

# Sensoren

*Om de informatie in dit hoofdstuk te begrijpen, moet je de volgende onderwerpen kennen: fotosynthese, temperatuur, luchtvochtigheid*

## De sensor regelt alles - inleiding

De teler ligt een dagje op het strand en in de kas regelen de sensoren alles. Zij zorgen voor het juiste klimaat en doseren de voeding en watergift. De volgende dag gaat hij weer eens kijken en alles staat er blakend bij. Voorlopig is dit nog een droom. En het is de vraag of het ooit zo zal gaan. De sensoren rukken op in de tuinbouw. Dat geeft zeker meer inzicht, maar het vergt ook veel aandacht en tijd van de teler om de zaak goed te laten functioneren en om de meetresultaten te interpreteren.

*Beeldsuggestie: foto sensor in de kas*

## De pratende plant rukt op – basis

Ooit waren de verwachtingen over ‘de pratende plant’ hoog gespannen. Als je maar genoeg sensoren rond de plant hangt, vertelt hij precies waar hij behoefte aan heeft, was toen het idee. Inmiddels kijken we nuchterder aan tegen de mogelijkheden. Je kunt tegenwoordig inderdaad veel aan de plant meten. Maar meten is niet per se weten. Veel hangt af van waar je meet, hoe vaak en op welk moment van de dag. En vooral van de interpretatie van de meting. Er komen steeds meer sensoren op de markt. Metingen daarmee geven meer inzicht, maar het groene vakmanschap blijft nog net zo belangrijk.

Een sensor – of ‘voeler’ – is een klein meetapparaatje. Het meet continu. Je kunt het vergelijken met een zintuig. Want ook bij onze zintuigen moeten de hersenen daarna interpreteren wat we precies waargenomen hebben. Het resultaat van de meting met een sensor is een getal. Of vaak een lange reeks getallen. Zo’n getal op zichzelf zegt niets. Je moet het ergens mee vergelijken. Bijvoorbeeld met een modelberekening van een plant onder optimale omstandigheden. Of met je eigen gegevens van vorig jaar. Met gegevens van collega’s. Met klimaatgegevens of metingen van andere sensoren.

Sensoren zijn grofweg te verdelen in twee categorieën: plantsensoren en sensoren voor klimaatfactoren.

*Beeldsuggestie: grafiek met metingen op computerscherm*

## Wat meten sensoren – basis

Plantsensoren kunnen inmiddels heel wat meten. Voorbeelden zijn:

- bladoppervlakte
- lichtonderschepping
- fotosynthese
- fluorescentie
- planttemperatuur
- dampspanningsdeficit
- huidmondjesopening
- vruchttemperatuur
- verdamping
- sapstroom
- bladdikte

- microklimaat

Al deze sensoren verkeren in verschillende stadia van praktijkrijpheid. De komende jaren zullen er steeds meer op de markt komen. Het hangt van de keuze van een teler af welke informatie hij nodig denkt te hebben en welke sensoren daarbij passen.

Sensoren voor klimaatfactoren zijn al langer in gebruik. Ze meten bijvoorbeeld temperatuur, luchtvochtigheid, CO<sub>2</sub>-concentratie, (PAR-)licht, vochtigheid van het substraat enzovoorts. Ook op dit vlak worden continu nieuwe sensoren ontwikkeld. Heel interessant zijn bijvoorbeeld voelers die vluchtige stoffen in de kaslucht kunnen meten. Op den duur zou je daarmee misschien kunnen bepalen hoe gezond het gewas is.

*Beeldsuggestie: een of andere sensor*

## Metten van planttemperatuur en fotosynthese – basis

Het meten van de planttemperatuur zou eigenlijk standaard moeten zijn. Deze meting is zo betrouwbaar dat er ook op te regelen valt. Strikt genomen is het beter op planttemperatuur te regelen dan op luchttemperatuur, maar het vergt wel veel zorgvuldigheid en tijd voor interpretatie van de gegevens. De sensor moet goed gericht zijn. Als hij stukken pad of verwarming meeneemt, is de meting minder betrouwbaar. Voor elk gewas liggen de getallen anders en de planttemperatuur kan zo snel wisselen dat de regeling erg fluctueert.

Een andere belangrijke meting – in theorie – is die van de fotosynthese. Dat is immers de basis van de groei. Als er al iets misgaat met de fotosynthese, verlopen verdere processen ook niet optimaal.

Probleem is dat echte meting van de fotosynthese – de opname van CO<sub>2</sub> - in de praktijk erg moeilijk is. Als alternatief kun je de fluorescentie meten. Hoge fluorescentie betekent een slechte fotosynthese. Maar: de fluorescentiemeter meet maar een paar vierkante millimeter blad. Terwijl een hectare kas bij een volgroeid gewas zo'n drie hectare blad bevat. Kies je dan een jong of iets ouder blad? Hoeveel bladeren meet je? Op welk moment van de dag?

Er is veel variatie tussen de bladeren en de omrekening naar de fotosynthese komt nauw.

Daarom is de kwaliteit van de software voor die omrekening erg belangrijk en ook het periodiek kalibreren van de meter. Fluorescentie meten is wel degelijk van belang, maar de interpretatie kost moeite en tijd.

*Beeldsuggestie: meten van planttemperatuur*

## Regelen op microklimaat rond bloem en blad - verdieping

Metingen van microklimaat direct rond bloem en blad met sensoren geven vaak verrassende uitkomsten. Zo was bij een proef op zes gerberabedrijven de bloemtemperatuur overdag één tot twee graden hoger dan de meting door de meetbox aangaf. Die meetbox hangt hoog boven het gewas. 's Nachts waren er slechts kleine verschillen. Overdag was het microklimaat direct rond de bloem droger dan de meetboxmeting en rond het blad vochtiger. 's Nachts waren zowel bloem als blad vochtiger dan de meetbox aangaf. Dit zijn belangrijke inzichten om Botrytis te voorkomen. Deze schimmel voelt zich immers goed thuis in vochtige omstandigheden. Door het klimaat te regelen op de omstandigheden vlak bij bloem en blad, en dus niet op uitkomsten van de meetbox boven het gewas, kun je betere resultaten bereiken.

*Beeldsuggestie:?? Iets met gerbera's*

## Sensor alleen bruikbaar in combinatie met model – verdieping

Sensoren zijn pas goed bruikbaar zijn in combinatie met een model. Een model is een vereenvoudigde weergave van de werkelijkheid in de computer. De complexiteit van het model moet passen bij de toepassing. Voor het berekenen van optimale CO<sub>2</sub>-concentratie in de kas is een fotosynthesemodel geschikt, maar voor de bepaling wanneer je het beste een extra stengel in tomaat aan kunt houden, is een compleet gewasmodel nodig.

Plantmodellen worden al heel lang gebruikt in het tuinbouwonderzoek. Ze maken het mogelijk op een slimme manier proeven op te zetten. Als je van tevoren uitrekenet dat verschillen tussen behandelingen klein zullen zijn, is het vaak niet zinnig een proef te doen, omdat je de verschillen dan toch niet glashard kunt aantonen. Tegenwoordig bestaat veel onderzoek uit een proef in een kas aangevuld met modelberekeningen.

*Beeldsuggerie: computerscherm met gegevens*

## Soorten modellen - verdieping

Een plantmodel levert een vereenvoudigde weergave van reacties van de plant op kasklimaat en teeltmaatregelen. Grofweg zijn deze in te delen in twee soorten.

- regressie- of statistisch model. Dat geeft bijvoorbeeld de relatie tussen temperatuur en het aantal bloemen aan. Het vertelt de teler hoeveel meer (of minder) bloemen hij kan verwachten bij een temperatuurverhoging. Voordeel van zulke modellen is dat ze vrij snel te maken zijn. Bovendien zijn ze betrouwbaar in het gebied waarvoor ze ontwikkeld zijn, bijvoorbeeld tussen de 18° en 24° C. Je kunt dan echter niets zinnigs zeggen over de reactie van de plant bij 28°C.

- fysiologische model. Dit is moeilijker om te maken, maar wel geschikter voor meer omstandigheden. Deze modellen verklaren bijvoorbeeld het aantal bloemen aan de hand van fotosynthese, scheutuitloop, knopaanleg enz. Zo'n model is breed inzetbaar. Het principe van fotosynthese is immers voor alle planten gelijk. Met behulp van verschillende parameters kan het model aangepast worden aan de soort plant of aan het ras. Zulke parameters zijn bijvoorbeeld: maximale fotosynthesesnelheid in het blad, afsplitsingsnelheid van bladeren of trossen, lengte van het generatieve deel van de stengel ten opzichte van het vegetatieve deel, maximale lengte van de internodiën (de stukken stengel tussen twee opeenvolgende bladeren/bladparen).

*Beeldsuggerie: computerscherm met uitkomsten modelberekening bv. in grafiekvorm*

## Timing en kwaliteit bij kalanchoë - verdieping

Op verzoek van een kalanchoëteler is een model ontwikkeld dat hem meer grip geeft op teeltduur en lengte van zijn planten. Uit praktijkgegevens bleek dat licht en temperatuur belangrijke factoren zijn. In klimaatcellen is de invloed van temperatuur en licht op lengte en ontwikkelingssnelheid bepaald. Voor het voorspellen van de lengte bleek het nuttig om de internodiën tussen de bladeren los te zien van de internodiën in de tros. De lengte van de internodiën reageert op licht en temperatuur. Met het model is te berekenen hoeveel elke dag aan de ontwikkeling is toegevoegd. Als de plant bijvoorbeeld bij 20°C 70 dagen over zijn ontwikkeling doet en bij 26°C 80 dagen, dan voegt een dag van 20°C 1/70 deel aan de ontwikkeling toe. Een dag van 26°C voegt 1/80 deel van de ontwikkeling toe. Het model telt elke dag de voortgang in ontwikkeling op bij de vorige stand en zo kan de tuinder zien hoe ver hij nog verwijderd is van het stadium 'leveringsklaar'. Daarop kan hij inspelen met de temperatuur (en belichting) om de ontwikkeling te sturen en een bepaalde leveringsdatum te halen.

De teler heeft twee keuzes als hij het goede levertijdstop niet dreigt te halen. Spelen met de temperatuur of met het licht. Als het sneller moet, is meer licht beter dan een hogere temperatuur. Hogere temperaturen geven weliswaar een versnelling maar ook een langere plant en minder bloemen. Ook is duidelijk wat er moet gebeuren als de planten te vroeg leverbaar dreigen te zijn. Dan moet de temperatuur omlaag, want dat vertraagt de groei terwijl het niet ten koste gaat van de kwaliteit.

*Beeldsuggestie: iets met kalanchoë's*