



Stappen richting circulaire glastuinbouw

Transitiepaden en innovaties

Leeswijzer



Leeswijzer

Navigatie interactieve pdf

Deze interactieve pdf gaat over innovaties binnen circulariteitsstrategieën (PBL) voor zes materiaalstromen in de glastuinbouw: water, meststoffen, substraat, CO₂, biomassa en plastics. Per materiaalstroom vindt u een korte uitleg met vervolgens een innovatietabel, die de innovaties binnen de transitiepaden en R-ladder laat zien en naar uitleg over de innovaties leidt. De navigatie werkt alleen als u Acrobat Reader gebruikt.

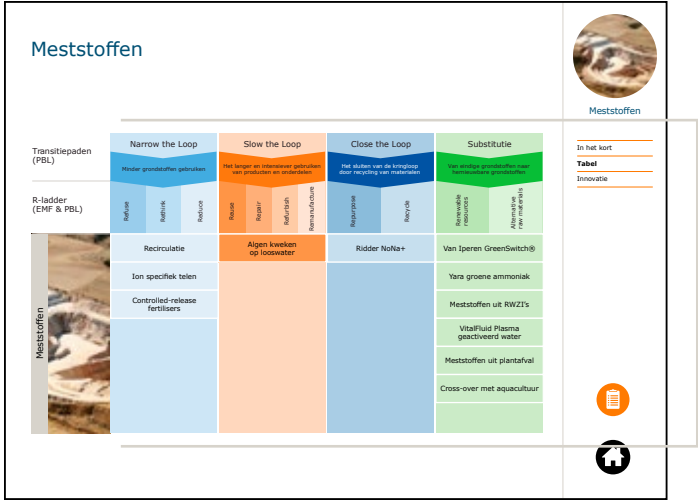
Uitprinten interactieve pdf

Deze publicatie is ontwikkeld om te lezen vanaf een beeldscherm en makkelijk te kunnen navigeren tussen thema's en (deel)onderwerpen die uw interesse hebben. Het is ook mogelijk de interactieve pdf uit te printen of om er op het beeldscherm op de traditionele manier doorheen te scrollen. In dat geval moet u er rekening mee houden dat sommige teksten meerdere keren te zien zijn, omdat zij onder meerdere thema's in de navigatie terugkomen.



Iconen

U kunt vanaf elke pagina met de icoontjes navigeren naar de verschillende hoofdstukken. Door op het huisje te klikken keert u terug naar de eerste pagina van de pdf



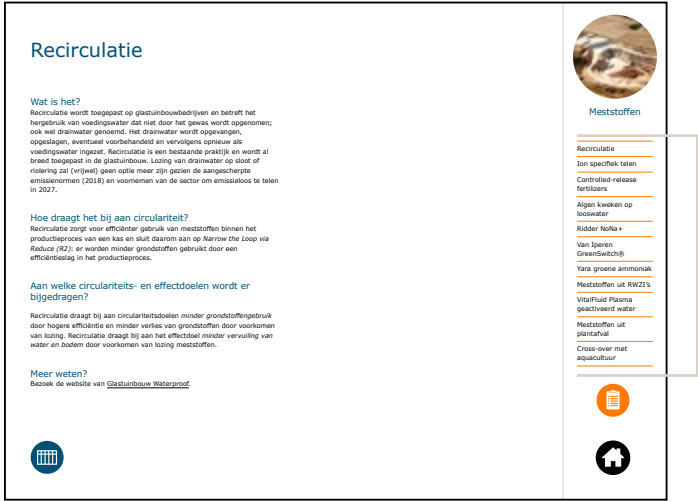
Innovatietabel

U kunt via de innovatietabel door klikken naar de innovatiepagina.



Iconen

U kunt vanaf elke pagina met de icoontjes navigeren naar de verschillende hoofdstukken. Door op het huisje te klikken keert u terug naar de eerste pagina van de pdf



Menu

U kunt via het menu door het onderdeel navigeren en klikken op de gewenste (deel)onderwerpen.

Uitleg over de circulaire economie

Van mondiale tot regionale beleidskaders wordt er ingezet op een transitie naar een circulaire economie:

- Mondiaal: De Sustainable Development Goals (SDG's) van de Verenigde Naties bevatten veel elementen die overeenkomen met doelen en indicatoren die gebruikt worden in beleid dat gericht is op circulariteit. Doel 12 'Responsible Consumption and Production' is daar een voorbeeld van.
- EU: 'Economische groei zonder uitputting van grondstoffen' is een van de pijlers van de Europese Green Deal. Daaronder valt de Farm to Fork Strategy waar de focus ligt op duurzame voedselsystemen.
- Nationaal: Op nationaal niveau stelt het Rijksbrede programma Nederland Circulair in 2050 een ambitieus doel voor de samenleving en alle productiesectoren: in 2030 gebruikt Nederland 50% minder primaire grondstoffen (mineralen, metalen en fossiel). Om dit doel te behalen wordt er ingezet op efficiënter gebruik van grondstoffen, een omslag naar hernieuwbare grondstoffen en circulair ontwerp van nieuwe productiemethodes en producten.

Ook de landbouw zal de komende jaren een transitie gaan doormaken. De Visie Landbouw, Natuur en Voedsel: Waardevol en Verbonden stuurt aan op kringlooplandbouw. Een uitgangspunt voor de kringlooplandbouw is dat hergebruik de norm wordt: reststromen uit de ene keten worden verwaard tot grondstoffen voor een andere keten. Om kwaliteit en (voedsel)veiligheid te borgen moeten reststromen dus op basis van grondstofspectificaties worden geproduceerd.

Circulariteitsdoelen

Circulariteitsdoelen worden door het PBL aangeduid als doelen die de circulariteit van grondstoffen bevorderen. Ze zijn gericht op vier aangrijpingspunten:

- De input van grondstoffen
- Het gebruik van grondstoffen
- Het verlies van grondstoffen
- De waarde van grondstoffen en producten

Effectdoelen

Effectdoelen worden door het PBL aangeduid als doelen die gefocust zijn op de negatieve milieu- en sociaaleconomische effecten van grondstoffengebruik. Per grondstofstroom en productgroep kunnen daarop doelen geformuleerd worden, zoals de recent verschenen HortiFootprint. Door het PBL worden echter vier gewenste hoofdeffecten aangewezen:

- Klimaatverandering tegengaan
- Biodiversiteitsverlies verminderen
- Vervuiling van lucht, water en bodem tegengaan
- Leveringsrisico's van grondstoffen verminderen

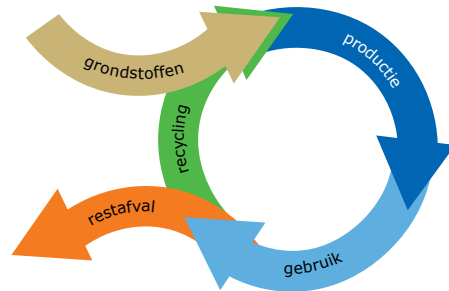


Uitleg over
de circulaire
economie

LINEAIRE ECONOMIE



KETENECONOMIE MET RECYCLING



CIRCULAIRE ECONOMIE



Bron

Introductie circulaire glastuinbouw

De glastuinbouw gebruikt als sector verscheidene productiemiddelen waaronder meststoffen, substraat, CO₂, plastics en water om biomassa te produceren. Voor een groot deel van deze grondstoffen is de glastuinbouw, net als veel andere sectoren, afhankelijk van natuurlijke reserves die over de hele wereld verspreid liggen. Denk aan aardgas voor energie, CO₂ en stikstof. 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.

Efficiënt gebruik van grondstoffen is voor de glastuinbouw sector al decennia lang een uitgangspunt. Maar, hoewel efficiënt grondstoffengebruik bijdraagt aan circulariteit, is het niet gelijk aan circulariteit. Denk bijvoorbeeld aan meststoffen. In de kas worden meststoffen zo lang mogelijk gerecirculeerd en er vindt nauwelijks meer lozing naar het milieu plaats. Deze efficiëntieslag zorgt er weliswaar voor dat er minder meststoffen nodig zijn, maar dit neemt niet weg dat de meststoffen geproduceerd worden op basis van eindige (minerale en fossiele) 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.

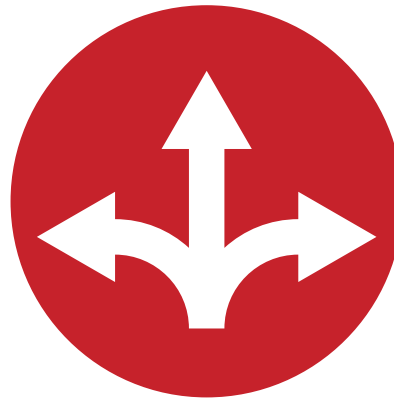
De uitdaging? Hoe zetten we verdere verduurzaming door zodat de glastuinbouw sector 1) minder afhankelijk wordt van primaire grondstoffen, 2) de impact op milieu vermindert, 3) waardevolle reststromen levert en andere reststromen upcyclet, en 4) gezonde producten van hoge kwaliteit blijft leveren? Door deze uitdaging aan te gaan blijft niet alleen de license to operate geborgd, maar ook wordt de sterke (wereldwijde) uitgangspositie van de sector behouden.



Introductie
circulaire
glastuinbouw

Transitiepaden en innovaties

Binnen dit project van de Club van 100 is gefocust op 6 materiaalstromen die gebruikt worden en/of vrij komen tijdens de productie van groente, fruit en planten in kassen: water, meststoffen, substraat, CO₂, biomassa en plastics. Elk van deze stromen heeft een eigen verhaal met specifieke uitdagingen en kansen. Hier tonen we per materiaalstroom hoe innovaties in de glastuinbouw bijdragen aan circulariteits- en effectdoelen zoals die worden beschreven door het Planbureau voor de Leefomgeving. Ook wordt voor elke innovatie weergegeven hoe deze aansluit op de circulariteitsstrategieën van de R-ladder.



Transitiepaden
en innovaties

Water

In het kort...

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.

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.

Het meeste irrigatiewater dat in kassen gebruikt wordt 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. Dat de voorkeur uitgaat naar regenwater, heeft onder andere te maken met waterkwaliteit. 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.

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.

De uitdaging 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.

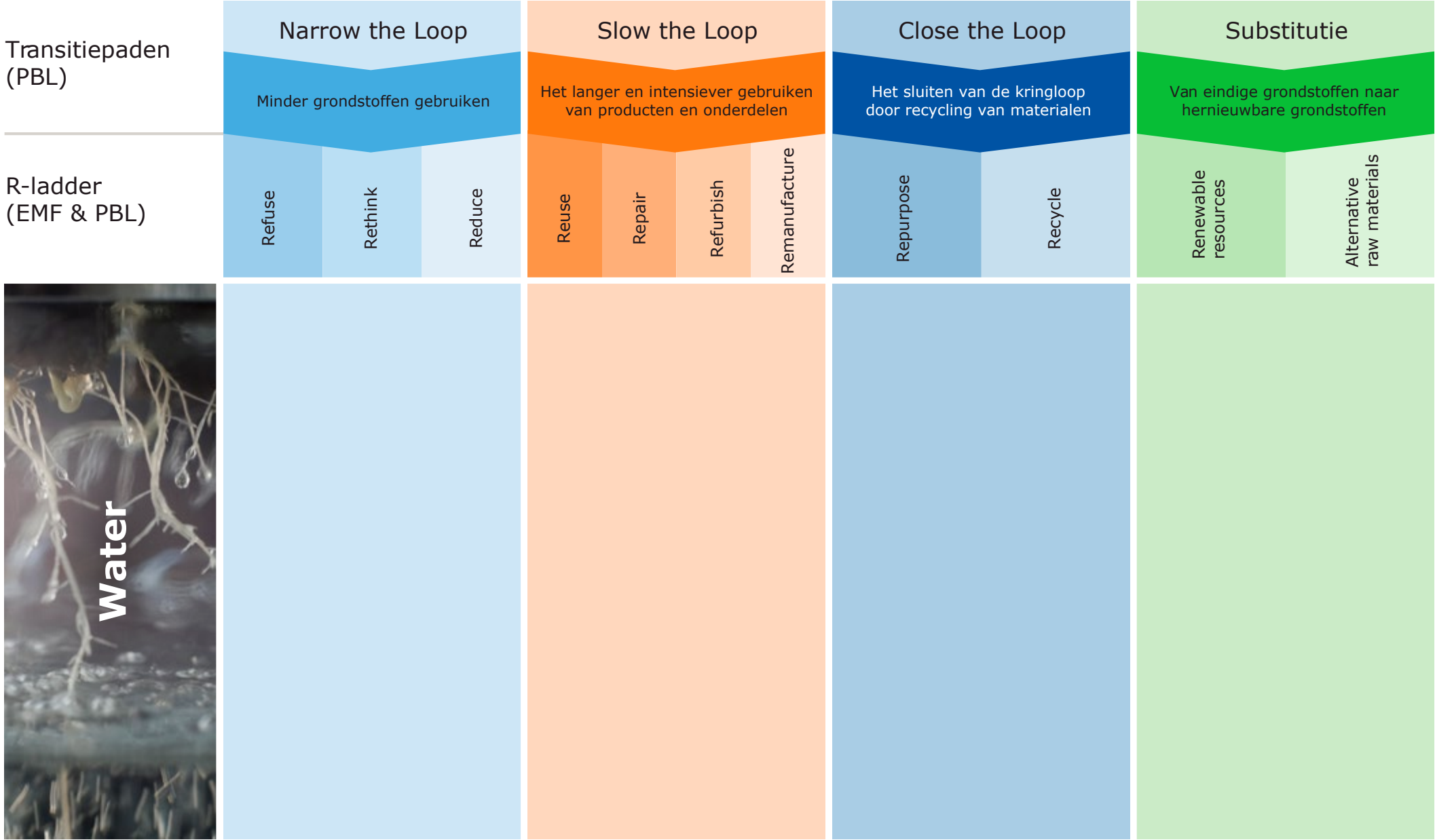


Water

Water



Water



Recirculatie

Wat is het?

Recirculatie wordt toegepast op glastuinbouwbedrijven en betreft het hergebruik van voedingswater dat niet door het gewas wordt opgenomen (drainwater) door dit op te vangen, op te slaan, eventueel voor te behandelen en vervolgens opnieuw als voedingswater in te zetten. Recirculatie is een bestaande praktijk en wordt al breed toegepast in de glastuinbouw. Lozing van drainwater op sloot of riolering zal (vrijwel) geen optie meer zijn gezien de aangescherpte emissienormen (2018 en voornemen van de sector om emissieloos te telen in 2027).

Hoe draagt het bij aan circulariteit?

Recirculatie zorgt voor efficiënter gebruik van water binnen het productieproces van een kas en sluit daarom aan op *Narrow the Loop via Reduce (R2)*: er worden minder grondstoffen gebruikt door een efficiëntieslag in het productieproces.

Aan welke circulariteits- en effectdoelen wordt er bijgedragen?

Recirculatie draagt bij aan circulariteitsdoelen *minder grondstoffengebruik* door hogere efficiëntie en *minder verlies van grondstoffen* door voorkomen van lozing.

Meer weten?

Bezoek de website van [Glastuinbouw Waterproof](#).



Water

Recirculatie

Ridder NoNa+

Gietwater uit AWZI's

Vergroten
regenwateropslag

Ridder NoNa+

Wat is het?

De Ridder NoNa+ wordt toegepast op glastuinbouwbedrijven en betreft een zuiveringsinstallatie die selectief natrium verwijdt uit drainwater op basis van membraantechnologie en elektrolysebehandeling.

Hoe draagt het bij aan circulariteit?

De Ridder NoNa+ faciliteert het sluiten van de waterkringloop in een kas door drainwater te behandelen tot hoogwaardige kwaliteit. Verwijdering van alleen natrium en niet de opgeloste meststoffen voorkomt dat meststoffen verloren gaan en water geloosd moet worden. Daarom sluit de innovatie aan op *Close the Loop via Recycle (R8)*: er ontstaat minder afvalwater en er zijn minder nieuwe grondstoffen nodig.

Aan welke circulariteits- en effectdoelen wordt er bijgedragen?

De Ridder NoNa+ draagt bij aan het circulariteitsdoel *minder verlies van grondstoffen* door voorkomen van lozing. Ook draagt de innovatie bij aan het effectdoel *minder vervuiling van water en bodem* door voorkomen van lozing meststoffen.

Meer lezen?

Bezoek de website van [Ridder](#).



Water

Recirculatie

Ridder NoNa+

Gietwater uit AWZI's

Vergroten
regenwateropslag

Gietwater uit AWZI's

Wat is het?

Afvalwaterzuiveringsinstallaties (AWZI's) zuiveren riool- en bedrijfsafvalwater zodat het effluent schoon genoeg is om het in het milieu te brengen. Maar door het extra te zuiveren zouden AWZI's gietwater van geschikte kwaliteit kunnen gaan leveren aan glastuinbouwbedrijven.

Hoe draagt het bij aan circulariteit?

Gietwater uit AWZI's zorgt ervoor dat andere zoetwaterbronnen (zoals bijvoorbeeld grondwater) minder ingezet worden. Daarom sluit deze ontwikkeling aan op *Substitutie* via *Renewable resource*: gebruik van eindige grondstoffen (bijvoorbeeld grondwater) worden vervangen door een hernieuwbare grondstof (gezuiverd afvalwater).

Aan welke circulariteits- en effectdoelen wordt er bijgedragen?

Gietwater uit AWZI's draagt bij aan het circulariteitsdoel *input van hernieuwbare grondstoffen* door gezuiverd afvalwater in te zetten als gietwater. Ook draagt de ontwikkeling bij aan het effectdoel *leveringsrisico's van grondstoffen verminderen* door een bredere beschikbaarheid aan waterbronnen.

Meer weten?

Lees het artikel op [Onder Glas](#) of bezoek de website van [AquaConnect](#).



Water

Recirculatie

Ridder NoNa+

Gietwater uit AWZI's

Vergroten
regenwateropslag

Vergroten regenwateropslag

Wat is het?

Het uitbreiden van de capaciteit om regenwater op te slaan. Regenwater is een hernieuwbare bron voor water met een (zeer) korte cyclus; regenwater wordt opgenomen en (grotendeels) verdampt door het gewas waardoor het opnieuw beschikbaar komt als vocht in de buitenlucht.

Hoe draagt het bij aan circulariteit?

Het vergroten van de capaciteit om regenwater op te slaan vergroot de zelfvoorzienendheid van glastuinbouwbedrijven op basis van een hernieuwbare bron. Andere zoetwaterbronnen hoeven hierdoor minder ingezet te worden. Daarom sluit deze ontwikkeling aan op *Substitutie* via *Renewable resources*: gebruik van eindige grondstoffen (bijvoorbeeld grondwater) worden vervangen door een hernieuwbare grondstof (regenwater).

Aan welke circulariteits- en effectdoelen wordt er bijgedragen?

Vergroten van de regenwateropslag draagt bij aan circulariteitsdoelen *input van hernieuwbare grondstoffen* door regenwater in te zetten in plaats van (bijvoorbeeld) grondwater en *minder verlies van grondstoffen* door voorkomen van lozing aangezien regenwater geen natrium bevat.

Meer weten?

Lees het rapport [Toekomstplan Gietwatervoorziening Glastuinbouw](#) of bekijk het programma [COASTAR](#).



Water

Recirculatie

Ridder NoNa+

Gietwater uit AWZI's

Vergroten
regenwateropslag

Meststoffen

In het kort...

De glastuinbouw maakt gebruik van meststoffen; zes macro-elementen (N, P, K, Mg, Ca en S) en zes micro-elementen (Fe, Mn, Zn, B, Cu, Mo). Op het (Nederlandse) glastuinbouwbedrijf behoort recirculatie van voedingswater tot de norm en dit resulteert in zeer efficiënt gebruik in de kas. Vrijwel alle meststoffen die een glastuinbouwbedrijf ingaan, komen eruit als product (tomaat) of als plantmateriaal (stengels, blad, wortels); een omzettingsrendement van (vrijwel) 100%. 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 uit de lucht gehaald en omgezet naar ammoniak. Voor dit proces wordt wel weer aardgas als grondstof en als bron van energie gebruikt.

De uitdaging (maar ook de kans) waar de sector voor staat is om meststoffen te ontwikkelen op basis van hernieuwbare (organische) bronnen zoals dierlijke mest, voedsel- en groenafval, maar ook zuiveringswater en -slib, om zo de meststoffenkringloop meer te sluiten. 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. Prioriteren voor de toeleveringsketens van de macro- en micro-elementen kan op basis van beschikbaarheid (op welke termijn wordt deze kritiek?) en milieu impact.



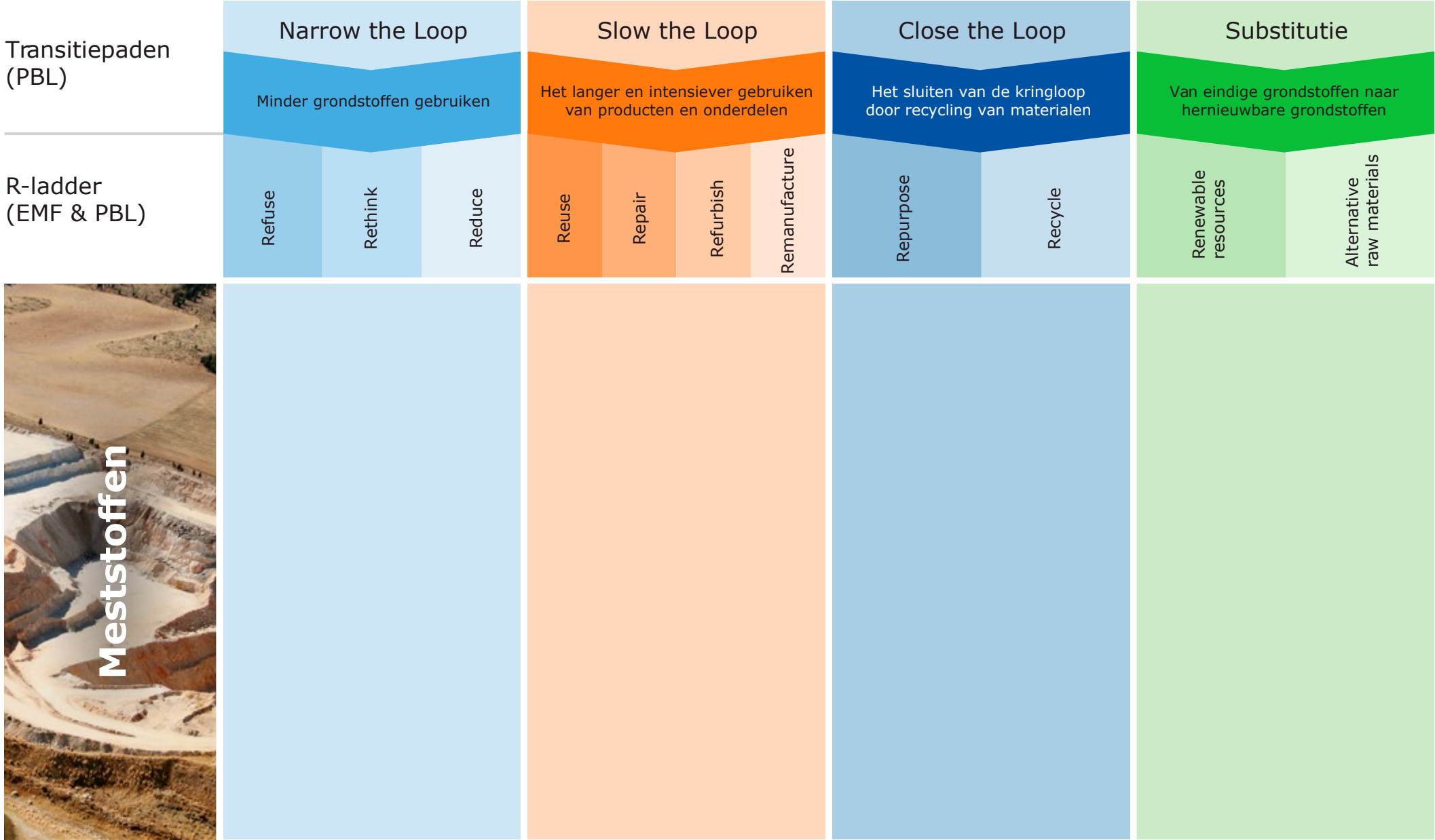
Meststoffen



Meststoffen



Meststoffen



Recirculatie

Wat is het?

Recirculatie wordt toegepast op glastuinbouwbedrijven en betreft het hergebruik van voedingswater dat niet door het gewas wordt opgenomen; ook wel drainwater genoemd. Het drainwater wordt opgevangen, opgeslagen, eventueel voorbehandeld en vervolgens opnieuw als voedingswater ingezet. Recirculatie is een bestaande praktijk en wordt al breed toegepast in de glastuinbouw. Lozing van drainwater op sloot of riolering zal (vrijwel) geen optie meer zijn gezien de aangescherpte emissienormen (2018 en voornemen van de sector om emissieloos te telen in 2027).

Hoe draagt het bij aan circulariteit?

Recirculatie zorgt voor efficiënter gebruik van meststoffen binnen het productieproces van een kas en sluit daarom aan op *Narrow the Loop via Reduce (R2)*: er worden minder grondstoffen gebruikt door een efficiëntieslag in het productieproces.

Aan welke circulariteits- en effectdoelen wordt er bijgedragen?

Recirculatie draagt bij aan circulariteitsdoelen *minder grondstoffengebruik* door hogere efficiëntie en *minder verlies van grondstoffen* door voorkomen van lozing. Recirculatie draagt bij aan het effectdoel *minder vervuiling van water en bodem* door voorkomen van lozing meststoffen.

Meer weten?

Bezoek de website van [Glastuinbouw Waterproof](#).



Meststoffen

Recirculatie

Ion specifiek telen

Controlled-release fertilizers

Algen kweken op looswater

Ridder NoNa+

Van Iperen GreenSwitch®

Yara groene ammoniak

Meststoffen uit RWZI's

VitalFluid Plasma geactiveerd water

Meststoffen uit plantafval

Cross-over met aquacultuur

Ion specifiek telen

Wat is het?

Ion specifiek telen zoekt toepassing op glastuinbouwbedrijven en betreft het optimaliseren van bemesting door vaker en nauwkeuriger de macro-elementen in plantvoedingsoplossingen te meten. Op basis van de gegevens kan de voeding vervolgens beter worden gedoseerd in overeenkomst met plantopname, -groei en -ontwikkeling. Ion specifiek telen is een innovatie die op dit moment wordt gevalideerd.

Hoe draagt het bij aan circulariteit?

Ion specifiek telen beoogt een opbrengstverhoging te behalen met dezelfde hoeveelheid meststoffen door het bemestingsproces in een kas te optimaliseren. Hiermee zou de efficiëntie van het productieproces in een kas worden verhoogd en daarom sluit de innovatie aan op *Narrow the Loop via Reduce (R2)*: er worden minder grondstoffen gebruikt door een efficiëntieslag in het productieproces.

Aan welke circulariteits- en effectdoelen wordt er bijgedragen?

Ion specifiek telen draagt bij aan het circulariteitsdoel *minder grondstoffengebruik* door hogere efficiëntie. Het is mogelijk dat ion specifiek telen ook een bijdrage levert aan emissieloos telen. Als dit wordt bewezen door onderzoek draagt ion specifiek telen ook bij aan het circulariteitsdoel *minder verlies van grondstoffen* door voorkomen van lozing. En aan het effectdoel *minder vervuiling van water en bodem* door voorkomen van lozing meststoffen.

Meer weten?

Bezoek de projectbeschrijving van [Ion Specifiek Telen](#).



Meststoffen

Recirculatie

Ion specifiek telen

Controlled-release fertilizers

Algen kweken op looswater

Ridder NoNa+

Van Iperen GreenSwitch®

Yara groene ammoniak

Meststoffen uit RWZI's

VitalFluid Plasma geactiveerd water

Meststoffen uit plantafval

Cross-over met aquacultuur

Controlled-release fertilizers

Wat is het?

Controlled-release fertilizers (CRF) zijn meststoffen in de vorm van korrels die een of meerdere meststoffen geleidelijk vrij laat komen gedurende de teelt, in tegenstelling tot meststoffen die opgelost in water direct opneembaar zijn voor de plant. Voor bepaalde teelten, waaronder potorchidee, is gebleken dat de toepassing van CRF, bedrijven in staat stelt om irrigatiewater beter te recirculeren omdat het drainwater minder meststoffen bevat.

Hoe draagt het bij aan circulariteit?

CRF worden ingezet om recirculatie van irrigatiewater te faciliteren door middel van een efficiëntere inzet van meststoffen. Deze toepassing sluit daarmee aan op *Narrow the Loop via Reduce (R2)*: er worden minder grondstoffen gebruikt door een efficiëntieslag in het productieproces.

Aan welke circulariteits- en effectdoelen wordt er bijgedragen?

CRF dragen bij aan het circulariteitsdoel minder *verlies van grondstoffen* door voorkomen van lozing. Ook draagt de implementatie van CRF in de glastuinbouw bij aan het effectdoel *minder vervuiling van water en bodem* door voorkomen van lozing meststoffen.

Meer weten?

Bekijk de projectbeschrijving van [Praktijkimplementatie van CRF in de teelt van potorchidee](#).



Meststoffen

Recirculatie

Ion specifiek telen

Controlled-release fertilizers

Algen kweken op looswater

Ridder NoNa+

Van Iperen GreenSwitch®

Yara groene ammoniak

Meststoffen uit RWZI's

VitalFluid Plasma geactiveerd water

Meststoffen uit plantafval

Cross-over met aquacultuur

Algen kweken op looswater

Wat is het?

Op het looswater van kassen kunnen microalgen worden gekweekt omdat deze de opgeloste meststoffen als bron van nutriënten kunnen gebruiken. De geproduceerde algen zijn weer waardevolle biomassa die o.a. omega-3 vetzuren bevat en bijvoorbeeld kan worden toegevoegd aan diervoeder.

Hoe draagt het bij aan circulariteit?

Algenkweek op looswater uit de kas zorgt voor hergebruik van voedingswater in een andere toepassing. Hiermee worden meststoffen langer gebruikt en daarom sluit deze innovatie aan op *Slow the Loop via Reuse (R3)*: de vraag naar nieuwe grondstoffen wordt vertraagd omdat voedingswater langer gebruikt wordt voordat deze de nutriëntenkringloop verlaat.

Aan welke circulariteits- en effectdoelen wordt er bijgedragen?

Algenkweek op looswater draagt bij aan het circulariteitsdoel *minder verlies van grondstoffen* door voorkomen van lozing evenals *behoud van waarde* door voedingswater dat ongeschikt is voor de glastuinbouw als nog als meststof in te zetten in een andere toepassing. Ook draagt de innovatie bij aan het effectdoel *minder vervuiling van water en bodem* door voorkomen van lozing meststoffen.

Meer weten?

Bezoek de website van [AlgaeLinkages](#).



Meststoffen

Recirculatie

Ion specifiek telen

Controlled-release fertilizers

Algen kweken op looswater

Ridder NoNa+

Van Iperen GreenSwitch®

Yara groene ammoniak

Meststoffen uit RWZI's

VitalFluid Plasma geactiveerd water

Meststoffen uit plantafval

Cross-over met aquacultuur

Ridder NoNa+

Wat is het?

De Ridder NoNa+ wordt toegepast op glastuinbouwbedrijven en betreft een zuiveringsinstallatie die selectief natrium verwijdt uit drainwater op basis van membraantechnologie en elektrolyse-behandeling.

Hoe draagt het bij aan circulariteit?

De Ridder NoNa+ faciliteert recirculatie door drainwater te behandelen tot hoogwaardige kwaliteit. Verwijdering van alleen natrium en niet de opgeloste meststoffen voorkomt dat meststoffen verloren gaan en drainwater geloosd moet worden. Daarom sluit de innovatie aan op *Close the Loop via Recycle (R8)*: er ontstaat minder afvalwater en er zijn minder nieuwe grondstoffen nodig.

Aan welke circulariteits- en effectdoelen wordt er bijgedragen?

De Ridder NoNa+ draagt bij aan het circulariteitsdoel *minder verlies van grondstoffen* door voorkomen van lozing. Ook draagt de innovatie bij aan het effectdoel *minder vervuiling van water en bodem* door voorkomen van lozing meststoffen.

Meer weten?

Bezoek de website van [Ridder](#).



Meststoffen

Recirculatie

Ion specifiek telen

Controlled-release fertilizers

Algen kweken op looswater

Ridder NoNa+

Van Iperen GreenSwitch®

Yara groene ammoniak

Meststoffen uit RWZI's

VitalFluid Plasma geactiveerd water

Meststoffen uit plantafval

Cross-over met aquacultuur

Van Iperen GreenSwitch®

Wat is het?

GreenSwitch® is een proces waarmee vloeibare nitraatmeststof kan worden geproduceerd die geschikt is voor de bemestingssystemen in de glastuinbouw. De stikstof in de nitraatmeststof wordt uit dierlijke (drijf) mest gehaald.

Hoe draagt het bij aan circulariteit?

GreenSwitch® verlegt de bron voor stikstof van de lucht (via het Haber-Bosch proces) naar dierlijke mest. Hoewel stikstof uit de lucht een (vrijwel) onuitputbare bron is, wordt in de huidige situatie veel aardgas gebruikt voor het proces om stikstof uit de lucht vast te leggen. Meststofproductie op basis van dierlijke mest sluit daarom als innovatie aan op *Substitutie* via *Renewable resources*: gebruik van eindige grondstoffen (stikstof uit lucht en aardgas) worden vervangen door een hernieuwbare grondstof (dierlijke mest).

Aan welke circulariteits- en effectdoelen wordt er bijgedragen?

GreenSwitch® draagt bij aan het circulariteitsdoel input van *hernieuwbare grondstoffen* door nitraatmeststof te produceren op basis van dierlijke mest, zonder gebruik van aardgas. Ook draagt de innovatie bij aan de effectdoelen *klimaatverandering tegengaan* door een verminderde CO₂ uitstoot in het productieproces en *leveringsrisico's van grondstoffen verminderen* door de productie van nitraatmeststof los te koppelen van aardgasproductie.

Meer weten?

Bezoek de website van [Van Iperen](#).



Meststoffen

Recirculatie

Ion specifiek telen

Controlled-release fertilizers

Algen kweken op looswater

Ridder NoNa+

Van Iperen GreenSwitch®

Yara groene ammoniak

Meststoffen uit RWZI's

VitalFluid Plasma geactiveerd water

Meststoffen uit plantafval

Cross-over met aquacultuur

Yara groene ammoniak

Wat is het?

'Groene ammoniak' wordt geproduceerd op basis van hernieuwbare waterstof in plaats van waterstof op basis van aardgas. De hernieuwbare waterstof wordt geproduceerd aan de hand van elektrolyse waarvoor duurzame elektriciteit gebruikt kan worden. Met groene ammoniak kunnen vervolgens nitraatmeststoffen worden gemaakt voor de glastuinbouw.

Hoe draagt het bij aan circulariteit?

De productie van hernieuwbare waterstof verlegt de (energie)bron voor waterstof van aardgas naar duurzame elektriciteit. De nitraatmeststoffen die op basis van deze waterstof worden gemaakt, gebruiken nog steeds stikstof uit de lucht maar zijn een stuk minder afhankelijk van aardgas. Daarom sluit deze innovatie aan op *Substitutie* via *Renewable resources*: gebruik van een eindige grondstof (aardgas) wordt vervangen door duurzame energie.

Aan welke circulariteits- en effectdoelen wordt er bijgedragen?

Groene ammoniak op basis van hernieuwbare waterstof draagt bij aan het circulariteitsdoel *input van hernieuwbare grondstoffen* door input van aardgas te vervangen met duurzame energie. Ook draagt de innovatie bij aan de effectdoelen *klimaatverandering tegengaan* door een verminderde CO₂ uitstoot in het productieproces en *leveringsrisico's van grondstoffen verminderen* door de productie van nitraatmeststof los te koppelen van aardgasproductie.

Meer weten?

Bezoek de website van [Yara](#).



Meststoffen

Recirculatie

Ion specifiek telen

Controlled-release
fertilizers

Algen kweken op
looswater

Ridder NoNa+

Van Iperen
GreenSwitch®

Yara groene ammoniak

Meststoffen uit RWZI's

VitalFluid Plasma
geactiveerd water

Meststoffen uit
plantafval

Cross-over met
aquacultuur

Meststoffen uit RWZI's

Wat is het?

Rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's) leveren stofstromen die gebruikt kunnen worden voor de productie van meststoffen. Hoewel er nog geen meststoffen worden geproduceerd voor de glastuinbouw op basis van stofstromen uit de waterzuivering, biedt de omvang van de beschikbare stromen aanzienlijke potentie om nutriëntkringlopen te sluiten. Afhankelijk van het beoogde eindproduct en productieproces kunnen meststoffen worden teruggewonnen op verschillende plekken in de afvalwaterketen. Bij RWZI's kan fosfaat bijvoorbeeld teruggewonnen worden door het neer te laten slaan als struviet. Maar het kan ook teruggewonnen worden uit de as van verbrandingsinstallaties voor slib.

Hoe draagt het bij circulariteit?

Meststoffen die geproduceerd worden op basis van stofstromen uit de waterzuivering verminderen de input van primaire grondstoffen. Denk bijvoorbeeld aan fosfaaterts en potas, maar ook grondstoffen voor micronutriënten. Meststofproductie op basis van afvalwater sluit daarom als potentiële ontwikkeling aan op *Substitutie* via *Renewable resources*: in plaats van eindige grondstoffen (mineralen/erts) worden hernieuwbare grondstoffen (stofstromen uit de waterzuivering) ingezet.

Aan welke circulariteits- en effectdoelen wordt er bijgedragen?

Meststoffen die geproduceerd worden op basis van stofstromen uit de waterzuivering dragen bij aan het circulariteitsdoel input van *hernieuwbare grondstoffen* door primaire grondstoffen vanuit geologische reserves te vervangen door herwonnen grondstoffen uit stofstromen van RWZI's. Ook draagt deze potentiële ontwikkeling bij aan het effectdoel *leveringsrisico's van grondstoffen verminderen* door de afhankelijkheid van geologische reserves te verminderen.

Meer weten?

Verscheidene waterschappen, bedrijven en kennisinstituten houden zich bezig met het verwaarden van stofstromen uit de waterzuivering. Neem een kijkje op de websites van bijvoorbeeld [AquaMinerals®](#), [SNB](#), [Waterfabriek Wilp](#) en [STOWA](#). Of bekijk het [Phos4You](#) project.



Meststoffen

Recirculatie

Ion specifiek telen

Controlled-release fertilizers

Algen kweken op looswater

Ridder NoNa+

Van Iperen GreenSwitch®

Yara groene ammoniak

Meststoffen uit RWZI's

VitalFluid Plasma geactiveerd water

Meststoffen uit plantafval

Cross-over met aquacultuur

VitalFluid Plasma technologie voor on-farm productie van stikstofvoeding op basis van elektriciteit

Wat is het?

Het bedrijf VitalFluid heeft een systeem ontwikkeld dat door middel van plasma technologie stikstof uit de lucht bindt tot een voedingsstof voor de glastuinbouw. Het werkingsprincipe is vergelijkbaar met bliksem; lucht wordt met behulp van elektrische energie in de plasmafase gebracht. De aanwezige stikstof (N_2) en zuurstof (O_2) vallen daarin uiteen in reactieve componenten. Als deze reactieve stikstof en zuurstof vervolgens in contact gebracht worden met water resulteert dit in de stabiele meststof nitraat (NO_3^-).

Hoe draagt het bij aan circulariteit?

De productie van nitraat via plasma technologie verlegt de (energie)bron voor waterstof van aardgas naar (duurzame) elektriciteit. Het nitraat is nog steeds op basis van stikstof uit de lucht maar productie is niet afhankelijk van aardgas. Daarom sluit deze innovatie aan op *Substitutie via Renewable resources*: gebruik van een eindige grondstof (aardgas) wordt vervangen door duurzame energie.

Aan welke circulariteits- en effectdoelen wordt er bijgedragen?

Stikstofbinding door plasma technologie draagt bij aan het circulariteitsdoel *input van hernieuwbare grondstoffen* door input van aardgas te vervangen met (duurzame) energie. Ook draagt de innovatie bij aan de effectdoelen *klimaatverandering tegengaan* door een verminderde CO_2 uitstoot in het productieproces en *leveringsrisico's van grondstoffen verminderen* door de productie van nitraat los te koppelen van aardgasproductie en op locatie met on-farm inputs te laten plaatsvinden.

Meer weten?

Bezoek de website van [VitalFluid](#) of lees over het onderzoek [Lokale productie van nitraat uit lucht voor voeding van planten](#) bij Wageningen University & Research.



Meststoffen

Recirculatie

Ion specifiek telen

Controlled-release fertilizers

Algen kweken op looswater

Ridder NoNa+

Van Iperen GreenSwitch®

Yara groene ammoniak

Meststoffen uit RWZI's

VitalFluid Plasma geactiveerd water

Meststoffen uit plantafval

Cross-over met aquacultuur

Meststoffen uit plantafval

Wat is het?

Een aantal teelten binnen (en buiten) de glastuinbouw produceren naast het beoogde product ook plantafval. Denk bijvoorbeeld aan het blad en stengels van tomaten-, komkommer-, paprika- en aubergineplanten. Deze biomassa bevat een deel van de meststoffen die tijdens de teelt aan het gewas zijn gegeven en zou daarom als grondstof kunnen dienen voor de productie van meststoffen. In het onderzoeksproject Tombustion is het doel om meststoffen te produceren op basis van plantafval uit de tomatenteelt.

Hoe draagt het bij aan circulariteit?

Meststoffen die geproduceerd worden op basis van plantafval verminderen de input van primaire grondstoffen. Denk bijvoorbeeld aan fosfaaterts en potas, maar ook grondstoffen voor micronutriënten. Meststofproductie op basis van plantafval sluit daarom als potentiële ontwikkeling aan op *Substitutie via Renewable resources*: in plaats van eindige grondstoffen (mineralen/erts) worden hernieuwbare grondstoffen (plantafval) ingezet.

Aan welke circulariteits- en effectdoelen wordt er bijgedragen?

Meststoffen die geproduceerd worden op basis van plantafval dragen bij aan het circulariteitsdoel *input van hernieuwbare grondstoffen* door primaire grondstoffen vanuit geologische reserves te vervangen door herwonnen grondstoffen uit plantafval. Ook draagt deze potentiële ontwikkeling bij aan het effectdoel *leveringsrisico's van grondstoffen verminderen* door de afhankelijkheid van geologische reserves te verminderen.

Meer weten?

Bezoek het artikel over Tombustion op [Onder Glas](#) of bekijk het innovatieprogramma Circulaire Tuinbouw van [SIGN](#).



Meststoffen

Recirculatie

Ion specifiek telen

Controlled-release fertilizers

Algen kweken op looswater

Ridder NoNa+

Van Iperen GreenSwitch®

Yara groene ammoniak

Meststoffen uit RWZI's

VitalFluid Plasma geactiveerd water

Meststoffen uit plantafval

Cross-over met aquacultuur

Cross-over met aquacultuur

Wat is het?

Aquacultuurbedrijven produceren afvalwater dat rijk is aan nitraat. Ook komt er slib vrij dat fosfor en kalium bevat. Beide stromen kunnen verwaard worden tot meststoffen voor de glastuinbouw. Hoewel er in Nederland maar enkele glastuinders zullen zijn die zich dicht bij een aquacultuurbedrijf bevinden, is het concept al in de praktijk gebracht door twee Belgische bedrijven; Tomato Masters en Omegabaars. 1 oktober 2018 werd de kraan opgedraaid tussen beide bedrijven; de viskwekerij maakt nu gebruik van het regenwater dat wordt opgevangen met het kasdek en het afvalwater van de vissen wordt hergebruikt als voedingswater voor de tomatenplanten.

Hoe draagt het bij aan circulariteit?

Een kas die gebruik maakt van meststoffen uit afvalwater van viskwekerijen heeft minder minerale kunstmeststoffen nodig en daarom sluit deze ontwikkeling aan op *Substitutie* via *Renewable resources*: in plaats van eindige grondstoffen (mineralen/erts) worden hernieuwbare grondstoffen (afvalstromen aquacultuur) ingezet.

Aan welke circulariteits- en effectdoelen wordt er bijgedragen?

Benutten van meststoffen die vrijkomen vanuit de aquacultuur draagt bij aan het circulariteitsdoel *input van hernieuwbare grondstoffen* door primaire grondstoffen vanuit geologische reserves te vervangen door stofstromen uit de aquacultuur. Ook draagt deze potentiële ontwikkeling bij aan het effectdoel *leveringsrisico's van grondstoffen verminderen* door de afhankelijkheid van geologische reserves te verminderen.

Meer weten?

Bezoek de websites van [Tomato Masters](#), [Omegabaars](#) en [PCG](#), of lees de [Whitepaper Cross-overs in de Kringlooplandbouw: Glastuinbouw & Aquacultuur](#).



Meststoffen

Recirculatie

Ion specifiek telen

Controlled-release fertilizers

Algen kweken op looswater

Ridder NoNa+

Van Iperen GreenSwitch®

Yara groene ammoniak

Meststoffen uit RWZI's

VitalFluid Plasma geactiveerd water

Meststoffen uit plantafval

Cross-over met aquacultuur

Substraat

In het kort...

De glastuinbouw gebruikt verscheidene materialen als substraat. Een aanzienlijk deel wordt geproduceerd op basis van primaire grondstoffen die uit natuurlijke reserves gewonnen worden. Denk aan basalt voor steenwol en veen voor potgrond. Het grote voordeel dat substraat biedt ten opzichte van teelt in de bodem, is dat water en meststoffen erg nauwkeurig gedoseerd en gecontroleerd kunnen worden. Ook wordt het recirculeren van irrigatiewater 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.

Toch ligt er ook druk op de behoefte aan substraat. Veen als grondstof staat onder druk omdat er veel koolstof vastgelegd ligt in veenbodems die bij het afgraven grotendeels vrijkomt als CO₂. Ontginning van veengebieden kan daarnaast ook leiden tot verlies van ecosysteemdiensten zoals waterzuivering en waterberging. Een EU-breed verbod op ontginning en import van veen lijkt ook steeds dichterbij te komen.

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

Substraat gaat de kas in als een vrij zuivere stroom. Maar het materiaal raakt tijdens de teelt vermengd met meststoffen, water, en plantwortels waardoor het geen 'monostroom' blijft. Gemengde materiaalstromen zijn vaak moeilijker te recycleren dan monostromen. 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 en plastic. 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.

De uitdaging is om alternatieve bronnen te zoeken die primaire grondstoffen kunnen vervangen. En om materiaalstromen te recycleren zodat er opnieuw substraat van gemaakt kan worden. Ook kan onderzocht worden of de levensduur van substraten in de kas verlengd kan worden. Herontwerp van teeltsystemen zou voor sommige gewassen kunnen betekenen dat er helemaal geen substraat nodig is om uit de grond te telen.

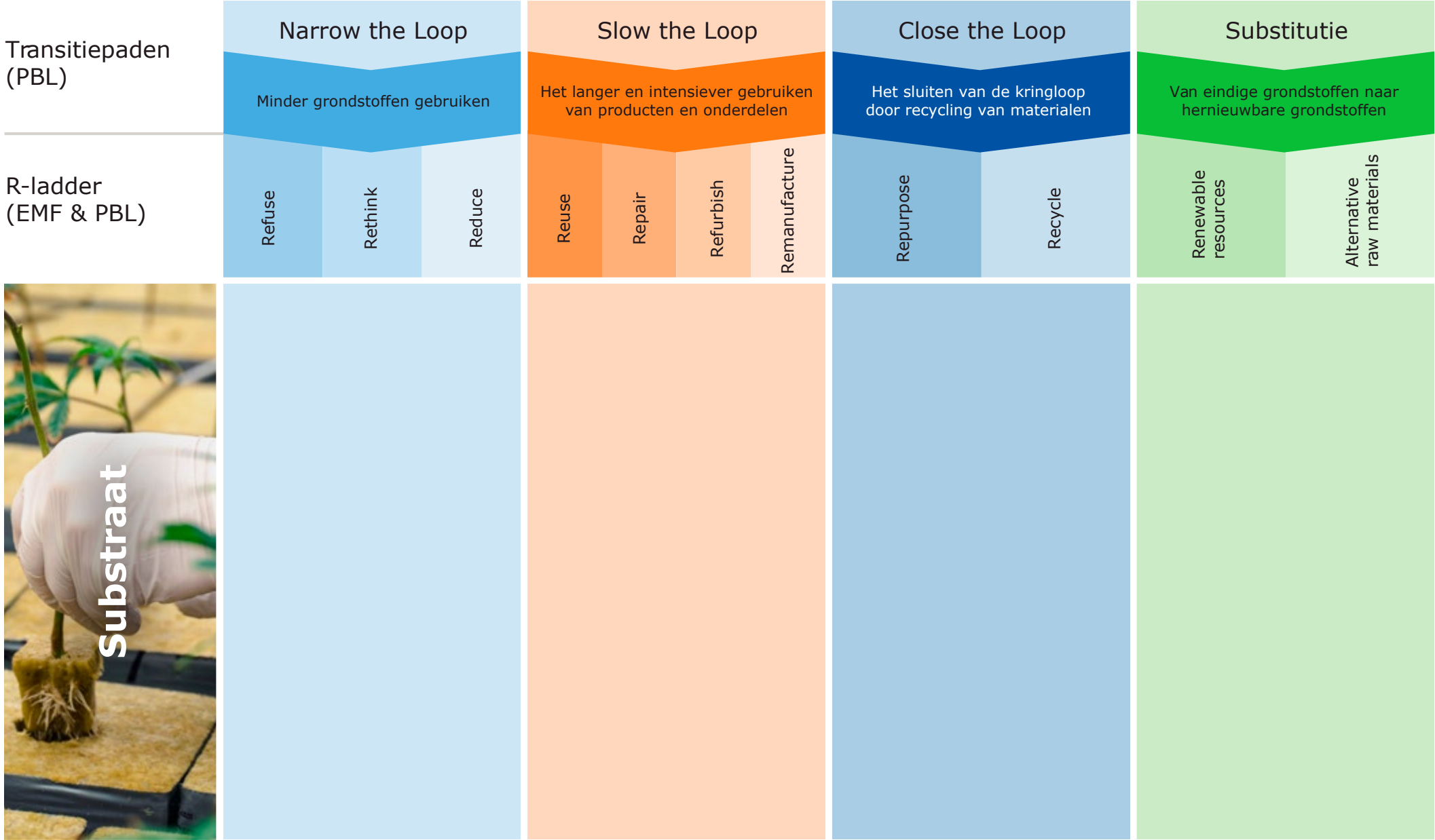


Substraat

Substraat



Substraat



Substraatloos telen

Wat is het?

Substraatloos telen betreft teeltsystemen die minimaal gebruik maken van substraat. In deze systemen worden de wortels direct in contact gebracht met het voedingswater. Drie verschillende systemen voor 'teelt op water' zijn op basis van een voedingsfilm (NFT, wortelbesproeiing (aeroponics) of 'deep water culture' waarbij planten in drijvers op bakken water worden geteeld. Het enige substraat dat in zulke teeltsystemen gebruikt wordt, is om de plant te verankeren.

Hoe draagt het bij aan circulariteit?

Deze teeltsystemen sluiten het aan op *Narrow the Loop via Reduce (R2)* en *Refuse (R0)*: het gebruik van substraat wordt verminderd of zelfs volledig geëlimineerd.

Aan welke circulariteits- en effectdoelen wordt er bijgedragen?

Substraatloos telen draagt bij aan het circulariteitsdoel *minder grondstoffengebruik* door van substraatgebruik af te zien. Ook draagt deze ontwikkeling bij aan het effectdoel *vervuiling van lucht, water en bodem tegengaan* omdat de footprint van het productieproces van substraat wordt vermeden.

Meer weten?

Bezoek de older [Teelt op water](#).



Substraat

Substraatloos telen

Substraat langer gebruiken

Grondstof voor baksteen

Bodemverbeteraar

Houtvezel

Substraat langer gebruiken

Wat is het?

Voor sommige teelten, zoals bijvoorbeeld hogedraadteelten, zou het een optie kunnen zijn om substraat langer te gebruiken; voor meerdere teeltrondes. Enkele telers doen dit al door bijvoorbeeld hun substraatmatten niet 1 maar 2 jaar te gebruiken. Daar kleven echter ook risico's aan vast zoals een verhoogd risico op ziektes en een verminderde functionaliteit van het product.

Hoe draagt het bij aan circulariteit?

Als nieuwe substraatproducten ontworpen kunnen worden om langer mee te gaan en/of er gedegen kennis is om de mogelijke risico's af te dekken, dan zijn er minder grondstoffen nodig voor dezelfde functie. Dit principe sluit aan op *Narrow the Loop via Reduce (R2)*: er worden minder grondstoffen gebruikt door efficiënter met het product om te gaan.

Aan welke circulariteits- en effectdoelen wordt er bijgedragen?

Verlengen van de levensduur van substraatproducten zonder toename in grondstoffengebruik kan bijdragen aan het circulariteitsdoel *minder grondstoffengebruik* door hogere efficiëntie. Het principe van langer gebruik kan ook bijdragen aan meerdere effectdoelen omdat de milieu impact van het product afneemt.

Meer weten?

Bezoek de Kennisbank Duurzaamheid van [Royal Brinkman](#) waar wordt uitgelegd wat de aandachtspunten zijn voor het hergebruiken of recyclen van substraatmatten.



Substraat

Substraatloos telen

Substraat langer gebruiken

Grondstof voor baksteen

Bodemverbeteraar

Houtvezel

Grondstof voor baksteen

Wat is het?

Steenwol wordt gemaakt van basaltgesteente door het te smelten en vervolgens te 'slingeren' tot slierten. Aan het einde van de teelt, wanneer het niet meer geschikt is voor het gewas, kan het worden verwerkt tot steenwolgranulaat, wat vervolgens in bakstenen verwerkt kan worden.

Hoe draagt het bij aan circulariteit?

Hergebruik van afgedankt steenwolsubstraat voor baksteenproductie sluit als activiteit aan op *Close the Loop via Recycle (R8)*: de steenwol wordt verwerkt tot een nieuwe grondstof dat voor een ander product kan worden ingezet.

Aan welke circulariteits- en effectdoelen wordt er bijgedragen?

Het gebruik van steenwolsubstraat om bakstenen te maken draagt bij aan het circulariteitsdoel *minder verlies van grondstoffen* door steenwolgranulaat binnen de productiecycclus van de economie te houden.

Meer weten?

Bezoek het artikel op [Onder Glas](#) of bezoek de websites van [Grodan](#) en [Cultilene](#).



Substraat

Substraatloos telen

Substraat langer gebruiken

Grondstof voor baksteen

Bodemverbeteraar

Houtvezel

Bodemverbeteraar

Wat is het?

Basaltpoeder kan mogelijk ingezet worden als bodemverbeteraar die CO₂ vastlegt. Als onderzoek uitwijst dat dit principe geen ongewenste effecten heeft, zou het steenwolsubstraat uit de glastuinbouw een potentiële bron kunnen zijn voor basaltpoeder.

Hoe draagt het bij aan circulariteit?

Het afgedankte steenwol wordt in een ander proces – en voor een andere functie – ingezet. Hierdoor sluit het gebruik van basalt uit steenwol als bodemverbeteraar aan op *Close the Loop via Recycle (R8)*.

Aan welke circulariteits- en effectdoelen wordt er bijgedragen?

Basalt uit steenwolsubstraat als bodemverbeteraar zou bijdragen aan het circulariteitsdoel *waarde behoud van grondstoffen* door de eigenschappen van basalt in een nuttig proces toe te passen. Deze ontwikkeling zou ook bijdragen aan het effectdoel *klimaatverandering tegengaan* door CO₂ vastlegging in de bodem te verhogen.

Meer weten?

Bekijk het onderzoek van Daniel S. Goll et al. uit 2021: Potential CO₂ removal from enhanced weathering by ecosystem responses to powdered rock.



Substraat

Substraatloos telen

Substraat langer gebruiken

Grondstof voor baksteen

Bodemverbeteraar

Houtvezel

Houtvezel

Wat is het?

In de zoektocht naar alternatieve, hernieuwbare grondstoffen voor groeimedia is hout een interessante optie. Er vinden verscheidene ontwikkelingen plaats om hout(resten) te verwerken tot substraatproducten die specifiek zijn ontworpen voor zowel de glasgroenteteelten als potplantteelten.

Hoe draagt het bij aan circulariteit?

Het verwaarden van hout en houtreststromen tot hoogwaardig substraat biedt toegang tot een hernieuwbare bron die eindige grondstoffen of grondstoffen met een grotere milieu impact deels kan vervangen. Daarmee sluit deze ontwikkeling aan op *Substitutie* via *Renewable resources*.

Aan welke circulariteits- en effectdoelen wordt er bijgedragen?

Substraat op basis van hout(resten) kan bijdragen aan het circulariteitsdoel *input van hernieuwbare grondstoffen* als de bron als dusdanig wordt gemanaged. Ook *waarde behoud van grondstoffen* speelt hier een rol aangezien het hout aan het einde van de teelt opnieuw als biomassa ingezet kan worden in verscheidene toepassingen.

Meer weten?

Bezoek voor voorbeelden van nieuwe substraatproducten op basis van hout de websites van [Cultilene](#), [BVB Substrates](#) en [Van der Knaap](#).



Substraat

Substraatloos telen

Substraat langer gebruiken

Grondstof voor baksteen

Bodemverbeteraar

Houtvezel

CO₂

In het kort...

De glastuinbouw maakt gebruik van CO₂ door het te doseren in de kas waardoor gewasgroei (en dus productie) toeneemt. De meeste CO₂ die in de glastuinbouw gebruikt wordt, is afkomstig van fossiele brandstoffen. Het gaat dan voornamelijk om CO₂ die vrijkomt bij de verbranding van aardgas in WKK's of ketels. Een deel van de glastuinbouw krijgt CO₂ geleverd via een uitgebreid leidingnetwerk (OCAP). Die CO₂ is gedeeltelijk bijproduct uit de petrochemische industrie (fossiel) en gedeeltelijk afkomstig uit een bio-ethanolfabriek (biogeen). Naarmate de energietransitie vordert en het gebruik van fossiele brandstoffen afneemt, neemt ook de productie van CO₂ af. Alternatieve (hernieuwbare) bronnen moeten dus worden overwogen als de glastuinbouw CO₂ wil blijven doseren in de kas. Er zijn niet alleen stappen te maken in die verschuiving naar hernieuwbare bronnen; ook de efficiëntie in de kas kan flink verbeterd worden. Meer dan 90% van de

gedoseerde CO₂ wordt niet vastgelegd door het gewas maar verdwijnt door de luchtramen naar de buitenlucht en is dus in feite uitstoot (zie materiaalstroomdiagram tomatenteelt).

Als het om CO₂ gaat is het bij elke innovatie van belang om het spanningsveld tussen circulariteit en klimaatverandering te beschouwen. Vanuit een circulair perspectief komt alle CO₂ 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 CO₂ in de atmosfeer om klimaatverandering tegen te gaan. Dit wordt aangeduid met 'klimaatpositief' en betekent dat de voorkeur uit gaat naar het langdurig vastleggen van CO₂.



CO₂



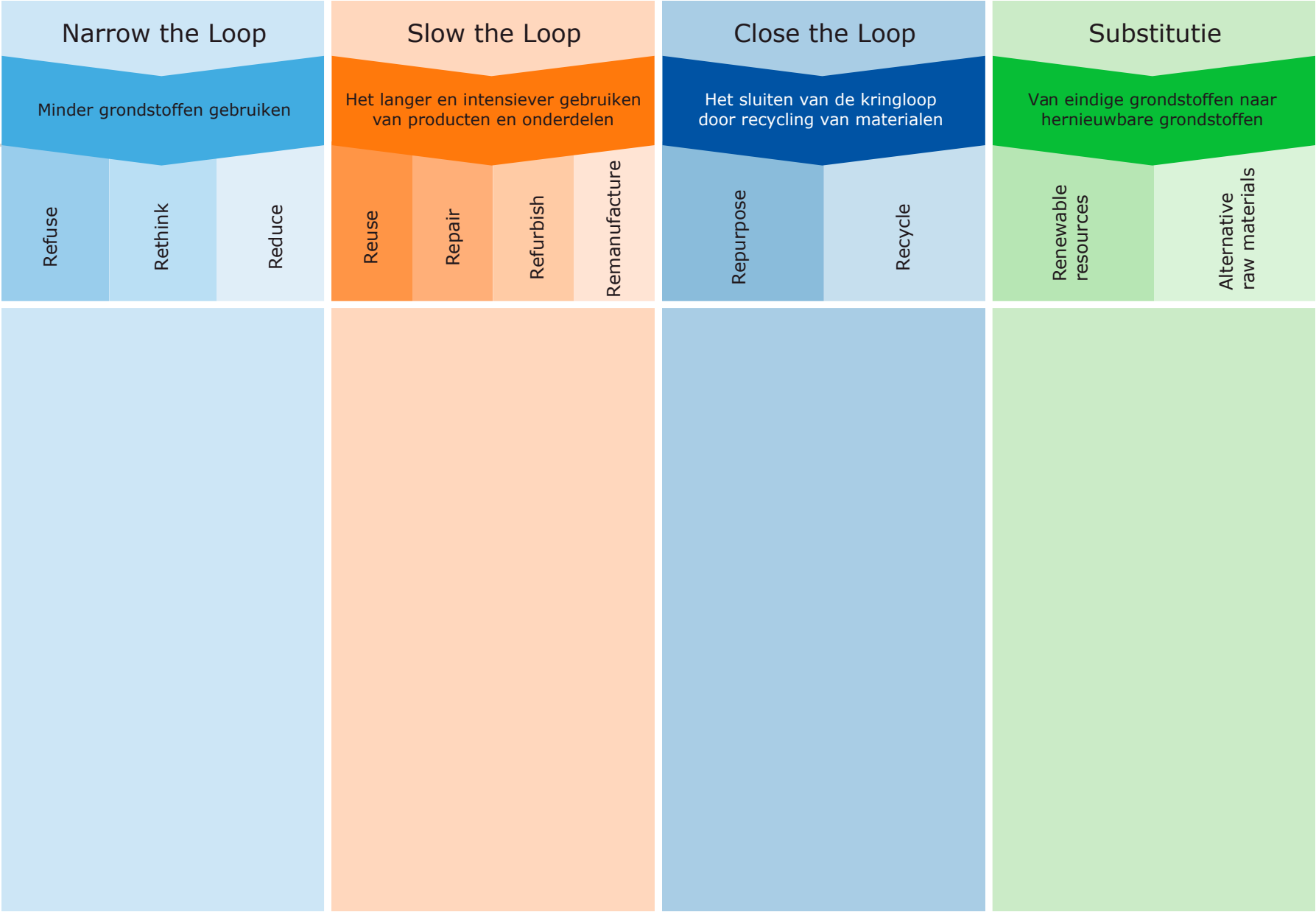
CO₂



CO₂

Transitiepaden
(PBL)

R-ladder
(EMF & PBL)



Minder of geen CO₂ meer doseren

Wat is het?

Planten hebben CO₂ nodig voor fotosynthese. Maar deze CO₂ zou volledig uit de buitenlucht kunnen komen, net als bij buitenteelten. Het besluit om minder of geen additionele CO₂ meer te gebruiken draagt veel bij aan circulariteit en duurzaamheid, maar zal aanpassingen vergen van het verdienmodel, teeltstrategie en wellicht ook het teeltsysteem.

Hoe draagt het bij aan circulariteit?

Door minder CO₂ te doseren of volledig af te stappen van additionele CO₂ dosering zal de vraag naar en uitstoot van CO₂ verminderen. Een dergelijke ontwikkeling sluit daarom aan op *Narrow the Loop via Refuse (R0)*: product overbodig maken door van de functie af te zien.

Aan welke circulariteits- en effectdoelen wordt er bijgedragen?

Het stoppen met additionele CO₂ dosering draagt bij aan het circulariteitsdoel *minder grondstoffengebruik* omdat de vraag naar deze grondstof zou afnemen of verdwijnen. Ook zou deze ontwikkeling bijdragen aan het effectdoel *klimaatverandering tegengaan*.

Meer weten?

Bekijk de projectbeschrijving van [CO₂ dosering met beperkte en grote stap omlaag](#), lees het rapport [CO₂ op zoek naar de grens](#) of bezoek dit artikel op [Onder Glas](#).



CO₂

Minder of geen CO₂
meer doseren

OCAP™ Optimaal

Direct Air Capture
(DAC)

Bioreactoren

OCAP – Alco

OCAP – Shell

CO₂ uitafvalverwerkings-
bedrijven

CO₂ van zeeschepen
afvangen

OCAP™ Optimaal

Wat is het?

OCAP™ Optimaal is een online tool waarmee tuinders op eigen bedrijf de CO₂ doseerstrategie kunnen optimaliseren (financiële resultaat). De tool maakt gebruik van een model dat doseer-, klimaat en weerdata ophaalt om mogelijke doseerstrategieën door te rekenen.

Hoe draagt het bij aan circulariteit?

OCAP™ Optimaal kan ingezet worden voor efficiënter gebruik van CO₂ binnen het productieproces van een kas en sluit daarom aan op *Narrow the Loop via Reduce (R2)*: er worden minder grondstoffen gebruikt door een efficiëntieslag in het productieproces.

Aan welke circulariteits- en effectdoelen wordt er bijgedragen?

OCAP™ Optimaal draagt bij aan het circulariteitsdoel *minder grondstoffengebruik* door hogere efficiëntie. Ook draagt de tool bij aan het effectdoel *klimaatverandering tegengaan* door de vraag en uitstoot van CO₂ te verminderen.

Meer weten?

Bezoek de website over [OCAP™ Optimaal](#).



CO₂

Minder of geen CO₂
meer doseren

OCAP™ Optimaal

Direct Air Capture
(DAC)

Bioreactoren

OCAP – Alco

OCAP – Shell

CO₂ uitafvalverwerkings-
bedrijven

CO₂ van zeeschepen
afvangen

Direct Air Capture (DAC)

Wat is het?

Direct Air Capture (DAC) is een verzamelnaam voor technologieën waarmee CO₂ direct uit de buitenlucht kan worden afgevangen. Vervolgens kan de vastgelegde CO₂ weer beschikbaar worden gemaakt om te doseren in kassen.

Hoe draagt het bij aan circulariteit?

Door CO₂ te doseren op basis van DAC (en duurzame energie) wordt de bron voor CO₂ verschoven van fossiel naar buitenlucht. Deze innovatie sluit daarom aan op *Substitutie via Renewable resources*: van CO₂ uit een WKK of boiler naar CO₂ uit de buitenlucht.

Aan welke circulariteits- en effectdoelen wordt er bijgedragen?

CO₂ doseren op basis van DAC (en duurzame energie) draagt bij aan het circulariteitsdoel input van *hernieuwbare grondstoffen* door CO₂ uit de buitenlucht af te vangen in plaats van uit aardgas te winnen. Ook draagt deze innovatie bij aan het effectdoel *klimaatverandering tegengaan* door de totale uitstoot van CO₂ te verminderen. Het principe draagt bij aan het effectdoel *leveringsrisico's van grondstoffen verminderen* door de productie van CO₂ los te koppelen van aardgasproductie.

Meer weten?

Bezoek de projectbeschrijving van [CO₂ uit Buitenlucht](#).



CO₂

Minder of geen CO₂
meer doseren

OCAP™ Optimaal

Direct Air Capture
(DAC)

Bioreactoren

OCAP – Alco

OCAP – Shell

CO₂ uitafvalverwerkings-
bedrijven

CO₂ van zeeschepen
afvangen

Bioreactoren

Wat is het?

Aerobe bioreactoren kunnen worden ingezet om plantaardige- en/of dierlijke reststromen om te zetten naar meststoffen én CO₂. De CO₂ die wordt geproduceerd met een bioreactor is geen fossiel- maar biogeen CO₂; CO₂ dat vrijkomt op basis van koolstof uit biomassa.

Hoe draagt het bij aan circulariteit?

Door CO₂ te doseren op basis van plantaardige- en/of dierlijke reststromen maakt de glastuinbouw gebruik van een reststromen uit andere sectoren. Hierdoor wordt de vraag naar CO₂ met een externe bron ingevuld in plaats van additionele CO₂ te produceren met een WKK of ketel. Deze innovatie sluit daarom aan op *Substitutie* via *Renewable resources*: van CO₂ uit een WKK of boiler naar CO₂ uit bestaande reststromen. De bron is verschoven van fossiele- naar biogene CO₂.

Aan welke circulariteits- en effectdoelen wordt er bijgedragen?

CO₂ doseren uit aerobe bioreactoren draagt bij aan het circulariteitsdoel *reststroom als input van grondstof* door gebruik te maken van CO₂ op basis van plantaardige- en/of dierlijke reststromen. Ook draagt deze innovatie bij aan het effectdoel *klimaatverandering tegengaan* door de totale uitstoot van CO₂ te verminderen. Het principe draagt bij aan het effectdoel *leveringsrisico's van grondstoffen verminderen* door de productie van CO₂ los te koppelen van aardgasproductie.

Meer weten?

Bezoek de projectbeschrijving van [CO₂ uit Bioreactoren](#).



CO₂

Minder of geen CO₂
meer doseren

OCAP™ Optimaal

Direct Air Capture
(DAC)

Bioreactoren

OCAP – Alco

OCAP – Shell

CO₂ uitaafvalverwerkings-
bedrijven

CO₂ van zeeschepen
afvangen

OCAP – Alco

Wat is het?

OCAP vangt de CO₂ af die Alco produceert en levert deze aan de glastuinbouw. Deze CO₂ is afkomstig van CO₂ uit de buitenlucht die (kort cyclisch) is vastgelegd door planten en valt daarmee onder biogene CO₂.

Hoe draagt het bij aan circulariteit?

Door CO₂ af te vangen bij Alco en te doseren in kassen maakt de glastuinbouw gebruik van een reststroom uit een andere sector. Hierdoor wordt de vraag naar CO₂ met een externe bron ingevuld in plaats van additionele CO₂ te produceren met een WKK of ketel. Deze activiteit sluit daarom aan op *Substitutie via Renewable resource*: van CO₂ uit een WKK of boiler naar CO₂ uit een bestaande reststroom. De bron is verschoven van fossiele- naar biogene CO₂.

Aan welke circulariteits- en effectdoelen wordt er bijgedragen?

CO₂ afvangen bij Alco en doseren in kassen draagt bij aan het circulariteitsdoel *reststroom als input van grondstof* door gebruik te maken van reeds geproduceerde CO₂. Dit principe draagt ook bij aan het effectdoel *klimaatverandering tegengaan* door de totale uitstoot van CO₂ te verminderen. Het principe draagt bij aan het effectdoel *leveringsrisico's van grondstoffen verminderen* door de productie van CO₂ los te koppelen van aardgasproductie.

Meer weten?

Bekijk de brochure van [OCAP](#) of lees het persbericht van [Alco Bio Fuel](#).



CO₂

Minder of geen CO₂
meer doseren

OCAP™ Optimaal

Direct Air Capture
(DAC)

Bioreactoren

OCAP – Alco

OCAP – Shell

CO₂ uitafvalverwerkings-
bedrijven

CO₂ van zeeschepen
afvangen

OCAP – Shell

Wat is het?

OCAP vangt de CO₂ af die Shell produceert en levert deze aan de glastuinbouw. Deze CO₂ is afkomstig van fossiele grondstoffen.

Hoe draagt het bij aan circulariteit?

Door CO₂ af te vangen bij Shell en te doseren in kassen maakt de glastuinbouw gebruik van een reststroom uit een andere sector. Hierdoor wordt de vraag naar CO₂ met een externe bron ingevuld in plaats van additionele CO₂ te produceren met een WKK of ketel. Deze activiteit sluit daarom aan op *Substitutie* via *Alternative raw materials*: van CO₂ uit een WKK of boiler naar CO₂ uit een bestaande reststroom. De bron blijft echter fossiel.

Aan welke circulariteits- en effectdoelen wordt er bijgedragen?

CO₂ afvangen bij Shell en doseren in kassen draagt bij aan het circulariteitsdoel *reststroom als input van grondstof* door gebruik te maken van reeds geproduceerde CO₂. Dit principe draagt ook bij aan het effectdoel *klimaatverandering tegengaan* door de totale uitstoot van CO₂ te verminderen.

Meer weten?

Bezoek de brochure van [OCAP](#).



CO₂

Minder of geen CO₂
meer doseren

OCAP™ Optimaal

Direct Air Capture
(DAC)

Bioreactoren

OCAP – Alco

OCAP – Shell

CO₂ uitafvalverwerkings-
bedrijven

CO₂ van zeeschepen
afvangen

CO₂ uit afvalverwerkingsbedrijven

Wat is het?

Afval dat momenteel niet kan worden hergebruikt of gerecycled wordt bij afvalverwerkingsbedrijven verbrand. Bij de verbranding van deze reststromen kan energie en CO₂ worden teruggewonnen. Met behulp van een afvanginstallatie kan de CO₂ in een zuivere, vloeibare vorm geleverd worden aan de glastuinbouw. In de transitie naar een circulaire economie is de doelstelling dat er (vrijwel) geen afval meer wordt verbrand. In de transitieperiode kan het CO₂ dat nog wel wordt uitgestoten door afvalverwerkers of andere industriële processen nog worden ingezet voor nuttige toepassingen.

Hoe draagt het bij aan circulariteit?

Door CO₂ af te vangen bij afvalverwerkingsbedrijven en te doseren in kassen maakt de glastuinbouw gebruik van reststromen uit andere sectoren. Hierdoor wordt de vraag naar CO₂ met een externe bron ingevuld in plaats van additionele CO₂ te produceren met een WKK of ketel. Deze activiteit sluit daarom aan op *Substitutie via Renewable resources en/of Alternative raw materials*: van CO₂ uit een WKK of boiler naar CO₂ uit bestaande reststromen. Of de CO₂ fossiel of biogeen is, hangt af van het type afval dat wordt verbrand.

Aan welke circulariteits- en effectdoelen wordt er bijgedragen?

CO₂ afvangen bij afvalverwerkingsbedrijven en doseren in kassen draagt bij aan het circulariteitsdoel *reststroom als input van grondstof* door gebruik te maken van reeds geproduceerde CO₂. Dit principe draagt ook bij aan het effectdoel *klimaatverandering tegengaan* door de totale uitstoot van CO₂ te verminderen. Het principe draagt bij aan het effectdoel *leveringsrisico's van grondstoffen verminderen* door de productie van CO₂ los te koppelen van aardgasproductie.

Meer weten?

Bezoek de websites van [AVR](#) en [Twence](#).



CO₂

Minder of geen CO₂
meer doseren

OCAP™ Optimaal

Direct Air Capture
(DAC)

Bioreactoren

OCAP – Alco

OCAP – Shell

CO₂ uitafvalverwerkings-
bedrijven

CO₂ van zeeschepen
afvangen

CO₂ van zeeschepen afvangen

Wat is het?

Om de scheepvaart te verduurzamen kan de uitstoot van grote scheepsmotoren; zwavel, fijnstof en CO₂, worden afgevangen. De CO₂ kan bij aankomst in een haven geleverd worden aan de glastuinbouw. Hoewel het om CO₂ uit fossiele brandstof gaat, wordt directe emissie vermeden en in plaats daarvan wordt de CO₂ gebruikt als productiemiddel.

Hoe draagt het bij aan circulariteit?

Door CO₂ af te vangen van scheepsmotoren en te doseren in kassen maakt de glastuinbouw gebruik van reststromen uit de scheepvaart. Hierdoor wordt de vraag naar CO₂ met een externe bron ingevuld in plaats van additionele CO₂ te produceren met een WKK of ketel. Deze activiteit sluit daarom aan op *Substitutie* via *Alternative raw materials*: van CO₂ uit een WKK of boiler naar CO₂ uit een bestaande reststroom. De bron blijft echter fossiel.

Aan welke circulariteits- en effectdoelen wordt er bijgedragen?

CO₂ afvangen van de scheepvaart en doseren in kassen draagt bij aan het circulariteitsdoel *reststroom als input van grondstof* door gebruik te maken van reeds geproduceerde CO₂. Dit principe draagt ook bij aan het effectdoel *klimaatverandering tegengaan* door de totale uitstoot van CO₂ te verminderen.

Meer weten?

Bekijk een van de video's op [Value Maritime](#).



CO₂

Minder of geen CO₂
meer doseren

OCAP™ Optimaal

Direct Air Capture
(DAC)

Bioreactoren

OCAP – Alco

OCAP – Shell

CO₂ uitafvalverwerkings-
bedrijven

CO₂ van zeeschepen
afvangen

Biomassa

In het kort...

In een kas groeien planten steeds groter door water, meststoffen en CO₂ 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.

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 specifiek geldt voor de verwaarding van groenafval uit hogedraadteelten zoals tomaat, is dat deze vaak niet alleen bestaat uit plantmateriaal, maar ook plastic en metaal. Plastic touw, clipjes en ringetjes worden gebruikt om

planten te ondersteunen en raken zo vermengd met het groenafval. Ook hier geldt dat een gemengde materiaalstroom lastiger te verwerken is dan een monostroom.

De uitdaging voor de komende jaren 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.



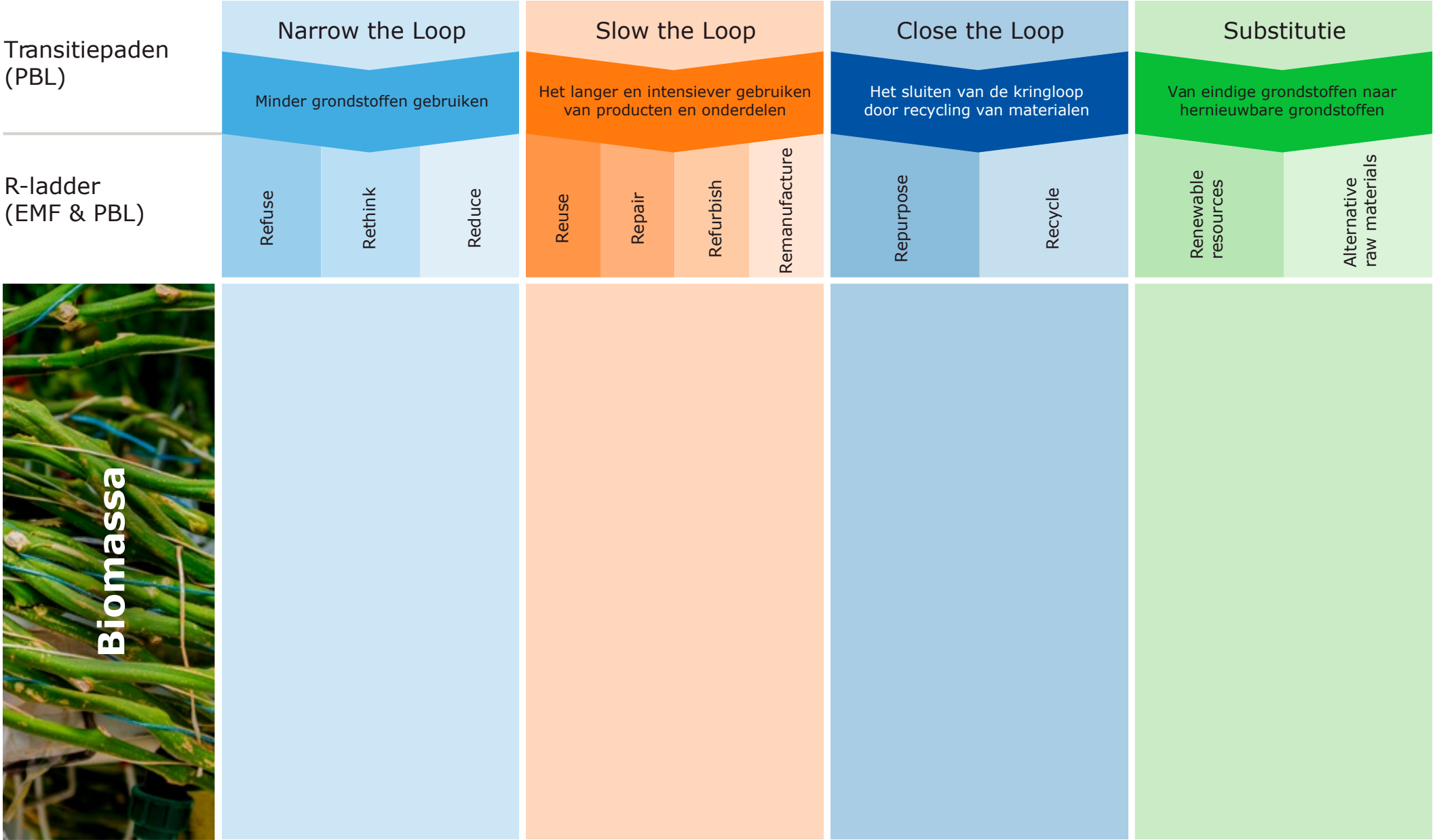
Biomassa



Biomassa



Biomassa



Veredeling

Wat is het?

Veredeling is een techniek die ingezet kan worden om voor een efficiëntere teelt. Bijvoorbeeld door een ras te ontwikkelen dat een hoge productie per plant oplevert en relatief minder 'groenafval' produceert. Daarnaast zou veredeling kunnen bijdragen aan de waarde van reststromen; ras selectie op basis van inhoudsstoffen, en niet alleen van de tomaat maar ook van het plantmateriaal.

Hoe draagt het bij aan circulariteit?

Veredeling sluit aan op *Narrow the Loop via Reduce (R2)*: grondstoffen worden efficiënter gebruikt door het gewas. Daarnaast kan veredeling bijdragen aan *Close the Loop via Recycle (R8)* als selectie op basis van inhoudsstoffen in het plantmateriaal het verdienmodel voor verwerking verbetert.

Aan welke circulariteits- en effectdoelen wordt er bijgedragen?

Veredeling draagt bij aan het circulariteitsdoel *minder grondstoffen* gebruiken door te selecteren op rassen die productiever zijn. Als veredeling het plantrestmateriaal aantrekkelijker kan maken als grondstof, draagt dit bij aan het effectdoel *vervuiling van lucht, water en bodem tegengaan* omdat plantresten hoogwaardiger worden hergebruikt.

Meer weten?

Bekijk het onderzoeksprogramma [Kas als Apotheek](#).



Biomassa

Veredeling

De Verspillingsfabriek

Paddenstoelen-
substraat

Biobased
bouwmaterialen

Verwaarding tot
Rubisco

Meststoffen uit
plantaafval

De Verspillingsfabriek

Wat is het?

Zo'n 5% van de tomaten die in een kas worden geproduceerd voldoen niet aan bepaalde cosmetische eisen. Wel zijn ze prima te eten en kunnen ze in producten zoals soep verwerkt worden, of naar voedselbanken gaan. De Verspillingsfabriek is een initiatief dat dit soort producten in de markt zet.

Hoe draagt het bij aan circulariteit?

Het gebruiken van afgekeurde tomaten in andere producten of voor voedselbanken voorkomt voedselverspilling. Daarmee sluit het initiatief aan op *Slow the Loop via Reuse (R3)*: een afgedankt product dat nog goed is (bv. een vervormde tomaat), wordt voor dezelfde functie gebruikt (consumptie), maar via een andere gebruiker.

Aan welke circulariteits- en effectdoelen wordt er bijgedragen?

De Verspillingsfabriek draagt bij aan het circulariteitsdoel *waarde behoud van grondstoffen* door afgedankt voedsel als nog voor consumptie geschikt te maken. Dit is een hogere verwaarding dan bijvoorbeeld compostering.

Meer weten?

Bezoek de website van [De Verspillingsfabriek](#).



Biomassa

Veredeling

De Verspillingsfabriek

Paddenstoelen-
substraat

Biobased
bouwmaterialen

Verwaarding tot
Rubisco

Meststoffen uit
plantafval

Paddenstoelensubstraat

Wat is het?

Plantrestmateriaal uit hogaadteelten zoals tomaat, paprika, komkommer en aubergine, zou geschikt kunnen zijn als substraat voor paddenstoelenteelt. Deze toepassing moet nader onderzocht worden, maar hiermee zou het plantrestmateriaal benut kunnen worden voor de productie van voedsel.

Hoe draagt het bij aan circulariteit?

Verwerking van plantrestmateriaal tot paddenstoelensubstraat sluit aan op *Close the Loop via Recycle (R8)*: materiaal (stengels en blad) wordt verwerkt tot een bruikbare grondstof.

Aan welke circulariteits- en effectdoelen wordt er bijgedragen?

Plantrestmateriaal verwerken tot paddenstoelensubstraat zou bijdragen aan het circulariteitsdoel *verlies van grondstoffen verminderen*.

Meer weten?

In 2022 begint Wageningen University & Research aan onderzoek naar de



Biomassa

Veredeling

De Verspillingsfabriek

Paddenstoelen-
substraat

Biobased
bouwmaterialen

Verwaarding tot
Rubisco

Meststoffen uit
plantafval

Biobased bouwmaterialen

Wat is het?

Plantrestmaterialen kunnen worden ingezet als grondstof voor bouwmaterialen. Zo zijn er al paprikastengels gebruikt als isolatiemateriaal en akoestische platen gemaakt op basis van tomatenstengels.

Hoe draagt het bij aan circulariteit?

Door plantrestmateriaal te verwerken tot bouw materiaal wordt de glastuinbouw leverancier van grondstoffen. De innovatie sluit aan op *Close the Loop via Recycle (R8)*: materiaal (stengels en blad) wordt verwerkt tot een bruikbare grondstof.

Aan welke circulariteits- en effectdoelen wordt er bijgedragen?

Plantrestmateriaal verwerken tot bouwstoffen zou bijdragen aan het circulariteitsdoel verlies van *grondstoffen verminderen*. Ook kan het principe een bijdrage leveren aan het effectdoel *klimaatverandering tegengaan* als de geleverde bouwstoffen een lagere CO₂ footprint hebben dan de bouwmaterialen die worden vervangen.

Meer weten?

Bekijk het [BioBoost Platform](#) of lees het artikel op [Onder Glas](#).



Biomassa

Veredeling

De Verspillingsfabriek

Paddenstoelen-
substraat

Biobased
bouwmaterialen

Verwaarding tot
Rubisco

Meststoffen uit
plantafval

Verwaarding tot Rubisco

Wat is het?

Onderzoekers van Wageningen Food & Biobased Research zijn er in geslaagd om Rubisco te winnen uit tomatenblad. Rubisco is een hoogwaardig eiwit dat in zuivere vorm gebruikt kan worden in de voedingsmiddelenindustrie.

Hoe draagt het bij aan circulariteit?

Het extraheren van Rubisco uit tomatenblad is een vorm van hoogwaardige recycling van reststromen en sluit daarom aan op *Close the Loop via Recycle (R8)*.

Aan welke circulariteits- en effectdoelen wordt er bijgedragen?

Tomatenblad verwerken tot Rubisco zou bijdragen aan de circulariteitsdoelen *verlies van grondstoffen verminderen*, maar ook *waarde behoud van grondstoffen* omdat een hoogwaardig element (het eiwit Rubisco) wordt verkregen. Dit is een hogere verwaarding dan bijvoorbeeld compostering.

Meer weten?

Bekijk de projectresultaten van [Hoogwaardig Rubisco-eiwit winnen uit tomatenblad](#).



Biomassa

Veredeling

De Verspillingsfabriek

Paddenstoelen-
substraat

Biobased
bouwmaterialen

Verwaarding tot
Rubisco

Meststoffen uit
plantafval

Meststoffen uit plantafval

Wat is het?

Een aantal teelten binnen (en buiten) de glastuinbouw produceren naast het beoogde product ook plantafval. Denk bijvoorbeeld aan het blad en stengels van tomaten-, komkommer-, paprika- en aubergineplanten. Deze biomassa bevat een deel van de meststoffen die tijdens de teelt aan het gewas zijn gegeven en zou daarom als grondstof kunnen dienen voor de productie van meststoffen. In het onderzoeksproject Tombustion is het doel om meststoffen te produceren op basis van plantafval uit de tomatenteelt.

Hoe draagt het bij aan circulariteit?

Meststoffen die geproduceerd worden op basis van plantafval verminderen de input van primaire grondstoffen. Denk bijvoorbeeld aan fosfaaterts en potas, maar ook grondstoffen voor micronutriënten. Meststofproductie op basis van plantafval sluit daarom als potentiële ontwikkeling aan op *Substitutie via Renewable resources*: in plaats van eindige grondstoffen (mineralen/erts) worden hernieuwbare grondstoffen (plantafval) ingezet.

Aan welke circulariteits- en effectdoelen wordt er bijgedragen?

Meststoffen die geproduceerd worden op basis van plantafval dragen bij aan het circulariteitsdoel input van *hernieuwbare grondstoffen* door primaire grondstoffen vanuit geologische reserves te vervangen door herwonnen grondstoffen uit plantafval. Ook draagt deze potentiële ontwikkeling bij aan het effectdoel *leveringsrisico's van grondstoffen verminderen* door de afhankelijkheid van geologische reserves te verminderen.

Meer weten?

Bezoek het artikel over Tombustion op [Onder Glas](#) of bekijk het innovatieprogramma [Circulaire Tuinbouw](#) van [SIGN](#).



Biomassa

Veredeling

De Verspillingsfabriek

Paddenstoelen-
substraat

Biobased
bouwmaterialen

Verwaarding tot
Rubisco

Meststoffen uit
plantafval

Plastics

In het kort...

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.

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.

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. Daarnaast blijft vervuiling van het milieu met plastics blijft een punt van aandacht. Hieronder valt ook de verspreiding en ophoping van microplastics in bodem en water.

De uitdaging 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 herontworpen worden zodat er geen of minder plastic nodig is. Misschien kan de functie 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.



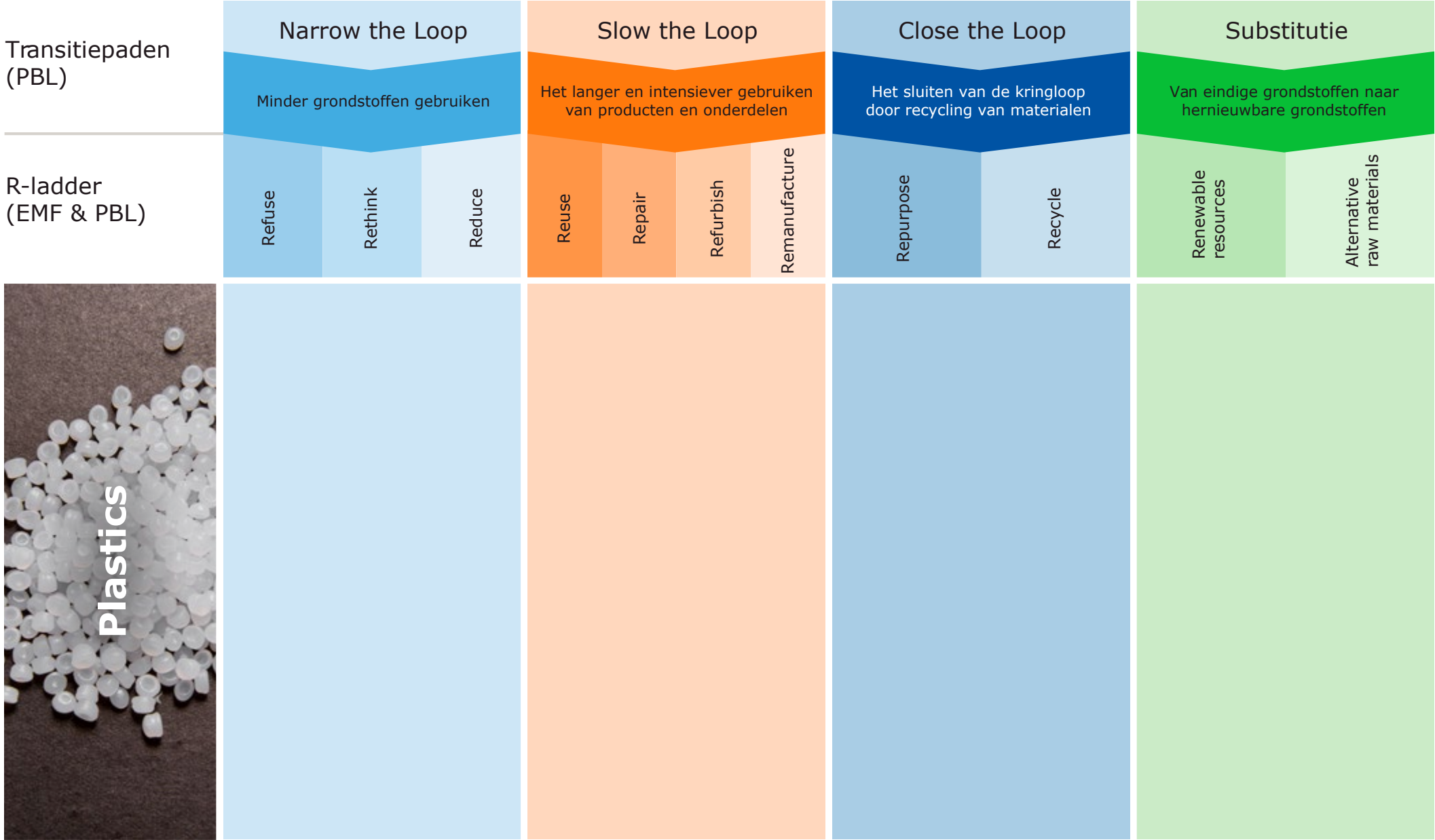
Plastics



Plastics



Plastics



Pellikaan Qlipr

Wat is het?

Qlipr (uitgesproken als “clipper”) is een alternatief product om het gewas in hogedraadteelten op te hangen. De stengels worden vastgemaakt aan een metalen gewashaak met speciale knijpers, die bijgesteld kunnen worden tijdens de teelt. Zowel de gewashaken als knijpers kunnen na de teelt worden hergebruikt na ontsmetting.

Hoe draagt het bij aan circulariteit?

Met Qlipr hoeven telers geen plastic draad meer te gebruiken om planten op te hangen, zoals nu gangbaar is. Dit is een voorbeeld van *Narrow the Loop via Refuse (R0)*: het huidige product (plastic draad) overbodig maken door de functie met een ander product te leveren.

Aan welke circulariteits- en effectdoelen wordt er bijgedragen?

Qlipr past binnen het circulariteitsdoel *minder grondstoffen gebruiken* doordat het de nood voor een plasticstroom elimineert. Hierdoor wordt ook minder plastic weggegooid en wordt er minder plastic met andere reststromen gemengd aan het einde van de teelt. Dit levert een schonere plantreststroom op waarmee wordt bijgedragen aan het effectdoel *klimaatverandering tegengaan* omdat deze afvalstroom niet meer verbrand hoeft te worden.

Meer weten?

Bezoek de website van [Pellikaan](#).



Plastics

Pellikaan Qlipr

Metalen clips en trosbeugels

Vuilniszakken

Gerecyclede plastics

AC-folie recycling

Recy100 folie

Metalen clips en trosbeugels

Wat is het?

Het TOM-System en Crop Curv zijn alternatieve producten om het gewas in hogedraadteelten op te hangen en te ondersteunen. Beide producten zijn van metaal gemaakt en vervangen de plastic varianten voor clips en trosbeugels die nu nog veel gebruikt worden. In tegenstelling tot de plastic producten, kunnen deze clips en trosbeugels makkelijk uit de plantresten worden verwijderd door afvalverwerkers met behulp van een magneet-systeem.

Hoe draagt het bij aan circulariteit?

Met het TOM-System en de Crop Curv hoeven telers geen plastic meer te gebruiken in de vorm van clips en trosbeugels, zoals nu gangbaar is. Dit is een voorbeeld van *Narrow the Loop via Refuse (R0)*: het huidige product (plastic clips en trosbeugels) overbodig maken door de functie met een ander product te leveren.

Aan welke circulariteits- en effectdoelen wordt er bijgedragen?

Het TOM-System en Crop Curv dragen bij aan het circulariteitsdoel *minder grondstoffen gebruiken* doordat het de nood voor een plasticstroom elimineert. Hierdoor wordt ook minder plastic weggegooid en wordt er minder plastic met andere reststromen gemengd aan het einde van de teelt. Dit levert een schonere plantreststroom op waarmee wordt bijgedragen aan het effectdoel *klimaatverandering tegengaan* omdat deze afvalstroom niet meer verbrand hoeft te worden.

Meer weten?

Bezoek de website van [Hortiware](#).



Plastics

Pellikaan Qlipr

Metalen clips en trosbeugels

Vuilniszakken

Gerecyclede plastics

AC-folie recycling

Recy100 folie

Vuilniszakken

Wat is het?

Van substraathoezen worden na gebruik vuilniszakken gemaakt. Dit is onderdeel van het recyclingproces van steenwolsubstraatmatten.

Hoe draagt het bij aan circulariteit?

Het inzetten van gebruikt plastic van substraathoezen voor een nieuw product vergroot het aandeel hergebruikt plastic. Daarmee sluit deze activiteit aan bij *Close the Loop via Recycle (R8)*: materiaal (plastic van substraathoezen) wordt verwerkt tot een bruikbare kwaliteit voor een ander product.

Aan welke circulariteits- en effectdoelen wordt er bijgedragen?

Vuilniszakken maken uit plastic van substraathoezen draagt bij aan het circulariteitsdoel *minder verlies van grondstoffen* door afgedankt plastic binnen de productiecyclus van de economie te houden. Ook draagt deze activiteit bij aan het effectdoel *vervuiling van lucht, water en bodem* tegengaan door verbranding of lozing van plastic te voorkomen.

Meer weten?

Bekijk het artikel op [Onder Glas](#).



Plastics

Pellikaan Qlipr

Metalen clips en
trosbeugels

Vuilniszakken

Gerecyclede plastics

AC-folie recycling

Recy100 folie

Gerecyclede plastics

Wat is het?

In plaats van 'virgin material' te gebruiken voor de plastic producten in de glastuinbouw, kunnen deze plastics uit gerecyclede bronnen komen. Soms kan dit een korte gesloten keten zijn; bijvoorbeeld potten of trays die na gebruik bij een teler, terug worden geleverd aan de producent die er weer hetzelfde product van maakt. In andere gevallen kan de keten langer zijn; bijvoorbeeld een producent die gerecycled plastic granulaat inkoopt bij een afvalverwerker die het granulaat produceert op basis van consumentenafval.

Hoe draagt het bij aan circulariteit?

Als de vraag naar gerecycled plastic groeit, neemt de vraag vanuit de glastuinbouw naar nieuw geproduceerd plastic af. Daarmee sluit deze ontwikkeling aan op *Close the Loop* via *Recycle (R8)* in het geval dat een producent zelf plastic stromen recyclet, of op *Substitutie* via *Renewable resources* in het geval gerecycled plastic wordt ingekocht als productiemateriaal in plaats van virgin plastic.

Aan welke circulariteits- en effectdoelen wordt er bijgedragen?

Productontwikkeling op basis van recycleerde plastics draagt bij aan de circulariteitsdoelen *minder grondstofverliezen* door plasticstromen langer bruikbaar te houden binnen de economie, maar ook input van hernieuwbare grondstoffen door de bron te verschuiven van nieuwe plastics uit primaire grondstoffen zoals olie en aardgas, naar bestaand plastic.

Meer weten?

Bekijk voor voorbeelden de projecten binnen de Closed Loop Commitment van [Modiform](#) of bezoek de website van [Grodan](#).



Plastics

Pellikaan Qlipr

Metalen clips en trosbeugels

Vuilniszakken

Gerecyclede plastics

AC-folie recycling

Recy100 folie

AC-olie recycling

Wat is het?

Door gezamenlijk herontwerp kwamen Seasun (teler, Royal Brinkman en Oerlemans Plastics tot een recyclebare anticondensolie. De olie was eerst her te gebruiken omdat er metalen nietjes aanwezig waren in de afvalstroom. De oplossing; de bevestiging van de stroken folie wordt nu gedaan met lint van hetzelfde type materiaal waardoor er na gebruik een monostroom aan plastic is die geschikt is voor recycling.

Hoe draagt het bij aan circulariteit?

Via slim herontwerp van de AC-folie nu gerecycled worden en daarmee sluit deze innovatie aan op *Close the Loop* via *Recycle (R8)*.

Aan welke circulariteits- en effectdoelen wordt er bijgedragen?

Recycling van het AC-folie draagt bij aan de circulariteitsdoelen *minder grondstofverliezen* door plasticstromen langer bruikbaar te houden binnen de economie, maar ook *input van hernieuwbare grondstoffen* door de bron te verschuiven van nieuwe plastics uit primaire grondstoffen zoals olie en aardgas, naar bestaand plastic. Aangezien de afvalstroom voorheen werd verbrand draagt deze innovatie ook bij aan het effectdoel *klimaatverandering tegengaan*.

Meer weten?

Lees het artikel op [Onder Glas](#) of bezoek de websites van [Seasun](#), [Royal Brinkman](#) en [Oerlemans Plastics](#).



Plastics

Pellikaan Qlipr

Metalen clips en trosbeugels

Vuilniszakken

Gerecyclede plastics

AC-folie recycling

Recy100 folie

Recy100 folie

Wat is het?

Recy100 folie is plastic verpakkingsfolie dat wordt gemaakt van plastic afval van bloemverwerkers door heel Europa. Om dit te bewerkstelligen hebben meerdere partijen in de plastic keten een samenwerking opgezet; Broekhof Verpakkingen, Circular Plastics en KRAS Recycling.

Hoe draagt het bij aan circulariteit?

Via slimme logistiek en ketensamenwerking is er recyclebare verpakkingsfolie beschikbaar die gemaakt is van gerecycled plastic. Daarmee sluit deze innovatie aan op *Close the Loop via Recycle (R8)*.

Aan welke circulariteits- en effectdoelen wordt er bijgedragen?

Recy100 draagt bij aan de circulariteitsdoelen *minder grondstofverliezen* door plasticstromen langer bruikbaar te houden binnen de economie, maar ook *input van hernieuwbare grondstoffen* door de bron te verschuiven van nieuwe plastics uit primaire grondstoffen zoals olie en aardgas, naar bestaand plastic. Aangezien de afvalstroom voorheen werd verbrand draagt deze innovatie ook bij aan het effectdoel *klimaatverandering tegengaan*.

Meer weten?

Lees het artikel op [Onder Glas](#) of bezoek de websites van [Broekhof Verpakkingen](#), [Circular Plastics](#) en [KRAS Recycling](#).



Plastics

Pellikaan Qlipr

Metalen clips en trosbeugels

Vuilniszakken

Gerecyclede plastics

AC-folie recycling

Recy100 folie

Begrippenlijst

Vier manieren om grondstoffengebruik circulair te maken

Er wordt in de PBL publicatie Mogelijke doelen voor een circulaire economie aangestuurd op vier manieren om grondstoffengebruik circulair te maken:

Narrow the loop	Minder grondstoffen gebruiken door van producten af te zien, producten te delen of ze efficiënter te fabriceren.
Slow the loop	Het langer en intensiever gebruiken van producten en onderdelen door hergebruik en reparatie aangezien dit de vraag naar nieuwe grondstoffen vertraagt.
Close the loop	Het sluiten van de kringloop door recycling van materialen zodat er minder afval wordt verbrand of gestort én minder nieuwe grondstoffen nodig zijn.
Substitutie	Substitutie van eindige grondstoffen door hernieuwbare grondstoffen (zoals bio-grondstoffen) of alternatieve primaire grondstoffen met minder milieudruk.

R-strategieën

De vier transitiepaden om grondstoffengebruik circulair te maken worden gepresenteerd als een vereenvoudigde weergave van de zogeheten R-strategieën. Deze zijn in het rapport Circulaire Economie: Wat willen we weten en wat kunnen we meten gedefinieerd als:

Refuse (R0)	Product overbodig maken door van de functie af te zien, of die met een radicaal anders product te leveren.
Rethink (R1)	Productgebruik intensiveren (bijvoorbeeld door producten te delen, of multifunctionele producten)
Reduce (R2)	Product efficiënter in gebruik maken of fabriceren door minder grondstoffen en materialen in het product.
Reuse (R3)	Hergebruik van afgedankt, nog goed product in dezelfde functie door een andere gebruiker.
Repair (R4)	Reparatie en onderhoud van een kapot product voor gebruik in zijn oude functie.
Refurbish (R5)	Opknappen en moderniseren van oud product voor gebruik in verbeterde versie van zijn oude functie.
Remanufacture (R6)	Onderdelen van afgedankt product gebruiken in nieuw product met dezelfde functie.
Repurpose (R7)	Afgedankt product of onderdelen daarvan gebruiken in nieuw product met andere functie.
Recycle (R8)	Materialen verwerken tot dezelfde (hoogwaardige) of mindere (laagwaardige) kwaliteit.
Recover (R9)	Verbranden van materialen met energierugwinning.

De R-strategieën hebben in principe een voorkeursrangorde (denk aan de Ladder van Lansink of 'afvalhiërarchie'). Onderaan staat verbranding voor energierugwinning en bovenaan staat het voorkomen van grondstofgebruik.



Begrippenlijst

Initiatieven en Organisaties

Greenport West-Holland

Greenport West-Holland is een zogenoemde 'triple helix' organisatie waar het bedrijfsleven, overheden en onderwijs- en kennisinstellingen samenkomen. Er lopen verscheidene programma's die gericht zijn op of raakvlakken hebben met circulaire glastuinbouw, zoals het Programma Plastics, Biobased en Circulaire Metropool.

Contact

plastics@greenportwestholland.nl
biobased@greenportwestholland.nl
circulair@greenportwestholland.nl



Platform Tuinbouwreststromen

Platform Tuinbouwreststromen richt zich op het bouwen van verwaardingsketens voor zowel organische als anorganische reststromen uit de tuinbouw en is opgezet vanuit telersverenigingen Fossa Eugenia, Koninklijke Coöperatieve Telervereniging Zuidoost-Nederland (ZON) en SunFresh dn de Limburgse Land- en Tuinbouwbond (LLTB).



PLATFORM
TUINBOUWRESTSTROMEN

Contact

info@platformtuinbouwreststromen.nl

Inagro: Living Lab Circulair

Living Lab Circulair van Inagro vertegenwoordigt alle Inagro pilots die inzetbaar zijn in onderzoek naar of ontwikkeling van circulaire processen of producten naar of vanuit de landbouw. De praktijkgerichte pilots ondersteunen de ontwikkeling van lokale circulaire bedrijfsconcepten gelinkt aan primaire productie. Via open innovatie worden de piloten ingezet in co-creatieve onderzoeksprojecten. De landbouw kan hierin zowel producent, intermediair en/of eindgebruiker zijn van specifieke hernieuwbare grondstoffen ter vervanging van fossiele grondstoffen. Er zijn vier belangrijke thema's waar het Living Lab Circulair zich op richt: water, biomassa, nutriënten en energie. Ook wordt er aandacht besteed aan koppeling met andere productiesystemen zoals viskweek, insectenproductie en algen.

Contact

reindert.devlamynck@inagro.be



BioBoost platform

Het BioBoost platform is een niet-commercieel platform met als doel om biobased initiatieven in en met de tuinbouw te stimuleren zodat plantaardige reststromen zo goed mogelijk verwaard worden. Het platform is opgericht vanuit het BioBoost project en biedt een overzicht aan initiatieven waarmee iedereen kan verbinden. Greenport West-Holland en Green Chemistry Campus beheren gezamenlijk het platform.

Contact

info@bioboost-platform.com



SIGN & Living Lab Bleiswijk

Circulaire tuinbouw krijgt volop aandacht in het nieuwe innovatieprogramma van SIGN waarin men werkt aan de verwaarding van organische reststromen (gestart in 2018), het vergroenen van meststoffen & substraat, biobased verpakkingen en materialen en het stimuleren van duurzame huisvesting van medewerkers. De aanpak van het Circulaire Tuinbouw innovatieprogramma vindt vooral plaats middels eigen pilots, het oprichten en deelnemen aan Living Labs, het in kaart brengen van (knelpunten en oplossingen voor) wet- en regelgeving en het stimuleren van buyer groups (markt organiseren) bijvoorbeeld voor biobased bouwen. SIGN heeft met Dijkshoorn Recycling het Living Lab Bleiswijk opgericht waar ondernemers aan de slag kunnen om tuinbouwreststromen te behandelen voor hoogwaardigere toepassingen. Met de SIGN voucherregeling kunnen ondernemers tegen 50% subsidie experimenten met voorbehandeling en verwerking van reststromen. Uitgangspunt is om toepassingen te zoeken voor zowel vezels als perssap, waaruit er verschillende projecten lopen.



Contact

sign@innovatieglastuinbouw.nl



Initiatieven