


Systemontwerp rendabele algen teeltsystemen

Werkconferentie "Afzetperspectieven en teeltsystemen van algen", 25 november 2010


Silke Hemming, Wageningen UR Glastuinbouw




Algensysteem



Opschaling?
Combinatie teelt?



Systemontwerp rendabel algen teeltsysteem

- **Uitdagingen:**
- **Energiehuishouding**
 - 30-40% van productiekosten (koelen/verwarmen, pompen, drogen)
- **Lichtbenutting**
 - Omzetting licht naar droge stof
 - Maximum theoretisch mogelijk 12%
 - Praktijk 2-4%
- **Inpassing in kassysteem**
 - Systematische ontwerpmethode nodig
- **Kosten**
 - Nu ca. €4-5 per kg droge stof




Systemontwerp rendabel algen teeltsysteem

- **Uitdagingen:**
- Energiehuishouding
- Lichtbenutting
- Inpassing in kassysteem
- Kosten





System ontwerp

- Buiten of in een kas?
- Kas = gecontroleerde productie





Design parameters

- Waar in de kas (dak, onder/tussen teeltgoot, onder nok/goot in zijgevels, op paden?)
- Overall in kas?
- Combinatie planten teelt?

Design parameters


- Horizontaal of verticaal?
- Meerderde lagen?
- Lichtbenutting?
- Lichtconcurrentie teelt?



WAGENINGEN UR
The science of life

Design parameters

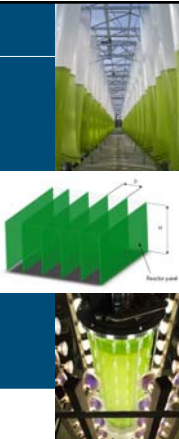
- Grote of kleine reactoren?
- Afstand reactoren?
- Lichtbenutting?
- Energieverbruik?



WAGENINGEN UR
The science of life

Design parameters

- Buizen, panels of tubes?
- Uit welk materiaal (glas, folie, plastic)?
- Opschaling?
- Kosten?



WAGENINGEN UR
The science of life

Design parameters

- Flow richting (horizontale of verticaal)?
- Stroomsnelheid?
- Energiegebruik?
- Stuurbaarheid?



WAGENINGEN UR
The science of life

Systemontwerp rendabel algen teeltsysteem

- **Uitdagingen:**
- Energiehuishouding
- Lichtbenutting
- Inpassing in kassysteem
- Kosten



WAGENINGEN UR
The science of life

Modelleren lichtbenutting

- **Doel**
- Voor een optimale groei van de algen is een optimale benutting van natuurlijk licht noodzakelijk. Dit kan door de reactor zodanig te dimensioneren dat elk reactordeel zoveel en gelijkmatig mogelijk wordt belicht met de juiste lichtintensiteit.

WAGENINGEN UR
The science of life

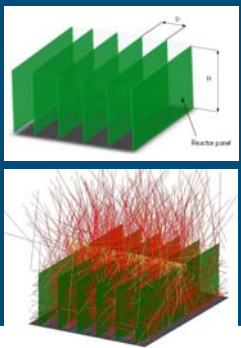

Modelleren lichtbenutting

- **Lichtmodel – houdt rekening met:**
 - Positie van de zon (zonnestand)
 - Intensiteit van zonlicht, opgesplitst naar direct licht en diffuus licht (helder en bewolkt)
 - Vorm reactor (buis, panel etc.)
 - Dimensies van de reactor (hoogte, breedte)
 - Afstand tussen reactoren
 - Eigenschappen transparante omhulling reactor
 - Hoeveelheid, soort en groeikarakteristiek algen in reactor

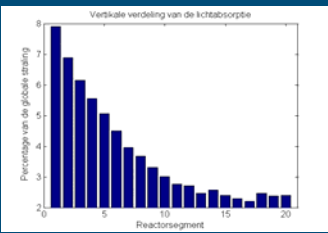


Modelleren lichtbenutting

- Kritische factoren bij de lichtverdeling zijn de hoogte (H) van de reactor en de afstand tussen de panelen (D)
- Met optische software (**ray-tracing model**) wordt de verticale lichtverdeling over de panelen bepaald.





Modelleren lichtbenutting



Vertikale verdeling van de lichtabsorptie

Voorbeeld paneel met horizontale buizen



Modelleren lichtbenutting

- **Belangrijk:**
 - Licht zo veel mogelijk benutten
 - Hoeveelheid licht, licht in kas, licht in algenreactor
 - Lichtverdeling in reactor afhankelijk van groeidichtheid
 - Schaduwgeving volgende reactor
 - Diffuus licht?
 - Spectrum PAR licht? Minder NIR?
 - Sturing hoeveelheid licht afhankelijk van groeidichtheid (schermen, belichting...)
 - Licht/donker cyclus



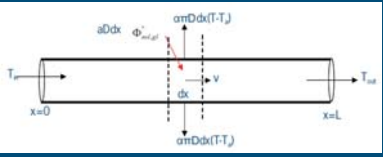

Systemontwerp rendabel algen teeltsysteem

- **Uitdagingen:**
 - Energiehuishouding
 - Lichtbenutting
 - Inpassing in kassysteem
 - Kosten





Energiehuishouding

- **Modelleren thermisch gedrag reactor zelf**




Schematische weergave energiehuishouding buisreactor



Energiehuishouding


- Houdt rekening met:
 - Energie input / energie verliezen (straling, convectie)
 - Input zonnestraling (absorptie, reflectie, transmissie)
 - Verliezen van voelbare warmte (convectie, straling)
 - Temperatuur kaslucht
 - Temperatuur water begin reactor
 - Afmeting reactor (diameter, lengte)
 - Flow snelheid
 - → Dynamisch gedrag temperatuur in reactor in tijd (dag, seizoen)
 - → Bepalen maximale lengte reactor
 - → Bepalen nodig flow snelheid



Energiehuishouding

- Modelleren thermisch gedrag reactor in kas:


Straling (absorptie, reflectie, transmissie)



Energiehuishouding


- Modelleren thermisch gedrag reactor in kas:

Voelbare en latente warmte





Energiehuishouding

- Inpassing in energiehuishouding bedrijf:



Stromingsmodel en gasuitwisseling

- Afmetingen reactor (doorsnede, lengte)
- Layout reactoren
- Hydrodynamische eigenschappen (viscositeit, flow snelheid, turbulentie) reactor
- Pomp eigenschappen
 - → Pompvermogen
 - → CO₂ toevoer en O₂ accumulatie,
 - → Mechanische invloed op algen

Stromingsmodel en gasuitwisseling

- Bijvoorbeeld:
 - Dunne, lange buizen → ideaal voor lichtdoordringing
 - → hoge stromingsweerstand, veel pompenergie nodig, kleinere warmtecapaciteit, temperatuur gaat mee met buitenlucht



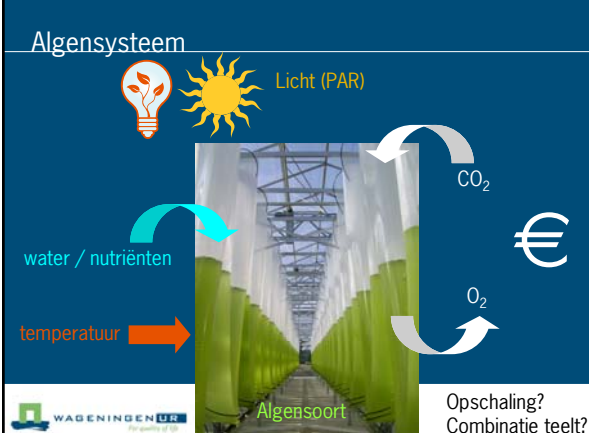
Conclusie.....

- Optimalisatie van 1 factor is **niet** de goede weg



WAGENINGEN UR
The science of food

Algensysteem



WAGENINGEN UR
The science of food

Dus.....


- (Geïntegreerde) modellen voor ontwerp algenteeltsystemen nodig
 - Lichtmodel
 - Energiehuishouding modelleren (reactor / bedrijf)
 - Stromingsmodel en gasuitwisseling
 - Algenegroei-model
 - Economisch model



WAGENINGEN UR
The science of food

Beschikbare kennis

- Wat is er beschikbaar?
 - <http://www.algae.wur.nl>
 - Literatuur:
 - Optimalisatie van 1 factor
 - Kennis over lab- en testopstellingen
- Wat ontbreekt?
 - Kennis en ervaring opschaling
 - Optimalisatie en ontwerp
 - Intelligent gebruik en automatisering
 - Optimalisatie lichtbelegging
 -



WAGENINGEN UR
The science of food

Algen & tomaat of potplanten

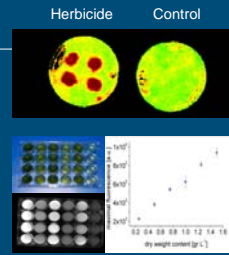
- Ideeën:
 - Concurrentie lichtbenutting → algen in gevel, onder goot, als "scherm",
 - Concurrentie nutriënten? → algen op afvalwater...
 - Algenteelt – het nieuwe tuinbouwgewas
 - Energievraag → Belichte tomaat in hoog geïsoleerde kas met WKK mogelijk → warmte naar algen, deel CO₂ naar algen, deel elektriciteit naar algen



WAGENINGEN UR
The science of food

Toekomstige vragen

- Nieuwe rassen algen
- Algengezondheid
- Algen groei en -kwaliteit automatisch monitoren
- Automatisering teelthandelingen (oogst, drogen, verpakken)



WAGENINGEN UR
The science of food

Wageningen UR Glastuinbouw
Innovaties vóór en mét de glastuinbouw

© Wageningen UR

Step Into The **WUR**id of Microalgae

www.algae.wur.nl



WAGENINGEN UR
for quality of life