

## Project

# Naar een Circulaire Glastuinbouw

De glastuinbouw is een innovatieve sector die hoge kwaliteit groente, fruit en planten oplevert en op veel vlakken zeer efficiënt met grondstoffen omgaat. Neem bijvoorbeeld het recirculeren van water en meststoffen in de kas. Toch zijn de productieketens veelal lineair, niet circulair. Voor grondstoffen is de glastuinbouw namelijk, net als veel andere sectoren, afhankelijk van natuurlijke reserves die over de hele wereld verspreid liggen. Denk aan aardgas voor energie en CO2. Of aan fosfaatgesteente (P) en potas (K) dat uit mijnen wordt gewonnen om meststoffen van te maken. Basalt en veen voor substraat. Ruwe olie voor plastic.

## Kostbare grondstoffen

De natuurlijke reserves waar deze primaire grondstoffen vandaan komen, raken op den duur uitgeput. Voor sommige grondstoffen, zoals fosfaatgesteente, ligt die realiteit niet heel ver in de toekomst. Hierdoor kunnen grondstofprijzen instabiel worden en bovendien heeft winning en transport van primaire grondstoffen een aanzienlijke impact op het milieu. Recyclen kennen we allemaal, maar het overgrote deel van de grondstoffen die we gebruiken eindigt vooralsnog in de bodem, rivieren, zeeën en lucht met vaak negatieve gevolgen voor mens en natuur. Ook zijn de grondstoffen na uitstoot zeer moeilijk terug te winnen omdat ze sterk verspreid zijn. Fosfaat terughalen uit een oceaan of rivier, is vergelijkbaar met een schepje suiker terughalen nadat je het hebt opgelost in een zwembad.

Daarom is het belangrijk dat we met elkaar nadenken over verbeteringen. Zodat we ook in 2050 een bloeiende glastuinbouw hebben die als sector niet alleen bijdraagt met het eindproduct, maar ook reststromen verwaardt. Denk aan eigen reststromen zoals blad, stengel of substraat, maar ook aan reststromen uit andere sectoren.

## Een circulaire toekomst?

Met inzichten die zijn opgedaan in het [kennisbasisonderzoek \(/nl/Onderzoek-Resultaten/Onderzoeksprojecten-LNV/Expertisegebieden/Kennisbasis-onderzoek.htm\)](https://www.wur.nl/Onderzoek-Resultaten/Onderzoeksprojecten-LNV/Expertisegebieden/Kennisbasis-onderzoek.htm) (KB) en in samenwerking met de [Club van 100 \(/nl/Onderzoek-Resultaten/Onderzoeksinstituten/plant-research/glastuinbouw/Club-van-100.htm\)](https://www.wur.nl/Onderzoek-Resultaten/Onderzoeksinstituten/plant-research/glastuinbouw/Club-van-100.htm), hebben wij een richtinggevend toekomstbeeld ontworpen van de glastuinbouw in een circulaire economie. In de transitie naar een circulaire glastuinbouw zien wij veel kansen voor verschillende partijen binnen en buiten de sector om meer waarde uit hun producten en reststromen te halen en tegelijkertijd schoner te produceren. We werken samen met het bedrijfsleven en overheden aan innovaties die op korte termijn kunnen worden toegepast. Daarnaast wordt er aandacht besteed aan herontwerp van productiesystemen, zodat circulariteit ook op de lange termijn kan worden geïntegreerd. Met de nieuwe kennis uit het KB-onderzoek willen wij naar een circulair demobedrijf of living lab toewerken, waarin de gecombineerde innovaties worden getoond en doorontwikkeld.



*Dit richtinggevende toekomstbeeld van een circulaire glastuinbouw is ontwikkeld met steun van en in samenwerking met de Club van 100.*

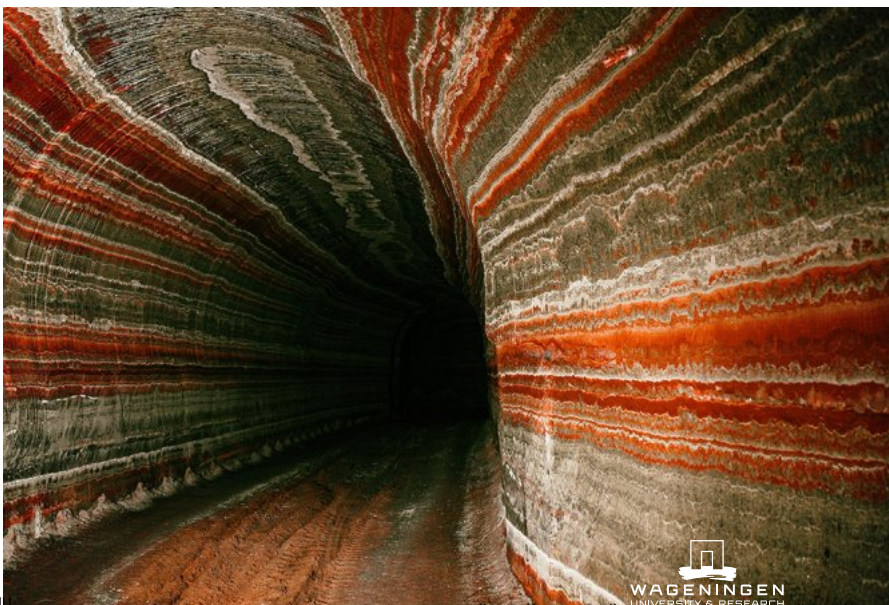
## Thema's

Binnen het KB-onderzoek wordt gefocust op 6 materiaalstromen die gebruikt worden en/of vrij komen tijdens de productie van groente, fruit en planten in kassen: Meststoffen, Substraat, Water, CO<sub>2</sub>, Plastics en Biomassa. Elk van deze stromen heeft een eigen verhaal met specifieke uitdagingen en kansen:

### – Meststoffen

Recirculeren van meststoffen behoort op veel Nederlandse glastuinbouwbedrijven al tot de norm en dit resulteert in een zeer efficiënt gebruik in de kas. De gehele keten is echter nog niet circulair omdat de grondstoffen voor de meeste (kunst)meststoffen afkomstig zijn uit mijnen die op den duur uitgeput zullen raken.

Voor meststoffen die stikstof bevatten ligt het verhaal iets anders. Stikstof wordt namelijk op basis van het [Haber-Bosch proces](https://nl.wikipedia.org/wiki/Haber-Boschproces) (<https://nl.wikipedia.org/wiki/Haber-Boschproces>) uit de lucht gehaald en omgezet naar ammoniak. Voor dit proces wordt wel weer aardgas als grondstof en als bron van energie gebruikt. De afgelopen jaren is er aanzienlijk geïnvesteerd om energiegebruik en CO<sub>2</sub> uitstoot van Nederlandse ammoniakfabrieken te verminderen door het proces verder te optimaliseren.



MEN <https://www.wur.nl> WAGENINGEN UNIVERSITY & RESEARCH <https://www.wur.nl> Q

*Een tunnel in een mijn waaruit potas wordt gehaald. Potas bevat kaliumcarbonaat en kaliumzouten zoals kaliumchloride en kaliumsulfaat waarvan kunstmeststoffen worden gemaakt.*

Meststoffen verlaten een glastuinbouwbedrijf als onderdeel van het product, zoals een tomaat, of als 'groenafval' zoals stengels en blad (biomassa). Nadat een tomaat is geconsumeerd eindigen veel van de waardevolle meststoffen in de natuur waar ze de nodige schade veroorzaken aan ecosystemen in de vorm van eutrofiëring. Als de meststoffen worden uitgestoten naar rivieren en uiteindelijk de zee of oceaan, zijn deze zeer moeilijk terug te halen. Stel je voor dat je een schepje suiker in een zwembad laat vallen en het vervolgens terug moet zien te halen.



*Delfstoffen worden vanuit de mijnbouw verscheept naar kunstmestproducenten die er hoge kwaliteit (zeer zuivere) meststoffen van kunnen maken. Voor de glastuinbouw zijn veel van deze meststoffen ook oplosbaar gemaakt zodat ze met het irrigatiewater mee te geven zijn aan het gewas.*

De uitdaging maar ook de kans waar we samen voor staan is om meststoffen te ontwikkelen op basis van andere (organische) bronnen zoals dierlijke mest, voedsel- en groenafval, maar ook zuiveringswater en -slib. Tegelijkertijd moeten deze meststoffen toepasbaar zijn in de teeltsystemen van de glastuinbouw en de kwaliteit moet gewaarborgd blijven om efficiënt gebruik en (voedsel)veiligheid te garanderen.

---

## – Substraat

Er zijn verschillende materialen die voor substraat worden gebruikt in de glastuinbouw en een groot deel daarvan komt uit natuurlijke reserves zoals basalt voor steenwol en veen voor potgrond.



*Basaltgesteente komt veel voor als 'zuilen' en wordt onder andere gebruikt om steenwol van te maken.*

[MENU](#)

<https://www.wur.nl>

<https://www.wur.nl>



Hoewel basalt een zeer veel voorkomend gesteente is en de wereldwijde reserves vrijwel onuitputbaar, heeft mijnbouw en transport een impact op het milieu. In de bouwsector is het doel om steenwol als isolatiemateriaal zo veel mogelijk te blijven recyclen. In de glastuinbouw worden substraatmatten van steenwol na gebruik (nog) niet opnieuw tot substraatmat verwerkt.



*Steenwol is zeer geschikt als substraat om planten op te groeien omdat het inert, ziektevrij, vormvast en uniform is. Ook kan water zich snel door het materiaal heen verplaatsen en het water wordt deels vastgehouden. Deze eigenschappen dragen bij aan een goede water- en meststoffenvoorziening voor de plant.*

Veen als grondstof voor substraat staat onder druk omdat er veel koolstof vastgelegd ligt in veenbodems die bij het afgraven grotendeels vrijkomt als CO<sub>2</sub> (een broeikasgas). Ontginning van veengebieden kan daarnaast ook leiden tot verlies van ecosystemendiensten zoals waterzuivering en waterberging. Een EU-breed verbod op ontginning en import van veen lijkt dan ook steeds dichterbij te komen.

### **Voordelen van telen uit de bodem**

Het voordeel van telen uit de bodem (op substraat of direct in water) ten opzichte van teelt in de bodem is dat water en meststoffen erg nauwkeurig gedoseerd en gecontroleerd kunnen worden. Ook wordt het opvangen en hergebruiken van water en meststoffen (recirculeren) een stuk makkelijker. In de huidige teeltsystemen neemt substraat daarom een belangrijke functie in om niet alleen efficiënt met water en meststoffen om te gaan, maar ook om lozing op de bodem en sloot te beperken.

### **Recyclen van substraat**

Als materiaalstroom die de kas in gaat, is substraat een vrij zuivere stroom. Maar het materiaal raakt tijdens de teelt vermengd met meststoffen, water, plantwortels en wortellexudaten waardoor het geen 'monostroom' meer is. Een gemengde materialenstroom is vaak moeilijker te recyclen dan een monostroom. Substraat raakt daarnaast ook vaak vermengd met plastic. Steenwolmatten zitten bijvoorbeeld in een plastic hoes en potgrond gaat in plastic potten.

Dat neemt niet weg dat in Nederland steenwolmatten op grote schaal worden ingezameld en verwerkt tot nieuwe grondstoffen zoals steenwolgranulaat voor de productie van baksteen en plastic voor vuilniszakken. Andere substraatsoorten zoals kokosvezel en perliet worden ook verwaard tot nieuwe grondstof of product. Substraat in potplanten dat via de consument eindigt bij het groenafval, wordt (gedeeltelijk) weer verwerkt tot compost of bodemverbeteraar. Er wordt dus al veel met circulaire principes gewerkt. Toch worden er elk jaar vele tonnen primaire grondstoffen geïmporteerd om substraat voor de glastuinbouw te maken. De ketens zijn dus nog niet voor elk type substraat volledig gesloten.

### **Op zoek naar alternatieve bronnen**

De uitdaging maar ook de kans waar we samen voor staan is om alternatieve (biobased) bronnen te zoeken die primaire grondstoffen kunnen vervangen. En om materiaalstromen op een hoogwaardige wijze te recyclen zodat er opnieuw substraat van gemaakt kan worden. Ook kan onderzocht worden of de levensduur van substraten in de kas verlengd kan worden zodat er minder grondstoffen nodig zijn. Herontwerp van teeltsystemen zou voor sommige gewassen kunnen betekenen dat er helemaal geen substraat nodig is om uit de grond te telen. Bijvoorbeeld door de wortels direct in water of zelfs in de lucht te laten groeien.

CO<sub>2</sub> staat wereldwijd bekend als broeikasgas dat bijdraagt aan de opwarming van de aarde. En hoewel de hoge uitstoot van CO<sub>2</sub> en resulterende klimaatcrisis niet ter discussie staan, blijft CO<sub>2</sub> een essentieel onderdeel van de atmosfeer voor de groei van planten. De concentratie CO<sub>2</sub> in de buitenlucht is de afgelopen 50 jaar van 325 ppm naar zo'n 410 ppm gestegen. In een kas wordt de CO<sub>2</sub> concentratie tot wel 1000 ppm verhoogd omdat het gewas dan sneller groeit. Het aantal kilo's tomaten per m<sup>2</sup> neemt dan bijvoorbeeld flink toe.

### CO<sub>2</sub> in de glastuinbouw

De meeste CO<sub>2</sub> die in de glastuinbouw gebruikt wordt, is afkomstig van fossiele brandstoffen. Het gaat dan voornamelijk om CO<sub>2</sub> die vrijkomt bij de verbranding van aardgas in WKK's. Een deel van de glastuinbouw krijgt CO<sub>2</sub> geleverd via een uitgebreid leidingnetwerk. Die CO<sub>2</sub> is gedeeltelijk bijproduct uit de petrochemische industrie en gedeeltelijk afkomstig uit een bio-ethanolfabriek.



*Deze opslagtanks bevatten aardgas; nu nog een voornamelijk bron van energie en CO<sub>2</sub> voor de glastuinbouw. Maar ook aardgas is een eindige grondstof en dus moet er over alternatieven worden nagedacht.*

Slechts een heel beperkt deel van de CO<sub>2</sub> die wordt gedoseerd in kassen wordt daadwerkelijk opgenomen en vastgelegd door het gewas. De rest (>90%) verdwijnt door de luchtramen naar de buitenlucht en is dus in feite uitstoot. Het verlies van CO<sub>2</sub> door de ramen kan met wel 80% beperkt worden door slimmer te doseren op basis van meet- en regeltechniek. Ook kan een (semi-) gesloten kasontwerp met mechanische ventilatie de efficiëntie sterk verbeteren. Maar efficiënter gebruik van CO<sub>2</sub> maakt nog geen circulair gebruik.

### Alternatieve bronnen voor CO<sub>2</sub>

Naarmate de energietransitie vordert en het gebruik van fossiele brandstoffen afneemt, neemt ook de productie van CO<sub>2</sub> af. Alternatieve bronnen moeten dus worden overwogen als de glastuinbouw gebruik wil blijven maken van CO<sub>2</sub> in de kas. Een van de mogelijkheden is de CO<sub>2</sub> die vrijkomt bij de verbranding van afval. Maar ook die bron zal op de langere termijn verdwijnen omdat er in een circulaire economie (vrijwel) geen afval bestaat om te verbranden.

De uitdaging maar ook de kans waar we samen voor staan is om innovatieve oplossingen voor CO<sub>2</sub> gebruik in de glastuinbouw te ontwikkelen. De atmosfeer kan daarin een belangrijke rol spelen als bron. CO<sub>2</sub> kan namelijk direct uit de buitenlucht worden gehaald met 'Direct Air Capture' technologie. Op het moment is dit nog te duur voor toepassing in de glastuinbouw. Indirect zijn planten een bron van CO<sub>2</sub> uit de atmosfeer omdat zij CO<sub>2</sub> uit de buitenlucht vastleggen door middel van fotosynthese. Als organische reststromen zoals snoeiafval en mest verwerkt worden in bioreactoren komt die CO<sub>2</sub> weer vrij en zou gebruikt kunnen

[Worden in de kas.](#)

<https://www.wur.nl>

<https://www.wur.nl>

### Spanningsveld tussen circulariteit en klimaatverandering



Als het om CO<sub>2</sub> gaat is het bij elke innovatie van belang om het spanningsveld tussen circulariteit en klimaatverandering te beschouwen. Vanuit een circulair perspectief komt alle CO<sub>2</sub> die bv. uit de atmosfeer wordt gehaald ook weer terug in de atmosfeer en er is dus geen additionele uitstoot. Dit wordt ook wel 'klimaatneutraal' genoemd. Maar er gaan steeds meer stemmen op voor het verminderen van de hoeveelheid CO<sub>2</sub> in de atmosfeer om klimaatverandering tegen te gaan. Dit wordt aangeduid met 'klimaatpositief' en betekent dat de CO<sub>2</sub> uit Direct Air Capture installaties of bioreactoren langdurig moet worden opgeslagen. Denk aan ondergrondse reservoirs, maar ook aan biochar en zelfs bomen voor het vastleggen van koolstof.

---

## – Biomassa

In een kas groeien planten steeds groter door water, meststoffen en CO<sub>2</sub> om te zetten in 'biomassa'. Biomassa is organisch materiaal dat wordt geproduceerd door planten en dieren. Alle delen van een gewas zoals de wortels, stengels, bladeren, bloemen en vruchten zijn dus biomassa. In sommige kasteelten behoort de volledige plant tot het eindproduct voor de consument. Denk aan een orchidee. In andere teelten behoort slechts een deel van de totale biomassa die wordt geproduceerd tot het eindproduct. Denk bijvoorbeeld aan een tomaat. De wortels, bladeren en stengels van een tomatenplant worden beschouwd als groenafval.



*Hoewel het de consument vooral om de tomaat gaat, produceert een kas ook wortels, stengels en bladeren. De (economische) potentie van die biomassa zal steeds meer benut gaan worden in de transitie naar een circulaire economie.*

Het groenafval uit de glastuinbouw wordt nu gedeeltelijk verwerkt tot een laagwaardige compost, maar in de transitie naar een circulaire economie gaat deze biomassa veel meer betekenen. Biomassa kan namelijk verwerkt worden tot allerlei hoogwaardige grondstoffen. Een knelpunt dat de verwaarding van groenafval uit de glastuinbouw in de weg staat, is dat deze vaak niet alleen bestaat uit plantmateriaal, maar ook plastic en metaal. Nylon touw, clipjes en ringetjes worden gebruikt om planten te ondersteunen en raken zo vermengd met het groenafval.

### **Volledig benutten van biomassa uit de glastuinbouw**

De uitdaging maar ook de kans waar we samen voor staan is om verwaardingsketens op te zetten die ingericht zijn op het volledig benutten van biomassa uit de glastuinbouw. Er kan namelijk ontzettend veel uit biomassa gehaald worden: zouten voor meststoffen, organische stof of biostimulanten voor substraat, vezels voor verpakkingen en bouw materiaal, eiwitten voor (vee)voer, geur en kleurstoffen voor de cosmetische industrie en medicinale stoffen voor de farmaceutische industrie. Er is onderzoek nodig om te bepalen welke plantreststromen geschikt zijn voor welke toepassingen en hoe de knelpunten kunnen worden weggenomen. Daarnaast is het net zo belangrijk om telers en ondernemers uit de proces- en verwerkingsindustrie te ondersteunen in het gezamenlijk opzetten van deze nieuwe verwaardingsketens en business cases.

---

## – Plastic

Plastic speelt een belangrijke rol als verpakkingsmateriaal van groente, fruit, planten en bloemen die in de glastuinbouw geproduceerd worden. Maar de 'plastic footprint' van het eindproduct gaat verder dan alleen de verpakking. In de kas wordt tijdens het teeltproces ook een reeks aan plastic producten gebruikt.

### **Plastic footprint in de glastuinbouw**

Een voor de hand liggend voorbeeld is de plastic pot. Maar er zijn ook folies voor het afdekken van de grond en teelttafels om onkruid tegen te gaan en zonlicht te reflecteren of juist te absorberen. Er zijn isolerende en verduisterende folies die bovendien de kas en bij de gevels gebruikt worden om energie te besparen of de lichtinval te beperken. Substraatmatten zijn afgedicht met een plastic hoes om verdamping, algengroei en de kans op ziektes te verminderen. Plastic touw, clips en stokken worden gebruikt om planten te ondersteunen en schade te voorkomen tijdens de teelt.

Al deze producten hebben een functie in de kas die de teeltprestaties en productie ten goede komt. Maar de huidige vorm van plasticgebruik heeft ook aanzienlijke nadelen en is niet circulair. Bijna alle plastics zijn namelijk gemaakt op basis van twee eindige primaire grondstoffen; ruwe olie en aardgas.



*Ruwe olie is een zeer veelzijdige grondstof waar o.a. etheen van gemaakt kan worden. Etheen is weer een belangrijke grondstof voor de productie van plastics. Een nadeel is dat olie- en gasvoorraden op den duur zullen zijn uitgeput en bovendien heeft de petrochemische industrie ook verscheidene negatieve gevolgen voor het milieu.*

### **Plastics staan innovatie in de weg**

Afhankelijkheid van olie en aardgas zal op de langere termijn moeten afnemen, maar plastics staan ook innovaties op de korte termijn in de weg. Bijvoorbeeld in glasgroenteteelten zoals tomaat, komkommer, paprika en aubergine blijven plastic clips, ringetjes en touw achter in de stengels en bladeren. Dat plantmateriaal wordt nu nog beschouwd als 'groenafval', maar is in feite biomassa dat verwaard kan worden tot nieuwe grondstoffen. De plastic vervuiling maakt dat het plantmateriaal moeilijk te verwerken is waardoor de waarde van het materiaal afneemt. Vervuiling van het milieu met plastics blijft ook een punt van aandacht. Hieronder valt ook de verspreiding en ophoping van microplastics in bodem en water.



MEN [WAGeningen UNIVERSITY & RESEARCH](https://www.wur.nl) <https://www.wur.nl>

*Touw, ringetjes en clips maken onderdeel uit van het succesvolle 'hogedraad' teeltsysteem, maar vervuilen het groenafval. Herontwerp van het teeltsysteem of bio-afbreekbare plastics zouden een oplossing kunnen bieden.*



## Plasticgebruik in de hele keten meenemen in de transitie naar een circulaire economie

De uitdaging maar ook de kans waar we samen voor staan is om plasticgebruik in de glastuinbouw over de gehele product- en waardeketen mee te nemen in de transitie naar een circulaire economie. Dit bereiken we door kritisch na te gaan van plastic producten of deze daadwerkelijk een belangrijke functie hebben. Zo ja, dan kan deze functie misschien door een biobased materiaal worden vervuld zodat we minder afhankelijk worden van olie en aardgas. Nieuwe producten zouden bio-afbreekbaar kunnen zijn zodat groenafval makkelijker is te verwaarden. Anderzijds kunnen ketens zich richten op plastic producten die oneindig lang en hoogwaardig gerecycled kunnen worden na inzameling.

### – Water

Water is essentieel voor een plant en dus ook voor glastuinbouwbedrijven. Het meeste water dat in kassen wordt gebruikt voor irrigatie is regenwater. In mindere mate wordt er grondwater gebruikt en slechts enkele teelten gebruiken oppervlaktewater. Leidingwater is ook een bron die vanwege kosten en kwaliteit maar weinig wordt ingezet.

### Regenwater vaakst ingezet voor irrigatie

Dat de voorkeur uitgaat naar regenwater, heeft onder andere te maken met waterkwaliteit. Voor de meeste (substraat)teelten is het van belang dat er zo min mogelijk natrium in het water zit. Natrium wordt maar beperkt opgenomen door het gewas waardoor het kan ophopen in het teeltsysteem bij hergebruik van drainwater. Een hoog natriumgehalte kan tot gevolg hebben dat meststoffen minder goed worden opgenomen door de plant. Grond-, oppervlakte- en leidingwater bevat vaak teveel natrium waardoor het eerst ontzout moet worden met behulp van bijvoorbeeld omgekeerde osmose. Oppervlaktewater kan daarnaast plantenziektes bevatten.



### Emissieloos telen in 2027

Op een glastuinbouwbedrijf wordt al zeer efficiënt en circulair omgegaan met water. Dat komt omdat de meeste bedrijven gebruik maken van druppelirrigatie in combinatie met opvang en recirculatie van drainwater. Toch wordt er vaak nog incidenteel geloosd op het oppervlaktewater of riolering, bijvoorbeeld tijdens de teeltwisseling of omdat natrium zich ophoopt bij hergebruik. Het doel waar de sector naartoe werkt, is om in 2027 'emissieloos' te telen en dus niets meer te lozen. Maar als water een glastuinbouwbedrijf ingaat, waar komt het er dan uit?

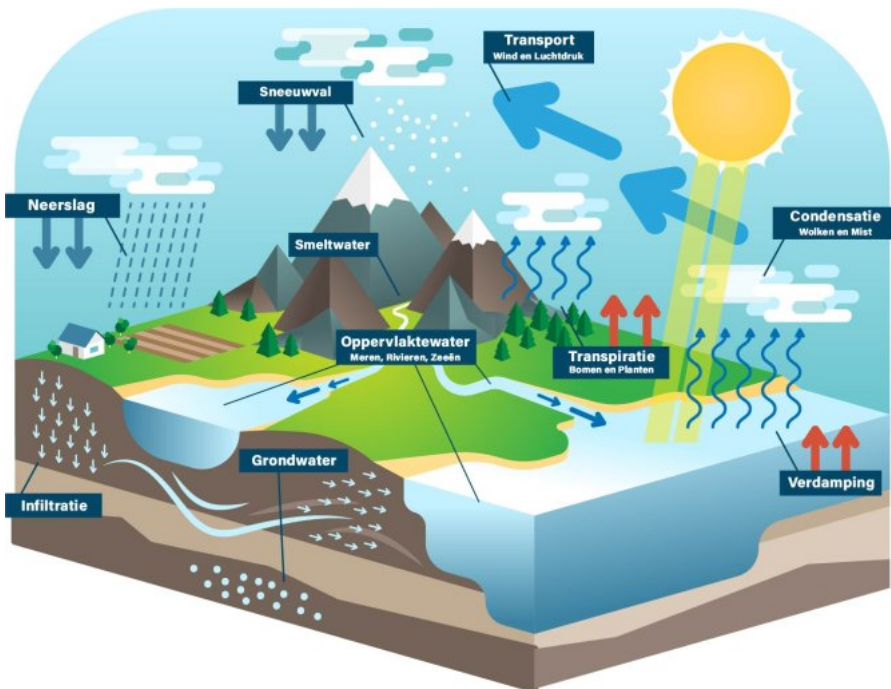
Het overgrote deel van het gietwater wordt opgenomen en verdampt door de planten. Hierdoor wordt de kaslucht vochtiger en deze vochtige lucht gaat vervolgens door de ramen van de kas naar buiten als er geventileerd wordt. Dit water is zeer schoon en vormt geen probleem voor het milieu. Een klein deel van het water verlaat het bedrijf als onderdeel van het gewas. Een tomaat bestaat bijvoorbeeld voor zo'n 95% uit water.

### Beschikbaarheid afhankelijk van het klimaat

Over het geheel genomen is de watercyclus van een kas zeer vergelijkbaar met een deel van de natuurlijke watercyclus; regenwater wordt opgenomen door planten die het vervolgens verdampen. Het verdampte water condenseert in de atmosfeer en komt terug als neerslag. Een circulair proces. Maar in tegenstelling tot veel andere materiaalstromen is de beschikbaarheid van water sterk afhankelijk van het klimaat.







*Een schematisch overzicht van de natuurlijke watercyclus op aarde. Aan de hand van dit plaatje wordt snel duidelijk dat neerslag een cruciale rol speelt in de waterbalans. In gebieden waar weinig neerslag valt, is het aanwezige grondwater vaak een natuurlijke reserve die in de loop van duizenden jaren is opgebouwd. De reserves raken uitgeput als mensen elk jaar meer water onttrekken dan er natuurlijk wordt aangevuld.*

Hoewel Nederland niet verlegen zit om neerslag speelt ook hier klimaatverandering een rol. Door zwaardere buien in de winter en droge, hete zomers raakt de neerslag minder gelijk verdeeld over het jaar. Dit leidt tot meer kans op overstromingen en problemen met wateropslag. De watervraag van glastuinbouwbedrijven is groter gedurende de zomer en de capaciteit van regenwaterbassins is vaak niet berekend op een zomer (vrijwel) zonder regen.

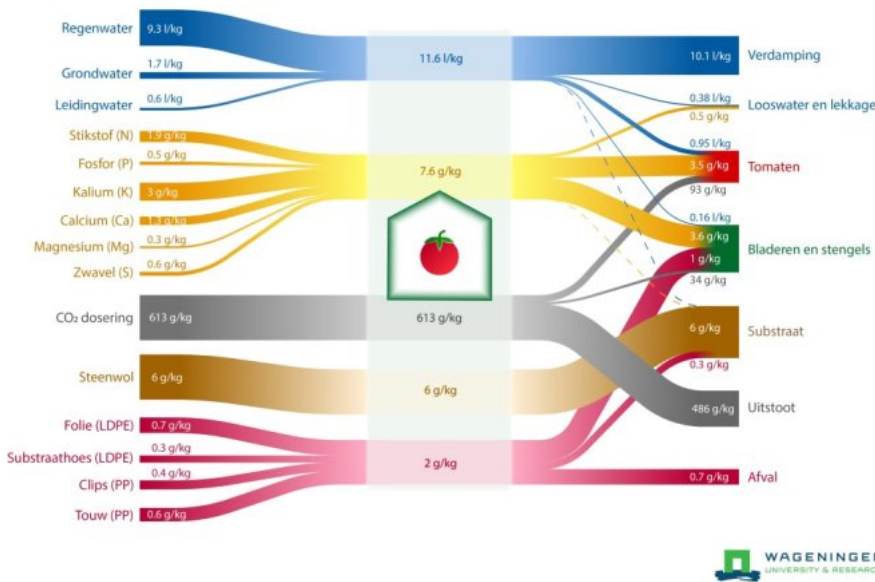
### **Invulling zoeken voor gezamenlijk waterbeheer met andere sectoren**

De uitdaging maar ook de kans waar we samen voor staan is om genoeg water met de juiste kwaliteit beschikbaar te houden voor de glastuinbouw zonder dat dit ten koste gaat van andere prioriteiten. Drinkwatervoorziening staat bovenaan die lijst, maar ook natuurgebieden hebben water nodig, en grondwater- en bodemkwaliteit moeten geborgd blijven. In een circulaire economie zullen watergebruikers uit verschillende sectoren, waterzuiveringsbedrijven en waterschappen naar samenwerkingsverbanden moeten zoeken om invulling te geven aan gezamenlijk waterbeheer. Een van de opties waar naar gekeken wordt, is om afvalwater uit andere (economische) processen te behandelen en in te zetten in de glastuinbouw.

## Materiaalstromen in kaart brengen

Hoewel iedere materiaalstroom specifieke uitdagingen en kansen biedt, staan de verschillende stromen niet los van elkaar en zullen oplossingen vaak een integrale aanpak vragen. Om integrale innovatie te bevorderen hebben we binnen dit onderzoek materiaalstroomdiagrammen opgesteld voor verscheidene teelten, zoals tomaat, phalaenopsis en roos.

## JAARLIJKSE MATERIAALSTROMEN VOOR EEN TOMATENTEELT IN DE KAS



Materiaalstroomdiagram van water, meststoffen, CO<sub>2</sub>, substraat en plastic voor een tomatenteelt.

Dit soort overzichten geven aan wat er aan materialen een kas in gaat en hoe deze eruit komen. Ook is snel te zien hoe groot stromen ten opzichte van elkaar zijn en welke materiaalstromen gemengd raken tijdens de teelt. Het bijeenbrengen en visualiseren van deze kennis vormt een sterke basis waarop gebouwd kan worden richting een circulaire glastuinbouw.

### Cross-overs: Samen naar een Circulaire Economie

Circulariteit gaat verder dan ieders eigen sector of expertise. Als we minder gebruik willen maken van primaire grondstoffen uit natuurlijke reserves dan zullen er alternatieve bronnen voor in de plaats moeten komen. Eén van de oplossingsrichtingen ligt in het verbinden van verschillende sectoren. Het doel van die verbinding is om uitgaande materiaalstromen van het ene (voedsel)productiesysteem te verwaarden tot bruikbare grondstoffen voor het andere. Dit concept noemen we "cross-overs" en binnen het KB-onderzoek worden enkele casussen nader onderzocht:

#### – Aquacultuur

Een 'recirculating aquaculture system' ofwel 'RAS' is, net als een kas, een voedselproductiesysteem waarin water wordt gerecirculeerd. In Nederland is dit een betrekkelijk nieuwe, commerciële methode om vis of schaaldieren te kweken maar wereldwijd is het een sterk groeiende bedrijfstak.

#### Hoge mate van controle over productiefactoren

De teelt van vis in een RAS wordt gekenmerkt door een hoge mate van controle over productiefactoren zoals temperatuur en waterkwaliteit, en ook een hoge efficiëntie in water- en voedergebruik. In een RAS wordt het water gefilterd, rondgepompt en steeds opnieuw gebruikt. De vis wordt hierbij gehouden in een apart kweekgedeelte en wordt gevoerd met speciale voeders. De vissen gebruiken zuurstof (O<sub>2</sub>), scheiden ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) en koolzuurgas (CO<sub>2</sub>) uit, en produceren daarnaast door ontlasting zwevende en vaste delen (slib). Een mechanisch filter verwijdert de zwevende en vaste delen. Het volgende filter, het biologisch filter, zet het ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) via nitriet (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) om in nitraat (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>). Door beluchting behoudt het water voldoende zuurstof en wordt het koolzuurgas verwijderd, waarna het water weer wordt teruggelid naar het viskweekgedeelte en de cirkel rond is.

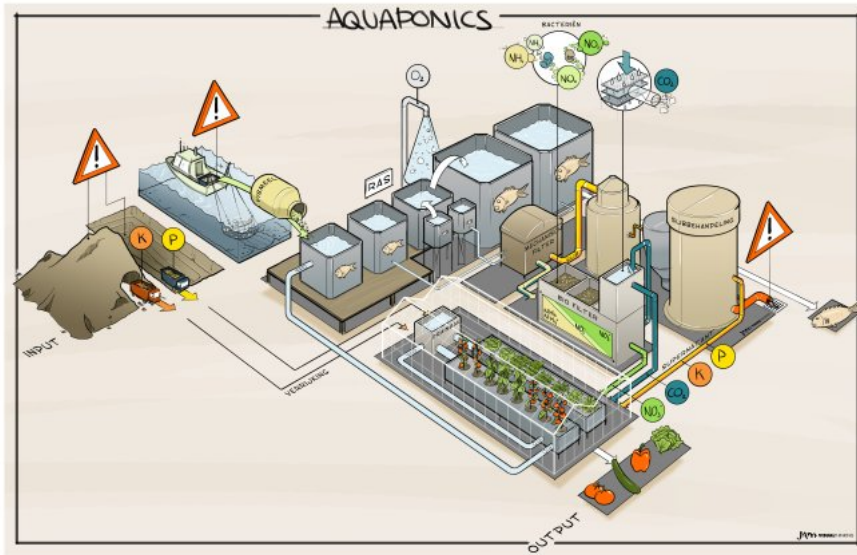
Toch is de cirkel niet helemaal rond omdat er met regelmaat water geloosd moet worden. Dat komt omdat nitraat (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) zich ophoopt in de RAS naarmate er meer gevoerd wordt. Om de vis gezond te houden moet de nitraat-concentratie niet te hoog oplopen. Ook het slib dat wordt afgevangen is voor de meeste aquacultuur bedrijven een afvalstroom waarvan de afvoer op het riool kosten met zich meebrengt.

#### Kansen voor aquaponics

<https://www.wur.nl> Dit is waar aquaponics om de hoek komt kijken. <https://www.wur.nl> Aquaponics is een cross-over productiesysteem met als deelsystemen een hydroponic groenteteelt en een visteelt.



Er bestaan verschillende manieren om deze twee teeltsystemen aan elkaar te koppelen, maar om zowel voor de planten als de vissen optimale leefomstandigheden te creëren is een zogenaamd (semi-)ontkoppeld aquaponic systeem het meest geschikt. In zo'n ontkoppeld concept recirculeert elk deelsysteem het eigen water, maar het nitraatrijke suppletiewater van de RAS wordt aangeleverd bij de kas in plaats van het af te voeren naar riool of milieu. Hoewel te veel nitraat in de visteelt voor problemen kan zorgen, is het een essentiële meststof voor planten en zonde om weg te gooien. Er zijn ook technieken beschikbaar om andere meststoffen zoals fosfaat uit het slib van de RAS te halen en beschikbaar te maken voor gebruik in de kas.



*Schets van een aquaponic systeem; een cross-over tussen de glastuinbouw en visteelt.*

Een belangrijk aspect van een ontkoppeld aquaponic systeem is dat het voedingsrijke water van de visteelt eerst kan worden voorbehandeld voordat het in de kas gebruikt wordt. Zo kunnen meststoffen worden toegevoegd die het gewas nodig heeft, maar onvoldoende aanwezig zijn in het viswater. De pH kan gecorrigeerd worden. En indien nodig kan het viswater ontsmet worden (met bijvoorbeeld UV) en gefilterd om kleine zwevende deeltjes te verwijderen. Het water dat uiteindelijk in de kas gebruikt wordt voor irrigatie gaat niet meer retour naar de RAS aangezien het watersysteem van de kas al gebouwd is op recirculatie.

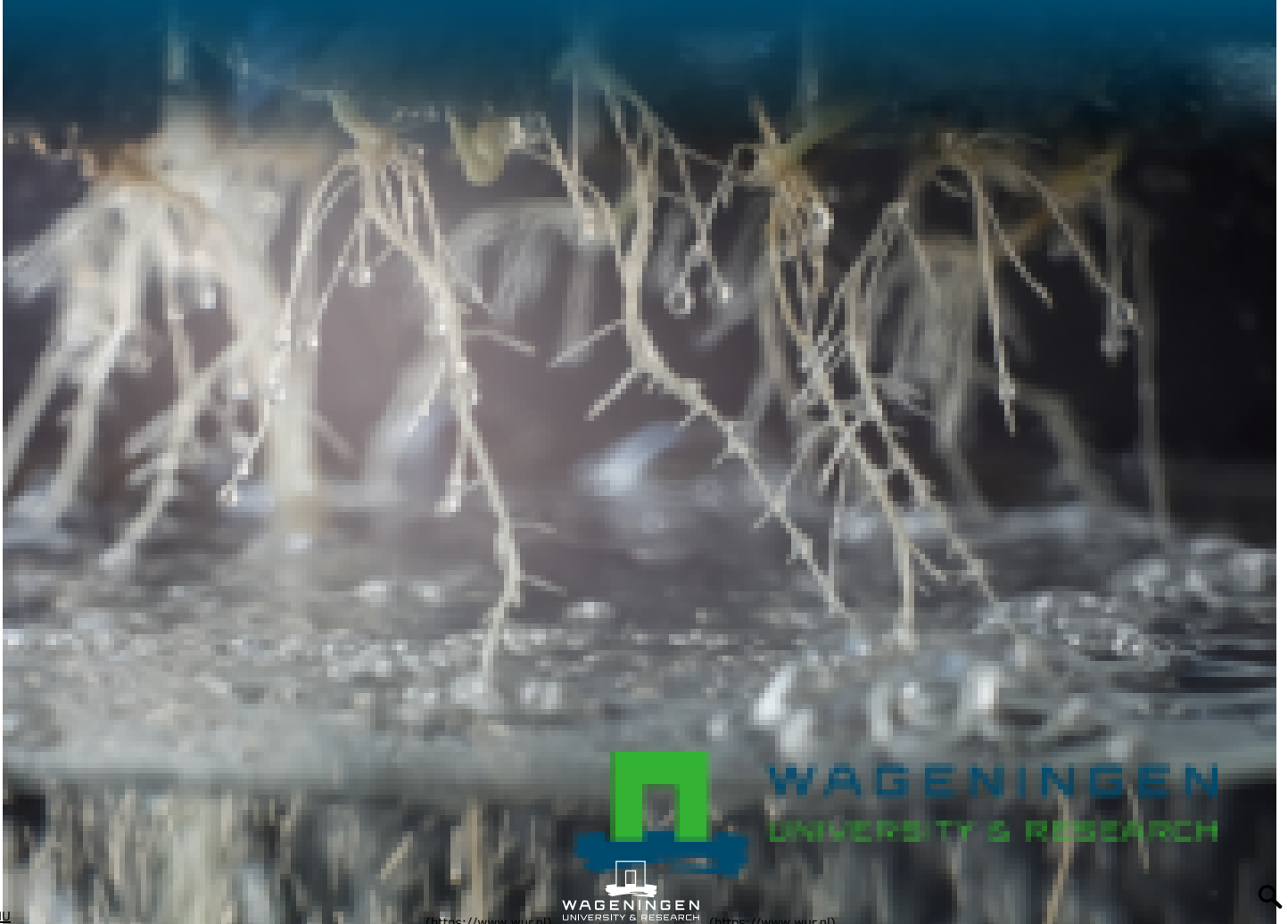
Als cross-over tussen de sectoren glastuinbouw en aquacultuur past aquaponics in de transitie van de landbouw naar een circulaire economie. Behalve op het vlak van water- en meststoffengebruik liggen er ook kansen voor dit circulaire productiesysteem ten aanzien van energie en CO<sub>2</sub>. Wij onderzoeken de potentie en kansen op verduurzaming en willen samen met bedrijven oplossingen gaan ontwikkelen om circulaire productie van voedsel mogelijk te maken.

**Meer lezen over aquaponics? Download de whitepaper:**

# Aquaponics, een route naar circulaire landbouw

Alexander Boedijn, Jeroen Kals en Wilfred Appelman

Wageningen University & Research, Cross-over Hub



MENU

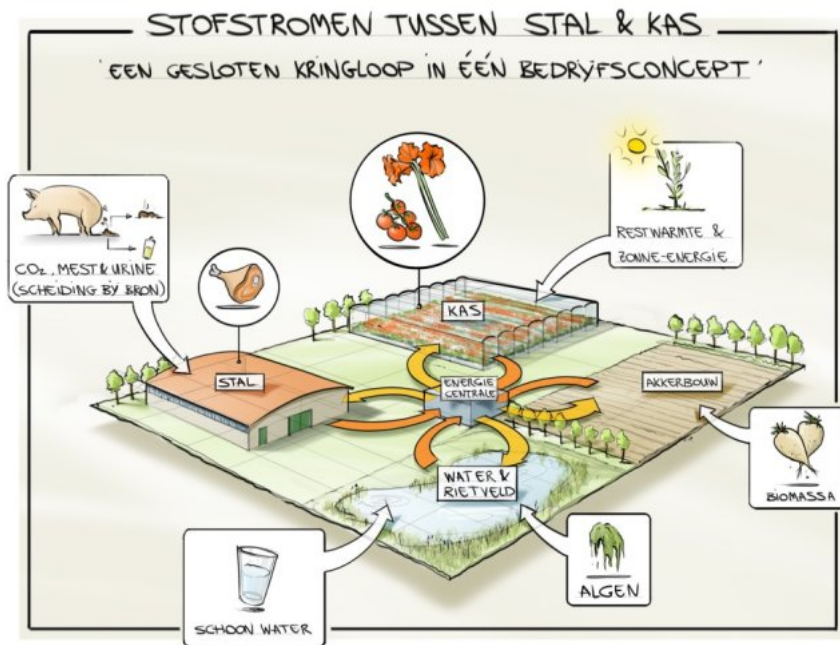
<https://www.wur.nl> <https://www.wur.nl>

Een varkenshouderij heeft net als een glastuinbouwbedrijf allerlei ingaande en uitgaande materiaalstromen. Denk bijvoorbeeld aan voer, water, beddingmateriaal (stro, zaagsel of luzerne), mest en CO<sub>2</sub>. Veel van de uitgaande stromen worden nog onvoldoende verwaard tot nieuwe grondstoffen.

## Producten uit de varkenshouderij gebruiken in de glastuinbouw en vice versa

Zo kan mest verwerkt worden in aerobe of anaerobe bioreactoren om er biogas, CO<sub>2</sub> en meststoffen (denk aan stikstof, fosfaat en kalium componenten) van te maken. Allemaal producten die de glastuinbouw – na de nodige opwerkingsstappen – kan gebruiken. Andersom zou gebruikt substraat na een teelt misschien van waarde kunnen zijn als beddingmateriaal in de stal. Bepaalde groene reststromen uit de kas zoals blad en stengels van tomaten- en komkommerplanten hebben wellicht waarde als voedercomponent.

Wij onderzoeken de potentie van een cross-over tussen de glastuinbouw en varkenshouderij, en willen samen met bedrijven oplossingen gaan ontwikkelen om circulaire productie van voedsel mogelijk te maken.



*Schets van een bedrijfsconcept waarin materiaalstromen tussen kas, varkenshouderij en akkerbouw worden uitgewisseld. Hoewel er logistieke voordelen zijn als verschillende bedrijfstypes bij elkaar in de buurt liggen, kunnen kringlopen ook over grotere afstanden gesloten worden met behulp van centrale verwerkings- en distributiepunten.*

## Meer weten?

Heeft u een vraag over circulaire glastuinbouw, cross-overs of specifieke materiaalstromen? Of wilt u uw inzichten met ons delen? Wij zijn benieuwd!

- Welke kansen of knelpunten ziet u voor uw bedrijf in de transitie naar een circulaire economie?
- Heeft u aanvullende praktijkdata beschikbaar die gedeeld kan worden om onze kennis te verbeteren of uit te breiden?
- Wat haalt u uit de resultaten van het kennisbasisonderzoek naar Circulaire Glastuinbouw?

Neem contact op:



**ir. AT (Alexander) Boedijn MSc**  
Projectleider