

De Groene Bunker



Haalbaarheidsonderzoek Food for Mars and Moon experimenten 2021

Auteurs | Wieger Wamelink, Bart van Veen, Barbara Kalkman, Fabiënne de Jager, Marieke Sloot, Pieke van der Weerd, Pieter Mostard, Joep de Wit, Mats Bours & Marcel Vijn.



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH



Haalbaarheids onderzoek

Inleiding

Midden in de wijk Saksen Weimar te Arnhem, aan de rand van de oude militaire kazerne, ligt een leegstaande bunker die van 1975 tot en met 2000 als communicatiecentrum voor de Koninklijke Luchtmacht diende. Gezien de dreiging tijdens de Koude Oorlog werd de bunker gebouwd om een kernaanval op vliegbasis Soesterberg te weerstaan: de apparatuur moest beschermd worden en het personeel moest een week lang afgesloten van de buitenwereld kunnen overleven om de militaire communicatie in stand te houden. In 2001 werd de bunker uit dienst genomen en kwam pas in 2016 in het bezit van de gemeente. In de tussenliggende periode werden plannen gemaakt en uitgevoerd voor de realisatie van de omliggende woonwijk Saksen Weimar, maar de bunker bleef leegstaan.

Het omliggende terrein heeft inmiddels een heuse gedaantewisseling ondergaan van militaire kazerne tot woonwijk, maar de bunker heeft, ondanks meerdere plannen, tot op heden geen nieuwe bestemming gekregen. In 2019 heeft NOBS film & video, een filmproductiebedrijf gevestigd op Saksen Weimar, aan de gemeente voorgesteld om de bunker een herbestemming te geven als 'vertical farm'. Naar aanleiding van dit voorstel en de welwillende reactie van de gemeente hebben de initiatiefnemers Derk van den Berg, Ibrahim Akkul en Erik van den Brink in 2020 stichting De Groene Bunker opgericht.

De stichting heeft zich tot doel gesteld om te onderzoeken of het mogelijk is om in de bunker voedsel te verbouwen voor de lokale markt op een

duurzame, innovatieve wijze, alsmede te onderzoeken of het mogelijk is de bunker te gebruiken voor andere innovatieve, duurzame doeleinden, waaronder activiteiten met een sociaal-maatschappelijke insteek.

Er zijn drie verschillende scenario's beschreven voor de exploitatie van de bunker als lokale stadsboerderij waar op een duurzame en innovatieve wijze voedsel geproduceerd wordt en waar maatschappelijke, sociale en educatieve activiteiten gericht op duurzaamheid en innovatie plaatsvinden. Samenwerkingsverbanden met overheden, instanties, de buurt en lokale bedrijven zijn de basis voor deze scenario's.



Drie scenario's

De in dit hoofdstuk beschreven activiteiten bieden de mogelijkheid om elkaar te versterken en kunnen gecombineerd worden. In de volgende paragraaf beschrijven we drie mogelijke scenario's voor de herbestemming van de bunker. Het eerste scenario richt zich volledig op productie voor de verkoop aan particulieren en bedrijven. In het tweede scenario wordt productie gecombineerd met een maatschappelijke functie. Het derde scenario betreft een combinatie van productie, een maatschappelijke functie en een horecagelegenheid.

1

1 | Productie

In dit scenario richten de activiteiten van de Groene Bunker zich volledig op productie en de verkoop van deze producten aan particulieren en bedrijven. De bunker wordt zo ingericht dat er op de meest efficiënte manier geproduceerd wordt. In dit scenario speelt het circulaire businessmodel een grote rol. Reststromen uit de stad worden hoogwaardig hergebruikt voor lokale voedselproductie. De afzetmarkt bestaat uit horeca en particulieren in de stad Arnhem. Voordelen van dit scenario zijn dat er veel reststromen kunnen worden gebruikt en dat hiervoor samen kan worden gewerkt met lokale ondernemers. Het nadeel van dit scenario is dat er bij een grotere productie ook een grotere toestroom aan verkeer zal zijn in de wijk. Dit is zowel vanuit de gemeente als vanuit de buurtbewoners niet wenselijk. Ook is op deze manier de bunker niet van toegevoegde waarde voor de buurt. Bovendien is in dit scenario de Groene Bunker afhankelijk van één verdienmodel, namelijk de verkoop van producten.

2

2 | Productie en maatschappelijke functie

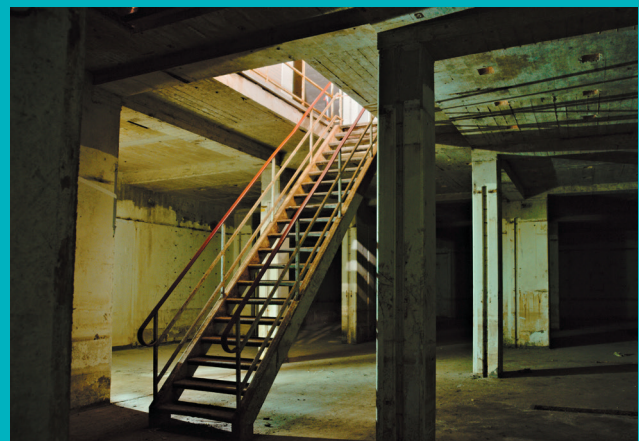
Binnen dit scenario ondersteunen de productie en de maatschappelijke functie van de Groene Bunker elkaar. Productie is in dit geval niet het hoofddoel van de Groene Bunker, maar staat op gelijke voet met sociaal-maatschappelijke doeleinden. Het ultieme doel is om mensen dichterbij hun eten te brengen: de Groene Bunker laat volwassenen en kinderen zien en ervaren waar hun eten vandaan komt. De Groene Bunker wordt een circulaire stadsboerderij gebaseerd op het open source principe: de bunker biedt een platform om kennis en ervaringen met betrekking tot voedselproductie toegankelijk te maken voor iedereen. De Groene Bunker stimuleert en faciliteert belangstellenden en startende ondernemers om zelf op een duurzame manier met voedsel aan de slag te gaan. Op deze manier zal er binnen de Groene Bunker een grote rol weggelegd zijn voor educatieve programma's, sociale werkplaatsen en buurtparticipatie. Het verdienmodel is in dit scenario gebaseerd op diversiteit, waarbij een deel van de inkomsten worden gegenereerd uit de verkoop van producten. Directe verkoop aan particulieren en aan restaurants is een mogelijkheid, maar de verkoop kan ook georganiseerd worden in de vorm van community-supported agriculture (CSA), waarbij consumenten een oogstaandeel kopen. Ook workshops en activiteiten voor alle leeftijden

zijn een potentiële bron van inkomsten. Daarnaast zal een deel van de financiering verkregen worden uit subsidies voor educatieve doeleinden en sociale werkplaatsen.

3. Productie, maatschappelijke functie en horeca-gelegenheid

Binnen dit scenario is een horecagelegenheid toegevoegd aan het tweede scenario. Met een horecagelegenheid creëert de Groene Bunker een hoogwaardige afzetvorm voor eigen producten. Uit de enquête gehouden onder buurtbewoners kwam naar voren dat er binnen de wijk behoefte is aan een horecagelegenheid waar buurtbewoners samen kunnen komen. Bovendien kan een horecagelegenheid verbondenheid creëren tussen de buurt en de Groene Bunker. Om mensen bewust te maken van duurzame, lokale voedselproductie ligt de focus binnen de horecagelegenheid dan ook op het verhaal: waar komt het eten vandaan en hoe is het geproduceerd? In aanvulling op de eigen producten kan er gebruik worden gemaakt van producten van lokale ondernemingen, zoals bier uit het openluchtmuseum, groente en zuivel van lokale (stads)boerderijen en koffie van een lokale koffiemaler. Met een horecagelegenheid wordt een hoogwaardige afzetvorm van de eigen producten toegevoegd aan het diverse verdienmodel van het tweede scenario, wat ten goede komt van de stabiliteit van de inkomsten.

Zowel het bestemmingsplan als de zorgen van buurtbewoners met betrekking tot de toename in verkeer rondom de bunker, bepalen dat een horecagelegenheid binnen de bunker niet wenselijk en niet haalbaar is. Voor een eventuele horecagelegenheid zal uitgeweken moeten worden naar een andere locatie binnen de wijk waar overlast tot een minimum beperkt wordt.



Conclusie

Tijdens de uitvoering van het haalbaarheidsonderzoek is gebleken dat er veel belangstelling is voor de herbestemming van de bunker. De cultuurhistorische waarde en het geheimzinnige karakter van de bunker spreken tot de verbeelding en maken velen enthousiast voor een mogelijke herbestemming. De gemeente Arnhem ziet graag dat de bunker een passende functie krijgt in de wijk en is enthousiast over de plannen van de Groene Bunker. Lokale ondernemers reageren positief en diverse ondernemers hebben reeds een intentie tot samenwerking uitgesproken. Met enkele onderwijsinstellingen is een succesvolle samenwerking in gang gezet, welke door de studenten goed is ontvangen. Vanuit de omwonenden komen zowel enthousiaste berichten over de herbestemming van de bunker, als begrijpelijke zorgen over mogelijke overlast. Dit haalbaarheidsonderzoek laat zien dat er voldoende aanknopingspunten zijn om verder te bouwen op gelegde relaties en te komen tot een concreet ontwerp voor de Groene Bunker als circulaire stadsboerderij. Daarnaast biedt het onderzoek concrete uitgangspunten voor verdere ontwikkeling van de Groene Bunker waarbij rekening gehouden wordt met de zorgen vanuit de buurt en de beperkingen van de bunker.

In het onderzoek zijn drie verschillende herbestemmingsscenario's uitgewerkt. Het eerste scenario richt zich op productie, in het tweede scenario wordt productie gecombineerd met een maatschappelijke functie en in het derde scenario dit alles in combinatie met een horecagelegenheid. In het productiescenario wordt de bunker zo ingericht dat er op de meest efficiënte manier geproduceerd wordt. Het circulaire businessmodel speelt een grote rol, waarbij reststromen uit de stad hoogwaardig worden hergebruikt voor lokale voedselproductie. Binnen het tweede scenario ondersteunen de productie en de maatschappelijke functie van het project elkaar. Productie is niet het hoofddoel, maar staat op gelijke voet met educatie en buurtparticipatie. De Groene Bunker wordt een circulaire stadsboerderij gebaseerd op het open source principe: de bunker biedt een platform om kennis en ervaringen met betrekking tot voedselproductie toegankelijk te maken voor iedereen. Een horecagelegenheid lijkt niet wenselijk vanwege mogelijke overlast.

Naast de mogelijke functies van de bunker en het draagvlak hiervan werd ook de huidige staat en de

benodigde investering voor renovatie van de bunker onderzocht. De bunker is gesaneerd en verkeert in een redelijke tot goede staat van onderhoud. Ook zijn de investeringen in beeld gebracht die nodig zijn om de bunker gebruiksklaar te maken. Een kostenraming voor de totale renovatie van de bunker wordt geschat op €400.000. Er worden verschillende subsidiemogelijkheden besproken om deze verbouwing te bekostigen.

Aanbevelingen

Van de beschreven scenario's adviseren wij om het tweede scenario, waarbij productie en maatschappelijke functie gecombineerd worden, verder uit te werken tot een plan van aanpak. In dit scenario heeft de bunker, in tegenstelling tot het productie scenario, een toegevoegde waarde voor de buurt en de bredere gemeenschap binnen Arnhem. Ook blijft in dit scenario de toename aan verkeer beperkt door een kleinere productie. Het verdienmodel is in dit scenario bovendien gebaseerd op diversiteit: inkomsten worden gegenereerd door de verkoop van producten, alsmede door workshops en activiteiten voor alle leeftijden. Daarnaast zal een deel van de financiering verkregen worden uit subsidies voor educatieve doeleinden en sociale werkplaatsen.

Bij het uitvoeren van het haalbaarheidsonderzoek ontvingen we veel positieve reacties over de plannen met de bunker. We adviseren deze positieve energie rondom het project te benutten. Het creëren van een breed draagvlak, door omwonenden en lokale ondernemers in een vroeg stadium bij het herbestemmingsproces te betrekken, kan bijdragen aan het succes van het project. Belangrijk is om hierbij zorg te dragen voor een gestructureerde informatievoorziening zodat betrokkenen geregeld geïnformeerd worden over de ontwikkelingen.



Eén van de grootste uitdagingen voor een herbestemming van de bunker is de organisatie van het verkeer: zowel de toe- en afvoer van goederen als van personen. Hierbij dient rekening te worden gehouden met de bestemming groen van het omliggende terrein en daarmee de functie voor de buurt. Om deze reden raden we een enkel productiegerichte functie af.

Voor een gedeeltelijke financiering van de verbouwingen die noodzakelijk zijn om de bunker in een gebruiksklare staat te krijgen adviseren we om de subsidie 'SteenGoed Benutten. Uitvoeringsgereed en Realiseren' aan te vragen bij de provincie Gelderland. Aangezien deze subsidie de helft van de geraamde kosten bedraagt, zullen andere financieringsmogelijkheden overwogen moeten worden. We raden aan om de bunker stapsgewijs gebruiksklaar te maken, zodat kleinere projecten op korte termijn plaats kunnen vinden en de bestaande positieve energie benut kan worden.

Start small...

Wij raden aan om op korte termijn met kleine projecten te beginnen, zoals testen voor de receptuur van paddenstoelensubstraat. Zo kunnen er alvast proefopstellingen gerealiseerd worden, ook al is het binnenklimaat van de bunker nog niet optimaal voor voedselproductie. Daarnaast is het mogelijk om (eenmalige) activiteiten te organiseren voor buurtbewoners, bijvoorbeeld in de vorm van buurttafel die mensen op een laagdrempelige manier bij elkaar brengt. Ook kan er begonnen worden met het opzetten van kleinschalige educatieve programma's. De geschiedenis van de bunker kan hierbij goed gebruikt worden, ook eventuele proefopstellingen kunnen meegenomen worden in het opzetten van een educatief programma.

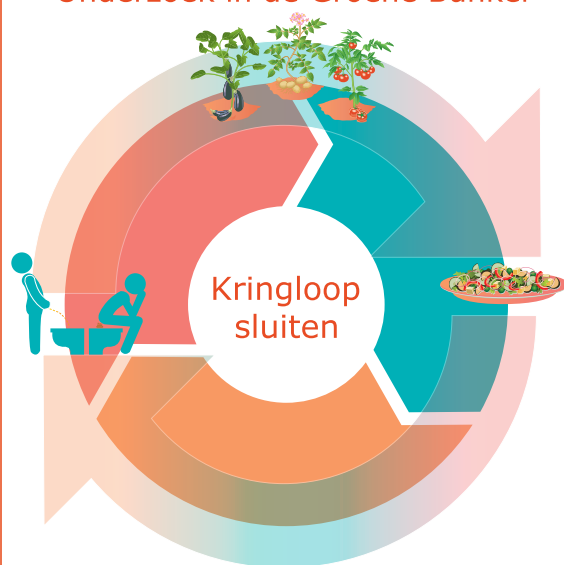
...Think big

Op de lange termijn is het belangrijk om na te denken over samenwerkingen met bestaande initiatieven en lokale ondernemers. Op welke manier kunnen initiatieven elkaar versterken? De visie van de Groene Bunker als 'open source, closed loop' boerderij staat hierbij centraal. Bij educatieve projecten raden we aan verder te kijken dan alleen productie. De geschiedenis van de bunker in combinatie met het innovatieve karakter van het project biedt veel mogelijkheden voor activiteiten en experimenten.

Food For Mars and Moon experimenten 2021

Kringlooplandbouw op Mars

Onderzoek in de Groene Bunker



www.wur.nl/nl/onderzoek-resultaten/projecten/food-for-mars-and-moon.htm

www.degroenebunker.nl



Inleiding

In Arnhem staat een voormalige 'koude oorlog' bunker op het voormalige militair terrein Saksen-Weimar. Deze bunker stond leeg en is volledig gestript tot op het beton. Het is een ideale plek om onderzoek te doen naar het telen van groenten op Mars en de Maan. Om op Mars en de maan groenten te kunnen telen is teelt in een afgesloten ruimte en onder de grond noodzakelijk vanwege de straling, gebrek aan lucht en de zeer lage temperaturen en op de maan overdag zeer hoge temperaturen. Een bunker is daarom zeer geschikt. In het voorjaar van 2021 zijn daarom in de bunker drie kasten gebouwd die als mini kas konden dienen om experimenten te doen naar het telen van groenten op Mars.

De opzet

De bunker is donker en heeft een temperatuur die varieert van 8-14 graden en 100% luchtvochtigheid. Geen ideale omstandigheden voor plantgroei. Daarom zijn er drie kasten omgebouwd tot plantenkas. Aan de buitenkant zijn de kasten geïsoleerd met piepschuim. Aan de binnenkant zijn ledlampen opgehangen, is een verwarmingsdraad aangebracht, een temperatuurmeter, een CO₂ meter en is een luchtvochtigheidsmeter opgehangen. Water werd automatisch gegeven vanuit een reservoir buiten de kast door middel van een pomp. Om te koelen werd er een ventilator aan de achterkant van de kast ingebouwd en om de luchtcirculatie te bevorderen werd er aan de zijkant van de kast ook een ventilator ingebouwd. Dit alles werd aangestuurd door een Arduino chip. Na testen werd een watergeefregime geprogrammeerd, die in twee van de drie kasten goed werkte. In de derde kast moest met de hand water worden gegeven. In de latere groeistadia moest ook in de andere twee kasten met de hand water worden bijgegeven.

De experimenten

Door drie groepjes studenten van twee personen zijn er drie verschillende experimenten uitgevoerd, een experiment per kast.

Kringlooplandbouw op Mars

Onderzoek in de Groene Bunker



Mengteelt

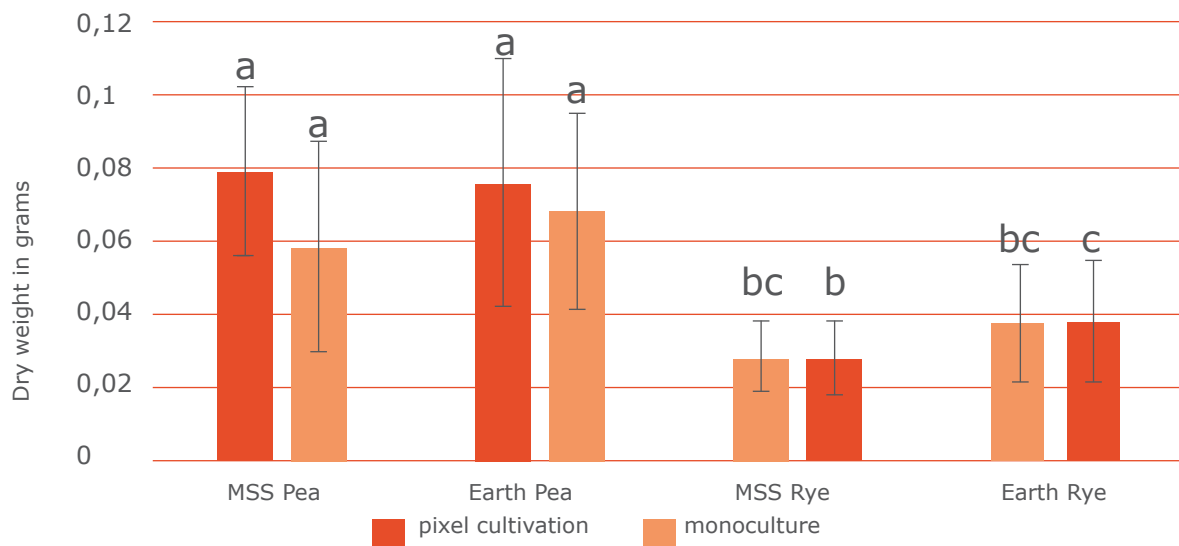
Uitgevoerd door Fabiënne de Jager en Marieke Sloot

Theoretisch zou mengteelt van twee of meer voedselgewassen een grotere opbrengst kunnen hebben dan afzonderlijke teelten. Doel van dit onderzoek was om te kijken of het kweken van rogge en erwt in een bak tot een hogere opbrengst leidt dan het afzonderlijk telen van de twee soorten op Mars bodem simulant en op potgrond (Figuur 1). Het experiment heeft 20 dagen geduurd. Bovengrondse vergewichten en drooggewichten zijn gemeten, evenals het chlorofyl gehalte met een SPAD-meter, het kiemingspercentage en de lengtegroei. Tijdens het experiment is er standaard hoogland voedingsoplossing gegeven.



Figuur 1 | Overzicht van het experiment met rogge en erwt in de gebouwde klimaatkast (Foto | Guy Ackermans).

Voor geen van de gemeten waarden werden er verschillen gevonden tussen de verschillende behandelingen (zie o.a. bovengrondse drooggewichten in figuur 2). Er was een uitzondering, de metingen met de SPAD-meter, een proxy voor het chlorofylgehalte. Het chlorofylgehalte op de Mars bodem simulant was voor erwt in mengteelt significant hoger dan voor de erwt in monocultuur. De drooggewichten van de erwten vertoonden zowel op Mars bodem simulant als op aardse potgrond een hogere bovengrondse biomassa, maar dit effect was niet significant. Het is mogelijk dat bij een langdurig experiment er wel meer verschillen optreden, de resultaten zouden daarop kunnen duiden, maar meer langdurig onderzoek is nodig. Het experiment is na de oogst wel vervolgd en er zijn opnieuw erwten gezaaid, maar dat was geen succes en het experiment is gestopt zonder dat er nieuwe data zijn verzameld.



Figuur 2 | Biomassa opbrengst (drooggewicht) per behandeling en plantensoort (erwt of rogge). Geen van de behandelingen vertoont een significant verschil tussen mengteelt en monocultuur.

Urine



Uitgevoerd door Pieke van der Weerd and Pieter Mostard

Omdat reactief stikstof (nitraat of ammonium) op Mars zeer schaars is moet alle reactieve stikstof worden gerecycled. Dit geldt ook voor menselijke urine. Uit menselijke urine valt vrij eenvoudig een meststof te winnen, struviet ($MgNH_4PO_4$). Eerder onderzoek wees uit dat dit een zeer goede meststof kan zijn. Het doel van dit onderzoek was om te onderzoeken welke struviet gift tot een optimale groei van rogge zou leiden. Vier struviet niveaus zijn getest, 0-1-2-3 g per pot van 175 g Mars bodem simulant (Figuur 3). Daarnaast was er een controle experiment met aardse potgrond. Het experiment duurde 20 dagen en werd uitgevoerd in een van de gebouwde klimaatkasten.

Het chlorofylgehalte in het blad, de lengtegroei en de bovengrondse biomassa (drooggewicht) nam toe met een toenemende struviet gift. Er waren geen significante verschillen in kieming aanwezig. De geogste biomassa (drooggewicht, figuur 4) geeft een hogere oogst voor de aardse controle, die alleen wordt benaderd door de Mars bodem simulant met 3g struviet toevoeging per pot. Er is een opgaande trend in biomassa bij een toenemende struviet gift op de Mars bodem simulant.



Figuur 3 | Overzicht van het struviet experiment (Foto | Guy Ackermans).

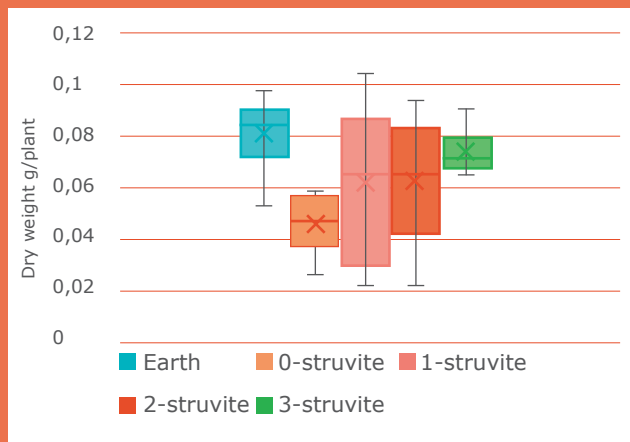
Na de oogst door Pieke en Pieter is het experiment voortgezet, zonder bij te zaaien of bij te mesten. Dit kan omdat alleen de bovengrondse biomassa is geoogst en rogge net als andere grassen dan weer uitloopt op de knopen die dicht bij de grond zitten. De planten hergroeiden op basis van het al aanwezige wortelstelsel. Aan het einde van de groeiperiode zijn wederom alleen de bovengrondse delen geoogst en is die gewogen na drogen. Er zijn significante verschillen te zien tussen enerzijds de aardse controle en de Mars bodem simulant en de struviet behandeling van de simulant anderzijds. Onderling verschilden de struviet behandelingen niet significant. Er is echter wel een significante positieve trend te zien voor de behandelingen op de Mars bodem simulant (Figuur 5). Dit duidt erop dat de maximale groeisnelheid na toediening van

struviet nog niet bereikt is en dat een nog hogere gift tot een nog hogere opbrengst zal leiden. Geen van de roggeplanten kwam tot bloei tijdens de experimentele periode.

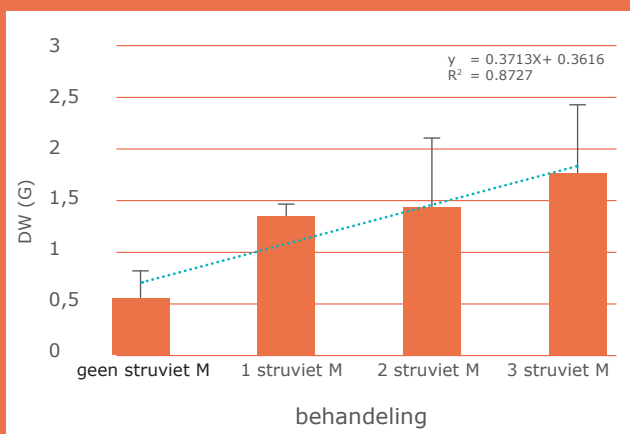
Poep



Uitgevoerd door Joep de Wit en Mats Bours



Figuur 4 | Box plot van het drooggewicht van de bovengrondse biomassa voor de aardse controle en de vier struviet behandelingen.



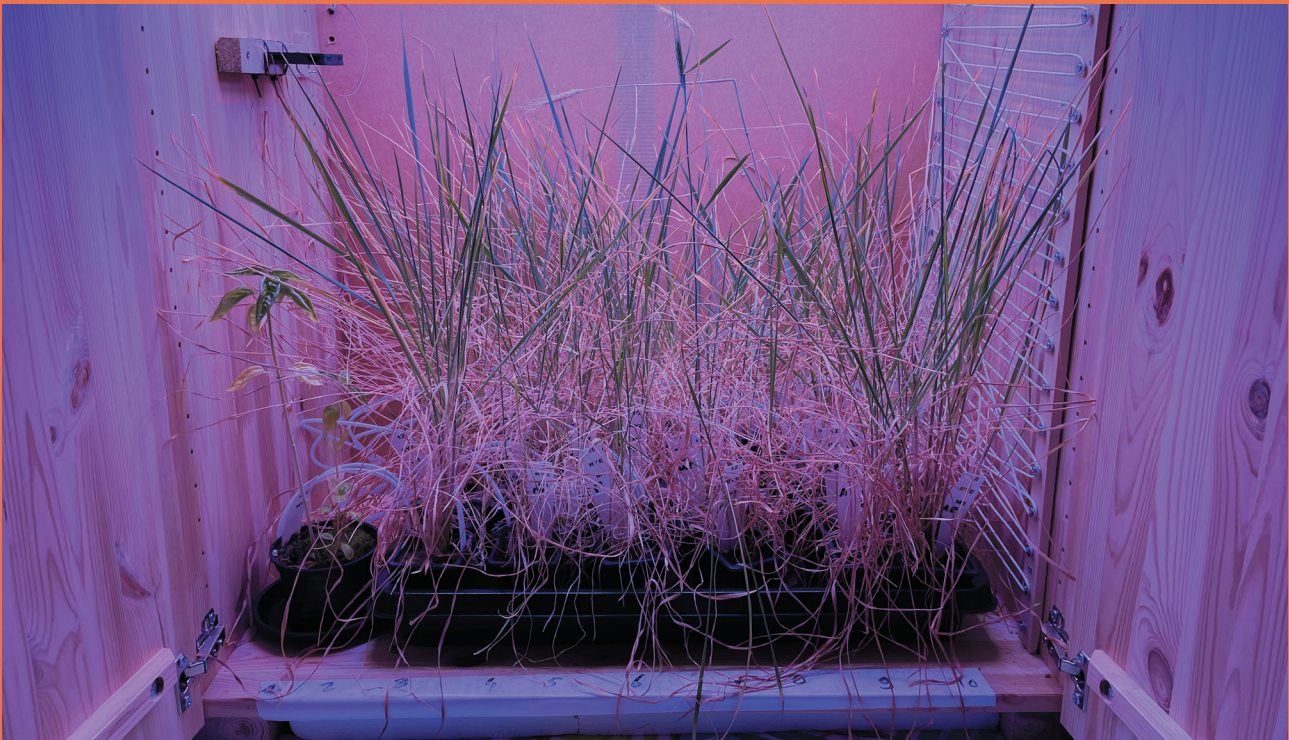
Figuur 5 | Gemiddelde drooggewicht met standaarddeviatie voor de vier struviet behandelingen op Mars bodem simulant (0, 1, 2 of 3g struviet per pot). De lijn geeft de lineaire regressie met in de rechterbovenhoek de vergelijking en het percentage verklaarde variantie,

Naast het recyclen van urine is het ook noodzakelijk om menselijke poep op Mars te recyclen en er weer mest voor planten van te maken. Maar menselijke poep bevat veel schadelijk bacteriën en moet daarom eerst behandeld worden. De in dit experiment gebruikte 'poep' is het effluent dat het resultaat is van fermentatie. Het effluent is gebruikt als meststof op Mars bodem simulant en potgrond als aardse controle. Doel van dit experiment was om te onderzoeken of het effluent van menselijke poep als mest leidt tot een hogere opbrengst van rogge (Figuur 6). Ook dit experiment duurde 20 dagen.

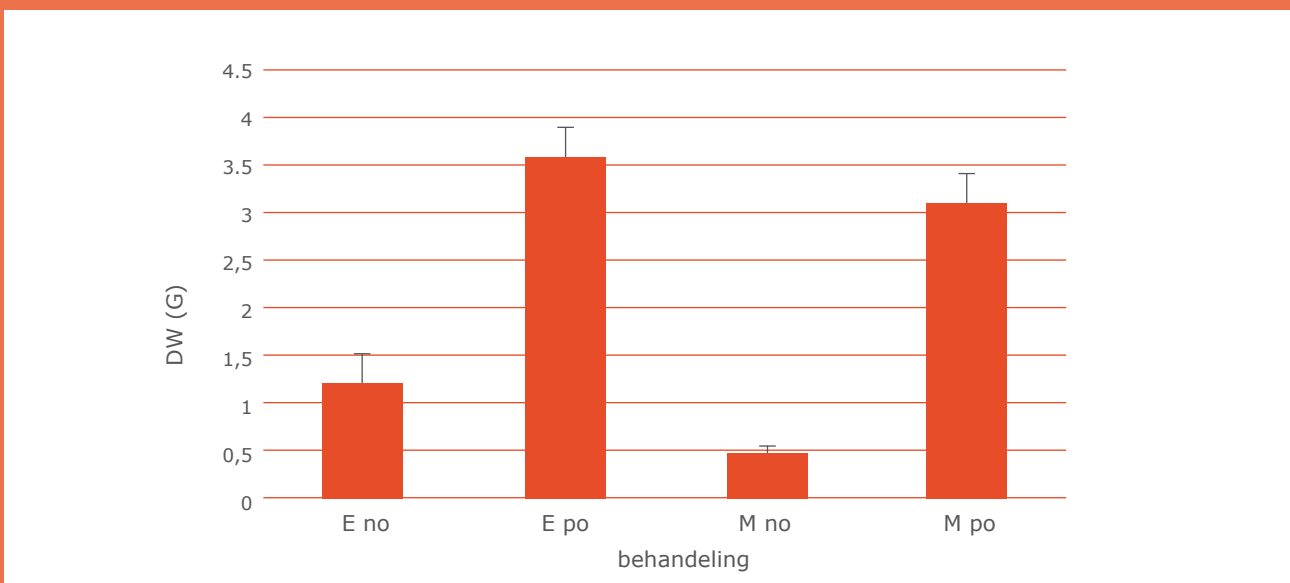
Alle effluent was aan het begin van de proef toegediend en dat heeft een negatief effect gehad op de kieming van rogge op Mars bodem simulant. Verder werden er geen significante effecten gevonden op de groei van de rogge of op de chlorofylgehaltenes.

Ook dit experiment werd na de eerste oogst voortgezet. De eindoogst laat wel duidelijke verschillen zien, welke alle statistisch significant zijn. Mars bodem simulant zonder poep geeft de laagste opbrengst, Aardse controle met poep geeft de hoogste opbrengst, net wat meer dan de Mars bodem simulant met poep. Het is duidelijk dat de toevoeging van poep er uiteindelijk wel toe leidt dat er een hogere opbrengst wordt gehaald. Aan het einde van het experiment gingen sommige planten bloeien, alleen voor de poep behandeling, maar zowel op potgrond als Mars bodem simulant.





Figuur 6 | Rogge groeiend op Mars bodem simulant en aardse potgrond met en zonder toevoeging van effluent van menselijke poep (Foto | Guy Ackermans).



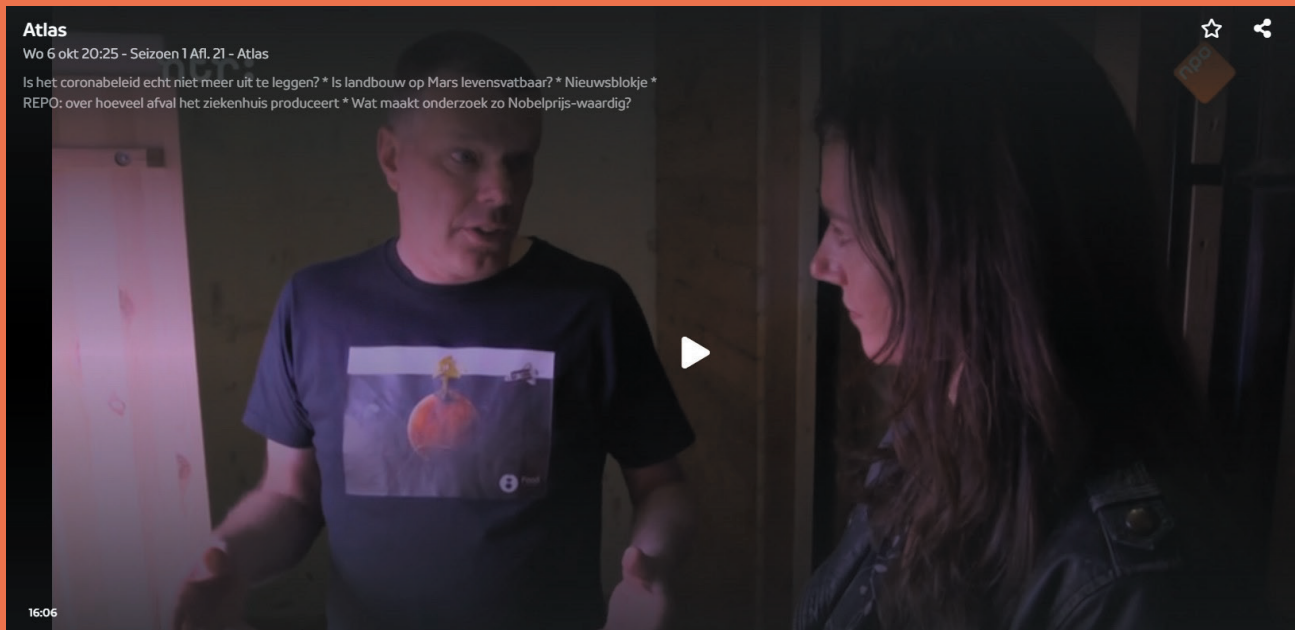
Figuur 7 | Bovengrondse biomassa (drooggewicht) voor de vier benadelingen, met E no: aardse controle potgrond zonder poep, E po: aardse controle met poep, M no: Mars bodem simulant zonder poep en M po Mars bodem simulant met poep.

Publiciteit

Er zijn verschillende tv-ploegen op bezoek geweest om het experiment te filmen, waaronder het programma Atlas, uitgezonden op 6 oktober 2021 (https://www.npostart.nl/atlas/06-10-2021/VPWON_1328192).

Daarnaast is er een Frans-Canadese filmploeg langs geweest en is er gefilmd voor een nieuw programma

over ruimtevaartonderzoek in Nederland (KRO-NCRV) dat in het voorjaar van 2022 uitgezonden gaat worden. De Resource heeft er een artikel aan gewijd en er is een klein stukje verschenen in Wageningen World.



Atlas

Wo 6 okt 20:25 - Seizoen 1 Af. 21 - Atlas

Is het coronabeleid echt niet meer uit te leggen? * Is landbouw op Mars levensvatbaar? * Nieuwsblokje * REPO: over hoeveel afval het ziekenhuis produceert * Wat maakt onderzoek zo Nobelprijs-waardig?

16:06

Student Wetenschap

Pionieren onder de grond

In een voormalige koude-oorlog bunker in Arnhem kweken studenten gewassen op marsgrond.

Roelof Kleis 11-06-2021

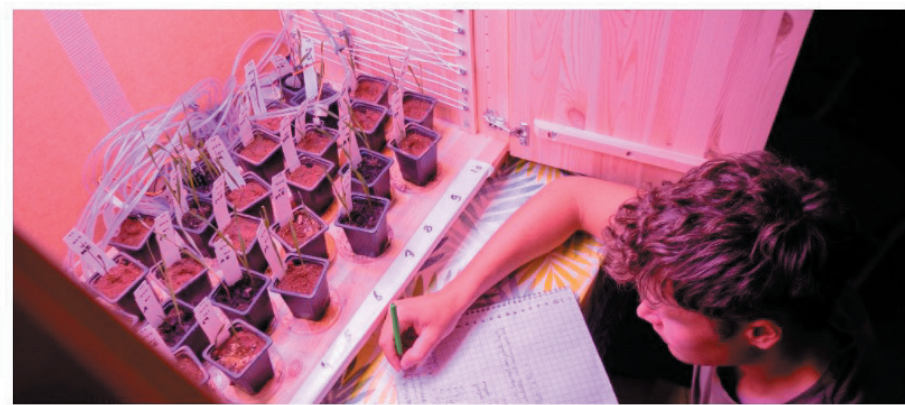


Foto: Guy Ackermans

Deel op    

De ondergrondse bunker is het tijdelijke decor voor het vak Research Methodologies for Plant Sciences. Bachelor Plantenwetenschappen Mats Bours en zijn collega's zijn al een week of drie bezig. 'Het is sexy onderzoek', zoals hij het