

Als planten konden praten

Leo Marcelis & Ep Heuvelink
 Wageningen UR: - WUR Glastuinbouw (Leo.Marcelis@wur.nl)
 - Leerstoelgroep Tuinbouwketenens (Ep.Heuvelink@wur.nl)

Met medewerking van: J. Bontsema, T. Dueck, A. de Gelder,
 E. van Os, M. Raaphorst, J. Snel,
 K. Steppe (Gent), J. Veenman, P. van Weel



Groeibijeenkomst Westland Energie Services
 27 maart 2008



Wat komt er vanavond aan bod


- Nauwkeurigheid sensoren
- Waarom sensoren en hoe kun je ze gebruiken
- Voorbeelden van enkele sensoren
 - Bladoppervlakte en lichtonderschepping
 - Fotosynthese
 - Planttemperatuur
 - Huidmondjessensor
 - Vruchttemperatuur
 - Verdamping, groei, wateropname
 - Bladdikte (waterstress)
 - Microklimaat
- Conclusies

**Geen vergelijkend
 warenonderzoek**



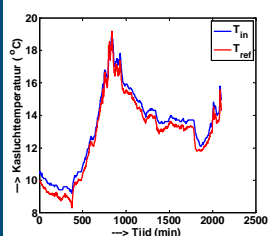
Nauwkeurigheid sensoren

- Zelfs standaard klimaatmetingen kunnen forse afwijkingen bevatten
- Regelmatige ijking is essentieel

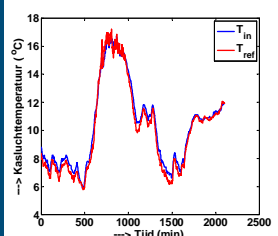


Metingen (voor en na onderhoudsbeurt)


Kasluchttemperatuur



Teler 4 (voor)
 Fout: $0.5 \pm 0.3^\circ\text{C}$

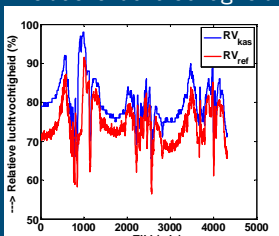


Teler 4 (na)
 Fout: $-0.3 \pm 0.6^\circ\text{C}$

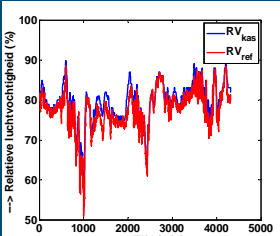


Metingen (voor en na onderhoudsbeurt)


Relatieve luchtvochtigheid



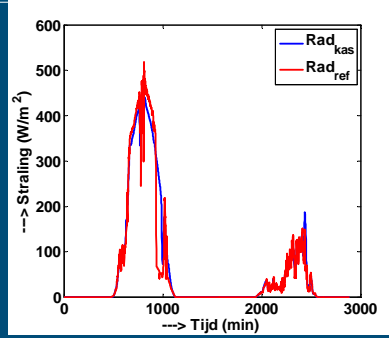
Teler 3 (voor)
 Fout: $6 \pm 12\%$




Teler 3 (na)
 Fout: $2 \pm 3\%$



Metingen: Globale straling



Teler 2 (na ijking)
 Fout: $7 \pm 96 \text{ W/m}^2$



Nauwkeurigheid sensoren

- Zorg voor onderhoud en ijking
- Wees alert op meetfouten

Waar gaan we het vanavond **niet** over hebben

- Metingen substraat en bodem (vocht, EC, pH, nutriënten, zuurstof, ziektedruk)
- Klimaatmetingen (straling, PAR, RV, CO₂, temperatuur, NO_x)
- Uitstraling (Pyrgeometer)



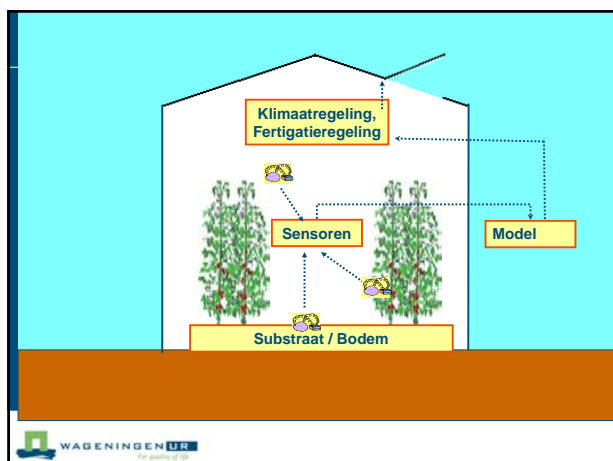
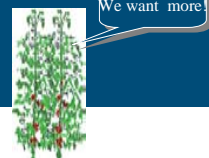
Bottlenecks bij toepassing van sensoren

- Wat meten?
- Hoe meten?
- Wat betekent meetwaarde voor eindproduct?
- Welke bijsturing is nodig?

→ Koppeling met model nodig

Gewasbehoeften

- Regeling klimaat, voeding en watergift afhankelijk maken van gewasbehoeften
- Vaststellen van plantbehoeften
 - sensoren
 - modellen
 - model + sensor
 - Luister wat de plant zegt d.m.v. sensoren
 - interpreteer sensorwaarde m.b.v. model



Meetprotocol

- Meting aan 1 blad?
 - meting aan 1cm² terwijl 3 ha blad per ha kas?
- meting aan 1 plant?
- Elke dag?
- welk moment van de dag?

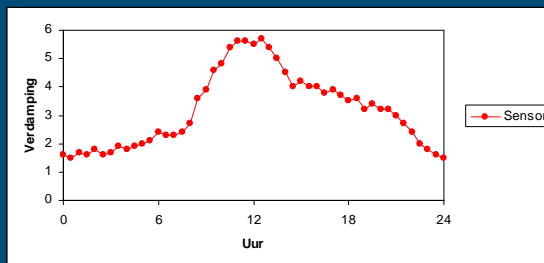
Meetwaarde moet aan iets gerelateerd kunnen worden

- klimaat
- andere plantsensoren
- historische gegevens
- collega's
- berekende waarde



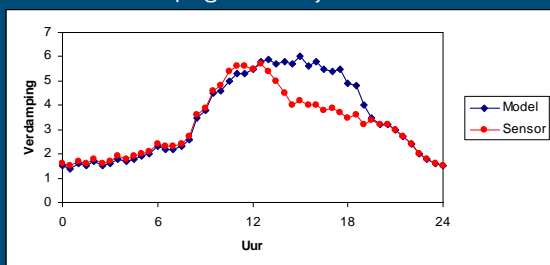
Wat zegt meetwaarde?

Doet deze plant het goed of slecht?



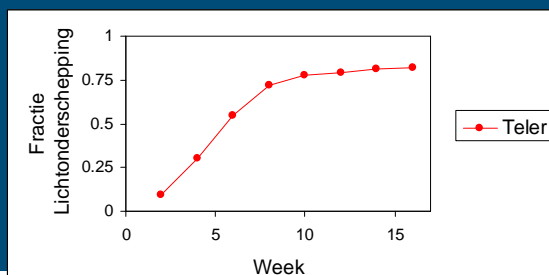
Wat zegt meetwaarde? →Vergelijk met model.

Plant doet het niet goed: stress in de middag, waardoor verdamping achter blijft



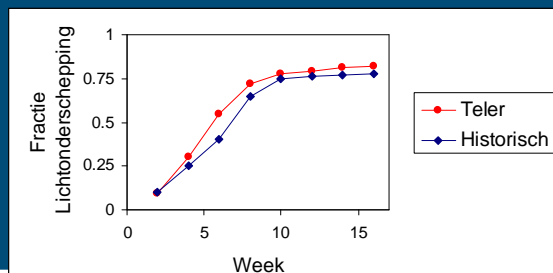
Wat zegt meetwaarde?

Doet dit gewas het goed of slecht?



Wat zegt meetwaarde?

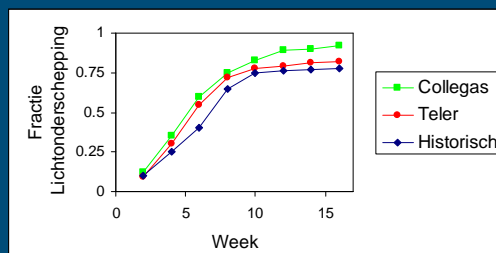
Gewas doet het beter dan voorgaande jaren!



Wat zegt meetwaarde?


Gewas doet het beter dan voorgaande jaren!

... Maar gewas doet het slechter dan bij collega's



Meten van bladoppervlakte en lichtonderschepping

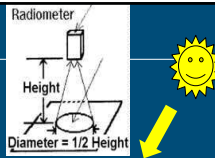
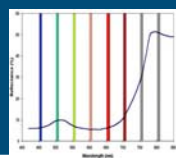
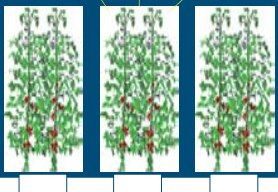

- **Waarom?**
 - Bladoppervlakte bepaalt hoeveelheid licht die door gewas onderscheept wordt
 - Groei direct gerelateerd aan de hoeveelheid onderscheept licht
 - bij klein gewas valt veel licht onbenut op de grond



meten van lichtonderschepping

meting gewasreflectie i.p.v. onderschepping

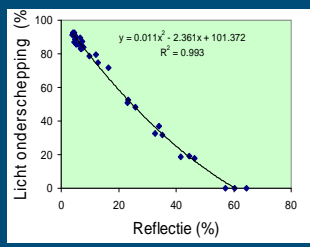


- + weinig verstoring, weinig vuil
- + 'groot' meetoppervlak mogelijk

Meting van lichtonderschepping




Lichtonderschepping kan bepaald worden door reflectiemeting

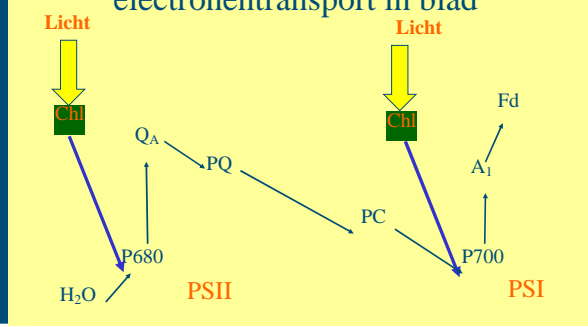





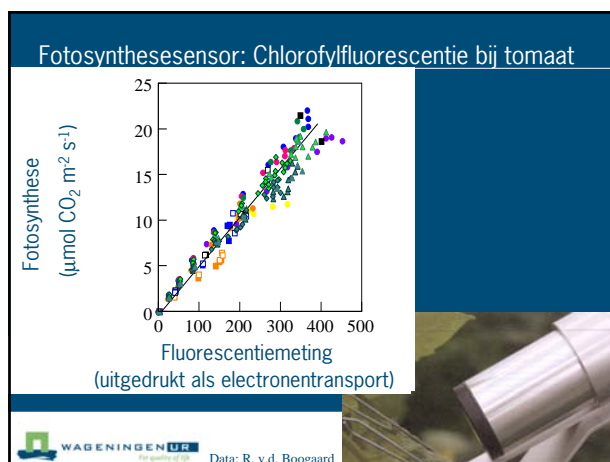
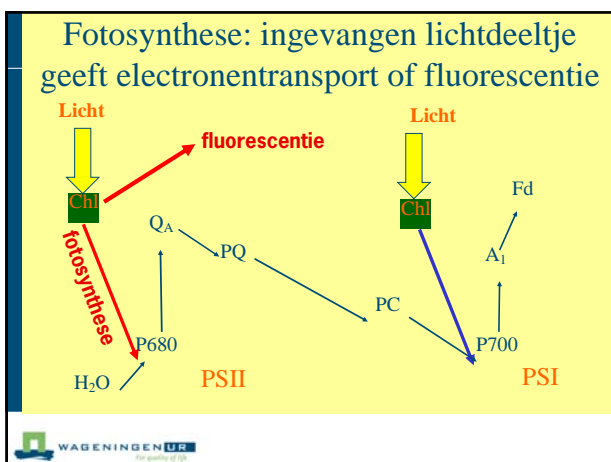
Meten van fotosynthese

- Fotosynthese is CO₂ opname
- Meters van CO₂-opname weinig robuust
- indirect te meten via chlorofyl-fluorescentie




Fotosynthese: proces van electronentransport in blad

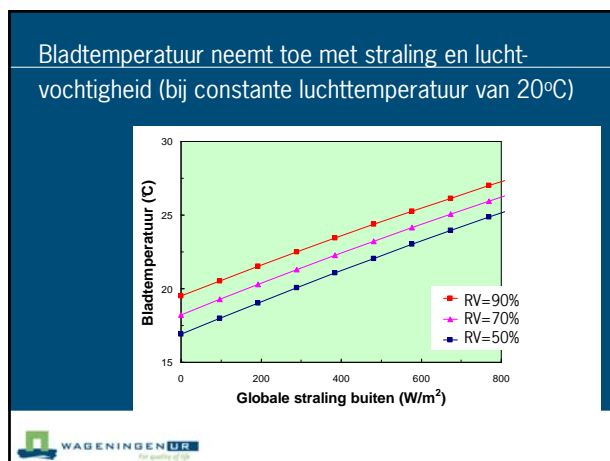





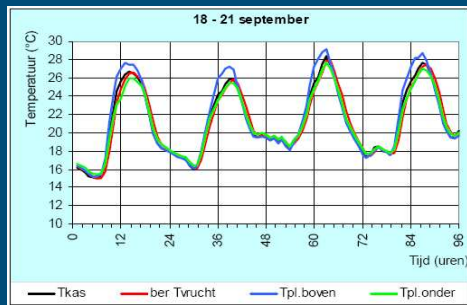
- ### Fotosynthese meten d.m.v. fluorescentie
- Belangrijkste groeiproces: basis voor groei
 - Bladfotosynthese behoeft vertaalslag naar gewasfotosynthese
 - Omrekening fluorescentie naar fotosynthese is niet constant →
 - kwaliteit software is belangrijk
 - periodiek calibratie gewenst met meting CO₂ opname
 - Meting <1 cm²: Veel variatie tussen bladeren aan 1 plant
-

- ### Meting planttemperatuur
- planttemperatuur erg belangrijk i.v.m. condensatie
 - planttemperatuur belangrijker voor plant dan kasttemperatuur
 - bladtemperatuur wijkt af van kasttemperatuur, bijvoorbeeld
 - veel licht → hogere bladtemperatuur
 - scherm → hogere bladtemperatuur
-

- ### Planttemperatuur
- Verhouding lucht – planttemperatuur anders bij
 - Scherm open of dicht
 - Standaardkas of semi-gesloten kassen
 - SON of LED belichting
 - Wel of niet vernevelen



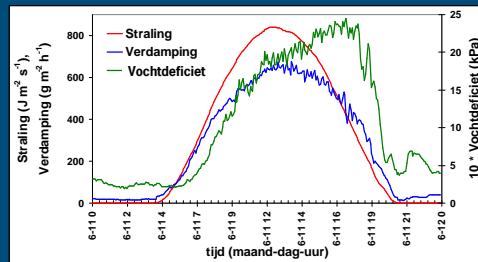
Planttemperatuur volgt vaak luchttemperatuur; vooral bij veel instraling hogere bladtemperatuur



Data van Houter et al. 2004, Proef bij WUR Glastuinbouw (PPO)



Verloop van verdamping gedurende een zonnige dag



Middag hogere verdamping dan 's ochtends door hoog vochtdeficiet → lagere planttemperatuur



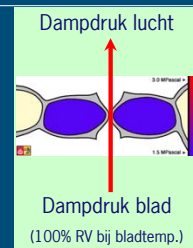
Planttemperatuur

- Zou standaardmeting moeten zijn
- Gebruik het vooral om te monitoren
- Regelen er op kan ook en verdient theoretisch duidelijk de voorkeur
- Echter meting minder robuust dan luchttemperatuur
 - Begin van gewasopbouw → meting van bodem
 - Toevallig meting van pad of verwarming?
 - Voor elk gewas anders
 - Hoe regel je op vocht (meetbox is nodig)
 - Planttemperatuur wijzigt snel → pas op onrustige regeling



VPD (dampdrukdeficiet _{blad-lucht})

- Als je planttemperatuur weet (en luchttemperatuur en luchtvochtigheid), kun je VPD berekenen → drijvende kracht voor verdamping

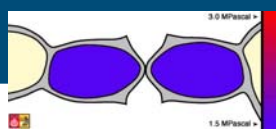


$$\begin{aligned} \bullet \text{ Verdamping} &= (\text{dampdruk}_{\text{blad}} - \text{dampdruk}_{\text{lucht}}) / \text{weerstand} \\ \bullet \text{ Verdamping} &= \text{VPD} / \text{weerstand} \end{aligned}$$



Huidmondjessensor

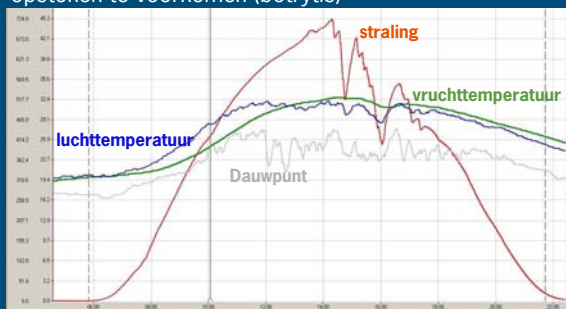
- Als je planttemperatuur weet, kun je de huidmondjesopening schatten → hiervoor bestaan zogenaamde softsensoren
 - Open huidmondje is gunstig voor fotosynthese, maar belang hangt sterk af van andere omstandigheden



Kunstrucht: meting van vruchttemperatuur

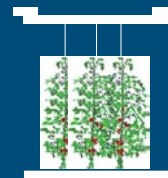


Vruchttemperatuurmeting: vooral zinvol om natslaan bij opstoken te voorkomen (botrytis)

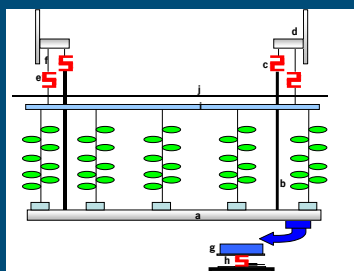


Meting verdamping en groei

- Verdamping
 - Substraat + planten wegen
 - middels weegschalen of krachtopnemers
 - gewichtsverlies = verdamping
- Groei
 - Plant ophangen aan krachtopnemers

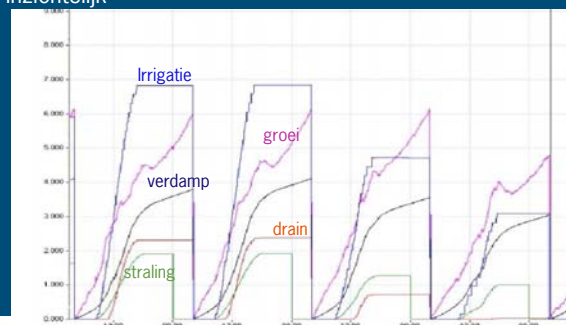


Verdamping, groei en drain meten met krachtopnemers (bij hangende goten)



Verdampingsmeting kan ook door weegschalen onder substraat

Weeggoten maken groei, watergift, irrigatie en drain inzichtelijk



Weeggoten (verdamping en groei)

- Meetprincipe werkt goed, waarbij meerdere planten gemeten worden
- maar
 - Meetkwaliteit hangt ook af van kwaliteit krachtopnemers (nauwkeurigheid en temperatuurgevoeligheid)
 - Drainmeting via weging veel beter dan 'lepeltjes'
 - Metingen kunnen enige ruis bevatten, bijvoorbeeld door werkzaamheden in gewas
 - Goede metingen vragen veel zorg

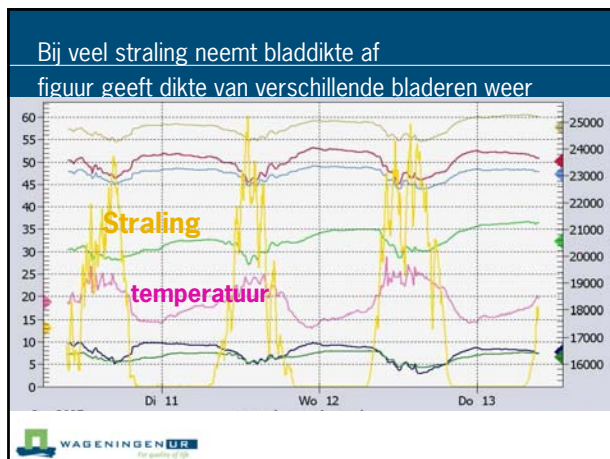
Sapstroommeter

- Meten van wateropname
- 1 meter meet aan 1 stengel
- Binnen een etmaal kun je trends goed meten, maar je kunt totale wateropname tussen verschillende weken of verschillende planten niet vergelijken
 - Bij elke stengel en elke week een nieuwe 'ijking' nodig (bijv. vaststellen van nachtverdamping)
- Meter moet nauwkeurig op stengel gezet worden
- Storingsgevoelig (soms zeer positieve verhalen, veel negatieve ervaringen)
- Niet geschikt voor de praktijk



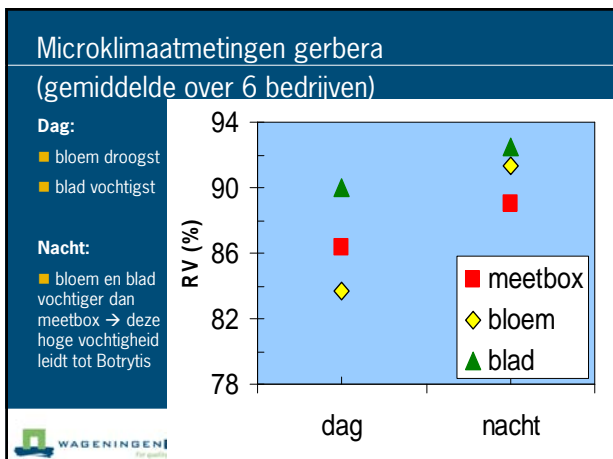
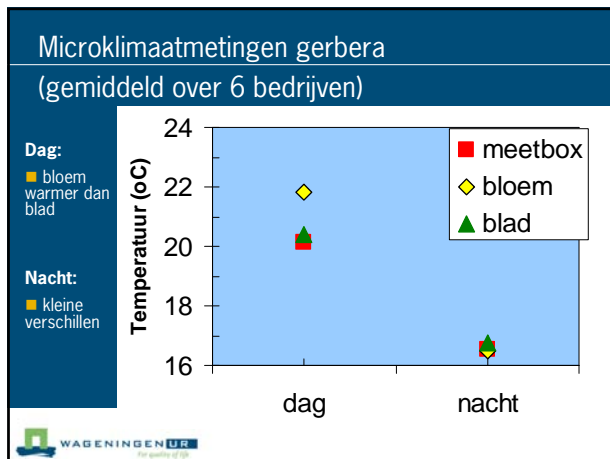
Bladdikte meting als maat voor stress??
 Als plant teveel water verliest wordt blad tijdelijk dunner






Microklimaatmetingen
 temperatuur en vochtigheid rond bloem en blad met draadloze sensoren





Conclusie

- Sensor alleen: te beperkt
 → Sensorinformatie koppelen aan andere data en (zelflerende) modellen
- 'Speaking plant concept' is binnen handbereik



Conclusies

- We kunnen al veel meten en komende jaren nog veel meer (we staan nog pas aan begin van ontwikkelingen)
- Goede metingen vragen veel zorg en analyse kost tijd van teler. Begin er anders niet aan
- Meten vooral om te monitoren, nog niet regelen
- Interpretatie van metingen grootste bottleneck → data vergelijken ook met collega's en vergelijken met model

Bedankt voor uw aandacht

© Wageningen UR

