

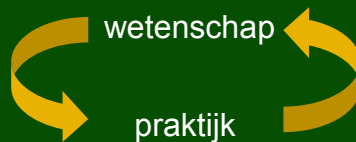
# De basisprincipes van de fotosynthese Hoe gaat een plant om met CO<sub>2</sub>?

Govert Trouwborst (Plant Lighting BV)

Masterclass CO<sub>2</sub> bij potplanten  
12 mei 2016



- Team:
  - dr. ir. Sander Hogewoning, dr. ir. Govert Trouwborst & ing. Reinder van der Spek
- Expertise o.a.:
  - fotosynthese, verdamping en CO<sub>2</sub>
  - plantreacties op lichtkleur
  - lichtbronnen (o.a. LED) en stuurlicht
  - phenotyping
- Wij doen onderzoek voor:
  - tuinders & veredelaars
  - toeleveranciers
  - kennisinstellingen
  - overheid en belangenorganisaties



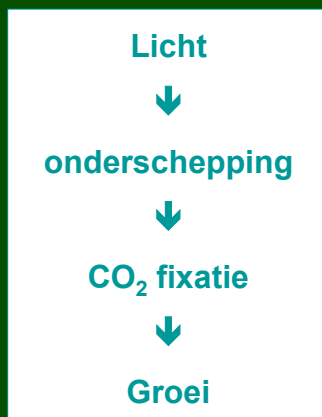
Missie : Vertaling wetenschappelijke kennis naar praktijk-innovaties

## Inhoud

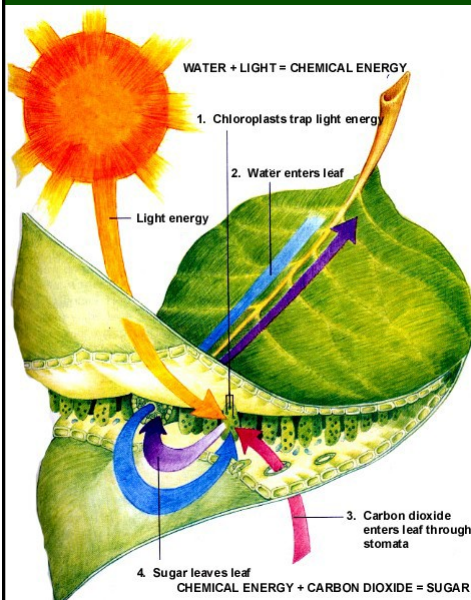
- Basis fotosynthese & het belang van CO<sub>2</sub>
- Voorbeelden meer rendement uit belichting en CO<sub>2</sub>
- (Effect van CO<sub>2</sub> in relatie tot licht: casus paprika)



## Het principe van de fotosynthese



## Fotosynthese: de basis van gewasgroei!



Primaire bouwstoffen:

- CO<sub>2</sub> & water

Energiebron:

- licht

Fotosynthese:



Regeling snelheid proces:

- temperatuur

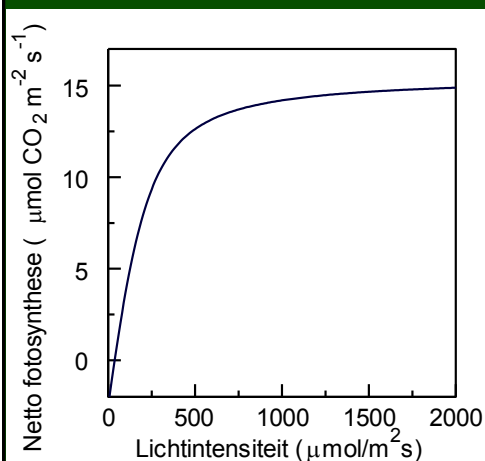
Secundaire bouwstoffen:

- nutriënten (omzetting suikers in eiwitten etc.)

Huidmondjes fungeren als poortwachter voor CO<sub>2</sub>



## Fotosynthese op bladniveau: reactie op licht

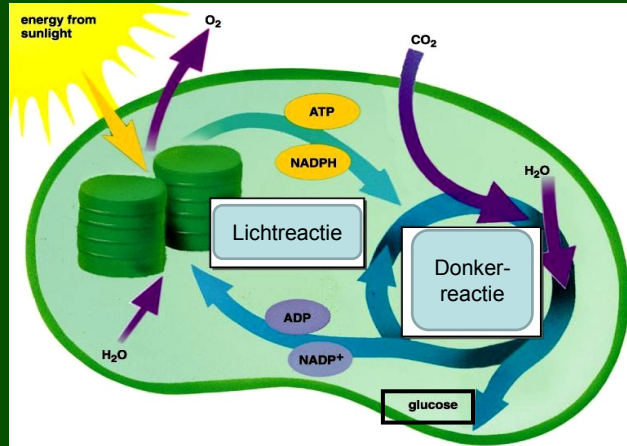


- Bij laag licht: 1% meer licht= 1% meer fotosynthese
- Hoger lichtniveau: 1% meer licht <1% meer fotosynthese
  - Beperking door CO<sub>2</sub> opname (bouwstoffen)
  - Beperking door eiwitten in blad (machinekamer)
- Bij heel veel licht: 1% meer licht= 0% meer fotosynthese



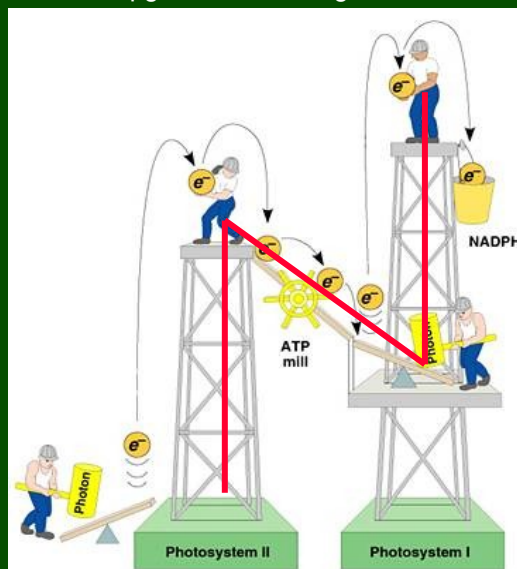
## Fotosynthese op chloroplastniveau

- Twee deelreacties (tweetrapsraket):
  - Lichtreactie: Energie wordt opgeslagen (ATP en NADPH)
  - Donkerreactie: Energie wordt gebruikt en CO<sub>2</sub> vastgelegd.



## Lichtreactie: Z-schema (2-trapsraket)

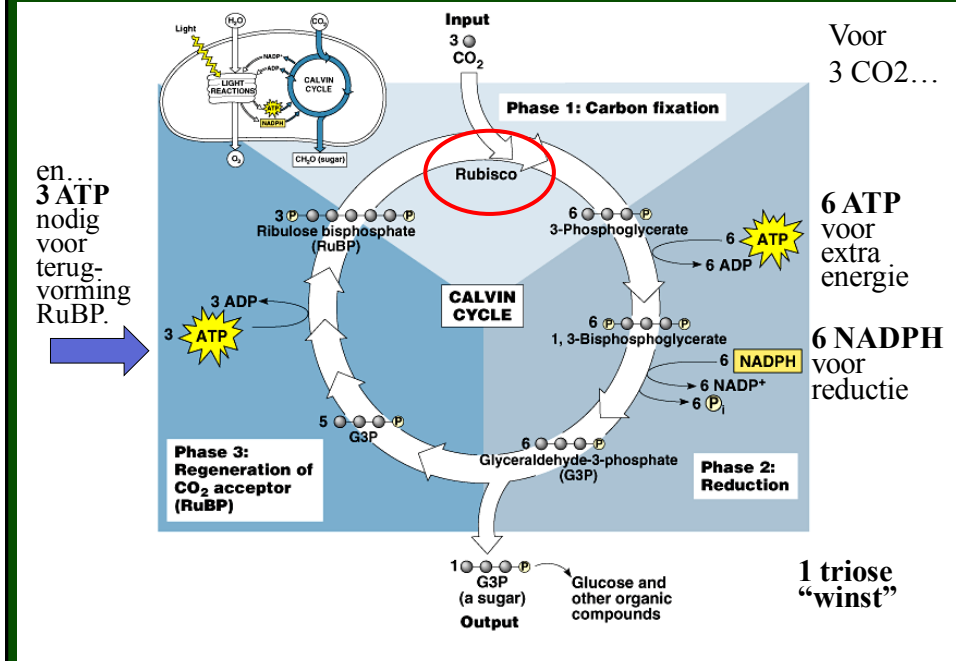
- 'productie' van de energiedragers ATP en NADPH door elektronenstroom
- elektronenstroom wordt opgewekt door de geabsorbeerde lichtdeeltjes (fotonen)



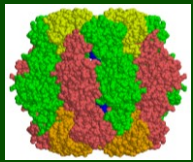
Illustratie: Linus van der Plas (WUR)



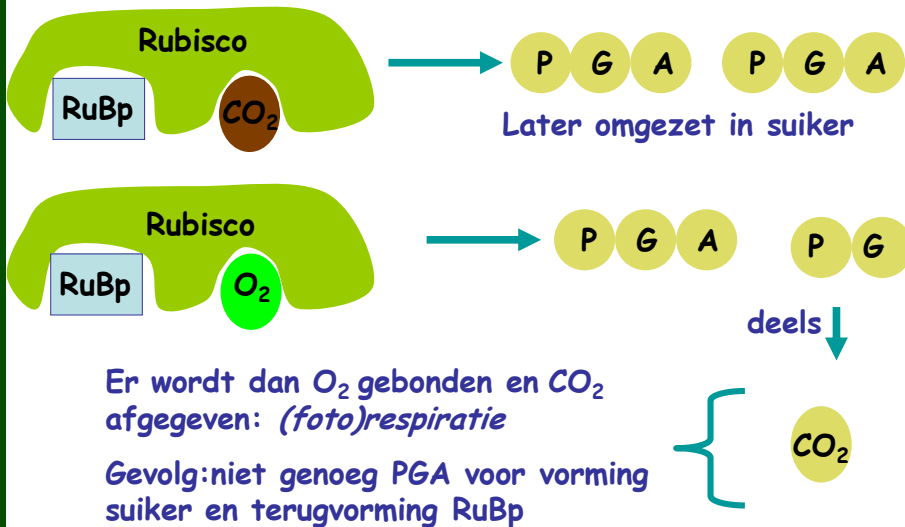
## Donker-reactie (Calvin cyclus): enzym Rubisco



## Rubisco: centraal enzym in de Calvin-cyclus

- Afkorting van: Ribulose 1,5-bifosfaat carboxylase/oxygenase
  - Enzym dat binding van CO<sub>2</sub> met RuBP katalyseert
  - Meer dan 20% van plant-eiwit
  - Verreweg meest voorkomende eiwit op aarde!
- 
- Maar... als er weinig CO<sub>2</sub> is en veel O<sub>2</sub>, reageert ook zuurstof met rubisco: fotorespiratie
  - Fotorespiratie kan leiden tot een verlies van 20 - 50 % van de gebonden CO<sub>2</sub>
  - De verhouding O<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub> in het blad bepaalt mate van fotorespiratie
    - In een wereld zonder O<sub>2</sub> groeien planten harder
    - Zelfde effect kan bereikt worden met CO<sub>2</sub>-dosering!

## Enzym Rubisco: Fotosynthese & Fotorespiratie



Plant  
Lighting

## Wanneer treedt fotorespiratie op?

- Altijd!

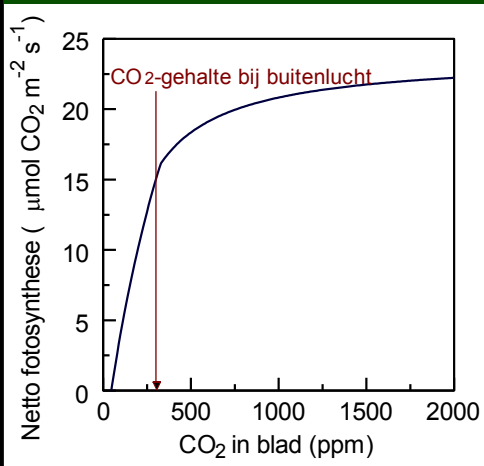


### Wanneer meer fotorespiratie?

- Bij (relatief) weinig  $\text{CO}_2$  in de omgeving (geen luchtbeweging...)
- Bij hoge temperatuur ( $\text{CO}_2$  lost dan relatief slecht op)
- Bij droogte: huidmondjes bijna dicht = "huidmondjes-dilemma"!
  - Gebrek aan wateraanvoer via wortels
  - Te hoge VPD
- In de kas kunnen we de planten een handje helpen met  $\text{CO}_2$ -dosering!

Plant  
Lighting

## Reactie van fotosynthese op CO<sub>2</sub> op bladniveau



### ■ CO<sub>2</sub> respons lijkt op lichtrespons!

- eerst enorme toename fotosynthese, daarna afvlakking
- Bij verzadigend CO<sub>2</sub> is fotorespiratie geminimaliseerd
- Dit verband geldt bij elk lichtniveau!



## Absoluut effect van CO<sub>2</sub>

### ■ In absolute zin heeft CO<sub>2</sub> steeds meer effect naarmate er meer licht is. De relatieve toename is gelijk, voorbeeld:

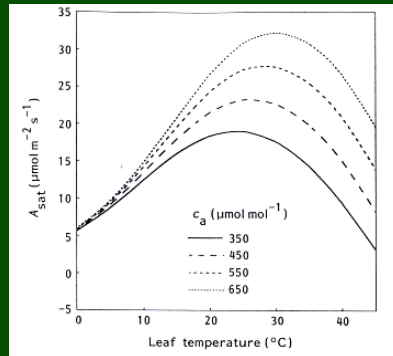
- Lichtintensiteit in de kas is 100  $\mu\text{mol/m}^2/\text{s}$ : bij 400 ppm is de fotosynthese 5.0 en bij 800 ppm 7.5 → toename van 2.5 door verhoogd CO<sub>2</sub>.
- Lichtintensiteit in de kas is 500  $\mu\text{mol/m}^2/\text{s}$ : bij 400 ppm is de fotosynthese 15.0 en bij 800 ppm 22.5 → toename van 7.5 door verhoogd CO<sub>2</sub>.

### ■ Probleem: bij hoge instraling staan ramen vaak ver open.

- Behoud van een hoge CO<sub>2</sub>-concentratie in de kas vergt dan hoge dosering. Rendabel?



## CO<sub>2</sub> heeft groter effect bij hogere temperaturen!



*Fotosynthese bij lichtverzadiging bij verschillende bladtemperaturen en CO<sub>2</sub>-concentraties (Long et al., 1996).*

- Hoe hoger de bladtemperatuur, hoe belangrijker een hoog CO<sub>2</sub>-niveau
- Spagaat zomer: zonnig, warm, maar laag CO<sub>2</sub> in de kas



## Meer rendement uit belichting en CO<sub>2</sub>-dosering

- Project KaE (2012/2013 en 2014/2015)
- Voor 14 gewassen de licht en CO<sub>2</sub>-respons in kaart gebracht
  - Potplanten: potchrysan / kalanchoë / phalaenopsis / bromelia / ficus / spathiphyllum / dendrobium
  - Te downloaden via: [www.kasalsenergiebron.nl](http://www.kasalsenergiebron.nl)



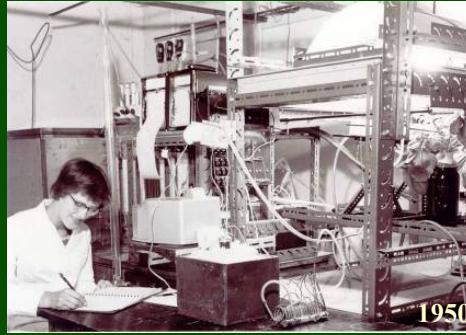


## Meten fotosynthese: Vroeger...



Dr Pieter Gaastra  
ontwikkelde de eerste  
gasanalysator in  
Wageningen

Technologie bepaalt de  
toepassingsmogelijkheden

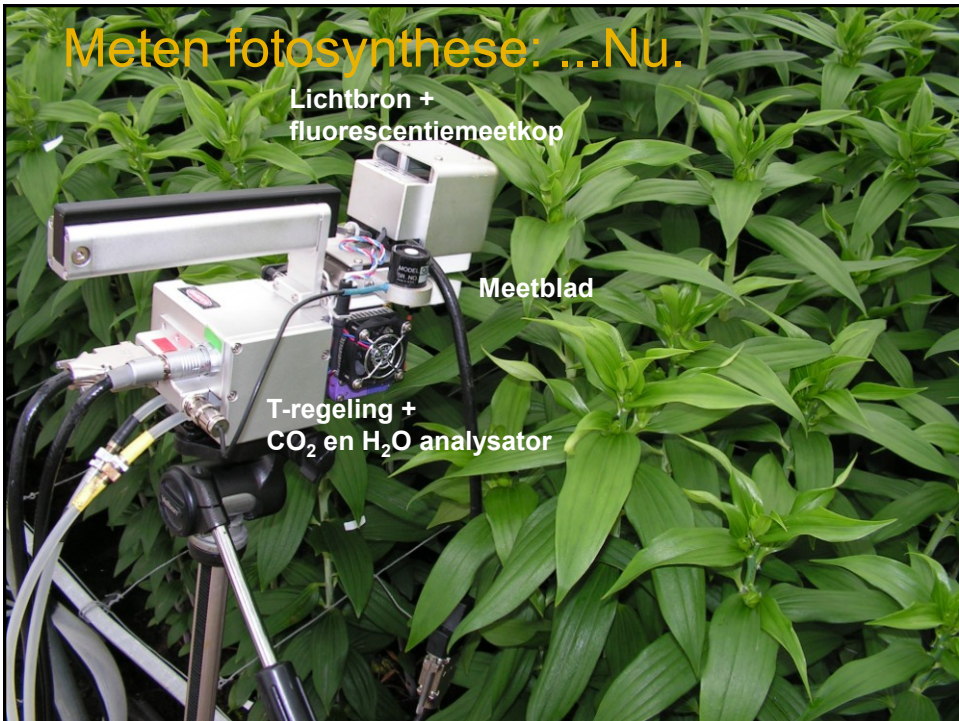


## Meten fotosynthese: ...Nu.

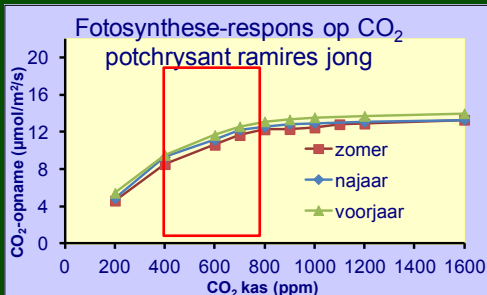
Lichtbron +  
fluorescentiemeetkop

Meetblad

T-regeling +  
CO<sub>2</sub> en H<sub>2</sub>O analysator



## Respons op CO<sub>2</sub> - potchryasant

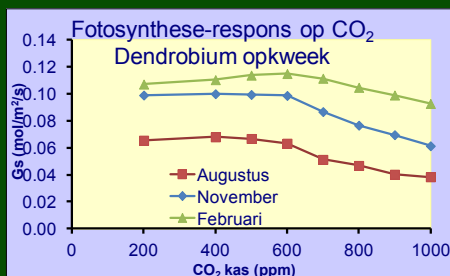
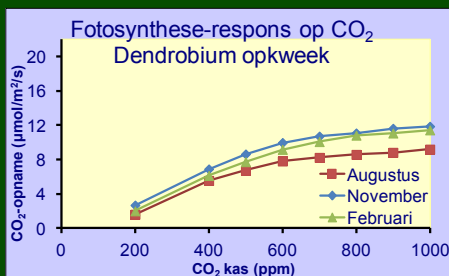


CO <sub>2</sub> kas	Zomer % t.o.v. 400 ppm	Najaar	Voorjaar
200	54%	52%	57%
400	100%	100%	100%
600	124%	120%	123%
700	137%	132%	133%
800	144%	135%	138%
900	144%	138%	140%
1000	146%	139%	143%

- Verzadiging vrijwel bereikt bij 700-800ppm
- Geen seizoenseffect



## Respons op CO<sub>2</sub> – dendrobium



- Boven 600 ppm sterke daling van huidmondjesopening
  - Net als bij Kalanchoë en Phalaenopsis

CO <sub>2</sub> in kas	augustus	november	februari
200	29%	39%	33%
400	100%	100%	100%
500	122%	125%	126%
600	141%	145%	150%
700	148%	156%	165%
800	155%	163%	177%
900	159%	169%	181%
1000	166%	172%	187%

## Samenvattend

- CO<sub>2</sub> is een essentiële bouwstof!
- Hogere fotosynthese door CO<sub>2</sub>-dosering komt door vermindering fotorespiratie
  - Het relatieve effect van verhoogd CO<sub>2</sub> geldt dus ook bij laag lichtniveau!
  - Het absolute effect van verhoogd CO<sub>2</sub> wordt groter bij hogere instraling!
- Bij normale huidmondjesopening is rond de 700-900 ppm genoeg.
- Hoog CO<sub>2</sub> heeft ook nadelen:
  - rookgasverontreiniging
  - 'luie bladeren'
    - Rubisco wordt lui
    - Sluitende huidmondjes (vooral CAM)



Dank voor uw aandacht!



Govert Trouwborst

06 10 99 00 94

030 75 12 069

[govert@plantlighting.nl](mailto:govert@plantlighting.nl)

[www.plantlighting.nl](http://www.plantlighting.nl)

Plant Lighting BV

Veilingweg 46

