

## Meten en Regelen van Water en Nutriënten in Kassen

Theo Gieling, Chris Blok,  
Erik van Os en Bram van der Maas



**WAGENINGENUR**  
For quality of life

## Kader Richtlijn Water

**GLASTUINBOUW**  
WATERPROOF  
SUBSTRAT

*Uitvoerende organisaties:*



*Dit project wordt gefinancierd door:*



## Opdracht Werkpakket 3 van KRW project

- **Literatuurverkenning van onderzoek:** veelbelovende nieuwe meetmethoden en hun praktische toepasbaarheid in adviessystemen en regelsystemen in de glastuinbouw
- **Kennis aandragen:** blauwdruk aangepast regelen van water en toediening van nutriënten



**WAGENINGENUR**  
For quality of life

## Onderzoek in het verleden

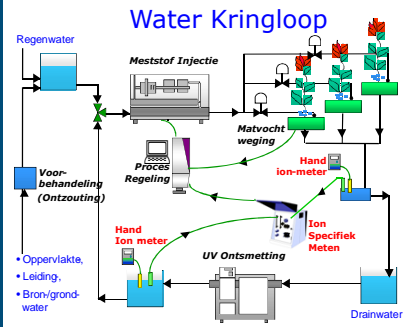
- **Onderzoek Universiteit Twente**
  - Ontwikkeling van de ISFET als ion-specifiek meetinstrument
- **EU project Closys, NL project Hydrionline**
  - Ion-specifieke meettechniek toepassen in besturing
  - Ontwikkeling van de regeltheorie voor een gesloten teeltsysteem met plantsensoren, plantmodellen, substraatmodel met on-line sensoren.




**WAGENINGENUR**  
For quality of life

## Gesloten teeltsysteem

- Recirculatie
- Besturing Water
- Meten en Besturen Meststoffen
- Handmatig ionenmeting

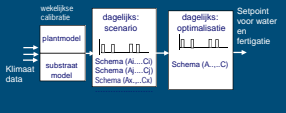
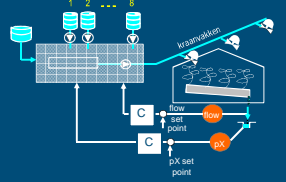


**WAGENINGENUR**  
For quality of life

## Ionspecifiek meten en regelen

- **Off-line meten en regelen**

Dagelijks/wekelijks getrokken samples worden geanalyseerd in één (transportabel) meetstelsel en handmatig ingevoerd in de regelaar.


- **On-line meten en regelen**
  - een sensor per geregeld kraanvak - meet de on-line met de regelaar.
  - de meetwaarde wordt on-line gebruikt in de besturing van de toediening van water en nutriënten.

Gieling & Bruns, 2007. Hydrionline: On-line monitoring en besturingssysteem voor proceswater in gesloten teeltsystemen in de glastuinbouw. Nota 504 Wageningen UR Glastuinbouw.  
Gieling, T.L.H. 2001. Control of water supply and specific nutrient application in closed growing systems. PhD Thesis, Wageningen UR.

**WAGENINGENUR**  
For quality of life

### Meettechnieken voor ionen in water in de literatuur

ISE = Ion Specific Electrodes

Cap.µE = Capillaire µElectroforese

IPC = Inductively Coupled Plasma

HPLC = High Performance Liquid Chromatograph

Image Optodes

LIBS = Laser Induced Breakdown Spectroscopy

**WAGENINGUR**  
For quality of life

### ION SPECIFIEK METEN

Techniek	Applicatie	Op markt	Prijs	Toepassing
ISE	Hortimax	nu	>10.000	Lab
ICP	Sysmex	nu	>50.000	Lab
LIBS		>10 jaar	>50.000	Lab-praktijk
HPLC	PRIVA	> 3 jaar	>20.000	Lab-praktijk
Cap.µElectrofor.	BLGG	> 3 jaar	>25.000?	Lab
Isfet	PRIVA	??	??	Lab-praktijk
Optodes		??	??	Lab
CarbonNanoTubes	CleanGrow	3 - 5 jaar	??	Praktijk

**WAGENINGUR**  
For quality of life

### Voorlopige conclusie:

GLASTUINBOUW WATER substraat

- De meeste van de meetsystemen zijn duur en niet praktisch in gebruik voor kasomgeving
- twee technieken op de korte termijn (~5 jaar) veelbelovend voor de tuinbouw:
  - 1) Capillaire µElectroforese (Capilix)
  - 2) CarbonNanoTube verrijkte structuren (CleanGrow)
- Beide sensorsystemen kunnen een functie vervullen in de besturing van nutriëntentoediening, de een off-line de ander on-line

**WAGENINGUR**  
For quality of life

### Capillaire µElectroforese (Capilix)

capilair 50 x 50 µm  
detector: EC meter

High Voltage

Conductivity (µS)

Separation time (min)

**WAGENINGUR**  
For quality of life

### Cleangrow sensor

- Multi ion sensoren als staaf van 12 mm en 16 mm Ø
- Referentie sensor met 4 of 6 ion-sensoren er omheen

Ions	Concentration range (mg/L)	Main interferences
Aluminium	0.05 - 5000	K <sup>+</sup> , Na <sup>+</sup>
Calcium	0.1 - 5000	K <sup>+</sup> , Na <sup>+</sup>
Chloride	1.8 - 35000	F <sup>-</sup> , Br <sup>-</sup> , S <sup>2-</sup> , CN <sup>-</sup> , Ag <sup>+</sup>
Nitrate	0.3 - 60000	Br <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , OH <sup>-</sup> , ClO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
Potassium	0.3 - 39000	Ru <sup>2+</sup> , Cs <sup>+</sup>
Sodium	0.5 - 20000	K <sup>+</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , H <sup>+</sup>
Magnesium	1-9000	Ca <sup>2+</sup> , K <sup>+</sup>
RE	Reference electrode	Compatible with all built-in ions

**WAGENINGUR**  
For quality of life

### Werking van het membraan in een CleanGrow sensor

- Ion gevoelig membraan in een standaard ISE. Zit als afscheiding tussen het monster en een inwendige referentie vloeistof, die het contact maakt tussen membraan en elektrode.
- Bij een elektrode met CNT aan het oppervlak is de referentie vloeistof of referentie-gel niet nodig.

Geling, Th.H. 2001. Control of water supply and specific nutrient application in closed growing systems. PhD Thesis, Wageningen UR, pp 48-72.

**WAGENINGUR**  
For quality of life

Wageningen UR Glastuinbouw  
 Innovaties vóór en mét de glastuinbouw

Bedankt voor uw aandacht

© Wageningen UR

WAGENINGEN UR  
 Wageningen University & Research

CNT gekoppeld aan complexe species

WAGENINGEN UR  
 Wageningen University & Research

ISE		
ICP		
LIBS		
HPLC		
CE		
IS-FET		
Optodes		
Nano Tubes		