geeft veel inzicht in de plant. Samen met een WET-sensor die bekijkt hoe vochtig het is in de

mat, kan ik daardoor veel beter water geven. Ook kan ik zien of de planten CO₂ nodig hebben. De CO₂-dosering wordt afhankelijk van de VPD geregeld”, vertelt Van der Knaap. Het bedrijf gebruikt een PAR-sensor om het moment van belichting beter te regelen. Met de sensoren is ook beter het moment van klijten te bepalen. De Plantivity-sensor gebruikt Villa Rosa echter niet meer. „De Plantivity gaf mij

niet meer informatie dan ik echt nodig heb. Het geeft misschien wel meer inzicht, maar ik ben ondernemer en geen onderzoeker en wil dus niet te veel tijd steken in het bekijken van alle lijnen op mijn computerscherm. De VPD geeft mij nu voldoende informatie over de plant waarop ik mijn regeling kan aanpassen. Het gaat uiteindelijk toch om wat ik ermee kan en er dus baten uit kan halen”, legt de rozenteler uit.

APPARATUUR



Blad- en planttemperatuurmeter

Meet de bladtemperatuurmeter hoe warm één blad is, de planttemperatuurmeter pakt een oppervlakte van 5 à 15 m², wat representatiever is. Deze PT-meter of infraroodtemperatuurcamera meet dan de temperatuur van het gewas en is redelijk gangbaar in de praktijk en ook al flink wat jaren op de markt. De planttemperatuur heeft invloed op verschillende processen in de plant, zoals celdelingsnelheid en celstrekking.

De temperatuur van blad of plant kan wel 5°C verschillen met de in de meetbox gemeten kasttemperatuur. Bij bijvoorbeeld veel instraling is de planttemperatuur hoger dan de ruimtetemperatuur. Wel zal de plant door verdamping zichzelf proberen te koelen. Als er niet genoeg gekoeld kan worden, kan de plant oververhit raken, waardoor de plant stress heeft.

Met de plant- en kasttemperatuur en de luchtvochtigheid kan ook de verdampingsdruk of VPD (Vapour Pressure Deficit) berekend worden. Dit is het verschil tussen de dampdruk in de huidmondjes en in het kasklimaat. Om te kunnen verdampen heeft de plant een hogere dampdruk nodig dan de kaslucht. Hoe groter het verschil, des te makkelijker een plant kan verdampen. Met de VPD is beter inzicht te krijgen in de verdampingscapaciteit van het gewas dan met luchtvochtigheid of vochtdeficit. De VPD is goed te gebruiken om

de ontwikkeling van het gewas te volgen en te sturen.

Het meten van de planttemperatuur kan voordelen geven, zoals minder stress voor het gewas en een beter inzet van de energieschermen en minimumbuis. Dit geeft energiebesparing en een betere productie van het gewas. Ook kan bijvoorbeeld nat slaan van het gewas en daarmee schimmelvorming voorkomen worden. □

Model volgt stand huidmondjes

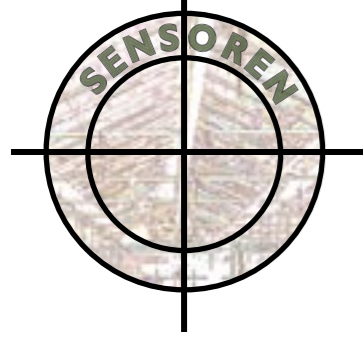
Hoogendoorn presenteert op de Horti Fair een model dat de stand van de huidmondjes volgt. Ook zijn er handmeters op de markt, zogenoemde porometers, die aangeven of de huidmondjes open of gesloten zijn. Dit moet telers meer inzicht geven in het plantgedrag onder verschillende klimaatomstandigheden. De huidmondjes zijn namelijk de regelorganen van de plant en spelen een cruciale rol bij de gewasverdamping en CO₂-opname. Het model maakt het gedrag zichtbaar door uit bekende parameters van de plant en het kasklimaat de stand van de huidmondjes te 'berekenen'. Door dit inzichtelijk te maken kunnen telers hun kasklimaat veel beter sturen voor een optimale groei van het gewas. Dit model is ontwikkeld door Hoogendoorn Automatisering en is onderdeel van het Aircokas-concept dat in samenwerking met Wageningen UR is ontwikkeld. Bij dit concept wordt verneveling gebruikt voor koeling. Telers gebruiken de vernevelinstallatie wel, maar weten nog niet precies wanneer deze in te zetten. Het huidmondjesmodel moet hierbij hulp bieden. Het

wordt nu beproefd bij een tiental praktijkbedrijven en is leverbaar vanaf eind dit jaar. □



Gewascamera's

Sinds ongeveer twee jaar zijn gewascamera's op de markt. Verschillende leveranciers hebben camera's waarmee beelden gemaakt kunnen worden van het gewas die makkelijk via internet zijn te versturen. Enkele tientallen telers werken ermee. Het grote voordeel is dat telers of voorlichters het gewas op afstand kunnen bekijken. Dit is handig als een teler meerdere locaties heeft of ver weg woont van zijn bedrijf. Hij kan dan snel op afstand zien hoe zijn gewas ervoor staat. Dit geldt ook voor voorlichters. Die kunnen dan sneller en vaker het gewas zien. De gewascamera's geven natuurlijk niet alle informatie. Het is maar één tweedimensionaal plaatje van het gewas en de vraag is hoe representatief dat is. Wat wel een meerwaarde geeft, is dat verschillende beelden in de tijd, bijvoorbeeld om het half uur, achter elkaar gezet kunnen worden. Hiermee kan de gewasontwikkeling gevolgd worden – bijvoorbeeld het slap hangen van het gewas – samen met de klimaatgegevens. Met deze gegevens kan de teler eventueel ingrijpen. Ook zijn gewassen op verschillende locaties met elkaar te vergelijken. LetsGrow biedt de mogelijkheid aan om de beelden en klimaatgegevens in één database op te slaan en te bekijken. □



Interpretatie cijfers vaak lastig

Sensoren kunnen veel meten, maar een teler moet er ook iets mee kunnen doen. De vertaling van de meetgegevens naar teeltmaatregelen valt nog niet mee. Deskundigen vertellen over de mogelijkheden en de beperkingen van sensoren voor de praktijk.

De sensor geeft aan dat de huidmondjes overdag deels gesloten zijn. Maar wat moet er gebeuren om ze weer verder open te krijgen? Moet de luchtvochtigheid omhoog? Water geven of wellicht de schermen sluiten? Of is het voor de lange termijn misschien toch beter om het maar even zo te laten?

Dit zouden vragen kunnen zijn van een teler die straks gaat werken met de huidmondjesmonitor. Meten is weten, maar je moet wel weten wat je meet. En dan moet je ook nog weten wat je met die gegevens moet doen.

De klimaatcomputer regelt nu vooral op basis van de gegevens van de meetbox in de kas en de licht- en windmeter op de schuur. Maar nog niet op hoe de

plant zich voelt. Eigenlijk raar, want het gaat de teler toch uiteindelijk om de plant.

Met alle nieuwe technieken krijgen telers steeds meer knoppen om aan te draaien. Alleen weten ze nog niet wat precies de instellingen van de knoppen moeten zijn. „Sensoren zijn daarom belangrijker dan ooit om te zien wat de plant en het klimaat doen”, zegt Jan Voogt van Hoogendoorn Automatisering. Telers kunnen dan zien hoe de plant reageert op veranderingen in het klimaat. Sensoren kunnen als het ware het gevoel van de teler bevestigen.

Veel variatie

Een probleem bij sensoren is dat er binnen de kas en tussen planten veel variatie optreedt, waardoor de metingen minder bruikbaar kunnen zijn, zegt Rob Baas. Hij is onderzoeker bij het voormalige PPO Glastuinbouw geweest en heeft nu het onderzoeks- en adviesbureau FytoFocus waarmee hij onder meer groepen telers begeleidt om sensoren te gebruiken. De nauwkeurigheid van de sensoren is volgens Baas

niet het probleem, hooguit de robuustheid. „Maar vaak meten de sensoren slechts op één punt. De verschillen kunnen heel groot zijn; vochtgehalten kunnen 20% verschillen, de plantgrootte wel 100% en de instraling varieert door het draaien van de zon. Voor een betrouwbaar gemiddelde zijn soms wel twintig metingen nodig”, stelt Baas. Dit is natuurlijk lang niet altijd mogelijk, aangezien sensoren duur zijn. Maar handmeters en goedkopere sensoren, of sensoren die een groter oppervlak of volume meten, kunnen dit probleem ondervangen. Sensoren kunnen wel een trend laten zien. Baas: „Bij vochtsensoren is die namelijk vrijwel gelijk op verschillende plekken.”

Nicole Nulkens, productmanager sensoren bij Priva, vindt bovendien dat goedkope sensoren wel geschikt zijn voor snelle tijdelijke onderzoekstellingen, maar niet voor langdurig gebruik in de regulering. Ze kijken te snel af volgens haar.

Intensive care

Nog moeilijker is de interpretatie van de gegevens, vindt Leo Marcelis, teamleider bij WUR Glastuinbouw. „Een heleboel lijntjes naast elkaar op een computerscherm zeggen nog niets. Want gaat het nu goed of slecht met de plant?” Rob Baas sluit zich daarbij aan en vergelijkt het met een intensive care van een ziekenhuis. „In het ziekenhuis is

precies bekend bij welke temperaturen, bloeddruk, hartslag en zuurstofgehalten een mens goed functioneert. Als dit niet zo is, wordt er alarm geslagen. Maar bij planten zijn we nog lang niet zo ver.”

Jan Voogt van Hoogendoorn Automatisering is het daarmee eens. Het probleem is volgens hem dat er nog niet bekend is wat nu juist het beste voor de plant is. „Je kan bijvoorbeeld de fotosynthese wel meten en vervolgens trachten te verhogen, maar wat doet de plant met de meer geproduceerde assimilaten? Geeft dat meer knoppen of langere stelen of juist meer blad? We weten het nog niet”, stelt Voogt.

Begeleiding belangrijk

Telers hebben dus begeleiding nodig om met sensoren te leren omgaan, vindt Antony Brouwers van sensorenbedrijf Grow. Groeimodellen moeten hen daarbij helpen. Deze zijn er voor de meeste belangrijke gewassen. De data van sensoren voeden de modellen, die vervolgens iets kunnen zeggen over de toekomstige groei, verdamping en fotosynthese. Telers kunnen daarop het klimaat en de teelt sturen. Volgens Marcelis kunnen de modellen helaas nog niet de kwaliteit van het gewas voorspellen.

Behalve begeleiding vindt Voogt het belangrijk dat telers eerst een strategie hebben voordat ze überhaupt op basis van sensoren

hun klimaatregeling ingrijpend gaan veranderen. „Wat willen ze? Willen ze alleen stress voorkomen, de productie sturen, of sturen op maximale aanmaak van assimilaten? De vraag is dan wel of de betere klimaatregeling resulteert in een product dat meer opbrengt. Leidt het tot langere stelen en meer knoppen? Of gaan de assimilaten in de wortels zitten? Op dit moment zijn de verbanden nog niet helder. Het is eerst van belang dat door middel van de plantsensoren de reacties van de plant op het gewijzigde kasklimaat te leren kennen”, legt Voogt uit. Dat kan volgens hem door in kleine stappen temperatuur, RV en CO₂ te verhogen voor meer fotosynthese. Als vervolgens meer duidelijk wordt welke effecten dat geeft op het gewas en het oogstbare product, dan kan er grotere stappen genomen worden. „Ook helpen plantsensoren om sommige misverstanden te ontzenuwen, zoals dat een gewas bij hoge RV niet meer zou kunnen verdampen”, stelt Voogt.

Baas vraagt zich af of iedere teler plantsensoren wel continu moet gebruiken. Hij stelt dat met onderzoek met plantsensoren meer bereikt kan worden. „Door het opwekken van stress kunnen we setpoints en bandbreedtes voor omgevingsfactoren als temperatuur en luchtvochtigheid bepalen. Deze waarden zijn veel makkelijker en betrouwbaarder te meten en dus beter om op te regelen”, stelt Baas. □



Vakblad voor de Bloemisterij 39 (2007)



Mark Duijf, teeltmanager bij Rijnplant:

'Belichting gehalveerd en 50% meer bloemen'



FOTO: RENS KROMHOUT

Al zes jaar lang heeft Mark Duijf ervaring met sensoren van de GrowWatch, op de vestiging Berckenrode waar hij anthurium teelt. Deze sensoren meten RV, watergehalte, RV, blad- en pottemperatuur, CO₂-gehalte, EC, PAR-licht bij het blad en fotosynthese met behulp van de Plantivity. In het begin kostte het veel tijd, maar nu heeft hij alles behoorlijk onder knie. Hij is er per dag een half uur mee kwijt. 's Ochtends kijkt hij naar de eigen meetdata en naar die van de vijftien andere telers die bij Rijnplant zijn aangesloten. „Belangrijke winstpunten van sensoren en groeimodellen vind

ik de opbouw van kennis over de plant en energiebesparing. In drie jaar tijd is bij ons het aantal uren belichting gehalveerd en het gasverbruik met zo'n 10% gedaald. De teeltduur is gelijk gebleven, maar wel met 50% meer bloemen”, constateert Duijf. De klimaatcomputer wordt bij Rijnplant niet direct aangestuurd door de meetdata en de uitkomst van gewasgroeimodellen. „Anders ben je je leermomenten kwijt en zie je niet precies hoe de plant reageert op een wijziging in de regulering. Op PAR-licht en bladtemperatuur zou ik wel durven sturen, maar de andere metingen nog niet helemaal. Het gewas leer ik zo door en door

kennen.” Als voorbeeld noemt hij dat de assimilatielijn ineens wegzakte. Op dat moment werd vrij warm en licht geteeld, terwijl anthurium een schaduwgewas is. „De plant moest hard lopen en zat er doorheen. Zonder de sensoren van de GrowWatch had ik dat niet zo gauw in de gaten gehad. En had ik bovendien ook niet de oorzaak gekend.” Wat Duijf aan gegevens belangrijk vindt, is de hoeveelheid licht die de plant niet gebruikt. „Het is een soort hartbewaking van de plant. Als deze waarde boven een streefwaarde komt, dan is dat een teken dat de plant niet goed gebruikt maakt van het beschikbare licht.”

Vakblad voor de Bloemisterij 39 (2007)