

Ornella Torres Melkebeek
Promotor: Frank Goethijm

Tiërra.



Masterproefdoosier
Productontwikkeling 2019-2020



Tiërra

Masterthesis Productontwikkeling 2019-2020

Ornella Torres Melkebeek

Interne promotor:
Frank Goethijn

Faculteit Ontwerpwetenschappen
Universiteit Antwerpen
Ambtmanstraat 1, 2000 Antwerpen, België

Voorwoord

De bodem micro-organismen namen mij voor dit werkstuk mee op een spannend, leerrijk, maar vooral onvergetelijk avontuur. We doorstonden samen zelfs een pandemie! #2020.

Natuurlijk had dit werk onmogelijk geweest zonder wat extra hulp. Ik bedank bij deze zeer graag:

- Mijn promotor, Frank Goethijn voor de wijze raad en alle gezellige consultmomenten op vrijdag.
- Ieder die inhoudelijk deel uitmaakt van deze thesis: alle experts die hun waardevolle kennis met mij deelden, alle geïnterviewden en enquête respondenten die mij hulpvolle perspectieven en antwoorden gaven.
- Mijn moeder, om ontelbare redenen: voor het mogelijk maken van mijn studie en om desondanks de verre afstand mij altijd moed wist in te blazen om steeds het beste van mezelf te geven.
- Len, mijn muze; jouw "waarom doe je het gewoon niet zo" ideeën die een oplossing boden voor alles.
- Het designteam bij Verhaert, en vooral Louise Haazen, die mij al doende de kneepjes van het vak leerden van design research.
- Miguel González, por contarme y enseñarme sobre la trampa de arroz. Sin tí, esto no habría existido. Gracias.

Aan iedere lezer wens ik evenveel genot bij het lezen van deze thesis als ik er zelf aan gehad heb bij het schrijven ervan.

Realiseer altijd de dingen die je graag doet. Ook al zijn ze moeilijk of worden ze je afgeraden. Want als je echt iets wil, en je werkt ervoor, dan lukt alles.

"If you don't like bacteria,
you're on the wrong planet"

Stewart Brand

Bioloog en milieuactivisme pionier in 1960



Abstract

Het doel van een masterproef in de productontwikkeling is om te vertrekken vanuit een onderwerp en te belanden bij een uitgewerkt productconcept.

Het onderwerp waarmee ik vertrokken ben voor deze masterproef vindt zijn oorsprong binnen de agricultuur. Een bananenboer die de transitie deed van conventioneel naar biologisch boeren, vertelde mij over een techniek die hij uitvoerde om zijn bodem te reinigen van de pesticiden die hij voormalig gebruikte. Hierbij gaat het over een zogenaamde trampa de arroz, vertaald vanuit het spaans, een rijst-val. Met de trampa de arroz haalt hij micro-organismen uit zijn bodem, daarna vermenigvuldigt hij ze in een vat en giet hij het mengsel terug op zijn bodem.

Heel het proces bleek niets minder te zijn dan een laagdrempelige, maar efficiënte techniek om een natuurlijke, microbiële bodemverbeteraar te maken. Deze techniek bestaat ook al veel langer, en heeft zijn origines in Korea.

Ik adopteerde de trampa de arroz techniek als een vorm van agrarische technologie. Verder toon ik in dit werk hoe ik door middel van een uitgebreid onderzoekstraject en een ontwerptraject deze technologie transformeerde tot een innovatief, commercialiseerbaar product: Tiërra.

Tiërra is een product-set om zelf microbiële bodemverbeteraar te maken. Het is bestemd voor moestuineigenaars die een gezonde bodem willen bekomen en onderhouden. Een bodemverbeteraar gemaakt met Tiërra is vers, biologisch en het is gemaakt met micro-organismen uit de eigen bodem. Dat betekent dat het bestaande leven in de bodem de geïntroduceerde organismen niet zal wegconcurreren. Kant-en-klare microbiële bodemverbeteraars kunnen die kwaliteiten onmogelijk evenaren. Daarbij is Tiërra zo ontworpen om een optimale gebruikerservaring aan te bieden aan alle gebruikers. Expertise is niet vooraf nodig. Iedereen kan het gebruiken. Het komt met een app met verschillende functies en het werkt samen met lokale bodemtest labo's om resultaten te kunnen aanklaarten.

Het ultieme doel van Tiërra is uiteindelijk om bodemeigenaars bewust te maken van het belang van bodemleven om een gezonde bodem te bekomen. En uiteraard ook het belang van bodemgezondheid te benadrukken. Want gezonde bodems maken een gezonde planeet. En op een gezonde planeet kunnen we gezond leven.

Keywords

Bodemgezondheid, Bioaugmentatie, Bioremediatie, Ecologische agricultuur, Biologische behandeling, In-situ cultivatie, Micro-organismen.

Index

Voorwoord
Abstract

DEEL 1: New Products Planning

I.	Introductie	3
	1. Input	3
	1.1 Miguel	3
	1.2 Trampa de arroz	4
	1.3 Microbiële inoculant	5
	2. Design brief	8
	2.1 Probleemstelling	8
	2.2 Doelstelling	9
	2.3 Productidee	9
	2.5 Drivers	10
	2.4 Motivatie	10
II.	Plan van Aanpak	12
	3. Proces	12
	4. Planning	13
III.	Analyses	14
	5. Context	16
	5.1 De bodem	16
	5.2 Mens en bodem	27
	5.3 Micro-organismen	35
	6. Technologische analyse	43
	6.1 Werking	43
	6.2 Effectiviteit	46
	6.3 Materialen	56
	7. Functie analyse	59
	7.1 Huidig gebruik	59
	7.2 Toepassingen	64
	7.3 Gelijkaardige producten	65
	8. Marktanalyse	71
	8.1 Gebruikers, schaal	71
	8.2 Economische analyse	72
	8.3 Strategische analyse	75
IV.	Synthese	77
	9. Scenario's	77
	9.1 Scenario 1: Privé x GFT	78
	9.2 Scenario 2: NGO	79

9.3	Scenario 3: Ecologische landbouw	80
9.4	Scenario 4: Bioremediatie bedrijf	81
10.	Trade-off	82
10.1	Tabel	82
10.2	Bespreking	83
V.	Productdefinitie	87
11.	Kandidaat productdefinitie	87
11.1	Beschrijving	87
11.2	Productarchitectuur	88
11.3	Specificaties	88
11.4	Business model	89
11.5	Value proposition	89
12.	Verificatie productdefinitie	90
12.1	Extra onderzoek	90
12.2	Correctie	93
13.	Definitieve productdefinitie	97
DEEL 2: Integrated Product Design		
VI.	Systeemontwerp	100
14.	Aanvullend onderzoek	100
14.1	Lokaas experimenten	100
14.2	Bodemonderhoud enquête bij doelgroep	102
15.	Ontwerpfase: Systeem	105
15.1	Systeemkaart	105
15.2	Conceptvorming	106
15.3	Mock-ups	107
16.	Concept interviews	111
16.1	Persona profiling	111
16.2	Methode	111
16.3	Resultaten	112
17.	Product-Concept	113
17.1	Kandidaat product-concept	113
17.2	Verificatie	114
17.3	Definitief product-concept	115
VII.	Detailontwerp	120
18.	Aanvullend onderzoek	120
18.1	Bioreactor design	120
18.2	Aeratie binnen een bioreactor	124
18.3	Mass-transfer experiment	128
18.4	Mass-transfer experiment	130
18.5	Experiment bioreactor	132
19.	Ontwerpfase: Detail	135
19.1	Biotechnische ontwerpbeslissingen	135
19.2	Ergonomische ontwerpbeslissingen	140
19.3	Vormelijke ontwerpbeslissingen	147

19.4	Technische ontwerpbeslissingen	152
20.	Bedrijfsplan en financiële keuzes	158
21.	Verificatie	170
21.1	FTO: Freedom to operate	170
21.2	Prototyping	172
21.3	Risicoanalyse	172

DEEL 3: Product presentation

22.	Tiërra	176
22.1	Beschrijving	176
22.2	Waarom Tiërra?	177
22.3	Onderdelen, functies, specificaties	177
22.4	Werking	180
23.	Gebruik	182
23.1	Gebruik en opberging	182
23.2	Gebruiksstappen	183
24.	Detailed design	186
24.1	Onderdelen, materialisatie, productie	186
24.2	Assembly en disassembly	189
25.	Conclusie	191
25.1	Terugkoppeling aan initiële doelstellingen	191
25.2	Reflectie	191

DEEL 4: Appendix

26.	Figuurbronnen	02
27.	Literatuur Bronnen	05
28.	Bijlagen	10
28.1	Financiën Excel	10
28.2	Enquêtes bodemonderhoud	14
28.3	Conceptinterviews	27

DEEL 1:

New Product Planning

Het doel van deze masterproef betreft een gekozen onderwerp te vertalen tot een gedefinieerd productconcept. Ik vertrekt vanuit een bestaande technologie dat gebruik maakt van micro-organismen en tracht deze te verwerken in een productconcept dat dient om aangetaste bodems te herstellen.

I. Introductie

1. Input

1.1 Miguel

In Augustus 2019 kreeg ik de kans om Miguel González te interviewen. Miguel González is een succesvolle ecologische bananenboer op het Canarische eiland Tenerife. Hij bezit een boerderij van 3 ha genoemd Finca Hacienda Nueva, en stapte 5 jaar geleden over van de conventionele landbouw naar de ecologische.

Dat wil zeggen dat hij volledig is gestopt met het gebruiken van chemische en synthetische middelen op zijn akkers. In plaats van zijn gewassen te beschermen met pesticiden en herbiciden, tracht hij zijn bodem zo gezond mogelijk te maken zodat zijn gewassen sterk genoeg zijn om zelf plagen en ziektes tegen te gaan.

Wekelijks, gebruikt hij een *trampa de arroz* om zelfgemaakte microbiële meststof aan te maken.



Miguel González op zijn boerderij
(eigen afbeelding)

1.2 Trampa de arroz

Trampa de arroz
(Maemutbaandin, 2014)
(Brian, 2019)
(El huerto de Eli, 2018)



Beschrijving

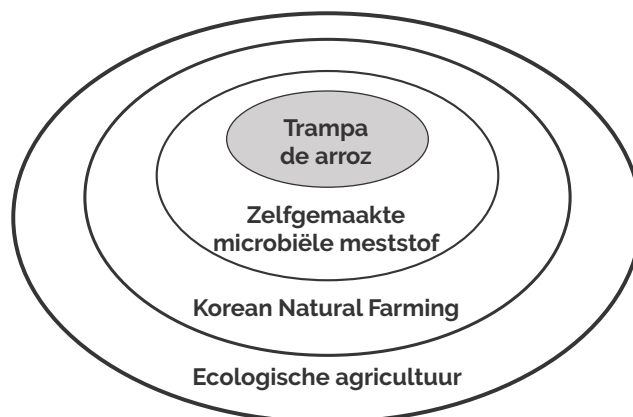
Letterlijk vertaald uit het spaans, is de trampa de arroz een 'rijst-val' (trampa = val, de arroz = van rijst).

De hoofdfunctie van de trampa de arroz is micro-organismen 'vangen' uit de bovenste laag van de bodem.

Gebruik

De trampa de arroz wordt hoofdzakelijk gebruikt als een tool om microbiële inoculant mee aan te maken. De methode om dat te doen vindt zijn oorsprong in een vorm van ecologische agricultuur, namelijk de *Korean Natural Farming* (KNF). KNF is vooral bekend in Hawaii, Azië en Zuid Amerika.

Situering trampa de arroz
binnen ecologische
agricultuur

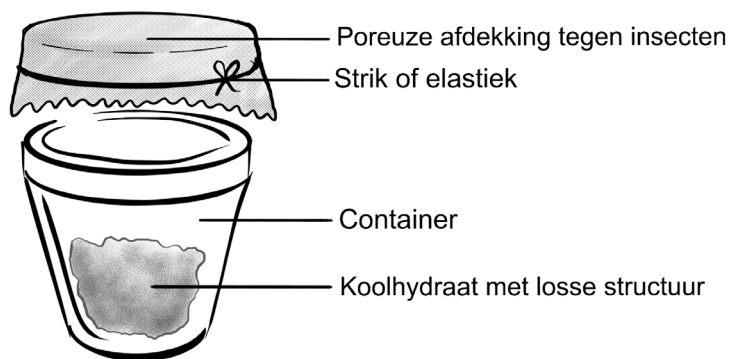


Bouw

De trampa de arroz bestaat uit een container met daarin een koolhydraat, het liefst met een losse structuur (zoals half gekookte rijst), afgedekt met een poreus materiaal (zoals katoen) tegen de insecten.

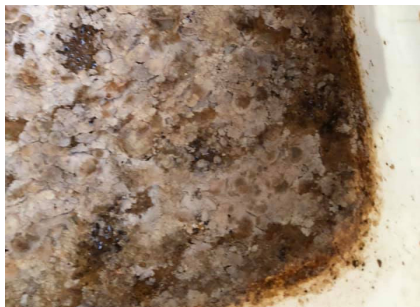
Trampa's de arroz verschillen per regio. Bijvoorbeeld wordt er in Zuid-Amerika eerder een container uit kunststof gebruikt, terwijl er in Azië en Noord-Amerika houten constructies gebruiken of rieten mandjes gebruikt worden.

We zullen verder in dit dossier refereren naar het koolhydraat als de lokaas en naar het geheel als het collectiemechanisme of de collector.



Structuur van de trampa de arroz (eigen afbeelding)

1.3 Microbiële inoculant



Microbiële meststof (Camp, 2019) (Maemutbaandin, 2014) (Alvarado, 2013)



Beschrijving

Microbiële inoculant is een middel gebaseerd op micro-organismen. Inoculeren betekent het toevoegen van micro-organismen in een omgeving waarin ze verder kunnen groeien. In dit geval de bodem.

Het middel kan zowel in vaste als in vloeibare vorm verkregen worden na het volgen van het proces dat gebruik maakt van de trampa de arroz. Dit proces is in het kort beschreven op de volgende pagina maar een meer uitgebreide uitleg wordt verder in dit dossier onderzocht en besproken (werkingsprincipe - technologische analyse).

Het is uiteraard ook mogelijk om kant-en-klare microbiële inoculanten te verkrijgen, maar deze zijn meestal in het labo geproduceerd door het isoleren van micro-organismen en ze apart te gaan kweken.

Toepassingen en effect

In de meeste gevallen wordt het inoculant vooral gebruikt als bio-meststof, maar het kan ook gebruikt worden als bodemverbeteringsmiddel zoals Miguel dat doet. Hij gebruikt het vooral om toxische stoffen uit zijn bodem te halen die resterend nadat er jarenlang pesticide gebruikt is geweest op zijn akkers.

Het effect is afhankelijk van de toepassingswijze. We maken een onderscheid tussen de rechtstreekse toepassingen op de bodem, op planten en op zaden en de onrechtstreekse toepassingen.



Sterke planten
(eigen afbeelding)

► Rechtstreeks op de bodem:

- Gezonde bodem.
 - Verwijdert schadelijke chemische stoffen.
 - Verhoogt micro-organismen populatie.
 - Verhoogt de vruchtbaarheid.
 - Verbetert de capaciteit voor waterretentie.
- Sterke gewassen.
 - Gemakkelijker nutriënten uit de bodem halen.
 - Bestendiger tegen plagen.
 - Minder onkruid.

► Rechtstreeks op gewassen (op zaden of folliculair):

- Verhoogde kiemkracht.
- Voorzorg tegen pathogenen.
- Gemakkelijker nutriënten uit de omgeving halen.

► Onrechtstreeks op de bodem (o.a. op de compost):

- Versneld descompositieproces.
- Eliminatie van geur door het tegengaan van rotting.

Proces

1) Begraven 5-14 dagen:

De Trampa de arroz wordt in de bodem begraven, met de opening aan de oppervlakte van de bodem. De ideale plek is niet te zonnig en ook niet te vochtig. Indien mogelijk de opening licht bedekken met nabijliggend organisch materiaal zoals bladeren en takken. De optimale wachttijd is afhankelijk van de temperatuur, vochtigheid en van de bodem zelf. Algemeen wordt er gerefereerd naar een duur van 5 à 14 dagen.

2) Micro-organismen klomp:

Eenmaal het koolhydraat een vaste structuur heeft gekregen, kan men aan de hand van de verkleuring de klomp analyseren op de aanwezige microbiële colonies. De analyse is op het oog en daarom niet 100% betrouwbaar. Pathogene colonies zijn zwart, grijs en roze gekleurd, terwijl goedaardige colonies wit of groen kleuren.

3) Ingrediënten verzamelen:

De ingrediënten zijn de benodigdheden om de gevangen micro-organismen te vermenigvuldigen. Ze bepalen de vorm van de meststof (vloeibaar of vast) en in welke hoeveelheid de micro-organismen zich gaan kunnen vermenigvuldigen.

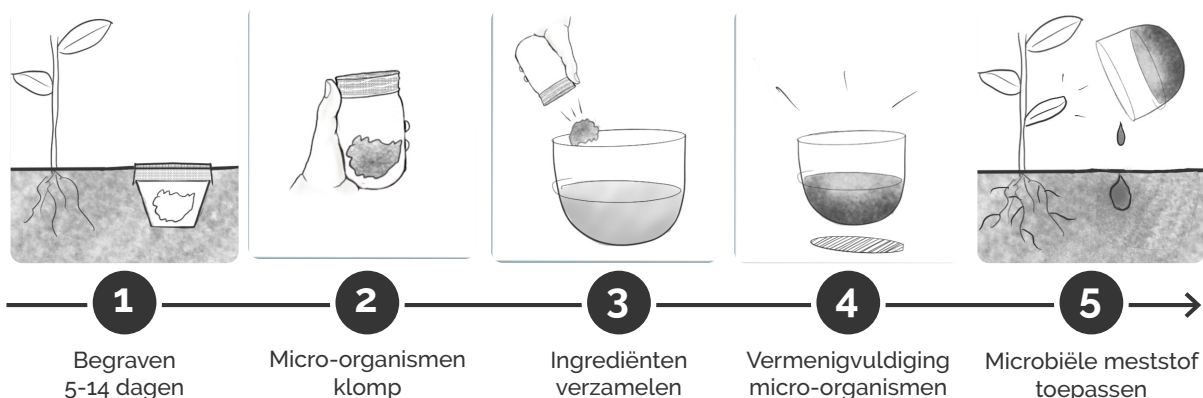
4) Vermenigvuldiging van micro-organismen:

De bedoeling is om een proces op te starten waarbij micro-organismen zich gaan vermenigvuldigen. Dit kan als een aerob proces (met zuurstof) of als een anaerob proces (zonder zuurstof) gebeuren. Elk proces heeft zijn voor- en nadelen.

5) Microbiële meststof:

Het resultaat wordt ofwel rechtstreeks op de bodem toegepast, onrechtstreeks toegepast op de bodem toegepast door het eerst op een hoop organisch afval aan te brengen dat daarna als compost wordt gebruikt, of door het rechtstreeks op planten (op zaden of folliculair) aan te brengen. Elke vorm van toepassing is gericht op een specifiek effect.

Proces om microbiële inoculant te maken met de trampa de arroz (eigen afbeelding)



2. Design brief

2.1 Probleemstelling

Bodemleven, in de vorm van micro-organismen, is een onmisbare factor voor het bekomen van een gezonde bodem. Maar met de opkomst van pesticiden, kunstmeststoffen, genmodificatie en andere nieuwe technologieën is de gezondheid van de bodem niet meer een factor van essentieel belang om voedsel te produceren.

Met de opkomst van de ecologische beweging maakt de markt nu plaats voor meer en meer alternatieve en biologische middelen om aan bodembeheer te doen die wel rekening houden met het bodemleven of er zelfs op focussen. Microbiële bodemverbeteraars horen daarbij. Het zijn middelen die als doel hebben het bodemleven te stimuleren d.m.v. de bestaande micro-organismen te voorzien van nutriënten voor hun groei of door rechtstreeks meer micro-organismen aan de bodem toe te voegen. De actie van micro-organismen toe te voegen heet inoculatie.

Het probleem is dat veel van deze **kant-en-klare microbiële inoculanten** die op de markt te vinden zijn helemaal **niet zo efficiënt** zijn. Meestal zijn ze op een **artificiële wijze geproduceerd** door micro-organismen afzonderlijk in het labo te kweken. Ze hebben het moeilijk om zich aan te passen aan de natuurlijke omgeving van de bodem en riskeren weggeconcurrereerd te worden door de inheemse biologie. Daarbij bezitten producten met levende materie een beperkte **shelf life**. Na het verloop van tijd sterft de meerderheid van de micro-organismen die er waren, waardoor het product minder efficiënt zal werken. Momenteel bestaat er nog geen product op de markt waarmee je zelf bodem inoculant kan maken uit micro-organismen van jouw eigen bodem.

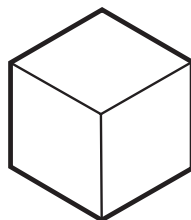
Binnen bepaalde traditionele vormen van agricultuur, lang voor het bestaan van de recentste ontwikkelingen binnen het veld biotechnologie, wist men al zelfgemaakte microbiële inoculant te produceren. Vandaag de dag worden deze traditionele technieken nog steeds uitgeoefend door kleine groepen, maar vaak gebeurt het op een rudimentaire manier, met zelfgemaakte tools en hulpmiddelen. **Om zelf deze technieken uit te voeren heb je er de kennis en de expertise voor nodig.**

2.2 Doelstelling

Ik maak voor deze masterproef gebruik van het het potentieel van één van deze traditionele methodes om bodem inoculant te maken, en transformeer deze in een verbeterd, commercialiseerbaar product. Zo wil ik aantonen dat innovatie niet altijd vooruitgang is, maar dat we enorm veel kunnen leren door een stap terug te nemen. Ik vind het ook belangrijk om via dit product het belang van micro-organismen te benadrukken voor het bekomen van gezonde bodems, en het belang dat bodem biodiversiteit heeft in de klimaatzaak.



Trampa de arroz
Onderwerp



Onbekend
Uitgewerkt
productconcept

Doel van deze masterproef
(eigen afbeelding)

2.3 Productidee

Vooraleer het onderzoek van het project begint kennen we slechts een deel van wat de uiteindelijke productdefinitie zal worden. Er is sprake van een gedefinieerd productidee wanneer de markt, technologie en alle functies ervan gedefinieerd zijn. Wat voorafgaat, het productidee ziet er zo uit:



Het proces om met de trampa de arroz een gewenst eindproduct te bekomen.



- a) Meststof aanmaken
- b) Bodemherstel
- c) Andere



Afhankelijk van de functie

Productidee
(eigen afbeelding)

2.5 Drivers

- Het product optimaliseert de werking en de gebruikservaring van de bestaande techniek om zelfgemaakte microbiële bodemverbeteraar te maken met de *trampa de arroz*:
 - Kleine tot geen kans op mislukking.
 - Alle producten nodig om heel het proces te doorlopen zijn inbegrepen in het product.
- Op de lange termijn bespaart het de gebruiker geld door het middel zelf te maken i.p.v. de dure kant-en-klare versie te kopen.
- De gebruiker hoeft geen expert te zijn om bodemverbeteraar te produceren.
- Het maakt de gebruiker meer bewust over het bestaan en het belang van bodemleven.

2.4 Motivatie

Wat mij gemotiveerd heeft om dit onderwerp te kiezen voor mijn masterproef is de problematiek van de door de mens veroorzaakte bodemaantasting. Een probleem dat niet genoeg geadresseerd wordt en dat van even groot belang is als (en verwant met) de klimaatverandering.

In de bodem schuilt er maar liefst 1/4 van alle biodiversiteit op Aarde, waaronder het merendeel bestaat uit micro-organismen. We zien ze niet, omdat ze te klein zijn voor onze ogen, maar hun functies zijn vitaal voor de werking van alle ecosystemen. De erosie van bodems draagt met zich mee een groot verlies aan deze biodiversiteit!



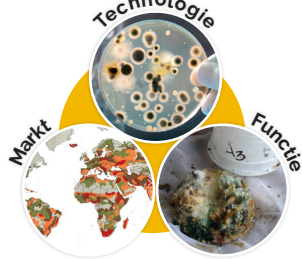
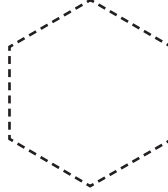
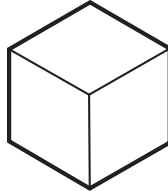
Via biotechnologische innovaties kunnen we functies van micro-organismen vertalen in producten die ons leven beter maken. De wetenschap kent nog maar een ruwe 1% van alle werkingsmechanismen van micro-organismen. Met degene die we kennen hebben we al best interessante uitvindingen gemaakt, waaronder andere biobrandstoffen, antibiotica, entstoffen, alcoholische dranken en veel andere gefermenteerde voedingsmiddelen. Als de toekomst biotechnologisch is, hoop ik nog veel verrassende producten te mogen meemaken.



II. Plan van Aanpak

3. Proces

Tabel: Plan van aanpak
(eigen tabel)

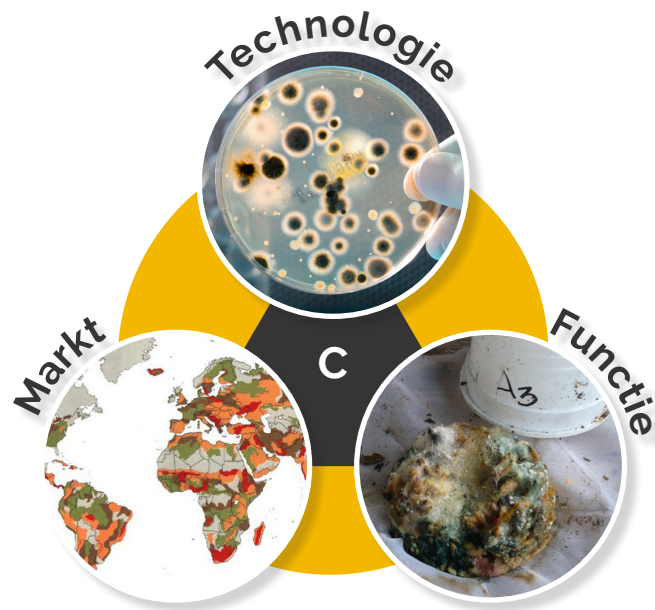
DEEL	ABSTRACTIENIVEAU
DEEL 1: NEW PRODUCTS PLANNING	OPPORTUNITY LEVEL 
	PRODUCT IDEA LEVEL 
	PRODUCT DEFINITION LEVEL 
DEEL 2: INTEGRATED PRODUCT DESIGN	SYSTEM DESIGN LEVEL 
	CONCEPT DESIGN LEVEL 

4. Planning

DELIVERABLES	VERIFICATIE	PLANNING
MASTERPROEF ONDERWERP <ul style="list-style-type: none"> • Probleemstelling • Motivatie • Doelstelling 	<ul style="list-style-type: none"> • Masterproef potentieel 	<i>Start nieuw academiejaar September 2019</i>
PRODUCT IDEE <ul style="list-style-type: none"> • Design brief • Plan van aanpak 		
PRODUCTDEFINITIE <ul style="list-style-type: none"> • Gedefinieerde technologie, markt en primaire functies. • Specificaties • Design drivers • Productarchitectuur • Business plan • TOI's 	<ul style="list-style-type: none"> • Haalbaarheid • Maakbaarheid • Meerwaarde • Innovatiegraad 	<i>OPD Jury December 2020</i>
PRODUCT CONCEPT <ul style="list-style-type: none"> • Functies en subfuncties • Onderdelen en attributen • Product interacties • User journey 	<ul style="list-style-type: none"> • FMEA • Risicoanalyse 	<i>Voortgangsjury Maart 2020</i>
UITGEWERKT PRODUCT CONCEPT OP DETAILNIVEAU <ul style="list-style-type: none"> • Product presentatie • Ergonomie • Vormgeving • Materialisatie • Opbouw en productie • FTO • Financieel plan 	<ul style="list-style-type: none"> • Terugkoppeling aan initiële doelstelling • Technologische, Menskundige, Economische verificatie 	<i>Finale presentatie Juni 2020</i>

III. Analyses

Technologie: (Garcia, 2015)
Functie: (El huerto de Eli, 2018)
Markt: (Dewar, 2007)



Er is sprake van een gedefinieerd productidee wanneer de markt, technologie en alle functies ervan gedefinieerd zijn. In de onderzoeksfase van dit project werden de volgende punten grondig onderzocht:

De bodem

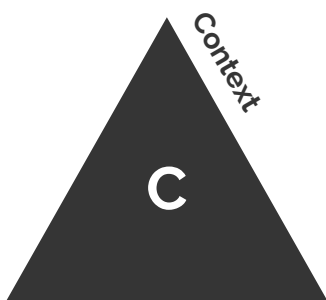
Wat en uit wat bestaat de bodem? Welke factoren spelen een rol in bodemgezondheid? Hoe belangrijk zijn gezonde bodems? Wat is bodemerosie?

Mens en bodem

Wat kan men doen om de bodem te saneren? Wat houdt bodembeheer in? Wat is de definitie van ecologische landbouw en wat is het verschil met conventionele landbouw?

Micro-organismen

Hoe groot is invloed van micro-organismen op het leven op Aarde? Hoe veel zijn er? Welke soorten zijn er? Bestaan er nog technologieën die gebruik maken van micro-organismen?



Effectiviteit

Kan de methode om zelfgemaakte microbiële meststof te maken a.d.h.v. de trampa de arroz opgedeeld worden in biotechnologische processen?

Werking

Kan het werkingsprincipe van de trampa de arroz verklaard worden a.d.h.v. bestaande producten en processen? Kan de effectiviteit van deze verklaard worden?

Materialen

Kunnen de traditionele materialen van de trampa de arroz vervangen worden? Zijn er materialen die de werking zouden beperken?

Huidig gebruik

Hoe ervaren gebruikers van de trampa de arroz het gebruiksproces? Waarvoor wordt het allemaal gebruikt? Zijn er veel gebruiksvariaties?

Toepassingen

Wordt de trampa de arroz nog voor andere toepassingen gebruikt? Wat is de aard van deze processen? Komen deze elders nog voor?

Gelijkaardige producten

Zijn er gelijkaardige producten op de markt, gebaseerd op mogelijke functies van het toekomstig product?

Gebruiker, schaal

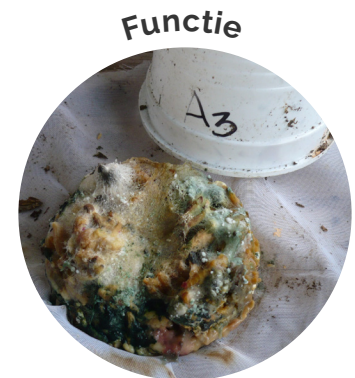
Kunnen de toepassingen van het toekomstig product gelinkt worden aan bepaalde gebruikers? Wat kan de schaal zijn van deze gebruikersgroepen?

Economisch

Wat is de marktgrootte per gebruikersgroep? Bestaan er limiterende cijfers?

Strategisch

Kan het product vertaald worden in een business plan? Wat zijn gelijkaardige bedrijven hun business plans?



5. Context

5.1 De bodem

5.1.1 Definitie

Wat is de bodem?

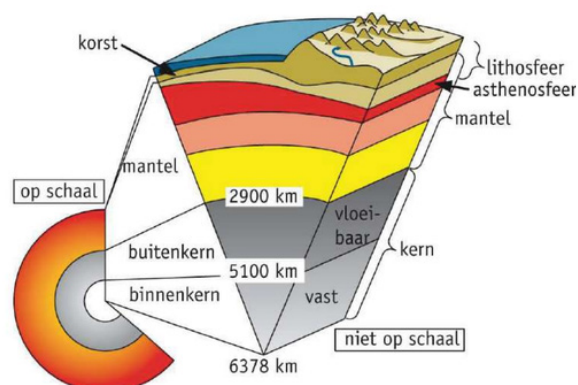
De term bodem heeft verschillende betekenisvolle definities. Het beschrijft de huid van onze planeet, de bovenste laag van de aardkorst, alsook bedoelt men met de bodem de onderkant of het laagste punt van iets, zoals de bodem van een emmer of van de zee.

Op systeemniveau is de bodem een complex, divers en dynamisch orgaan dat vergeleken kan worden met een levend wezen. Net zoals wij, kan het ademen, zich voeden en reserves opslaan (Inagro et al.). Op wetenschappelijk niveau beschouwen we de bodem als een samenstelling van organisch mineraal materiaal, met bepaalde fysische, chemische en biologische eigenschappen (Inagro et al.).

Ligging

De Aarde, met een straal van 6371 km kan opgedeeld worden in lagen met verschillende gesteentetypes. De bodemlaag vinden we terug aan de oppervlakte van de uiterste schil, de Lithosfeer. Weliswaar, enkel aan het continentale gedeelte, dat slechts 40% van de planeet dekt (Cogley, 1984). De diepte van de bodemlaag varieert tussen enkele centimeters tot 2 à 3 meters diep (British Society of Soil Science, 2018). Daaruit kunnen we afleiden dat de bodemlaag minder dan 0.00001% representeert van alle materie op Aarde.

Lagen van de Aarde
(Litjens and Lewicz, 2020)



Een schaars middel

De vorming van de bodem, of paedogenese, gebeurt dankzij de erosie van het moedergesteente en de biologische afbraakprocessen van organisch materiaal. Het is een traag proces: het ontstaan van 2-3

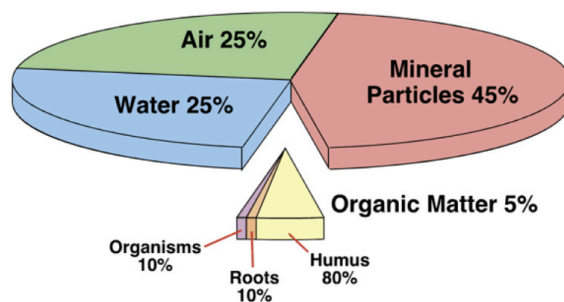
cm bodem duurt ongeveer 1000 jaar, afhankelijk van de locatie. De vorming van een vruchtbare bodem kan tot 3000 jaar duren. Om die reden mag de bodem beschouwd worden als een schaars middel (Eniscuola Energy and Environment, 2014; FAO, 2019).

5.1.2 Samenstelling

Chemische samenstelling

Een gezonde bodem bestaat uit:

- 45% anorganisch mineraal materiaal, zoals natrium, fosfor, kalium en metalen.



Samenstelling van de bodem (Sumalatha Yaski, 2017)

- 25% water.
- 25% lucht.
- 5% organisch materiaal en biomassa (levende organische materie) in de vorm van micro- en macro-organismen.

Fysische samenstelling

De diametergrootte van de minerale partikels zijn bepalend voor de **bodemtextuur**, hoewel de meeste bodems bestaan uit een mix

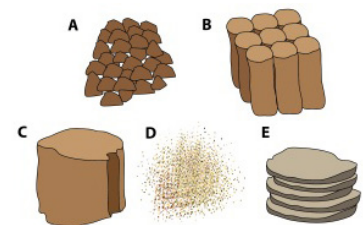
Klei	Leem	Zand	Grind	Keien	Stenen	Rotsen
0,002 mm	0,05 mm	2 mm	2 cm	5 cm	20 cm	

van verschillende texturen (Inagro et al., n.d.; Soil Science Society of America, 2019).

De **bodemstructuur** is de manier waarop partikels samenbinden in zogenaamde peds (Inagro et al).

De bodem heeft ook een **kleur**. Bijvoorbeeld zullen bodems die rijk zijn aan organisch materiaal donkerder zijn en bodems met een grote hoeveelheid aan ijzer eerder rood of geel gekleurd zijn (Soil Science Society of America, 2019).

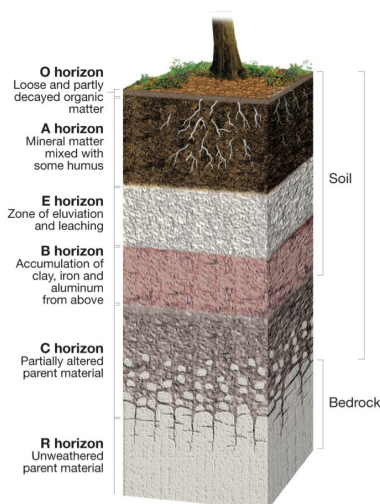
Uit de textuur, structuur en kleur kan men het gedrag van de bodem bepalen (Soil Science Society of America, 2019).



Bodemstructuur types: A) blokvormig, B) zuilvormig, C) massief, D) korrelachtig, E) platachtig. (Queensland Government, 2013)

5.1.3 Taxonomie

Bodemhorizonten en -profielen



Bodemhorizonten (UCD, 2019)

De bodem wordt gezien als een samenstelling van verschillende bodemhorizonten [Fig. x]. Bodemhorizonten zijn opeenvolgende lagen die sterk afgeleide kenmerken bezitten. Het complex van deze bodemhorizonten noemt men het bodemprofiel (Inagro et al., n.d.; Soil Science Society of America, 2019). Dankzij dit systeem ontstaat de bodem taxonomie en is het mogelijk om bodemprofielen van over de hele wereld te classificeren en te categoriseren.

Bodemprofielen kunnen ook ingedeeld worden in recent gevormde bodems en goed ontwikkelde bodems. Hoe ouder de bodem, hoe sterker de bodemhorizonten van elkaar gaan verschillen (Inagro et al., n.d.). Deze vorming wordt bepaald door verschillende factoren als tijd, klimaat, bodemleven, topografie, drainage en door het type moedergesteente zelf (Lewis, 2017; Queensland Government, 2013).

Jonge bodems bezitten slechts 3 horizonten:

- **De O-horizon** refereert naar de organische materie. Wanneer organische materie afgebroken of ontbonden is, wordt het hummus genoemd.
- **De A-horizon** is de laag waar planten en bomen hun wortels in groeien en bestaat uit een combinatie van hummus, mineralen, water, lucht en levende organismen.
- **De E-horizon** of moedergesteente bevat nog amper organisch materiaal en bestaat vooral uit lichtgekleurd zand en slib.

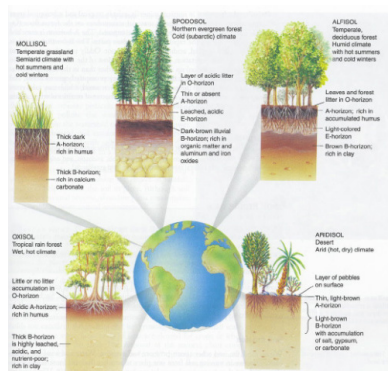
(Turenne, 2019; Queensland Government, 2013)

Soorten en wereldverspreiding

Bodemprofielen zijn niet overal in de wereld hetzelfde. Hun taxonomische benoeming eindigt op -sol, afkomstig van solum, de latijnse benaming voor bodem (Soil Science Society of America, 2019).

Onder de bekendste types onderscheiden we de mollisol, spodosol, alfisol, oxisol en de ardisol.

Aridisols zijn zanderige, droge bodems die in woestijngebieden voorkomen, en Oxisols zijn hummusrijke bodems die eerder voorkomen in tropische gebieden waar het veel regent zoals in het amazonegebied (Soil Science Society of America, 2019; University of Idaho, 2014).



Types bodemprofielen rond de wereld (Weebly, 2019)

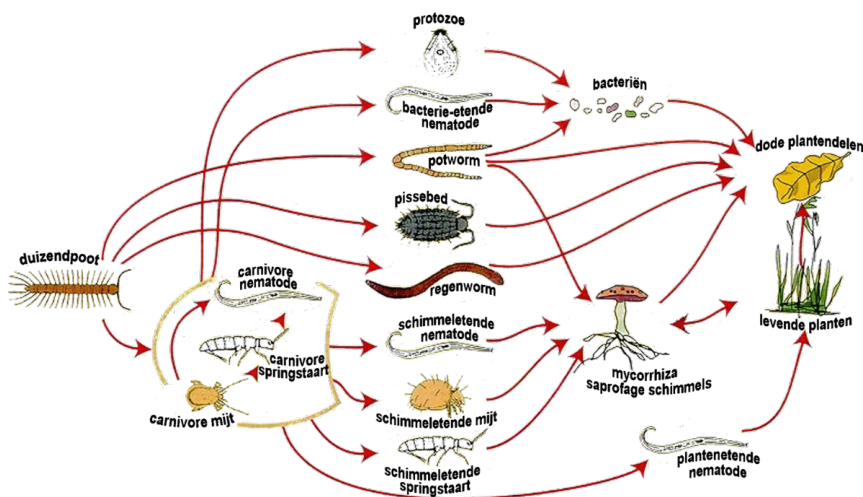
5.1.4 Bodemleven

Het bodemvoedselweb

Alle levende organismen in de bodem vormen samen het bodemleven. Symbiose is veelvoorkomend; dat betekent dat veel organismen soorten enkel kunnen overleven dankzij het bestaan van andere (Lowenfels et al., 2014).

De orde van levende organismen in de bodem kan ingedeeld worden in:

- Microben of micro-organismen: bacteriën en schimmels .
- Mesofauna: nematoden, mijten en springstaarten.
- Macrofauna: kevers, duizendpoten, miljoenpoten en wormen.



Het bodemvoedselweb (Lowenfels et al., 2014)

Functie

Het bodemleven vormt de biologische samenstelling van de bodem en het heeft invloed op veel processen in de bodem (Lowenfels et al., 2014):

- **Dood organisch materiaal afbreken:** Dit zorgt voor de vrijkoming van voedingsstoffen (een soort recyclage van organische materie). De voedingsstoffen worden daarna vastgelegd in de bodem.
- **Organische stof opbouwen en afbreken:** Dit levert een positief effect op de biobeschikbaarheid van voedingsstoffen voor het bodemvoedselweb, en het zorgt voor een bufferend vermogen en stabiliteit van de bodem.
- **De bodemstructuur van de bodem onderhouden:**
 - Gangen graven om verdichte bodems los te maken.
 - Slijmstoffen aanmaken die de bodemdeeltjes aan elkaar doen vastplakken.

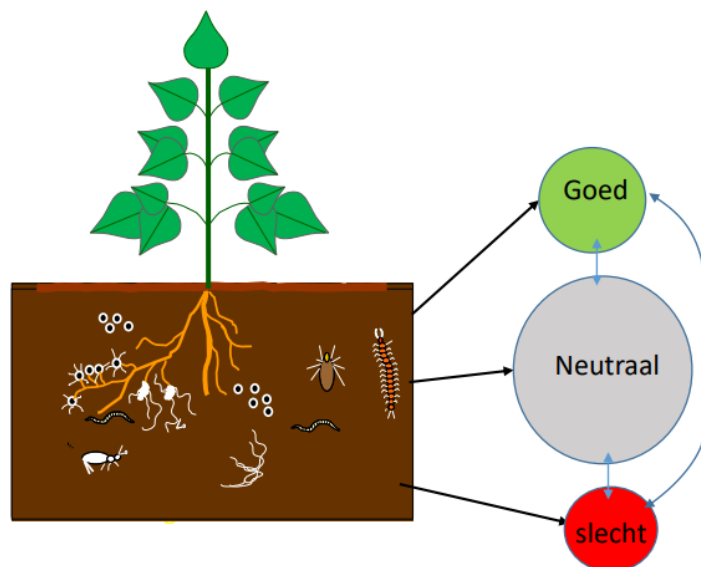
- Bodemdeeltjes en organisch en anorganisch materiaal mengen en transporteren.
- Poriën maken in de bodem. Deze zijn belangrijk voor de water en gas stockage in de bodem.
- **Beperken van ondergrondse en bovengrondse plagen:** Vergelijkbaar met onze darmflora, levert een positief evenwicht aan goedaardige (niet-pathogene) micro-organismen een probiotisch effect op. Dat leidt tot een positief effect op de bodem en verlaagt de kans op pathogene uitbraken.
- **Afbraak van toxische stoffen:** Vooral door micro-organismen die verontreinigende stoffen afbreken en omzetten in onschadelijke stoffen die bruikbaar zijn voor grotere levenssoorten.

Bodemevenwicht

Zoals bij de meeste gezonde ecosystemen, bestaat er ook een orde van evenwicht in de bodem (Bezemer and NIOO, 2018). 10% van het bodemleven vormt samen het aandeel van goedaardige en pathogene organismen. 90% zijn 'neutraal' of volgers van het heersende gedeelte (goedaardig of pathogenisch).

Een zieke bodem bezit dus een onevenwicht van pathogene organismen en omgekeerd bezit een gezonde bodem meer goedaardige organismen dan pathogene (Bezemer and NIOO, 2018; van Wesemael 2019, persoonlijke communicatie).

Bodemevenwicht vanuit
plantperspectief
(Bezemer and NIOO, 2018)



5.1.5 Bodemgezondheid

Definitie gezonde bodem

We hebben gekozen voor de definiëring beschreven door de Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO, 2015):

“Soil health is the capacity of soil to function as a living system, within ecosystem and land use boundaries, to sustain plant and animal productivity, maintain or enhance water and air quality, and promote plant and animal health. Healthy soils maintain a diverse community of soil organisms that help to control plant disease, insect and weed pests, form beneficial symbiotic associations with plant roots; recycle essential plant nutrients; improve soil structure with positive repercussions for soil water and nutrient holding capacity, and ultimately improve crop production.”

Belangrijke elementen van een gezonde bodem

- **De bodem structuur:** het arrangement van bodemdeeltjes zoals zand, slib, klei en organisch materiaal tot korrels, kruimels of blokken.
- **Het scheikundig evenwicht:** het evenwicht van de chemische reacties en processen tussen de verschillende organische en anorganische componenten en de omgevingsfactoren.
- **Het gehalte aan organische stoffen:** rijk aan koolstofverbindingen; humus.
- **Het biologisch evenwicht:** de balans tussen de verschillende soorten micro-organismen en hun habitat.
- **De infiltratie-, retentie- en beweegbaarheidsmogelijkheden van water** in de bodem

Het is duidelijk dat een gezonde bodem een combinatie zal hebben van al deze verschillende factoren. Een zieke bodem daarentegen zal op zijn minst met één van de bovengenoemde elementen problemen hebben. Vaak is het ook zo dat een onevenwicht bij één van deze elementen verder leidt tot een kettingreactie met als gevolg een totaal verziekte grond (Brussaard and Govers, 2016).

5. 1. 6 Het belang van gezonde bodems

Ecosysteemdiensten

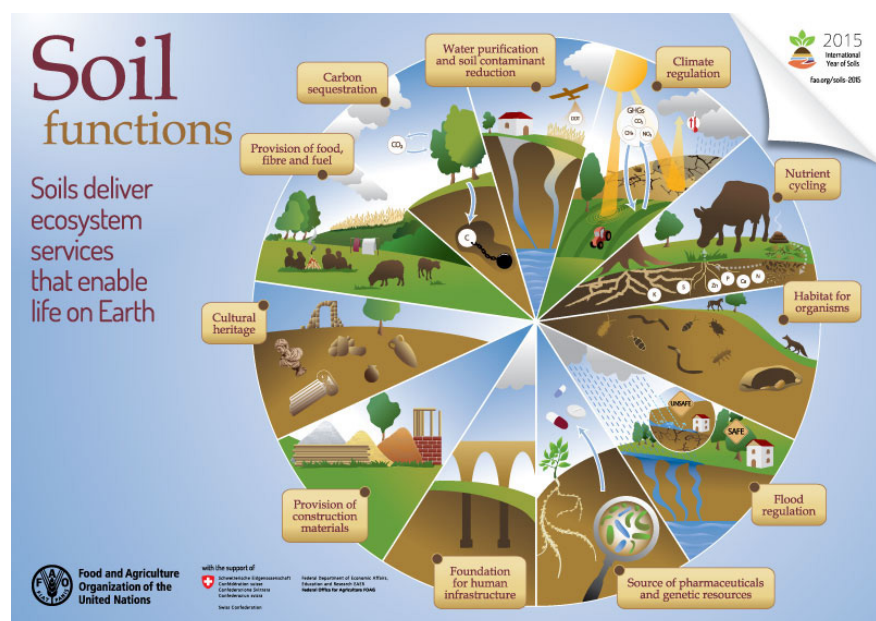
De bodem is een ecosysteem op zich, maar het vormt ook de basis van al de ecosysteemdiensten die het leven op Aarde mogelijk maken (Faber et al., 2009, FAO, 2015; Staes and UAntwerpen, 2019).

Ecosysteemdiensten zijn de rechts- en de onrechtstreekse bijdragen en diensten die de ecosystemen leveren voor het menswelzijn. Voorbeelden van ecosysteemdiensten zijn de natuurlijke bestuiving van bloemen en planten door wilde insecten of de klimaatregeling (Departement Omgeving, Vlaamse Overheid, 2019).

Ecosysteemdiensten van de bodem:

- Rechtstreeks levert de bodem ons eten, vezels en olie, we halen er grondstoffen uit, het is de plaats waar we onze woningen in funderen, het is een belangrijke bron voor medicijnen zoals antibiotica. In de bodem wordt er ook begraven en we vinden er onze cultuur en geschiedenis in terug (FAO, 2015).
- Onrechtstreeks kan de bodem CO2 opslaan, water reinigen, aan klimaatregulatie doen, overstromingen tegenhouden, het is de habitat voor veel levende organismen zoals planten, micro- en macro-organismen en het is daar waar het bodemvoedselweb en de nutriëntencycli hun aanvang kennen (FAO, 2015).

Ecosysteemdiensten van de bodem
(FAO, 2015)



SDG's

Gezonde bodems zijn de basis van maar liefst 11/17 van de Sustainable Development Goals (SDG's) tegen 2030.

- **Productie van eten:** Voorlopig is 95% van ons eten afkomstig uit de bodem. Tegen 2050, zullen we met 9 biljoen mensen op Aarde zijn. Om iedereen te kunnen voeden, zal onze landbouwproductie met 60-100% moeten verhogen, vooral in ontwikkelingslanden.
- **Inkomsten:** Een groot percentage van bodems zijn de enige mogelijke bron van inkomsten voor familiale landbouwbedrijven. In Azië is dit 85% van de bodems.
- **Biodiversiteit:** 1/4 van alle soorten organismen op Aarde leven in de bodem. Een reductie van de bodemgezondheid betekent ook de verwoesting van levende soorten en ecosystemen.
- **Klimaatverandering:** Gezonde bodems zijn de grootste stockageplaats van CO₂ en CH₄ van de planeet. Aangetaste bodems zorgen voor het omgekeerde, namelijk koolstofemissie. Vandaag telt deze emissie al voor 10% van alle broeikasgassen, en er wordt verwacht dat dit 30% is tegen 2050 als er niets verandert.
- **Vervuiling:** Vervuiling van de bodem kan zich verspreiden, hetzij door erosie, door waterfiltratie, of via het eten dat de bodem produceert. Bodemvervuiling is tegelijk vervuilend voor de oceaan, voor grondwater, voor de lucht en voor ons.

(FAO, 2015; Reid and Greene, 2012)



SDG's die rekenen op gezonde bodems (UNep, 2019)

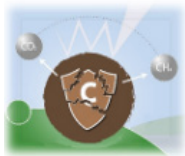
5.1.7 Bodemaantasting

Definitie

Bodemaantasting is de verandering van de bodemgezondheidstoestand, met als gevolg een verminderde capaciteit om goederen en diensten te leveren aan het ecosysteem waar het deel van uitmaakt (FAO, 2019).

Soorten

Er bestaan 9 types bodemaantasting. Ze zijn niet uitsluitend en vaak zijn ze elkaars gevolg (Stolte et al., 2016):



Verlies van organische koolstof

Een gezonde bodem heeft een koolstof-stikstofverhouding (C:N ratio) van 24:1. Koolstof is het organisch gedeelte en stikstof het minerale. De verhouding is belangrijk om microbiële activiteit in stand te houden (USDA, 2011).

Mineralisatie betekent de verhoging van stikstof, zoals er gebeurt bij de toevoeging van synthetische meststof aan de bodem (USDA, 2011). Dit maakt dat voedingsstoffen in grotere hoeveelheden en sneller beschikbaar zijn voor planten, maar het veroorzaakt een onevenwicht van het C:N-ratio in de bodem en is daarom ongunstig voor micro-organismen (Stolte et al., 2016).

Het beïnvloedt de vruchtbaarheid van de bodem en speelt een grote rol bij de klimaatverandering. De bodem is de grootste CO₂ stockageplaats van de planeet (FAO, 2019)



Onevenwicht van nutriënten

Het bemesten van de bodem gebeurt vaak in verkeerde proporties (FAO, 2019). Dat levert onevenwichtige verhoudingen op van micro- en macro nutriënten als stikstof, fosfor, en kalium, magnesium of ijzer (Brussaard and Govers, 2016).

Overbemesting werkt vervuilend op de bodem en heeft een negatieve impact op het broeikas effect. Onderbemeste bodems zijn minder vruchtbaar (FAO, 2019).



Erosie

Erosie van de bovenste laag van de bodem gebeurt natuurlijk door wind en water. Het is door menselijke activiteiten zoals ontbossing, overgrazing, land nivellering en grondbewerking dat deze erosie 1000 keer sneller gebeurt. Elk jaar erodeert er ongeveer 0.9 mm van

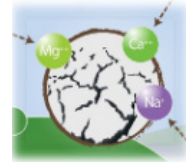
(Afbeeldingen afkomstig van FAO, 2019)

de bodemlaag, maar het duurt 1000 jaar voor de formatie van 2-3 cm nieuwe bodem (Brussaard and Govers, 2016; FAO, 2019).

Indien de erosiesnelheid zo blijft, zal bodemerosie tegen 2050 leiden tot een vermindering van 10% van het totaal jaarlijks productiepotentieel van voeding en grondstoffen (FAO, 2019).

Verzilting

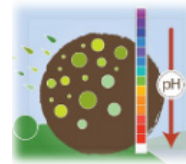
Verzilting komt door wateroplosbare zouten die achterblijven op het land na de uitdroging van het water waarin ze zich oorspronkelijk bevonden. Deze zouten zijn o.a. kalium, magnesium, calcium of chloor. Het kan optreden wanneer zilt water uit de bodem stijgt of wanneer irrigatiewater snel verdampt. De zeespiegelstijging is een bijkomende factor (Brussaard and Govers, 2016; FAO, 2019).



Het heeft een negatieve impact op productiviteit en plantengroei (FAO, 2019).

Verzuring

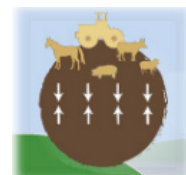
De bodem heeft gewoonlijk een pH tussen 6-8. Wanneer de pH daalt onder 5.5 wordt er gesproken over verzuring. Het kan zowel optreden op de bovenste lagen van de bodem als in de onderste (FAO, 2019). De belangrijkste oorzaken van verzuring zijn langdurige regenval, overbemesting met meststoffen op basis van ammonium, ontbossing en landbouwpraktijken die na oogst alle gewasresten verwijderen (FAO, 2019).



De gevolgen van verzuring zijn verwoestend voor bepaalde plant en diersoorten en micro-organismen. Dit kan ook weer leiden tot de deterioratie van ecosystemen (Soil Quality, 2019).

Inklinking

4% van alle bodems zijn naar schatting ingeklonken (FAO, 2019). Inklinking is de verdichting en vervorming van de bodem (Stolte et al., 2016). De twee belangrijkste oorzaken van inklinking zijn slechte landbouwmanagement praktijken (80%) en overbegrazing (16%) (FAO, 2019).



Een toename in dichtheid en een afname in porositeit belemmert de penetratie van plantenwortels, water en gassen. Dit leidt tot slecht functionerende bodems die de opbrengst tot 60% kunnen doen dalen (FAO, 2019).



Verlies aan biodiversiteit

De bodem is een ecosysteem op zich. 25% van de biodiversiteit op Aarde schuilt in de bodem in de vorm van planten, micro-organismen, insecten en kleine zoogdieren (FAO, 2019; Stolte et al., 2016).

Biodiversiteitsverlies kan zowel in kwantiteit als in variëteit gebeuren (Stolte et al., 2016).

Meestal is het gerelateerd aan andere vormen van bodemaantasting zoals erosie, verzilting, vervuiling en verdichting (Stolte et al., 2016).

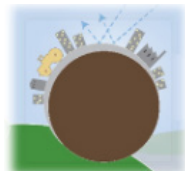
Een verlies aan biodiversiteit in de bodem belemmert de capaciteit van de bodem om ecosysteemdiensten te leveren, een optimale nutriëntencyclus te hebben en koolstof vast te houden (broeikas effect) (FAO, 2019).



Vervuiling

Men spreekt van vervuiling wanneer contaminerende stoffen zoals zware metalen, pesticiden of aromaten in de bodem belanden (FAO, 2019). De drie grootste redenen van bodemvervuiling zijn door schadelijke landbouwpraktijken, zoals het gebruik van chemicaliën als pesticiden, overstromingen en luchtvervuiling (FAO, 2019; Stolte et al., 2016).

Vervuiling is niet alleen slecht voor de gezondheid van het bodemecosysteem. De toxische stoffen in de bodem zijn zowel rechtstreeks als onrechtstreeks (via ons eten en ons water) schadelijk voor onze gezondheid (FAO, 2019).



Verzegeling

Met verzegeling bedoelt men de permanente bedekking van het bodemoppervlak met waterdichte materialen.

De uitbreiding van onze menselijke activiteiten kost de aarde 17 ha per minuut aan bodemoppervlakte (FAO, 2019).

De gevolgen van verzegeling zijn een volledige blokkering van alle ecosysteemdiensten dat de bodem kan voor dienen, zoals CO₂ sequestratie, voedselproductie, waterfiltratie, enzovoort (FAO, 2019).



1/3 van alle bodems op Aarde is matig tot zwaar aangetast (eigen afbeelding)

Omvang

Al 33% van alle bodems op Aarde zijn matig tot zwaar aangetast door de mens (FAO, 2019; Palm et al., 2007). Gebieden met zware schade bevinden zich vooral in agrarisch-afhankelijke landen (Gupta, 2019).

Bodems zijn een schaars middel. Het duurt 1000 jaar voor de formatie van 2-3 cm bodem (FAO, 2019). Maar bodems zijn herstelbaar. Daarom moet bodemaantasting, samen met klimaatverandering, erkend worden als een van de meest dringende problemen die afkomen op de mensheid (Gupta, 2019).

5. 2 Mens en bodem

5. 2. 1 Bodemsanering

Wat is bodemsanering

Bodemsanering is het proces van het schoonmaken van **verontreinigde** bodems en meestal ook het grondwater onder de bodemlaag. Deze verontreiniging is vaak toxisch van aard en aldus gevaarlijk voor de gezondheid van de mens en het ecosysteem, Er bestaan verschillende technieken om aan bodemsanering te doen.

Waarom bodemsanering?

Er wordt telkens meer en meer aandacht besteed aan het milieu, de conservatie ervan en de verduurzaming van onze samenleving. We beseffen dat de vervuiling van onze bodems geen goede zaak is en dat dit een negatieve invloed heeft op o.a. de kwaliteit van ons drinkwater, onze voeding en op onze gezondheid. In veel landen, zoals in België, is het namelijk verplicht om een goedgekeurd bodemattest te bezitten voor de eigen grond.

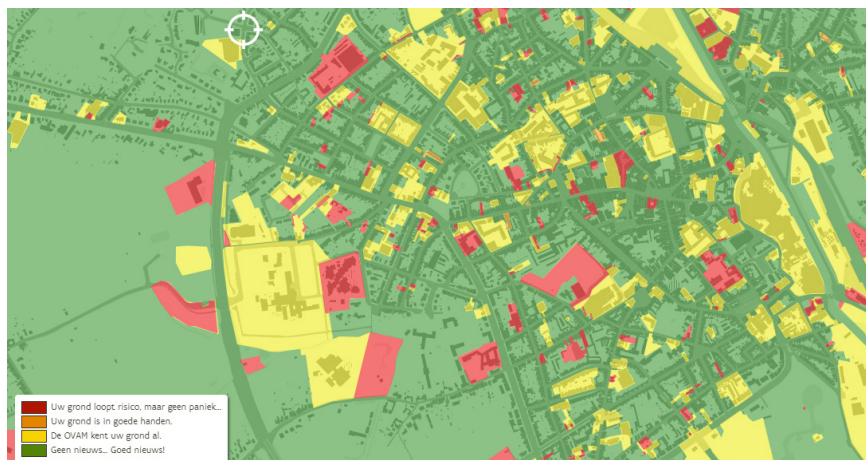
De Grote Grondvraag

In België, lanceerde de Openbare Vlaamse Afvalstoffenmaatschappij (OVAM) recent een actie genoemd De Grote Grondvraag. Het gaat om een communicatiecampagne met als doel het informeren, activeren en sensibiliseren van de bevolking over het belang van een propere bodem.

De Grote grondvraag tracht ook tegen 2028 alle historische bodemcontaminatie van Vlaanderen in kaart te hebben gebracht om de



Logo De Grote Grondvraag (OVAM, 2019)



Landkaart met verontreinigingen van De Grote Grondvraag (OVAM, 2019)

5. 2. 2 Saneringsmethodes

Overzicht

In de volgende tabel zijn de meest voorkomende bodemsaneringsmethodes opgedeeld volgens de aard van het proces (thermisch, chemisch en fysisch-chemisch).

	NAAM	OMSCHRIJVING	VOORDELEN	NADELEN
TERMISCH	<i>Verbranding</i>	Vernietiging van de bodem door temperaturen dichtbij de 1000°C	<ul style="list-style-type: none"> Kan 100% van de verontreiniging verwijderen Kan grote sites aanpakken 	<ul style="list-style-type: none"> Schadelijk voor de atmosfeer Kostelijk
	<i>Thermische desorptie</i>	Toegenomen stoomdruk	<ul style="list-style-type: none"> Tot 95% verwijdering Milieuvriendelijk 	<ul style="list-style-type: none"> Enkel voor vluchtbare stoffen
	<i>Verwarming op microgolf frequentie</i>	De verontreiniging vervluchtigen d.m.v. een omzetting van energie.	<ul style="list-style-type: none"> Tot 100% verwijdering Snel Relatief laag energieverbruik 	<ul style="list-style-type: none"> Verarmt de bodem Schadelijk voor onze gezondheid
CHEMISCH	<i>Chemische oxidatie</i>	Oxidatie van de stoffen d.m.v. chemicaliën	<ul style="list-style-type: none"> Stopt verdere dispersie Milieuvriendelijk 	<ul style="list-style-type: none"> Het doodt alle micro-organismen en planten
	<i>Electrokinetica</i>	Verontreiniging elimineren d.m.v. elektrische stroom	<ul style="list-style-type: none"> Snel Relatief goedkoop 	<ul style="list-style-type: none"> Niet effectief bij lage verontreinigingsgraden
FYSISCH-CHEMISCH	<i>Ultrageluid</i>	Microbellen breken de chemische verbindingen	<ul style="list-style-type: none"> Geen gebruik van schadelijke chemicaliën 	<ul style="list-style-type: none"> Kostelijk Hoog energieverbruik
	<i>Flotatie</i>	Stoffen sorteren op dichtheid door alles te doen drijven	<ul style="list-style-type: none"> Simpele technologie Lage kost 	<ul style="list-style-type: none"> Hoog waterverbruik Niet voor oude contaminanten
	<i>Extractie d.m.v. solvent</i>	Verdunnen a.d.h.v. een solverende stof	<ul style="list-style-type: none"> Tot 97% verwijdering Er bestaan 'groene' solventen 	<ul style="list-style-type: none"> Kostelijk Weinig interactie tussen bodempartikels
	<i>Extractie d.m.v. stoom</i>	Gecontroleerde luchttoevoer	<ul style="list-style-type: none"> Milieuvriendelijk Effectief indien doorlaatbaar Goed voor micro-organismen 	<ul style="list-style-type: none"> Afhankelijk van omgeving De bodem moet doorlaatbaar zijn

Bodem saneringsmethodes (vertaald van dos Santos and Maranhão, 2018; Lim, Lau and Poh, 2016)

Bodemsaneringsmethode bepalen

De juiste saneringstechniek zal gekozen worden aan de hand van enkele parameters (Heijmans N.V, 2015):

- Het type vervuiling
- Het type bodem
- Locatie en omstandigheden
- Gebruik van de bodem
- Budget

Zo is niet elke bodem geschikt voor een thermische aanpak of is de toxiciteit van de vervuilende stoffen in de bodem niet zo erg wanneer het stuk grond waar de bodem in ligt later bedekt zal worden met beton.

5.2.3 Bodembeheer

Definitie bodemonderhoud

En nauwgezette definitie is hier moeilijk te geven want het onderhoud van de bodem zal steeds in rechtstreekse verbinding staan met het gebruik dat we aan de grond willen geven. Zo zal het onderhoud van een voetbalveld bijvoorbeeld niet hetzelfde zijn als dat van een moestuin of van een bananenplantage.

Middelen gebruikt bij bodemonderhoud

We hebben het over drie grote groepen van producten die we nader zullen beschrijven:

- Pesticiden
- Meststoffen
- Bodemverbetersaars

1) Pesticiden:

Het woord pesticide is een verzamelterm voor stoffen die ongewenste “plagen” vermijden, verdelgen of intomen. Het kan hier vb. gaan om ongewilde insecten (insecticiden), onwelkome planten zoals onkruid (herbiciden) en ook fungi (fungiciden).

Pesticiden zijn giftig en schaden vaak meer dan alleen de doelgroep waartegen ze gebruikt worden. Blootstelling aan deze stoffen kan negatieve gevolgen hebben voor onze gezondheid.

2) Meststoffen:

In het algemeen bestaan meststoffen uit voedingsstoffen of nutriënten bedoeld voor de groei van planten. Er bestaan zowel organische meststoffen als kunstmeststoffen. De belangrijkste voedingsstoffen zijn koolstof en de macronutriënten zoals fosfor, kalium, sulfaat, calcium, magnesium en stikstof nitraat. Micronutriënten zijn ook wel belangrijk, maar die hebben planten maar in zeer kleine hoeveelheden nodig. Voorbeelden hiervan zijn: ijzer, koper, zink, nikkel, chloor, borium, mangaan, enz.

Bij de kunstmeststoffen zijn de mineralen van synthetische oorsprong. Zij zijn meteen beschikbaar voor opname door de planten. Organische meststoffen daarentegen zijn van natuurlijke oorsprong en moeten eerst afgebroken worden door micro-organismen vooraleer de mineralen opgenomen kunnen worden. We spreken hier over het mineralisatie proces. Organische meststoffen vermelden steeds de C:N ratio. Dit betekent de hoeveelheid koolstof (C) die gemineraliseerd kan worden tot stikstof (N). Voorbeelden van organische meststoffen zijn compost, bokashi, dierenmest, houtzaagsel, enz.

3) Bodemverbeteraars:

Deze producten verbeteren zowel de fysieke, scheikundige als biologische eigenschappen van de bodem.

- **Verbeterend voor de fysieke eigenschappen:** zij corrigeren vooral de structuur van de bodem zodat een betere wateropname en retentie mogelijk wordt. Voorbeelden: Lavameel, bodemontvriezers.
- **Verbeterend voor de chemische eigenschappen:** zij zorgen voor het reguleren van de zuurtegraad. Bijvoorbeeld kalk.
- **Verbeterend voor de biologische eigenschappen:** zij verrijken het bodemleven via de rechtstreekse toevoer van biologisch leven zoals vb. wormen en micro-organismen of door de toevoer van organisch materiaal dat dient als nutriënt voor de bestaande biologie. Voorbeelden: bodem inoculanten, mulch.

De tweezijdige focus van bodemonderhoud bij voedselproductie

A) Men legt de focus op kwantiteit:

De nadruk wordt hier gelegd op het verhogen van de voedselopbrengst en de snelheid ervan. Dit wordt mogelijk gemaakt door het creëren van “onnatuurlijke” omstandigheden zoals door het toevoegen van grote hoeveelheden kunstmeststof. Als gevolg scheidt dit echter een omgeving die veel plagen aantrekt, die dan op hun beurt weer moeten geëlimineerd worden met pesticiden. Deze pesticiden zorgen vervolgens voor een verminderde efficiëntie van planten om nutriënten op te nemen en dan is er alweer meer kunstmeststof nodig om planten efficiënter te maken. En zo gaat deze nadelige kringloop oneindig door.

Nog een typisch gebruik bij de focus op kwantiteit is de gen modificatie, om hierbij de productiviteit, de weerbaarheid tegen plagen, en de efficiëntie van planten te verhogen.

B) Men legt de focus op kwaliteit:

Centraal staat hier een gezonde voeding met een hoge nutritieve waarde. Aan de basis hiervan ligt een gezonde, evenwichtige omgeving die het voortbrengen van robuuste planten mogelijk maakt. Dit soort bodemonderhoud is uiteraard veel moeilijker te bereiken aangezien er veel factoren komen bij kijken die men niet altijd zelf in de hand heeft zoals de kwaliteit van het water en de lucht, de biodiversiteit rondom, de bodemkwaliteit, enz

5. 2. 4 Ecologische Landbouw

Definitie

In een gevatte definitie beschrijft Greenpeace International ecologische landbouw als volgt (Tirado, Baker and Kramb, 2015):

Ecological Farming ensures healthy farming and healthy food for today and tomorrow, by protecting soil, water and climate, promotes biodiversity, and does not contaminate the environment with chemical inputs or genetic engineering.

Vergelijking met conventionele landbouw

Landbouw beslaat meer dan een derde van het wereldwijde landoppervlak (Reid and Greene, 2012; Tirado, Baker and Kramb, 2015) zodanig dat de effecten van de verschillende soorten landbouw een veelbesproken thema is .

Laten we een paar typische kenmerken onder de loep nemen:

Daar waar ecologische landbouw zich baseert op het toepassen van natuurlijke processen en materialen , steunt de traditionele manier op het gebruik van synthetische meststoffen en toxische chemicaliën. Deze praktijken hebben er globaal toe geleid dat er een sterke daling van de biodiversiteit en van de natuurlijke vruchtbaarheid van bodems ontstaan is. Residuen van pesticiden in de grond, het water en de voeding zijn vaak ook schadelijk voor de menselijke gezondheid en voor terrestrische en aquatische ecosystemen.

Ecologische agricultuur daarentegen bevordert de bodem fertiliteit, conserveert de natuurlijke habitatten en respecteert de biodiversiteit. Praktijken zoals een gevarieerde gewasrotatie, een grote verscheidenheid aan gewassen, natuurlijke bestrijding tegen schadelijke dieren en schimmels en het gebruik van biologische meststoffen spelen hierbij een grote rol.

Verder wordt er in de traditionele landbouw ook vaak gebruik gemaakt van genetisch gemanipuleerde gewassen met het oog op een optimale productie. Vanuit dit perspectief is het natuurlijk waar dat dergelijke methoden effectiever zijn. Maar dit is niet het volledige verhaal van het grotere agro-ecosysteem. Deze praktijken bedreigen de biodiversiteit van natuurlijk ontwikkelde variëteiten die zich gedurende duizenden jaren steeds opnieuw aangepast hebben aan wijzigende omstandigheden en op die manier veel resistenter zijn dan hun gemanipuleerde verwanten. De verarming van deze soortenrijkdom zou eventueel voor problemen kunnen zorgen in de voedselproductie, bij de steeds toenemende klimaat wijzigingen.

Als laatste vergelijkingspunt vermelden we nog de emissie van broeikasgassen die bijdragen tot de klimaat wijziging. Traditionele landbouw leidt vooral tot een hogere uitstoot van stikstof oxide (N₂O) via het gebruik van kunstmest en dierlijk mest. Ecologische landbouw daarentegen zorgt voor een matiging van deze emissies via het opbouwen van koolstof rijke bodems die gaan functioneren als een “carbon sink”, waar meer koolstof opgenomen wordt dan afgegeven

Soorten

Alhoewel de begrippen ecologische, organische en natuurlijke landbouw vaak door elkaar gebruikt worden, gaan we even kijken naar de verschillende manieren van cultiveren binnenin het ecologisch concept.

Organic Farming

Het woord “organic” is in deze context beschermd en mag enkel gebruikt worden voor het beschrijven van producten die het Europese organic trademark, het EKO trademark of het Ecocertlabel dragen. Al deze producten werden organisch gekweekt en dat betekent:

- Geen gebruik van chemische pesticiden
- Geen gebruik van artificiële meststoffen
- Geen gebruik van genetisch gemodificeerde zaden
- Een verantwoordelijk gebruik van energie en natuurlijke grondstoffen.

Verder zijn er ook nog richtlijnen te volgen i.v.m. dierenwelzijn, fairtrade, milieu vriendelijkheid, verpakkingen en sociale aspecten (Permaculture Visions, 2018).

Ecological Farming

Ecological farming lijkt op organic farming maar gaat een stap verder aangezien hier met het volledige ecosysteem rekening gehouden wordt, in overeenstemming met de natuurlijke levenscycli. Zo zal bijvoorbeeld de ecologische boer compost maken van zijn afval. Andere typische kenmerken zijn ook (Tirado, Baker and Krumb, 2015):

- Minimalisering van afval productie
- Het recyclen van afval
- Het planten van vegetatie rond de gewassen voor het welzijn van bijen, vogels, enz.

De boeren die ik interviewde zoals Miguel González de bananenboer en de bioboer Johan D'hulster van de boerderij de Akelei kunnen zich vinden onder deze groep.

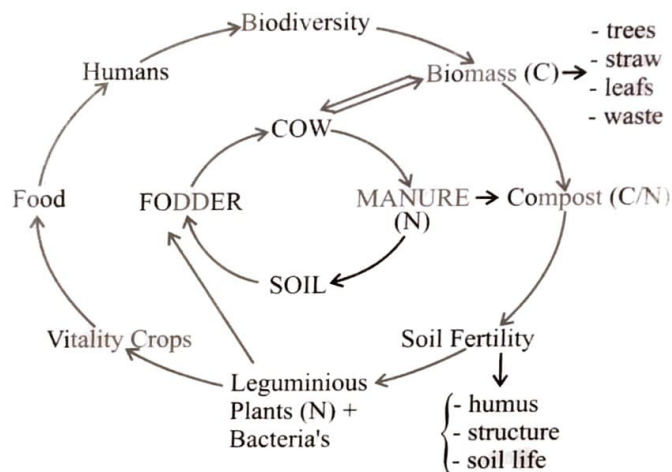


Het EKO trademark logo
(Permaculture Visions, 2018)

Onderaan is een schema uit één van de boeken over ecologische agricultuur van de bioboer Johan D’hulster, Aavartansheel Kheti (2014). Op het schema is te zien hoe er verwezen wordt naar de agricultuur als een cyclus met essentiële stappen die elkaar allemaal beïnvloeden. Meststof van goede kwaliteit zal een positieve invloed hebben op de bodem, de planten, het bodemleven en op de bemesters.

That completes the cycle and allows qualitative growth.

Cyclus biolandbouw
(Singh and D’hulster, 2014)



Permacultuur

Bij permacultuur, net zoals bij organic farming wordt er geen gebruik gemaakt van chemicaliën, maar er zijn wel fundamentele verschillen betreffende de soort van gewassen die gekweekt worden. Veel organische boeren houden het vooral bij jaarlijkse gewassen zoals rijst, mais, de meeste soorten groenten en peulvruchten. Bij permacultuur kiest men voor het kweken van vaste planten of meerjarige planten. Vandaar dat deze vorm van landbouw ook wel de benaming “lazy farming” krijgt. Vijandig tegenover monokultuur, worden verschillende gewassen gegroepeerd om elkaar wederzijds in hun bestaan te kunnen helpen. Permacultuur is een manier om een ecosysteem te creëren zodanig dat planten én dieren hun plaats en functie krijgen zelfs met inbegrip van plagen, want die voeden de goedaardige insecten die op hun beurt de plagen weer zullen controleren. Organische insecticiden, pesticiden en herbiciden zijn hier dan ook volledig uit den boze (Permaculture Visions, 2018).

Nog een belangrijk kenmerk van permacultuur is de bewerking van de bodem. In plaats van de grond jaarlijks om te spitten, wordt dit meestal maar één keer gedaan waarna men overgaat tot het bedekken van de grond met beschermende en voedende componenten zoals schorssnippers en in-situ compost (Permaculture Visions, 2018).

Natural Farming

Natural Farming werd opgericht door de Japanse landbouwer/filosoof Masanobu Fukuoka (1913-2008) en beschreven in zijn boek *The One-Straw Revolution*. Opnieuw zijn er veel overeenkomsten met andere organische of ecologische landbouwmethoden, maar hier vermelden we de belangrijkste verschillen (Pradesh et al., 2018):

- Daar waar organic farming nog steeds gebruik maakt van organische chemicaliën, pesticiden, meststoffen en bereide compost, gebruikt natural farming enkel zuivere mest van dieren en ruwe compost die door de natuur daarna zelf ontbonden wordt.
- Ontbinding van organisch materiaal door microben en wormen op het bodem oppervlak zelf, wordt aangemoedigd. Mettertijd zorgt dit op zijn beurt voor extra voedingstoffen.
- Fundamentele agro praktijken zoals ploegen, spitten, wieden, bemesten, snoeien enz. worden achterwege gelaten, net zoals in een natuurlijk ecosysteem.
- In vergelijking met organic farming wat nog vrij duur is door het gebruik van meststoffen en daarnaast vaak nog een ecologische impact heeft op de omgeving, gaat het hier om een vorm van cultiveren die low-cost is en totaal aangepast is aan de lokale biodiversiteit. Het bekendste model hiervan is de zero budget natural farming (ZBNF), dat vaak in Indië toegepast wordt.

Korean Natural Farming

Een sub-soort van natural farming, dat voor ons van belang is gezien hun typisch gebruik van de *trampa de arroz*, is de Korean natural farming (KNF). Hier gaat het om een zelfvoorzienend landbouwsysteem waarbij inheemse micro-organismen, bacteriën, schimmels, nematoden en protozoa gekweekt worden om arme gronden te saneren. Er is namelijk een symbiotische relatie tussen planten en nuttige micro-organismen. Deze organismen zetten voedingsstoffen om in een vorm die de plant kan opnemen. Op hun beurt zorgen de planten weer voor voedsel voor de micro-organismen. Dit type gesloten kringloopsysteem maximaliseert het gebruik van middelen op de boerderij, recycleert landbouwfval en minimaliseert tegelijkertijd de externe input. KNF is een veelzijdig systeem dat zich aanpast aan lokale omstandigheden (Keliikuli et al., 2019; Reddy, 2011).

5.3 Micro-organismen

5.3.1 In de geschiedenis

Ontdekking

Micro-organismen werden ontdekt door de engelsman Robert Hooke en nederlander Antoni Van Leeuwenhoek rond 1676. Dit deden ze met zelfgemaakte microscopen die een augmentatie konden uitvoeren van 25-maal tot 250-maal de ware grootte (Gest, 2004).

Stigma

Na de ontdekking van micro-organismen, maakte de geneeskunde gigantische vooruitgangen. Micro-organismen konden gelinkt worden aan allerlei dodelijke ziektes en infecties, zoals de zwarte pest en tuberculosis. Men leerde om deze te vermijden dankzij de introductie van steriliteit en ontsmetting. Er zijn in de geschiedenis ontelbaar veel levens gered door de ontdekking van deze desinfectiemethodes die tot op de dag van vandaag standaardnormen zijn bij bijvoorbeeld ziekenhuizen en in de voedselsector (Gest, 2004).

...Maar gaan we er soms te ver in? Waarom roept de term *microben* afschuw en schrik op?

Niet alle micro-organismen zijn pathogenen. Integendeel, slechts 1% van alle micro-organismen waarvan we de functies van kennen zijn schadelijk voor de menselijke gezondheid (Nat Rev Microbiol, 2011). Zonder micro-organismen was leven op Aarde onmogelijk (Reid and Greene, 2012)!



Steriele werkomgeving in ziekenhuizen (Klin Institute, 2019)

5.3.2 In het algemeen

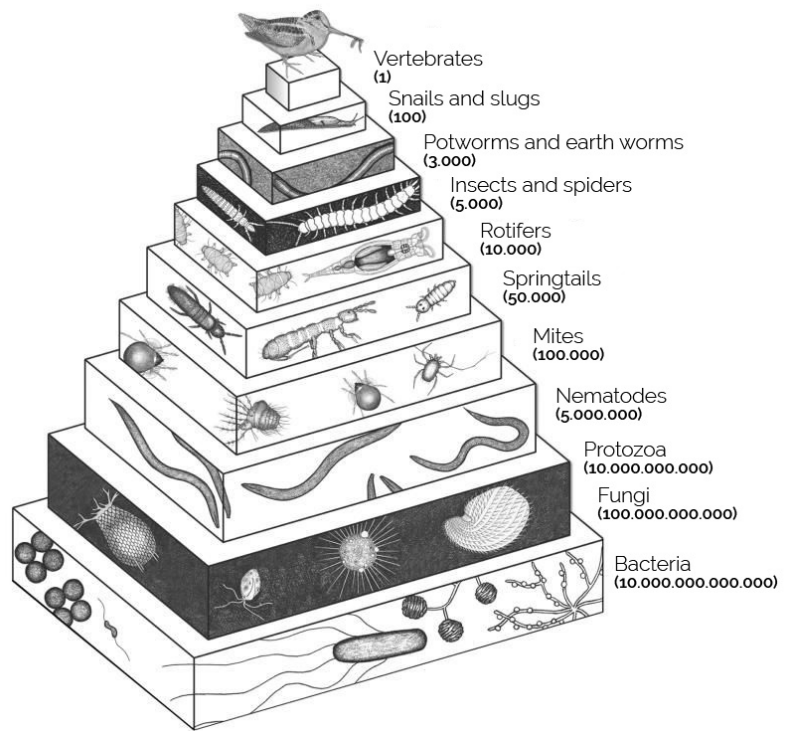
Wie zijn ze?

Locey en Lennon citeren in hun artikel: *“micro-organismen zijn de meest voorkomende, wijd verspreide en metabolisch, taxonomisch en functioneel diverse organismen op Aarde.”*

Er bestaan naar schatting tussen 2-3 biljoen tot één triljoen verschillende soorten micro-organismen. Dat betekent dat onze kennis over micro-organismen nog geen 0.001% van het geheel voorstelt (Locey and Lennon, 2016).

Ze representeren 60% van alle biomassa van de planeet en ze liggen aan de basis (en het einde) van de voedselpiramide (Reid and Greene, 2012).

Voedselpiramide per kleine vertebraten (UCI, 2004)

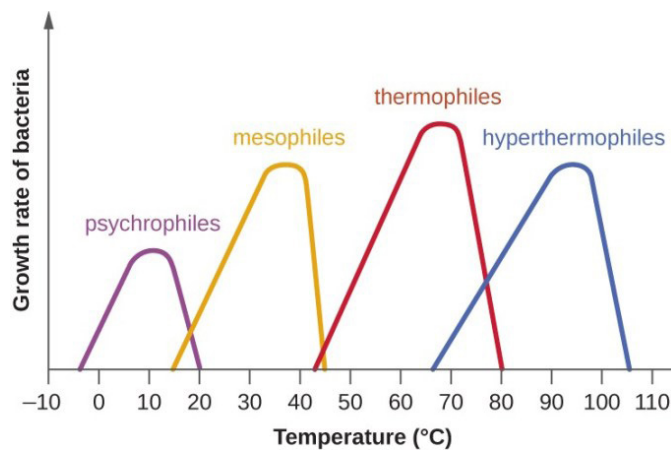


Classificatie

Micro-organismen zijn overal te vinden. In ons, aan ons en rond ons. Ze bezitten verschillende eigenschappen dat het mogelijk maakt voor hen om in verschillende omgevingen te kunnen overleven en zich te vermenigvuldigen (Husdungan, 2019).

TEMPERATUUR

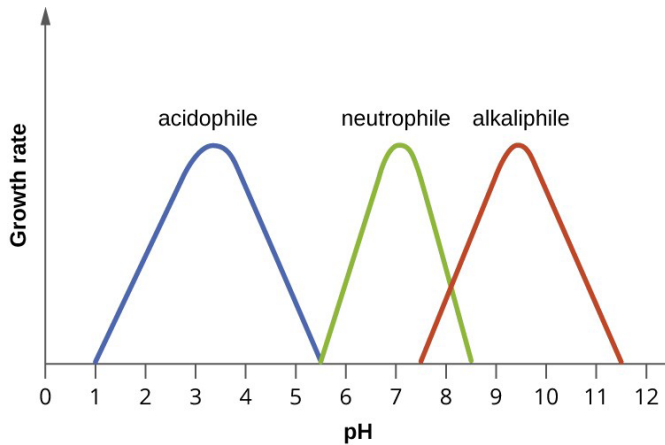
- Psychrofielen (<10 - 20 °C)
- Mesofielen (15 - 45 °C)
- Thermofielen (42 - 80 °C)
- Hyperthermofielen (65 - >100 °C)



Grafiek classificatie van micro-organismen op temperatuur (Lumen, 2019)

pH

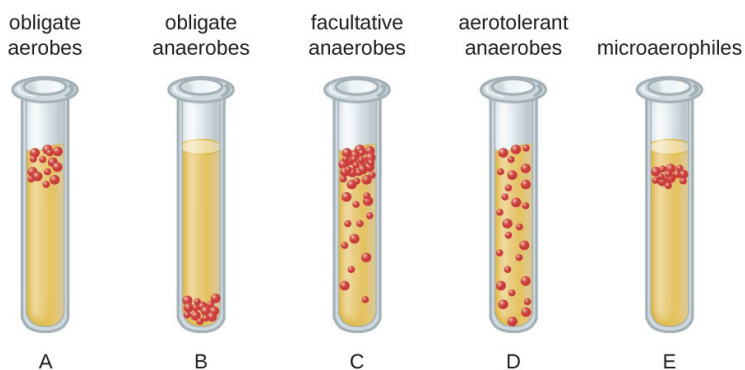
- Acidofielen (<1-5.5 pH)
- Neutrofielen (5.5 - 8.5 pH)
- Alkalifiel (7.5 - >11.5)



Grafiek classificatie van micro-organismen op zuurtegraad (Lumen, 2019)

ZUURSTOF

- **Obligate aeroben:** Kunnen enkel groeien in de aanwezigheid van zuurstof. In vloeistof drijven ze aan de oppervlakte waar er het meeste lucht is.
- **Obligate anaeroben:** Kunnen enkel groeien als er geen zuurstof is. In vloeistof zakken ze naar de bodem, waar de zuurstofwaardes het laagste zijn. Het grootste deel van de pathogenen zijn obligate anaeroben, zoals onderhuidse infectie-veroorzakende bacteriën.
- **Facultatieve anaeroben:** Kunnen groeien in beide condities: met of zonder zuurstof. Ze hebben de neiging om zich als aeroben te gedragen.
- **Aerotolerante anaeroben:** Gedragen zich anaerobisch maar zuurstof belemmert hun groei niet.
- **Microaerofielen:** Hebben zuurstof nodig, maar slechts in concentraties van 21%.



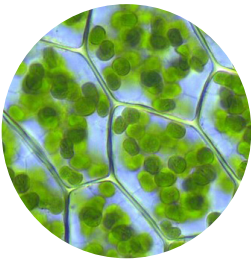
Grafiek classificatie van micro-organismen op aanwezigheid van zuurstof (Lumen, 2019)

5. 3. 3 Bodem micro-organismen

Soorten en functies

Een gezonde bodem heeft een temperatuur van 18-30 °C en een pH van 6-8 (UCI, 2004). Dat betekent dat er vooral mesofielen, thermofielen en neutrofielen in de bodem zitten. In de bodem gebeuren er zowel reacties met als zonder zuurstof (D'hulster 2019, persoonlijke communicatie) (met een meerderheid aan processen met zuurstof, want micro-organismen hebben eerder de neiging om zich aeroob te gedragen) (Husdungan, 2019)

Verder vermelden we er 6 grote soorten bodem micro-organismen en hun functies:



FOTOTROPISCHE BACTERIËN

Ze benutten licht als energiebron en CO₂ als koolstofbron. Ze zijn belangrijk voor de koolstof wisseling tussen de atmosfeer en de bodem. Zij krijgen CO₂ toegevoerd door de wortels van planten en geven nutriënten terug in de plaats. Bijvoorbeeld: cyanobacteria en algen (Csotonyi et al.).



MELKZUUR BACTERIËN

Ook lactobacillen genoemd. Ze onderdrukken andere, schadelijke micro-organismen en bevorderen een snelle afbraak van organisch materiaal. Het zijn anaerobe micro-organismen die men gebruikt voor gefermenteerde producten waarvan het bijproduct melkzuur is, zoals bij yoghurt (EMRO, 2019).



GISTEN

Vervaardigen anti-pathogene stoffen voor plantengroei. Hun stofwisselingsproducten, o.a. vitamines en antioxidanten, zijn voedsel voor actinomyceten en melkzuurbacteriën. Gisten zijn anaeroob en wij gebruiken ze voor het maken van gefermenteerde producten waarvan alcohol het bijproduct is, zoals bij bier (EMRO, 2019).

ACTINOMYCETEN

Onderdrukken schadelijke schimmels en bacteriën. Actinomyceten zijn eerder bekend voor de aanmaak van antibiotica. Het zijn de kleinste bacteriën in de bodem en gedragen zich als schimmels omdat ze draadvormige kolonies vormen (Gavrish et al., 2008).



MYCORRHIZAE FUNGI

Ze helpen planten aan moeilijk bereikbare nutriënten te komen door zich aan de oppervlakte van hun wortels te bevestigen. Ze vormen capillaire netwerken die planten met elkaar kunnen verbinden. Men noemt dit fenomeen het 'plant web'. Ze zorgen voor een betere waterretentie in de bodem (Lowenfels et al., 2014).



NEMATODEN

Worm-achtige micro-organismen. Ze produceren stikstof door het 'bemesten' van bacteriën en schimmels en onderdrukken pathogene micro-organismen. Er bestaan ook pathogene nematoden, maar deze zijn in de minderheid (Lowenfels et al., 2014).



Wist je dat...

...de bodem het darmstelsel van de planten is?

Consortiums van micro-organismen die samenwerken in een bepaalde medium worden 'microbiomen' genoemd. Het microbiom aan de wortels van de planten, de rhizosfeer, wordt het rhizobioom genoemd. Het rhizobioom is zeer rijk aan stofwisselende en -afbrekende micro-organismen (dos Santos and Maranhão, 2018).

Onze darmen zijn ook vol leven, en tonen een grote gelijkenis met het rhizobioom. Zowel onze darmflora als de bodem micro-organismen zorgen voor metabolische processen, reguleren essentiële voedingsstoffen en werken ziekteverwekkend. (Ramírez-Puebla et al., 2012).



(Edwards, 2019)

5. 3. 4 Micro-organismen en de klimaatcrisis

De ongeziene meerderheid

Lang vóór de komst van de mens, leefden er reeds micro-organismen op onze planeet. Wij vinden ze terug in alle mogelijke habitatten waar grotere organismen eveneens aanwezig zijn. Bovendien zijn zij de enige levensvormen die men aantreft in “extreme “ milieus, maar ook diepe ondergrondse ecosystemen zoals aquifers, mijnschachten en de oceanische korst maken deel uit van hun terrein (Cavicchioli et al., 2019).

Meer nog: De microbiële wereld ondersteunt het bestaan van alle hogere trofische levensvormen. Zij constitueren onze “ongeziene meerderheid” (Cavicchioli et al., 2019).

Wij weten dat de huidige klimaat wijzigingen een invloed hebben op het meeste leven hier op Aarde. Daar micro-organismen voor ons blote oog onzichtbaar zijn, zijn zij echter zelden het focuspunt van studies hieromtrent. Het is niettemin van uiterst belang om grondig te onderzoeken welk effect deze organismen kunnen hebben op de klimaat wijziging, maar ook hoe zij op hun beurt zelf beïnvloed worden door deze wijzigingen. Om het met de exacte woorden van de wetenschapper uit te drukken (Cavicchioli et al., 2019):

“Unless we appreciate the importance of microbial processes, we fundamentally limit our understanding of Earth’s biosphere and response to climate change and thus jeopardize efforts to create an environmentally sustainable future.”

CTA: Call to action

“Hoewel micro-organismen cruciaal zijn bij het reguleren van klimaatverandering, vormen ze zelden de focus van studies over klimaatverandering en worden ze niet meegenomen in beleidsontwikkeling”

(Cavicchioli et al., 2019)

5.3.5 Bio-technologie

Wat

Bio-technologie is de sector en het studiegebied dat gebruik maakt van biologische research en technologieën gebaseerd op levende organismen voor de ontwikkeling van innoverende producten (Bartoszek et al., 2006).

Bio-technologie kan ingedeeld worden in:

- **Groene biotechnologie:** innovaties voor landbouw processen. Bijvoorbeeld: Genetische manipulatie van planten met als doel het reduceren van pesticiden.
- **Rode biotechnologie:** innovaties in de gezondheidssector. Bijvoorbeeld: Het gebruik van stamcellen voor het aanmaken van nieuw weefsel.
- **Witte biotechnologie:** innovaties in industriële processen en milieu. Bijvoorbeeld, bioremediatie als een milieuvriendelijk bodemsaneringsproces.

(Bartoszek et al., 2006)

Voordelen

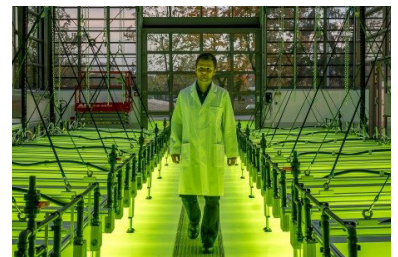
Het kan...:

- Vervuiling en verspilling reduceren
- Het gebruik van energie, grondstoffen en water beperken
- Zorgen voor voeding van hogere kwaliteit
- Nieuwe materialen en brandstoffen produceren uit afval
- Alternatieven aanbieden voor schadelijke chemische processen

(Bartoszek et al., 2006; Cavicchioli et al.)

Nadelen

- Het is een moeilijk studiegebied omdat de natuur vaak onvoorspelbaar is.
- Er is nog veel onwetendheid binnen deze sector. Bijvoorbeeld maar liefst 1% van functies van bodem micro-organismen zijn gekend tegenover 80% van de plantsoorten (Jeffery et al., 2010; Stolte et al., 2016).
- Biotechnologie kampt soms met ethische kwesties: *Is het moreel om levende organismen te gebruiken als producten? Brengt het modificeren van de natuur niet meer negatieve neveneffecten dan het positieve effecten met zich meebrengt?*



Bioreactor met algen voor de productie van bio-brandstof (Soundofscience, 2016)



Logo Monsanto en Bayer samen
(Bayer, 2020)

Spelers

Het is geen verrassing dat ook de grote multinationals in de landbouwsector op de “duurzame biotech” karretje springen. Het is opmerkelijk dat het vooral gaat om de bedrijven die de populairste pesticiden uitbrachten als Bayer en bedrijven die geïnvoluceerd zijn met biodiversiteit afbrekende genmodificaties als Monsanto.

Hun websites verwelkomen je met allerlei strategieën voor duurzaamheid en milieuvriendelijkheid d.m.v. het gebruik van nieuwe, belovende biotechnologische ontwikkelingen met micro-organismen. Bayer neemt uit met 125.000 bacteriële stammen te bezitten die ze aan het onderzoeken zijn voor de ontwikkeling van nieuwe producten. Ze hebben een interessant filmpje dat waar ze praten over de immense groei van de markt voor microbiële producten in de landbouwsector: <https://www.bayer.com/en/crop-science-innovations-agricultural-biologicals.aspx>

5. 3. 6 Bio-technologie en micro-organismen

Bijzondere eigenschappen

- Micro-organismen hebben een bijzonder aanpassingsvermogen voor nieuwe omstandigheden. Zo kunnen ze zich bijvoorbeeld specialiseren in het afbreken van toxische stoffen wanneer ze geïntroduceerd worden in een nieuw milieu (dos Santos and Maranhão, 2018).
- Ze kunnen overleven in de meest extreme omgevingen van druk, temperatuur, ligging, pH en toxiciteit (Crow, 2017).
- Veel micro-organismen gaan niet dood, maar komen terecht in een slapende staat (Remize, 2017).

Uitdagingen

- We moeten niet alleen leren wat micro-organismen kunnen betekenen voor klimaatoplossingen, maar ook hoe ze beïnvloed worden door klimaatverandering en andere menselijke activiteiten (Cavicchioli et al.).
- In plaats van micro-organismen te isoleren om ze te bestuderen, moeten er meer studies gebeuren omtrent de interrelaties die ze hebben (Kumar, Shahi and Singh, 2018).
- Er bestaan vandaag nog zeer veel wetten, normen en regulaties die ontwikkelingen op het vlak van microbiologie tegenhouden (Kelly et al., 2015).

6. Technologische analyse

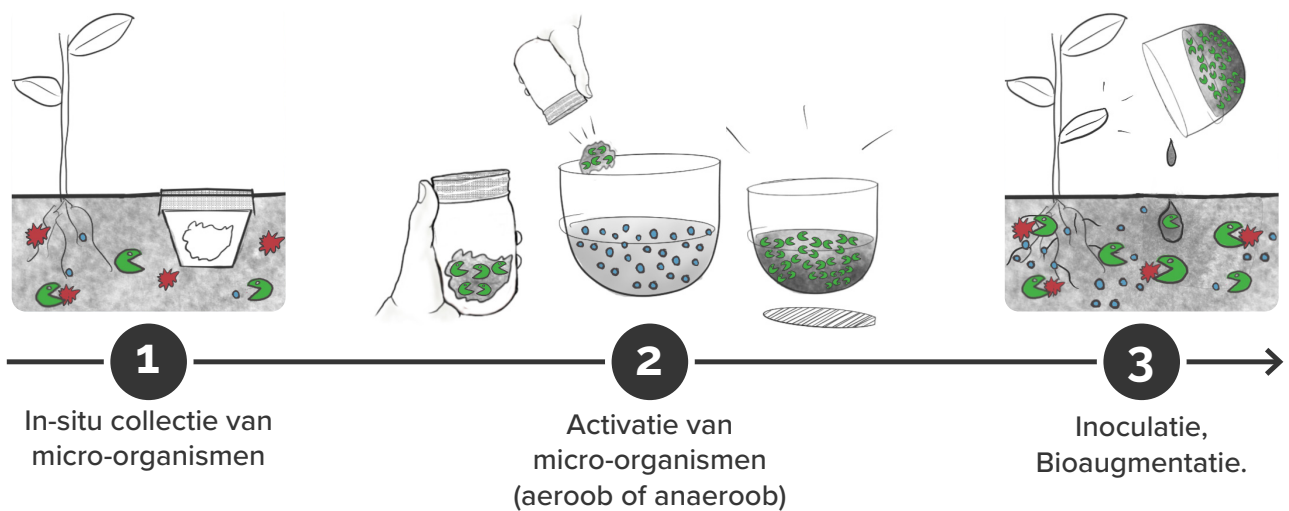
6.1 Werking

De stappen die er ondernomen worden om microbiële inoculant te verkrijgen met behulp van de trampa de arroz kunnen herleid worden tot wetenschappelijke begrippen.

Op de onderstaande figuur representeren de kleuren het volgende:

- rood = bodemvervuiling
- groen = micro-organismen
- blauw = nutriënten

Werkingsprincipe van de technologie
(eigen afbeelding)



6.1.1 In-situ micro-organismen collectie

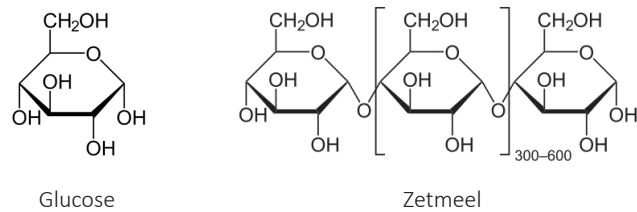
Het collecteren of 'kweken' van micro-organismen zoals er in de eerste stap gebeurt met de trampa de arroz kan gemakkelijk herleid worden naar een vaak voorkomende praktijk in het labo, namelijk micro-organismen kweken op petrischaaltjes. De interviews die ik aflegde bij experts van dit onderzoeksveld konden dit bevestigen.

Het verschil tussen beide situaties is dat de micro-organismen in het labo eerst worden afgezonderd en daarna worden gekweekt in een nieuwe omgeving. Bij de trampa de arroz worden de micro-organismen niet op voorhand geselecteerd en groeien ze ter plaatse (in-situ) in een natuurlijke omgeving (Epstein, 2013). Het koolhydraat wordt een microcosm van het microbiële bodemleven, m.a.w. een miniatuur representatie van de aanwezige micro-organismen in de bodem (Hara et al., 2019).



Micro-organismen gekweekt op een petri-schaal
(Vetinaire, 2019)

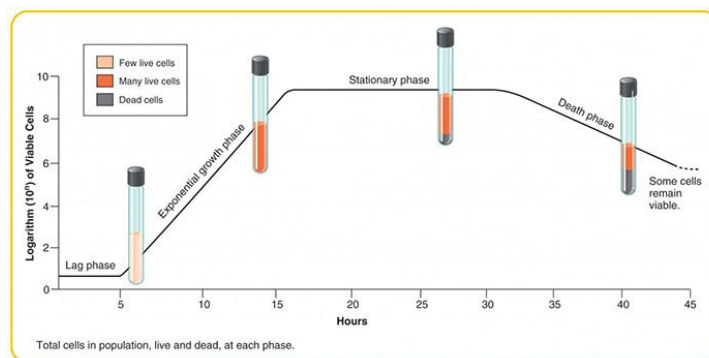
Chemische verbindingen van glucose (links) en zetmeel (rechts) (Selzer, 1998)



6. 1. 2 Activatie van micro-organismen

lets dat alle micro-organismen met elkaar gemeenschappelijk hebben is dat ze niet in grootte groeien, maar in aantal (Nandkishor, 2015). Om dat te doen hebben ze energie nodig in de vorm van ATP (adenosinetriphosfaat). ATP kan verkregen worden dankzij een activatiereactie. In deze reactie breken micro-organismen de toegevoegde ingrediënten af tot andere stoffen en komen er elektronen vrij waar ze dan energie kunnen uithalen (Mempin et al., 2013). De benodigde tijd voor micro-organismen om zich te vermenigvuldigen is afhankelijk van de omgeving en het type micro-organisme zelf (Murray, Pfaller and Rosenthal, 2005).

Micro-organismen groei bij een gelimiteerde hoeveelheid van nutriënten Y-as: aantal micro-organismen. X-as: tijd (Botany Studies, 2019)



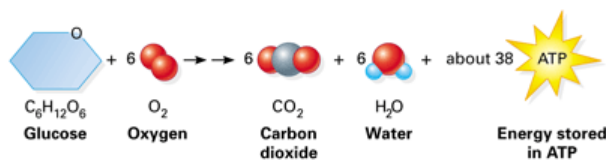
De vaakst gebruikte ingrediënten bij het vermenigvuldigingsproces na het collecteren van de micro-organismen met de trampa de arroz zijn melasse, suiker of mest (Kumar and Gopal, 2015). Deze organische stoffen of nutriënten zijn rijk aan glucose en/of zetmeel. Zetmeel is een polysaccharide dat bestaat uit lange glucoseketens (Verbruggen 2019, persoonlijke communicatie).

Bij de context analyse werden verschillende types micro-organismen besproken: de facultatieve aerobe micro-organismen (kunnen zowel in aerobe als in anaerobe condities voortleven, met een voorkeur voor aerobe) en de obligate aeroben en anaeroben (overleven enkel in een specifieke conditie). Er zijn twee manieren om een activatie reactie op te starten, aeroob en anaeroob. Dit zal een effect hebben op de types micro-organismen die vermenigvuldigd worden en de totale duur van de reactie (Nandkishor, 2015).

Aeroob: Oxidatie

Glucose reageert met zuurstof en produceert koolstof, water en +/- 38 eenheden ATP.

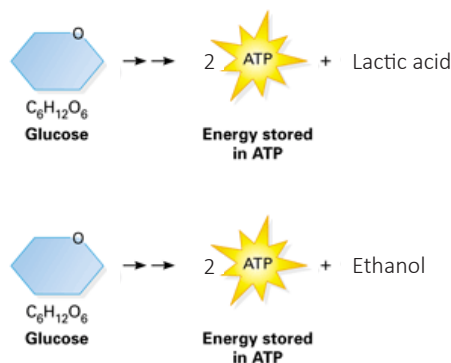
Dit resulteert in een snel afbraakproces. Obligate anaeroben worden uitgeschakeld (Murray, Pfaller and Rosenthal, 2005).



Oxidatiereactie van één glucose molecule (Caplan, 2019).

Anaeroob: Fermentatie

Fermentatie kan op verschillende manieren gebeuren. Er ontstaat telkens een bijproduct, zoals melkzuur of ethanol. Dit varieert per micro-organisme. Gisten doen aan een alcohol fermentatie en bepaalde schimmels en bacteriën aan de melkzuurfermentatie. Per glucose eenheid is de output twee ATP eenheden. Het is daarom een traag afbraakproces (Murray, Pfaller and Rosenthal, 2005).



Twee soorten fermentaties van glucose (Caplan, 2019).

6. 1. 3 Inoculatie, Bioaugmentatie

Inoculeren betekent de toevoeging van levende organismen in een medium, in dit geval de bodem (Nandkishor, 2015).

Bioaugmentatie refereert naar de vergroting van de biomassa van het medium om een positief effect te bekomen (US EPA,OLEM, 2015). Dat wil zeggen dat het aantal micro-organismen in de bodem verhoogd wordt. Het positief effect is afhankelijk van de context:

- **Opstarten van een proces:** In steriele mediums wenst men door de introductie van biodiversiteit een specifiek effect te bekomen, gelinkt aan de capaciteiten van de geïnoculeerde micro-organismen.
- **Functionaliteit:** In arme mediums wenst men door de introductie van een grotere biodiversiteit een betere functionaliteit van het medium te bereiken.

- **Evenwicht:** In zieke of onevenwichtige mediums is het doel om een gezond evenwicht terug te brengen.
- **Katalysator:** In vervuilde mediums is het doel om de vervuiling sneller af te breken tot onschadelijke stoffen.

Een belangrijke factor voor het succes van bioaugmentatie is de hoeveelheid organisch materiaal in het nieuwe medium (OVAM, 2005; Verbruggen, persoonlijke communicatie). De maximum groeicapaciteit van micro-organismen is gelimiteerd door de hoeveelheid stof die ze kunnen afbreken tot ATP (Murray, Pfaller and Rosenthal, 2005). Om de overlevingskans te garanderen, moet er een verhoging zijn van het organisch materiaal in het geïnoculeerde medium (US EPA, OLEM, 2015).

6. 2 Effectiviteit

Om na te gaan wat de effectiviteit is van de vorige werkingsprincipes, ben ik op zoek gegaan naar bestaande producten of naar studies die deze processen omvatten:

6. 2. 1 In-situ micro-organismen collectie

Een foto van de Bio-Trap[®] en de parels (links). Een representatie van de plaatsing van de Bio-Trap[®] in de bodem (rechts).
(North et al., 2012)

BIO-TRAP[®]



De Bio-Trap[®] is een sampler tool om micro-organismen te collecteren, geproduceerd door het bedrijf Microbial Insights. Het is bedoeld om het biodegradeerbaar potentieel van micro-organismen beter te begrijpen bij onderzoek in bepaalde mediums of omgevingen.

Het bestaat uit een PVC capsule met sleuven en parels van 2-4 mm diameter gemaakt uit 25% composiet en 75% actieve kool. De totale grootte van de sampler tool is 2.1 cm diameter en 8.6 cm in lengte. De tool kan gesteriliseerd worden voor gebruik a.d.h.v. een autoclave (North et al., 2012).

De sampler wordt voor een duur van 30-60 dagen geïntroduceerd in het te onderzoeken medium. De parels absorberen de nutriënten en contaminanten van dat medium en trekken op die manier dezelfde micro-organismen aan als het medium zelf. De beads kunnen ook op voorhand behandeld worden met de stof die men wenst te onderzoeken op biodegradeerbaarheid.

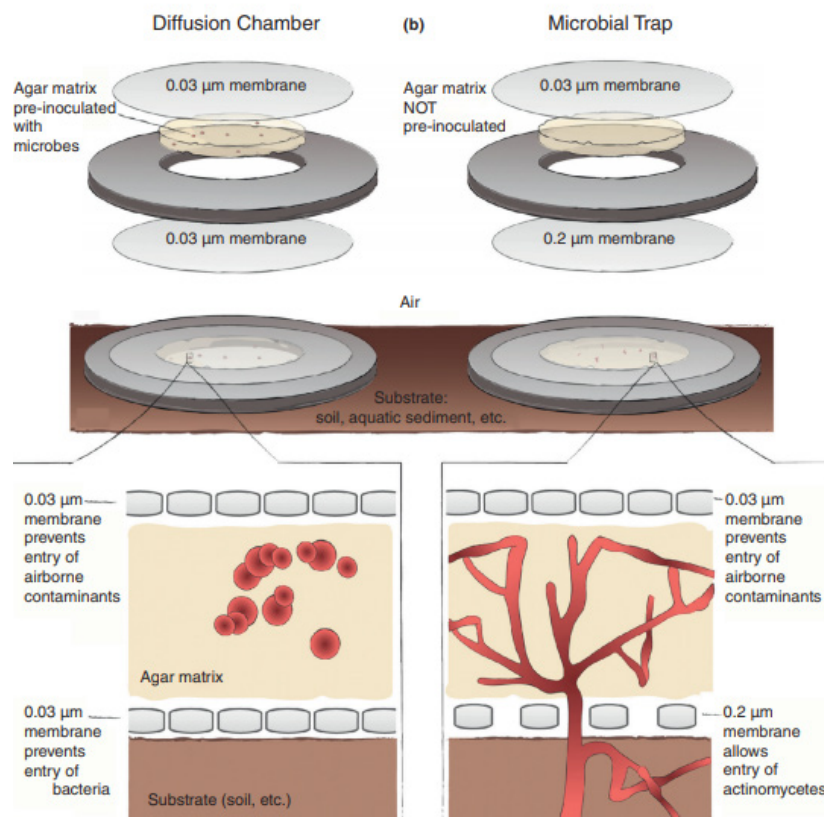
Het is echter enkel geschikt voor relatief vochtige mediums zoals water en grondwater (North et al., 2012).

DIFFUSION CHAMBER EN MICROBIAL TRAP

In de studie van SS Epstein wordt er onderzocht hoe micro-organismen die niet cultiveerbaar zijn in artificiële labo-omgevingen benaderd kunnen worden. Er wordt aangehaald dat in-situ cultivatiemethodes voor micro-organismen deze kloof kunnen verkleinen. De reden daarvoor is dat de natuurlijke groeiomstandigheden zo nagebootst worden en op die manier de kans op een succesvolle cultivatie vergroot wordt (Epstein, 2013; Gavrish et al., 2008).

Er worden twee verschillende in-situ cultivatiemethodes besproken:

- *The diffusion chamber* bestaat uit een reeds met micro-organismen geïnoculeerde voedingsbodem. Het is bedekt met een membraan met poriën van $0.03\ \mu\text{m}$ dat het onmogelijk maakt voor micro-organismen om binnen of buiten het membraan te circuleren. De diffusion chamber is daarom niet bedoeld om micro-organismen te 'vangen' of collecteren uit de omgeving, maar om de natuurlijke omstandigheden van de omgeving te simuleren zodat de geïnoculeerde micro-organismen colonies kunnen vormen op de voedingsbodem.
- *The microbial trap* bestaat uit een steriele voedingsbodem, gesandwichd tussen een membraan met ondoorlaatbare poriën van $0.03\ \mu\text{m}$, gesitueerd aan de zijde van het medium die niet



Diffusion chamber (links) en microbial trap(rechts) (Epstein, 2013)

onderzocht zal worden, in dit geval de luchtzijde. Het ander membraan, met poriën van 0.2 µm, maakt het wél mogelijk voor micro-organismen om te penetreren in de voedingsbodem. Dit membraan is gesitueerd aan de oppervlakte van het te onderzoeken medium zoals op het figuur de bodem. Deze cultivatie techniek is wél bedoeld om micro-organismen te ‘vangen’ of collecteren. Spelen met de doorlaatbaarheid van het membraan maakt het mogelijk om selectiever te zijn over welke micro-organismen gecollecteerd worden. Bijvoorbeeld zal een poriëngrootte van 0.2 µm dienen om enkel actinomyceten (bacteriën voor o.a. antibiotica) te collecteren en bij 2-10 µm zal de collectie van schimmels ook mogelijk zijn.

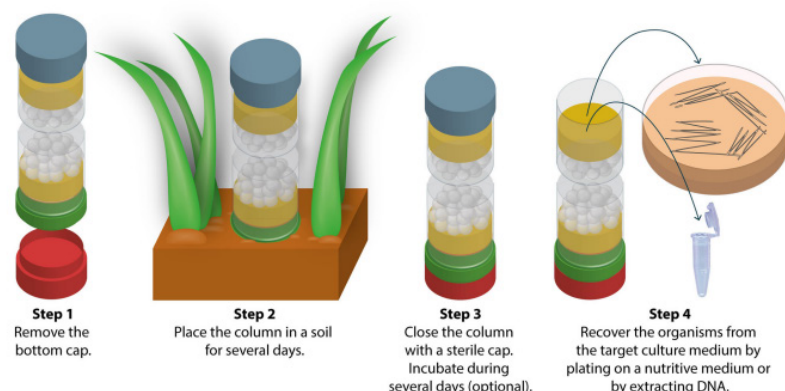
FUNGAL HIGHWAY

Een studie die tracht te onderzoeken of het mogelijk is om bacteriën in-situ te isoleren die zich enkel kunnen voortbewegen met behulp van fungi (Simon et al., 2015).

De collectie tool is opgebouwd uit een 48 mm hoge kolom van 15 mm diameter uit polystyreen, met daarin twee steriele voedingsbodems (agar en gellan gum). Tussen de voedingsbodems zijn er meerdere 1 mm diameter glazen parels geplaatst om de holte te vullen. De losse structuur van het geheel van parels maakt het mogelijk voor fungi om zich door de holtes te verplaatsen.

De zijde dat het medium raakt is bedekt met een membraan met een doorlaatbaarheid van 25 µm (poriëngrootte). Er is nog een membraan ter hoogte van de tweede voedingsbodem met een kleinere doorlaatbaarheid waar enkel de bacteriën nog door kunnen die men wenst te collecteren (Simon et al., 2015).

Grafische representatie van de fungal highway (Simon et al., 2015)



6. 2. 2 Activatie van micro-organismen

Aerob: Oxidatie

AFVALWATERREINIGINGSINSTALLATIES

De bekendste toepassing voor de aerobe vermenigvuldiging van micro-organismen is terug te vinden bij afvalwaterzuiveringsinstallaties. De techniek wordt al meer dan 100 jaar toegepast en is één van de belangrijkste ontwikkelingen geweest in de menselijke geschiedenis op het vlak van gezondheid en afvalverwerking.

Vervuild water komt de zuiveringsinstallatie binnen en ondergaat binnen de 24-36 uur verschillende stappen (Concerning Reality, 2017):

- **Homogenisatie:** Er wordt gezorgd dat het vervuilde water enkel bestaat uit partikels met een maximumgrootte van 10 μm en dat de vervuiling enkel nog bestaat uit organische materie.
- **Aerobe behandeling:** Het water komt terecht in een bassin waarin er aan de onderkant veel openingen zijn waar zuurstof uitkomt. Dit proces maakt het water naar de oppervlakte circuleert waar de aerobe micro-organismen zich bevinden. De micro-organismen krijgen op deze manier een constante flow aan nutriënten (organische materie) en zetten deze om in vaste materie die men “activated sludge” noemt. Sludge drijft aan de oppervlakte van het water en wordt gescheiden van het propere water.
- **Desinfectie:** Het propere water bevat nog micro-organismen die in de laatste stap uitgeschakeld worden aan de hand van chloor, ozon of UV straling. Het resultaat hiervan is terug drinkbaar water.



Aerobe behandeling van afvalwater met micro-organismen (AOS, 2018)

Anaerob: Fermentatie

FERMENTATIEVATEN

We gebruiken in ons dagelijks leven tientallen producten die met micro-organismen gefermenteerd zijn. Onder deze producten bevinden zich alcoholische dranken, yoghurt, kaas, kefir, thee's, sauzen, vleesvervangers, medicijnen, enzovoort (Shiferaw Terefe, 2017).

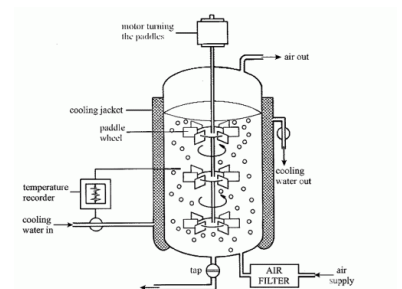
Om vloeibare stoffen op industriële schaal te fermenteren worden industriële fermentatievaten gebruikt (Nandkishor, 2015).

Fermenters zijn gemaakt uit roestvrij staal en hebben een conische vorm. Ze komen voor in verschillende formaten al naargelang hun volume capaciteit. Omdat anaerobe micro-organismen neigen om naar de bodem te zinken, wordt er gebruik gemaakt van rotors om de vloeistof constant in aanraking te laten komen met de micro-organismen. Bij het fermentatieproces ontstaat er ook altijd een bijproduct, zoals ethanol, dat indien het ongewenst is weggelaten kan worden door een eenrichtingsklep (Nandkishor, 2015).

Industriële fermenters zijn vaak ook aangesloten aan een computer



Industriële fermentatievaten (YOLONG INDUSTRIAL CO., LTD., 2019)



Doorsnede van een fermentatievat (Mahmood and Mahmood, 2015).

die data van verschillende parameters verzamelt en kan bijsturen, zoals de temperatuur, PH en de druk (Mahmood and Mahmood, 2015; Nandkishor, 2015).

6. 2. 3 Micro-organismen inoculatie / bioaugmentatie

FECISTRANSPLANTATIE

Clostridium difficile infectie (CDI) is een antibiotica-resistente infectie. De rol van antibiotica is om, zoals de naam het zegt (anti = tegen, biotic = leven), bacteriën te doden of uit te schakelen. Wanneer een antibioticabehandeling niet gewerkt heeft tegen de infectie, creëert het een extra negatief effect omdat het aantal goedaardige micro-organismen nu ook verminderd is en de infectie kan verergeren (Khoruts and Sadowsky, 2016; Kelly et al., 2015).

Het doel van de fecestransplantatie of Fecal matter transplantation (FMT) is om het microbiële evenwicht in de darmen van de patiënt te herstellen door gezonde micro-organismen van een gezonde persoon in de geïnfecteerde darmen van de patiënt te inoculeren (Khoruts and Sadowsky, 2016).

FTM wordt vandaag enkel als een laatste redmiddel gebruikt, maar wegens de veelbelovende resultaten dat FTM aantoonen, werkt de medische wereld er aan om van FTM de standaardbehandeling te maken. Het is niet alleen ecologisch en economisch voordelig, maar het zou een permanent positief effect hebben dat ook voor de behandeling van andere chronische darmziektes zou kunnen gebruikt worden (Kelly et al., 2015; Khoruts and Sadowsky, 2016).

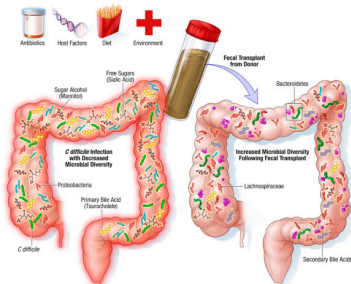
EFFECTIEVE MICRO-ORGANISMEN (EM)

Voor deze informatie heb ik het geluk gehad om op 14 oktober 2019 Myriam van Wesemael te mogen interviewen. Zij is de voorzitter van EM-Belgium, ze beheert de website van EM-info en is verdeelster van EM-producten in België.

Effectieve Micro-Organismen (EM) is een mix van 80 verschillende soorten, samenwerkende micro-organismen die geselecteerd zijn door de koreaan Dr. Teruo Higa na meer dan 20 jaar research.

EM is uitgegroeid tot een wereldwijd netwerk van producenten en distributeurs van een heel gamma aan microbiële producten. Het heeft zelfs zijn eigen research organisatie EMRO (EM-Research Organisation).

De producten van EM werken op basis van de EM basismix (EM-1) en zijn afgestemd op verschillende toepassingen. Onder andere vinden we tussen het gamma de volgende producten:



Grafische representatie van het fecestransplantatieproces (Kelly et al., 2015)



EM-1, de basismix van EM (EMRO, 2019)

Productnaam	Toepassing
Microferm	Microbiële meststof voor planten
Bokashi starter	Katalysator voor fermentatie van GFT afval
Wipe & Clean	Natuurlijk schoonmaakmiddel
EM Drink	Gefermenteerde microbiële siroop om te drinken
EM-X	Poeder te mengen met verf om schadelijke geuren te absorberen en te elimineren

Tabel: producten van EM (Myriam van Wesenmael, persoonlijke communicatie)

De micro-organismen van de basisformule (EM-1) kunnen verdeeld worden in 5 groepen:

Micro-organisme	Functie
Fotosynthetische bacteriën of fototropen	Productie van voedingsstoffen voor de groei van andere micro-organismen.
Melkzuurbacteriën of Lactobacillus (LAC) bacteriën	Onderdrukking van pathogene micro-organismen. Katalysators voor het afbraakproces van organisch materiaal.
Actinomyceten	Afbraak van organisch materiaal. Probiotisch
Gisten	Productie van bioactieve stoffen, o.a. vitamines en antioxidanten.
Schimmels	Aandrijving voor het fermentatieproces.

Tabel: Functies die micro-organismen in de EM formule vervullen (Myriam van Wesenmael, persoonlijke communicatie)

Voor de productie van EM producten, worden de micro-organismen geëxtraheerd uit de natuur, maar later afgezonderd en gekweekt in een labo.

Het volledige recept was tot voor een paar jaar publiekelijk bekend en toegankelijk via de website van EMRO (EM-Research Organisation), maar de organisatie besloot om het eraf te halen omdat er volgens hen misbruik van werd gemaakt.

Gelijkenissen met de methode om microbiële meststof te maken d.m.v. de trampa de arroz:

Microferm, het EM-product dat toegepast wordt als microbiële meststof bestaat uit twee delen:

- EM-1, de mix van de 80 geselecteerde micro-organismen door Dr. Hugo Teruo
- Melasse

De twee componenten worden samen gemixt tot er een anaerobe activatie gebeurt van de micro-organismen. Daarna moet het mengsel

verdund worden en wordt het toegepast op de bodem of op de planten.

Betwifelbare efficiëntie als meststof

Niet iedereen is overtuigd over de efficiëntie van EM. EM-technologie bestaat al bijna 40 jaar en het is meermaals in experimentele studies bewezen dat EM-meststof een positief effect heeft op de kwaliteit van de bodem, plantengroei en landbouwopbrengst.

Toch blijven er onbeantwoorde vragen als:

Is het wel natuurlijk als het in een labo wordt gemaakt?

Is het goed om vreemde micro-organismen te introduceren in een nieuw medium?

Hoeveel micro-organismen overleven de toepassing na een verloop van tijd?

Werkt dit beter dan andere meststoffen?



Microorganismos Eficaces™

EM logo
(EMRO, 2019)

Bestaande projecten

Ondanks er ongeloof over de efficiëntie van EM bestaat, zijn er tot op de dag van vandaag al veel projecten mee aan de slag gegaan.

- België: De openbare toiletten op de Gentse Feesten worden al 5 jaar op rij gereinigd met Wipe & Clean, het poetsproduct van EM (APPR, 2015).
- India: De staat Sikkim in India stopte in 2003 met het gebruik van chemische meststoffen en begon met het gebruik van EM-technologieën. Vandaag wordt Sikkim herkend door de FAO (Food and Agriculture Organisation van de United Nations) als de eerste volledig organische staat in de wereld (Government of Sikkim, 2015).
- Brazilië: De Sapato rivier, gelegen in El Salvador, Brazilië, werd met behulp van EM-technologie 12 maanden lang behandeld tegen vervuiling en verlies aan biodiversiteit. Het project liep succesvol af en de biodiversiteit werd hersteld (Pereira, 2019).
- Frankrijk: EM krijgt een speciale vermelding voor Ecologie op de Cheval Passion Award van 2018 voor zijn gamma EquiBiome, gericht op paarden (Cheval Passion, 2019).

Er zijn ook tal van projecten die afgewezen zijn door o.a. veiligheidsredenen, omdat het gaat om het introduceren van nieuwe micro-organismen in een strikt milieu zoals bij ziekenhuizen. De reden is voornamelijk omdat de werking van EM in twijfel wordt getrokken wegens een gebrek aan wetenschappelijk bewijs. De reden dat dit bewijs er nog niet is, is voornamelijk omdat men nog niet over de apparatuur beschikt om complexe biologische processen in extreem gedetailleerd te onderzoeken.

BIOREMEDIATIE VAN BODEMS

Definitie

De definitie van bioremediatie is een reiniging en/of saneringsproces dat gebruik maakt van micro-organismen om milieuverontreinigende stoffen af te breken of te verteren (OVAM, 2005).

Praktijken die al eerder besproken werden in dit onderzoek zoals de fecustransplantatie en de afvalwaterreiniging installaties maken in feite ook gebruik van bioremediatie, maar de bekendste toepassingsvorm van bioremediatie is de sanering van verontreinigde bodems.

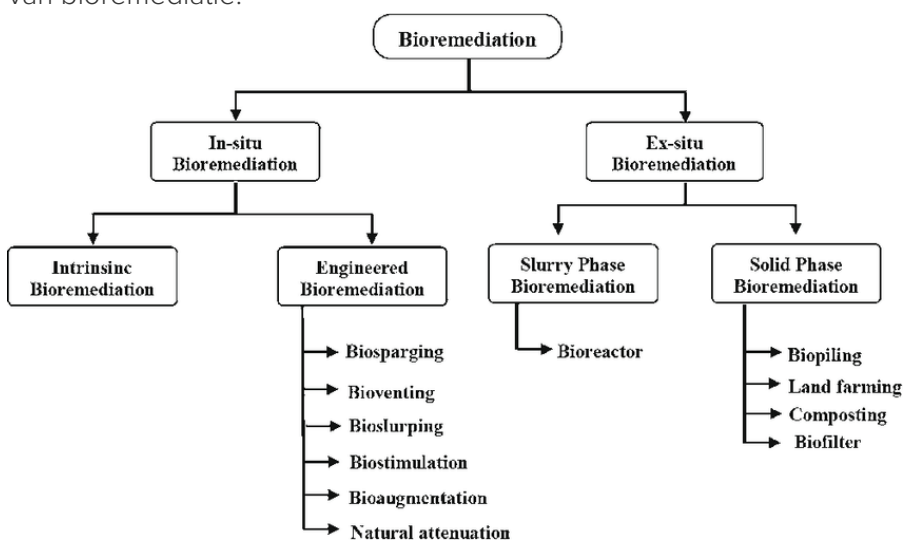
Bodembioremediatie

Bioremediatie kan toegepast worden om de bodem te reinigen van (van Ras and Volkers, 2008; OVAM, 2019; Buckley et al., 2005):

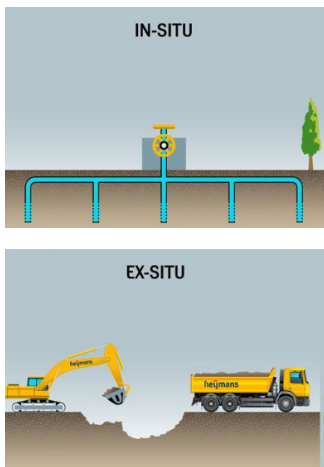
- **Minerale oliën (Alkanen):** Oorzaak meestal te wijten aan het lekken van benzine, diesel en stookolie in de bodem, bijvoorbeeld bij tankstations.
- **PAK, Polyaromatische Koolwaterstoffen:** PAK's worden gevormd bij de vergassing van kolen, bij het aanbranden van eten (barbecueën), het verstoken van brandstof en het zit ook in rook van sigaretten.
- **BTEX aromaten (Benzeen, Tolueen, Ethylbenzeen, Xyleen):** Het zijn vluchtige stoffen afkomstig van dampen en emissies van de petrochemische industrie.
- **VOCL, gechloreerde solventen (Vinyl-Chloride [VC], Tetrachlooretheen [PER], Perchloorethyleen):** Deze stoffen worden voornamelijk gebruikt in de droogkuissector, in drukkerijen en bij in ontvettingsmiddelen bij metaalbewerkingen.

Methodes

In de volgende figuur zijn alle methodes gelijst voor de toepassing van bioremediatie:



Bodem bioremediatie technieken
(Kumar, Shahi and Singh, 2018)

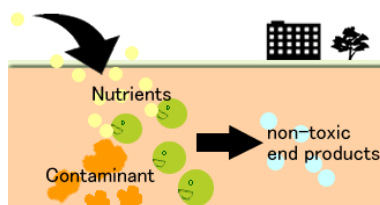


Grafische representatie in-situ vs ex.situ (Heijmans N.V, 2015)

- **In-situ:** Bij in-situ bioremediatie gebeurt de verontreiniging ter plekke. In-situ wordt hoofdzakelijk gebruikt om verzadigde bodems en grondwater te reinigen. Er wordt een onderscheid gemaakt tussen door de natuur voorkomende bioremediatie, ook intrinsieke bioremediatie genoemd, en versnelde bioremediatie, waar de mens is tussengekomen om het natuurlijke proces te versnellen (Heijmans N.V., 2015; Kumar, Shahi and Singh, 2018; USEPA 2006, 2012).
- **Ex-situ:** Bij ex-situ bioremediatie wordt de bodem uitgegraven en verplaatst naar een andere locatie voor verdere sanering of wordt het grondwater gepompt boven de oppervlakte, gefilterd in de gespecialiseerde installaties en terug naar de bodem gestuurd (Heijmans N.V, 2015; Kumar, Shahi and Singh, 2018; USEPA 2006, 2012).

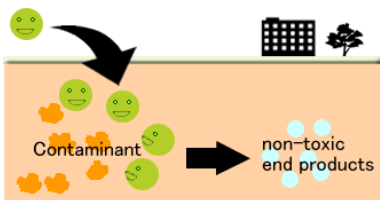
Bioremediatie technieken

Bioremediatie methodes kunnen in combinatie gebruikt worden met elkaar (OVAM, 2005):



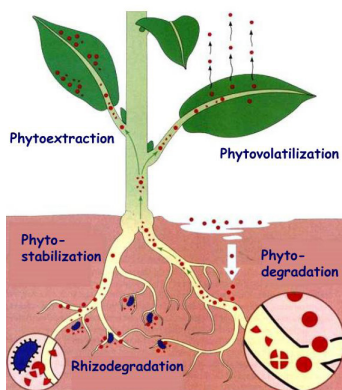
Biostimulatie (Biocycle, 2017)

- **Biostimulatie:** Er worden nutriënten toegevoegd aan de bodem.
- **Bioaugmentatie:** Er worden micro-organismen* toegevoegd aan de bodem. Bioaugmentatie en biostimulatie worden zo goed als altijd samen gebruikt omdat ze elkaar versterken. Bioaugmentatie wordt meestal toegepast op de volgende situaties:
 - Er is een laag aantal micro-organismen (arme of uitgeputte bodems)
 - Herstel na niet-biologische bodemsanering (dode bodems)
 - Indien snelheid vereist is (verontreinigde bodems)



Bioaugmentatie (Biocycle, 2017)

- **Bioventing:** De hoeveelheid zuurstof in de bodem wordt gecontroleerd zodat er anaerobe processen kunnen opstarten.
- **Biosparging:** De hoeveelheid zuurstof in de bodem wordt verhoogd zodat aerobe processen versneld worden.
- **Phytoremediatie:** Is het gebruik van planten om de bodem te reinigen. Planten hebben aan hun wortels een verhoogde populatie van micro-organismen, het rhizobioom. Deze micro-organismen populaties zorgen ervoor dat de planten groeien, maar zijn ook zeer goed in het afbreken van schadelijke stoffen.



Phytoremediatie (Oren-ballard, 2014)

*Soort micro-organismen

De micro-organismen die kunnen gebruikt worden voor bioaugmentatie zijn ofwel inheemse (inheems van de bodem in kwestie) ofwel vreemde micro-organismen. Het voordeel van inheemse micro-organismen is dat deze micro-organismen al aangepast zijn aan de omgeving en daarom efficiënter zullen omgaan met de afbraak van vervuilende stoffen dan vreemde micro-organismen. Deze laatste groep loopt daarbij ook het risico om weggeconcentreerd te worden door de bestaande biologie.

Limitaties

Vooraleer bioremediatie goedgekeurd kan worden als saneringstechniek voor een bepaalde bodem, moeten er volgens de norm eerst labotesten gebeuren. Indien het aanvaard is, bestaan er ook limiterende parameters om het succes te garanderen van de interventie (van Ras and Volkers, 2008):

- De bodem heeft voldoende water.
- Er worden genoeg nutriënten toegediend.
- De bodem is niet verontreinigd met te hoge concentraties aan toxische stoffen.
- De pH van de bodem ligt tussen 6-8.
- Er is genoeg zuurstof aanwezig in de bodem.
- De te verontreinigende stoffen bestaan in opgeloste vorm, dus zijn biobeschikbaar.

Voordelen

- Het maakt gebruik van in de natuur voorkomende, onschadelijke stoffen (micro-organismen)
- Het is kosteneffectief tegenover andere saneringsmethodes
- Het verbruikt minder energie en produceert minder CO₂ dan andere saneringsmethodes
- Het kan in-situ gebeuren en het heeft geen grote fysieke installaties nodig.
- Het heeft een langdurig positief effect op de bodem en maakt de bodem sterker.
- Het kan ook gebruikt worden om diepliggend grondwater te reinigen.

Nadelen

- Het is trager dan andere saneringsmethodes
- Het is niet toepasselijk voor alle soorten bodemvervuiling.
- het is niet bruikbaar om anorganische stoffen te reinigen.
- het is niet bruikbaar voor de reiniging van alle organische stoffen.
- Soms is het onmogelijk om 100% van de verontreinigende stoffen te verwijderen.
- Om in-situ bioremediatie toe te passen moet de bodem een hoge doorlaatbaarheid hebben.
- Het is moeilijk om te bepalen of bioremediatie effectief heel de site gesaneerd heeft.
- Bij ex-situ methodes is het moeilijk om vluchtige stoffen onder controle te houden.

(Kumar, Shahi and Singh, 2018)

EU project

Er is een Europees pilootproject aan de gang om de effectiviteit te bewijzen van bioaugmentatie voor grondwatersanering op grote schaal. Het Belgisch bedrijf Punch Metals startte het project in 2017 en het is nog steeds aan de gang. Ze hopen op te besparing tegenover andere saneringsmethodes (Punch Metals NV, 2019):

- 70% minder energie
- 50% minder water
- 60% minder afval
- 50% financiële besparing
- 35% tijdsbesparing

6.3 Materialen

De materialen die gebruikt worden om de *trampa de arroz* te maken verschillen per regio en per gebruiker. Volgens de filosofie van de Korean Natural Farming, is het ideale materialen te gebruiken die in de natuur van de eigen regio aanwezig zijn.

6.3.1 Container voor lokaas

In de container zit het koolhydraat. Het is de plaats waar de micro-organismen geïncubeerd zullen worden. Het is belangrijk dat de container niet gemaakt is uit een anti-microbieel materiaal en dat het de inhoud kan beschermen tegen diverse weersomstandigheden en tegen andere levende organismen zoals insecten en knaagdieren.



Inox professionele keuken
(Indiamart, 2020)

Antimicrobiële materialen:

- Koper en legeringen
- Zilver en legeringen

Meest gebruikte materialen voor de trampa de arroz:

(volgens het onderzoek naar het huidige gebruik en de user journeys)

- Bamboe
- Hout
- Riet
- Plastic
- Glas

6.3.2 Micro-organismen doorlaatbaar vlak

Er wordt voornamelijk een afdekking gebruikt om de indringing van insecten tegen te gaan wanneer de trampa de arroz begraven wordt. Een belangrijke factor is de grootte van de poriën.

Meest gebruikte materialen bij de trampa de arroz

Papier: Poriëngrootte tussen 0.2 - 1.2 μm (Carson, 1940)
Textiel: Poriëngrootte tussen 0.5 - 20 μm (RT et al., 2018)

GROOTTE VAN MICRO-ORGANISMEN

- Virus 0.02-0.03 μm
- Bacteriën 1-5 μm
- Gist 10 μm
- Fungi 1-40 μm

(Arizona State University, 2014)



Fungus: 1-40 μm Bacterium: 1-5 μm Virus: 0.02-0.3

Grootte van micro-organismen
(Arizona State University, 2014)

6.3.3 Lokaas

De kern van de micro-organismen collector is natuurlijk de lokaas. Bij de *trampa de arroz* wordt er voornamelijk gebruik gemaakt van **half gekookte witte rijst**. Varianten zijn haver, pasta, oud brood of gelijkaardige koolhydraten. De reden zoat de rijst halfgekookt is, is dat hij niet te plakkerig zou zijn.

Eigenschappen van de lokaas

- **Compositie:** Kan ontbonden worden tot glucose.
- Het bevat lignine, cellulose en hemicellulose.
- **Losse structuur:** Maakt het mogelijk voor fungi en andere micro-organismen om zich door de holtes te verspreiden. Nabootsing van de structuur van de aarde in de bodem.
- Aerobe micro-organismen zouden stikken in een te vochtig medium.

Inzichten

- Complexiteit van de organische stof
- Hoe complexer de compositie van het koolhydraat, hoe complexer de micro-organismen collectie. Bijvoorbeeld is volkoren rijst complexer dan witte rijst.

Bovenstaande informatie is afkomstig uit de interviews met Erik Verbruggen (bioloog) en Charlotte Noël (bio-ingenieur).

Voedingsbodems voor micro-organismen

Er bestaan voor labo-praktijken veel verschillende soorten voedingsbodems om er micro-organismen op te laten groeien. De reden dat er verschillende soorten zijn is omdat sommige micro-organismen enkel groeien bij de aanwezigheid van bepaalde stoffen en omgekeerd, sommige stoffen kunnen een negatief effect hebben op de groei van bepaalde micro-organismen (Jain, Anjaiah and Babbar, 2005).

Componenten van een voedingsbodem

- **Geleermiddel:** is een verdikkingsmiddel. De populairste is de plantaardige polysaccharide agar agar (verkregen uit zeewier). Het is bewezen dat agar agar ook vervangen kan worden door gellan gum, gelatine, zetmeel, silicagel, alginaat, acrylamide en meer. Karakteristiek aan deze middelen is dat ze een goed bindingsmiddel zijn voor nutriënten, ze stevig zijn en niet snel worden afgebroken door micro-organismen.
- **Nutriënten:** zoals glucose, fosfaat, nitraat en kalium worden toegevoegd aan het geleermiddel om de micro-organismen te voeden zodat ze kunnen groeien en kolonies vormen.



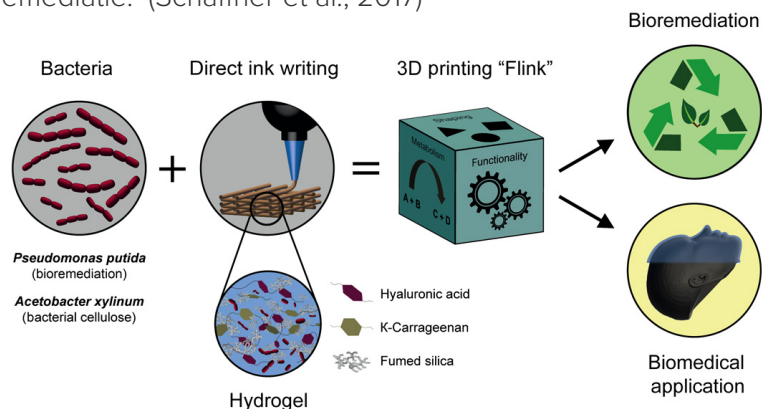
3D-geprinte voedingsbodem (Kasoju and Bora, 2012)

Bio-ink

Een recent onderzoeksveld na de ontwikkeling van 3D-printing technologieën is het gebruik van hydrogels als printmateriaal. Hydrogels zijn polymeernetwerken met hydrofiele eigenschappen. Ze kunnen ook bestaan uit natuurlijke polymeren zoals proteïnen (collageen, gelatine) en polysacchariden (zetmeel, alginaat, agarose) (Ahmed, 2015).

Schaffner et al. zijn erin geslaagd om "Flink" te ontwikkelen, een 3D-printbare, natuurlijke hydrogel die geïnoculeerd is met micro-organismen. Eenmaal de structuur geprint is kunnen de micro-organismen er zich verder in vermenigvuldigen. De ontdekking opent nieuwe deuren voor biomedische toepassingen, maar ook voor bioremediatie. (Schaffner et al., 2017)

'Flink' 3D printed bio-ink (Schaffner et al., 2017)



7. Functie analyse

7.1 Huidig gebruik

Om het gebruik van de *trampa de arroz* te bestuderen, had ik als informatiebronnen:

- Interview Miguel
- Facebookgroepen
- Desk research (blogs, websites, forums,...)
- Eigen experimentatie

7.1.1 Customer Journeys

Ik stelde 5 persona's op, gebaseerd op echte voorbeelden, die in verschillende werelddelen de *trampa de arroz* gebruiken voor verschillende toepassingen.

Daarna maakte ik gebruik van een user journey canvas om alle stappen te plaatsen op een tijdlijn en de hele ervaring van de gebruiker in te kaarten. Ten laatste zette ik de 5 canvassen naast elkaar en maakte ik een mindmap met de resultaten.

Ondertussen, experimenteerde ik ook zelf met de *trampa de arroz* door middel van experimenten. Dit gaf mij nieuwe inzichten over het gebruik van het product en ik stelde mijzelf nieuwe vragen over bijvoorbeeld risico's en moeilijkheden.

Persona's



Miguel González
Tenerife, Spanje

- Ecologische bananenboer
- Gebruikt micro-organismen om zijn bodem te reinigen van voormalig gebruikte chemicaliën.



Chris Trump
Hawaii, Verenigde Staten

- Korean Natural Farming goeroe.
- Toont andere mensen hoe ze micro-organismen moeten collecteren, gebruiken en toepassen.



La Loli
Zuid Amerika

- Teler op kleine schaal
- Gebruikt *trampa de arroz* enkel als bodemcontrole.



Pamela T. Henares
Filipijnen

- Gebruikt *trampa de arroz* om geuren te verwijderen van haar compostbak.



Preston Smith
Verenigde Staten

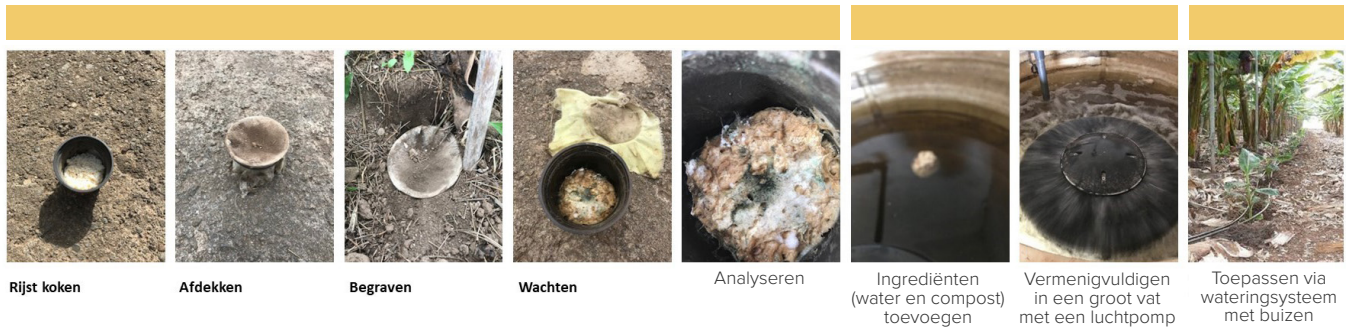
- Experimenteert graag met andere soorten lokaas.
- Gebruikt micro-organismen om ze te bestuderen in het labo.



Ndungu John Mwangi
Kenia, Afrika

- Dier- en plantenboer
- Gebruikt micro-organismen om geuren te verwijderen in zijn varkensstallen.
- Verkoopt zijn zelfgemaakte microbiële middelen.

Customer Journey maps



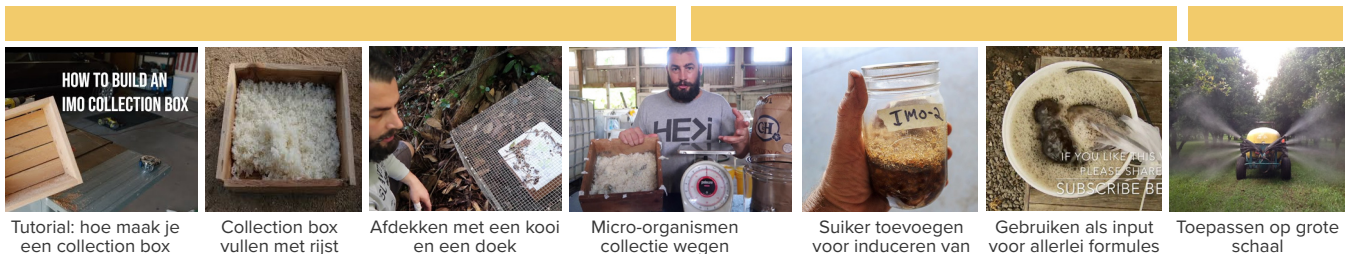
“De enige reden om angst te hebben is dat dieren de rijst zouden opeten”

“Het leukste moment is wanneer je de microben gevangen hebt”

“De compost die ik gebruik als ingrediënt heb ik niet zelf gemaakt”

“Het verbruikt wat energie met die pomp, maar het levert effect op”

“Mijn bodemkwaliteit is nu zeer goed, zelfs na al die jaren pesticidengebruik. Dit trekt zelfs onderzoekers aan op mijn akkers.”



“Mijn beroep is gebaseerd op het tonen aan de rest van de wereld hoe ze dit moeten doen”

“Ontdekken dat je een goede collectie micro-organismen hebt maakt mij gelukkig”

“Na de collectie volgt een wachtproces dat je niet uit het oog mag verliezen”

“Je kan enorm veel recepten maken met micro-organismen als input”

“Het maakt een enorm positief verschil op de gezondheid van mijn gewassen”



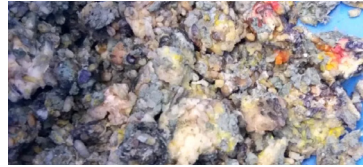
Rijst koken en potje vullen



Potjes nummeren en een plan maken van waar de nummers begraven waren



Elk potje analyseren om terrein te evalueren



Composteren (niet rechtevreeks gebruiken om middel mee te maken)



Micro-organismen collecteren in een emmer met aarde



"Lasafia systeem" op haar compost met een laag micro-organismen en een laag copost.



Compost stinkt niet en is goed voor haar moestuin



Collecteert micro-organismen in het wild. Op de foto gebruikt hij haver als lokaas i.p.v. rijst.



Evaluatie van de collectie en vergelijking met het gebruik van andere soorten lokaas.

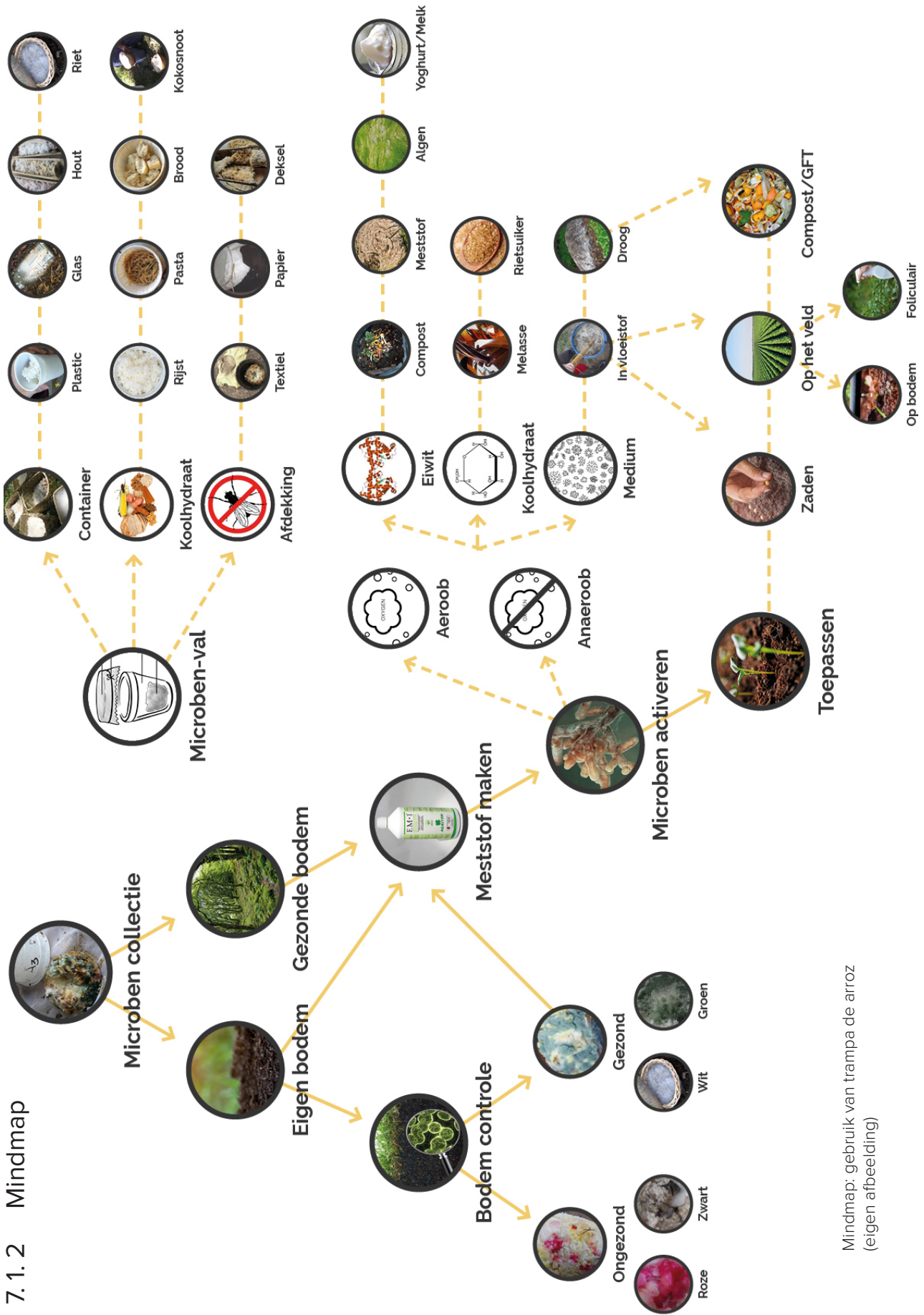


Maakt zijn eigen bodemverbeteraar om de bodem van zijn varkensstallen te reinigen. Ze stinken niet mer en de varkens houden ervan.



Hij verkoopt ook de bodemverbeteraar die hij zelf maakt aan anderen.

7.1.2 Mindmap



Mindmap: gebruik van trampa de arroz (eigen afbeelding)

7.1.3 Experimenten

Pilootexperiment

- 7 trampas de arroz
- Containers in verschillende materialen (glas, plastic en karton), afgesloten met een dunne stof. Begraven met het doorlaatbaar vlak in verschillende richtingen.
- 10 dagen begraven aan natuurgebied bij het Noodskasteel, Antwerpen

Resultaat

Alle experimenten zijn opgegeten, vermoedelijk door muizen.
Alle stukken stof waren opengekrabd en opengebeten.



Home-test

- 1 trampa de arroz
- 1 glazen container
- 10 dagen begraven in een plantenpot met potgrond van een plant.

Resultaat

Een goede vangst, met veel witte, harige schimmels (mycorrhizae).

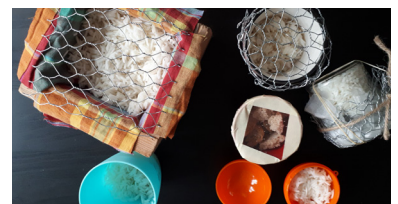


Experiment met controle

- 5 trampas de arroz + controle niet begraven
- Containers in verschillende materialen (glas, hout), afgesloten met een dikke stof en beschermd met stalen kippengaas.
- 10 dagen begraven in de bodem van bij het Noordkasteel

Resultaat

2/5 trampas zijn opgegeten door muizen.
3/5 waren succesvol. Verschillende verkleuringen van de rijst, nl. wit, groen, fuccia, grijs en geel.



Afbeeldingen van experimenten
(eigen afbeeldingen)

7.2 Toepassingen

Om een beter begrip te krijgen over wat de toepassingsgebieden zijn voor deze technologie (binnen en buiten de agricultuur), onderzocht ik processen in ons dagelijks leven die gebruik maken van micro-organismen, bioaugmentatie en inoculatie.

Ik maakte ook gebruik van de customer journeys en de facebook groepen waarin ik mijzelf bij aansloot om het gebruik van *trampa de arroz* in detail te bekijken.

Samengevat, maak ik een onderscheid tussen 3 verschillende vormen van toepassing op proces niveau:

Proces opstarten, synthese

- Microben vormen structuren in de vorm van bio-materiaal.
- Het groeiproces van microben start aerobe en anaerobe gisting.

Links: Verpakking uit mycorrhizae (Ecovative Design, 2014)

Rechts: Fermentatieproces van wijn (Vincarta, 2019)

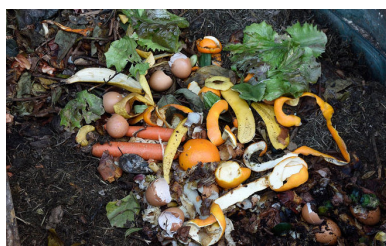


Proces versnellen, afbraak

- Microben vinden nutriënten door organische stoffen af te breken. Hoe groter de micro-organismen populatie, hoe meer nutriënten ze zullen nodig hebben. Zo kunnen ook natuurlijke reinigingsprocessen versneld worden (bioremediatie).

Links: GFT afval (Vlaco, 2019)

Rechts: Wipe & Clean

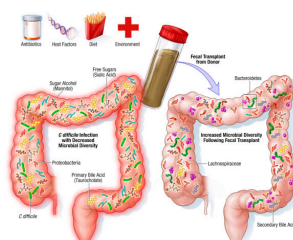


Antipathogenische functie, onderhoud

- Een gezond microbiel evenwicht kan een omgeving herstellen en inenten tegen pathogenen.

Fecustransplantatie (Kelly et al., 2015)

Vaccin met micro-organismen tegen ziekte (Edson Leader, 2019)



7.3 Gelijkaardige producten

Eenzijds dienen gelijkaardige producten als een bron van inspiratie voor ons toekomstig product, anderzijds geven ze ons een idee over gebruikte technologieën, functies en verkoopsmarkten.

Ik maakte een indeling van 6 productcategorieën. Uit deze categorieën haalde ik vervolgens de meest interessante producten en besprak ze kort. Later voerde ik ook een eerste, explorierend patentonderzoek uit en beschreef ik kort wat mijn onderzoeksmethode ervoor was.

7.3.1 Productcategorieën

Lokaas in de bodem

- **Slakken val:**

Deze slakkenval wordt half begraven in de tuin. Om slakken te lokken wordt er een klein bodempje bier met zout in geschonken. De slakken kruipen langs de openingen in de bovenkant in de val en door het zout krimpen ze ineen (Duurzaamthuis, 2011).

- **BIOTRAP®:**

Professioneel instrument om in-situ micro-organismen te collecteren. Meer uitleg op pagina 45.

Vormen van meststof

- **Slow release microbiële tabletten:**

De microbiële meststofftabletten van Plant Success bestaan uit 12 verschillende soorten mycorrhiza schimmels. Ze worden vaak gebruikt om transplantatie-schok te vermijden bij het verplanten van bomen en om nieuwe zaailingen te stimuleren (Soiltechcorp, 2019).

Micro-organismen klomp

- **Kombucha - set:**

In de wereld van gefermenteerde voeding is Kombucha thee een ware hype. Het probiotisch drankje wordt gemaakt door specifieke bacteriën, gist en suiker een week te laten fermenteren in thee. Na een week vormt er zich een dikke, blubber-achtige laag aan de oppervlakte. Deze laag wordt ook wel SCOBY (symbiotic colony of bacteria and yeast) genoemd. De laag kan op zijn beurt gebruikt worden om nieuwe kombucha te maken. Door het fermentatieproces ontstaat er azijnzuur, alcohol en gassen, wat er voor zorgt dat het drankje natuurlijk bubbelt. De thee bevat antioxidanten en door het azijnzuur worden schadelijke bacteriën gedood zonder de darmflora aan te tasten (Kombucheria, 2014).



Slakkenval
(Duurzaamthuis, 2011)



Microbial insights BIOTRAP
(North et al., 2012)



Grotabs
(Soiltechcorp, 2019)



Kombucha met scoby (rechts)
en kombucha brouw-set (links)
(Kombucheria, 2014)

Er bestaan op de markt verschillende kombucha-brouw sets. Deze komen al dan niet met de SCOBY inbegrepen. Ze bestaan meestal uit een fermentatiepot met verschillende accessoires zoals een kaasdoek of een trechter.



Mycocomposite blok
(Ecovative Design, 2014)

- **MycoComposite:**

Ecovative is een biotech bedrijf dat zich richt op het fabriceren van biomaterialen met mycelium. Hun basisproduct MycoComposite is een mix van landbouwhennepafval en mycelium waar je water aan moet toevoegen en zuurstofdicht moet houden. Na enkele dagen wachten heb je je composietachtige biomateriaal gefabriceerd (MycoComposite™ — Ecovative Design, 2014).

Vermenigvuldiging van micro-organismen voor de landbouw

- **Compost tea brewing set:**

Dr. Elaine Ingham, dokter in de bodem-microbiologie, maakte er haar levenswerk van om mensen te informeren over het bestaan van bodem micro-organismen en het belang van het bodemvoedselweb. Haar compost brouwer is een aerobe 'bioreactor' waarin de compost rechtstreeks in geactiveerd of vermenigvuldigd kan worden. Het gebruikt en pomp om aerobe micro-organismen te stimuleren (KIS Organics, 2019).



Compost brewing set
(KIS Organics, 2019)

Intussen bestaan er op de markt al vele variaties op de compost tea brewer, gericht op grotere, industriële schalen en de professionele landbouw. Een voorbeeld hiervan zijn de compost tea systems van Growing Solutions, Inc. Deze worden verder besproken in het volgende deel, het eerste patentonderzoek.

- **Hortitec's bacterie boerderij:**

De bacterie boerderij werkt op hetzelfde principe als de compost-thee brouwer en de trampa de arroz, maar de verse compost of de rijst wordt vervangen door een droge mix van in-het-labo-geproduceerde micro-organismen.



Hortitec's brewing set
(Hortitec, 2019)

Toegevoegde organismen versnellen afbraak van organisch afval

- **EnsoPet:**

EnsoPet is een composteersysteem dat in de grond wordt ingegraven. Het product zorgt voor de verwerking van uitwerpselen van huisdieren op een hygiënische en eco-vriendelijke manier. EM wordt toegevoegd in de vorm van bokashi om het proces te versnellen en de geur weg te nemen (EnsoPet, 2014).



EnsoPet dog poo in-soil composter
(EnsoPet, 2014)

- **Vermicomposters:**

Een vermicomposter dient net zoals een gewone composter om GFT afval af te breken tot compost, maar het werkt met toegevoegde wormen. Het compostproces wordt op die manier versneld. Het afval krijgt geen tijd om te rotten en stinkt daarom niet. Een vermicomposter vraagt wat meer onderhoud dan een gewone, maar het kan meer natuurlijke compost-thee produceren dan een gewone composter en het product kan ook binnen geplaatst worden in de keuken.



Vermicomposter
(KIS Organics, 2019)

Introductie van biodiversiteit in de bodem

- **Cocoon (The land life company):**

The land life company is een biodiversiteit herstellend, winstmakend bedrijf. Hun product is de cocoon, wat toelaat om planten en bomen te planten in arme en droge landschappen. Het biedt een grotere overlevingskans aan voor de plant om zich te ontwikkelen en sterk genoeg te zijn om zichzelf in de bodem verder te ontwikkelen. Het heeft een éénmalig gebruik en is gemaakt uit gerecycleerde materialen waaronder papierpulp



The cocoon
(The Land Life Company, 2019)

De cocoon kan een inhoud van 16L water vasthouden en geeft deze op een langzame manier af aan de plant d.m.v. touwtjes (The Land Life Company, 2019).

- **Pollinator beebomb:**

De beebomb is een ingenieus design om de bijtjes te beschermen. In de bioafbreekbare granaat zitten er meerdere bloemzaadjes. Bij het gooien van deze beebom breekt ze, ontsnappen de zaden, en ontstaan er hopelijk nieuwe bloemen (Infinite eye, 2019).



Pollinator beebomb
(Infinite eye, 2019)

7. 3. 2 Eerste patentonderzoek

Doel

Het eerste patentonderzoek is eerder van exploratieve aard. Eenmaal het productidee definitief is, wordt er een tweede patentonderzoek uitgevoerd en wordt de nadruk gelegd op de claims van de patenten en het vermijden van eventuele conflicten.

Zoekstrategie

Ik zoek patenten op via de website Espacenet.com en Google patents. Eerst ben ik begonnen met de klassen op te zoeken waarin de definitie van mijn technologie het beste in paste:

- **C12-M:** APPARATUS FOR ENZYMOLOGY OR MICROBIOLOGY; APPARATUS FOR CULTURING MICROORGANISMS FOR PRODUCING BIOMASS, FOR GROWING CELLS OR FOR OBTAINING FERMENTATION OR METABOLIC PRODUCTS, i.e. BIOREACTORS OR FERMENTERS
- **C12M 21/04** {for producing gas, e.g. biogas (digesters for manure with production of biogas A01C 3/028, biological treatment of water, waste water or sewage C02F 3/00, C02F 11/02, preparation of natural gas or syngas C10L 3/06, C10L 3/10)}
- **C12M21/00:** Bioreactors or fermenters specially adapted for specific uses (digesters for manure A01C3/023; apparatus for PCR B01L7/52; destroying or transforming solid waste B09B3/00; methods for genetic engineering C12N15/00, C12Q1/68; nucleic acid amplification reactions C12Q1/6844
- **C12N MICROORGANISMS OR ENZYMES;** COMPOSITIONS THEREOF (biocides, pest repellants or attractants, or plant growth regulators, containing microorganisms, viruses, microbial fungi, enzymes, fermentates or substances produced by or extracted from microorganisms or animal material A01N63/00; food compositions A21, A23; medicinal preparations A61K; chemical aspects of, or use of materials for, bandages, dressings, absorbent pads or surgical articles A61L; fertilisers C05); PROPAGATING, PRESERVING OR MAINTAINING MICROORGANISMS (preservation of living parts of humans or animals A01N1/02); MUTATION OR GENETIC ENGINEERING; CULTURE MEDIA (microbiological testing media C12Q)
- **C12Q** MEASURING OR TESTING PROCESSES INVOLVING ENZYMES, NUCLEIC ACIDS OR MICROORGANISMS (immunoassay G01N33/53); COMPOSITIONS OR TEST PAPERS THEREFOR; PROCESSES OF PREPARING SUCH COMPOSITIONS; CONDITION-RESPONSIVE CONTROL IN MICROBIOLOGICAL OR ENZYMOLOGICAL PROCESSES
- **C12R** PROCESSES USING MICROORGANISMS

De search met deze klassen gaf een totaal van 323 850 resultaten. Verder speelde ik met filters om dat aantal te verlagen, bijvoorbeeld van een filter van bepaalde landen om mijn search te specificeren.

Bij een tweede zoekstrategie, gebruikte ik de termen *in-situ*, *microorganism* (= *microbes*), *collection*, *culturing*, *soil*, *bioremediation*, *bioaugmentation*. Sommige combinaties leverden slechts 24 resultaten op, waarvan er enkele interessant waren.

Ook omdat er veel octrooien tussen zaten zonder tekening, zocht ik

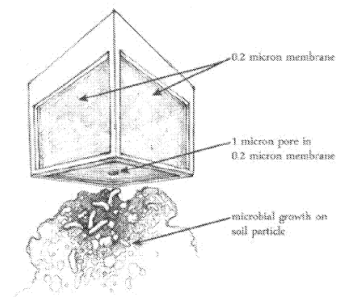
naar de omschrijvingen.

Om inspiratie op te doen zocht ik ook patenten op van drie bedrijven die ik al eerder in dit dossier vermeld heb: The Cocoon van The land life company, de compost thee brouwer van Growing Solutions en de Bio-trap van Microbial Insights.

Deze zocht ik op door middel van de naam van de oprichter voor the land life company, Jurriaan Hendriks Kuys. Het patent van Microbial Insights en van Growing Solutions kon ik vinden door de bedrijfsnaam in te voeren.

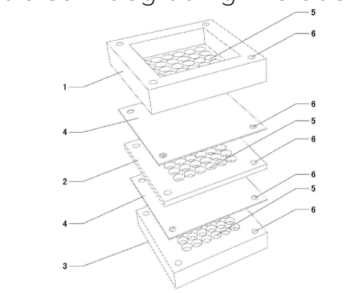
Resultaten

- **WO2016187622A1** METHOD AND DEVICE FOR CULTIVATION AND ANALYSIS OF NOVEL MICROBIAL SPECIES WITH UNKNOWN



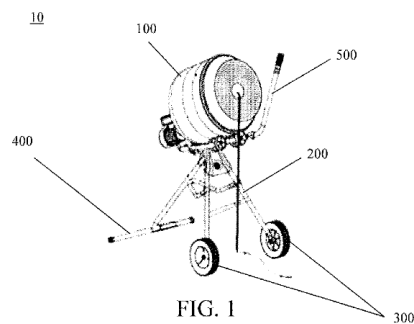
GROWTH REQUIREMENTS.

- **CN107118966A** In-situ environment microbe isolation method and soil source petroleum degrading microbe isolation and screening



method.

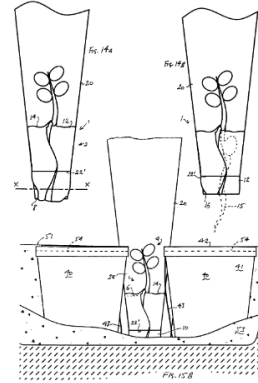
- **WO2018148656A1** PORTABLE DEVICE AND METHODS FOR



EFFICIENT PRODUCTION OF MICROBES.

- **US 1038291B2** METHOD AND APPARATUS FOR PLANTING IN

The cocoon
(The Land Life Company, 2019)



ARID ENVIRONMENTS

- **US 2004/0214259A1** METHODS OF SAMPLING MICROBIAL COMMUNITIES AND APPARATUS THEREFORE

Microbial insights BIOTRAP
(North et al., 2012)

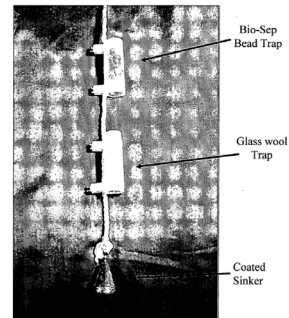
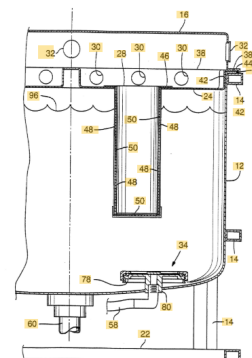


FIG. 1

- **US6649405B2** COMPOST TEA SYSTEM

Microbial insights BIOTRAP
(Growing solutions, 2015)



8. Marktanalyse

8.1 Gebruikers, schaal

De vraag die men moet stellen om de markt van het toekomstig product te bepalen is: 'voor wie kan de hoofdfunctie van product het meest waardevol zijn?'

Aan de hand van de vorige analyses (technologie en functie) kunnen al enkele doelgroepen benoemd worden. Elke doelgroep is afhankelijk van een potentiële hoofdfunctie voor het product.

Hoofdfunctie: Bioaugmentatie

WIE HEEFT WAARDE AAN...?

- Composteringsproces versnellen
- Geurloos onderhoud van stallen (o.a. paarden, varkens, kippen,...)
- Herstellen van arme en dode bodems



Privé composteerdere



Compostbedrijven



Privé paard/varken/kip-eigenaars



Boerderijen, manèges



Bodemeigenaars met een arme bodem (privé of landbouw)



Landschapsherstel-organisaties met focus op biodiversiteit

Collage bioaugmentatie (eigen afbeelding)

Hoofdfunctie: Bioremediatie

WIE HEEFT WAARDE AAN...?

- Reinigen van vuile bodems
- Saneren van zieke of bodems
- Onderhouden van de bodem op een biologische manier



Privé voedseltelers



Bodemsaneringsbedrijven



Landbouw



Landschapsherstel-organisaties met focus op vervuiling

Collage bioremediatie
(eigen afbeelding)

8.2 Economische analyse

Het doel van deze economische analyse is om te kunnen bepalen welke sectoren de meeste opportuniteiten aanbieden. Ik analyseerde in kort de volgende sectoren om enkele relevante cijfers te weten te komen en om de marktgrootte ervan te kunnen schatten:

Composteren in de privésector

- Gemiddeld heeft elke inwoner 100 Kg afval / Jaar (FAO, 2015).
- Tot de helft van ons afval zou composteerbaar zijn.
- Etensresten en tuinafval maken 28% uit van wat wij weggoien. Indien dit soort afval gecomposteerd zou worden, vermijden we dat het op vuilnisbelten of stortplaatsen terecht komt, waar het ten eerste plaats inneemt en waar het ook het sterke broeikasgas methaan veroorzaakt.



GFT afval en compost
(FAO, 2015)

Tuinieren in de privésector

- 70% van de huizen in Nederland bezitten een tuin.
- Een kwart van de Belgen werkt dagelijks of wekelijks in de tuin. Uit de cijfers komt naar voren dat 22% van de Belgen minstens één keer per maand in de tuin werkt, 28% doet dat minder dan één keer per maand en een kwart van de Belgen tuiniert nooit. (online marktonderzoeksinstituut GfK). Verder bleek uit dit onderzoek dat in België vooral huiseigenaars bezig zijn in hun tuin, maar ook dat vooral 60-plussers, mensen met kinderen en diegenen met een hoog inkomen vaker tuinieren dan anderen.
- Tuinieren, zelfs op zeer kleine schaal, is een populaire, creatieve hobby geworden. Eigen groentjes of bloemen zien groeien is enorm belonend, het verlicht vaak onze stress, en het is een leuke familiebezigheid.
- Tuinieren spaart geld uit. Men schat dat er voor elke 50€ investering aan zaden en meststoffen een rendement kan zijn van 1.250€ in producten. (Burpee Seed Co.)

Ecologische landbouw

- 7% van boeren in EU zijn ecologisch.
- De voorbije tien jaar steeg de consumptie van biologische voeding jaarlijks gemiddeld met 12%. Biologische landbouw blijft als gevolg gestaag groeien. De voorbije vijf jaar nam het areaal biologische landbouw in Vlaanderen met 60% toe; van ongeveer 5.000 ha in 2015 tot ruim 8.000 ha in 2019. Daarmee neemt de biolandbouw 1,3% van het Vlaamse landbouwareaal in.
- In Wallonië is deze dynamiek hoger dan in Vlaanderen. In Wallonië was 1 op 9 ha in 2019 biologisch, wat resulteert in een totaal bio-areaal van 85.000ha.
- Met een omvang van 6,6% bio bevindt België zich in de Europese middenmoot (7,7%) (Velt, 2019)

Microbiële producten voor de bodem

- Er is wereldwijd een enorme marktgroei voor microbiële meststoffen. Gegevens van het microbiële meststofkwaliteitsscontrolecentrum van het ministerie van landbouw in Nederland tonen aan dat China vb. tegen eind 2018, 2.050 microbiële kunstmestbedrijven telde, met 6.428 geregistreerde producten en een outputwaarde van 40 miljard yuan (1 yuan=0,13€).

- Volgens het rapport van Mordor Intelligence bedroeg de globale marktwaarde van stikstof fixerende bacteriën meststoffen in 2017 233,7 miljoen US Dollar, en de jaarlijkse groeisnelheid zou naar verwachting 18% bedragen van 2018 tot 2023.

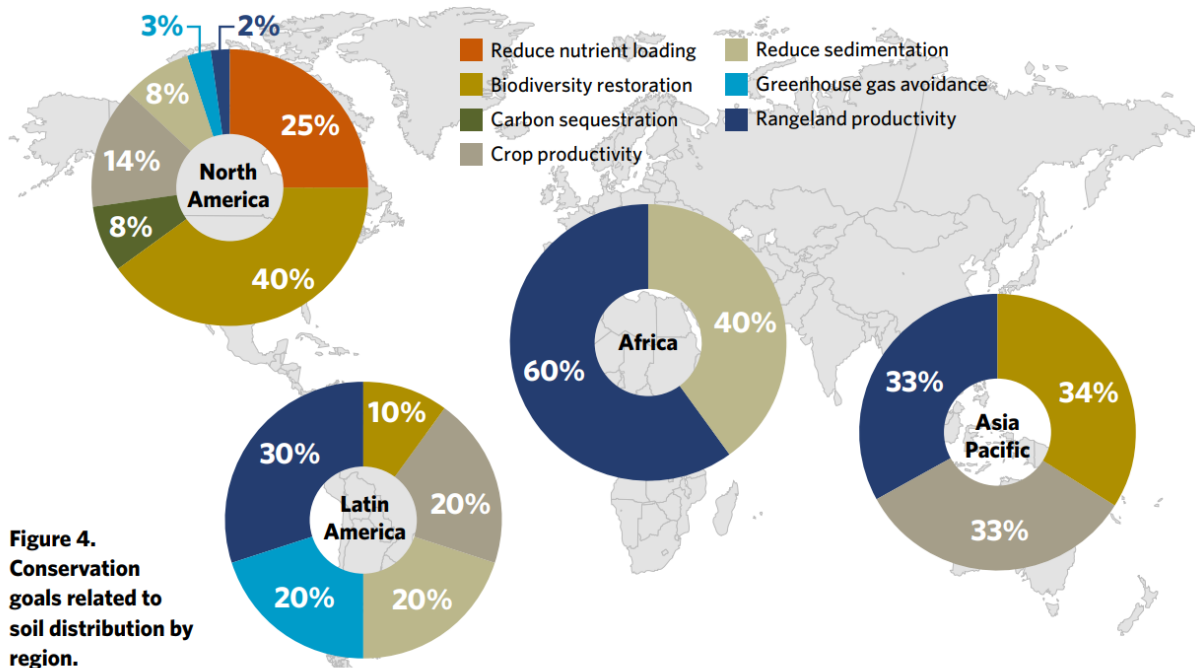
Bioremediatie van bodems

- 85% van voormalige droogkuis sites kan met bioaugmentatie behandeld worden. (Punch Metals NV, 2019).
- +80 bedrijven in EU die doen aan bioremediatie (OVAM, 2019).
- Ook heel specifieke bodems zoals stranden vb. die vervuild zijn na een olielek, komen in aanmerking voor bioremediatie. De bioloog Roman Netzer wijst erop dat de gewone schoonmaaktechnieken, waarbij olie van stranden wordt verwijderd met scheppen en bezems, de bodem slechts oppervlakkig reinigt. Dieper in het zand kunnen de bacteriën dan van pas komen.

Landschapsherstel: Biodiversiteit

- Afhankelijk per gebied [zie kaart] worden alle beschikbare middelen tot 40% geïnvesteerd in herstel en conservatie van biodiversiteit (Nature, 2018).

Bodemconservatie doelen
(Nature, 2018)



8.3 Strategische analyse

8.3.1 Bedrijfsanalyse

Voor dit laatste gegeven wordt de database Orbis Global gebruikt. De resultaten worden in het kort besproken en er zal voor elk bedrijf een BMC (Business Model Canvas) en een Value Proposition canvas ingevuld worden.

Ik koos om het bedrijf Microbial Insights te analyseren wegens hun analogie met het onderwerp van deze thesis. Ik ontdekte ze al eerder via de technologische en de functieanalyse.

Deze analyse is handig om verder in het proces na te denken over manieren om geld te verdienen met het toekomstig productidee.

Microbial insights

Microbial Insights is een testlaboratorium voor milieu-biotechnologie gevestigd in Tennessee, VS. Ze zijn de eigenaars van de Bio-trap, een micro-organismen collectie-instrument dat met absorberende beads werkt als lokaas.

In 2018 maakte Microbial Insights een omzet van 490K USD.

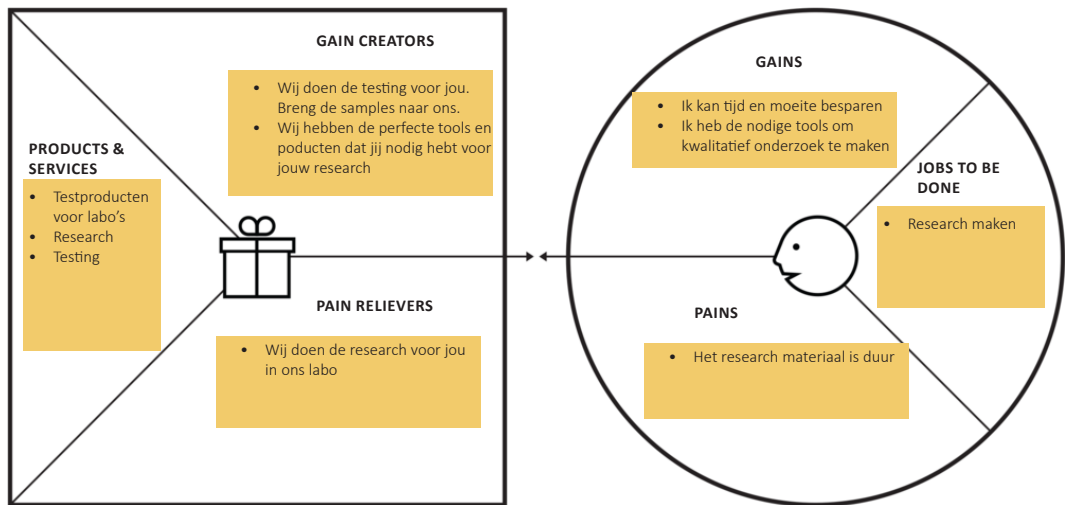
Ze hebben geen shareholders noch dochterbedrijven, en er werken 14 mensen in het bedrijf.

Er staan geen cijfers bij over andere boekjaren, dus een vergelijking maken t.o.v. vorige jaren is onmogelijk.

BMC van Microbial Insights
(eigen afbeelding)



Value proposition Canvas van Microbial Insights (eigen afbeelding)



8.3.2 Opportuniteiten identificeren

Doel

De eerste stap naar de synthese van een productidee gebeurt door alle informatie dat reeds verzameld werd in de onderzoeksfase te gaan gebruiken om opportuniteiten te identificeren.

De opportuniteiten zijn in het geval van deze masterproef ideeën van producten die nog niet bestaan, “gaten in de markt”, waardecreatie of onbeantwoorde noden die kunnen aangevuld worden met wat er al geweten is over de *trampa de arroz*.

Methode

Ik ontwierp een set picture cards met onderwerpen van de voorbije analyses. Door de kaarten naast elkaar te leggen en te mixen verkreeg ik verrassende en inspirerende combinaties.

Ik probeerde ook al enkele business model canvassen (BMC's) in te vullen voor opkomende productideeën.



Picture Cards tool ontworpen om te brainstormen (eigen afbeelding)

De productideeën beantwoorden vraagstukken als:

- Wat is het hoofdproduct van het bedrijf?
- Wie zijn de stakeholders?
- Bij wie zit de waarde van het product? (Value chain)
- Wat kan het aanbod van service betekenen?
- Hoe wordt het hoofdproduct gebruikt? (kopen/ leasen/...)

IV. Synthese

9. Scenario's

De technologische analyse diende als een verificatie voor de werking van de trampa de arroz. De functieanalyse heeft gediend om mogelijke toepassingen van de technologie te identificeren, namelijk hoofdfuncties. De marktanalyse toonde aan in welke sectoren de potentiële gebruikers gevonden kunnen worden voor de mogelijke hoofdfuncties.

Bij de scenario's worden mogelijke hoofdfuncties voor het toekomstig productidee tegenover mogelijke gebruikers gezet. Dit levert een tabel op met hoofdfuncties op de y-as en gebruikers op de x-as.

Sommige scenario's kunnen samengenomen worden omdat ze elkaar complementeren:

- Scenario 1: Privé x GFT
- Scenario 2: NGO
- Scenario 3: Ecologische landbouw
- Scenario 4: Bioremediatie bedrijf

Scenario's tabel
(eigen afbeelding)

	 Privé	 Organisatie	 Landbouw
 Bio-augmentatie	Mensen met een tuin en/of GFT afval composteren <ul style="list-style-type: none"> • Compostproces versnellen. • Geur eliminatie. 1	NGO <ul style="list-style-type: none"> • Herintroductie van biodiversiteit in dode bodems. 2	Ecologische boer <ul style="list-style-type: none"> • Kostenbesparing meststof.
 Bio-remediatie	Eigenaars van een verontreinigde bodem <ul style="list-style-type: none"> • Wettelijk verplichte sanering. 	Winstmakend bedrijf <ul style="list-style-type: none"> • Saneert verontreinigde bodems. • De klant is de eigenaar van de bodem. 4	Boer in transitie naar ecologische landbouw <ul style="list-style-type: none"> • De bodem is arm, uitgeput of vervuild door het voormalig gebruik van chemicaliën. 3

9.1 Scenario 1: Privé x GFT

Design challenge

WAT IS HET?

Product-service dat bestaat uit:

- Collector om micro-organismen te collecteren.
- Fermenter om micro-organismen in te vermenigvuldigen.
- App dat bij het product hoort.

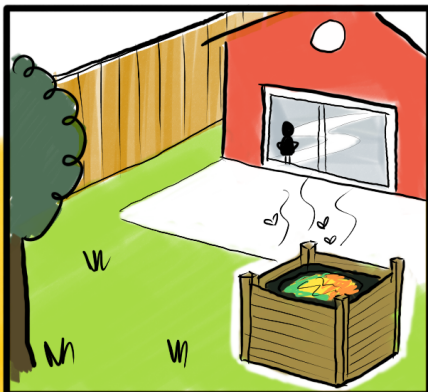
VOOR WIE IS HET?

Mensen met een tuin en/of hun GFT afval composteren.

WAARVOOR DIEN T HET?

- Verwijdert de geur van het composteringsproces.
- Versnelt het composteringsproces.
- Zet mensen aan om hun GFT afval te composteren.

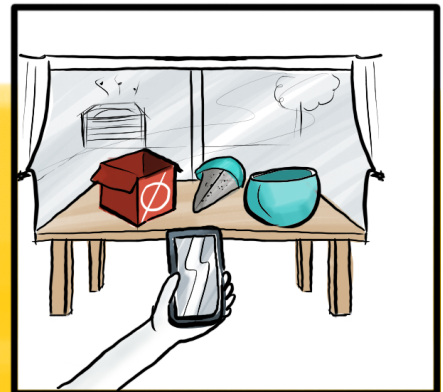
Scenario 1
(eigen afbeelding)



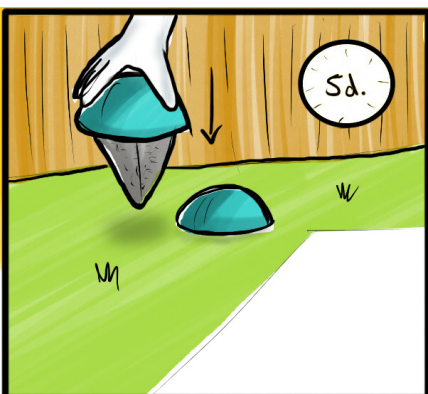
GFT compostering is niet optimaal



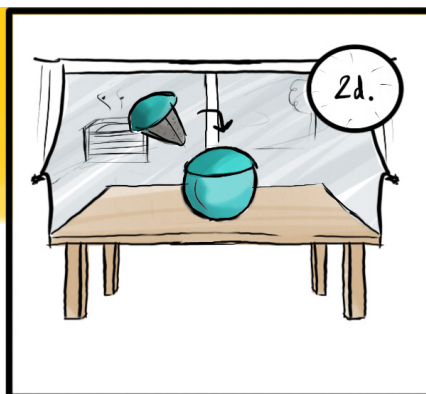
Het product kan gekocht worden in de winkel



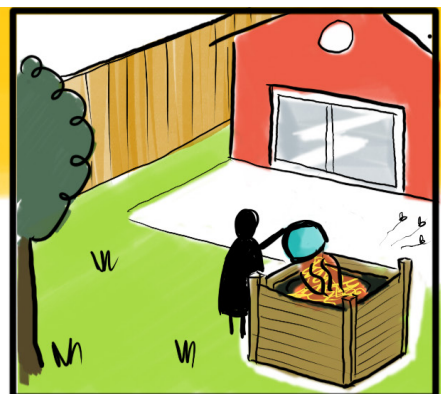
Het geheel bestaat uit een micro-organismen collector, een fermenter en een bijhorende app.



De collector wordt in de bodem gedruwd en zit er voor enkele dagen in.



De gecollecteerde micro-organismen worden vermenigvuldigd in de fermenter.



Het resultaat wordt op de composthoop gegoten.

9.2 Scenario 2: NGO

Design challenge

WAT IS HET?

Productiemethode van een bio-materiaal, gebaseerd op inheemse bodem micro-organismen.

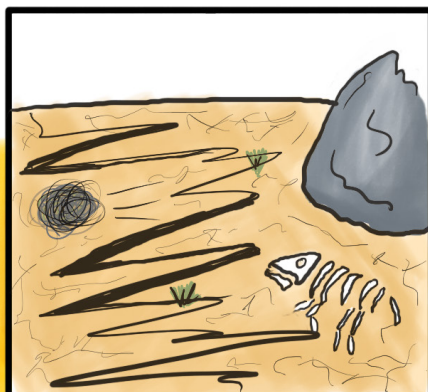
VOOR WIE IS HET?

NGO's of winstmakende organisaties met het oog op het herstellen van de biodiversiteit van landschappen. Een voorbeeld van zo een bedrijf is The Land Life Company met het reeds besproken product (the cocoon, pagina 65).

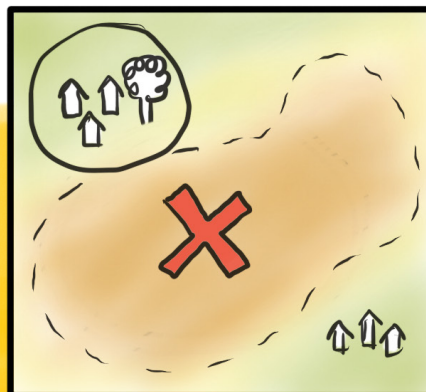
WAARVOOR DIENT HET?

Het inheems biomateriaal kan andere bio-afbrekbare materialen vervangen bij landschapsherstelling. Bijvoorbeeld het vervangen van papierpulp potten door potten vervaardigd uit levend inheems biomateriaal. Hierdoor kan men bijvoorbeeld ook een extra stap zoals het toevoegen van meststoftabletten uitsparen.

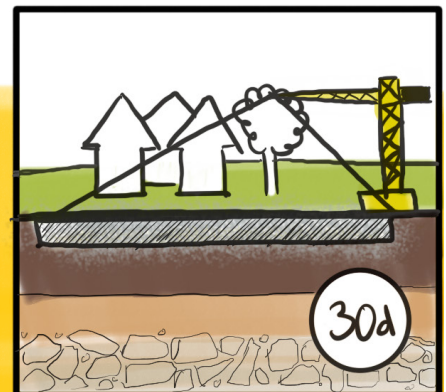
Scenario 2
(eigen afbeelding)



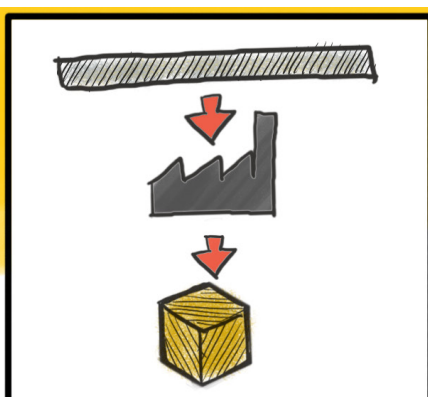
Een 'doodverklaard' landschap.



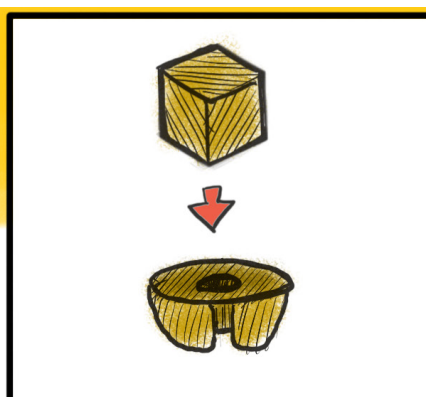
Aan de randen van de aangetaste bodem bevinden zich sites met inheemse biodiversiteit (huizen).



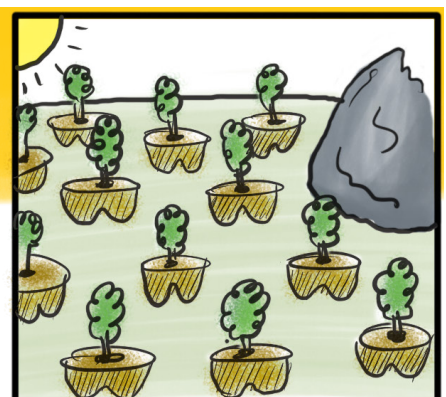
Er wordt in die sites een grote collectie gedaan van inheemse micro-organismen.



De micro-organismen klomp wordt een materiaal.



Van het materiaal wordt een product gemaakt om de biodiversiteit van het landschap te herstellen.



Het product wordt toegepast.

9.3 Scenario 3: Ecologische landbouw

Design challenge

WAT IS HET?

Product-set dat bestaat uit:

- Machine voor het aanmaken van bodemverbeteraar.
- 10 x collectors voor het collecteren van micro-organismen.

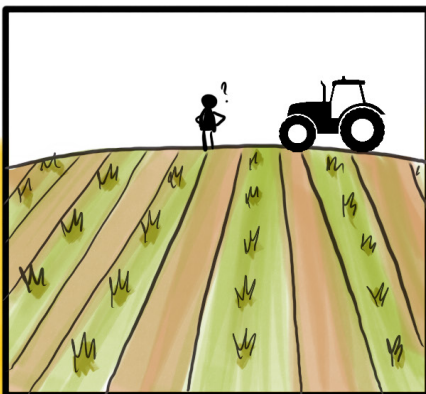
VOOR WIE IS HET?

Ecologische boeren of telers die hun bodemgezondheid willen onderhouden en al dan niet een arme, uitgeputte of vervuilde bodem bezitten.

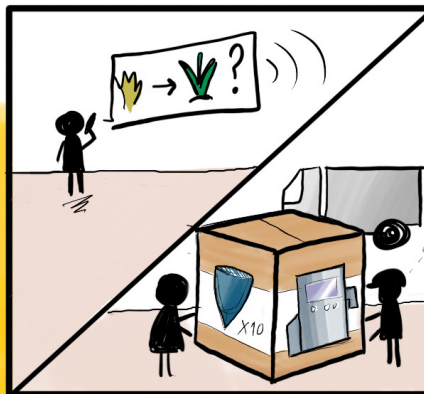
WAARVOOR DIEN T HET?

- Verbetert de bodemgezondheid en daarbij ook de gezondheid van de gewassen.
- Bespaart kosten van water en meststof.

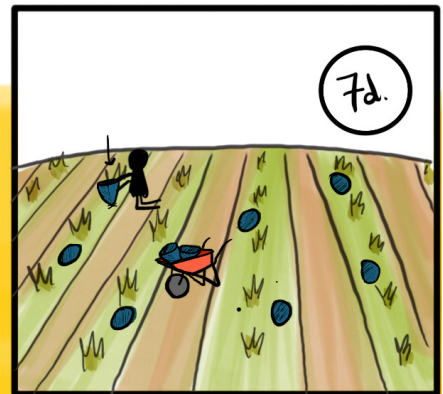
Scenario 3
(eigen afbeelding)



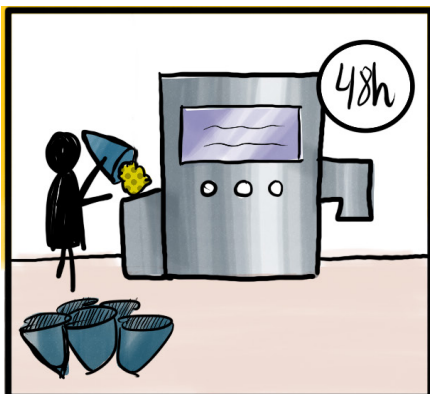
De ecologische boer beseft dat de bodem meststof nodig heeft



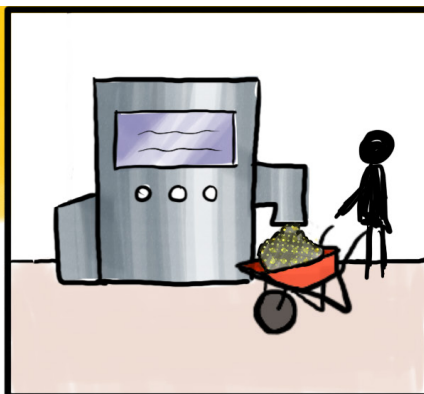
De product-set wordt geleverd



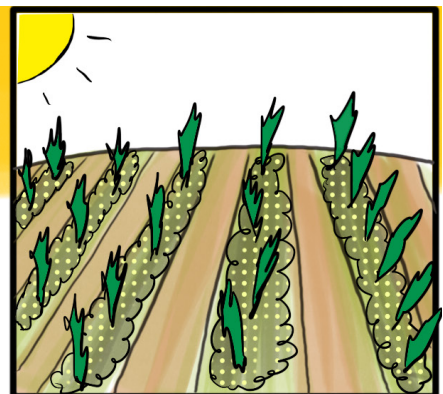
De collectors worden voor een week begraven



De inhoud van de collectors wordt samen met andere ingrediënten aan de machine toegevoegd



Na het proces komt er microbiële meststof uit de machine, aangepast aan de eigen bodem door het gebruik van inheemse micro-organismen



Bodemgezondheid stijgt en die van de gewassen met als gevolg ook

9.4 Scenario 4: Bioremediatie bedrijf

Design challenge

WAT IS HET?

Product-service systeem dat bestaat uit:

- Collector om micro-organismen mee te collecteren.
- Een reactor om de micro-organismen in te vermenigvuldigen tot bodemreinigingsmiddel.
- Applicatiesysteem om het bodemreinigingsmiddel toe te passen.
- Service inclusief labo-testen op bodemgezondheid, een app en verschillende abonnement formules (van do-it-yourself tot we-do-it-for-you).

VOOR WIE IS HET?

Privé bodemeigenaars met een verontreinigde bodem (bepaalde organische verontreinigingen, o.a. minerale oliën, PAK's,...).

WAARVOOR DIEN T HET?

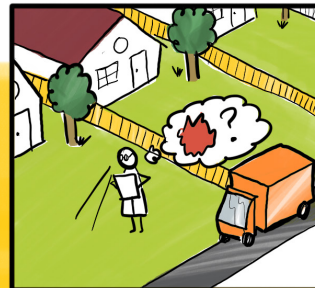
- Het reinigt de bodem zonder hem te beschadigen, in tegendeel, door de gezondheid ervan te verhogen.
- Het zelfverdienstmodel laat het aan de gebruiker toe om bodemreiniger te produceren en door te verkopen.



De overheid (OVAM) lanceert De Grote Grondvraag



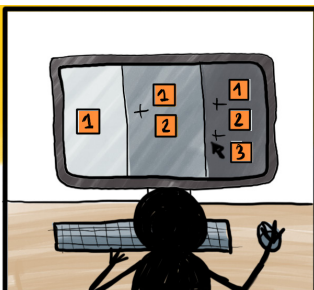
Bodemeigenaar vraagt online een bodemtest aan



De test wordt uitgevoerd door een expert



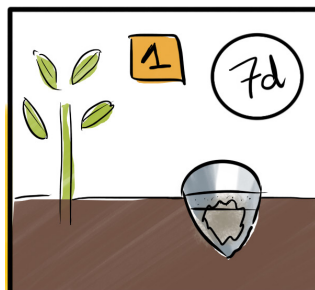
Het is een PAK's verontreiniging. Bioremediatie is mogelijk.



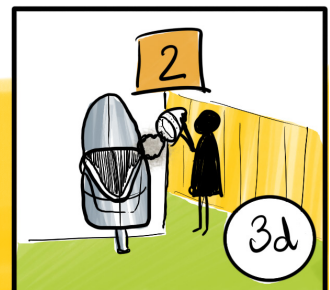
Bodemeigenaar kiest een servicepakket van het bioremediatie bedrijf



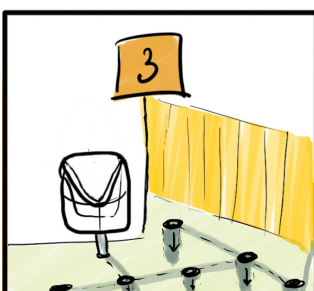
De producten worden geleverd



Eerst moet de collector met de consumable erin in de bodem



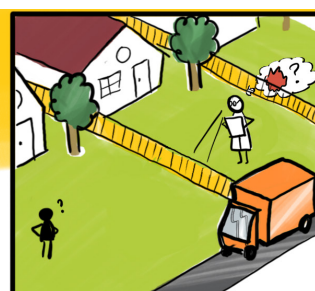
De gecollecteerde micro-organismen worden vermenigvuldigd in de activator



De geactiveerde micro-organismen worden toegepast op de bodem door een applicatiesysteem



De klant kan geld verdienen door service aan te bieden aan burenen!



De burenen laten naar aanraden ook hun bodem testen



De klant verkoopt zijn geactiveerde micro-organismen aan de burenen voor een prijsje.

Scenario 4 (eigen afbeelding)

10. Trade-off

10.1 Tabel

Criteria en gewicht

Het gewicht van de criteria is aangeduid met ++ voor de meest belangrijke tot - voor het minst belangrijke.

- **Desirability (++)**

Hoe hard willen mensen het? Hoe groot is de nood aan het product?

- **Viability (++)**

Toegang tot de markt. Afhankelijk van distributie, verkoopsmogelijkheden, concurrentie.

- **Feasibility (++)**

Maakbaarheid. Bestaat de technologie er al voor? Is het een complex product?

- **Investment (-)**

Investeringsgrootte van tijd (time to market) en geld.

- **Market size, profit (+)**

Hoe groot is de doelgroep/ markt? Hoeveel winst kan er gemaakt worden? Afhankelijk van aantal producten, consumables, business strategie, business plan.

- **Positive impact (+)**





Hoe groot is de positieve impact op het milieu wanneer het gebruikt wordt? Vervangt het een schadelijk alternatief?

Scoring methode

Omdat er voor de meeste criteria moeilijk een cijfer op te plakken is, worden de scenario's relatief gescoord. Dat wil zeggen dat de scores gebaseerd zijn op een 'gemiddelde'.

Het eerste scenario (GFT x privé) werd gekozen als het 'neutrale' scenario en de rest van de scores nemen nadien dit scenario als maatstaf.

In het volgende punt worden de hoogst en de laagst scorende scenario's besproken per criteria.

Criteria		Desirability	Viability	Feasibility	Investment	Market size, profit	Positive impact	Score
Weight		++	++	++	-	+	+	
Scenario's		++	++	++	-	+	+	3°
		++	++	++	-	+	+	4°
		++	++	++	-	+	+	2°
		++	++	++	-	+	+	1°

Trade-off tabel
(eigen tabel)

10. 2 Bespreking

Desirability

1ste plaats: Scenario 1

- Bodemsanering is verplicht
- Deze oplossing biedt dé goedkoopste, meest laagdrempelige en milieuvriendelijke manier op de markt. Daarbij kunnen er gain creators aan gepaard worden om het product nog aantrekkelijker te maken voor de klant.

4de plaats: Scenario 2

- Bedrijven die de biodiversiteit van dode landschappen herstellen gaan geen grotere investering doen voor een product dat hun een klein beetje tijd bespaart. Het herstel van biodiversiteit is sowieso al een lang proces.

Viability

1ste plaats: Scenario 3:

- Van alle doelgroepen, zijn de ecologische boeren degene die het meest bezig zijn met het verbeteren van de kwaliteit van hun eigen bodem.
- Indien het een gemakkelijk verkrijgbaar product is dat hun tijd en geld kan besparen dan is de viability enkel nog afhankelijk van de levering van het product naar de klant.

4de plaats: Scenario 2

- Het verkopen van een niet-geprefabriceerd materiaal is minder evident dan dat van een bestaand.
- Om het op de markt te krijgen moet eerst de werking ervan bewezen worden.
- Bij elke klant zal de toepassing van het materiaal anders zijn.

Feasibility

1ste plaats: Scenario's 1, 2

- Het product is maakbaar met de bestaande technologie en is niet complex in de maak (ontwerp, engineering).

4de plaats: Scenario 2

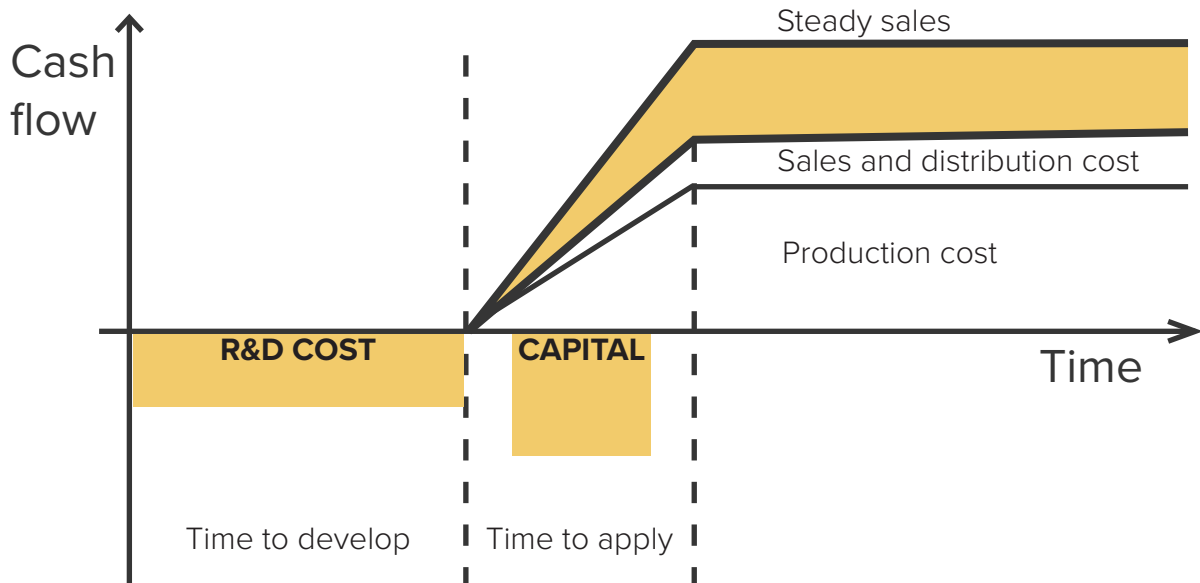
- Het productieproces van een biotechnologisch materiaal heeft voorafgaande research nodig (i.v.m. micro-organismen, eigenschappen) en daarna een validatie (doet het wat het moet?)

Investment

1ste plaats: Scenario 1

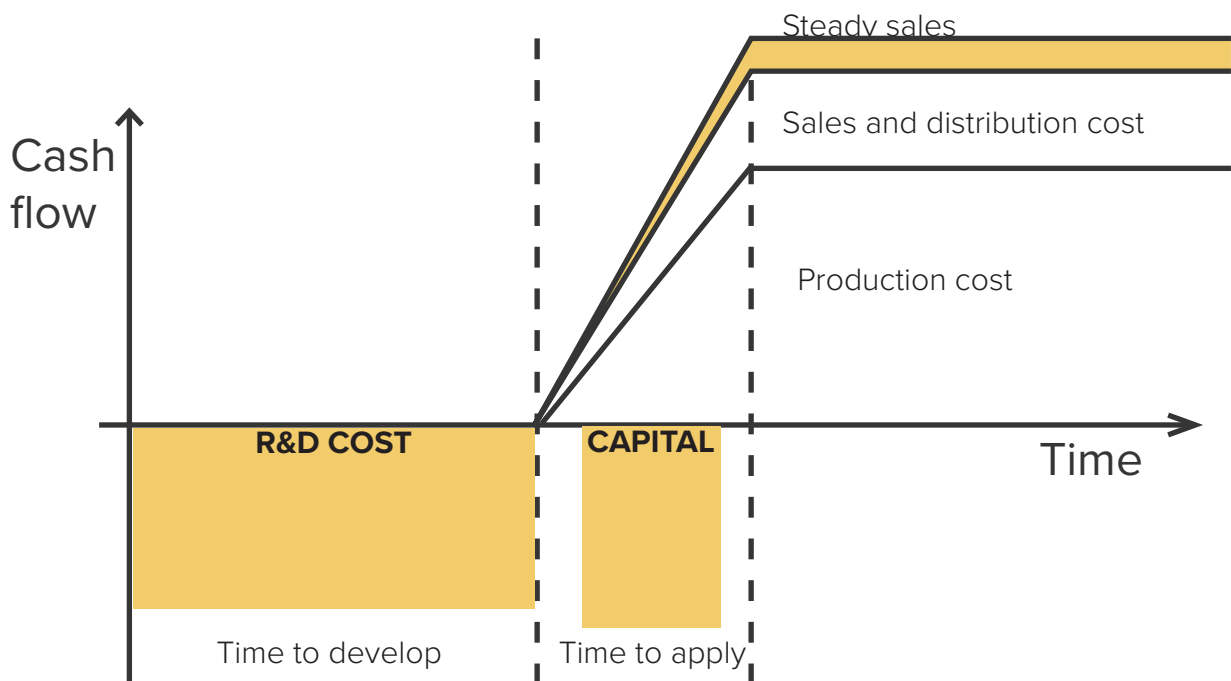
- Het product is het minst complex (2 fysieke producten, een app) en de investering zou het kleinste zijn.
- Er moet niet veel R&D kost gebeuren.
- Snelle time to market: zo snel mogelijk.
- Er zijn het minste risicofactoren aan verbonden voor en na de sales.
- Trend en marketing-afhankelijke verkoopcijfers.

Cash flow tabel scenario 1
(eigen tabel)



4de plaats: Scenario 2

- Zoals eerder besproken zal er voor het ontwerp van een productieproces voor een biotechnologisch materiaal meer research nodig zijn (tijd en middelen).
- De kost zal hoger zijn.
- Het succes van het product zal afhangen van het resultaat: voldoet het materiaal aan zijn functie?.
- Eventueel wordt de technologie overgenomen voor een andere sector.



Market size, profit

1ste plaats: Scenario 1

- De markt is everedig met alle mensen die in staat zijn om GFT te composteren
- De winst is afhankelijk van de verkoop van het product en indien van toepassing de consumables.

1ste plaats: Scenario 4

- Volgens De Grote Grondvraag bestaan er veel risicobodems in België alleen.
- Van dit aantal, mogen enkel de kleinschalige met PAK, minerale olie, BTEX en VOCL vervuilde bodems meegeteld worden omdat deze te saneren zijn met bioremediatie. Ze moeten ook voldoen aan de eisen om bioremediatie te kunnen toepassen.

Cash flow tabel scenario 4
(eigen tabel)

- Gesaneerde bodems die een aggresieve sanering hebben gehad kunnen daarna behandeld worden met bioremediatie.
- De verkoop van een consumable kan de winst doen stijgen.

4de plaats: Scenario 2

- Het aantal bedrijven waarvoor deze technologie van toepassing is, is zeer gereduceerd. Voorbeelden: The land life company, Groasis.
- Eenmaal ze mee op de boot springen zal de opbrengst stabiel zijn.

Positive impact

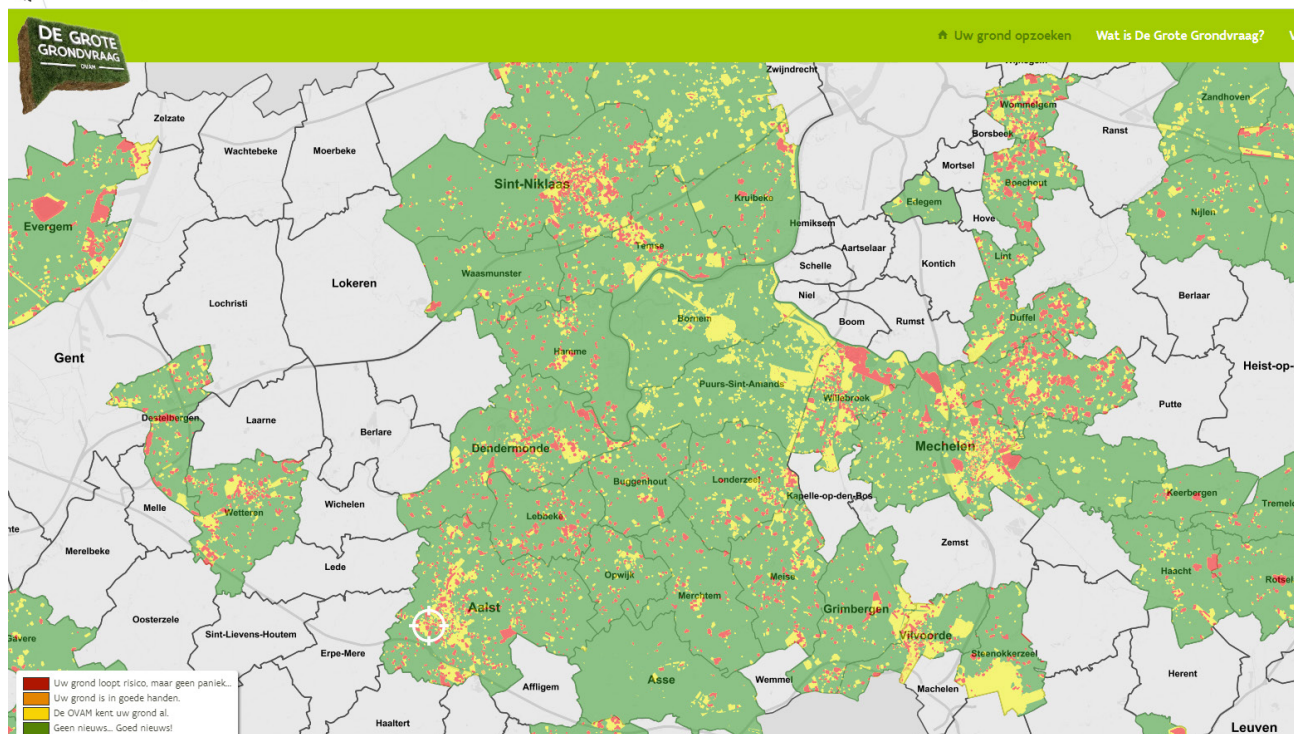
1ste plaats: Scenario 4

- Het product vervangt schadelijke manieren om aan bodemsanering te doen.
- Het heeft een positief effect op het milieu, want het verbetert de kwaliteit van de bodem.

4de plaats: Scenario 2

- Wanneer de biodiversiteit hersteld wordt, zullen inheemse micro-organismen vanzelf hun weg terugvinden. Hier werkt het product slechts als een katalysator.

De Grote Grondvraag landkaart van Vlaanderen (OVAM, 2019)



V. Productdefinitie

11. Kandidaat productdefinitie

11.1 Beschrijving

Gebaseerd op de uitkomst van de trade-off, is scenario 4 gekozen als kandidaat voor de productdefinitie. De definitie gaat als volgt:

Wat?

Het is een product-service om bodemsaneringsmiddel mee te maken op basis van micro-organismen.

Wie?

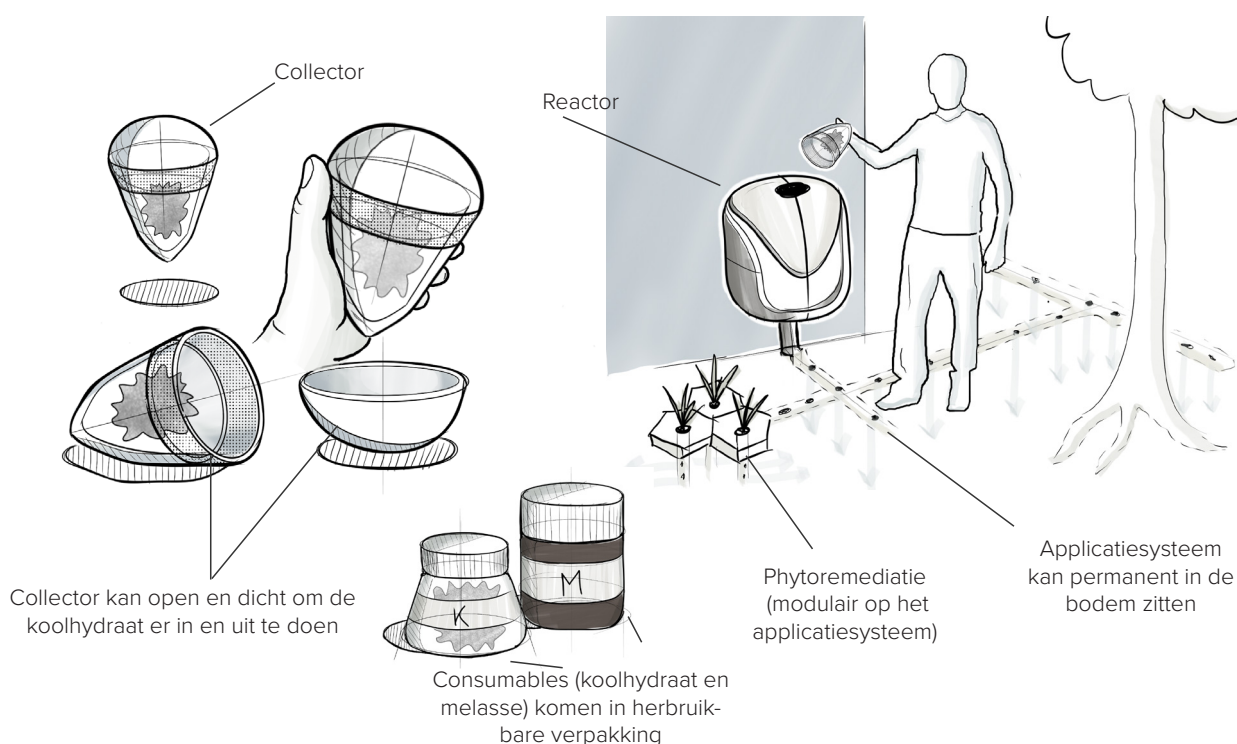
Bestemd voor particulieren die hun bodem moeten reinigen van organische verontreiniging als PAK's, minerale olie, BTEX en VOCL, of het microbieel leven in hun bodem willen herstellen na een destructieve bodemsanering.

Waarom?

In het geval van reiniging omdat in sommige gevallen bodemsanering verplicht is en dit product een niet-destructieve en goedkope aanpak kan aanbieden.

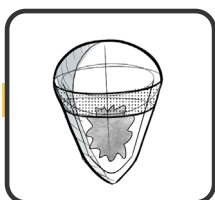
In het geval van herstel omdat de bodemeigenaar zijn/haar bodem wil gebruiken voor een doel waarvoor bodemleven noodzakelijk is.

Voorstelling kandidaat-productdefinitie (eigen afbeelding)



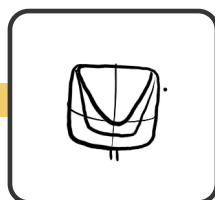
11.2 Productarchitectuur

Fysieke producten



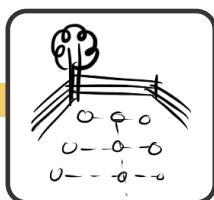
Collector

Houder voor de lokaas



Reactor

Vermenigvuldigingsvat (bioreactor)



Applicator

Systeem om de geactiveerde micro-organismen toe te passen



Consumables

- Koolhydraat (lokaas)
- Melasse



Extra modules

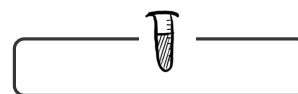
- Phytoremediatie
- Biosparging

Diensten



Execution

- App (info, bestellen, forum)
- Distributie (klant = distributeur)



Screening en tests

- Screening volgens de normen
- (Labo) opvolgingstests



Network

- App (info, bestellen, forum)
- Distributie (klant wordt distributeur)

11.3 Specificaties



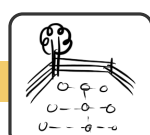
Collector

- Hergebruikbaar
- Afwasbaar
- Houdt regen tegen
- Geen nood aan extra gereedschap
- Koolhydraat in en uit zonder aanraken
- Capaciteit c.a. 250ml
- Mesh doorlaatbaarheid tussen 5 μm - 0.2 μm



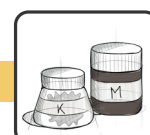
Activator

- Geeft feedback (op het product en via de app)
- Gelinkt aan de app (connected device)
- Werkt met en zonder pomp (aeroobe of anaerobe activatie)
- Aantrekkelijke vormgeving (mensen willen het in hun tuin)



Applicator

- Aan de grootte en gestrektheid van de oppervlakte aanpasbaar.
- "onzichtbaar" of onopvallend.



Consumables

- Herbruikbare/retourneerbare verpakking.
- Koolhydraat
 - Losse structuur
 - Kan steriel gehouden worden bij transportatie

12. Verificatie productdefinitie

12.1 Extra onderzoek

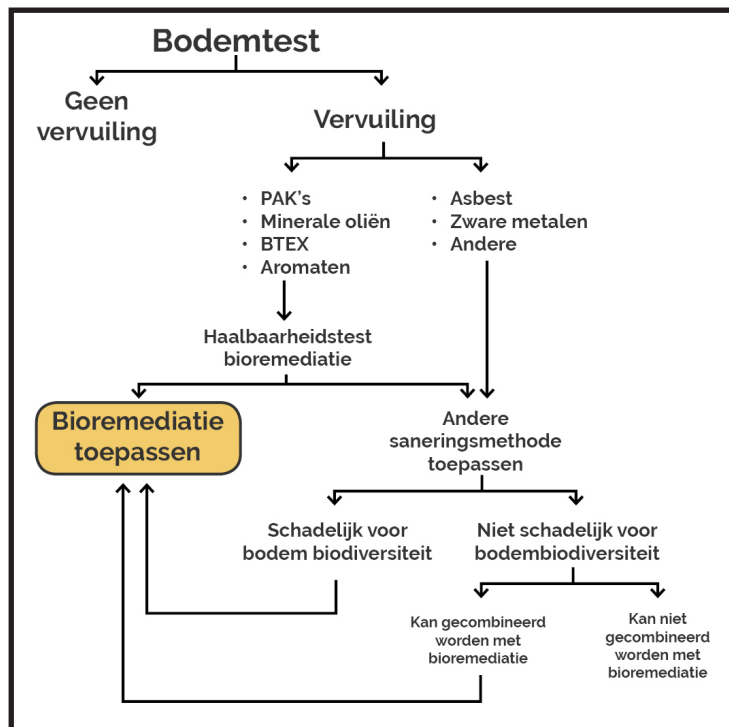
De kandidaat voor de productdefinitie hield bij de marktanalyse geen rekening met bestaande normen, concurrentie en cijfers van bioremediaties die vandaag al gebeuren.

12.1.1 Toepassingsmogelijkheden, marktgrootte

Flowchart

Rekening houdend met de richtlijnen en normen voor biologische sanering van bodems, was het mogelijk om een flowchart te maken voor wanneer het product wél mag toegepast worden. Onderaan zijn alle bepalende factoren die de marktgrootte bepalen:

- De bodem is vervuild met een specifieke soort organische vervuiling, tot op een bepaalde graad.
- Er is een staal genomen van de bodem en een laboratorium haalbaarheidstest wijst uit dat bioremediatie een mogelijke saneringsoptie is.
- Indien bioremediatie niet van toepassing was en er een agressieve methode is toegepast om de bodem te saneren, kan het kandidaat productidee nog toegepast worden om de biologie in de bodem te herstellen.
- Indien er wel bioremediatie wordt toegepast maar niet de soort van het kandidaat productidee, kan het nog steeds gebruikt worden in combinatie.



Flowchart toepassing productdefinitie (eigen afbeelding)

Cijfers bodemsaneringen in België 2018-2019

OVAM beschikt over alle data van bodemsaneringen in België. Ik vroeg aan hen of ik deze cijfers mocht hebben van het voorbije jaar.

In het geel markeerde ik alle bodemsaneringstechnieken die met het behulp van micro-organismen gebeuren. Dit kwam op een totaal uit van 11,43%. De volgende stap richt zich op het onderzoeken wie concurrentie allemaal voorstelt.

SANERINGSCONCEPT	AANTAL	PERCENT
Grondsanering: Off-Site Reiniging	481	30,37%
Grondwatersanering: Grondwateronttrekking	453	28,60%
Monitoring (enkel monitoring)	195	12,31%
In-situ sanering: Gestimuleerde natuurlijke attenuatie - andere	76	4,80%
In-situ sanering: Bodemluchtexttractie	57	3,60%
In-situ sanering: Multifase-extractie	45	2,84%
Grondsanering: Ontgraving - off-site storten	44	2,78%
In-situ sanering: Natuurlijke attenuatie	41	2,59%
In-situ sanering: Drijfslagverwijdering door sorptie of skimmen	31	1,96%
In-situ sanering: Gestimuleerde natuurlijke attenuatie - zuurstofvrijstellend product	22	1,39%
Isolatie: Civieltechnisch	19	1,20%
Grondsanering: Ontgraving - On-site reiniging - Biologisch	15	0,95%
Grondsanering: Ontgraving - On-site reiniging - Fysico-chemisch	15	0,95%
In-situ sanering: Gestimuleerde natuurlijke attenuatie - melasse/vinasse/prota-melasse	15	0,95%
In-situ sanering: Gestimuleerde natuurlijke attenuatie - melkzuur	14	0,88%
In-situ Sanering: Immobilisatie	13	0,82%
In-situ Sanering: Persluchtinjectie	13	0,82%
In-situ sanering: Gestimuleerde natuurlijke attenuatie - plantaardige oliën/vetzuren	13	0,82%
In-situ Sanering: Grondwaterrecirculatiecellen	12	0,76%
Grondsanering: Ontgraving - On-site reiniging - Thermisch	10	0,63%
Totaal	1584	
Totaal met micro-organismen	181	11,43%

Cijfers bodemremediaties in België tussen 2018-2019 (eigen tabel)

12.1.2 Concurrentie

In de zoektocht naar concurrentie kwam ik 24 andere Belgische bedrijven tegen die zich bezighielden met de bioremediatie van bodems. Er zaten spin-offs tussen van universiteiten zoals Bio2Clean, een ontworpen systeem dat zich baseert op de werking van fytoremediatie (planten zuiveren de bodem); maar er zaten ook bedrijven tussen die bioremediatie toepassen op internationale schaal, met grote machines, zoals Euremtech.



Collage logo's bioremediatiebedrijven (eigen afbeelding)

12.1.3 Haalbaarheid

In het Belgisch staatsblad staan er normen gepubliceerd waaraan saneringen van de bodem en het grondwater aan moeten voldoen. Het is een lijst met allemaal vervuilende stoffen aan de linkerkant en cijfers aan de rechterkant die de minimumwaarde constitueren om een bodem “proper” of gesaneerd te kunnen beschouwen.

Om de reinigende capaciteiten van het middel dat men kan maken met de trampa de arroz exact te kunnen testen wordt het ingewikkeld (of toch voor dit werkstuk). Daarbij kan het niet gebruikt worden om grondwater te saneren, maar enkel de bovenlaag van de bodem.

Pagina in het Belgisch Staatsblad met normen over bodemremediatie (FO Justitie, 2019)

37484

BELGISCH STAATSBLAD — 02.05.2018 — MONITEUR BELGE

Bijlage 2: saneringsnormen voor bodem en grondwater
Annexe 2: normes d'assainissement pour le sol et l'eau souterraine

Vaste deel van de aarde (mg/kg droge stof)		Grondwater (µg/l)	
Partie fixe du sol (mg/kg matière sèche)		Eau souterraine (µg/l)	
METAUX LOURDS ET METALLOÏDES / ZWARE METALEN EN METALLOÏDEN			
Arsenic	Arseen	35	12
Cadmium	Cadmium	1,2	3
Chrome (III)	Chroom (III)	91	30
Cuivre	Koper	72	60
Mercure	Kwik	1,7	0,6
Plomb	Lood	120	12
Nickel	Nikkel	56	24
Zinc	Zink	200	300

12.1.4 Conclusie verificatie



Voordelen

- Het heeft een echte positieve impact op de bodem.
- Het is niet destructief.
- Het is goedkoper dan andere saneringsmethodes.
- Het vakgebied bioremediatie wordt steeds populairder.



Nadelen

- Het proces is trager dan andere biologische saneringsmethoden.
- Het dient enkel voor de sanering van de bovenlaag van de bodem, niet voor het grondwater.
- Het vraagt engagement van de kant van de gebruiker om een actie uit te voeren waar hij/zij niet meteen voordelen aan heeft.
- Niet geschikt voor alle bodemtypes.
- Niet geschikt voor alle bodemvervuiling.
- Er moet eerst een bodemtest gebeuren via het labo om te bepalen of de verontreiniging kan/mag aangepakt worden met deze methode.

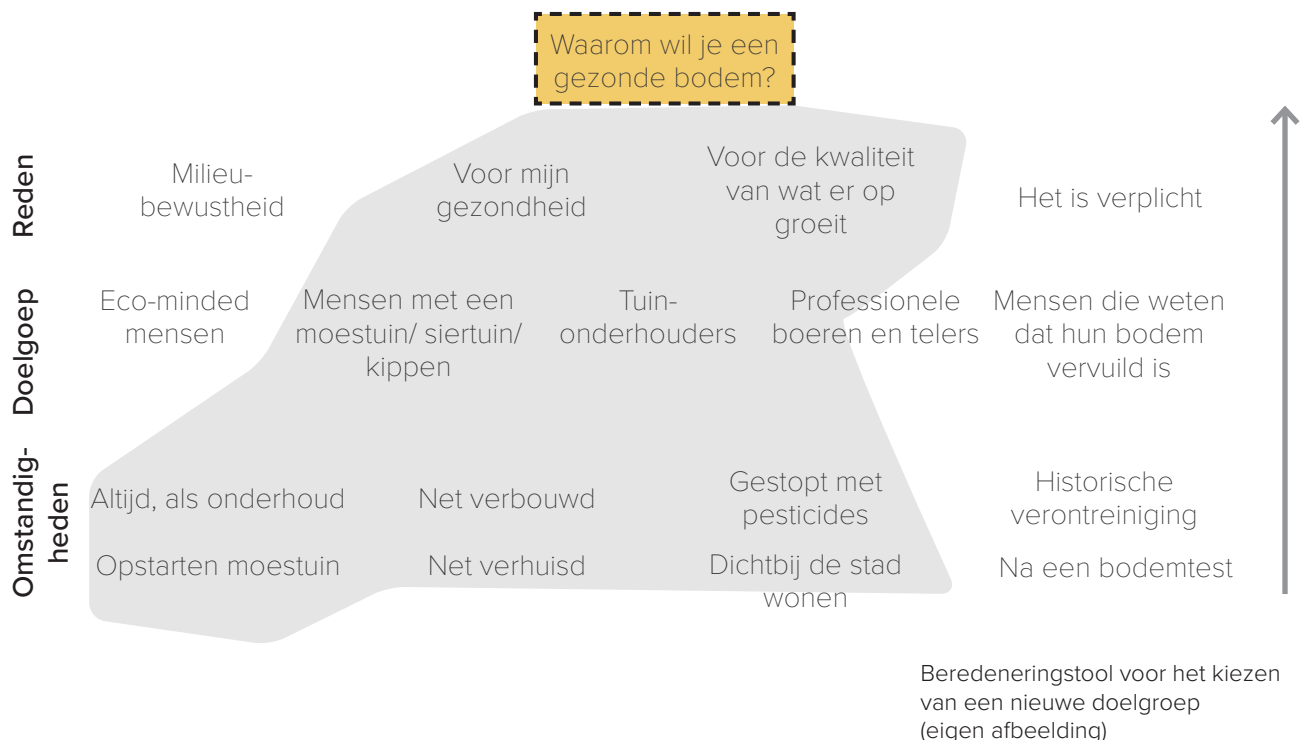
12. 2 Correctie

12. 2. 1 Doelgroep, Meerwaarde

Er moet terug nagedacht worden over wat de meerwaarde van het onderwerp inhoudt. Het antwoord is: gezonde bodems. Daarna volgt de vraag over de geschikte doelgroep. wie heeft een meerwaarde aan het genieten van een gezonde bodem?

Om te beredeneren maakte het visueel. Ik noteerde bovenaan verschillende redenen om een gezonde bodem te willen, verschillende doelgroepen die onder die redenen vielen en als laatste bepaalde omstandigheden waarin de doelgroep zich kan bevinden dat maken dat de bodem niet helemaal gezond is.

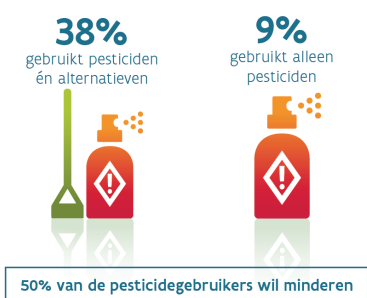
Van onder naar boven waren de meeste van die omstandigheden te linken aan een doelgroep met een tuin. En die doelgroep had dan weer 3 mogelijke redenen om een gezonde bodem te wensen. Het antwoord is aangetoond met de grijze achtergrond.



12. 2. 2 Trendonderzoek



Werken in de moestuin
(Du Jardin Dans Ma Vie, 2020)



Cijfers uit studie pesticidengebruik
(Vlaamse milieumaatschappij, 2017)

Market Summary
CAGR 18,6%



verwachtingen groei microbiële markt
(Mordor intelligence, 2019)

Tuinieren

Eerder dan tuinieren kan de trend ook vernoemd worden naar de drang van mensen om de natuur terug op te zoeken. Het is bekend dat meer en meer mensen naar de steden gaan wonen, maar ze missen toch nog dat natuurelement in hun leven. Dat zorgt ervoor dat meer mensen rondom de omgeving van de stad meer gaan tuinieren. Initiatieven als “urban farming” laten het zelfs toe voor mensen om een moestuin te onderhouden op het dak van een gebouw en “gedeelde moestuinen” maken plaats voor een collectieve vorm van tuinieren. In de stad tuinieren heeft uiteraard ook zijn nadelen, waaronder de belangrijkste misschien wel de vervuiling van de omgeving is, dat zich ongetwijfeld vertaalt in de kwaliteit van het eten dat men kweekt op die bodem. Ook dit laatste is een verkoop punt voor het productidee.

Gedrag tegenover pesticiden en alternatieve middelen

Volgens het rapport van de Vlaamse milieumaatschappij (2017) dat een grote enquête openstelde met 2000 respondenten, gaan veel meer mensen in hun tuin gebruik maken van alternatieve middelen en worden pesticiden telkens minder gebruikt.

Dit is voordelig voor het productidee omdat het past binnen de alternatieve, biologische kader, maar het is ook nog eens goed om de bodem te reinigen van restanten van pesticiden. Dat zijn gebruikersgroepen in één:

- Mensen die (willen) stoppen met pesticiden maar het lukt niet om biologische middelen te gebruiken omdat het bodemleven nog niet hersteld is.
- Mensen die alleen maar alternatieve middelen gebruiken en het nog beter vinden om ze zelf te maken.

Marktgrooite van microbiële producten voor landbouw

Volgens de cijfers van Mordor intelligence (2019) is er een omperkelijke stijging in het verkoop van microbiële middelen bedoeld voor landbouw. Zij forecasten dat er tussen 2019 en 2024 een stijging zal zijn van 18,6% aan deze producten.

En hoewel landbouw niet de doelgroep is waar de focus op ligt, worden veel van de technologieën die ontworpen zijn voor de landbouwsector op een bepaald moment vertaald naar producten voor in de vrijetijdssector - tuin. Net zoals er gebeurde bij de uitvinding van pesticiden

12. 2. 3 Marktonderzoek

Een onderzoek naar producten en middelen voor bodembeheer leverde de volgende tabellen op:

Doel x Focus



Bereidingstijd x input



Type bodemverbeteraar x bereiding



12. 2. 4 Conclusie

De correctie levert als resultaat een herpositionering op en een nieuwe productdefinitie.

Herpositionering



Techniek voor bodemsanering

- Service-gericht.
- Verplichting-gedreven.
- Een klant is klaar met het product wanneer een bodem gesaneerd is.
- Concurrentie met bestaande bodemsaneringsbedrijven.



Techniek voor bodemverbetering

- Product-gericht.
- Optioneel gebruik.
- Altijd bruikbaar, ook voor onderhoud
- Actueel tegenover meerdere trends.
- Concurrentie met kant-en-klare bodemverbeteraars.

13. Definitieve productdefinitie

Wat?

Het is een product-set om bodemverbeteringsmiddel mee te maken op basis van micro-organismen.

Wie?

Bestemd voor mensen met een eigen tuin en/of hun eigen voedsel kweken in een moestuin. Dit kunnen ook mensen zijn die een moestuin delen in de stad of doen aan urban farming.

Waarom? (Drivers)

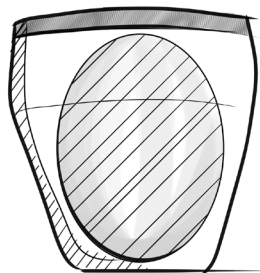
- Het bodemverbeteringsmiddel dat gemaakt kan worden met de product-set is van betere kwaliteit dan de kant-en-klare microbiële bodemverbeteraars die in de winkel beschikbaar zijn:
 - Kant-en-klare middelen hebben een shelf-life dat hun efficiëntie verlaagt. Verse bodemverbeteraar is efficiënter omdat de micro-organismen nog allemaal leven.
 - Kant-en-klare middelen zijn meestal gemaakt met in het labo gekweekte organismen die zich moeilijk terug kunnen aanpassen aan de natuurlijke omstandigheden. Daarbij zijn de sommige van deze soorten organismen vreemd aan de inheemse biologie van de bodem en worden ze weggeconcentreerd.
- Kant-en-klare microbiële bodemverbeteraars zijn vaak prijzig. Het productidee moet het de gebruiker toelaten om geld te besparen.
- Het product helpt de gebruiker om bodemverbeteraar te maken zonder de nood aan voorafgaande expertise.



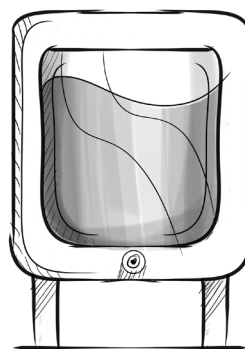
Man werkt in moestuin
(Made to Flourish, 2019)

Architectuur, Specificaties

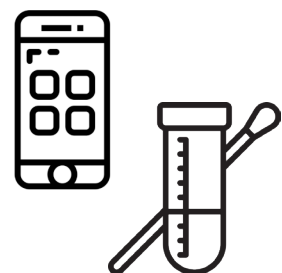
Deze blijven gelijk aan degene van de kandidaat-productdefinitie. Enkel de doelgroep verandert en de reden van het gebruik.



COLLECTOR



REACTOR



SERVICE

DEEL 2:

Integrated Product Design

VI. Systeemontwerp

14. Aanvullend onderzoek

14.1 Lokaas experimenten

Doel

Bij de originele trampa de arroz wordt er, zoals de naam het zegt, rijst (arroz) gebruikt om de micro-organismen te lokken. In de technologische analyse ontdekte ik waarom rijst werkt als een lokaas. Ik kwam ook te weten dat voedingsbodems een potentiële vervanger van rijst zouden kunnen zijn, zoals degene die gebruikt worden in de microbiologie voor het kweken van micro-organismen. Met een oog op commercialiseerbaarheid, voer ik in deze fase enkele experimenten uit om meer te weten te komen over het gebruik van voedingsbodems in deze toepassing.

Nutriënt-agar

Voedingsbodems voor de cultuur van micro-organismen worden meestal op petrischaaltjes gegoten, maar we vinden ze ook terug in reageerbuisjes en grotere flessen. Er bestaan veel types nutriënten bodems, bestemd voor het kweken van verschillende types micro-organismen of voor andere doeleinden. De meest courante voedingsbodem bevat agar-agar als hoofdingrediënt.

Nutriënt-agar is de meest courante voedingsbodem omdat de meeste types micro-organismen erop kunnen groeien, m.a.w. het is 'universeel'. Het bezit ook andere favorabele eigenschappen, o.a.:

- Lange houdbaarheid
- pH neutraal
- Temperatuurstabiliteit
- Toegankelijke en goedkope ingrediënten.



Kant-en-klare agar voedingsbodem (Mordor intelligence, 2019)

Agar-agar is een plantaardige substantie afkomstig van rode algen. Het is geurloos, kleurloos en smaakloos. Het wordt in de keuken gebruikt als geleermiddel en alternatief voor gelatine.

Het is mogelijk om kant-en-klare nutriënt-agar te kopen in vloeibare of vaste vorm, maar je kan het ook zelf maken zoals ik deed voor de experimenten. Nutriënt agar bestaat uit water, agar-agar, proteïnen en koolhydraten.

Het recept om zelfgemaakte nutrient-agar te maken gaat als volgt:

Ingrediënten:

- 1 theelepel Agar-agar - ik gebruikte de poedervorm
- 250ml water
- 1 blokje vleesbouillon met een laag zoutgehalte (proteïnen)
- 1 theelepel Suiker (koolhydraat)

Bereidingswijze:

1. Water aan de kook brengen
2. Agar, bouillon en suiker toevoegen
3. Ongeveer 1 min. roeren tot alles gemixt is
4. 15 min. laten afkoelen
5. Gieten in de gewenste vorm

Onderzoeksvragen en antwoorden

► 1) Wat is de snelste manier om nutriënt agar klaar te maken?

Om dit te testen vergeleek ik de handleiding van kant-en-klare nutriënt agar met mijn experimenten A, B en C om zelfgemaakte nutriënt agar te maken. A werd bereid in het glas met koud water, B werd bereid in het glas met heet water van de waterkoker en C werd bereid in de kookpot. Conclusies van experiment 1:

- **Kan het koud klaargemaakt worden?** - Nee. De verdikkingsreactie vindt pas plaats bij heet water voor de poedervorm en de kant-en-klare vorm moet eerst warm gemaakt worden om uitgegoten te kunnen worden.
- **Kan het anders dan in de kookpot gemaakt worden?** - Ja, maar enkel de kant-en-klare vorm. Deze kan in de microgolf opgewarmd worden en daarna uitgegoten worden. De poeder vorm zou ook nog gemengd moeten worden tijdens het opwarmen van het water zodat de verdikking kan plaatsvinden.

► 2) Kan nutriënt-agar rijst vervangen als lokaas? Zo ja, wat is de beste structuur?

Bij het tweede experiment was het doel om zoveel mogelijk micro-organismen te verkrijgen in dezelfde tijdspanne. Ik bereidde containers voor met zelfgemaakte nutriënt-agar in verschillende structuren en stopte ze in een doos met potgrond zoals op de figuren te zien is:

- **Geperforeerd:** laten afkoelen en gaatjes gemaakt met een rietjes
- **Geroerd:** Met een staafje in geroerd na versteviging
- **In plaatjes:** Dun gegoten en laten afkoelen. Daarna snijden en op elkaar leggen
- **Vol:** Gewoon laten afkoelen

Ter bevestiging maakte ik ook nog een voedingsbodem ter controle, om te weten of er een verschil was met de collectie van micro-



Afbeeldingen experiment
(Eigen afbeeldingen)



Afbeeldingen experiment
(Eigen afbeeldingen)

organismen tegenover degene die in de bodem gestopt werden.

Conclusies bij experiment 2:

- Ja, het kan rijst vervangen als lokaas.
- De beste structuren zijn de geperforeerde structuur en de geroerde structuur. De reden hiervoor is dat deze structuren genieten van de grootste oppervlakte aan de lucht.

Opmerkingen:

De voedingsbodem kan uitdrogen door evaporatie van het water of bij onttrekking van het water bijvoorbeeld door een absorberend materiaal. Dit was het geval bij de houten container.

Slot

Het gebruiken van nutriënt agar ter vervanging van rijst is mogelijk, maar het komt met zijn eigen voordelen en nadelen:

Voordelen:

- Geen voedselverspilling
- Sneller voor te bereiden dan rijst
- Mogelijkheid om compositie aan te passen om doelgericht micro-organismen te collecteren.

Nadelen:

- Afkoeltijd is nodig.
- Hogere contaminatie gevoeligheid.
- Praktische factoren om op te letten zoals evaporatie, condensatie.
- Extra tool of handeling nodig om voedingsbodem in de gewenste structuur te krijgen.

14. 2 Bodemonderhoud enquête bij doelgroep

Methode

Ik sloot mij aan bij twee Facebook groepen die ik zag als doelgroep van mijn productidee en ik deelde er een enquête uit.

De groepen waren:

- Velt vzw
- Moestuiniëren is hip

Met de enquête wou ik enkele zaken over mijn doelgroep te weten komen. Onder andere:

- Wat hun kennis is over bodemgezondheid.
- Wat hun kennis is over de gezondheid van hun eigen bodem.
- Hun gewoontes i.v.m. het onderhouden van hun bodem.
- Hoe ze staan tegenover mijn productidee (zonder te veel uitleg over het product).
- Welke producteigenschappen ze wel en niet wenselijk vinden voor mijn productidee.

De enquête was bijzonder geslaagd met meer dan 140 respondenten. Dankzij een extra vraag op het einde van de enquête verzamelde ik tegelijk ook veel adressen van mensen die zich hebben opgegeven om mij verder te helpen met mijn onderzoek in een volgende fase



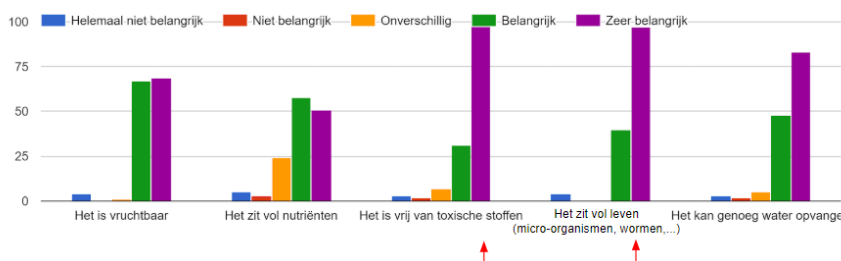
Banner gebruikt voor de enquête (Eigen afbeelding)

Resultaten

Conclusies van de enquête nam ik mee naar de conceptgeneratie. Hieronder enkele van de belangrijkste resultaten en opmerkingen:

- Slechts 3.5% van de respondenten gebruiken reeds middelen met micro-organismen. 90% gebruikt zelfgemaakte middelen.
- De respondenten vinden dat een gezonde bodem eerder een bodem is zonder toxische stoffen en dat vol leven zit. Andere opties waren vruchtbaarheid, waterretentie en vol nutriënten.

Welke eigenschappen vindt u het belangrijk om een een gezonde bodem te bekommen?



Resultaten enquête - Perceptie van de belangrijkste eigenschappen van een gezonde bodem (Eigen afbeelding)

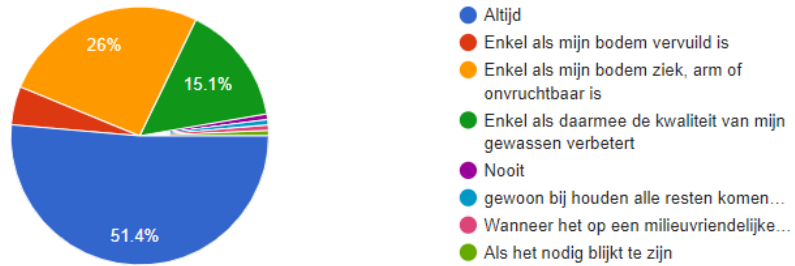
- 70% gaf aan dat ze het zeer belangrijk vinden om een gezonde bodem te bezitten, vanwege “gezondheid”, “voor een optimale opbrengst”, “voor de mens en de natuur” en “kinderen”.
- Ongeveer 28% gaf aan dat zijn/haar bodemgezondheid slechts matig gezond of zelfs ongezond is, door redenen als “recent gekochte eigendom”, “vorige bodem eigenaar gebruikte veel chemicaliën”, “groenten mislukken” en “heeft veel bemesting nodig”.

Vorige eigenaar heeft het jaren doodgesproeid

Anderhaljaar geleden de woning gekocht en staat nog niet op punt

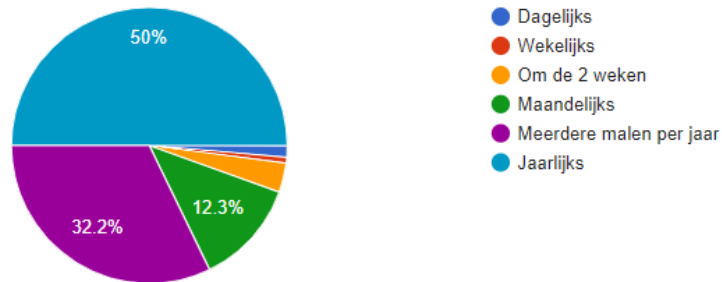
- 50% is bereid om altijd de gezondheid van zijn/haar bodem te verbeteren. +/-35% zou enkel zijn/haar bodem willen verbeteren indien diens bodem arm, ziek of onvruchtbaar is.

Resultaten enquête - Bereidheid om bodemverbeteraar te gebruiken (Eigen afbeelding)



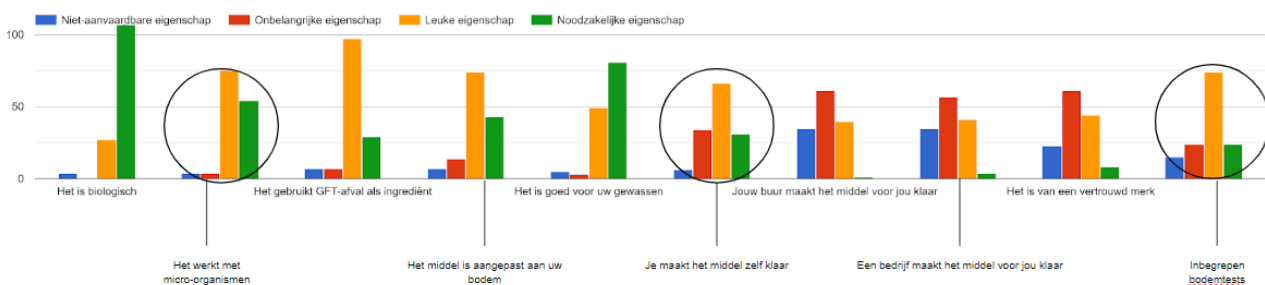
- 50% van de respondenten gaven aan dat ze maximaal één keer per jaar bodemverbeteringsmiddel zouden willen gebruiken. 33% meerdere malen per jaar.

Resultaten enquête - Frequentie dat bodemverbeteraar gebruikt wordt (Eigen afbeelding)



- 52% van de respondenten vonden het een leuke eigenschap voor een bodemverbeteringsmiddel om gemaakt te zijn met micro-organismen. 38% vond dit zelfs een zeer leuke eigenschap.
- De eigenschap “het bodemverbeteringsmiddel is zelfgemaakt” vonden de respondenten eerder een leuke eigenschap (47%). 25% van de respondenten vond het niet aanvaardbaar dat het bodemverbeteringsmiddel gemaakt werd door een buur of door een bedrijf.
- De eigenschap “inbegrepen bodemtests” vond 50% leuk, 20% zeer leuk en 20% onbelangrijk.

Resultaten enquête - Scoring producteigenschappen voor productconcept (Eigen afbeelding)



De volledige vragenlijst en antwoorden van de enquête kunnen teruggevonden worden in de bijlagen van deze masterproef.

15. Ontwerpfase: Systeem

15.1 Systeemkaart

De te ontwikkelen items (TOI's) zijn alle "onderdelen" die samen het productconcept vormen. Ze worden gedefinieerd vanuit de specificaties, functies en de productarchitectuur van de productdefinitie. Er kan nagedacht worden over mogelijke oplossingen voor elke TOI aan de hand van ideatie oefeningen zoals brainstormen, of door naar gelijkaardige producten te gaan kijken.

Ideatie

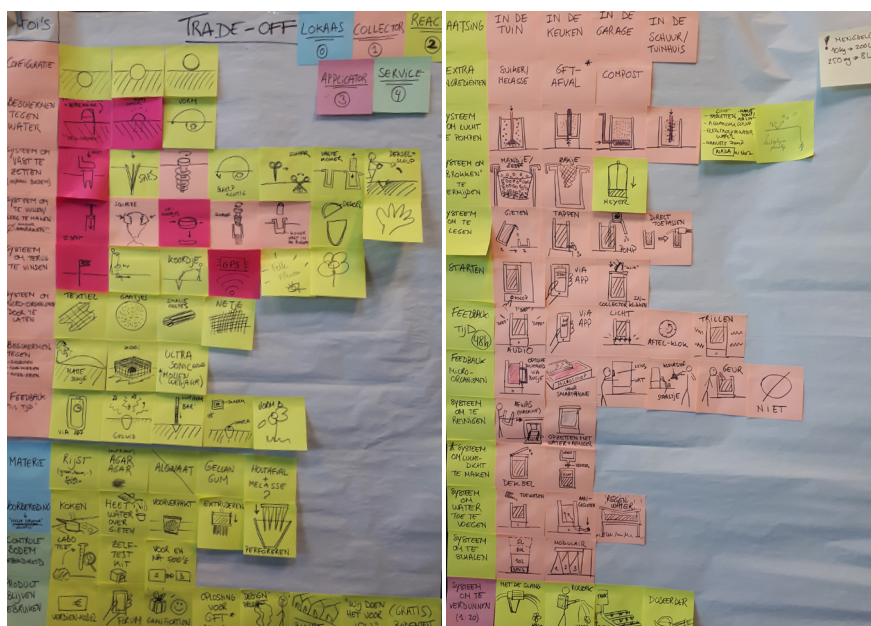
Er werd een brainstormsessie georganiseerd met meerdere mensen. Ideatie tools en technieken hielpen bij het ideatieproces, zoals o.a. biomimicry kaarten om oplossingen te integreren die in de natuur voorkomen, de lego serious play techniek om ideeën ruimtelijk te visualiseren en een oefening met klei om hands-on te brainstormen.

Hoofd-systemen

- **Collector:** Container waar lokaas in zit om de micro-organismen in te collecteren.
- **Lokaas:** Substantie die micro-organismen aantrekt.
- **Reactor:** Container waar micro-organismen en andere ingrediënten samen bodemverbeteringsmiddel vormen.
- **Applicatiesysteem:** Manier waarop het bodemverbeteringsmiddel gebruikt wordt op de bodem.
- **Service:** Dienst waar de gebruiker van geniet bij de aankoop van het product.



Foto's brainstorm workshop met de tools Biomimicry Cards & Lego Serious Play (Eigen afbeeldingen)



Morfologische kaart systeemontwerp (Eigen afbeeldingen)

15.2 Conceptvorming

Eigenschappen

Nadat alle mogelijke oplossingen gekend zijn voor alle TOI's kan de conceptvorming plaatsvinden. In dit geval is er gekozen om 3 concepten te vormen die zo verschillend mogelijk waren van elkaar. Om dit te bereiken zijn er enkele eigenschappen bepaald waarin ze van elkaar moesten verschillen.

Tabel conceptvorming a.d.h.v. uiteenlopende eigenschappen (Eigen afbeelding)

Vorm
Vorbereiding
Begraven
Graad van technologie
Feedback
Reinigen
Plaats reactor
Inputs



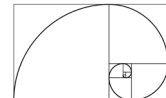
Concept A

Scherp
Rijst koken
Duwen met voet
Geen
Geen
Niet (afbreekbaar)
Buiten
GFT, suiker, regenwater



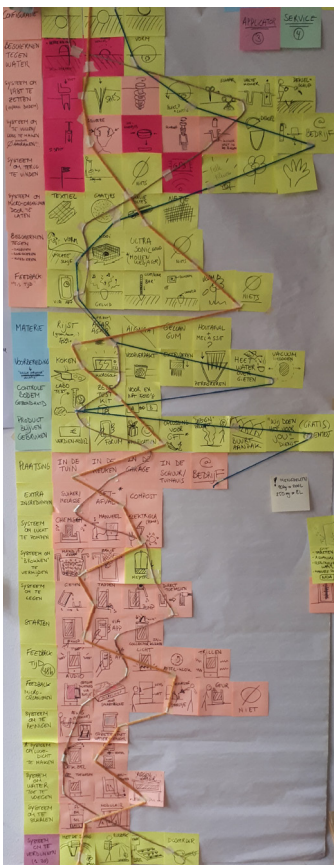
Concept B

Geïntegreerd
Agar in microgolf
Permanent
App
App notificatie
Afwassen
Binnen
Suiker, water



Concept C

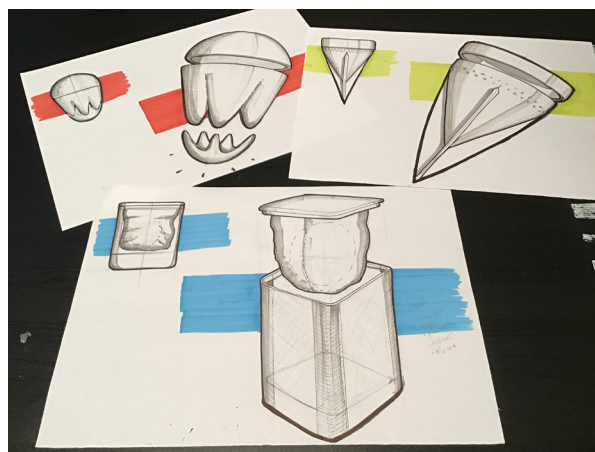
Organisch
Kant-en-klaar
Indraaien
App + Licht + GPS
App notificatie + visueel
Niet (ruil-systeem)
Bij bedrijf
Bedrijf bepaalt



Visualisatie

Er werden letterlijk 3 lijnen getrokken doorheen de systeemkaart. De oplossingen werden per concept gekozen naargelang de vooraf bepaalde eigenschap.

Daarop volgden enkele schetsen van de mogelijke concepten. Eenmaal ze gevisualiseerd waren, was het mogelijk om ze in CAD-software te ontwerpen en ze te 3D printen. Deze 3D geprinte versies dienden dan later in de volgende fase als mock-up bij de conceptinterviews.



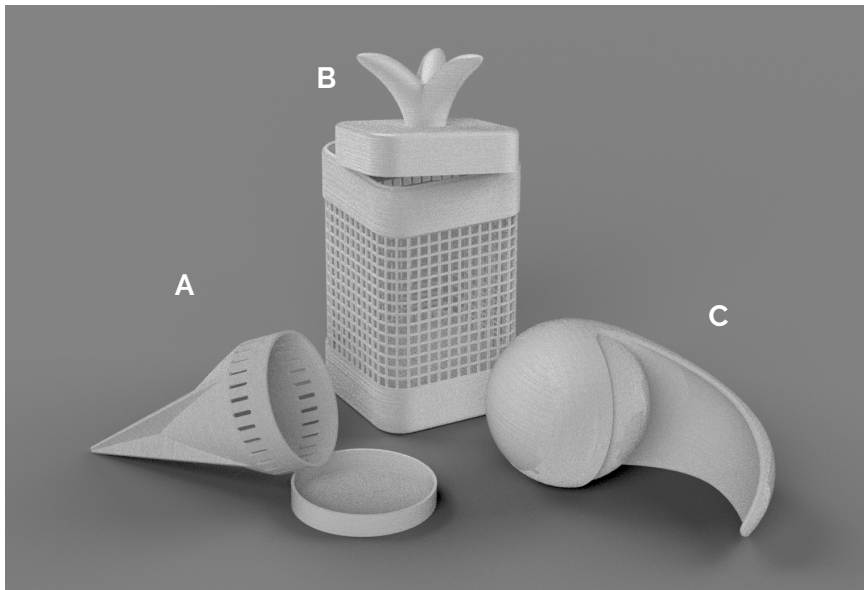
Links: 3 lijnen getrokken doorheen de morfologische kaart voor conceptvorming

Rechts: Schetsen conceptvorming (Eigen afbeeldingen)

15.3 Mock-ups

Doel

De 3D geprinte mock-ups werden gemaakt met als doel de concepten A, B en C te kunnen testen bij mensen van de doelgroep. Dit zou later gebeuren tijdens de concept-interviews. Het is dan mogelijk voor de geïnterviewde om de mock-ups op een fysieke manier te ervaren, vast te pakken en er een realistischere mening over te kunnen vormen.



Concepten A, B en C, gerenderd
(Eigen afbeelding)



Concepten A, B en C, 3D-prints
(Eigen afbeelding)

Gebruiksflow

Bij elke mock-up hoort een andere gebruiksflow. Deze representeerde ik op één blad per mock-up met behulp van afbeeldingen bij elke stap. Op de volgende pagina's worden de gebruiksflows van elk concept getoond.

Concept A



Lokaas (rijst) in water koken.



Collector vullen



Deksel opzetten



Collector in de bodem duwen



GFT fermenteren + water + suiker



Collector ontgraven na 7-14 dagen

7-14
dagen



Collector in de reactor bij GFT



Reactor aanzetten



Reactor leegmaken

2
dagen



Reactor reinigen met tuinslang



Bodemverbeteraar gebruiken

Gebruiksstappen concept A
(Eigen afbeelding)

Concept B



Kooi van de collector plaatsen



Lokaas (nutriënt agar) in de container van de collector gieten



Lokaas voorbereiden in microgolf



Kooi vullen met de lokaas



7-14
dagen

Lokaas uit de kooi halen na alarm via de app



Reactor vullen + water + suiker + micro-organismen en opstarten



Lokaas container afwassen



2
dagen

Reactor is klaar!



Bodemverbeteraar gebruiken

Gebruiksstappen concept B
(Eigen afbeelding)

Concept C



Vacuum onttrekken van de collector



Collector in de bodem rollen



Notificatie op app + licht uit de collector = klaar om eruit te halen!



Ophalingstijd bevestigen



Collector afgeven

7
dagen



Bodemverbeteraar ontvangen



Bodemverbeteraar gebruiken

Gebruiksstappen concept C
(Eigen afbeelding)

16. Concept interviews

16.1 Persona profiling

Dankzij de enquêtes die ik aan mijn doelgroep afnam in de vorige fase omtrent hun bodemonderhoud kennis en gewoontes, had ik nu een grote lijst ter beschikking van mensen die hadden aangevinkt om mij verder te willen helpen in dit onderzoek. Ze lieten hun mailadres en postcode achter. Aan de hand daarvan selecteerde ik enkele profielen in de regio van Antwerpen en vroeg ik of ik ze mocht ontmoeten voor een persoonlijk interview.

Ik legde uiteindelijk een totaal van 6 interviews af met de volgende profielen:

Biologisch tuinieren ●●●●●● Niet biologisch tuinieren

Professioneel tuinieren ●●●●●● Hobby tuinieren

Ervaring met microbiële producten ●●●●●● Geen ervaring met microbiële producten

16.2 Methode

Elk interview duurde rond de 45 min. Ook vroeg ik elke geïnterviewde of ik ons gesprek mocht opnemen (audio). Ik volgde een vragenlijst die ik vooraf had opgesteld en afgedrukt. Deze vragenlijst is in zijn geheel te vinden in de appendix als bijlage, samen met een opsomming van alle antwoorden.

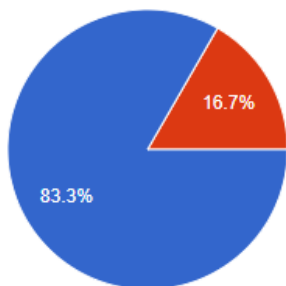
De eerste vragen in de vragenlijst waren gelijkaardig aan degene van de enquête, maar nu had ik de mogelijkheid om door te vragen op hun antwoorden. Daarna volgde de behaviour analysis. Hier vroeg ik de geïnterviewde wat hij/zij wel en niet leuk vond aan hun huidige manier van tuinieren en wat ze zouden verwachten van het product dat ik aan het ontwerpen ben. Ten laatste was het tijd om de concepten A, B en C voor te stellen. Ik noteerde telkens wat hun eerste indruk was en daarna ging ik over naar de uitleg van de concepten. Ten slotte was het aan de geïnterviewde om elk van de eigenschappen van de concepten te rangschikken en wat uitleg te geven bij hun preferenties.

Het beste aan deze soort interviews is de kwalitatieve informatie dat de geïnterviewde kunnen meegeven zoals quotes. Het laat je toe om door de ogen van de gebruiker te kunnen kijken naar jouw product.



Live interviews met mock-ups (Eigen afbeelding)

16.3 Resultaten

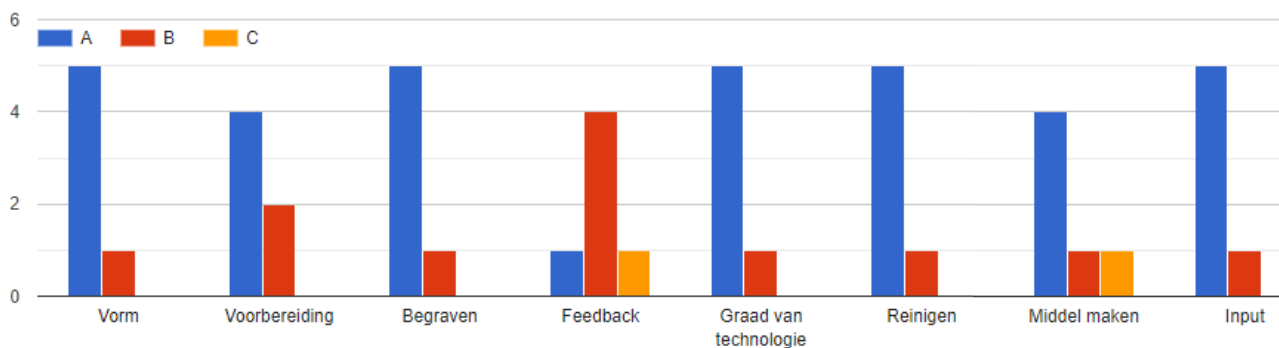


● A
● B
● C

Voorkeur

Het was duidelijk dat concept A de winnaar was voor de meeste van zijn eigenschappen (zie grafiek onderaan). De enige eigenschap waarbij concept A het minder goed deed was bij het type feedback. Hier was er de voorkeur voor een feedbacksysteem met een alarm via de app.

Concept C, het concept dat het meeste aanleunde bij een dienst vond niemand van de geïnterviewde personen een aantrekkelijk concept.



Resultaen concept interviews
(Eigen afbeelding)

Varia

- Rijst werd verkozen boven nutriënt-agar omdat het toegankelijker en meer familiair was.
- Functionaliteiten waar de app moet inbegrijpen volgens de geïnterviewde zijn vooral de agenda en een gebruikerszone met een forum. Een zelfverdienstmodel is volgens de professionele gebruiker ook aantrekkelijk. Gamification werd afgekeurd.
- De geïnterviewde personen prefereren natuurlijke materialen over kunststof, maar ze prefereren productduurzaamheid over natuurlijke materialen.
- De hobby tuiniers vonden oogsten de allerleukste activiteit in de tuin. Dit leunt aan bij de customer journeys van de trampa de arroz bij het oogsten van de micro-organismen.

Quotes

“A is het simpelste en het meest gebruiksvriendelijke.”

“C is voor een totaal andere doelgroep.
Misschien eerder voor starters.”

“Mensen met een moestuin doen dat meestal voor plezier. Het DIY gedeelte is er daarom gepast.”

“Ik zou extra geld betalen voor het zelfverdienstmodel via de app,

17. Product-Concept

17.1 Kandidaat product-concept

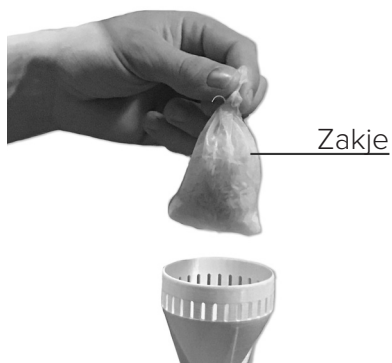


Conceptpresentatie van de collector (eigen afbeelding)

Eigenschappen en kenmerken

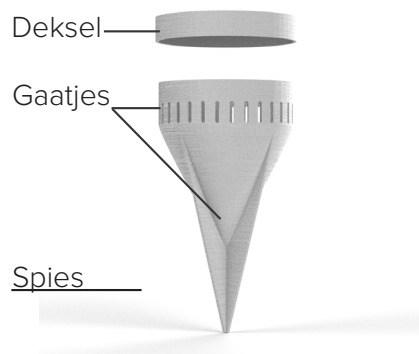
Uit de resultaten van de interviews is de kandidaat voor het product-concept de samenstelling van alle concept-eigenschappen die het hoogst gescoord hebben. Dit zijnde concept A met een feedbacksysteem via de app:

Lokaas



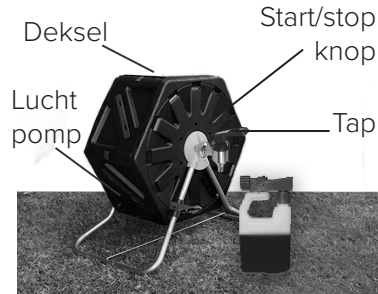
- Rijst
- In water koken
- Omhulsd in herbruikbaar zakje

Collector



- Spiesvormig.
- Geen technologie in de collector.
- Afwasbaar.
- Duurzaam.
- Sterk materiaal (staal/composiet/hardhout)

Reactor



- Kan buiten gezet worden.
- Gebruikt GFT als extra input.
- Zowel fermenteren als aëren (met pomp).

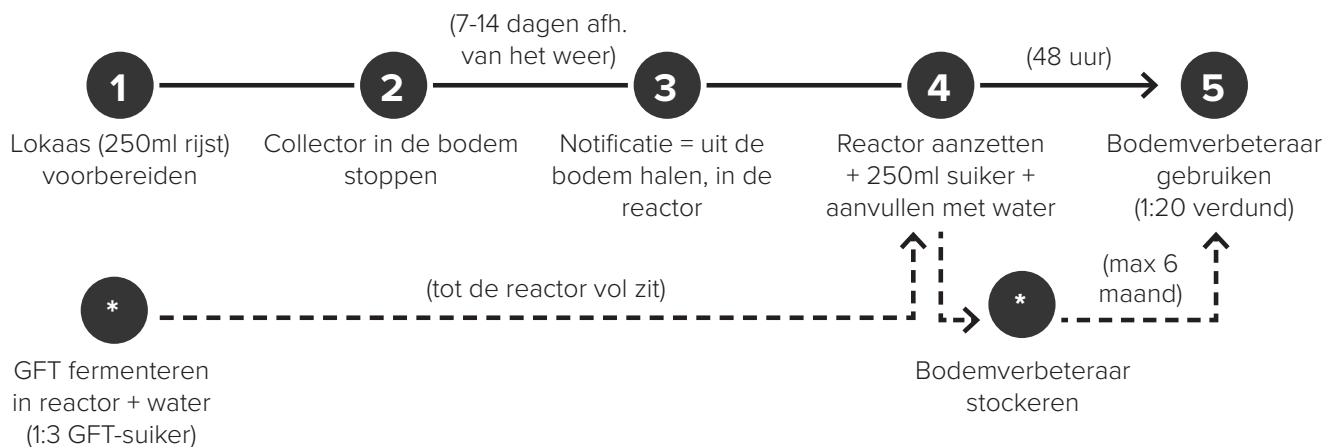
Service



- App met functies:
 - Agenda
 - Notificatie: het is klaar!
 - Gebruikerszone, forum
 - Instructiefilmje
- Inbegrepen bodemtests

Gebruiksflow

Onderaan zijn er een stroomschema met alle belangrijkste gebruiksstappen en op en hoeveel tijd er tussen elke stap bestaat:



17.2 Verificatie

Een verificatie wordt uitgevoerd om de cohesie te testen tussen alle eigenschappen van het kandidaat product-concept. Op die manier worden allerlei risico's uitgesloten in latere fases en zal het ook gemakkelijker zijn om de volgende designkeuzes te identificeren.

Alle relevante informatie met betrekking tot de verificatie is samengevat in de tabel op de volgende 2 pagina's.

Gebruiksverificatie

De volledige user journey, alle functies en een lijst met onderdelen werden overlopen en overbodige of ongebruiksvriendelijke instanties werden gesimplificeerd [zie de volgende tabel].

Bio-technische verificatie

De bio-ingenieur Jeroen Ballière, huidige onderzoeker aan de Universiteit Gent, hielp mij bij deze verificatie door zijn expertenmening te geven over het kandidaat product-concept en eventuele aanpassingen te suggereren. We overlopen het hele werkingsmechanisme, alle biologische processen die plaatsvinden en bespreken welke technologie al dan niet voldoet voor een optimale werking [zie de volgende tabel].

17.3 Definitief product-concept

17.2.1 Belangrijkste correcties

User Journey

- De fermentatie van GFT brengt veel vragen en ontwerpcomplicaties met zich mee. Er wordt gekozen om deze functionaliteit NIET in te begrijpen als hoofdfunctie.
- Een controle van de gecollecteerde micro-organismen is onnodig, aangezien er geen twijfel zal zijn dat er biologie gecultiveerd zal zijn en het middel onmogelijk een negatief effect kan hebben op de bodem.

Onderdelen

- Suiker wordt vervangen door melasse, omdat het rijker is aan nutriënten die zeker nodig zijn als de GFT er niet bij zit.
- De volumecapaciteit van de reactor wordt inbeperkt.
- Er zal een maatbeker nodig zijn om de rijst en de melasse te meten, alsook het middel zelf om het daarna te verdunnen.
- De lokaas kan omhuld zoals een theezakje weken in de reactor om zo het verspreiden van vaste delen te bekomen.
- Het bodemverbeteringsmiddel wordt het liefst zo snel mogelijk gebruikt. Flessen om te bewaren zijn niet inbegrepen.

User Journey	Bijkomende interactie	Locatie	Onderdelen/ Extra benodigdheden
Keuze, Aankoop, Uitpakken	Transporteren	Winkel, Vervoersmiddel	Verpakking
Instructies, Verkennen	Lezen, filmpje zien, door de verpakking gaan	Thuis	Manual of use/ Instructievideo, App
Opstarten, Instellen, Installeren	App downloaden, App instellen, Toestel monteren een plaats geven	Thuis, Reactor in tuin	Indien reactor niet counterdesk is: poten/statief/staander/iets om aan de muur te hangen. Locatie (GPS) en Weerbericht (internet)
Gebruik plannen	Agenda invullen in de app	Thuis	App, eventueel iets om fysiek de datums op te schrijven
Lokaas voorbereiden	Rijst afwegen, rijst koken (kookvuur of microgolf)	Keuken	iets om rijst mee af te wegen
Collector vullen	Met een lepel in de collector scheppen	Keuken	iets om de collector mee te vullen
Collector in de bodem doen	Met de voet in de bodem duwen	Tuin	Spies gedeelte van de collector, Collector deksel
Alarm opzetten	Selectie binnen app	Tuin/Thuis?	App
GFT fermenteren in reactor	Ingrediënten (suiker en water) toevoegen, deksel dicht doen!	Thuis/Tuin?	iets om suiker mee af te wegen, een netje/mandje/zeefje voor vaste delen te scheiden van water, luchtdicht deksel!
Collector uit de bodem halen	Feedback (alarm) via app . Uittrekken	Tuin	/
Controle vangst	Open doen, bekijken	Tuin	Collector container
Lokaas in de reactor	Uitlepelen indien het plakt tegen de randen	Tuin	iets om klomp uit de collector te lepelen
Collector reinigen	Afwasmachine/ met de hand	Keuken	/
Collector opbergen	Een plaats geven	Ergens thuis?	/
Ingrediënten in de reactor	Suiker wegen, aanvullen met water	Keuken en tuin?	iets om suiker mee te wegen
Reactor opzetten	Stopcontact gebruiken, Knop drukken/Draaien/...	Tuin	Kabel. Knop. Interne timer 48h (PCB), Pomp/Motor
Alarm opzetten	Selectie binnen app	Tuin?	App
Reactor leegmaken	Aftappen voor direct gebruik OF in flessen voor bewaring	Tuin	iets (een netje/mandje/zeefje voor vaste delen te scheiden van water
Reactor reinigen	Vaste delen eruit halen van fermentatie en lokaas, spoelen met water, pomp met proper water reinigen	Tuin	Tuinslag/ emmer
Bodemverbeteraar gebruiken	Verdunnen met water 1:20 in een gieter	Tuin	iets om bodemverbeteraar mee te doseren 1:20

Mogelijke conflicten of opmerkingen	Opmerkingen expert (bio-ingenieur)	Correcties en ontwerpbeslissingen
Moeilijk om te transporteren.		Verpakking moet compact en gemakkelijk transporteerbaar zijn
De gebruiker bekijkt de instructies niet		Instructies met tekenjes op de verpakking
De gebruiker zet de reactor in een zonnige/ongepaste plek. De gebruiker heeft buiten geen stekker.		Het bestaan van de App wordt duidelijk gecommuniceerd. Duidelijk vereisten voor installatie van reactor (verbodstekens)
Nodige ingrediënten niet in huis		Ingrediënten voor 1x meegeven bij de eerste aankoop. Plaats om datum te noteren op de reactor.
Rijst te week koken		Alarm via app, duidelijke instructies, container maken voor hoeveelheid rijst en waterhoeveelheid
Overkill aan extra onderdelen		Collector = plaats waarin rijst wordt gemeten en gekookt
Structurele problemen (kapot gaan), zeer zonnige plek kiezen		Collector gaat niet kapot en materiaal beschermt tegen UV en houdt warmte tegen.
Vergeten		Reminder via planning. QR code op deksel?
Deksel is nodig als het buiten staat tegen de regen, maar aeratie is nodig dus dan moeten er gaatjes ergens anders komen.	Concurrentie tussen GFT microorganismen en bodemmicroorganismen bij reproductiefase. Deksel open tijdens fermentatie doodt M.O..	Fermentatie weglaten of eventueel een in aparte container (niet in de reactor).
Niet terugvinden. Niet thuis zijn wanneer alarm afgaat.		Collector een fel kleurtje geven. Foto nemen bij begraven. Alarm gaat meerdere malen af tot dat Code gescand wordt?
Aanraken, te vies vinden.	Je zal nooit een mengsel kunnen maken dat slechter is dan wat er al in de bodem zit" - controle is een overbodige stap.	Deze stap overslaan.
Aanraken met handen. Lepel halen in de keuken		Lokaas zit al in een capsule en moet niet uitgeleefd worden
/		
Kwijtspelen. Wat als iemand 2 collectors heeft?		Moet opbergbaar zijn dichtbij de reactor.
Heen en weer tussen keuken en tuin.	Als de gefermenteerde GFT er niet bij zit is suiker niet genoeg als nutriënt. Beter melasse gebruiken!	Reactor heeft streepjes nodig om "aanvullen met water". Er moet een werkblad ergens zijn.
Niet iedereen heeft een stopcontact in de tuin		Reactor moet binnen staan in tuinhuis/ garage of buiten in de schaduw tegen de wand van het huis.
Vergeten		Ook feedback over tijd op de reactor (visueel (licht) of audio).
Als flessen ook incl. bij het product komt wordt het een grote set. Flessen zijn extra werk om af te wassen.	Het middel is het meest efficiënte wanneer je het direct gebruikt.	Mengsel rechstreeks van de reactor in de gieter.
Arbeidsintensief. GFT afval is te nat om bij de compost te doen indien bak ter beschikking.		Vaste delen en vloeibare delen gescheiden houden in de reactor. Compost-thee apart brouwen en later bijvoegen in de reactor.
Moeilijk om verdunning te meten		Maatbeker inclusief bij het product

17.3.1 Volumeberekeningen

Volumeberekening van de reactor

Nu we weten dat er geen afval gefermenteerd zal worden in de reactor is het mogelijk om er een vaste volumecapaciteit aan te geven. De grootte zal mee bepaald zijn door de grootte van moestuinen (informatie uit antwoorden op de enquêtes eerder in dit onderzoek), de verdunningsratio en hoeveel water er gegoten moet worden op één dag per vierkante meter moestuin (de Peyster, 2014).

- Gemiddelde oppervlakte moestuin: 50 à 150 m² (ongeveer 50 m² moestuin pp)
- Verdunningsratio: 1:20 à 1:25
- Hoeveelheid gietwater: 20 à 25 L/m²/week = 3 à 3.5 L/m²/dag

De mediaan van 50 en 150 is 75 m².

De mediaan van 3 en 3.5 is 3.25 L

De mediaan van 20 en 25 is 22.5

$75 \text{ m}^2 * 3.25 = 243 \text{ L}$

$243 \text{ L} / 22.5 = 10.8 \text{ L reactorvolume, afgerond tot } 10$

Volumeberekening van de maatbeker

De verdunning wordt uitgevoerd om de concentratie aan zuurtegraad te verlagen. Het middel puur op de bodem toepassen zou de wortels van planten kunnen verbranden. Nog een reden is voor een betere verspreiding van de micro-organismen in de bodem.

- Gemiddelde grootte van gieters: 9L à 15L.
- Verdunningsratio van 1:20 à 1:25
- Maximum aantal keer de maatbeker vullen: 2

$9/20 = 0.45\text{L}$ en $15/25 = 0.6\text{L}$

$0.6/3 = 0.3 \text{ L}$, 0.45 en 0.60 zijn factoren van 0.05 en 0.15

De maatbeker moet een volumecapaciteit hebben van 300mL en een streepje om de 150mL

Berekening hoeveelheid droge rijst

- Bij het koken van rijst evaporeert 1/6 van het water (0.16%)
- Normaal gezien kookt men 1:2 rijst met water, maar voor halfgekookte rijst wordt dat 1:1
- We willen 250 ml halfgekookte rijst bekomen

$250 * 0.16 = 40 \text{ ml}$ evaporeert

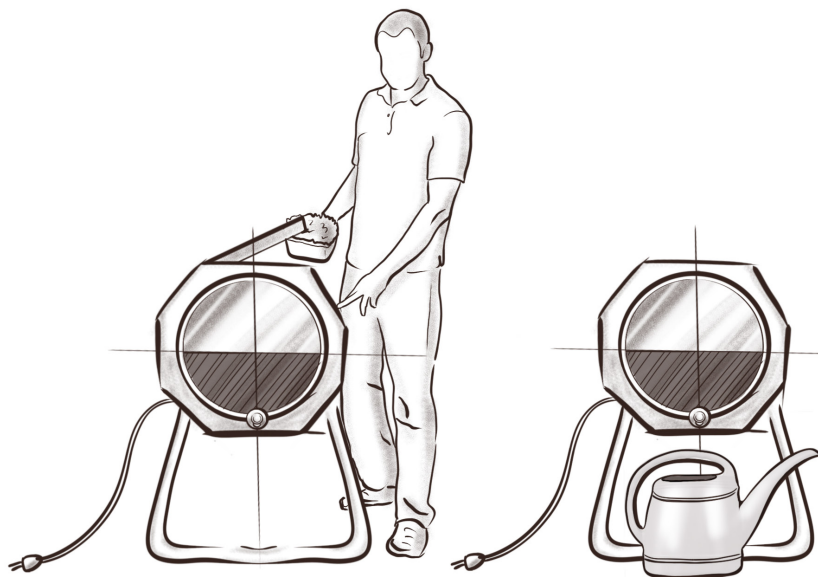
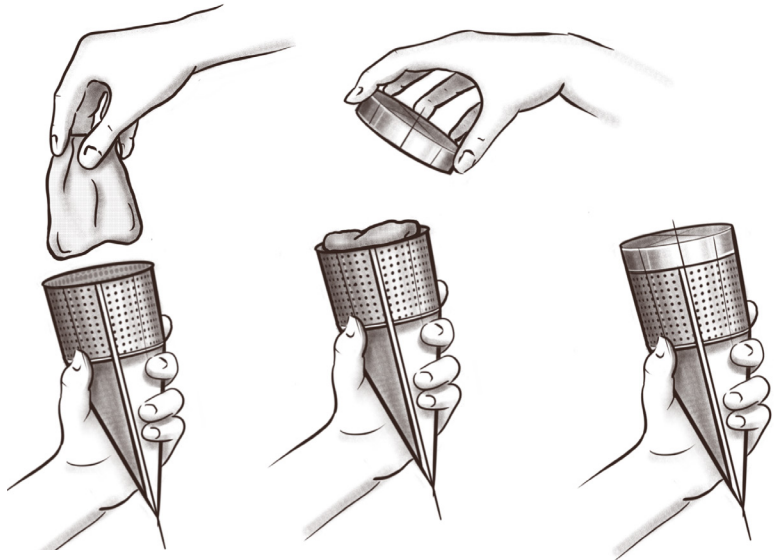
$250 + 40 = 290 \text{ ml}$

(1:1) 290 = 145g rijst en 145ml water

17.3.2 Voorstelling definitief product-concept

COLLECTOR

De collector vullen en leegmaken is gemakkelijk door het gebruik van een zakje of compartiment waar de lokaas (rijst) ingaat.



REACTOR

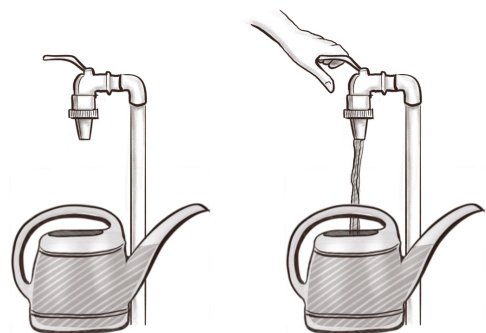
De reactor produceert een volumegrootte van 10L bodemverbeteraar. Dit is gebaseerd op de gemiddelde grootte van moestuinen x de verdunningsratio. Het is de bedoeling dat de gebruiker het middel zo snel mogelijk opgebruikt, maar bewaren is een optie.

De enige inputs zijn de lokaas met micro-organismen op, melasse en water.

Extra inputs zoals gefermenteerde GFT kunnen aangeraden worden via de app, maar worden niet gemaakt in de reactor



Een maatbeker van 300ml helpt bij de verdunning van het middel.



Het middel kan het best toegepast worden door het gebruik van een gewone gieter.

VII. Detailontwerp

18. Aanvullend onderzoek

18.1 Bioreactor design

Definitie

Een bioreactor (biologische reactor) is een apparaat waar biologische processen in plaatsvinden onder gecontroleerde omstandigheden. Het gaat meestal om het groeien van levende organismen of biochemisch actieve stoffen voor het verkrijgen van een gewenst resultaat of eindproduct. Dat resultaat kan bijvoorbeeld in het geval van antibiotica of vaccins, de samenstelling van de gekweekte levende organismen zelf zijn; of men kan gebruik maken van de biologische processen om een nieuw product te verkrijgen of om een bestaand product af te breken, zoals de productie van ethanol door gisting of de biologische reiniging van afvalwater (Reisfeld, 2017; Spier and Vandenberghe, 2011).

Bioreactoren worden vooral gebruikt voor industriële toepassingen, waaronder anderer binnen de medische sector, voedingssector, landbouwsector, energiesector en meer en meer voor biologische reinigingstoepassingen (Androit Market Research, 2018; (Spier and Vandenberghe, 2011).

De allereerste vormen van bioreactoren werden al gebruikt voor 500 v.C in Babylonië voor de productie van bier, wijn, brood en kaas. In Egypte wist men zelfs al 3000 jaar geleden te werken met deze biologische processen (Spier and Vandenberghe, 2011).

Bioreactor design is een vak op zich dat veel techniciteiten met zich meebrengt. De keuze van de componenten van een bioreactor, alsook de plaatsing ervan, de materiaalkeuze en nog veel andere factoren zullen een groot effect hebben op het biologisch proces dat men wenst te controleren binnen de reactor. Gelukkig bestaan er al in de praktijk veel bioreactoren en studies over hun werking. Verder baseren we ons op de bestaande voorbeelden voor het ontwerp van het reactor-gedeelte, het product waarin de micro-organismen zich in gaan vermenigvuldigen tot bodemverbeteringsmiddel. Het verschil met een bioreactor voor industriële toepassingen en onze reactor is dat het kleinschalig zal zijn, simpel, bruikbaar door niet-experts en gebruiksvriendelijkheid is een eis.



Vroege fermentatieprocessen
(National Geographic, 2017)

Eigenschappen

- Bioreactoren kunnen aerob (met zuurstof) en/of anaerob (zonder zuurstof) zijn.
- Hun vorm is meestal cilindrisch, ze zijn gemaakt uit roestvrij staal of glas en hun volumes variëren naargelang hun toepassing van enkele liters tot kubieke meters volumegrootte.
- De inhoud van een bioreactor wordt constant in beweging gebracht zodat er altijd sprake is van homogeniteit.
- Parameters die constant worden gehouden zijn de temperatuur, de zuurtegraad (pH) en de zuurstofhoeveelheid. Vaak bezitten industriële bioreactoren sensoren en een geheugen om deze te monitoren.

(Reisfeld, 2017)

Soorten

Volgens de werkwijze van werking van een bioreactor kunnen ze verdeeld worden in drie groepen (NPTEL, 2007):

- **Batch-bioreactors:** Alle ingrediënten (biomassa, substraat, nutriënten,...etc.) worden in één keer verwerkt. Enkel zuurstof of een ander gas worden tijdens het proces toegevoegd. Het input volume zal bijna gelijk zijn aan het output volume afhankelijk van het proces.
- **Fed-batch bioreactors:** Dit type bioreactor zal een grotere output hebben dan de initiële input. Er worden telkens ingrediënten aan toegevoegd om de aangaande biologische processen op de meest optimale manier te laten doorgaan.
- **Continuous flow bioreactors:** Hierbij is er een constante stroom aan input en output.

Bioreactoren kunnen ook verdeeld worden volgens de aard van het groeimedium (Reisfeld, 2017):

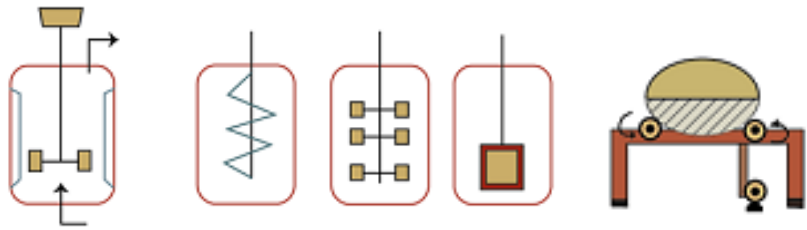
- **Solid state bioreactors:** Het groeimedium is vast of heeft een laag vochtgehalte.
- **Submerged bioreactors:** Het groeimedium is vloeibaar en bezit een watergehalte hoger dan 95%.

De reactor dat verder ontworpen zal worden is van het type **submerged batch-bioreactor**. Onderaan is er nog een laatste verdeling van types bioreactoren met dezelfde configuratie (NPTEL, 2007):

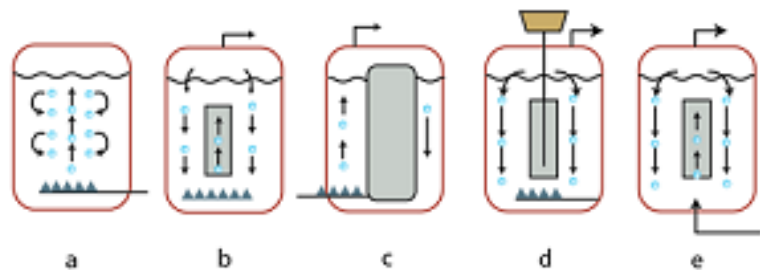
- **Stirred tank bioreactor (STR):** Het medium wordt in beweging gebracht d.m.v. een motor-aangedreven mechanisme in het medium zelf of door de bioreactor in zijn geheel in beweging te

Schema's van configuraties
bioreactoren
(NPTEL, 2007)

brengen. Vaak bezitten stirred-tank bioreactoren ook een inlaat voor luchtstroom.



- **Bubble column bioreactor (BCR):** De reactor heeft de vorm van een kolom. Het medium wordt belucht en gemengd door de introductie van lucht aan de onderkant.
- **Airlift bioreactor (ARL):** Is een type BCR waarbij de circulatie van zuurstof wordt verbeterd door interne kolommen of andere elementen die de stroom begunstigen.

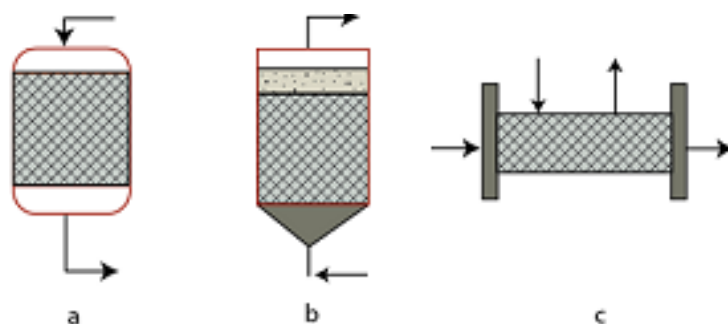


Pellets bij PBR's en FBR's
(Amacs, 2018)

- **Packed-bed bioreactor (PBR):** De reactor wordt gevuld met zogenaamde "pellets". Dit zijn katalyserende elementen. Het reactie gebeurt door de aanraking van het medium met de pellets. Pellets komen in verschillende vormen die begunstigend zijn voor een constante beweging in de bioreactor.
- **Fluidized-bed bioreactor (FBR):** Hierbij worden ook pellets gebruikt, maar deze bevatten geen chemische eigenschappen. Ze bestaan louter om beweging in de bioreactor te brengen en zo het medium te homogeniseren.
- **Membrane bioreactor (MBR):** Zoals de naam het zegt gebruikt dit type reactor een poreus membraan. Aan het membraan komt zuurstof op vastzitten, met als gevolg dat ook daar de meeste biologische processen gaan aan plaatsvinden. Hoe groter de oppervlakte van het membraan, efficiënter het proces.



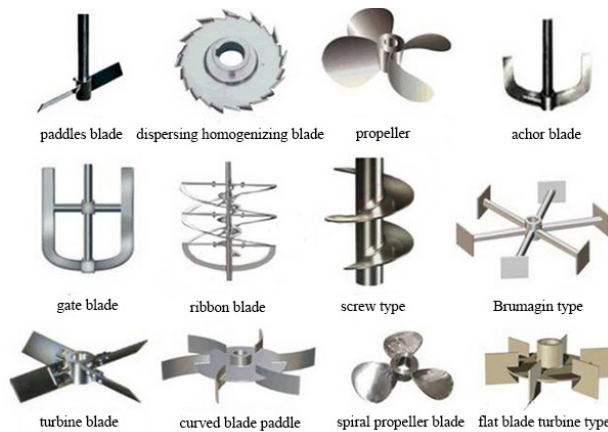
Membranen voor bioreactoren
(Hydro Blue Membrane Technology
Company Limited, 2019)



Onderdelen

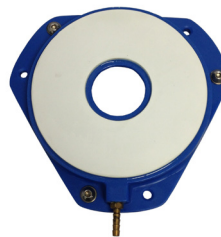
Reactoren met pellets en membranen zijn ingewikkeld en bezitten complexe onderdelen. De interessantste bioreactoren voor deze masterproef zijn de stirred tank, de bubble column en de airlift bioreactoren. Voor deze reactoren, is er onderaan een oplisting met mogelijke onderdelen (Karnav Rana, 2018):

- **Roermechanisme:** Wordt aangedreven door een motor of door een magneet onderaan. De plaatsing is meestal centraal. Roerstaven kunnen in verschillende vormen aangetroffen worden.



Soorten impellers voor bioreactoren (Karnav Rana, 2018)

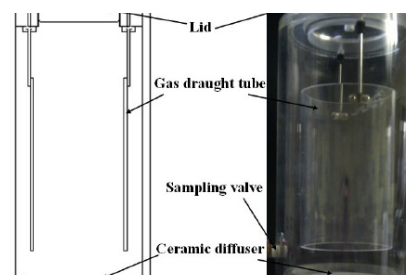
- **Sparger:** De sparger is aangesloten aan de gasbron dat in het systeem gaat. Zijn functie is om het gas te verspreiden doorheen de vloeistof. Ze worden vooral gevonden uit kunststof materiaal, roestvrij staal of gemaakt uit een keramisch materiaal. Er bestaan terug veel factoren die meespelen in een goed aeratie systeem. Meer informatie hierover in het volgende puntje.



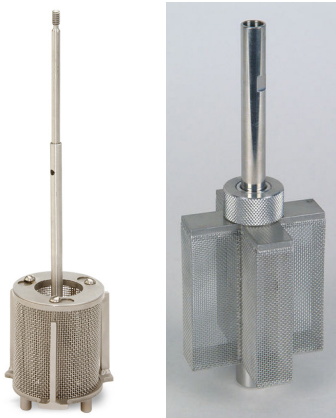
Links: RVS sparger (Mott corp., 2015)

Rechts keramische sparger van Enviro Ceramic (Enviro Ceramic, 2020)

- **Stroom-bevorderende elementen:** Vooral gebruikt bij airlift bioreactoren. Het gaat meestal om glazen cilinder dat de luchtstroom geleidt; maar het kan ook gaan om een gesloten vorm waar de luchtstroom om moet (Ying et al., 2013).



Kolom van een Airlift reactor (Ying et al., 2013)



Manden gebruikt bij Spin-Filter reactoren (Pitault et al., 2004)

- **Doorlaatbare mand:** Ik ging ook op zoek naar voorbeelden van bioreactoren en systemen waarin er gebruik werd gemaakt van een doorlaatbare mand waar het vast bestanddeel in zit. Dit gespecialiseerd type bioreactoren worden “basket” bioreactoren genoemd (Baltaru, Galaction and Cascaval, 2009).
- **Spin filter bioreactor:** De basket is aangedreven door een motor en draait rond zijn verticale as. De vorm is meestal cilindrisch, maar er bestaan ook vormen die een roermechanisme nabootsen. Vaak wordt het geheel vergezeld met een aeratie systeem en/of een roermechanisme, geplaatst onder de basket (Pitault et al., 2004).
- **Cell culture bioreactor:** Deze bioreactoren worden vooral gebruikt voor het kweken van dierlijke cellen voor o.a. vaccins. De doorlaatbare mand bestaat meestal uit glas. De aeratie gebeurt langs het deksel.
- **Aquaponics:** Het gaat niet over een bioreactor maar om het heel werkingsmechanisme. Bij aquaponics ontmoeten hydroponics en viskwekerij elkaar. Hydroponics is het kweken van gewassen op water. Bij aquaponics gebruiken de gewassen het afval van vissen als voedingsstof. Micro-organismen die zich aan de wortels van de gewassen bevinden spelen hier een belangrijke rol. Zij zetten het afval in het water om naar nutriënten. Om de groei van de micro-organismen te optimaliseren wordt er ook een aeratie systeem gebruikt in het water, onder de gewassen.

Links: Cell culture bioreactor (Medical expo, 2020)

Rechts: Aquaponics principe (bron is verwijderd)



18.2 Aeratie binnen een bioreactor

Het staat vast dat de vermenigvuldiging van de micro-organismen in het systeem op een aerobe manier zal gebeuren (met zuurstof). Wat nog niet vast staat is de manier waarop de vloeistof belucht zal worden.

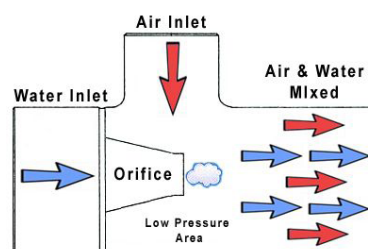
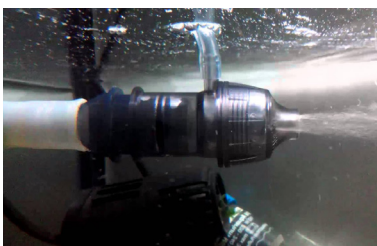
Aeratie systemen in vloeistof

Zuurstof kan op verschillende manieren geïntroduceerd worden in vloeistof. Om dit te onderzoeken ging ik kijken naar bestaande systemen die gebruikt werden voor industriële bioreactoren als bij aquariums voor vissen en planten.

- **Zuurstoftank:** Deze wordt rechtstreeks aangesloten aan de sparger. Zuurstoftanken kunnen herbruikbaar of wegwerpbaar zijn.
- **Elektrolyse:** Door middel van elektrische spanning wordt water gesplitst in zuurstof en waterstof. De bubbelvorming kan verfijnd worden door het plaatsen van een raster.
- **Chemische reactie:** Waterperoxide wordt omgezet in water en zuurstof. Deze methode heeft geen nood aan elektriciteit, maar de productie van zuurstof is zeer klein. $2 \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$.
- Een **luchtpomp:** Lucht bestaat ongeveer 20% uit zuurstof. Een luchtpomp werkt met een membraan dat lucht uit de omgeving in de pomp trekt en daarna uit de pomp door een buis duwt. De buis wordt aangesloten aan een sparger. De luchtpomp moet vaak vergezeld gaan van een eenrichtingsklep om te voorkomen dat er water in de pomp stroomt.
- Een **vloeistofpomp:** Via een venturi-systeem kan er met een vloeistofpomp lucht onttrokken worden uit de omgeving. Er wordt een drukverschil veroorzaakt binnen de venturi. Dit drukverschil maakt dat lucht door het extern buisje wordt getrokken in de vloeistof. Op het einde van de venturi wordt een fijn raster geplaatst voor het verkrijgen van fijne bubbels. Het voordeel van deze pomp is dat de pomp ondergedompeld mag worden in de vloeistof.



Systemen om zuurstof in water te produceren (eigen afbeelding)



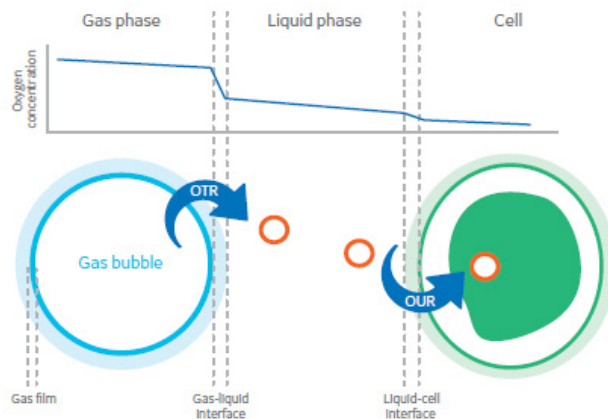
Venturi nozzle en werkingschema (EHEIM, 2020), (Skipping the inbetween, 2016)

Mass-transfer factoren

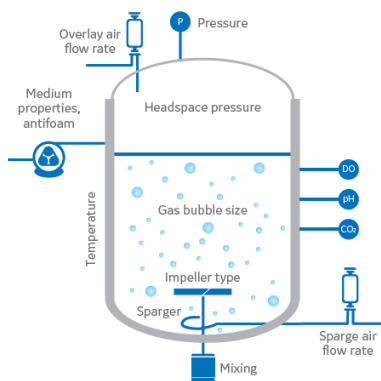
Voor het kweken van levende organismen in vloeistof, is zuurstof een belangrijk substraat voor hun groei. Organismen aan zuurstof geraken in een opgeloste vorm of door het contact van de vloeistof met de lucht. Men noemt het systeem van een bioreactor om opgeloste zuurstof aan de organismen te leveren aeratie of beluchting.

Zuurstof is laag oplosbaar en het heeft een zeer lage dichtheid, waardoor bubbels snel stijgen. Het massaoverdracht probleem of mass-transfer problem refereert naar de efficiëntie waarmee zuurstof doorheen de celmembranen van organismen wordt opgenomen. In het algemeen geldt dat hoe homogener het zuurstof zich verspreidt doorheen de vloeistof, hoe efficiënter de opname van zuurstof zal zijn door de organismen (Cytiva, 2020).

Mass transfer, schematisch uitgelegd (Cytiva, 2020)



Een opsomming van factoren die een invloed hebben op het mass-transfer probleem:

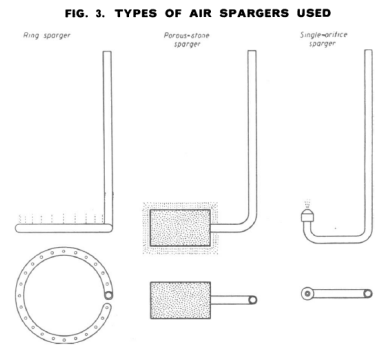


Factoren die mass-transfer beïnvloeden (Cytiva, 2020)

- **Luchtbelgrootte:** Hoe kleiner de luchtbelgrootte, hoe langer het zuurstof in de vloeistof zal blijven. De luchtbel zal zich ook gemakkelijker doorheen het medium verspreiden. Dit maakt zuurstof toegankelijker voor alle organismen. Er wordt veel onderzoek gevoerd naar de hogere efficiëntie van micro- en nano bubbels voor dit type toepassingen.
- **Agitatie:** Door te de vloeistof te roeren verspreiden de zuurstofbellen zich en wordt de massaoverdracht bevorderd. Daarbovenop spelen het type impeller, de roersnelheid en de plaatsing van het roermechanisme binnen de reactor ook een belangrijke rol.
- **Luchtstroom:** In normale omstandigheden is een hogere concentratie aan zuurstof bevorderend voor de groei van de organismen. Maar een te hoge concentratie is ook niet wenselijk. Het kan schuifkrachten veroorzaken die de organismen beschadigen of schuim vormen aan de oppervlakte. Schuim houdt tegen dat de vloeistof in contact komt met zuurstof dat in de lucht aanwezig is, wat dan resulteert in contraproductiviteit.
- **Temperatuur:** Stijgende temperaturen hebben een ongewenste invloed op zowel de massaoverdracht van zuurstof naar de organismen als op de zuurstofoplosbaarheid.

- **Sparger eigenschappen:** De kwaliteit van de sparger wordt bepaald door het aantal, poriën, de poriën grootte en de oppervlakte waar het gas uitkomt. Dit zijn de factoren die uiteindelijk de luchtbelgrootte, de luchtbelnelheid en de stroomsnelheid zullen bepalen (Cytiva, 2020).

In het onderzoek van E.B. Chain et al. (1966) ging men op zoek welk type sparger beter was voor het kweken van micro-organismen: Een ringvormige sparger, een poreuze sparger of een sparger met één opening. Ze deden testen met en zonder de combinatie met een roermechanisme. Men ging er van uit dat de ringvormige sparger beter zou presteren in een medium zonder roermechanisme (wegens het airlift principe), maar het bleek de poreuze sparger zijn dat het meeste invloed had op het groeiproces wegens de kleinere luchtbelgrootte.

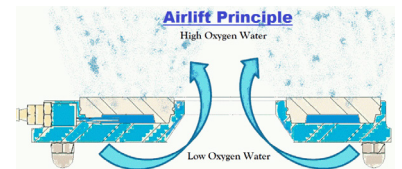
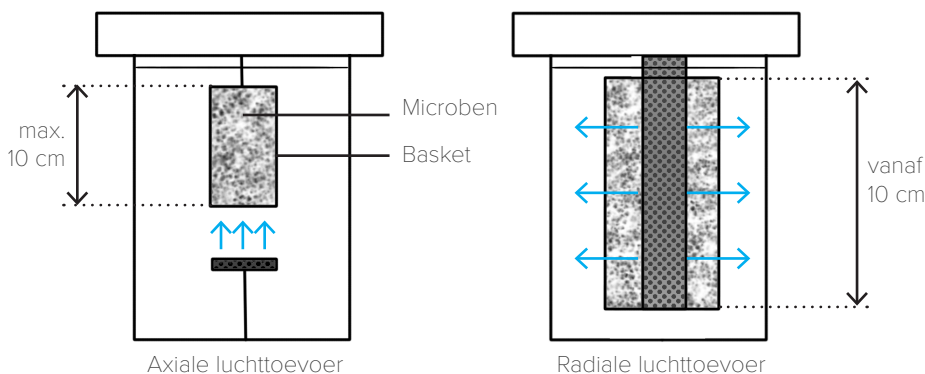


Spargers gebruikt in de studie van E.B. Chain et al. (1966)

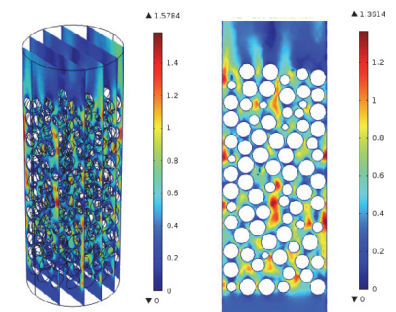
Mass-transfer bij een basket bioreactor

Bij het te ontwerpen product, zal in het begin van het vermenigvuldigingsproces alle biomassa geconcentreerd zijn in de doorlaatbare mand of “basket”. Dat is de plaats waar de rijst in zit dat uit de bodem komt. Om zeker te zijn dat het zuurstof toegediend zal worden aan alle organismen in de “basket” moet men rekening houden met een extra factor; namelijk de maximumlengte.

Bij fixed-bed bioreactoren geldt de regel dat als de luchtstroom onderaan geplaatst wordt, een maximumlengte van 10 cm weinig tot geen invloed heeft op het mass-transfer probleem. Indien het groter is dan 10 cm, wordt een axiale toediening van de luchtstroom aangeraden, door het centrum van de doorlaatbare mand (Hitec Zang, 2020).



Airlift effect (Enviro Ceramic, 2020)



Mass transfer simulatie in een packed-bed bioreactor (Dixon, n.d.)

Twee mogelijke configuraties voor de reactor van het te ontwerpen product (eigen afbeelding)

18.3 Mass-transfer experiment

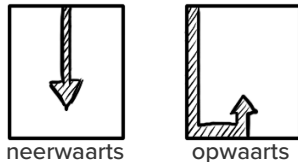
Doel

Er bestaan ongetwijfeld nog meer factoren die het mass-transfer probleem beïnvloeden in het geval van een basket-bioreactor. De bedoeling van dit experiment was om te exploreren welke invloed enkele designkeuzes i.v.m. de reactor en de collector zouden hebben op de luchtstroom. Bijvoorbeeld is ontwerp van de “basket” in dit geval belangrijk omdat het grotendeels de vorm van de collector constitueert.

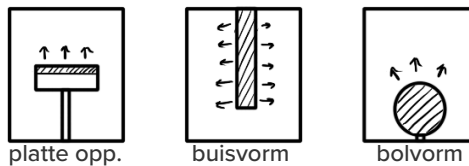
Methode

In het eerste deel observeerde ik welke elementen in de reactor mogelijks het gedrag van bubbels kon beïnvloeden:

- Richting van de luchtstroom:



- Nozzle-type:



- Luchtbel grootte:

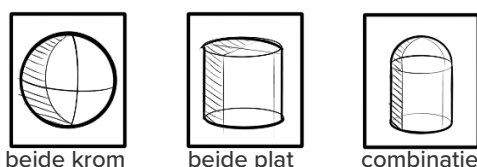


*Micro-bubbles kon ik jammer genoeg niet testen omdat ik niet het nodige materiaal kon verkrijgen. Daarvoor had ik een speciale keramische airstone nodig en een luchtpomp met een hoger debiet.

In het tweede deel vergeleek ik vormen van “baskets” met elkaar. Ik liet door de verschillende vormen een luchtstroom langs binnen doorgaan. In de eerste instantie als de basket leeg was en in de tweede instantie wanneer er rijst in zat.

De variabelen waren:

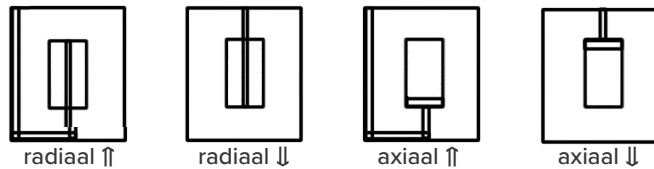
- De kromming van de oppervlaktes waar het lucht door stroomt:



- Plaatsing van de doorlaatbare vlakken:



- Plaatsing van de luchtbron:



Ik stelde een hypothese op om te verifiëren of een vorm geschikt was als basket: als de luchtbubbels zich in beide instanties hetzelfde gedragen wanneer ze de vorm verlaten, dan is er geen mass-transfer verschil en is de vorm geschikt.

Wegens de omstandigheden heb ik gebruik gemaakt van de materialen waar ik toegang tot had.



Uitvoering van het experiment (eigen afbeeldingen)

Het experiment is volledig gefilmd om de testen nauwkeurig met elkaar te kunnen vergelijken. De link naar het filmpje is: <https://www.youtube.com/watch?v=HYNr5fxkQJ4>.

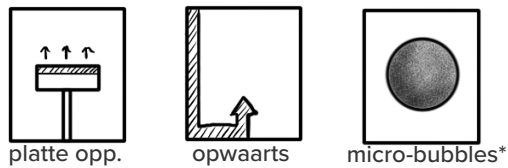


Thumbnail youtube video van het experiment (eigen afbeeldingen)

Conclusies

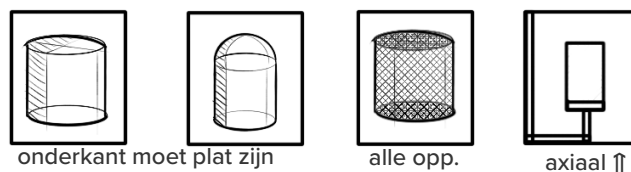
Wat betreft de reactor:

- Lucht zal altijd de weg naar boven vinden. Daarom is een opwaartse luchtstroom het meest evident.
- Lucht zal altijd langs de hoogst-geplaatste oppervlakte ontsnappen. Een bolvormige nozzle (zoals de airstone) belucht een kleinere oppervlakte dan een platte.
- Hoe kleiner de bubbels, hoe beter ze door de rijst-klomp gaan. Dit is wenselijk.



Wat betreft de basket of deel van de collector:

- De oppervlakte dat belucht wordt moet vlak zijn. Zo kan het meer lucht opvangen.
- Openingen aan de zijkanten veranderen niets aan de richting van de luchtstroom in de reactor. Lucht zal altijd naar boven bewegen, zelfs als er openingen zijn aan de zijkanten. Ze kunnen een voordeel betekenen als de micro-organismen gemakkelijker aan de nutriënten in de reactor kunnen.
- Aangezien de grootte van de "basket" niet groter is dan 10 cm is het voordeliger om het op een axiale manier te beluchten.



Rijst koken in katoene zak
(eigen afbeeldingen)

18. 4 Mass-transfer experiment

Doel

De invloed van roestvrij staal en katoen testen op de micro-organismen collectie.

Methode

Rijst, half gekookt klaargemaakt in een doorlaatbare, katoenen zak. Wanneer het gekookt was, heeft het nog 15 min. uitlopen en afgekoeld in een vergiet.

De inhoud van de rijst werd in 3 verdeeld en in een bak met aarde gestopt voor een week.

A. Één deel van de rijst bleef in dezelfde zak zitten als waar de rijst in gekookt was. Het werd in de bodem gestopt met een roestvrij stalen mesh.

B. Nog een deel rijst werd in een droge katoenen zak gestopt. Ik gebruikte het spiesvormig 3D geprint model om het in de bodem te stoppen.

C. Het laatste deel ging zonder zak rechtstreeks in een geperforeerde, roestvrij stalen cilinder.

Na het verloop van een week maakte in een inspectie van de drie collecties.



Experiment A rechts, B in het midden, C links.
(eigen afbeelding)

Resultaten



In de bodem



Rijst klompen



Opengesneden klompen



Collectie A



Collectie B



Collectie C

Resultaat fotos experiment (eigen afbeeldingen)



Experiment B
(eigen afbeelding)

Conclusies en opmerkingen

- Katoen is eerder ongeschikt om de lokaas in te houden. Zowel het zakje dat meegekookt was als het zakje dat niet gekookt was plakte heel hard aan de rijst. Daarna was de stof proper krijgen een lastige zaak.
- De micro-organismen kwamen het meeste voor aan de onderkant van de containers. In het bijzonder de containers waar er onderaan weinig contact met de lucht was.
- De micro-organismen culturen die geïsoleerd werden met de containers uit roestvrij staal waren significant verschillend dan degene met de kunststof container. Eerder dan een verschil in aantal, was er een verschil in soort en in verspreiding. Bij de roestvrij stalen containers waren er meer rode, gele en groene kolonies aanwezig. De kolonies situeerden zich vooral aan de buitenkant van de lokaas. De goedaardige, witte hyphae (schimmel filamenten) waren in de meerderheid aanwezig bij de collectie met de kunststof container. Ze waren ook verspreid doorheen heel de lokaas. Deze laatste worden in dit geval gezien als preferabel.

18.5 Experiment bioreactor



Testopstelling met mayonaise
emmer en melasse
(eigen afbeeldingen)

Doel

Een prototype bouwen van de reactor op ware schaal en het geheel testen op functionaliteit en usability.

Methode

Ik verzamelde een 10L emmer, een luchtpomp, melasse en de micro-organismen uit het vorige experiment. Ik maakte ook een gat in het deksel om de echte situatie na te bootsen, maar voor de testopstelling gebruikte ik een wasspeld om de micro-organismen op hun plaats te houden.

Ik voegde alle ingrediënten toe volgens het boekje en ik liet een aftelklok van 48 uur starten. Daarna verwijderde ik de pomp en de micro-organismen. Ik testte het zelf uit om alles af te wassen, ik gebruikte het mengsel op de bodem van mijn (huis)planten en ik liet de emmer ook enkele dagen staan om de gevolgen daarvan te controleren.



Procesfotos experiment (eigen afbeeldingen)

Resultaten



Resultaat fotos experiment (eigen afbeeldingen)

Conclusies - functionaliteit

• Mengsel

In het algemeen kan er gezegd worden dat de opstelling gewerkt heeft. Uit de kleur- en geurverandering van het mengsel op die 48 uur kan er bevestigd worden dat er een biologisch proces heeft plaatsgevonden. Het mengsel werd troebel, amberkleurig en het kreeg een zoete, gefermenteerde geur. Het vormt zelf wat gas. Ik schraapte met een lepel aan de bodem om te controleren of er nog melasse lag, maar deze was helemaal opgelost.

Ik testte het mengsel 1:20 verdund bij 4 van mijn (huis)planten. Er zijn op geen enkel moment daarna negatieve effecten opgetreden. De aarde waar het mengsel mee in contact is geweest heeft ook geen sporen van stroop vertoond. Dat dient als een extra bevestiging om aan te tonen dat de melasse succesvol werd afgebroken.

• Biofilm

Net zoals de Jeroen voorspeld had, bio ingenieur die een handje hielp bij het ontwerp van de reactor, was er veel formatie van biofilm. Biofilm is een slijmerige substantie dat vooral bestaat uit micro-organismen. De biofilm situeerde zich vooral aan alle oppervlaktes in het vloeistof. Vooral aan degene waar de luchtbubbels het dichtst bij gesitueerd waren. Dit is normaal, want het is voor micro-organismen voordeliger om constante zuurstof te krijgen op een vaste plek dan zwevend door het vloeistof aan zuurstof te moeten komen.



Zelfgemaakte bodemverbeteraar (eigen afbeelding)



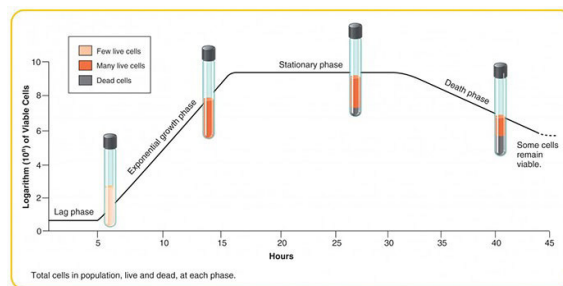
Boven: Laag micro-organismen aan de oppervlakte van de reactor (eigen afbeeldingen)

Rechts: Micro-organismen groei bij een gelimiteerde hoeveelheid van nutriënten Y-as: aantal micro-organismen. X-as: tijd

• Laten staan

Om te zien wat er gebeurde, liet ik het mengsel enkele dagen staan zonder eraan te komen. Na 3 dagen begon er op de bovenste laag dikke kolonie te vormen, die op dag 7 heel de oppervlakte bedekte. Het kon vergeleken worden met een petrischaal. De reden hiervoor is omdat de micro-organismen op een aerobe manier vermenigvuldigd zijn. Dat betekent dat ze telkens naar het zuurstof zullen worden aangetrokken. Om dit te vermijden, kan er om de dag eens geroerd worden in het mengsel.

Nog een verschijnsel is de sterfte van de micro-organismen. Wanneer er niet genoeg nutriënten meer aanwezig zijn in het vat, stopt de groei en begint de populatie te krimpen. Hoewel de dode biomassa tegelijk ook dient als nieuwe nutriënten, komt er een punt dat de populatie terug zeer klein zal zijn. Om dit verschijnsel te vermijden voor het mengsel terug te gebruiken op de bodem, moet er opnieuw melasse toegevoegd worden en is het voordelig om de luchtpomp terug aan te zetten.

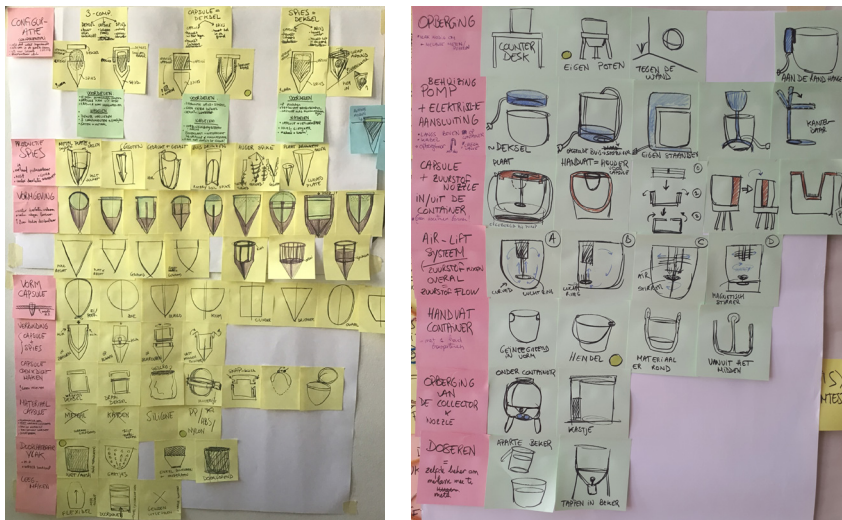


Conclusies - usability

- Het deksel was zeer handig bij het opruimen van de pomp en de micro-organismen. Het diende als een plateau om de natte onderdelen in te vervoeren naar de pompbak. Een verhoging van de buitenrand kan ervoor zorgen dat er geen vloeistof afdruipt. De gaten op het deksel mogen bij de finale vormgeving wel kleiner gemaakt worden. Bij het prototype kwamen er veel spatten door van de luchtbubbels door het vloeistof.
- Een tap kan handig zijn. Als je rechtstreeks met de maatbeker in de emmer gaat heb je geen exacte meting.
- De luchtpomp is een trillend onderdeel. Het zou goed zijn als deze op een trilling-dempende oppervlakte kan geplaatst worden.
- De rijst zat voor het prototype in een stuk stof. Deze stof was vooral gemaakt uit polyester, waardoor het niet absorberend was en makkelijk om te reinigen. Het voelde wel niet zeer aangenaam om met je handen aan de biofilm te moeten komen. Een versteviging van de structuur waar de lokaas in zit is wenselijk.

19. Ontwerpfase: Detail

Voor het ontwerpen van de fysieke designelementen van de collector en de reactor maakte ik terug gebruik van een morfologische kaart, zoals er eerder al gebruikt was bij het systeemontwerp. Het is een overzichtelijke wijze om alle mogelijkheden in kaart te brengen. Maar ook niet-fysieke ontwerpbeslissingen, zoals het ontwerp van de schermen van de app en het financieel plan horen bij deze ontwerpfase. Het volledige detailleringproces lees je hier onderaan.



Morfologische kaarten detailfase (eigen afbeeldingen)

19.1 Biotechnische ontwerpbeslissingen

19.1.1 Werking van de reactor

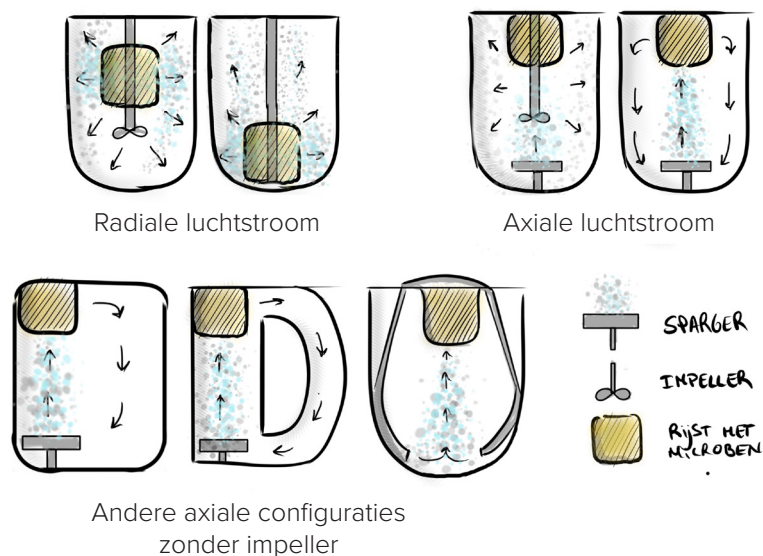
Het reactor-gedeelte van het product moet de functionaliteit moeten hebben van een echte bioreactor: een gecontroleerde omgeving aanbieden waarin micro-organismen in kunnen groeien. De mogelijke keuzes voor elke ontwerpbeslissing onderaan zijn voornamelijk afkomstig uit het aanvullend onderzoek van dit hoofddeel.

Zuurstof en homogenisatie

- **Pomp, impeller?**

Om eenvoud te behouden, kies ik om enkel met een luchtpomp te werken en laat ik de impeller (ook rotor of mixer genoemd) opzij. Als de luchtstroom radiaal is, moeten er aanpassingen gebeuren aan de vorm van de collector. Dus de finale keuze gaat naar een axiaal systeem, waarbij de luchtstroom van onderaan komt.

Flow van de luchtstroom binnen de bioreactor bij verschillende configuraties (eigen afbeelding)



- Aeratiesysteem**

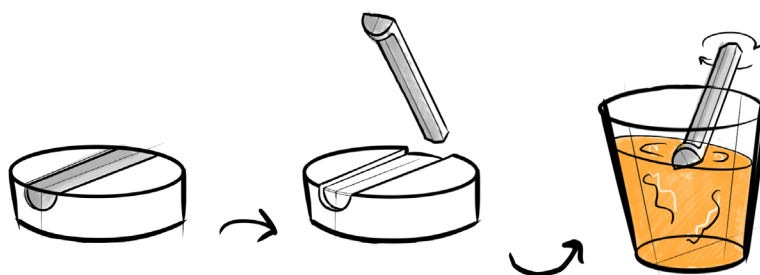
Sparger: Het aanvullend onderzoek heeft aangewezen dat spargers met meerdere, kleinere poriën het meest efficiënt zijn. Hierbij horen keramische en roest-vrij stalen spargers die van een anti-microbiële oppervlakte beschikken. Daarbij, kunnen ringvormige spargers een airlift effect genereren zodat er een circulaire flow ontstaat in het mengsel.

Spargers die in aanmerking komen voor het ontwerp (Enviro Ceramic, 2020), (Mott corp., 2015)



Lepel: In het geval dat de gebruiker van het product bodemverbeteringsmiddel gebrouwen heeft, maar het verspreid over de dagen wil gebruiken, kan het mengsel het best eens mechanisch belucht worden d.m.v. er in te roeren. Eén van de opties is lepel in het ontwerp te introduceren dat geïntegreerd is in de vorm van de reactor.

Integratie van een lepel in het ontwerp van de bioreactor (eigen afbeelding)



Luchtpomp

- Berekening pompdebiet

Hoe zwaar de luchtpomp moet zijn wordt bepaald door veel verschillende factoren. Onder andere de hoeveelheid vloeistof in de bioreactor, de viscositeit van het middel, de diepte van de reactor, het type organisme dat men probeert te kweken, de eigenschappen van de sparger,... enz. Bijvoorbeeld, zullen spargers met kleine poriën een groter pompdebiet nodig hebben. Anders riskeert er niet genoeg druk aanwezig te zijn om de lucht door de poriën te pompen.

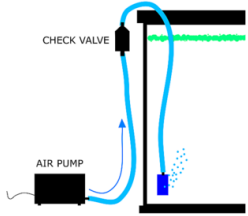
Literatuur wijst uit dat de zuurstofconcentratie in het water van een bioreactor voor het kweken van micro-organismen minimaal 15-20% of 1mg/L moet zijn (Beat Sitter-Liver, Baccini and Al, 2001; Singh, 2017). Maar hoe meer zuurstof, hoe meer de micro-organismen zullen groeien, vooral als het gaat om aerobe organismen. De groeicurve van micro-organismen tegenover de hoeveelheid zuurstof verloopt exponentieel, maar het bevat ook een limiet (saturatie) (Singh, 2017). Er moet ook rekening gehouden worden met de concentratie micro-organismen. Als de populatie groeit, moet er voor twee redenen meer zuurstof zijn: er wordt meer zuurstof opgebruikt, en er is minder plaats voor zuurstof aanwezig in het water. Het is preferabel om het pompdebiet iets hoger te kiezen dan te laag, want dit kan inhiberende gevolgen met zich meebrengen.

We weten ook dat lucht 21% uit zuurstof bestaat. De wet van Henry citeert dat bij constante temperatuur en bij verzadiging, de hoeveelheid opgelost gas in een vloeistof evenredig is met de druk van dat gas in contact met die vloeistof. De natuurlijke verzadiging van zuurstof in gezonde waters zoals de zee en rivieren is bij normale omstandigheden gelijk aan 90-120% of 6.5-8 mg/L. Als er een luchtpomp gebruikt wordt, moet er rekening gehouden worden dan slechts 21% van de lucht dat het pompt nuttig is. Een luchtpomp (of compressor) dat 15L/min pompt, zal in totaal 3,15 L/min aan zuurstof leveren. Daarna is het afhankelijk van de situatie hoeveel zuurstof er in het middel blijft.

Omdat er heel veel factoren die ik niet kan meten te maken hebben met de effectieve opname van dit zuurstof door micro-organismen koos ik om een schatting te maken. Ik nam ik een kijk in rapporten van testopstellingen van microbiële cultivaties met bioreactoren van 10L. In conclusie werden er luchtcompressors gebruikt van tussen de 10L/min tot en met 24L/min (Beat Sitter-Liver, Baccini and Al, 2001). 15L/min is ideaal omdat de luchtpompen nog in kleine formaten bestaan. van 12V en ongeveer 10Watt.



Membraanpomp 12V, 10 Watt, 15L/min
(AliExpress, n.d.)



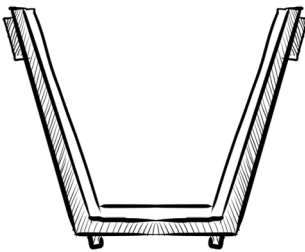
Boven: RVS terugslagklep
Onder: Plaatsing terugslagklep
(Fishlab, 2020)

• Terugslagventiel

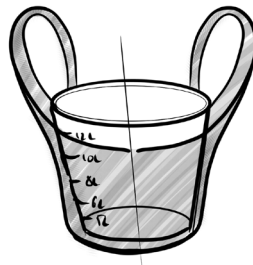
Een terugslagventiel wordt altijd aangeraden bij elektrische luchtpompen die in vloeistof uitmonden. Het is niet cruciaal wanneer de pomp en/of de luchtbuis boven het vloeistofniveau geplaatst worden, maar het ventiel wordt preventief gebruikt. In het ergste geval kunnen componenten per ongeluk omgestoten worden, de pomp kan permanent kapot gaan en er kan een kortsluiting veroorzaakt worden.

Thermische bescherming

Bodem micro-organismen zijn gevoelig aan temperatuur. De gebruiker kan de reactor buiten plaatsen, waar het het risico loopt om in de warmte en in de zon te staan. Om de invloed hiervan te beperken

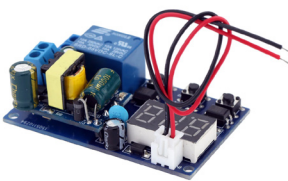


Doorsnede beschermende laag voor het vat (eigen afbeelding)



kan een extra beschermende component gebruikt worden uit een isolerend materiaal. Ook de kleur ervan kan een invloed hebben op warmte: donkere kleuren absorberen meer energie dan lichte kleuren.

Er kan gebruik gemaakt worden van dit extra component om er nog een functie aan vast te koppelen, bijvoorbeeld het handvat. Het kan ook dienen als component voor extra sterkte en duurzaamheid op lange termijn.



Printplaat (AliExpress, n.d.)

Tijd

In totaal moet de luchtpomp 48 uur functioneren per batch. Het volstaat een PCB te hebben dat die tijd kan meten. Dan hoeft er ook slechts één knop te zijn dat dient om het circuit aan of uit te zetten.

Tap

Om het gebrouwen mengsel te verdunnen wordt er gebruik gemaakt van een maatbeker. Om die maatbeker correct te vullen is er een tap nodig om de reactor leeg te maken. Er bestaan verschillende soorten tappen, maar voor dit ontwerp is er eentje nodig dat aan de zijkant van de reactor kan geplaatst worden en het liefst uit roestvrij staal bestaat. De tap die deze beschrijving naleeft en het meest gebruikte wordt bij dispensers is de zogenaamde “spigot”.

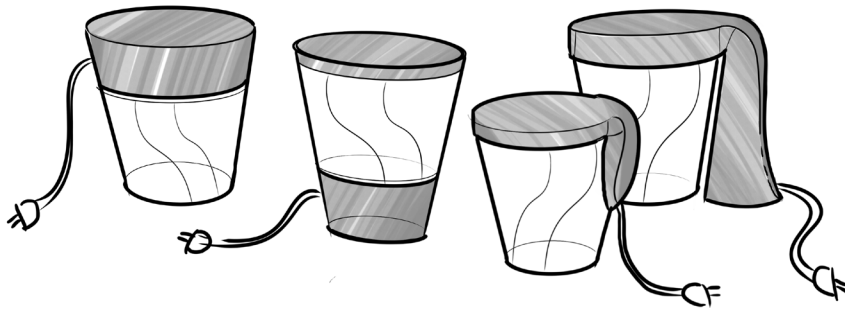


Spigot (Boroux, 2020)

19. 1. 2 Positionering van de onderdelen (reactor)

Behuizing

In de behuizing zitten alle elektrische componenten: de luchtpomp en de PCB. Ook de stroomkabel komt uit de behuizing. Er zijn enkele configuraties mogelijk, conform met de eisen van de conceptdefinitie.



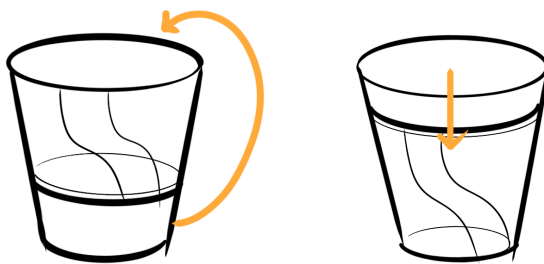
Behuizing t.o.v het vat
(eigen afbeelding)

Aansluiting luchttoevoer

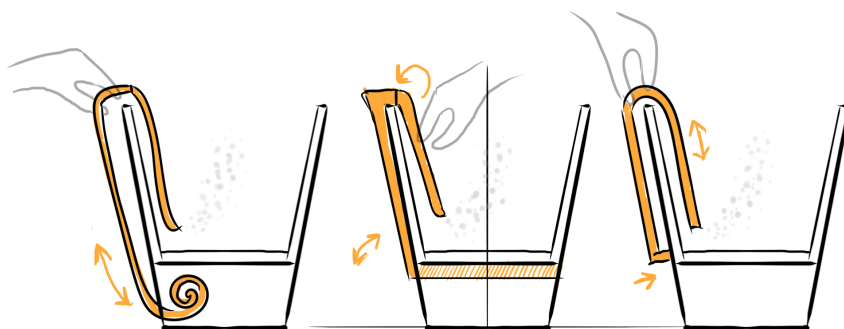
Tussen de behuizing en de ruimte waar het vloeistof in zit moet er een aansluiting bestaan voor het lucht dat uit de pomp komt. De mogelijkheden zijn afhankelijk van de positie van de pomp en van het materiaal van de darm. Ik neem twee materialen in acht: de luchtbuis kan flexibel zijn uit silicone of rigide uit roestvrij staal.



Buizen voor luchttoevoer
(Mott corp., 2015) , (Fishlab, 2020)



Richting van de luchtaansluiting
(eigen afbeelding)



Mogelijke systemen voor
luchtaansluitingen
(eigen afbeelding)

19. 2 Ergonomische ontwerpbeslissingen

19. 2. 1 Gebruiksplaats en opberging

Interviews met de doelgroep onthulden dat ze de reactor het liefst buiten, in de garage, atelier/werkruimte of in het tuinhuis zouden plaatsen. Alleszins niet in de keuken.

Daarbij moet de reactor kunnen aangesloten worden aan de stroom en is het gunstig voor de biologische processen om het product in de schaduw te zetten, op zijn minst tijdens de reactie gebeurt.

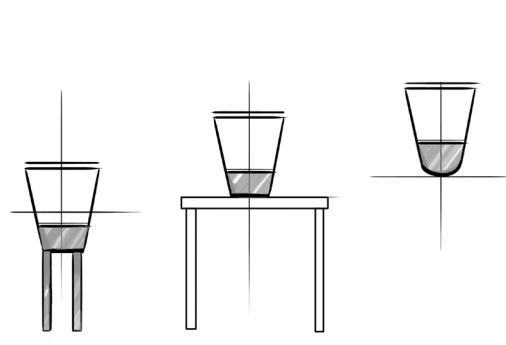
Hoe vaak de gebruiker het product gebruikt zal ook een invloed hebben op de plaats waar de reactor zal (weg)gezet worden. Indien de gebruiker het product elke week gebruikt, zal hij/zij minder de neiging hebben om het telkens op te bergen en omgekeerd. Het is uiteraard wenselijk dat de gebruiker het product veel gebruikt voor het bekomen van een gezonde bodem, dus zal ik trachten om dit gedrag zo veel mogelijk uit te lokken via de vormgeving.

Reactor

Er zijn drie opties voor de plaatsing van de reactor:

- Op eigen poten.
- Op een toog of verhoogde oppervlakte.
- Opgehangen tegen de muur.

Gebruiksplaats van de reactor
(eigen afbeelding)



Cijfers tuinhuis en stroomvoorziening

Om zeker te zijn, stelde ik een vraag in de facebookgroep *moestuiniëren is hip!* hoeveel mensen een tuinhuis hadden en hoeveel ervan met stroomvoorziening.

Van 129 respondenten had 40% geen tuinhuis en 60% wel. 51% van de tuinhuizen zijn voorzien van stroom.



Ornella Torres Melkebeek ha creado una encuesta.

8 de abril



Screenshot van de vraag op facebook in de groep "moestuiniëren is hip" (eigen afbeelding)

Hallo iedereen!

In het kader van mijn thesis vraag ik mij af of de meeste mensen met een moestuin ook een tuinhuis hebben met stroomvoorziening...? Bedankt voor je hulp! — 🤔 me siento pensativa.

<input type="checkbox"/>	Geen tuinhuis Añadida por ti	 +52
<input type="checkbox"/>	Wel een tuinhuis, ook voorzien van stroom Añadida por ti	 +40
<input type="checkbox"/>	Wel een tuinhuis, maar geen stroom Añadida por ti	 +37

Ik verzamelde nog enkele foto's ter inspiratie:

- Andere (al dan niet-eletrische) tuinproducten:



Compostbak



Bijenkorf



Regenton



Home-aquaponics



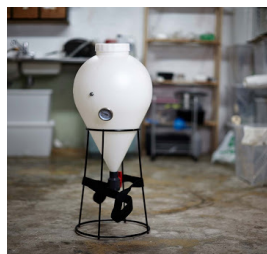
Automatische plantenbak



Elektrische grill

Collage tuinproducten (eigen afbeelding)

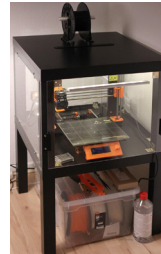
- Producten die in de garage/atelier worden gebruikt:



Bier-brouwer



Zaagtafel



3D printer

Collage garage- en atelierproducten (eigen afbeelding)

- Geschikte plaatsen voor gebruik en opberging:



Tuinhuis



Serre



Veranda



Opbergkast



Tuinkast



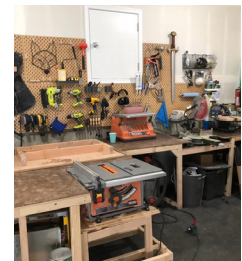
Tuinwerkbank



Tuingevel



Garage



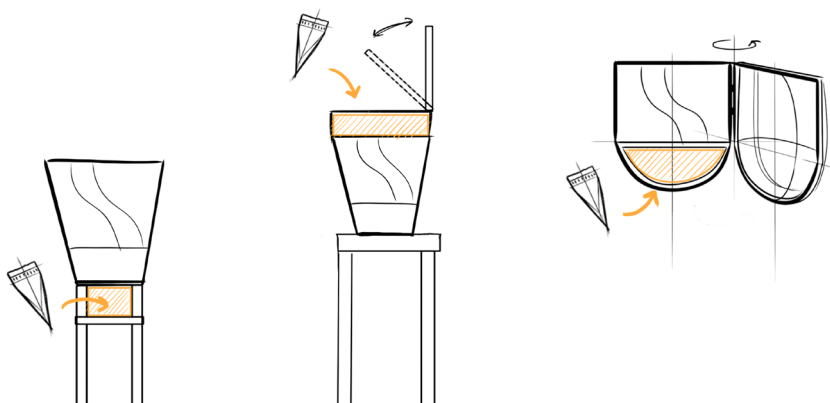
Atelier

Collage gebruik- en opbergingsplaatsen (eigen afbeelding)

Collector

Een kleiner productdeel zoals de collector zal sneller kwijt geraken. Om dit te vermijden werd er in de conceptdefinitie vermeld dat er een plaats voorzien moet worden aan/in de reactor om de collector te kunnen opbergen.

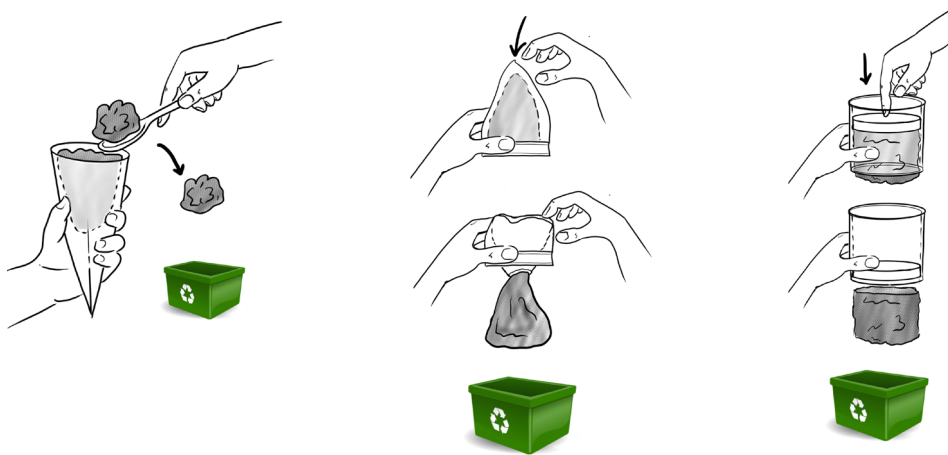
Opbergingsmogelijkheden voor de collector bij de reactor (eigen afbeelding)



19. 2. 2 Veiligheid

Minimale aanraking met micro-organismen

De collector heeft een doorlaatbare ruimte waar de lokaas (rijst) in zit. Wanneer dit deel uit de bodem gehaald wordt is het geïmpregneerd met micro-organismen. Daarna wordt het in de reactor geplaatst en wanneer de reactie gedaan is moet het leeg en schoongemaakt worden voor hergebruik. Hoewel de meeste van deze organismen onschadelijk zijn voor onze gezondheid, is het een veiligheidsmaatregel om ze zo min mogelijk aan te raken met blote handen. De grootste uitdaging zal bij de laatste stap zijn: leegmaken na dat de reactie heeft plaatgevonden.

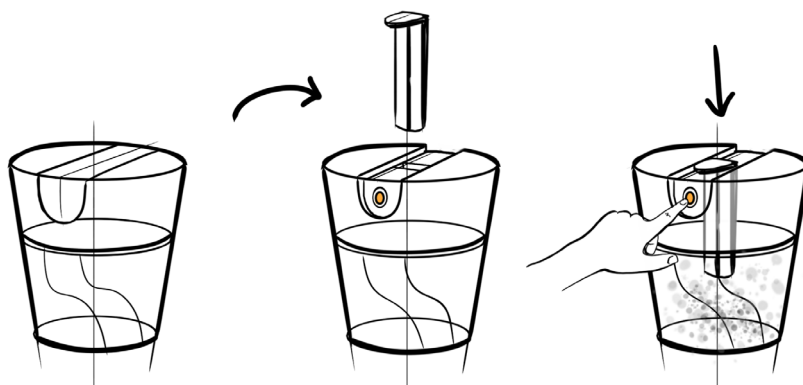


Systemen om de aanraking met micro-organismen te vermijden (eigen afbeelding)

19. 2. 3 Verkeerd gebruik vermijden

Luchttoevoer vergeten aansluiten

De reactor opzetten zonder dat de lucht aangesloten is heeft weinig zin. Om dit te vermijden kan de knop dat de reactie start bedekt worden door de aeratie buis. Vooraleer de knop zichtbaar is, wordt er men eerst nog eens herinnerd aan de aansluiting dat moet gebeuren.

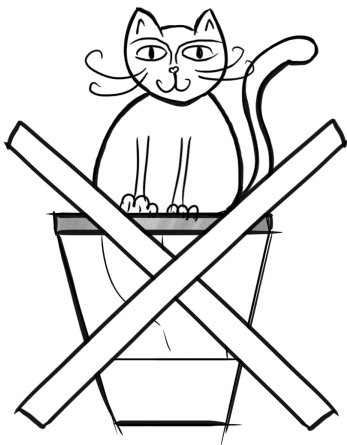


Verborgen knop, pas zichtbaar na de vorige stap. (eigen afbeelding)



Planner app voorbeeld van notificatie (eigen afbeelding)

Vermijden van gewicht op het product (eigen afbeelding)



Ongebruik

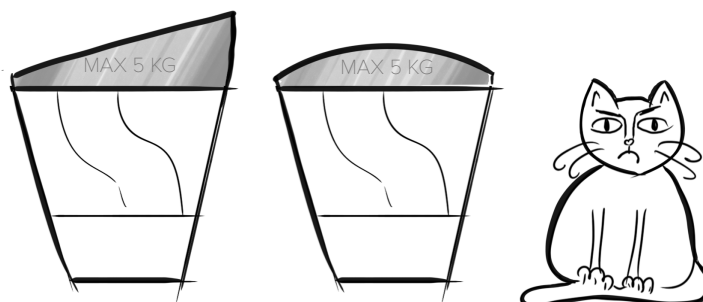
Helaas is de mens vergeetachtig, of soms gewoon lui. Om de bodem gezond te maken volstaat het niet om éénmaal bodemverbeteraar te gebruiken. De gebruiker moet gestimuleerd worden om het product zo frequent mogelijk te gebruiken. Een frequentie van vier tot één keer per maand is optimaal. Twee manieren om dit op te lossen zijn:

- Het product ontwerpen dat een emotionele band met de gebruiker schept. M.a.w. een product dat gebruikers mooi vinden. De gebruiker zal minder geneigd zijn om het op te bergen en zal het in de plaats in het zicht zetten. Op die manier zal hij/zij er sneller aan herinnerd worden om het product te gebruiken.
- Een planner-functie in de app. De app heeft al de functie om de dagen te calculeren dat de collector in de bodem moet zitten. Het aantal dagen zal gebaseerd zijn op de locatie van de gebruiker en het weer. Via de app is het ook mogelijk om heel het gebruik van het product in te plannen in de agenda van de gebruiker. De gebruiker aangeven op welke dagen dat hij/zij de bodemreiniger wil gebruiken, en bottom-up (van achter naar voor) zal de app rekenen op welke dag er gestart moet worden.

Gewicht zetten op het product

We hebben al snel de neiging om producten met een platte bovenkant te gebruiken als extra tafel oppervlakte. Of soms is het per ongeluk dat er een dier opspringt. Een te groot gewicht op een product zetten dat daar niet voor ontworpen is kan een fataal gevolg hebben voor het product. Indien het kapot gaat en er geen waarschuwing vermeld staat bij de gebruiksaanwijzingen en/of op het product zelf, is de producent aansprakelijk voor het falen van diens.

The easy way out is om letterlijk de waarschuwing op het product te zetten. Bijvoorbeeld een "max 5 kg" bericht op het deksel. De andere manier, by design, is om het onmogelijk te maken dat er iets fout kan lopen. Bijvoorbeeld, door de bovenkant schuin of bolvormig te ontwerpen. Een combinatie van beide is uiteraard ook mogelijk.



19. 2. 4 Feedback

De gebruiker moet in 2 instanties feedback krijgen van het product:

- Wanneer de collector uit de bodem moet.
- Wanneer de reactor klaar is.

In gewone omstandigheden volstaan de notificaties die de gebruiker op de app gaat krijgen, maar omdat er elektrische componenten bijzitten (reactor), kan een extra feedback systeem geen kwaad.

Bij de concept interviews is gebleken dat geluid geen optie is als feedbacksysteem, maar dat een lichtsignaal wel aantrekkelijk is. In het begin van de conceptfase werd er door een geïnterviewde zelfs voorgesteld om een led-feedback te gebruiken voor wanneer de collector klaar was.

Voor dit ontwerp kies ik voor een led verlichting rond de drukknop. Zoals bij koffiemachines kan een constant licht betekenen dat de stroom aangesloten is en een knipperend licht dat de pomp aan het werken is.



RVS drukknop met led feedback (eigen afbeelding)

19. 2. 5 Afmetingen

Een product is ergonomisch wanneer de bewegingen die de gebruiker uitoefent als gevolg van de interactie met het product niet geforceerd zijn, niet belastend zijn en niet gevaarlijk zijn. Afmetingen van een product spelen hier een grote rol bij.

Afmetingen van de emmer

Ook bij emmers bestaat er wetenschap achter hun afmetingen. De emmer van de reactor waar het bodemverbeteringsmiddel komt in te zitten is mobiel. Gebruikers zullen deze meenemen naar de plaats waar ze hun gieter vullen: hetzij op dezelfde plaats waar de kraan buiten staat, ofwel nemen ze het mee, samen met de tuinslang.

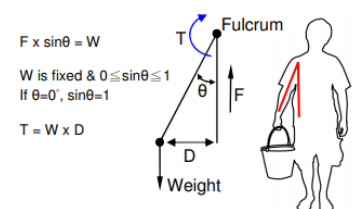
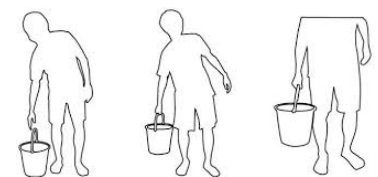
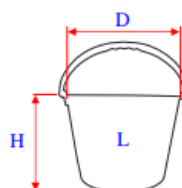
Als de emmer vol zit, weegt het ongeveer 10 Kg + het eigen gewicht van dat onderdeel.

Onderaan staan de bereiken waar de afmetingen van een emmer tussen de 9-15 Kg aan moet voldoen (Lin and Tsai, 2007).

Bucket caliber (D): 27.5cm to 34cm.

Bucket height (H): 23.5cm to 31.5cm.

Bucket volume (L): 9L to 15L.



Ergonomische richtlijnen voor emmers (Lin and Tsai, 2007)

Lengte van de poten

Alleen in het geval dat het product op eigen poten staat, is het belangrijk te weten welke factoren de lengte van deze poten zullen bepalen.

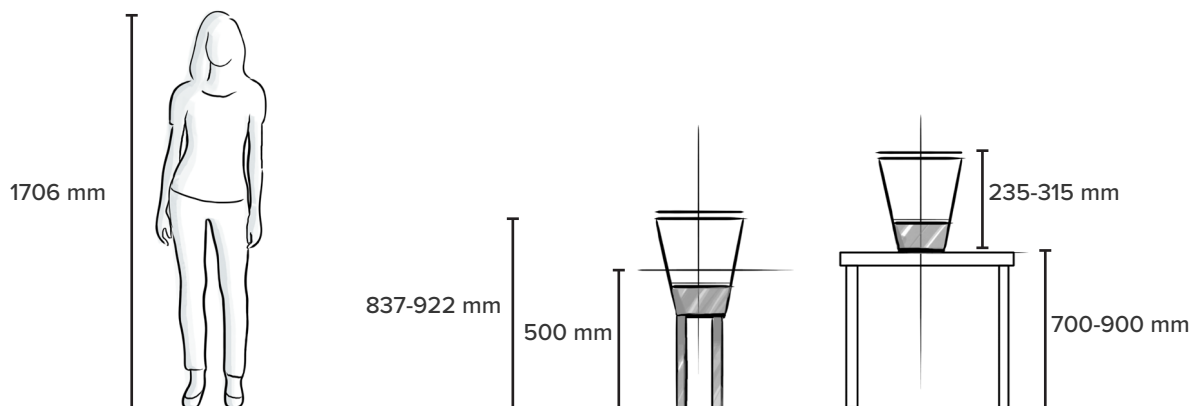
- Eenzijds het gewicht van de emmer. Het is niet ergonomisch om zware gewichten vanaf een te hoge hoogte op te heffen. Vanuit een lage positie is het aan de gebruiker om de juiste houding aan te nemen om een gewicht op te heffen (door de knieën). De maximumhoogte voor gewichten zwaarder dan 10 Kg is gebaseerd op de gemiddelde ellebooghoogte van de kleinste gebruikers. Het 5de percentiel (P5) heeft een ellebooghoogte van 992 mm. De minimumhoogte wordt berekend d.m.v. de polshoogte van de grootste gebruiker. De reden daarvoor is omdat bukbewegingen ook vermeden wil worden. In dit geval is het 95ste percentiel 837 mm.

Tabel DINBELG
(DINbelg, 2005)

standing	1	stature	1487	1551	1706	1861	1925	94
	2	eye height	1384	1446	1594	1743	1804	90
	3	shoulder height	1203	1259	1394	1529	1585	82
	4	elbow height	950	992	1094	1196	1238	62
	5	fist height	666	695	766	837	866	43
	6	vertical grip reach	1686	1777	1996	2215	2306	133

- Anderzijds spelen de hoogte van met de hand bedienbare elementen zoals de tapkraan en de knop nog een rol. Gewoonlijk baseert men zich terug op het 95ste percentiel P(95) van de polshoogte van de grootste gebruikers, want we willen een bukbeweging zoveel mogelijk vermijden. Maar in dit geval ga ik dat niet doen, omdat dat het product heel groot gaat maken. Daarbij, betreft de bukbeweging in dit geval geen opheffing van een gewicht. Ik neem in de plaats voor de hoogte van de tapkraan de gemiddelde hoogte waarop een buitenkraan geïnstalleerd wordt: op 500 mm .

Afmetingen voor de hoogte van de reactor
(eigen afbeelding)



19.3 Vormelijke ontwerpbeslissingen

19.3.1 Vormgeving

Collector

De collector is het meest innovatieve product van Tiërra. De functionaliteit ervan is gebaseerd op de originele trampa de arroz, maar de keuze voor de vormgeving is tot een bepaald punt “vrij”.

Voor de conceptinterviews met de 3D geprinte collector mock-ups deed ik al een poging om drie heel uiteenlopende vormkeuzes te maken. Het resultaat was duidelijk dat de geïnterviewde personen liever de spiesvormige collector hadden. De redenen waren eenvoud, gebruiksintuïtiviteit en het zag er het meest “functionele” uit. Andere kernwaarden zoals duurzaamheid en sterkte vindt de doelgroep ook belangrijk.

Checklist voor de vormgeving van de collector:

- Eenvoudig
- Intuitief gebruik
- Functioneel
- Sterk (en als het niet snel breekt is het automatisch ook duurzamer.)
- Inhoud voor minstens 250 ml lokaas

Ik wou ook niet teveel afwijken van de vormgeving van de mock-up, maar de inhoudscapaciteit ervan moest vergroot worden en er moest nog een extra gaatje aan de onderkant komen voor de eventuele afvoer van water en vocht. Een sok gevuld met de juiste hoeveelheid rijst hielp mij bij het ontwerpproces om nieuwe vormen te bedenken.

Sommige keuzes zoals de manier om de collector open en dicht te maken zijn dan weer vooral gebaseerd op het ergonomische, te lezen op de pagina's hiervoor. Nog belangrijk was letten op productietechnieken en materialen. Om de kost te proberen verlagen moeten er ten eerste zo weinig mogelijk matrijzen gemaakt worden en het aantal montage uren zo laag mogelijk te houden. Als hulpmiddel zocht ik producten op met gelijkaardige functies.



Vorm van de collector in de na de systeemjury (DINbelg, 2005)



Volume van 250 ml om bij de vormgeving te helpen (DINbelg, 2005)

Moodboards. Links: doorlaatbare producten. Rechts: spiezen (eigen afbeeldingen)



Exploratie vormgeving - Collector
(eigen afbeeldingen)



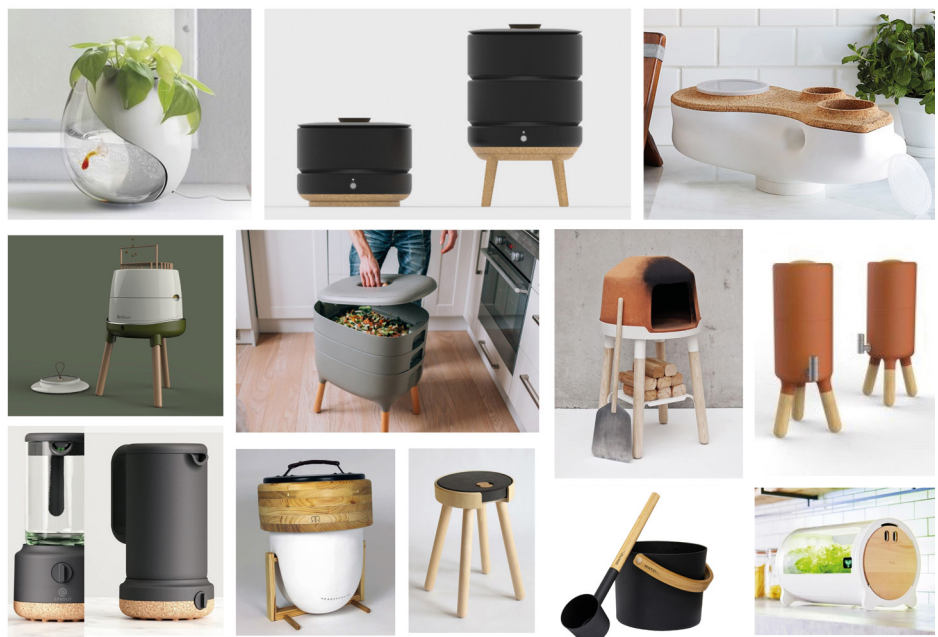
Reactor

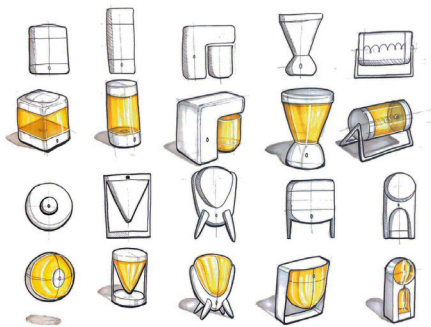
Hoewel de vormgeving van de reactor meer afhankelijk was van technische ontwerpbeslissingen, was het mogelijk om het uiterlijk een bepaalde look & feel te geven.

De eisen had ik op voorhand opgesteld:

- Functioneel, belet de biologische processen niet.
- Het past bij de vormgeving van de collector
- Moderne, minimalistische uitstraling met organische attributen, aangezien het gaat om een innovatief product en men produceert er een biologisch middel mee met een goede ecologische impact.

Moodboard vormgeving
(eigen afbeelding)



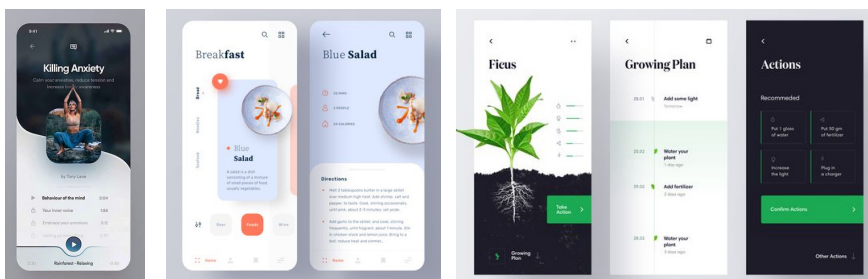


Exploratie vormgeving - Reactor (eigen afbeeldingen)



19.3.2 User interface

De app is desalniettemin geen fysiek product te zijn, ook een onderdeel waar vorm aan gegeven moet worden. Net zoals bij de vormgeving van de fysieke delen, heb ik eerst voorbeelden opgezocht van user interfaces met een inspirerende look en feel en verzameld in een kleine moodboard.



Moodboard vormgeving UI (eigen afbeelding)

Ik vind het vooral belangrijk dat de app simpel, intuïtief, gebruiksvriendelijk en esthetisch is. De kleuren mogen passen met de kleuren van het fysiek product. In de vormgeving van de collector en de reactor komen er organische lijnen in voor die ik ook graag terugbreng naar de app als visueel kenmerk.

19.3.3 Verpakking

Economische eisen:

- Zo compact mogelijk
- Gemakkelijk transporteerbaar
- Gemakkelijk stapelbaar
- Snel verpakt

Ecologische eisen:

- Zo weinig mogelijk verpakkingsmateriaal
- Bio-afbreekbaar, gerecycleerd materiaal
- Niet gelamineerd (wel bedrukt)

Functionele eisen:

- Bescherm het product tegen blutsen en vocht
- Toont gebruiksinstructies al bij de unboxing

Moodboards verpakking
(eigen afbeeldingen)



19.3.4 Naamgeving

Het woord “Tierra”, staat in het spaans zowel voor de bovenste laag van de bodem als voor onze planeet Aarde, en het verwijst ook naar een landoppervlak.

Elke betekenis vormt een deel van het product:

- Het dient om bodemverbeteraar te maken.
- De oorspronkelijke motivatie om voor het onderwerp van deze masterthesis te kiezen vertrok vanuit de dringende nood aan gezonde bodems voor onze planeet.
- Ik ontdekte over het bestaan van de *trampa de arroza* in mijn geboorteland, “mi tierra” (Spanje).

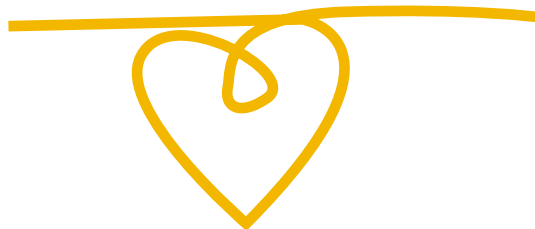
Om de spaanse fonetiek van het woord Tiërra gelijk te krijgen met hoe het in het nederlands zou uitgesproken worden, moeten er twee puntjes op de “e” komen.

Tiërra.

Merksnaam
(eigen afbeelding)

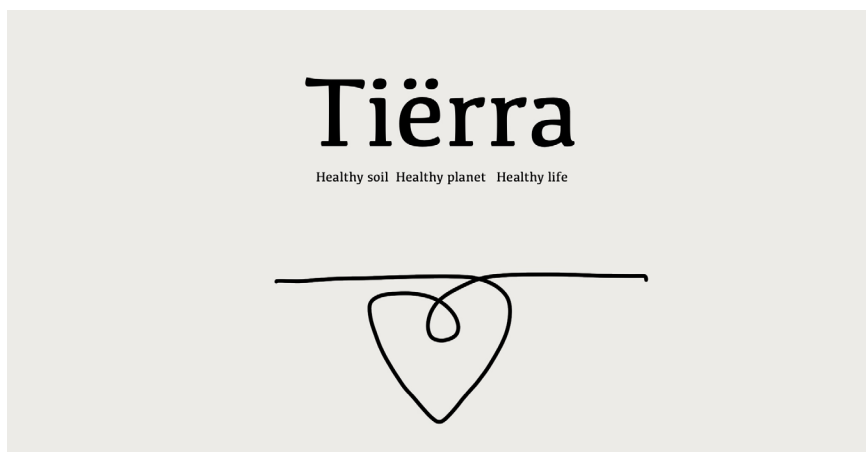
19.3.5 Beeldmerk

Het beeldmerk of logo is de snelste manier om de identiteit van een bedrijf bloot te geven. Verder in het onderdeel “branding” onder bedrijfsplan en financiële beslissingen wordt er uitgelegd hoe het Tiërra’s producent zich op de markt wil positioneren. Vaak zit er symboliek in een logo. Bij deze is het niet anders. Ik koos voor een lijntekening omdat het past bij de minimalistische look & feel van het product. De horizontale lijn staat voor de bodem en een hartvorm representeert gezondheid en zorg. De positie van het hart onder de bodem verwijst naar het bodemleven.



Beeldmerk
(eigen afbeelding)

Het beeldmerk sluit niet uit dat er gelijkaardige producten geproduceerd kunnen worden in dezelfde lijn als Tiërra.



Merksnaam en beeldmerk
(eigen afbeelding)

19.4 Technische ontwerpbeslissingen

19.4.1 Materiaalkeuze en productietechnieken

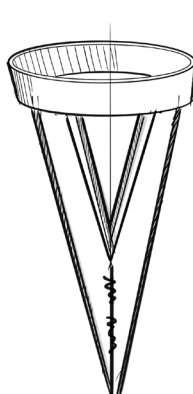
Ik deed al een poging bij de concept interviews om de doelgroep te vragen uit welke materialen zij het product verwachtten. Hun antwoorden waren meestal eco-vriendelijke en duurzame materialen. Binnen deze categorieën vallen recycleerbare materialen, materialen uit gerecycleerde grondstoffen, materialen die voor lang tijd meegaan (roestvrij staal, composiet) en ten slotte natuurlijke materialen (hout).

Maar uiteindelijk moet het materiaal vooral voldoen aan de eisen van het product, en moet het bovendien ook nog produceerbaar zijn. Onderaan is een lijst met de meest belangrijke eisen per onderdeel en welke mogelijkheden ik in aanmerking zijn gekomen:

Spies van de collector

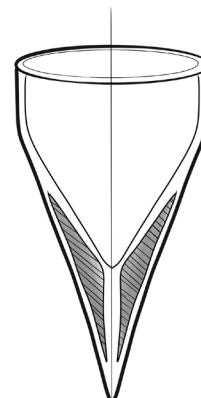
- Het kan tegen een de blootstelling aan een zure omgeving (pH3).
- Isoleert de lokaas tegen vocht en water
- Isoleert de lokaas tegen warmte
- Is sterk genoeg om in de bodem geduwd te worden

Materiaal en productiekeuze voor de spies van de collector (eigen afbeeldingen)



Gelast metal sheet frame

- Meer werkuren.
- Metaal is een thermische geleider.
- Recycleerbaar.

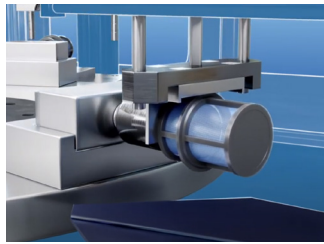


Injection moulded composiet met metalen inserts

- Snellere productie.
- Thermische geleider.
- Niet recycleerbaar.

Doorlaatbaar gedeelte van de collector

- Niet antibacterieel.
- Mesh doorlaatbaarheid tussen 0.2 en 5 micrometer.
- Het kan tegen kokend water en het kan in de vaatwasser gewassen worden.
- Het kan in één deel geproduceerd worden samen met het deksel.
- Het de mesh kan voor een deel binnenste buiten gedraaid worden.



Integratie van de mesh en met het deksel in één productietechniek (SEFAR, 2018), (Amrut Brothers, 2020)

Mesh gaat mee in de injectie matrijs

- Mesh kan verstevigd worden.
- Meshlengte kan diep gaan.

Mesh gaat mee in de pers matrijs

- Goedkopere matrijs.
- Meerdere producten in één matrijs.
- Mesh kan tot een bepaalde diepte gedrukt worden.

Het vat van de reactor

- Transparent
- Kan eenvoudig gereinigd worden
- Kan tegen een stootje
- Licht gewicht



Polycarbonaat

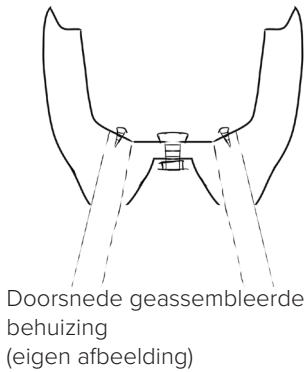
- Duurder
- Kan minder goed tegen krassen
- Zeer sterk



Acryl

- Goedkoper
- Kan goed tegen krassen
- Barst snel

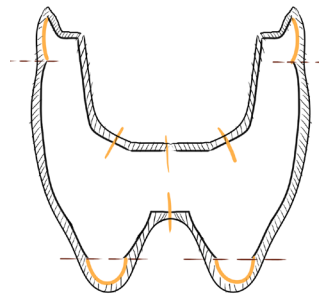
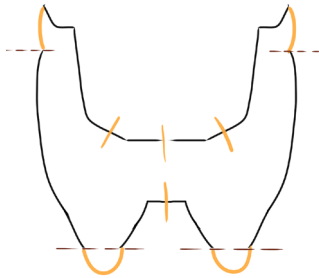
Emmer uit polycarbonaat versus ééntje uit acryl (Restaurantsupply, n.d.)



Opties om de behuizing te produceren + matrijzen (eigen afbeeldingen)

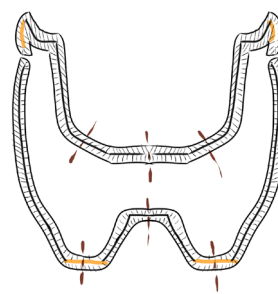
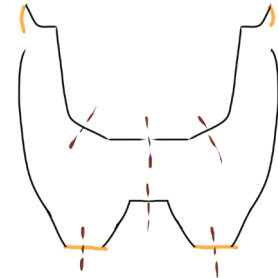
Behuizing van de reactor

- Isoleert tegen warmte en licht
- Met zo weinig mogelijk matrijzen produceerbaar



Rotatie moulding van PP

- Wanddikte is niet overal hetzelfde.
- Kostbesparend.
- Nabewerking nodig om gaten te maken en in twee stukken te snijden.



2 persstukken PP

- Duurder (2 matrijzen).
- Egale wanddikte.
- Nabewerking is nodig om gaten te maken.

19. 4. 2 Assembly en disassembly

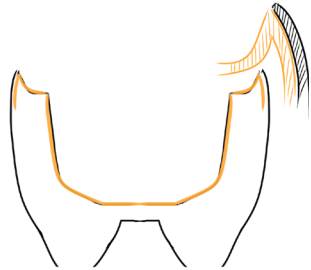
Sommige van de assemblage keuzes bepaalden hebben de vormgeving van het product bepaald. Ik heb ze verdeeld in assembly dat voor het gebruik gebeurt, tijdens het gebruik en na het gebruik van het product.

PRE-GEbruik

Behuizing van de reactor

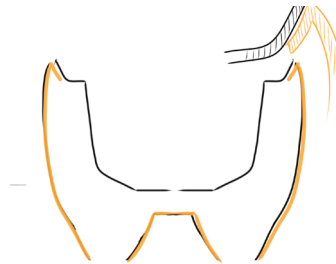
Er werd gekozen voor een rotatie-moulding techniek voor de basis. Maar daarin moeten er nog onderdelen gemonteerd worden, o.a. De luchtpomp en de knop. Om dat te doen werd het stuk na de productie

in 2 onderdelen gesneden om daarna terug op elkaar gemonteerd te worden. Om dit te kunnen doen waren er terug 2 mogelijkheden:



In elkaar

- Vaste verbinding.
- Extra bewerking nodig van het bovenste deel om de stukken in elkaar te laten passen.

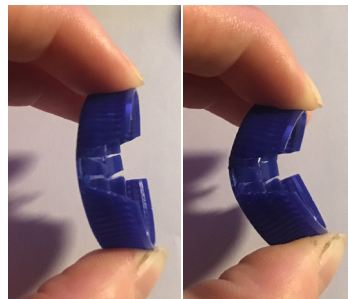
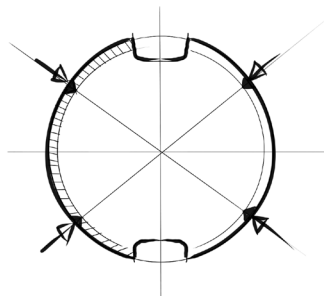


Op elkaar

- Waterdicht.
- Kan gemakkelijk terug opgen gemaakt worden.
- Extra verbindingpunten.
- Kan niet gemaakt worden met rotation moulding.

Assembleren van de behuizing (eigen afbeeldingen)

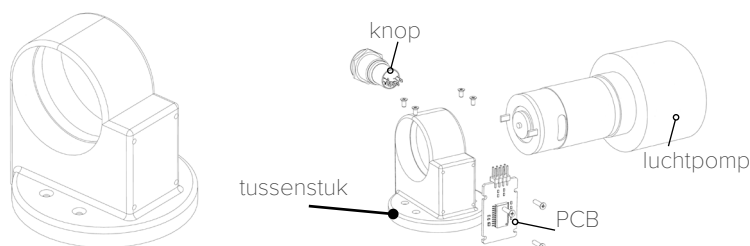
Indien de stukken in elkaar gemonteerd worden, moet het bovenste deel nog een extra nabewerking krijgen, namelijk snedes. Deze snedes dienen om de randen naar binnen te kunnen buigen, zoals afgebeeld op de foto met de fles doppen.



Buigsnedes (eigen afbeeldingen)

Elektrische onderdelen monteren op de behuizing

De luchtpomp, de knop en de pcb moeten gemonteerd worden op het onderste stuk van de behuizing. Er werd een tussenstuk ontworpen zodat alle onderdelen samen vastgemaakt konden worden.



Tussenstuk en assembly van elektrische onderdelen op het stuk (eigen afbeeldingen)

TIJDENS GEBRUIK

Poten

De gebruiker kiest of hij/zij het product op poten wil zetten of niet. Ik liet mij inspireren door de montage van poten bij andere producten.

Links: Voorbeeld andere producten met poten

Rechts: Doorsnede van de behuizing (eigen afbeeldingen)

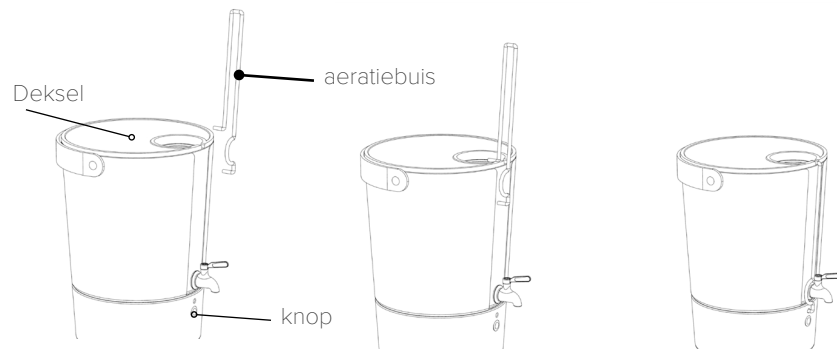


De onderkant van de behuizing bepaalt de richting van de poten en ze worden uiteindelijk vastgemaakt aan de bovenkant van de behuizing met een schroef.

Aansluiting van de aeratiebuis

Als de luchtpomp onderaan komt, moet er nog een manier zijn om die lucht langs de bovenkant van de emmer in het vloeistof te krijgen.

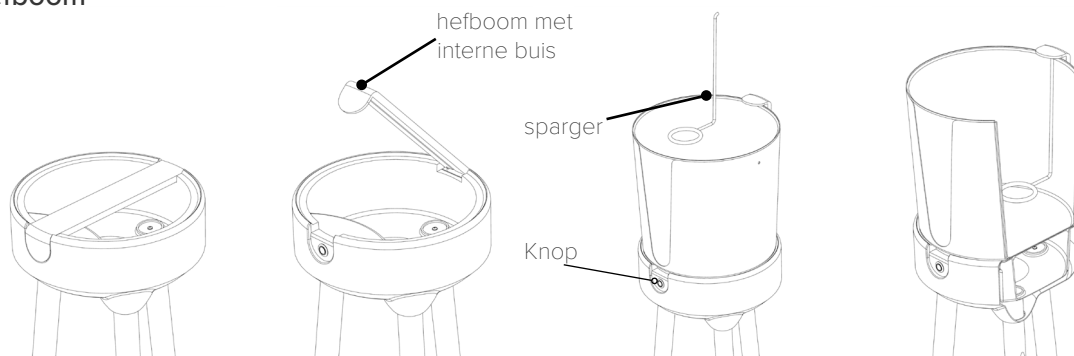
Systeem om aeratiebuis aan te sluiten langs de voorkant (eigen afbeeldingen)



Aansluiting van de aeratiebuis langs de voorkant

- Overzichtelijk
- Indien er een tap in het midden van de emmer staat kan de buis langs dezelfde lijn gaan. Een oplossing kan een kromming zijn in de luchtbuis of een positie die niet centraal is.
- Er bestaat de kans dat de gebruiker deze stap vergeet en op de knop drukt zonder de deze aansluiting te maken.

Aansluiting van de aeratiebuis langs de achterkant m.b.v. een hefboom

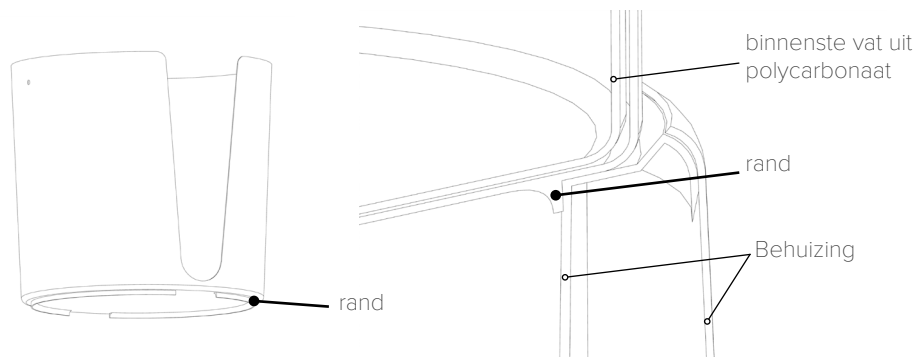


Systeem om aeratiebuis aan te sluiten langs de achterkant (eigen afbeeldingen)

- De knop kan enkel ingedrukt worden wanneer de hefboom omhoog staat.
- Enkel het stuk van de aeratiebuis dat vuilgemaakt wordt (de sparger) moet daarna gereinigd worden.
- Het is een fragieler systeem voor stoten.

Emmer op de behuizing passen

Voorziening van een kleine rand aan de onderkant van de emmer om het beter te laten passen in de behuizing.



Rand aan de onderkant van de emmer om het beter te laten passen in de behuizing (eigen afbeeldingen)

POST-GEbruik - DISASSEMBLY

Het gebruik van lijm en permanente verbindingen werd helemaal uitgesloten. Alle onderdelen zijn met schroeven en bouten aan elkaar vastgemaakt. Dit maakt het mogelijk om het product te desassembleren bij het einde van zijn leven. Er is ook gekozen om voor zoveel monomateriaal te gaan als mogelijk voor elk onderdeel. Enkel de collector is de uitzondering op de regel want het bevat metalen inserts binnen de composieten vorm.

20. Bedrijfsplan en financiële keuzes

Om dit deel te presenteren maak ik gebruik van de slides van de pitch deck dat ik presenteerde voor VOKA (Kamer van Koophandel). Onderaan de nodige slides geef ik een woordje uitleg.

20.1 Company purpose



De slogan van Tiërra spreekt voor zich: Healthy soils, Healthy planet, Healthy life. Tiërra is een bedrijf dat de klant helpt om een gezonde bodem te bekomen d.m.v. de producten dat het aanbiedt.

20.2 Problem

Problem



Making or keeping your soil **healthy** is no easy task!

- It can require a lot of effort, time and money.
- Pesticides only make it worse.
- It takes expertise to know if you're doing it right.

Besides, growing food in an unhealthy soil is unproductive and produces low quality products that may harm your health.



20.3 Solution

Solution



But you are in luck!
The easy way to restore your soil's health has been sitting right under your very nose!

Your own soil's microorganisms

They are the experts and there are many of them.

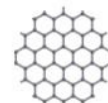
- Soil microorganisms constitute **5%** of the soil's total mass.
- One teaspoon of soil can contain over one billion microorganisms.
- They contribute to:



Decomposition of
contaminants



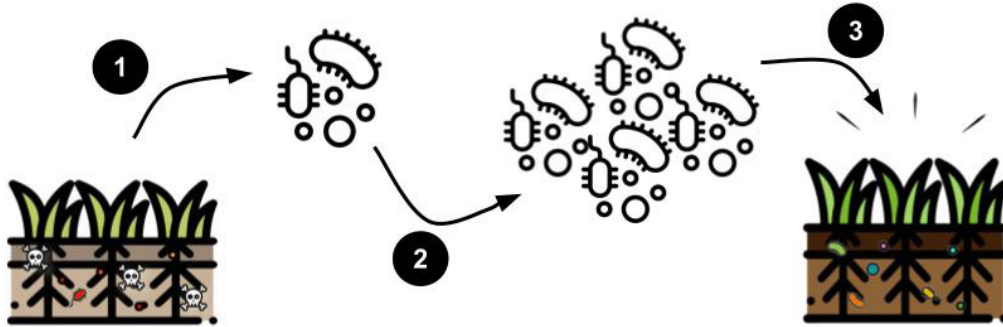
Plant symbiosis,
A win-win situation



Soil structure and
water retainment

20.5 Function

Tierra's function



1 Collect your soil's microorganisms

You don't have to be an expert. Tierra offers you all the tools you need.

2 Multiply them!

They make the best, biological soil improver

3 Introduce them back into your soil

And let them do all the work for you!

20.4 Selling point

Why not buy it ready-made?



You can buy ready-made microbial soil improvers but...

- They have a limited **shelf life** that impacts their effectivity.
- They include **microorganisms that might be ejected** or compete with the ones in your soil.
- They are **expensive**.

"You can compare it to drinking fresh versus bought orange juice"



20.6 Why now

Trends



Reconnection with nature
More people are farming, even in the cities a.k.a. urban farming.



Ecological revolution and awareness
Less use of pesticides and availability of new alternative methods.



Biochemical market is booming.
Specially the microbial applications for agriculture.

Ik maakte al reeds een trendonderzoek waarin de afgebeelde trends gedetailleerd zijn uitgelegd. Dit kan gelezen worden op pagina 94, onder het puntje 12.2.2 bij Verificatie productdefinitie - Correctie - Trendonderzoek.

Nog informatie over katalisatoren en inhibitoren kunnen gevonden worden op pagina 73 onder het puntje 8.2 Marktanalyse - Economische Analyse.

Om een product zoals Tiërra op de markt te brengen moet het gecontroleerd en gelabeld worden door het FAVV (Federaal Agentschap voor de veiligheid van de voedselketen) als een veilig middel. Meer over deze wetgeving is te vinden op de volgende link: http://www.favv-afsc.fgov.be/plantaardigeproductie/meststoffen/_documents/2007-07-26_overzicht-etikettering_nl.pdf

20.7 Market size

Market size



Total Available Market:

European (33% of global) Microbial Agriculture Market, specifically for soil treatment solutions (35%).

Served Available Market:

People between 30-39 and +65 (30%) who own a garden (86%), household spendings on garden and furniture (7%).

Target Market:

People who only use alternative (biological) products in the garden (21%), people who grow edibles in their garden (35%) and make their own compost (6%)

TAM:

- Totale grootte van de globale markt voor microbiële middelen bedoeld voor landbouw is tegen 2021 , 9 B USD waard. Dit cijfer is afkomstig van Fortune Business Insights (2019). In 2018 was de grootte van de markt 3.75 B USD en tegen 2026 verwachten ze een grootte van 11 B. Ik nam de mediaan van die twee cijfers (9.5) want 2021 valt bijna in het midden en rondde het cijfer naar beneden (9).
- Uit het rapport van Mordor Intelligence (Mordor intelligence, 2019) haal ik dat 35% van deze markt van microbiële producten voor landbouw bestemd is voor bodemverbeteraars.
- Omdat Tiërra nog niet op globaal niveau zal opereren in het eerste jaar, nam ik er nog eens 10% van. Dit representeert het demografisch percent van Europa in de wereld (Worldometer, 2019).

SAM:

- Mijn product is bestemd voor mensen met een eigen tuin. Uit “het grootste Europese tuinonderzoek” dat Bakker uitvoerde (producent van tuinartikelen), weet ik dat 86% van alle Europese gezinnen een tuin hebben (Bakker, 2015).
- Dan neem ik het percent van de populatie dat het meest de tuincentra bezoekt. Dat zijn dat dertigers tussen 30-39 en 65-plussers (Geerts, 2017). Die tellen respectievelijk voor 12% en 18% van de populatie, samen 30% (Worldometer, 2019).
- Het totale aandeel van uitgaven van een gezin dat gaat naar meubelen en tuin is c.a. 7% (Vlaamse Milieumaatschappij, 2011)

TARGET MARKET:

- Mensen die alleen maar alternatieve middelen gebruiken in de tuin 21% (Vlaamse milieumaatschappij, 2017).
- Ik neem ook het getal mee van mensen die composteren, aangezien dit een gelijkaardig doel heeft als Tiërra en het proces is gelijkend. In de VS composteert 6.5% van de populatie (US EPA, 2018).
- Mensen die eetbare dingen in groeien in hun tuin 35% (in de VS)

20. 8 Competition & positioning



Hoewel het product dat ik ontwerp de eerste van zijn soort is, zijn er enkele andere spelers op de markt die concurrerend kunnen zijn.

Het is ook mogelijk om microbiële inoculant te maken d.m.v. **kant-en-klare micro-organismen** te gebruiken. Een product zoals The Bacterial Farm van Hortitec Spain (Hortitec Spain, 2020) is daar een voorbeeld van. Er kan ook compost thee gemaakt worden uit **micro-organismen afkomstig van het GFT afval**. Bekende producten hiervoor zijn vermicomposters, zoals de HotFrog vermicomposter (HotFrog, 2020) en de Compost tea brewer van Growing Solutions, Inc (Growing solutions, 2001).

De intreding van Tiërra op de markt zou waarschijnlijk ook een invloed hebben op hun verkoop, aangezien de markt opnieuw gesegmenteerd wordt want er komt een nieuwe categorie bij: “product om microbiële inoculant te produceren op basis van **micro-organismen uit de bodem**”.

Meer marktstudies te vinden op de pagina’s 95 t.e.m. 96 onder het puntje 12.2.3 Marktonderzoek - Correctie -Verificatie.

GROWING SOLUTIONS INC
NEW LENOX, United States of America

Active
BvD ID n° US161047578L

Key information

21719 S CENTER AVE, STE D
NEW LENOX, IL 60451-2818
United States of America

+1 815 462 1300
www.yourgrowingsolutions.com

Turnover for 2018
\$ 2.09 m

More >

Omzet Growing Solutions 2018 (bestaat al sinds 2001)

20.9 Product

Product presentation



NOTA: Het product zag er bij de VOKA presentaties nog lichtjes anders uit, maar het concept en het gebruik bleven hetzelfde.

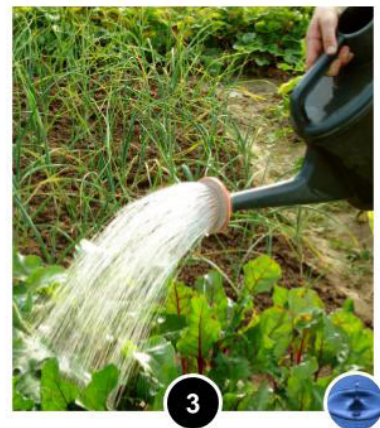
Product use



1
Collect microorganisms from your soil with the collector
Rice works as the bait



2
Multiply the microorganisms to become fresh, biological soil improver
The only other ingredients you will need are water and molasses



3
Dilute it 1:20 with water and it's ready to use! Your soil will rejoice.
For best effects apply on a weekly or monthly basis.

Tiërra's vision



Tiërra's mission



Making it easy and accessible for gardeners to make their own soil probiotics.

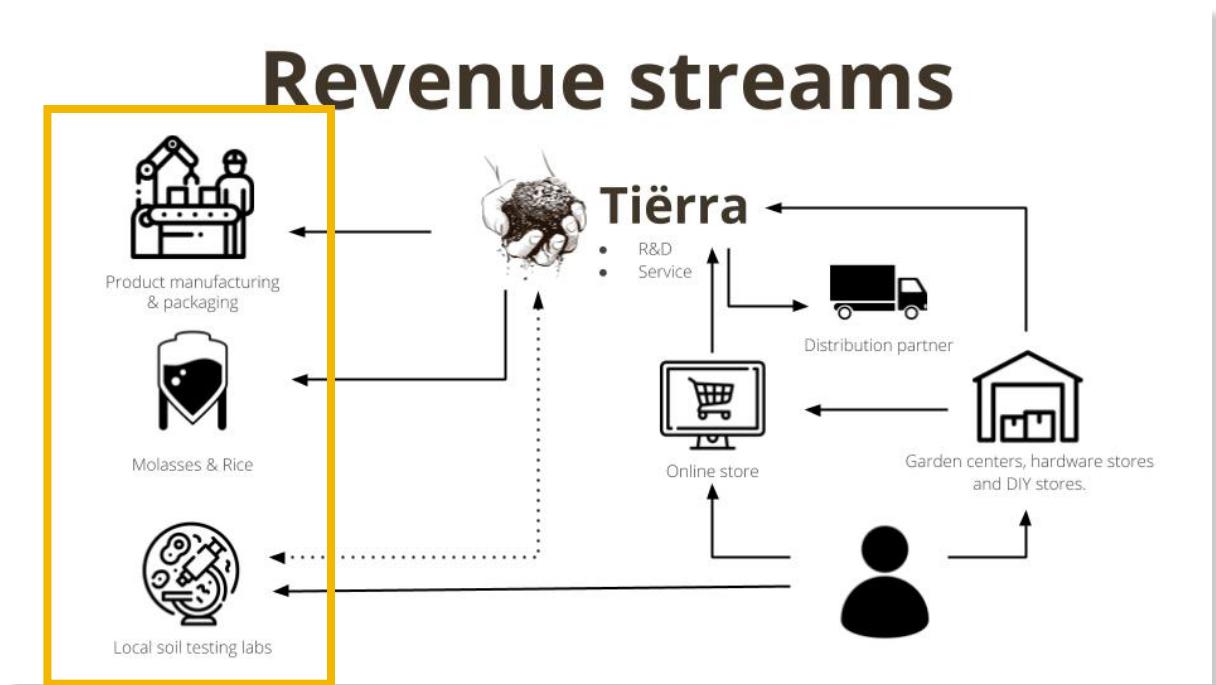


Informing gardeners about the importance of soil life and how to take care of their soil without disturbing its microbiome.



Based on traditional natural farming methods and using **only natural ingrediënts**.

20. 11 Business model



Dit zijn de instanties die buiten het bedrijf functioneren maar in samenwerking:

- **Productie en verpakking van het product (volledig geëxtern).** De componenten van het product worden extern geproduceerd en samengebracht naar een instantie waar het product geassembleert wordt en verpakt wordt.
- **Producent van melasse en producent van rijst** (extra ingrediënten om bodemverbeteraar te maken): Distributie model. Tiërra koopt hun producten aan in het groot en verkoopt ze door aan klanten.
- **Lokale bodersrijven die bodems testen:** Samenwerkingsmodel. De klant wil zekerheid over de werking van het product en lokale bedrijven willen klanten. Er wordt een "service" aangemaakt waarbij klanten genieten van korting bij deze bedrijven.

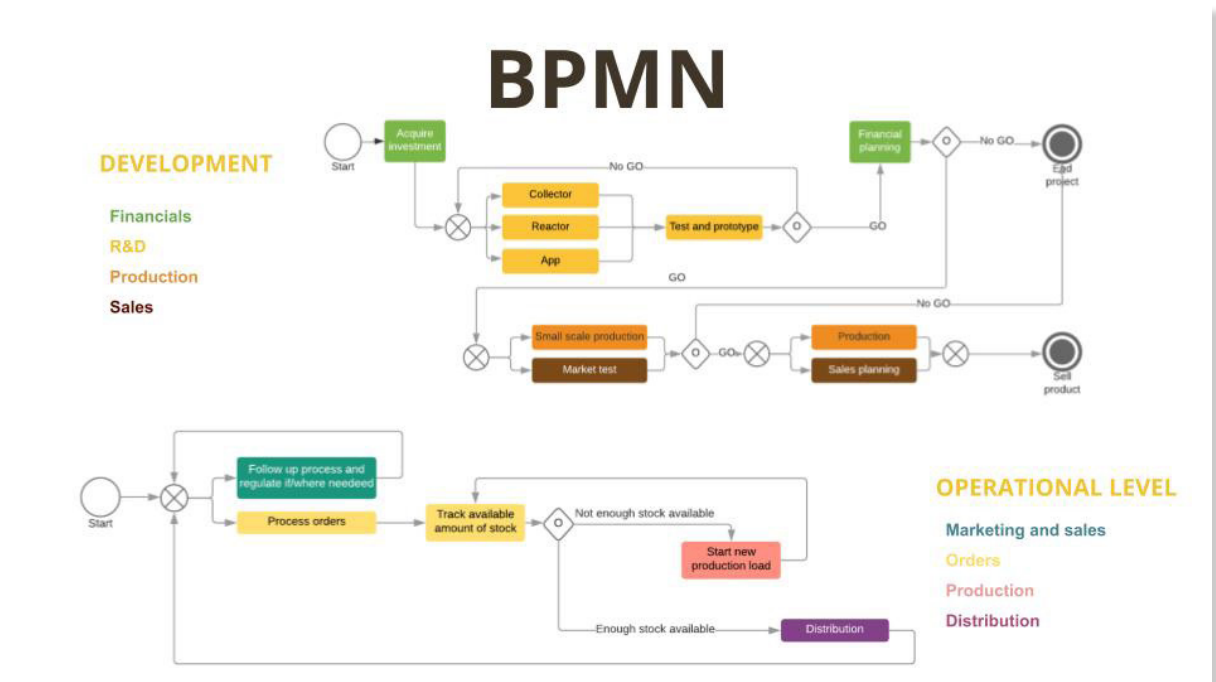
De klant kan de producten ofwel via de online store aankopen ofwel via bepaalde tuincentra en hobbywinkels (brico, gamma, enz).

Het bedrijf zal een gevestigd magazijn nodig hebben om de producten op te slaan en van waaruit de distributie gebeurt. Er kan gekozen worden om het operationele ook bij het magazijn te laten doorgaan. Of een kantoor te kiezen met een grote opslagruimte.

Bij de opstart van het bedrijf zal de distributie intern gebeuren en wordt later geëxternaliseerd.

Er komen ook nog andere operaties bij kijken in het begin zoals marketing en R&D. Daarvoor zal er ook een extern bedrijf ingezet worden.

20.12 BPMN



Bij de ontwikkelingsfase heb ik de onderscheiding gemaakt tussen Financials, R&D, Production en Sales, waarvan de laatste twee (productie en sales) volledig extern zal gebeuren.

Er moeten 3 producten ontwikkeld worden. De Collector, de Reactor en een App. Ik voorzie een fase voor testing en prototyping en vooral het product op de echte markt gelanceerd wordt, wens ik eerst een productie op kleine schaal te maken om een “market test” uit te voeren.

Voor het operationeel gedeelte is er terug een onderscheid tussen Marketing en sales, Orders, Production en Distribution. Van deze zal alles extern gebeuren met uitzondering op de Orders. Die zullen door het bedrijf gemanaged worden. Als het bedrijf succes vol is, kan het een eigen afdeling voor marketing en sales krijgen.

20.13 Team

Get touch



Ornella Torres Melkebeek

Industrial Design student @ UAntwerpen

ornellatorres@hotmail.com

+32 (0)476 17 83 36

Based in Antwerp, Belgium



Looking for:
Project manager

Als ontwerper kan ik mij vinden om mee de R&D te begeleiden, mits de inzet van externe experts voor een grondiger, wetenschappelijk onderzoek over de kwaliteiten van Tiërra. Want hoewel biologie mijn passie is, ben ik niet in staat om 100% betrouwbare beweringen te maken over hoe de het product optimaal kan gemaakt worden om microbiële bodemverbeteraar aan te maken.

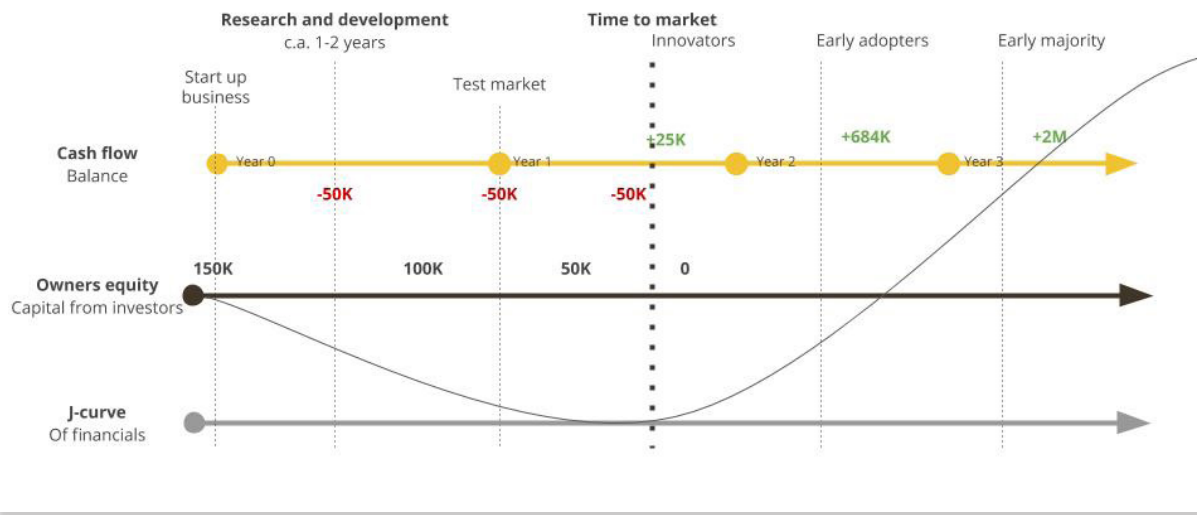
Ook van marketing weet ik weinig. Iemand waar ik wel naar zou zoeken om mijn team te vervolledigen is een project manager met ervaring. Iemand dat dit nog al gedaan heeft en mij kan helpen om dit project op de juiste poten te zetten.

Ik hoop dat het team kan groeien doorheen de tijd. Indien Tiërra succesvol verkocht kan worden, is het misschien tijd om een nieuw product in deze lijn te bedenken, of een verbeterde versie van het bestaand product te ontwerpen. Tegen dan zou het dus handig zijn om met nog een productontwikkelaar te werken en misschien ook een interne (junior) marketeer.

20.14 Road map - Inkomsten



Roadmap



Prijs van het product voor de klant = 180 euro
(Productiekost gebaseerd op BOM en vergelijking met concurrentie)

Salesberekening:

- Eerste verkoopjaar:**

marktgrootte 78K * innovators 2.5% = 1.9K * prijs 180 = 351 K

- Tweede verkoopjaar:**

marktgrootte 78K * early adopters 13.5% = 10K * prijs 180 = 1 M

- Derde verkoopjaar:**

marktgrootte 78K * early adopters 13.5% = 26K * prijs 180 = 4.5M

Owners equity:

gebaseerd op de funds flow berekening (124K te kort in het eerste jaar), zal een investering van **150K** (om zeker te zijn) genoeg betekenen.

2020	2021	2022	2023	2024
-	(124.713)	534.786	2.104.676	2.796.227
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
354.000	1.895.400	4.773.600	1.000.000	1.000.000
(29.096)	(126.690)	(236.564)	310.159	-
-	-	-	-	-
324.904	1.643.996	5.071.822	3.414.835	3.796.227
(26.723)	-	-	-	-
-	-	-	-	-
(15.789)	(37.627)	(72.040)	92.590	(878)
-	-	-	-	-
(407.105)	(818.460)	(1.646.557)	(522.446)	(535.581)
-	-	-	-	-
-	(253.123)	(1.248.548)	(188.753)	(185.499)
-	-	-	-	-
(449.617)	(1.109.210)	(2.967.145)	(618.609)	(721.958)
-	-	-	-	-
(124.713)	534.786	2.104.676	2.796.227	3.074.269

Funds flow via excel (zie bijlagen)

De omzet op lange termijn (5 jaar) van 2M komt overeen dat met de concurrent, Growing Solutions, inc. Cijfers verkregen met Orbis Global.

21. Verificatie

21.1 FTO: Freedom to operate

Freedom to operate is een soort verificatie om na te gaan of het product of het bedrijf in kwestie niet in conflicten zou komen bij de lancering op de markt wegens door een overtreding van de wet van intellectuele eigendom.

Ik onderzoek de FTO voor het product zelf, de naamgeving en het merkbeeld. Er gebruik gemaakt van officiële databanken voor intellectuele eigendommen. Onder andere EUIPO, Google patents, Espacenet, en TM-view. Voor het volledige rapport van het onderzoek verwijst ik graag naar het apart FTO-dossier. Hieronder volgt een verkorte versie over de bevindingen.

Merknaam

De naam Tiërra gaf veel resultaten op. Maar dat was te verwachten, aangezien het een spaans woord is met een echte betekenis. Volgens de regels van intellectueel eigendom zijn twee puntjes op de ð niet genoeg om de naam te onderscheiden van andere, tenzij de fonetiek erdoor wijzigt en het een nieuw woord creert. Na het toepassen van enkele filters op mijn zoektocht (o.a. enkel namen weergeven van één woord) kwam ik op veel minder resultaten uit. Ik onderzoek tot welke nice-klasse deze andere merknamen aan toe behoorden en vergeleek het met de nice-klasse van mijn product. Ik vond geen enkele andere merknaam dat conflictief zou zijn met Tiërra.

Merkbeeld

Sinds kort bestaat de mogelijkheid om vormen en merkbeelden in te geven in de zoekbalk van de databanken in de vorm van afbeeldingen. De intelligente tool werkt verrassend goed. Het heeft kunnen identificeren dat er een hartvorm in het ontwerp zat van mijn merkbeeld. Uiteraard zijn er nog duizenden andere logo's met een hart, wegens de symbolische aard ervan. Ik kreeg veel resultaten voor die zoekopdracht, maar ik vond niet meteen een merkbeeld dat gelijk was.

Met een variatie op het logo robeerde ik het nogmaals. Dit leverde nog steeds veel resultaten op, maar al een pak minder dan de vorige search.



Modificaties van het merkbeeld
(eigen afbeeldingen)

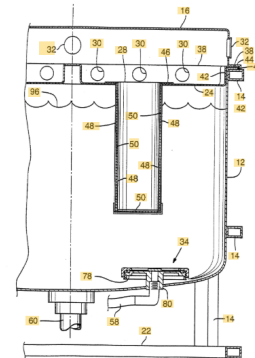
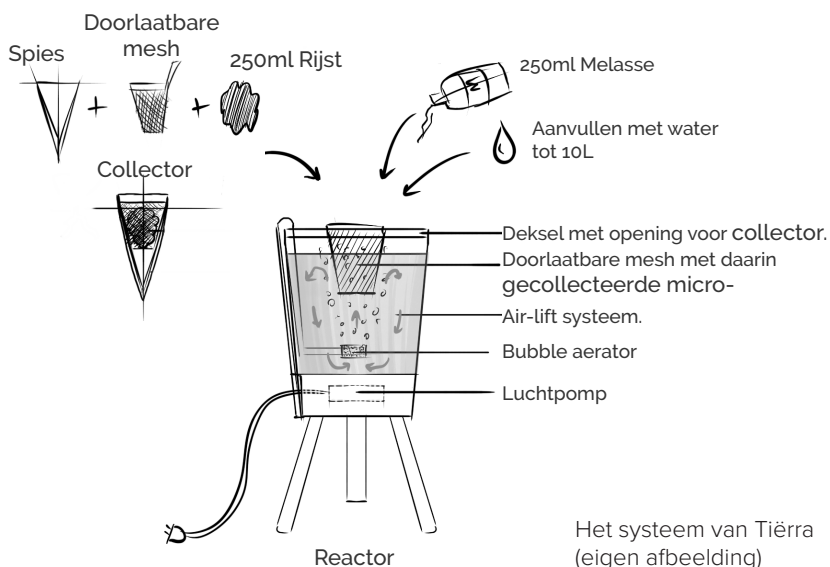
Product

Hierbij wordt er gekeken of de claims van een patent gelijkenissen vertoont met het eigen ontwerp. Het is ook belangrijk om te weten waar het patent is uitgevoerd, hoe oud het patent is en of het wel degelijk goedgekeurd is. Het opzoekwerk leverde meerdere octrooien op die in de verte vergeleken konden worden met Tiërra, maar één van ze had wel het potentieel om problematisch te zijn. Toevallig ging het om een product dat ik al eens meenam in mijn marktanalyse: Het compostthee systeem van Growing Solutions, inc.

Hun claims stellen een product voor dat werkt met een luchtpomp en microbubbles, het dient om micro-organismen te vermenigvuldigen om bodemverbeteraar te maken, ze hebben een deksel met een gat in waar de micro-organismen in moeten, een tap aan de voorkant, enz. Het verschil met Tiërra is dat het niet werkt met micro-organismen van het GFT afval, maar wel degene die uit de bodem gehaald zijn. Ook de aansluiting van de luchtpomp gebeurt bij de compostthee maker centraal en bij Tiërra gebeurt het langs de buitenkant.

Het patent grondiger onderzoeken maakte het duidelijk dat het enkel geregistreerd was in de Verenigde Staten en dat het patent volgend jaar in mei, 2021, zou “vervallen” door zijn 10-jarig bestaan. Tegen dat Tiërra gelanceerd zou kunnen worden, na een fase van R&D en productie, is dit patent uit de weg.

Heel het proces om micro-organismen te collecteren met een systeem gebaseerd op de trampa de arroz is in geen enkele claim te bespeuren. Het collector-gedeelte van de thesis loopt geen risico's op het betreden van intellectuele eigendom.



Boven: Compost thee maker van Growing solutions (Growing solutions, 2015) Patent tekening Growing Solutions (Growing solutions, 2001)



Afbeeldingen van het gebruik van de compostthee maker van Growing Solutions. Boven: micro-organismen toevoegen, Onder: compost in een doorlaatbare mand (Growing solutions, 2015)



Prototype 1 van Collector
(eigen afbeelding)

21.2 Prototyping

De pandemie, die tijdens deze fase van de masterproef op haar hoogtepunt was, heeft het helaas belet om kwalitatieve (user) tests en buitenshuise experimenten uit te voeren. Op het einde toe van het project was het nog mogelijk om een 3D print te maken. Ik maakte een 3D print van de collector.

Mijn initieel plan was om prototypes van de collector op te sturen naar minstens 3 mensen om het proces zelf eens uit te testen. Door hun feedback zou ik correcties kunnen te maken. Eén van die mensen moest uiteraard Miguel zijn, de bananenboer die mij tot dit onderwerp introduceerde.

Ik maakte twee aanpassingen aan de hand van zelfobservatie. Ik schatte de grootte van het deksel verkeerd in bij het CAD ontwerp. Voor het finale ontwerp heb ik dit stuk groter gemaakt. Ook de wanddikte mocht groter gemaakt worden voor dit onderdeel, aangezien het een sterk stuk moet zijn.

21.3 Risicoanalyse

Risico's i.v.m. de gebruiker

- Het risico is zeer klein, maar het bestaat, dat de gebruiker een allergische reactie ervaart door in contact te komen met de micro-organismen (waaronder schimmels en bepaalde bacteriën die de trigger kunnen zijn voor de reactie) (Breitenbach, Cramer and Lehrer, 2002). Het product is zo ontworpen dat de gebruiker zo weinig mogelijk rechtstreeks in contact komt met de gecollecteerde micro-organismen.

Risico's i.v.m. de bodem

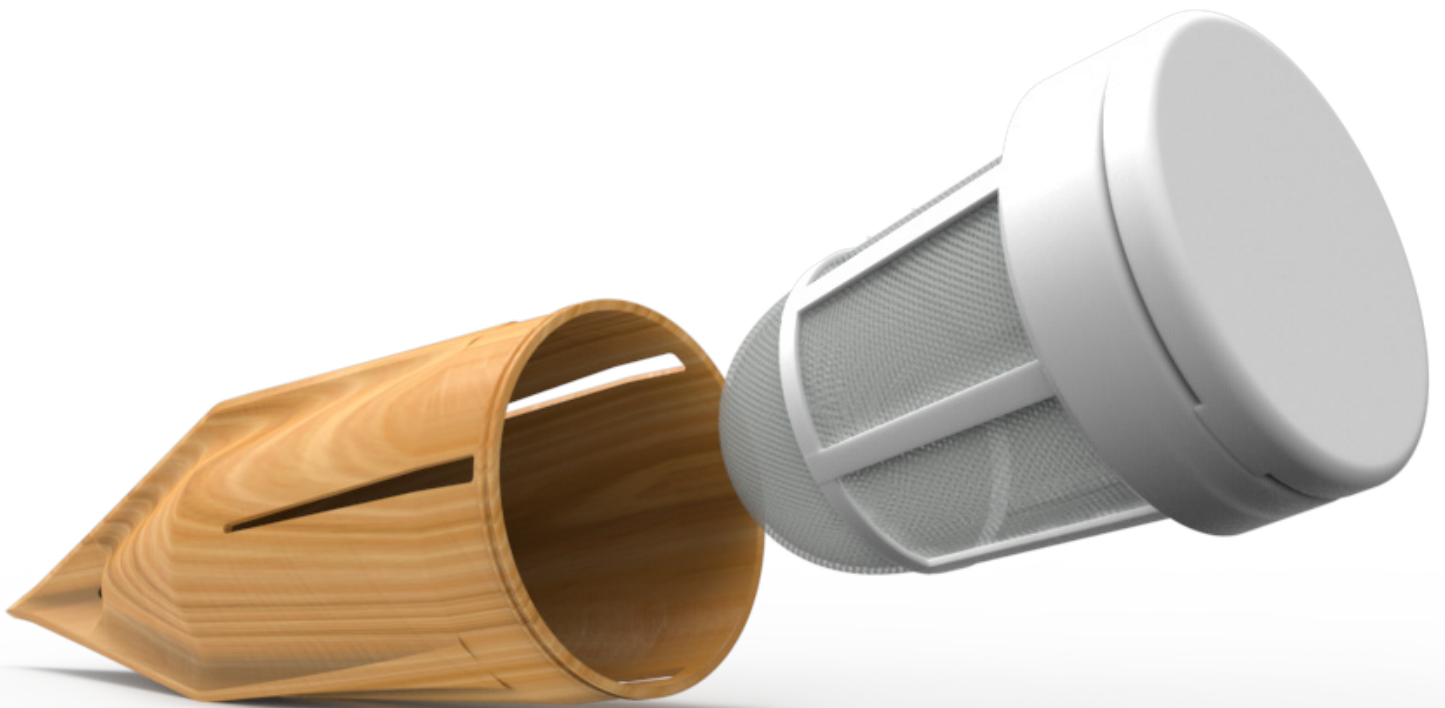
- Zoals bij de meeste dingen, kan overgebruik zorgen voor ongewenste effecten. Ook in de bodem. Een overgebruik van bodemverbeteraar kan het microbioom op een slechte manier beïnvloeden. De kans is klein dat het te veel wordt gebruikt aangezien het proces één week duurt om 10 L bodemverbeteraar te produceren.
- Het middel gebruiken zonder de verdunningsratio van 1:20 te respecteren kan problematisch zijn. Het middel is zonder verdunning zeer zuur en het zou de wortels van planten zwaar kunnen beschadigen.

Risico's i.v.m. het bodemverbeteringsmiddel

- De lokaas is nat geworden omdat het deksel niet gesloten is geweest. Maar dit is weinig waarschijnlijk omdat de bovenkant van het deksel vasthangt aan de rest. Het zou een effect hebben op de kwaliteit van de collectie, aangezien een zeer vochtige lokaas meer anaërobe micro-organismen zal aantrekken die meer kans hebben op pathogenisch te zijn of de aërobe reactie niet zullen overleven.
- De reactor wordt onder de hete zon geplaatst. Micro-organismen zijn gevoelig aan temperatuur en zouden daardoor kunnen uitsterven. De buitenste emmer dient als een thermische bescherming, maar het zal waarschijnlijk niet voldoen als het product in de zomer rechtstreeks in de zon wordt geplaatst tijdens de reactie. Een waarschuwing voor dit risico moet vermeld worden in de app en bij de gebruiksaanwijzingen.
- Contaminatie. Bepaalde onderdelen moeten afgewassen worden voor elk gebruik. Onder andere de aeratiebuis en het doorlaatbaar deel van de collector waar de lokaas in zit. Indien de reiniging niet goed uitgevoerd wordt, bestaat de kans dat vreemde micro-organismen op het vuil afkomen en mee vermenigvuldigd worden in de volgende batch. Maar het gevolg zal miniem zijn, want het gaat om de introductie van vreemde organismen in de bodem die weggeconcentreerd kunnen worden of niet in die omstandigheden kunnen overleven.

Risico's i.v.m. het product

- Vallen en spillen. Het product riskeert een stoot te krijgen wanneer het op poten staat. Het is aangeraden voor gebruikers met kinderen en dieren om het product tijdens de reactie op een veilige plek te zetten of het op een tafelblad te gebruiken, zonder de poten.
- Componenten verliezen. De set bestaat uit verschillende kleinere losse onderdelen: de aeratie buis is 3-delig, de borstel om de buis proper te maken, de lepel, de maatbeker en de twee onderdelen van de collector. De behuizing voorziet genoeg plek om deze onderdelen in de bewaren. In elk geval, is het aan het bedrijf om deze aparte onderdelen ook los te verkopen.



DEEL 3:

Product Presentation

22. Tierra

22.1 Beschrijving

Tierra is een product-set dat wordt gebruikt om zelfgemaakte, microbiële bodemverbeteringsmiddel te produceren.

Het is bestemd voor tuin- en moestuineigenaars die een gezonde bodem willen bekomen en/of onderhouden.

De micro-organismen die gebruikt worden om het middel te produceren zijn afkomstig uit de bodem van de gebruiker. Inclusief in de set zijn alle tools inbegrepen die de gebruiker zal nodig hebben om micro-organismen uit de bodem te collecteren en deze daarna te transformeren tot vloeibare, microbiële bodemverbeteraar.

Productpresentatie
(eigen afbeelding)



22.2 Waarom Tiërra?

“Je kan de voordelen vergelijken met de degene van verse fruitsap tegenover verpakte”

Zelfgemaakte, microbiële bodemverbeteraar is voordeliger dan de kant-en-klare versies die in de winkel verkrijgbaar zijn omdat:

- Formules met levende organismen bezitten een shelf-life. Hoe meer tijd er voorbij gaat, hoe minder efficiënt het middel zal worden. Dit is te wijten aan het gebrek van nutriënten die micro-organismen nodig hebben om te groeien en in leven te blijven.
- Artificieel, In het labo gekweekte organismen hebben het moeilijk om zich terug aan te passen aan de natuurlijke omstandigheden van de bodem eenmaal ze geïntroduceerd worden.
- Micro-organismen die voor de bestaande biologie in de bodem beschouwd worden als “vreemd” worden sneller weggeconcentreerd.
- Tiërra biedt een formule aan waaruit micro-organismen niet afzonderlijk gekweekt zijn. Alle micro-organismen die elkaar nodig hebben om te overleven blijven samen.
- Kant-en-klare bodemverbeteraars zijn duur. Door het middel zelf te kunnen maken bespaar je op lange termijn heel wat centen uit.

Het geproduceerde bodemverbeteringsmiddel is daarbij helemaal biologisch en het gebruikt natuurlijke ingrediënten als input.

De product-set is uniek en het is gebaseerd op een traditionele agriculturele methode. Er is voor gezorgd dat de gebruiker geen voorgaande kennis of expertise nodig heeft om er gebruik van te maken.

22.3 Onderdelen, functies, specificaties



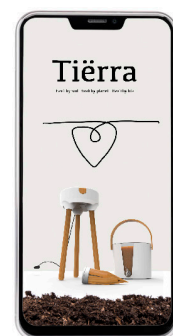
COLLECTOR

De tool om bodem micro-organismen te collecteren.



REACTOR

De plaats waarin de micro-organismen vermenigvuldigd worden tot bodemverbeteringsmiddel

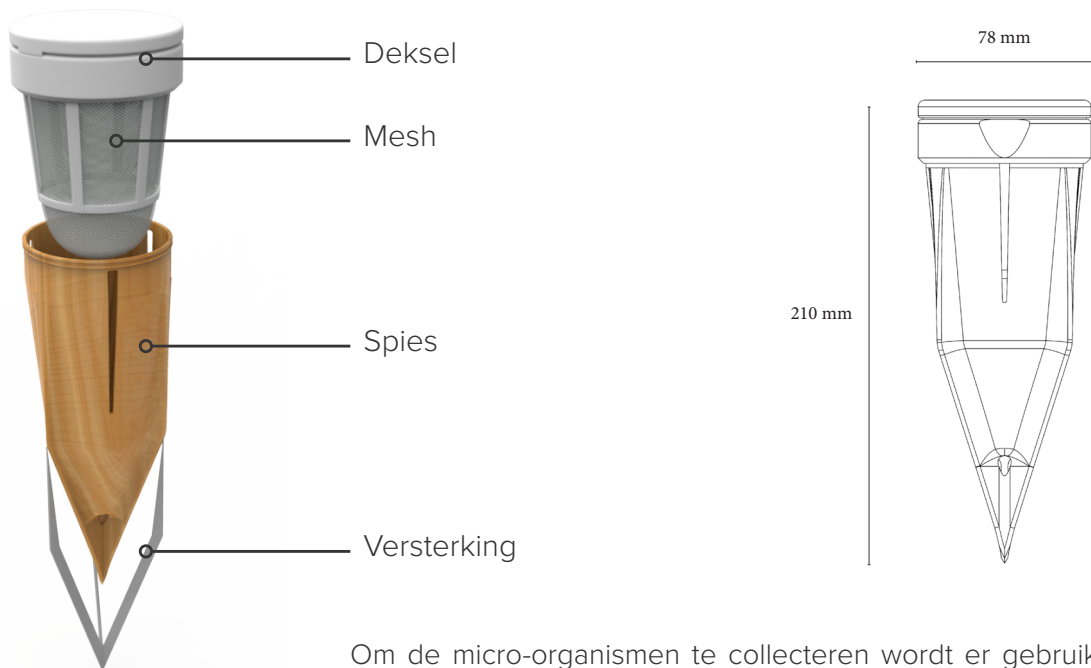


APP

Ondersteunt het gebruik van Tiërra voor een optimale ervaring

22.3.1 Reactor

De collector heeft een binnendiameter van 78 mm en is 21 cm lang. Het weegt 180 gram. Het bestaat uit een holle spies en een doorlaatbaar gedeelte. De spies is gemaakt van composiet met gerecycleerde houtvezels, en het is aan de punt versterkt met staal. Het doorlaatbaar deel heeft een deksel en is volledig gemaakt uit polypropyleen. De kunststof mesh bezit een doorlaatbaarheid van 5 micrometer.



Onderdelen en afmetingen van de Collector (eigen afbeeldingen)

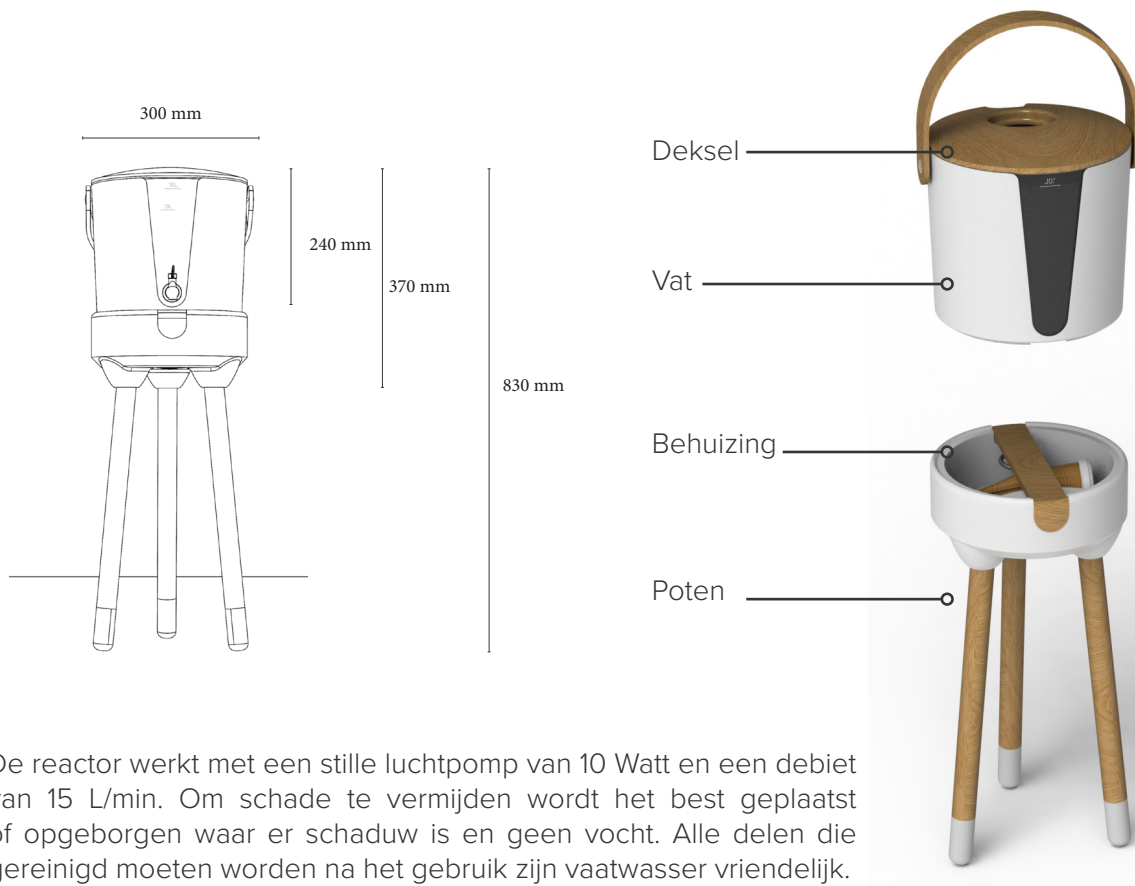
Om de micro-organismen te collecteren wordt er gebruik gemaakt van rijst. Rijst werkt als de lokaas waar bodem micro-organismen op zullen groeien. 250 gram half gekookte rijst wordt in het doorlaatbaar gedeelte van de collector gestopt. Dat deel wordt dan gemonteerd op de spies. Zo is de collector is klaar om de bodem in te gaan!

22.3.2 Reactor

De reactor kan verdeeld worden in 2 onderdelen: het vat, waar de reactie in plaatsvindt en de behuizing, waar de luchtpomp en de elektrische componenten in zitten. Het vat heeft een volume capaciteit van iets meer dan 10 L.

De gebruiker mag zelf kiezen of de reactor geplaatst op een oppervlakte of gebruik maakt van de poten die bij het product komen.

Zonder poten heeft de reactor een grootte van 370 mm en weegt het 2.5 Kg. Met poten is het 830 mm hoog en weegt het 3.3 Kg. De grootste breedte van de reactor bedraagt 300mm.



De reactor werkt met een stille luchtpomp van 10 Watt en een debiet van 15 L/min. Om schade te vermijden wordt het best geplaatst of opgeborgen waar er schaduw is en geen vocht. Alle delen die gereinigd moeten worden na het gebruik zijn vaatwasser vriendelijk.

Er horen nog enkele essentiële attributen toe tot de reactor:

- Een roestvrij stalen buis en een sparger die horen aangesloten te worden op de luchtpomp
- Een borsteltje om de luchtbus te reinigen
- Een lepel om het mengsel te manueel te roeren
- Een maatbeker om de bodemverbeteraar in de juiste proportie te verdunnen.

Onderdelen en afmetingen van de Reactor (eigen afbeeldingen)

22. 3. 3 App

De app heeft 4 voornamelijke functies:

- Het bevat de gebruiksaanwijzingen en filmpjes over het gebruik.
- Een planningsfunctie om het gebruik van het product te kunnen plannen zodat de bodemverbeteraar op de beste dag kan gebruikt worden. De planningsfunctie dient ook om het gebruik vol te houden zodat het niet stil valt.
- Een feedback-functie dat wordt gebruikt om te melden wanneer de collector uit de bodem moet gehaald worden en wanneer de reactor klaar is.
- Een gebruikerszone met een forum zodat gebruikers van Tiërra vragen en ervaringen met elkaar kunnen delen.

Om de app volledig te bezichtigen kan je op de volgende link drukken:

<https://xd.adobe.com/view/46a095be-295d-4c53-7d43-8df9f8b48f42-3091/>

22.4 Werking

22.4.1 Werkingsprincipe van het middel

Bodemleven is essentieel voor een gezonde bodem. Hoewel de micro-organismen te klein zijn voor ons om ze te zien, is hun aanwezigheid wel opmerkelijk. Ze voeren verschillende functies uit in de bodem:

- Ze breken organisch materiaal af tot kleinere materie. Ook verontreinigende stoffen horen daarbij zoals resten van pesticiden, resten van bouwafval, resten van oliën of zelfs gevaarlijke stoffen als PAK's (polyaromatische koolwaterstoffen).
- Ze vormen symbiotische relaties met planten. Micro-organismen zorgen ervoor dat nutriënten tot bij de wortels van planten geraken en omgekeerd zorgen planten voor bepaalde voedingsstoffen voor micro-organismen. Een win-win! Daarbij tonen recente studies aan dat planten met elkaar ondergronds communiceren dankzij de filamenteuze netwerken die schimmels kunnen creëren!
- Een gezond evenwicht in de bodem is bewapend tegen plagen. Net zoals bij mensen, is de bodem weerbaarder tegen plagen wanneer het ongezond is.
- Ze dragen bij aan de structuur van de bodem. Een goede structuur is belangrijk voor waterretentie, filtratie van water en aeratie van de bodem met zuurstof.

22.4.2 Werking van Tiërra

1. Micro-organismen collecteren

De met rijst gevulde collector gaat in de bodem voor een periode van 7-14 dagen, afhankelijk van de locatie en de temperatuur. Wanneer het tijd is, zal er zich een stevige klomp micro-organismen gevormd hebben rond de lokaas.



Doorlaatbaar deel vullen met lokaas (rijst)



Geheel in de bodem stoppen



Lokaas na 7-14 dagen

2. Micro-organismen vermenigvuldigen

De klomp micro-organismen wordt dan in de reactor gestopt, samen met dezelfde hoeveelheid aan melasse (een natuurlijk afvalproduct van suiker), en het wordt verlengd tot aan de 10L markering met water. Het mengsel wordt dan 48 uur in de reactor geaëreerd met een luchtpomp. In de reactor genieten de micro-organismen van een gigantische bron aan nutriënten die ze gebruiken om zich voltallig te vermenigvuldigen tot bodemverbeteraar.



Doorlaatbaar deel in de



Melasse en water toevoegen

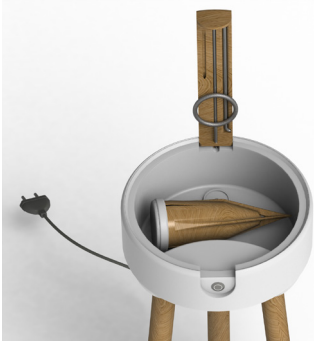
3. Bodemverbeteringsmiddel toepassen

Met een verdunning van 1:20 met water kunnen de micro-organismen zich gemakkelijk in de bodem verspreiden. De bodemverbeteraar wordt het best de dag zelf dat het klaar is gebruikt.



23. Gebruik

23.1 Gebruik en opberging



Opberging van de collector in de behuizing van de reactor (eigen afbeelding)

Alle kleine onderdelen die bij de product set komen kunnen opgeborgen worden in de behuizing van de reactor. De reactor zelf wordt het best geplaatst uit de zon, op een niet vochtige plaats. Warmte is schadelijk voor de micro-organismen in de reactor en vocht is slecht voor de luchtpomp, aangezien het met een membraan werkt.

De gebruiker mag zelf kiezen of de reactor geplaatst op een oppervlakte of gebruik maakt van de poten die bij het product komen. Bij huishoudens met dieren en kinderen wordt het aanbevolen om het product op een veilige plaats te zetten waar het niet omgestoten kan worden.

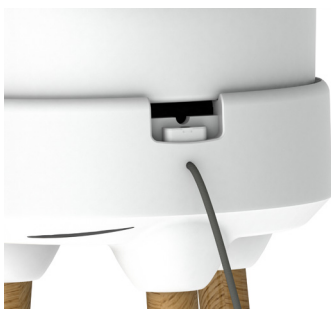


23.1.1 Toepassing van het middel

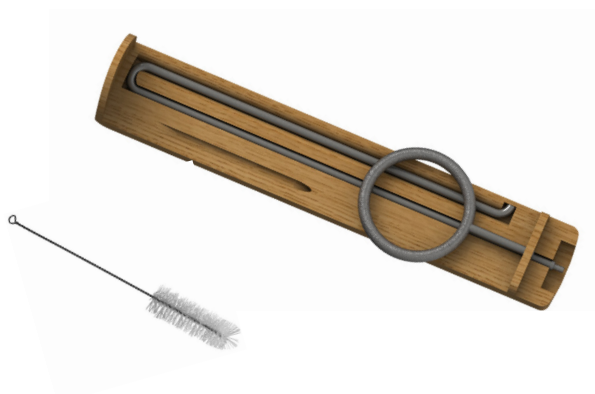
Een capaciteit van 10L is in verdunde hoeveelheid 200L aan bodemverbeteraar per batch. In de zomer wordt het aangeraden om per week 20-25 L/m² water te gieten op de moestuin. Als de gemaakte bodemverbeteraar binnen de week wordt gebruikt, zou het goed zijn voor zo een 80 tot 100 m² moestuin.

23.2 Gebruiksstappen

1. **Plannen:** Het is voordeliger om de bodemverbeteraar de dag zelf te gebruiken. Daarom kan je via de planner in de app aangeven wanneer je tijd hebt om de bodemverbeteraar op jouw bodem toe te passen. De app kan op die manier ook feedback geven over de staat van het proces. Als de app in verbinding is met informatie over het weer en het zal het de beste datum melden dat de collector terug uit de bodem gehaald wordt. Het zal ook een extra melding geven wanneer de bodemverbeteraar klaar is.
2. **Rijst koken:** Het kan apart gekookt worden of rechtstreeks in het doorlaatbaar deel van de collector. Het is zelfs mogelijk om de rijst te bereiden in de microgolf, want polypropyleen is een materiaal dat daar tegen kan. De maten zijn 1:1 rijst op water. Deze ratio maakt dat de rijst niet plakkerig is maar een losse structuur krijgt, waar micro-organismen zich gemakkelijk door kunnen verspreiden. Bij rijst koken evaporeert ongeveer 1/6de van het water. Om 250g half gekookte rijst te bekomen is er dus 125 g droge rijst nodig en ongeveer 165 ml water.
3. **In de bodem stoppen:** De beste plekken om micro-organismen te collecteren zijn dezelfde waar de bodemverbeteraar op zal gebruikt worden. Maar nog beter is een plek met de vorige beschrijving én waar er soms zon en soms schaduw is.
4. Reactor vullen:
 - De reactor aansluiten aan de stroom. De kabel kan opgeborgen zitten in de behuizing.



- Alle onderdelen voor de aeratie verzamelen en klaarzetten. Deze zitten vast in de lepel.



- Het wegnemen van de lepel maakt plaats voor de knop. Wanneer de reactor aangesloten is aan de stroom zal deze op een intermitente wijze gaan pinken.

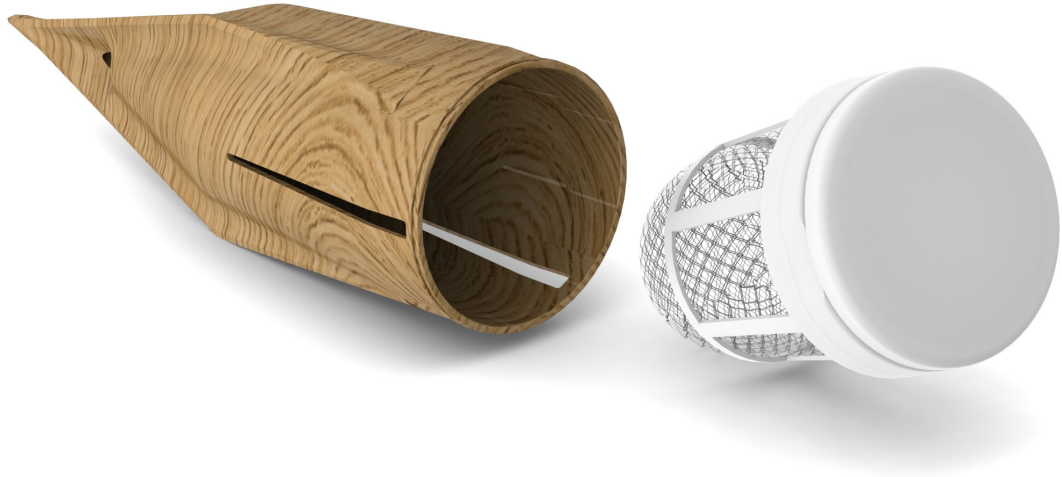


- De emmer erop zetten en melasse en water toevoegen tot aan de 10L streep.
- Het deksel en de micro-organismen op de reactor plaatsen.
- De aeratie aansluiten. Het geheel moet gemonteerd zijn en daarna ingeklikt in het gaatje achterin de reactor.

5. Op de startknop drukken. Dit zet automatisch een timer op van 48 uur.
6. Aeratiebuis en collector verwijderen. Het deksel is speciaal ontworpen om met de natte onderdelen naar een pompbak of een compostbak te lopen.
7. Verdunnen 1:20. Je kan hiervoor gebruik maken van de maatbeker. Deze heeft een capaciteit van is 250ml. Voor een volle gieter van 9-12L kan je best 1 volle beker bodemverbeteraar gebruiken. Voor een gieter tussen 12-15L vul je beter 2 maatbekers vol bodemverbeteraar. Als je een tuinslang gebruikt in plaats van een gieter, kan je de emmer met het middel met jou meenemen.
8. Na gebruik is het sterk aangeraden om alle delen waar het middel aan is geweest af te wassen. Alle materialen kunnen in de vaatwas gestopt worden.
9. Om de aeratie buis te reinigen is er een extra reinigingsborsteltje voorzien.



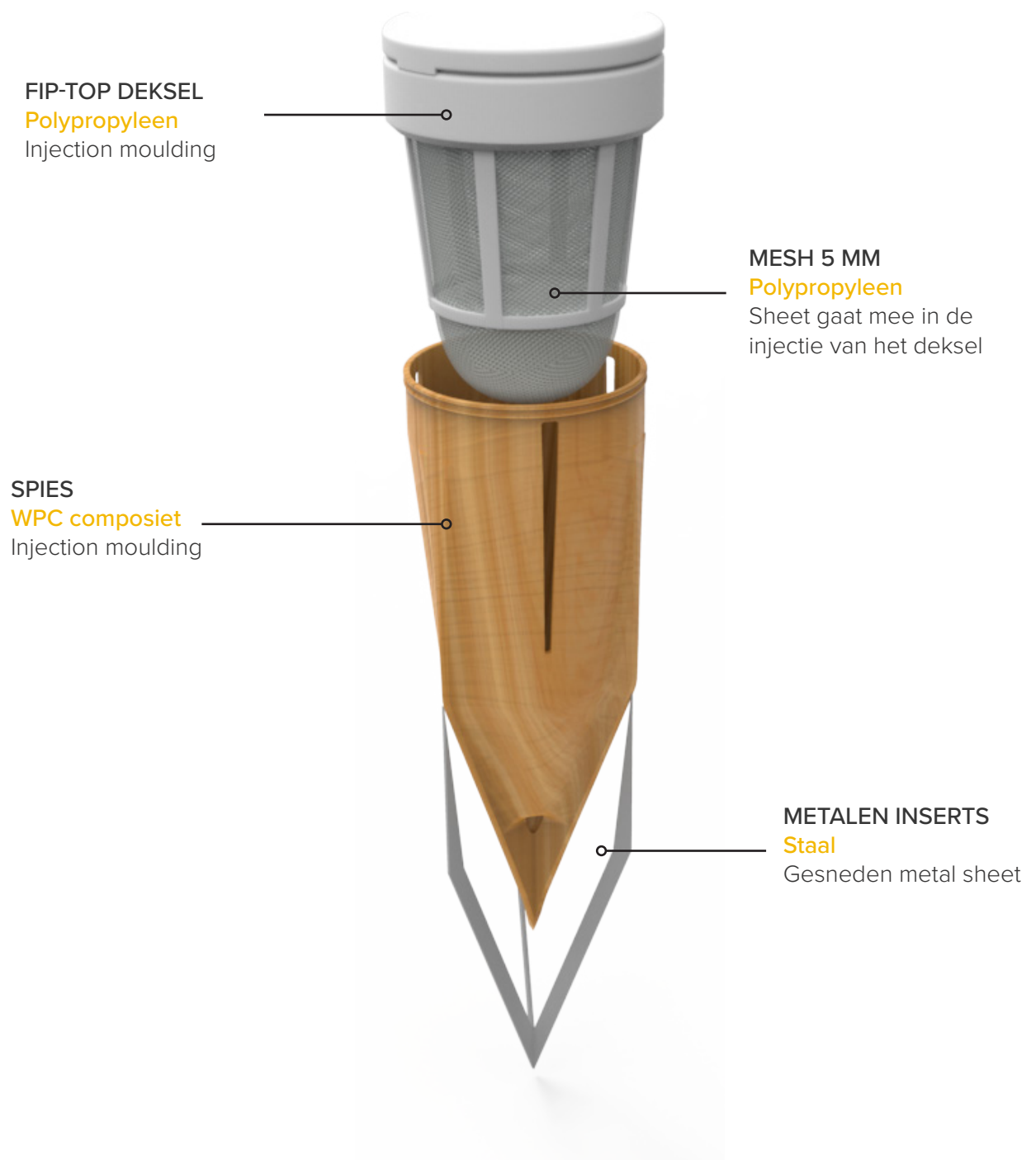
* Indien de bodemverbeteraar niet in één keer gebruikt wordt mag het een tijd opgeborgen blijven. Opgelet! Opberging in een luchtlede container zal de micro-organismen doden. Het mag in het vat van de reactor blijven zitten. Als het binnen de week gebruikt wordt, volstaat het mengsel om de 2-3 dagen met een lepel te mengen. Als het voor een langere tijd bewaart wordt (max. 6 maand) moet er terug melasse aan het mengsel toegevoegd worden en moet de reactor terug aangezet worden om de biologie terug te laten groeien.



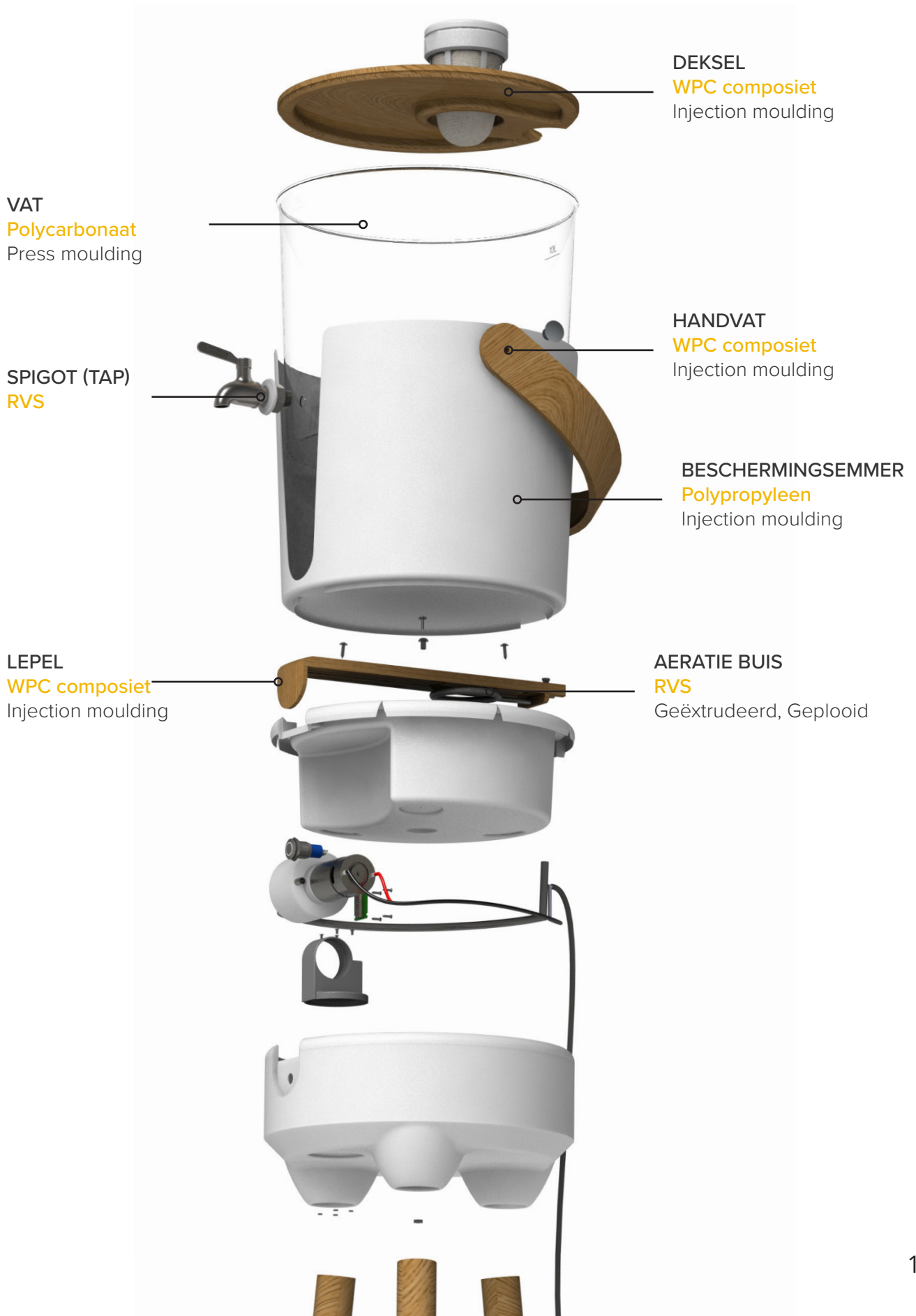
24. Detailed design

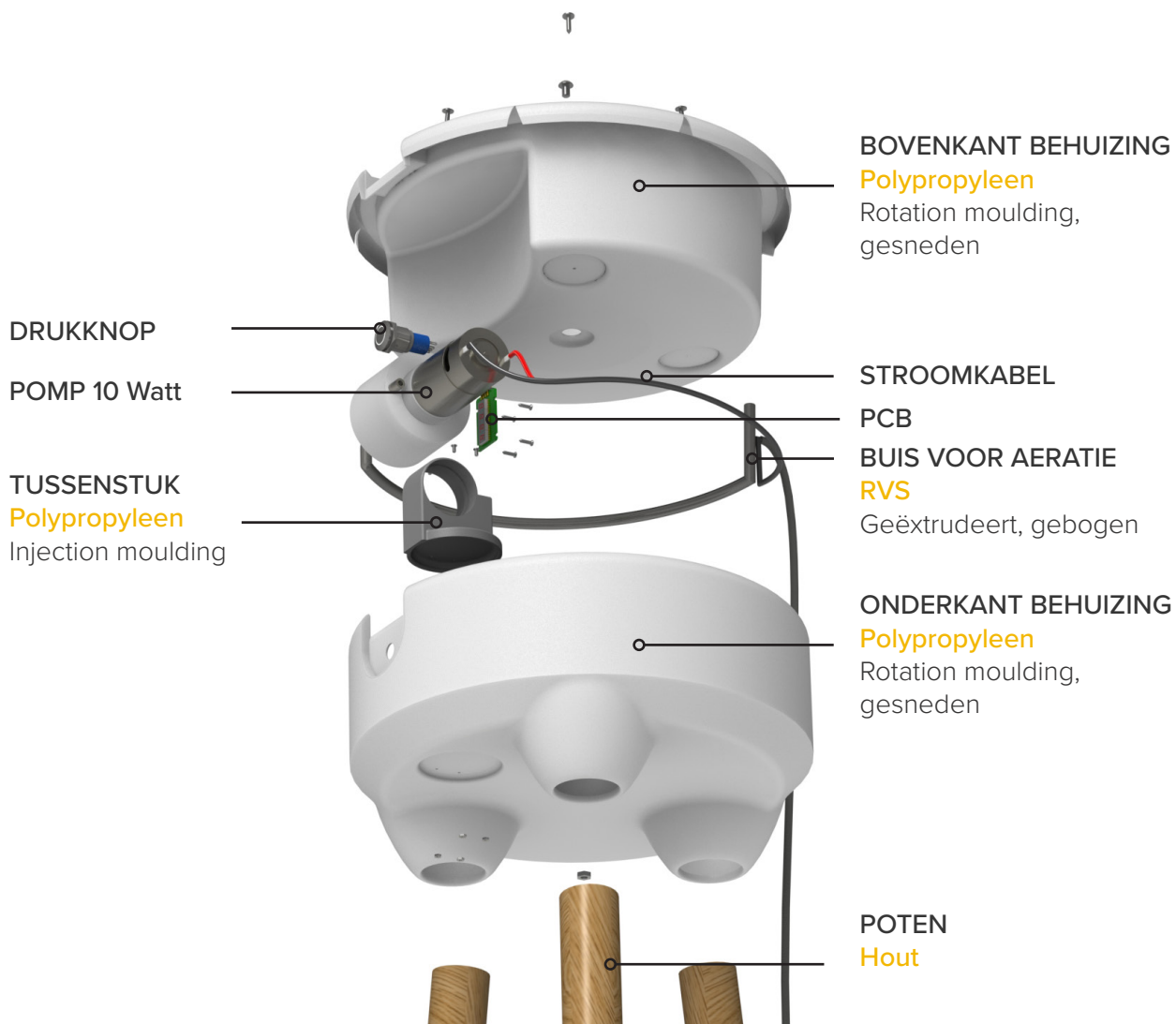
24.1 Onderdelen, materialisatie, productie

24.1.1 Collector



24. 1. 2 Reactor

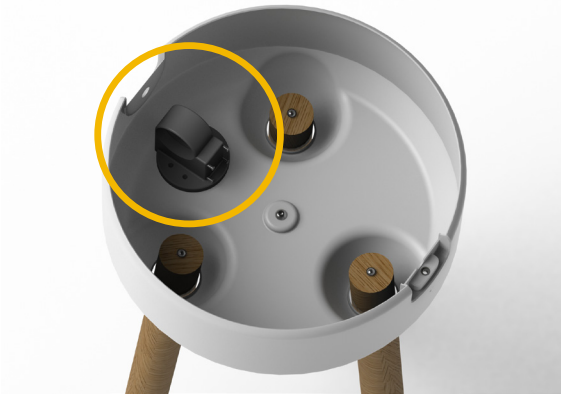




24. 2 Assembly en disassembly

24. 2. 1 Pre-gebruik

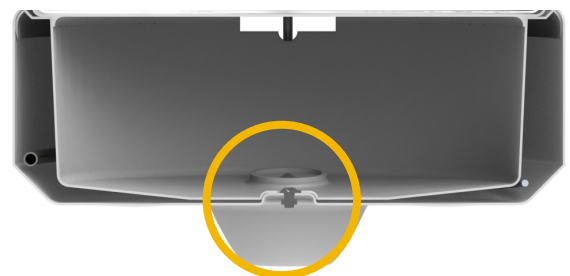
1. Tussenstuk monteren op onderkant van de behuizing



2. PCB en knop monteren
3. Pomp, kabel en luchtbuis



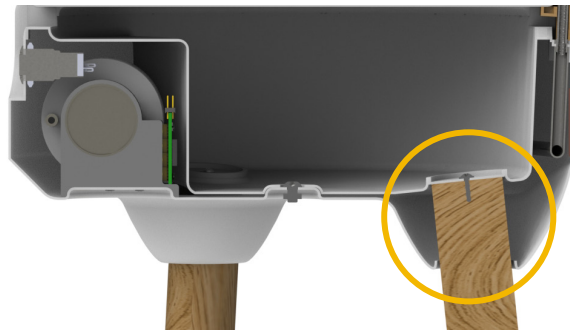
4. Bovenbehuizing op de onderbehuizing vastmaken



5. Spigot op de binnenste emmer monteren
6. Hendel op de buitenste emmer



1. Poten (optioneel)



2. Aeratie buis



25. Conclusie

25.1 Terugkoppeling aan initiële doelstellingen

Initiële drivers:

- Het product optimaliseert de werking en de gebruikservaring van de bestaande techniek om zelfgemaakte microbiële bodemverbeteraar te maken met de *trampa de arroz*:
 - Kleine tot geen kans op mislukking.
 - Alle producten nodig om heel het proces te doorlopen zijn inbegrepen in het product.
- Op de lange termijn bespaart het de gebruiker geld door het middel zelf te maken i.p.v. de dure kant-en-klare versie te kopen.
- De gebruiker hoeft geen expert te zijn om bodemverbeteraar te produceren.
- Het maakt de gebruiker meer bewust over het bestaan en het belang van bodemleven.

Er kan gezegd worden dat het product voldoet aan de initiële doelstellingen. In een volgende fase zou er een grondigere usability verificatie kunnen toegepast worden en verbeteringen op technisch en ecologisch niveau. Onder andere de keuze van materialen, en productietechnieken kan herbekeken worden, het aantal onderdelen verminderen, en bekijken of er gebruiksvriendelijkere manieren bestaan om de luchtpomp aan te sluiten bij het gebruik.

Het post-gebruik verhaal is ook niet aangehaald noch inbegrepen in deze studie, terwijl dat nog veel waarde zou kunnen opbrengen, aangezien de doelgroep vooral eco-minded mensen zijn.

25.2 Reflectie

Mocht ik de keuze krijgen om het onderwerp op nieuw te kiezen, zou ik niet van gedacht veranderd zijn. De microbiologische wereld is onwaarschijnlijk interessant en belovend voor de toekomst. Ik ben zeer blij dat ik via dit werkstuk een enorme hoeveelheid nieuwe kennis heb mogen opbouwen over dit onderwerp.

Maar moest ik het terug opnieuw doen, zou ik een andere weg opgegaan zijn. Ik zou niet meer gekozen hebben om een consumer product te ontwerpen. Ik zou nu kiezen om iets te ontwerpen dat een positievere impact achterlaat op de wereld, op een grotere schaal of meer service gericht. Maar de bedoelingen waren er, het is alleen anders uitgedraaid. Al bij al ben ik tevreden over het ontwerp en ik zal het herinneren als een uniek en mooi project, waar ik vooral veel uit geleerd heb.



DEEL 4:

Appendix

26. Figuren bronnen

- Alvarado, J. (2013). *Elaboracion abonos y bioles* [online] Slideshare.net. Available at: <https://es.slideshare.net/JonathanAlvarado2/elaboracionabonosybiolesnov2012-121121110105phpapp01> [Accessed 16 Jan. 2020].
- Amacs (2018). *What is Random Packing and How Is It Used in Process Plants?* [online] Amacs Process Towers Internals. Available at: <https://www.amacs.com/es/what-is-random-packing-and-how-is-it-used-in-process-plants/> [Accessed 1 Jun. 2020].
- Amrut Brothers (2020). *Tea Stainer Making Rotary Plastic Injection Moulding Machine*. YouTube. Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=r13zUjW-mAM> [Accessed 1 Jun. 2020].
- AOS (2018). *Role of Microorganisms & Microbes Used in Wastewater Treatment*. [online] AOS Treatment Solutions. Available at: <https://aosts.com/role-microbes-microorganisms-used-wastewater-sewage-treatment/> [Accessed 30 Nov. 2019].
- Arizona State University (2014). *Puzzling Pathogens* [online] Asu.edu. Available at: <https://askbiologist.asu.edu/explore/puzzling-pathogens> [Accessed 5 Dec. 2019].
- Bayer (2020). Bayer. [online] www.bayer.be. Available at: <https://www.bayer.be/> [Accessed 12 Jan. 2020].
- Bezemer, M. and NIOO (2018). *Bodem/substraat ecosystemen en hun invloed op plantgezondheid*. [online] Leiden. Available at: https://www.glastuinbouwnederland.nl/content/glastuinbouwnederland/docs/themas/Plantgezondheid/PlantgezondheidEvent_2018/Presentatie_Martijn_Bezemer_PlantgezondheidEvent_2018.pdf [Accessed 13 Oct. 2019].
- Biocycle (2017). *Bioremediation*. [online] Ecocycle.co.jp. Available at: https://www.ecocycle.co.jp/e_bioremediation/e_bioremediation.html [Accessed 14 Nov. 2019].
- Biomimicry global design challenge (2019). *Three student-led teams among finalists in Biomimicry Challenge*. [online] California State University, Long Beach. Available at: <https://innovation.biomimicry.org/team/rice-age/> [Accessed 17 Jan. 2020].
- Boroux (2020). *Boroux Stainless Steel Spigot*. [online] The Home Depot. Available at: <https://www.homedepot.com/p/Boroux-Stainless-Steel-Spigot-SPIGOT-METAL/307334133> [Accessed 4 Jun. 2020].
- Botany Studies (2019). *Resources and Information*. [online] Botany-studies.com. Available at: <http://www.botanystudies.com> [Accessed 9 Dec. 2019].
- Camp, T. (2019). *Micobe teas, a quick way to regenerate soils*. [online] Facebook.com. Available at: <https://www.facebook.com/photo.php?fbid=2794922820540520&set=p.2794922820540520&type=3&theater> [Accessed 16 Jan. 2020].
- Caplan, G. (2019). *METABOLISM*. [online] Kctcs.edu. Available at: <https://legacy.owensboro.kctcs.edu/gcaplan/bio/Notes/BIO%20Notes%20F%20Respiration.htm> [Accessed 9 Nov. 2019].
- Deerinck, T. (2019). *Baker's yeast, Stock Image*. [online] Science Photo Library. Available at: <https://www.sciencephoto.com/media/620522/view> [Accessed 17 Jan. 2020].
- Dewar, J.A. (2007). *Perennial Polyculture Farming: Seeds of Another Agricultural Revolution?* [online] Semantic scholar. Available at: <https://www.semanticscholar.org/paper/Perennial-Polyculture-Farming%3A-Seeds-of-Another-Dewar/5427a18ee3febbd3127441c-ca686ccad646a470/figure/4> [Accessed 16 Jan. 2020].
- DINbelg (2005). *Anthropometry table*. [online] www.dinbelg.be. Available at: <http://www.dinbelg.be/anthropometry.htm>.
- Dixon, A. (n.d.). *COMSOL Multiphysics® Simulation of 3D Single-Phase Transport in a Random Packed Bed of Spheres*. [online] Available at: https://www.comsol.jp/paper/download/194117/dixon_abstract.pdf [Accessed 1 Jun. 2020].
- Du Jardin Dans Ma Vie (2020). *Conseils d'entretien*. [online] Du jardin dans ma vie. Available at: <https://dujardindansmavie.com/potagers/conseils-entretien/> [Accessed 1 Jun. 2020].
- Duurzaamthuis (2011). *Slakken milieuvriendelijk bestrijden*. [online] Duurzaam Thuis - Duurzaam Wonen en Duurzaam Bouwen. Available at: <https://www.duurzaamthuis.nl/slakken-in-je-tuin-hoe-kun-je-ze-natuurlijk-bestrijden> [Accessed 9 Dec. 2019].
- Edson Leader (2019). *Anti-vaxx parents*. [online] Edson Leader. Available at: <https://www.edsonleader.com/news/should-doctors-help-teens-get-vaccinated-behind-their-anti-vaxx-parents-backs/wcm/cc6f6b5e-7e09-4daa-876d-14f8a3b8a3cb> [Accessed 10 Nov. 2019].
- Edwards, C. (2019). *That Word You Heard: Rhizosphere*. [online] Discover Magazine. Available at: <https://www.discovermagazine.com/planet-earth/that-word-you-heard-rhizosphere> [Accessed 17 Jan. 2020].
- EHEIM (2020). *EHEIM GmbH & Co. KG. Leading aquarium manufacturer*. [online] Eheim.com. Available at: https://www.eheim.com/en_GB/home [Accessed 4 Jun. 2020].
- El huerto de Eli (2018). *CAPTURAR MICROORGANISMOS*. [online] El huerto de Eli. Available at: <https://elhuertodeeli.wordpress.com/2018/01/24/capturar-microorganismos/> [Accessed 16 Jan. 2020].
- El huerto de la loli (2018). *Bio-preparado para regeneración de suelos MMA*. Available at: <http://elhuertodelaloli.com/biopreparado-regeneracion-suelos/> [Accessed 2019 Aug. 29].
- EMRO (2019). *Learn how to live sustainably using EM microbial technology on agriculture and environment*. [online] EM Research Organization. Available at: <https://www.emrojapan.com/> [Accessed 28 Oct. 2019].
- EnsoPet (2014). *EnsoPet is an eco-friendly pet waste composter*. [online] Bokashi.com.au. Available at: <https://www.bokashi.com.au/EnsoPet.html> [Accessed 11 Oct. 2019].
- Enviro Ceramic (2020). *Oxygen Diffusers used for Aquaculture*. [online] Enviro Ceramic. Available at: <http://enviroceramic.com/> [Accessed 2 Jun. 2020].
- Epstein, S. (2013). *The phenomenon of microbial uncultivability*. *Current Opinion in Microbiology*, 16(5), pp.636–642.
- Faculty of Science (2018). *Treating heart attacks with photosynthetic bacteria*. [online] Daily News. Available at: <https://www.dailynews.lk/2018/01/13/local/139796/treating-heart-attacks-photosynthetic-bacteria> [Accessed 17 Jan. 2020].
- FAO (2015). *Soil Functions*. <http://www.fao.org/soils-2015/en/>. Available at: <http://www.fao.org/resources/infographics/infographics-details/en/c/284478/> [Accessed 22 Oct. 2019].
- FAO (2019). *Degradation/Restoration*. [online] Fao.org. Available at: <http://www.fao.org/soils-portal/soil-degradation-restoration/en/> [Accessed 8 Oct. 2019].
- Fishlab (2020). *Aquarium Air Check Valves*. [online] fishlab.com. Available at: <https://fishlab.com/air-check-valve/> [Accessed 2 Jun. 2020].

- FO Justitie (2019). *Belgisch Staatsblad | Federale Overheidsdienst Justitie*. [online] justitie.belgium.be. Available at: https://justitie.belgium.be/nl/overheidsdienst_justitie/organisatie/belgisch_staatsblad [Accessed 4 Jun. 2020].
- Garcia, I. (2015). *Evidencia de infección micótica en muestras post-mortem de líquido cefalorraquídeo y tejido cerebral de pacientes con ELA*. [online] ELA Andalucía. Available at: <http://www.elaandalucia.es/WP/evidencia-de-infeccion-micotica-en-muestras-post-mortem-de-liquido-cefalorraquideo-y-tejido-cerebral-de-pacientes-con-ela/> [Accessed 16 Jan. 2020].
- Growing solutions (2015). *Producing Compost Tea*. [online] Growing Solutions. Available at: <https://growingsolutions.com/producing-compost-tea/> [Accessed 1 Jun. 2020].
- Hungate, B. and van Gestel, N. (2017). *The economic value of grassland species for carbon storage - Ecosol Center for Ecosystem Science and Society at NAU*. [online] Ecosol. Available at: <http://ecosol.nau.edu/economic-value-grassland-species-carbon-storage/> [Accessed 16 Jan. 2020].
- Hydro Blue Membrane Technology Company Limited (2019). MBR System. [online] *Hydro Blue Membrane Technology Company Limited*. Available at: <http://m.hbmembrane.com/membrane-bioreactor/mbr-system.html> [Accessed 1 Jun. 2020].
- Indiamart (2020). *Commercial Kitchen Equipment*. [online] indiamart.com. Available at: <https://www.indiamart.com/proddetail/commercial-kitchen-equipment-18249867855.html> [Accessed 3 Jun. 2020].
- INFINITE EYE 2019 (2019). *Pollinator Beebom Seedbom*. [online] Kabloom. Available at: <https://kabloom.co.uk/product/pollinator-beebom/> [Accessed 7 Dec. 2019].
- Karnav Rana (2018). *Types of agitators*. [online] Slideshare. Available at: <https://es.slideshare.net/karnavrana007/types-of-agitators> [Accessed 2 Jun. 2020].
- Kasaju, N. and Bora, U. (2012). *Silk fibroin in tissue engineering. Advanced healthcare materials*, [online] 1(4), pp.393–412. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23184771> [Accessed 25 Nov. 2019].
- Kelly, C.R., Kahn, S., Kashyap, P., Laine, L., Rubin, D., Atreja, A., Moore, T. and Wu, G. (2015). *Update on Fecal Microbiota Transplantation 2015: Indications, Methodologies, Mechanisms, and Outlook*. *Gastroenterology*, 149(1), pp.223–237.
- Kiatdumrong, W. (2019). hands holding tree growing on cracked earth hands growing tree. [online] 123RF. Available at: https://ru.123rf.com/photo_26968569_hands-holding-tree-growing-on-cracked-earth-hands-growing-tree-.html?fromid=Z3k2SVRJdm1ZSFhbUkzb-C8xVjg0UT09.
- KIS Organics (2019). *5 gallon Brewing System*. [online] KIS Organics. Available at: <https://www.kisorganics.com/products/5-gallon-extended-life-brewing-system> [Accessed 11 Dec. 2019].
- Klin Institute (2019). *Klin institute* [online] Kiout.ru. Available at: <http://www.kiout.ru/info/publish/26055> [Accessed 9 Dec. 2019].
- Kumar, V., Shahi, S.K. and Singh, S. (2018). *Bioremediation: An Eco-sustainable Approach for Restoration of Contaminated Sites. Microbial Bioprospecting for Sustainable Development*, [online] pp.115–136. Available at: https://www.researchgate.net/publication/327727824_Bioremediation_An_Eco-sustainable_Approach_for_Restoration_of_Contaminated_Sites [Accessed 19 Nov. 2019].
- Kunkel, D. (2018). *Streptomyces Coelicoflavus*. [online] Fine Art America. Available at: <https://fineartamerica.com/featured/1-streptomyces-coelicoflavus-dennis-kunkel-microscopyscience-photo-library.html> [Accessed 16 Jan. 2020].
- Lin, J.-S. and Tsai, S.-Y. (2007). *ERGONOMIC DESIGN AND RESEARCH OF A FORCE SAVING BUCKET*. [online] Available at: <https://www.sd.polyu.edu.hk/iasdr/proceeding/papers/Ergonomic%20Design%20and%20Research%20of%20a%20Labor-saving%20Bucket.pdf> [Accessed 29 May 2020].
- Litjens, J. and Lewicz, T. (2020). *Samenvatting 6.1*. [online] De natuurkunde van de vaste aarde. Available at: <https://geofysica.weebly.com/samenvatting-61.html> [Accessed 16 Jan. 2020].
- Lowenfels, J., Lewis, W., Siepmann, M., Siepmann-Van, C. and Karel Oosting (2014). *Het bodemvoedselweb : alle kleine beestjes helpen*. [online] Utrecht: Uitgeverij Jan Van Arkel. Available at: <https://www.farmlandbirds.net/sites/default/files/Bodemleven%20en%20Bodemvoedselweb.pdf> [Accessed 10 Oct. 2019].
- Lumen (2019). *Oxygen Requirements for Microbial Growth* [online] Lumenlearning.com. Available at: <https://courses.lumenlearning.com/microbiology/chapter/oxygen-requirements-for-microbial-growth/> [Accessed 9 Dec. 2019].
- Made to Flourish (2019). *Zealous for Good Works* [online] <https://www.madetoflourish.org/>. Available at: <https://www.madetoflourish.org/resources/zealous-good-works/> [Accessed 2 Jun. 2020].
- Maemutbaandin (2014). *Maemutbaandin*. Available at: <https://maemutbaandin.wordpress.com/tag/%E0%B9%80%E0%B8%95%E0%B8%B2%E0%B8%AD%E0%B8%9A%E0%B8%94%E0%B8-B4%E0%B8%99/page/2/> [Accessed 16 Jan. 2020].
- Mahmood, Z.A. and Mahmood, S.B.Z. (2015). *Microbial healthcare products*. [online] Available at: <https://www.researchgate.net/publication/272179875>.
- Medical expo (2020). *Biorreactor para cultivos celulares*. [online] www.medicalexpo.es. Available at: <https://www.medicalexpo.es/fabricante-medical/biorreactor-cultivos-celulares-17825.html> [Accessed 2 Jun. 2020].
- Megan, L. (2016). *Beneficial Bugs: Natural Pest Control*. [online] Botanical Ninja. Available at: <http://botanicalninja.com/pest-control/beneficial-bugs-natural-pest-control/> [Accessed 17 Jan. 2020].
- Mott corp. (2015). *Industrial & OEM Sintered Spargers*. [online] Porous Metal Products | Filters, Spargers, and Flow Control - Mott. Available at: <https://mottcorp.com/products/industrial-oem-sintered-spargers> [Accessed 2 Jun. 2020].
- Mycocomposite™ — Ecovative Design (2014). *Ecovative Design*. [online] Ecovative Design. Available at: <https://ecovative.com/mycocomposite> [Accessed 11 Oct. 2019].
- National Geographic (2017). *Our 9,000-Year Love Affair With Booze*. [online] Nationalgeographic.com. Available at: <https://www.nationalgeographic.com/magazine/2017/02/alcohol-discovery-addiction-booze-human-culture/>.
- Nature (2018). *Soil at The Nature Conservancy A shared science agenda: activities and priorities*. [online] Available at: https://www.nature.org/content/dam/tnc/nature/en/documents/TNC_Soil_report_1_update_18Oct18.pdf [Accessed 11 Nov. 2019].
- North, K.P., Mackay, D.M., Annable, M.D., Sublette, K.L., Davis, G., Holland, R.B., Petersen, D. and Scow, K.M. (2012). *An ex situ evaluation of TBA- and MTBE-baited bio-traps*. *Water Research*, [online] 46(12), pp.3879–3888. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3582699/> [Accessed 10 Nov. 2019].
- NPTEL (2007). *Application of Cell Culture Systems in Metabolic Engineering*. [online] <https://nptel.ac.in/course.html>. Available at: <http://14.139.172.204/nptel/CSE/Web/102103016/module4/lec36/3.html> [Accessed 18 May 2020].

- NRCS (2005). *NRCS*. [online] Usda.gov. Available at: <https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/site/national/home/>.
- Oren-ballard (2014). *Biological Transformation of Selenium in Soil-Plant Systems*. [online] SlideServe. Available at: <https://www.slideserve.com/oren-ballard/biological-transformation-of-selenium-in-soil-plant-systems> [Accessed 14 Nov. 2019].
- OVAM (2019). *Stofgroepen*. [online] Ovam.be. Available at: <https://www.ovam.be/stofgroepen#MO> [Accessed 1 Nov. 2019].
- Pitault, I., Fongarland, P., Mitrovic, M., Ronze, D. and Forissier, M. (2004). *Choice of laboratory scale reactors for HDT kinetic studies or catalyst tests*. [online] 98(1–2), pp.31–42. Available at: <http://fs.teledos.gr:2206/%3ERESEARCH%20PUBLICATIONS/CHEMICAL%20ENGINEERING/Reactor/2004%20Choice%20of%20laboratory%20scale%20reactors%20for%20HDT%20kinetic%20studies%20or%20catalyst%20tests.pdf> [Accessed 1 Jun. 2020].
- Queensland Government (2013). *Soil structure*. [online] Qld.gov.au. Available at: <https://www.qld.gov.au/environment/land/management/soil/soil-properties/structure>.
- Rattman, J. (2018). *Can Dirt Save the Earth?* [online] 18 Apr. Available at: <https://www.nytimes.com/2018/04/18/magazine/dirt-save-earth-carbon-farming-climate-change.html> [Accessed 16 Jan. 2020].
- Read, D. (2019). *Microbes Matter: What the Biodiversity Report Means for Soil*. [online] NRDC. Available at: <https://www.nrdc.org/experts/arohi-sharma/microbes-matter-what-biodiversity-report-means-soil> [Accessed 16 Jan. 2020].
- Restaurantsupply (n.d.). *Polycarbonate Round Food Storage Container*. [online] www.restaurantsupply.com. Available at: <https://www.restaurantsupply.com/cambro-rfscw18135> [Accessed 2 Jun. 2020].
- Schaffner, M., Rühls, P.A., Coulter, F., Kilcher, S. and Studart, A.R. (2017). *3D printing of bacteria into functional complex materials*. *Science Advances*, [online] 3(12), p.eaao6804. Available at: <https://advances.sciencemag.org/content/3/12/eaao6804/tab-pdf> [Accessed 5 Dec. 2019].
- SEFAR (2018). *Sefar Filter Components*. YouTube. Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=LAXTx-W9TLA> [Accessed 3 Jun. 2020].
- Selzer, P. (1998). *Dissertation*. [online] Uni-erlangen.de. Available at: https://www2.chemie.uni-erlangen.de/services/dissonline/data/dissertation/Paul_Selzer/html/dre_satz.doc.html [Accessed 17 Jan. 2020].
- Simon, A., Bindschedler, S., Job, D., Wick, L.Y., Filippidou, S., Kooli, W.M., Verrecchia, E.P. and Junier, P. (2015). *Exploiting the fungal highway: development of a novel tool for their situisolation of bacteria migrating along fungal mycelium*. *FEMS Microbiology Ecology*, 91(11), p.fiv116.
- Skipping the inbetween (2016). *Spa Air Blower Diagram*. [online] Wiring Diagram List. Available at: <https://skippingtheinbetween.blogspot.com/2016/07/29-spa-air-blower-diagram.html> [Accessed 3 Jun. 2020].
- Soiltechcorp (2019). *Mycorrhizae Tablets*. [online] Soiltechcorp.com. Available at: <https://www.soiltechcorp.com/product/plant-success-tablets> [Accessed 14 Nov. 2019].
- Soundofscience (2016). *Algae*. [online] Sound of Science. Available at: <http://soundofscience.info/tag/algae/> [Accessed 9 Dec. 2019].
- Sumalatha Yaski (2017). *Quantitative modeling of soil properties based on composition and application to dynamic tire testing*. [online] Semantic scholar. Available at: <https://www.semanticscholar.org/paper/Quantitative-modeling-of-soil-properties-based-on-Yaski/ce24fefbc1b0a6b132d2505b011e042645abeb38/figure/1> [Accessed 16 Jan. 2020].
- The Land Life Company (2019). *Land Life Company*. [online] Land Life Company. Available at: <https://landlifecompany.com> [Accessed 9 Dec. 2019].
- UCD (2019). *Soil*. [online] Ucdwa.org. Available at: <https://ucdwa.org/soil/> [Accessed 9 Oct. 2019].
- UCI (2004). *UCI Sustento del uso justo de materiales protegidos*. [online] Available at: <http://www.ucipfg.com/Repositorio/MGAP/MGAP-08/semana4/EI%20Manejo%20Sostenible%20de%20Suelos.pdf> [Accessed 2 Nov. 2019].
- UNep (2019). *Environment Live*. [online] Unep.org. Available at: <https://environmentlive.unep.org/relatedsdgs> [Accessed 5 Dec. 2019].
- Vetrinaire (2019). *L'antibiorésistance nous concerne tous*. [online] Veterinaire.ch. Available at: <https://veterinaire.ch/lantibioresistance-nous-concerne-tous/> [Accessed 9 Dec. 2019].
- Vincarta (2019). *The ancient art of winemaking*. [online] Vincarta. Available at: <https://vincarta.com/blog/how-is-wine-made-video/> [Accessed 1 Jun. 2020].
- Vlaco (2019). *Gft-afval*. [online] www.vlaco.be. Available at: <https://www.vlaco.be/gft-afval> [Accessed 2 Jun. 2020].
- Weebly (2019). *Soil Types*. [online] Soils. Available at: <https://vssoils.weebly.com/soil-types.html> [Accessed 10 Oct. 2019].
- Ying, K., Gilmour, D.J., Shi, Y. and Zimmerman, W.B. (2013). *Growth Enhancement of Dunaliella salina by Microbubble Induced Airlift Loop Bioreactor (ALB) The Relation between Mass Transfer and Growth Rate*. *Journal of Biomaterials and Nanobiotechnology*, 04(02), pp.1–9.
- YOLONG INDUSTRIAL CO., LTD. (2019). *Beer fermentation tanks*. [online] Yolong Brewtech. Available at: <https://yolongbrewtech.com/product-category/brewery-tank-grundy-tank/fermenter/> [Accessed 9 Dec. 2019].
- Yonida, A. (2018). *Mengolah Sampah Organik Menjadi Pupuk*. [online] Farming ID. Available at: <http://farming.id/mengolah-sampah-organik/> [Accessed 17 Jan. 2020].

27. Literatuur Bronnen

- Ahmed, E.M. (2015). *Hydrogel: Preparation, characterization, and applications: A review*. Journal of Advanced Research, 6(2), pp.105–121.
- Android Market Research (2018). *Bioreactors Market 2019 by Type, Size, Manufacturers, Trends, Industry Outlook, 2025*. [online] www.androidmarketresearch.com. Available at: <https://www.androidmarketresearch.com/industry-reports/bioreactors-market> [Accessed 18 May 2020].
- Antolli, P.G. and Liu, Z. eds., (2011). *Bioreactors: Design, Properties and Applications*. Nova Science Publishers, Inc.
- APPR (2015). Issuu. [online] Issuu.com. Available at: https://issuu.com/appr-naarden/docs/boek_proper3_e83c60108a302a [Accessed 26 Nov. 2019].
- Baer, S.G. and Birgé, H.E. (2018). *Soil ecosystem services: an overview. Managing soil health for sustainable agriculture Volume 1*, [online] 1, pp.17–38. Available at: https://www.researchgate.net/publication/326896031_Soil_ecosystem_services_an_overview/link/5bf8b665a6fdcc5388165c62/download [Accessed 21 Oct. 2019].
- Bakker (2015). *Tuinieren & moestuinieren in Europa. Grootste Europese tuinonderzoek door Bakker*. [online] Pinterest. Available at: https://www.pinterest.com/pin/574209021219173141/?nic_v1=1arbV6qxKHwdXmUgi3hLemIkCZtBGzmc5GBsWQK%2F0Bqv9ANedeCADilmfe6vIwsgu [Accessed 2 Jun. 2020].
- Baltaru, R., Galaction, A.-I. and Cascaval, D. (2009). *Bioreactors of "Basket" Type with Immobilized Biocatalysts*. [online] ResearchGate. Available at: https://www.researchgate.net/publication/228371795_Bioreactors_of_Basket_Type_with_Immobilized_Biocatalysts [Accessed 19 May 2020].
- Bartoszek, A., Bekierska, A., Bell-Lloch Teunjan De Groot, J., Singer, E. and Woźniak, M. (2006). *Managing innovations in biotechnology*. [online] Available at: <https://dugi-doc.udg.edu/bitstream/handle/10256/4289/1Memoria.pdf?sequence=1> [Accessed 10 Nov. 2019].
- Beat Sitter-Liver, Baccini, P. and Al, E. (2001). *Supporting life on earth : a Swiss voice in "Our fragile world : challenges and opportunities for sustainable development"*, forerunner to the Encyclopedia of life support systems (EOLSS). Bern: Council Of The Swiss Scientific Academies (Cass), Cop.
- Bezemer, M. and NIOO (2018). *Bodem/substraat ecosystemen en hun invloed op plantgezondheid*. [online] Leiden. Available at: https://www.glastuinbouwnederland.nl/content/glastuinbouwnederland/docs/themas/Plantgezondheid/PlantgezondheidEvent_2018/Presentatie_Martijn_Bezemer_PlantgezondheidEvent_2018.pdf [Accessed 13 Oct. 2019].
- Biodiversity Information System for Europe (2015). *Ecosystem services*. [online] Europa.eu. Available at: <https://biodiversity.europa.eu/topics/ecosystem-services> [Accessed 22 Oct. 2019].
- Bokhorst, J.G. and Koopmans, C.J. (2001). *Bemesting en bodemgebruik in de biologische landbouw*. [online] Louis Bolk Instituut voor natuurwetenschappelijk onderzoek. Available at: <http://www.louisbolk.org/downloads/1818.pdf> [Accessed 9 Oct. 2019].
- Breitenbach, M., Cramer, R. and Lehrer, S.B. (2002). *Fungal Allergy and Pathogenicity*. [online] Google Books. Karger Medical and Scientific Publishers. Available at: https://books.google.be/books?id=GAF3_1FhoSoC&pg=PA225&lpg=PA225&dq=allergy+to+mycorrhiza&source=bl&ots=9B6X5ChqY&sig=ACfU3U2F7m164quUHvrag04Hp6KH-eyvog&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwj78_e_j-XpAhUCy6QKHbv7AsMQ6AEwAnoE-CAkQAQ#v=onepage&q=allergy%20to%20mycorrhiza&f=false [Accessed 3 Jun. 2020].
- British Society of Soil Science (2018). *What is soil?* [online] Soils.org.uk. Available at: <https://www.soils.org.uk/1-what-soil> [Accessed 10 Oct. 2019].
- Brussaard, L. and Govers, F. (2016). *Leve(n) de bodem!* [online] Stichting Biowetenschappen en Maatschappij. Den Haag: Stichting Biowetenschappen en Maatschappij. Available at: <https://www.biomaatschappij.nl/wordpress/wp-content/uploads/2016/09/Levende-bodem.pdf> [Accessed 30 Aug. 2019].
- Buckley, T., Payne-Sturges, D., Kim, S. and Weaver, V. (2005). *VOC Exposures in an Industry-Impacted Community*. Baltimore: NUATRC.
- Carson, F.T. (1940). *Some observations on determining the size of pores in paper*. Journal of Research of the National Bureau of Standards, [online] 24(4), p.435. Available at: <https://pdfs.semanticscholar.org/68d5/e8eddaddc7162530c7d2e14cc-f64fa958b56.pdf> [Accessed 5 Dec. 2019].
- Cavicchioli, R., Ripple, W.J., Timmis, K.N., Azam, F., Bakken, L.R., Baylis, M., Behrenfeld, M.J., Boetius, A., Boyd, P.W., Classen, A.T., Crowther, T.W., Danovaro, R., Foreman, C.M., Huisman, J., Hutchins, D.A., Jansson, J.K., Karl, D.M., Koskella, B., Mark Welch, D.B., Martiny, J.B.H., Moran, M.A., Orphan, V.J., Reay, D.S., Remais, J.V., Rich, V.I., Singh, B.K., Stein, L.Y., Stewart, F.J., Sullivan, M.B., van Oppen, M.J.H., Weaver, S.C., Webb, E.A. and Webster, N.S. (2019). *Scientists' warning to humanity: microorganisms and climate change*. Nature Reviews Microbiology.
- Center for Food Safety (2016). *David R. Montgomery on Symbioses in the Soil*. YouTube. Available at: https://www.youtube.com/watch?v=Ly_WeqhSWA [Accessed 9 Oct. 2019].
- Chain, E.B., Gualandi, G. and Morisi, G. (1966). *Aeration studies. IV. Aeration conditions in 3000-liter submerged fermentations with various microorganisms*. Biotechnology and Bioengineering, 8(4), pp.595–619.
- Chatzipavlidis, I., Kefalogianni, I., Venieraki, A. and Holzapfel, W. (2013). *STATUS AND TRENDS OF THE CONSERVATION AND SUSTAINABLE USE OF MICROORGANISMS IN AGROINDUSTRIAL PROCESSES*. [online] FAO: Food and Agriculture Organisation. Available at: <http://www.fao.org/3/mg339e/mg339e.pdf> [Accessed 19 Oct. 2019].
- Cheval Passion (2019). *Cheval passion*. [online] Avignon. Available at: <http://static.apidae-tourisme.com/filestore/objets-touristiques/documents/106/130/4883050.pdf> [Accessed 26 Nov. 2019].
- Cogley, J.G. (1984). *Continental margins and the extent and number of the continents*. Reviews of Geophysics, 22(2), p.101.
- Concerning Reality (2017). *How Do Wastewater Treatment Plants Work?* YouTube. Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=FvPakzqM3h8> [Accessed 4 Dec. 2019].

- Crow, J.M. (2017). *Four organisms living in extreme conditions*. [online] Cosmosmagazine.com. Available at: <https://cosmosmagazine.com/biology/four-organisms-living-in-extreme-conditions> [Accessed 10 Nov. 2019].
- Csotonyi, J.T., Swiderski, J., Stackebrandt, E. and Yurkov, V. (2010). *A new environment for aerobic anoxygenic phototrophic bacteria: biological soil crusts*. Environmental Microbiology Reports, [online] 2(5), pp.651–656. Available at: https://www.researchgate.net/publication/239063151_A_new_environment_for_aerobic_anoxygenic_phototrophic_bacteria_Biological_soil_crusts [Accessed 9 Dec. 2019].
- Cytiva (2020). *Factors that affect oxygen transfer to cells in bioreactors*. [online] Cytiva. Available at: <https://www.cytivalifesciences.com/en/us/solutions/bioprocessing/knowledge-center/7-factors-that-affect-oxygen-transfer-to-cells-in-bioreactors> [Accessed 19 May 2020].
- Departement Omgeving, Vlaamse Overheid (2019). *Ecosysteemdiensten*. [online] Www.lne.be. Available at: <https://www.lne.be/ecosysteemdiensten> [Accessed 22 Oct. 2019].
- Deproost, P. (2014). *Het belang van bodemleven*. [online] Vlaamse overheid Departement Leefmilieu, Natuur en Energie Afdeling Land en Bodembescherming, Ondergrond, Natuurlijke Rijkdommen. Available at: https://lv.vlaanderen.be/sites/default/files/attachments/pr_20141104_fab_inspiratiedag_bodemleven_petra_deproost_albon.pdf [Accessed 1 Sep. 2019].
- DINbelg (2005). *Anthropometry table*. [online] www.dinbelg.be. Available at: <http://www.dinbelg.be/anthropometry.htm>.
- Duurzaamthuis (2011). *Slakken milieuvriendelijk bestrijden*. [online] Duurzaam Thuis - Duurzaam Wonen en Duurzaam Bouwen. Available at: <https://www.duurzaamthuis.nl/slakken-in-je-tuin-hoe-kun-je-ze-natuurlijk-bestrijden> [Accessed 9 Dec. 2019].
- El huerto de la loli (2018). *Bio-preparado para regeneración de suelos MMA*. El Huerto de la Loli. Available at: <http://elhuertodelaloli.com/biopreparado-regeneracion-suelos/> [Accessed 2019 Aug. 29AD].
- EMRO (2019). *Learn how to live sustainably using EM microbial technology on agriculture and environment*. [online] EM Research Organization. Available at: <https://www.emrojapan.com/> [Accessed 28 Oct. 2019].
- Eniscuola Energy and Environment (2014). *How long does it take to form?* [online] Eniscuola. Available at: <http://www.eniscuola.net/en/argomento/soil/soil-formation/how-long-does-it-take-to-form/> [Accessed 3 Dec. 2019].
- Ensopet (2014). *EnsoPet is an eco-friendly pet waste compost*. [online] Bokashi.com.au. Available at: <https://www.bokashi.com.au/EnsoPet.html> [Accessed 11 Oct. 2019].
- Epstein, S. (2013). *The phenomenon of microbial uncultivability*. Current Opinion in Microbiology, 16(5), pp.636–642.
- EstoEsAgricultura (2018). *JADAM Cultivo de microorganismos en agricultura natural*. [online] EstoEsAgricultura. Available at: <https://estoessagricultura.com/cultivo-de-microorganismos/> [Accessed 15 Oct. 2019].
- Faber, J., Jagers, G., Bloem, A., Lahr, J., Diemont, W. and Braat, L. (2009). *Maatregelen ter verbetering van biologische bodemkwaliteit*, Ecosysteemdiensten en bodembeheer. [online] Alterra, Wageningen. Available at: <https://edepot.wur.nl/3277> [Accessed 21 Oct. 2019].
- FAO (2000). *Successful soil biological management with beneficial microorganisms*. [online] FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations. Available at: <http://www.fao.org/agriculture/crops/thematic-sitemap/theme/spi/soil-biodiversity/case-studies/soil-biological-management-with-beneficial-microorganisms/en/> [Accessed 2019 Aug. 30AD].
- FAO (2015). *Soil Functions*. <http://www.fao.org/soils-2015/en/>. Available at: <http://www.fao.org/resources/infographics/infographics-details/en/c/284478/> [Accessed 22 Oct. 2019].
- FAO (2019). *Degradation/Restoration*. [online] Fao.org. Available at: <http://www.fao.org/soils-portal/soil-degradation-restoration/en/> [Accessed 8 Oct. 2019].
- Fortune Business Insights (2019). *Microbial market research*. [online] www.fortunebusinessinsights.com. Available at: <https://www.fortunebusinessinsights.com/>.
- Gavrish, E., Bollmann, A., Epstein, S. and Lewis, K. (2008). *A trap for in situ cultivation of filamentous actinobacteria*. Journal of Microbiological Methods, 72(3), pp.257–262.
- Geerts, P. (2017). *1 op 4 Belgen werkt dagelijks tot wekelijks in de tuin*. [online] CGconcept.be. Available at: <https://cgconcept.be/1-op-4-belgen-werkt-dagelijks-tot-wekelijks-tuin/> [Accessed 3 Jun. 2020].
- Gest, H. (2004). *The discovery of microorganisms by Robert Hooke and Antoni Van Leeuwenhoek, fellows of the Royal Society*. Notes and records of the Royal Society of London, [online] 58(2), pp.187–201. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15209075> [Accessed 11 Nov. 2019].
- Government of Sikkim (2015). *Sikkim Organic Mission*. [online] Sikkimorganicmission.gov.in. Available at: <https://www.sikkimorganicmission.gov.in/success-stories/> [Accessed 26 Nov. 2019].
- Growing solutions (2001). *Compost tea system*. [online] Google Patents. Available at: <https://patents.google.com/patent/US6649405?q=growing+solutions%2c+inc> [Accessed 4 Jun. 2020].
- Gupta, G.S. (2019). *Land Degradation and Challenges of Food Security*. Review of European Studies, [online] 11(1), p.63. Available at: https://www.researchgate.net/publication/330653251_Land_Degradation_and_Challenges_of_Food_Security [Accessed 16 Oct. 2019].
- Hara, E., Yoshimoto, T., Shigeno, T., Mayumi, D., Suzuki, T., Mitsuhashi, K., Abe, A. and Nakajima-Kambe, T. (2019). *Ecological impact evaluation by constructing in situ microcosm with porous ceramic arrowhead*. Chemosphere, 219, pp.202–208.
- Heijmans N.V (2015). *Zo werkt Bodemsanering*. [online] Heijmans N.V. Available at: <https://www.heijmans.nl/nl/verhalen/zo-werkt-bodemsanering/> [Accessed 5 Dec. 2019].
- Higa, T. and Parr, J. (1994). *BENEFICIAL AND EFFECTIVE MICROORGANISMS for a SUSTAINABLE AGRICULTURE AND ENVIRONMENT*. [online] Atami, Japan. Available at: <https://pdfs.semanticscholar.org/1b94/8a66551739e134b2bb43124483d4a-059dcf8.pdf> [Accessed 16 Oct. 2019].
- Hitec Zang (2020). *Fixed-bed Reactors*. [online] hitec-zang.de. Available at: <https://hitec-zang.de/en/products-solutions/fermentationstechnique/bioreactor-systems/fixed-bed-reactor/> [Accessed 19 May 2020].

- Hortitec Spain (2020). *Granja De Bacterias 200L*. [online] hortitec.es. Available at: <https://hortitec.es/granja-de-bacterias-200l> [Accessed 5 May. 2020].
- HotFrog (2020). *HOTFROG Living Composter*. [online] Forest City Models and Patterns Ltd. Available at: <https://fcmponline.com/products/hot-frog-vermicomposter> [Accessed 2 Jun. 2020].
- Husdungan, A. (2019). *Armando Hasudungan*. [online] Armandoh.org. Available at: <https://armandoh.org/> [Accessed 18 Nov. 2019].
- Inagro, European Union, Interreg IV and Prosensols (n.d.). *DE BODEM 2*. [online] Available at: https://leden.inagro.be/DNN_DropZone/Publicaties/465/werkpakket%20de%20bodem_9MB.pdf [Accessed 9 Oct. 2019].
- Indexmundi (2019). *World Demographics Profile 2019*. [online] www.indexmundi.com. Available at: https://www.indexmundi.com/world/demographics_profile.html.
- INFINITE EYE 2019 (2019). *Pollinator Beebom Seedbom*. [online] Kabloom. Available at: <https://kabloom.co.uk/product/pollinator-beebom/> [Accessed 7 Dec. 2019].
- Jain, R., Anjiah, V. and Babbar, S.B. (2005). *Guar gum: a cheap substitute for agar in microbial culture media*. Letters in Applied Microbiology, 41(4), pp.345–349.
- Karnav Rana (2018). *Types of agitators*. [online] Slideshare. Available at: <https://es.slideshare.net/karnavrana007/types-of-agitators> [Accessed 4 Jun. 2020].
- Keliikuli, A., Smith, K., Li, Y. and Lee, C. (2019). *Sustainable Agriculture Natural Farming: The Development of Indigenous Microorganisms Using Korean Natural Farming Methods*. [online] Manoa, Hawaii. Available at: <https://www.ctahr.hawaii.edu/oc/freepubs/pdf/SA-19.pdf> [Accessed 10 Oct. 2019].
- Kelly, C.R., Kahn, S., Kashyap, P., Laine, L., Rubin, D., Atreja, A., Moore, T. and Wu, G. (2015). *Update on Fecal Microbiota Transplantation 2015: Indications, Methodologies, Mechanisms, and Outlook*. Gastroenterology, 149(1), pp.223–237.
- Khoruts, A. and Sadowsky, M.J. (2016). *Understanding the mechanisms of faecal microbiota transplantation*. Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology, 13(9), pp.508–516.
- KIS Organics (2019). *5 gallon Brewing System*. [online] KIS Organics. Available at: <https://www.kisorganics.com/products/5-gallon-extended-life-brewing-system> [Accessed 11 Dec. 2019].
- Kombucheria (2014). *Té de Kombucha*. [online] Kombucheria. Available at: <https://kombucheria.com/kombucha/que-es/> [Accessed 3 Dec. 2019].
- Kumar, B.L. and Gopal, D.V.R.S. (2015). *Effective role of indigenous microorganisms for sustainable environment*. 3 Biotech, [online] 5(6), pp.867–876. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4624139/> [Accessed 19 Oct. 2019].
- Kumar, V., Shahi, S.K. and Singh, S. (2018). *Bioremediation: An Eco-sustainable Approach for Restoration of Contaminated Sites*. Microbial Bioprospecting for Sustainable Development, [online] pp.115–136. Available at: https://www.researchgate.net/publication/327727824_Bioremediation_An_Eco-sustainable_Approach_for_Restoration_of_Contaminated_Sites [Accessed 19 Nov. 2019].
- Landuyt, C., Winnepenninckx, R., Lauwers, L., Willekens, K. and Degraeve, J. (2018). *Verschillen tussen composteren en fermenteren in kaart gebracht*. [online] Europees Landbouwfonds voor Plattelandsontwikkeling. Available at: <https://www.proeftuinnieuws.be/wp-content/uploads/2018/01/Verschillen-tussen-composteren-en-fermenteren-in-kaart-gebracht.pdf> [Accessed 19 Oct. 2019].
- Lawn 2 Food (2010). *IMOs and soil rehabilitation*. Lawn 2 Food: The supersistent adventures of the junglist. Available at: <https://lawn2food.wordpress.com/2010/09/15/imo/> [Accessed 30 Aug. 2019].
- Lewis, B.-A.G. (2017). *When does rock become soil?* [online] Soils Matter. Get the Scoop! Available at: <https://soilsmatter.wordpress.com/2017/08/15/when-does-rock-become-soil/> [Accessed 21 Oct. 2019].
- Lim, M.W., Lau, E.V. and Poh, P.E. (2016). *A comprehensive guide of remediation technologies for oil contaminated soil*. Marine Pollution Bulletin, [online] 109(1), pp.14–45. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X16302247> [Accessed 28 Oct. 2019].
- Lin, J.-S. and Tsai, S.-Y. (2007). *ERGONOMIC DESIGN AND RESEARCH OF A FORCE SAVING BUCKET*. [online] Available at: <https://www.sd.polyu.edu.hk/iasdr/proceeding/papers/Ergonomic%20Design%20and%20Research%20of%20a%20Labor-saving%20Bucket.pdf> [Accessed 29 May 2020].
- Locey, K.J. and Lennon, J.T. (2016). *Scaling laws predict global microbial diversity*. Proceedings of the National Academy of Sciences, [online] 113(21), pp.5970–5975. Available at: <https://www.pnas.org/content/113/21/5970.abstract> [Accessed 9 May 2019].
- Lowenfels, J., Lewis, W., Siepmann, M., Siepmann-Van, C. and Karel Oosting (2014). *Het bodemvoedselweb: alle kleine beestjes helpen*. [online] Utrecht: Uitgeverij Jan Van Arkel. Available at: <https://www.farmlandbirds.net/sites/default/files/Bodemleven%20en%20Bodemvoedselweb.pdf> [Accessed 10 Oct. 2019].
- Mahmood, Z.A. and Mahmood, S.B.Z. (2015). *Microbial healthcare products*. [online] Available at: <https://www.researchgate.net/publication/272179875>.
- Mempin, R., Tran, H., Chen, C., Gong, H., Kim Ho, K. and Lu, S. (2013). *Release of extracellular ATP by bacteria during growth*. BMC Microbiology, [online] 13(1), p.301. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3882102/> [Accessed 4 Nov. 2019].
- Montgomery, D.R. (2012). *Dirt the erosion of civilizations*. [online] Berkeley, Calif. London University Of California Press. Available at: <http://mrsmulcahy.weebly.com/uploads/1/0/6/8/10687404/dirt.pdf> [Accessed 9 Oct. 2019].
- Mordor intelligence (2019). *Agricultural Microbial Market*. [online] www.mordorintelligence.com. Available at: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/agricultural-microbials-market> [Accessed 2 Jun. 2020].
- Murray, P.R., Pfaller, M.A. and Tenover, K.C. (2005). *Medical microbiology*. Philadelphia: Elsevier Mosby.
- Mycocomposite™ — Ecovative Design (2014). *Ecovative Design*. [online] Ecovative Design. Available at: <https://ecovative-design.com/mycocomposite> [Accessed 11 Oct. 2019].
- Nandkishor, J. (2015). *Growth of Microorganisms*. [online] Biology Discussion. Available at: <http://www.biologydiscussion.com/microorganisms/growth-of-microorganisms-with-diagram/10138> [Accessed 16 Oct. 2019].

- Nat Rev Microbiol (2011). *Microbiology by numbers*. Nature Reviews Microbiology, 9(9), pp.628–628.
- Nature (2018). *Soil at The Nature Conservancy*. [online] Available at: https://www.nature.org/content/dam/tnc/nature/en/documents/TNC_Soil_report_1_update_18Oct18.pdf [Accessed 11 Nov. 2019].
- North, K.P., Mackay, D.M., Annable, M.D., Sublette, K.L., Davis, G., Holland, R.B., Petersen, D. and Scow, K.M. (2012). *An ex situ evaluation of TBA- and MTBE-baited bio-traps*. Water Research, [online] 46(12), pp.3879–3888. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3582699/> [Accessed 10 Nov. 2019].
- NPTEL (2007). *Application of Cell Culture Systems in Metabolic Engineering*. [online] <https://nptel.ac.in/course.html>. Available at: <http://14.139.172.204/nptel/CSE/Web/102103016/module4/lec36/3.html> [Accessed 18 May 2020].
- NRCS (2005). *NRCS*. [online] Usda.gov. Available at: <https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/site/national/home/>.
- OVAM (2005). *In-situ Bioremediatie van Petroleumkoolwaterstoffen Code van Goede Praktijk*. [online] Available at: <https://www.ovam.be/sites/default/files/atoms/files/In-situ%20bioremediatie%20van%20petroleumkoolwaterstoffen%20-%20Code%20van%20goede%20praktijk.pdf> [Accessed 1 Nov. 2019].
- OVAM (2019). *Stofgroepen*. [online] Ovam.be. Available at: <https://www.ovam.be/stofgroepen#MO> [Accessed 1 Nov. 2019].
- Palm, C., Sanchez, P., Ahamed, S. and Awiti, A. (2007). *Soils: A Contemporary Perspective*. Annual Review of Environment and Resources, [online] 32(1), pp.99–129. Available at: https://www.researchgate.net/figure/Types-of-soil-degradation-and-causes-and-impacts-on-soil-processes-a_tbl4_224880097 [Accessed 5 Dec. 2019].
- Pereira, G. (2019). *PROJETO DE REVITALIZAÇÃO DO RIO SAPATO*. [online] Brazil. Available at: https://www.emrojapan.com/files/common/Case%20Studies/rio%20sapato/sapato_river_project.pdf [Accessed 26 Nov. 2019].
- Permaculture Visions (2018). *Permaculture Visions*. [online] Permaculture Visions. Available at: <https://permaculturevisions.com/> [Accessed 30 May 2020].
- de Peyster, E. (2014). *How Much Water Does My Food Garden Need?* [online] Available at: <http://sonomamg.ucanr.edu/files/185639.pdf> [Accessed 2 Jun. 2020].
- Pradesh, A., Tripathi, I., Nagbhushan, S. and Shahidi, T. (2018). *Zero Budget Natural Farming for the Sustainable Development Goals*. [online] SIFF. Available at: <https://www.ceew.in/sites/default/files/CEEW-Zero-Budget-Natural-Farming-and-SDGs-Issue-Brief-25Jan18.pdf>.
- Punch Metals NV (2019). *Full-scale Bioaugmentation*. [online] Bioaugmentatie.be. Available at: <http://www.bioaugmentatie.be/> [Accessed 20 Nov. 2019].
- Queensland Government (2013). *How soils form*. [online] Queensland Government. Available at: <https://www.qld.gov.au/environment/land/management/soil/soil-explained/forms> [Accessed 21 Oct. 2019].
- Ramírez-Puebla, S.T., Servín-Garcidueñas, L.E., Jiménez-Marín, B., Bolaños, L.M., Rosenblueth, M., Martínez, J., Rogel, M.A., Ormeño-Orrillo, E. and Martínez-Romero, E. (2012). *Gut and Root Microbiota Commonalities*. Applied and Environmental Microbiology, [online] 79(1), pp.2–9. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3536091/> [Accessed 1 Nov. 2019].
- van Ras, N. and Volkers, B. (2008). *In-situ gestimuleerde biologische afbraak*. SKB Stichting Kennisontwikkeling Kennisoverdracht Bodem.
- Reddy, R. (2011). *Cho's Global Natural Farming*. [online] SARRA. Available at: <https://ilcasia.files.wordpress.com/2012/02/chos-global-natural-farming-sarra.pdf>.
- Reid, A. and Greene, S.E. (2012). *How Microbes Can Help Feed the World*. [online] Washington, DC: American Society for Microbiology. Available at: <https://www.asmscience.org/docserver/fulltext/colloquia/MicrobesFeedtheWorld.pdf?expires=1570624270&id=id&accname=guest&checksum=23195323BAAFDBDF994EA34082019D9C> [Accessed 29 Aug. 2019].
- Reisfeld, B. (2017). *Bioreactors, Introduction to Chemical and Biological Engineering*. [online] www.engr.colostate.edu. Available at: <https://www.engr.colostate.edu/CBE101/topics/bioreactors.html>.
- Remize, F. (2017). *Spore-Forming Bacteria*. The Microbiological Quality of Food, [online] pp.99–120. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780081005026000078> [Accessed 21 Nov. 2019].
- RT, K., SA, M., D, A., T, G. and C, C. (2018). *New Method for In-situ Measurement of Pore Size Deformation of Barrier Textiles under Biaxial Loading*. Journal of Textile Science & Engineering, [online] 08(02). Available at: <https://www.omicsonline.org/open-access/new-method-for-insitu-measurement-of-pore-size-deformation-of-barrier-textiles-under-biaxial-loading-2165-8064-1000355-100640.html> [Accessed 5 Dec. 2019].
- dos Santos, J.J. and Maranhão, L.T. (2018). *Rhizospheric microorganisms as a solution for the recovery of soils contaminated by petroleum*. Journal of Environmental Management, [online] 210, pp.104–113. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29331851> [Accessed 1 Nov. 2019].
- Scatterday, A. (2017). *Farmer Foodshare*. [online] Farmer Foodshare. Available at: <http://www.farmerfoodshare.org/farmer-foodshare/2017/6/15/gardening-boom-1-in-3-american-households-grow-food>.
- Schaffner, M., Rühls, P.A., Coulter, F., Kilcher, S. and Studart, A.R. (2017). *3D printing of bacteria into functional complex materials*. Science Advances, [online] 3(12), p.eaa06804. Available at: <https://advances.sciencemag.org/content/3/12/eaa06804/tab-pdf> [Accessed 5 Dec. 2019].
- Shiferaw Terefe, N. (2017). *Fermented Food*. [online] ScienceDirect.com. Available at: <https://www.sciencedirect.com/topics/food-science/fermented-food> [Accessed 30 Nov. 2019].
- Simon, A., Bindschedler, S., Job, D., Wick, L.Y., Filippidou, S., Kooli, W.M., Verrecchia, E.P. and Junier, P. (2015). *Exploiting the fungal highway: development of a novel tool for their situisolation of bacteria migrating along fungal mycelium*. FEMS Microbiology Ecology, 91(11), p.fiv116.

- Singh, A. (2017). *Evaluating the Use of Airlift Pumps for Bioreactor Applications*.
- Singh, P. and D'hulster, J. (2014). *Aavartansheel Kheti*. [online] Available at: https://issuu.com/farmerprem/docs/aavartansheel_kheti_final__book.
- Soil Quality (2019). *Soil Acidity*. [online] Soilquality.org.au. Available at: <http://soilquality.org.au/factsheets/soil-acidity>.
- Soil Science Society of America (2019). *What Makes Soil, Soil?.* [online] Soils.org. Available at: <https://www.soils.org/discover-soils/soil-basics/what-makes-soil-soil> [Accessed 10 Oct. 2019].
- Soiltechcorp (2019). *Mycorrhizae Tablets*. [online] Soiltechcorp.com. Available at: <https://www.soiltechcorp.com/product/plant-success-tablets> [Accessed 14 Nov. 2019].
- Sparks, D. (2017). *Advances In Agronomy*. [online] Place Of Publication Not Identified: Elsevier Academic Press. Available at: <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/soil-functions> [Accessed 22 Oct. 2019].
- Spier, M. and Vandenberghe, L. (2011). *Application of different types of bioreactors in bioprocesses*.
- Staes, J. and UAntwerpen (2019). *BODEM ALS BASIS VOOR ECOSYSTEEMDIENSTEN*. [online] Available at: https://www.provincieantwerpen.be/content/dam/provant/dlm/dmn/natuur-en-landschap/landschap/landduinenproject/bodem/3_BodemAlsBasisVoorEcosysteemdiensten_JanStaes_tg.pdf [Accessed 22 Oct. 2019].
- Stolte, J., Tesfai, M., Øyegarden, L., Kvaernø, S., Keizer, J., Verheijen, F., Panagos, P., Ballabio, C., Hessel, R. and Wur, A. (2016). *Soil threats in Europe*. [online] Available at: https://esdac.jrc.ec.europa.eu/public_path/shared_folder/doc_pub/EUR27607.pdf [Accessed 8 Oct. 2019].
- Tencio, R. (2014). *Elaboracion y aplicaciones de MM (Microorganismos de Montaña) con arroz*. [online] Slideshare.net. Available at: <https://es.slideshare.net/rolandotencio/elaboracion-de-m-casero-con-arroz> [Accessed 31 Aug. 2019].
- The Land Life Company (2019). *Land Life Company*. [online] Land Life Company. Available at: <https://landlifecompany.com> [Accessed 9 Dec. 2019].
- Tirado, R., Baker, M. and Krumb, D. (2015). *The seven principles of a food system that has people at its heart*. Ecological Farming 2 Acknowledgements 02 Preface: Food for Life 04. [online] Available at: http://www.agroecologyinaction.be/IMG/pdf/food_and_farming_vision.pdf.
- Towett, G. (2016). *What are Effective Microorganisms?* [online] The Permaculture Research Institute. Available at: <https://permaculturenews.org/2016/01/19/what-are-effective-microorganisms/> [Accessed 17 Oct. 2019].
- Trump, C. (2019). *Natural Farming Co. Stewarding the Soil*. [online] Naturalfarming.co. Available at: <https://naturalfarming.co/> [Accessed 29 Aug. 2019].
- Tuinbranche nederland (2019). *Sterke omzetontwikkeling groen bij tuincentra in 2018*. [online] www.tuinbranche.nl. Available at: <https://www.tuinbranche.nl/nieuwsbericht/sterke-omzetontwikkeling-groen-bij-tuincentra-in-2018> [Accessed 2 Jun. 2020].
- Turenne, J. (2019). *E - Horizons*. [online] Nesoil.com. Available at: <http://nesoil.com/properties/horizons/sld005.htm> [Accessed 21 Oct. 2019].
- TvAgro (2018). *Como Generar Microorganismos Benéficos para Cultivos Orgánicos*. YouTube. Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=b1K3pTO7Y3Y> [Accessed 15 Oct. 2019].
- University of Idaho (2014). *The Twelve Soil Orders*. [online] Uidaho.edu. Available at: <https://www.uidaho.edu/cals/soil-orders> [Accessed 21 Oct. 2019].
- US EPA (2018). *National Overview: Facts and Figures on Materials, Wastes and Recycling* [online] US EPA. Available at: <https://www.epa.gov/facts-and-figures-about-materials-waste-and-recycling/national-overview-facts-and-figures-materials>.
- US EPA,OLEM (2015). *Engineered Approaches to In Situ Bioremediation of Chlorinated Solvents*. [online] US EPA. Available at: <https://www.epa.gov/remedytech/engineered-approaches-situ-bioremediation-chlorinated-solvents-fundamentals-and-field> [Accessed 20 Nov. 2019].
- USDA (2011). *Carbon to Nitrogen Ratios in Cropping Systems*. [online] Natural Resources Conservation Service. Available at: https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcseprd331820.pdf [Accessed 8 Dec. 2019].
- Vilt (2011). *Belgische tuin wordt steeds kleiner en diverser*. [online] www.vilt.be. Available at: https://www.vilt.be/Belgische_tuin_wordt_steeds_kleiner_en_diverser [Accessed 4 Jun. 2020].
- Vlaamse Milieumaatschappij (2011). *Milieuraapport Vlaanderen MIRA Achtergronddocument Sector huishoudens*. [online] Available at: <https://www.milieuraapport.be/sectoren/huishoudens/achtergronddocument-huishoudens.pdf> [Accessed 4 Jun. 2020].
- Vlaamse milieumaatschappij (2017). *Vlaming stilaan bereid pesticiden te bannen*. [online] Vlaamse Milieumaatschappij. Available at: <https://www.vmm.be/nieuwsbrief/oktober-2017/vlaming-stilaan-bereid-pesticiden-te-bannen> [Accessed 2 Jun. 2020].
- Wikipedia Contributors (2019). *Korean natural farming*. [online] Wikipedia. Available at: https://en.wikipedia.org/wiki/Korean_natural_farming [Accessed 16 Oct. 2019].
- Worldometer (2019). *World Population*. [online] Worldometers.info. Available at: <https://www.worldometers.info/world-population/>.
- Ying, K., Gilmour, D.J., Shi, Y. and Zimmerman, W.B. (2013). *The Relation between Mass Transfer and Growth Rate*. Journal of Biomaterials and Nanobiotechnology, 04(02), pp.1–9.

28. Bijlagen

28.1 Financiën Excel

28.1.1 Inputs

Variables and assumptions						
Define refernce year (year before operations)	INPUT		2019	2020	2021	2022
Sales	INPUT			354.000	1.895.400	4.773.600
Product direct cost (COGS) excluding personnel	INPUT	30%		(106.200)	(568.620)	(1.432.080)
Operational costs not COGS	CALC			(85.905)	(81.285)	(94.311)
total direct and non direct cost (excl manag and pers)	CALC			-	(192.105)	(649.905)
Management fee	INPUT	(as pos number)		0	0	0
Personnel cost - activated R&D	CALC	-		215.000	168.555	120.166
Activation of investments						
<i>New investments</i>	CALC			-	26.723,00	-
Depreciation investments Y-1	CALC			-	-	5.672
Depreciation new investments	CALC			-	5.672	-
(total of depreciation)	CALC			-	5.672	5.672
ACTIVATION OF R&D	CALC					-
Total of new investments	CALC			-	26.723	-
Total of depreciation investments Y-1	CALC			-	-	5.672
Total of Depreciation new investments	CALC			-	5.672	-
total of depreciation	CALC			-	5.672	5.672
book value				21.051	15.378	9.706
Owners equity	INPUT			150.000	0	0
Long term debt						
Short term debt						
Financial investments						
Accounts receivables/payables						
% dividend (on net profit of current year)	%	0%	0%	0%	0%	0%
% of taxes (profit before taxes)	%	25%		25%	25%	25%
Credit to suppliers and customers						
Commercial credit to suppliers (expressed in days)	365	30	30	30	30	30
Commercial credit to customers (expressed in days)	365	30	30	30	30	30
Stocks	365					

28. 1. 2 Projected Results

Projected Results

Item	REF	2020	2021	2022	2023	2024
Turnover	A	354.000	1.895.400	4.773.600	1.000.000	1.000.000
Purchases	B	(106.200)	(568.620)	(1.432.080)	(300.000)	(300.000)
Gross Margin	C=A+B	247.800	1.326.780	3.341.520	700.000	700.000
Operational Cost	D	(85.905)	(81.285)	(94.311)	(99.877)	(110.560)
Management Fee	E	-	-	-	-	-
Cost of Personnel	F	(215.000)	(168.555)	(120.166)	(122.570)	(125.021)
Depreciation	G	(5.672)	(5.672)	(5.672)	(5.672)	(672)
Total Operational Costs	H=D+E+F+G	(306.577)	(255.512)	(220.150)	(228.119)	(236.253)
Total Operational Costs without inv (operational cash cost)	H'=H-G	(300.905)	(249.840)	(214.477)	(222.446)	(235.581)
Earning before interest and taxes	I=C-H	(58.777)	1.071.268	3.121.370	471.881	463.747
Financial cost/revenue	J	-	-	-	-	-
Pre-tax income	K=I+J	(58.777)	1.071.268	3.121.370	471.881	463.747
Corrected pre tax income		(58.777)	1.012.490	3.121.370	471.881	463.747
Cumulated pre tax income		(58.777)	1.012.490	3.121.370	471.881	463.747
Income taxes	L	-	(253.123)	(1.248.548)	(188.753)	(185.499)
Net income = winst na belasting	M=K+L	(58.777)	818.145	1.872.822	283.129	278.248
Appropriation of income	M	(58.777)	818.145	1.872.822	283.129	278.248
Remuneration of shareholders Y+1	N	-	-	-	-	-
Reserves	O=M-N	(58.777)	818.145	1.872.822	283.129	278.248
Generated Contribution	P=M+G	(53.105)	823.817	1.878.494	288.801	278.920
Cash Flow (EBIT - Depreciation)	Q=I-G	(53.105)	1.076.940	3.127.043	477.554	464.419

28. 1. 3 Projected Results

Funds Flow

Item	REF	2020	2021	2022	2023	2024
Cash available at end year Y-1	A	-	25.287	684.786	2.254.676	2.946.227
Owners' equity changes	B	150.000	-	-	-	-
Long term loan changes	C	-	-	-	-	-
Short term loan changes	D	-	-	-	-	-
Income	E1	354.000	1.895.400	4.773.600	1.000.000	1.000.000
Changes in Accounts receivable	E2	(29.096)	(126.690)	(236.564)	310.159	-
Other receivables	F	-	-	-	-	-
Funds resources	G=SUM	474.904	1.793.996	5.221.822	3.564.835	3.946.227
Investments on new fixed assets	H	(26.723)	-	-	-	-
Other debts	I	-	-	-	-	-
Changes in Accounts payable	J	(15.789)	(37.627)	(72.040)	92.590	(878)
Change of inventories	K	-	-	-	-	-
Total of costs excluding depreciation	L	(407.105)	(818.460)	(1.646.557)	(522.446)	(535.581)
Financial costs	M	-	-	-	-	-
Income Tax	N	-	(253.123)	(1.248.548)	(188.753)	(185.499)
Shareholders remuneration	O	-	-	-	-	-
Funds destinations	P=SUM	(449.617)	(1.109.210)	(2.967.145)	(618.609)	(721.958)
Funds flow	G+P	25.287	684.786	2.254.676	2.946.227	3.224.269

28.1.4 Projected Results

Projected Balance

Item	REF	2019	2020	2021	2022	2023	2024
other fixed assets	A1						
R&D after depreciation	A2						
Fixed assets = vaste activa	A=A1+A2	-	21.051	15.378	9.706	4.034	3.362
Inventories	B	-					
Accounts receivables	C	-	29.096	155.786	392.351	82.192	82.192
Other receivables	D	-					
Cash	E	-	25.287	684.786	2.254.676	2.946.227	3.224.269
Current assets = vlottend actief	F=B+C+D+E	-	54.383	840.573	2.647.027	3.028.418	3.306.461
Assets = activa	G=F+A	-	75.433	855.951	2.656.733	3.032.452	3.309.822
Capital	H	-	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000
Reserves	I	-	(58.777)	759.368	2.632.190	2.915.319	3.193.567
Own Equity	J=H+I	-	91.223	909.368	2.782.190	3.065.319	3.343.567
Long Term debt	K	-	-	-	-	-	-
Current Equity	L=K+J	-	91.223	909.368	2.782.190	3.065.319	3.343.567
Short term debts	M	-	-	-	-	-	-
Accounts payable	N	-	(15.789)	(53.417)	(125.457)	(32.867)	(33.745)
Other payabels	O	-					
Total of short term debts	P=M+N+O	-	(15.789)	(53.417)	(125.457)	(32.867)	(33.745)
Liabilities = passiva	Q=P+L	-	75.433	855.951	2.656.733	3.032.452	3.309.822
Working Capital	R=J-A	-	70.172	893.989	2.772.484	3.061.285	3.340.205
Working Capital Needs	S=B+C-N	-	44.885	209.203	517.807	115.058	115.936
CASH situation net	T=R-S	-	25.287	684.786	2.254.676	2.946.227	3.224.269

Onderzoek bodemgezondheid

Allereerst hartelijk bedankt om mee te doen aan dit onderzoek! Uw input helpt rechtstreeks mijn afstudeerproject aan de Universiteit Antwerpen. Al uw antwoorden zijn anoniem, tenzij u zelf kiest om op het einde uw gegevens achter te laten om mij verder te helpen. Let's go!

* Required

1. Wat klopt er in uw geval? *

Check all that apply.

- Ik heb een tuin
- Ik heb een kippenhok
- Ik heb/huur een moestuin
- Ik ben een boer/teiler

Other:

2. Hoe groot is uw de oppervlakte waar uw gewassen op groeien en/ of uw kippen op lopen? *

Mark only one oval.

- Kleiner dan 10 m²
- Tussen de 10 - 50 m²
- Tussen de 50 - 250 m²
- Tussen 250 - 1000 m²
- Groter dan 1ha

Investering

3. Hoeveel tijd spendeert u wekelijks aan uw tuin / moestuin / akker(s) / kippenhok?

Mark only one oval.

- Minder dan 1 uur/week
- Tussen 1 - 3 uur/week
- Tussen 3 - 6 uur/week
- Meer dan 6 uur/week

4. Hoeveel geld geeft u jaarlijks uit aan producten en middelen voor uw tuin / moestuin / akker(s) / kippenhok? *

Mark only one oval.

- Minder dan 50 €/jaar
- Tussen de 50 - 250 €/jaar
- Tussen de 250 - 500 €/jaar
- Meer dan 500 €/jaar

Middelen

28. 2 Enquêtes bodemonderhoud

28. 2.1 Vragen

5. Welke soort middelen gebruikt u op uw bodem? *

Check all that apply.

- Geen
- Bestrijdingsmiddelen (pesticiden, herbiciden, fungiciden, onkruidverdelgers,...)
- Meststoffen (compost, mest, synthetische meststoffen,...)
- Bodemverbetersaars (zuurtegraadregelaars, bodembedekkers,...)

Other:

6. Hoe vaak gebruikt u chemische of biologische middelen? (Indien van toepassing)

Mark only one oval.

- 1 2 3 4 5

Ik gebruik uitsluitend chemische middelen Ik gebruik uitsluitend biologische middelen

7. Maakt u gebruik van huismiddelen (koffiedik, elschillen,...) of zelfgemaakte middelen (compost, bokashi,...) op uw bodem? Zo ja, welke en waarom? *

8. Maakt u gebruik van middelen op basis van micro-organismen (EM, mycorrhizae tabletten,...) op uw bodem? Zo ja, welke en waarom? *

Bodemgezondheid

9. Hoe belangrijk vindt u het om een gezonde bodem te bezitten? *

Mark only one oval.

- 1 2 3 4 5

Helemaal niet belangrijk Zeer belangrijk

10. Waarom? _____

11. Welke eigenschappen vindt u het belangrijk om een een gezonde bodem te bekomen? *

Mark only one oval per row.

	Helemaal niet belangrijk	Niet belangrijk	Onverschillig	Belangrijk	Zeer belangrijk
Het is vruchtbaar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Het zit vol nutriënten	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Het is vrij van toxische stoffen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Het zit vol leven (micro-organismen, wormen,...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Het kan genoeg water opvangen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

12. Hoe sterk verbonden vindt u de gezondheid van uw bodem met de producten dat u eruit oogst (fruit/groenten/ eieren)? *

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5
Helemaal niet verbonden	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Zeer sterk verbonden	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

13. Heeft u ooit al eens een bodemtest laten afnemen? Zo ja, wat waren de resultaten? *

14. Hoe bewust bent u over de gezondheid van uw bodem? *

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5
Helemaal onbewust	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Zeer bewust	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

15. Hoe gezond zou u zeggen dat uw bodem is?

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5
Helemaal niet gezond	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Zeer gezond	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

16. Waarom?

17. In welk geval zou u de gezondheid van uw bodem willen verbeteren? *

Mark only one oval.

- Altijd
- Enkel als mijn bodem vervuild is
- Enkel als mijn bodem ziek, arm of onvruchtbaar is
- Enkel als daarmee de kwaliteit van mijn gewassen verbetert
- Nooit
- Other: _____

Stel je een nieuw middel voor dat de gezondheid van uw bodem verhoogt...

18. Sorteert de volgende eigenschappen. Wat mag het nieuw bodemverbeterend middel volgens jou al dan niet zijn/ bezitten?

Mark only one oval per row.

	Niet-aanvaardbare eigenschap	Onbelangrijke eigenschap	Leuke eigenschap	Noodzakelijke eigenschap
Het is biologisch	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Het werkt met micro-organismen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Het gebruikt GFT-afval als ingrediënt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Het middel is aangepast aan uw bodem	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Het is goed voor uw gewassen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Je maakt het middel zelf klaar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jouw buur maakt het middel voor jou klaar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Een bedrijf maakt het middel voor jou klaar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Het is van een vertrouwd merk	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Inbegrepen bodemtests	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

19. Denk je aan nog een eigenschap? (Optioneel)

20. Wat is de maximale frequentie dat je een bodemverbeteringsmiddel zou gebruiken? *

Mark only one oval.

- Dagelijks
 Wekelijks
 Om de 2 weken
 Maandelijks
 Meerdere malen per jaar
 Jaarlijks

Bedankt! Nog één laatste vraag:

21. Help je mij graag verder met mijn onderzoek? *

Mark only one oval.

- Ja
 Nee

Jouw gegevens

22. Wat is uw postcode/ regio? *

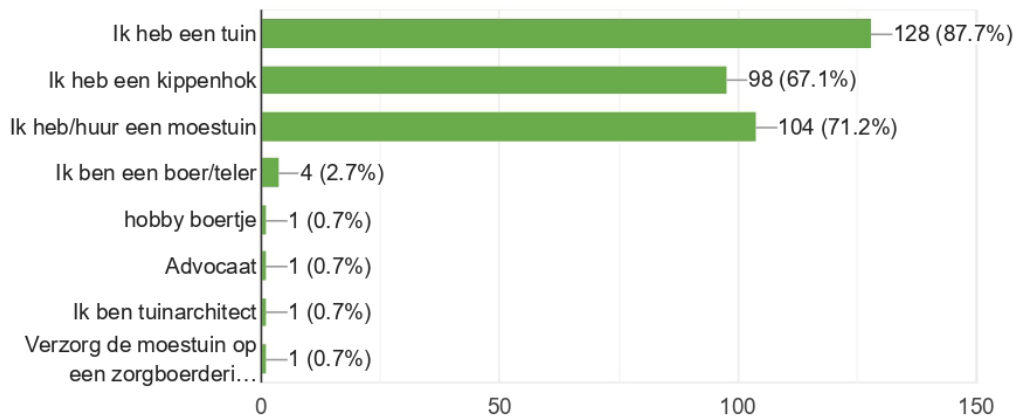
23. Laat je e-mail adres of GSM-nummer achter om jou te contacteren. *

24. Heb jij nog vragen voor mij? (OPTIONEEL)

28. 2. 2 Antwoorden

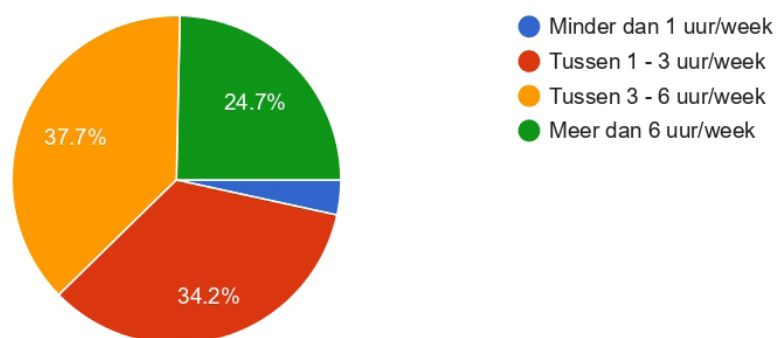
Wat klopt er in uw geval?

146 responses



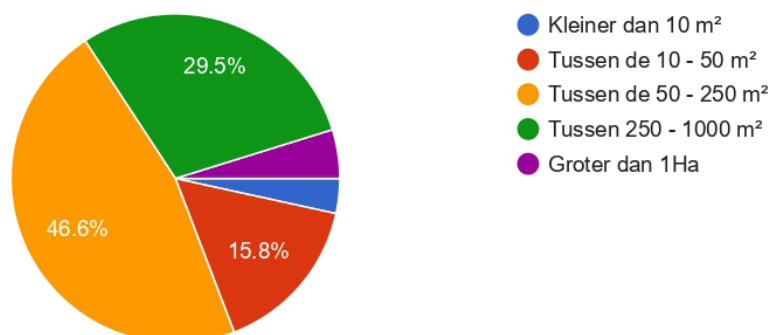
Hoeveel tijd spendeert u wekelijks aan uw tuin / moestuin / akker(s) / kippenhok?

146 responses



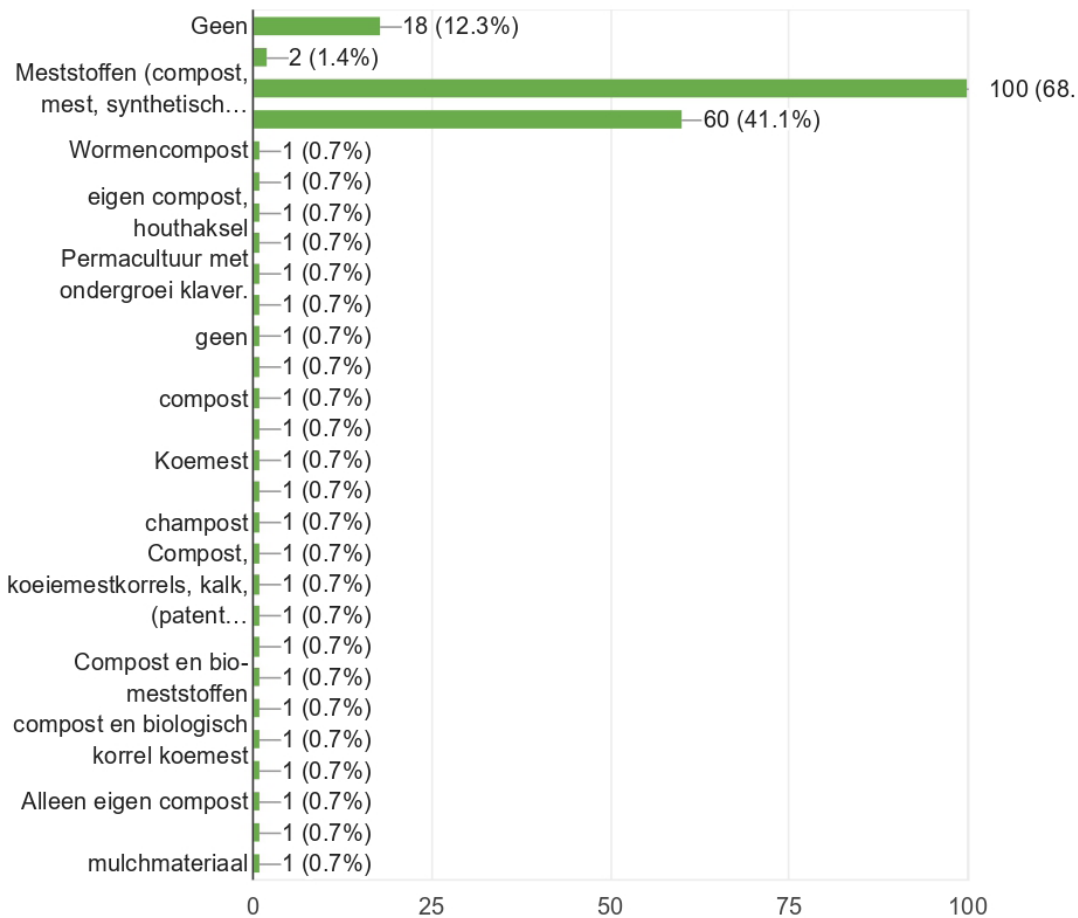
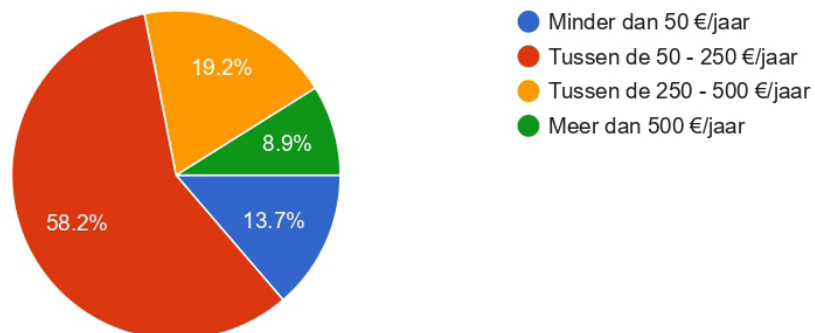
Hoe groot is uw de oppervlakte waar uw gewassen op groeien en/ of uw kippen op lopen?

146 responses



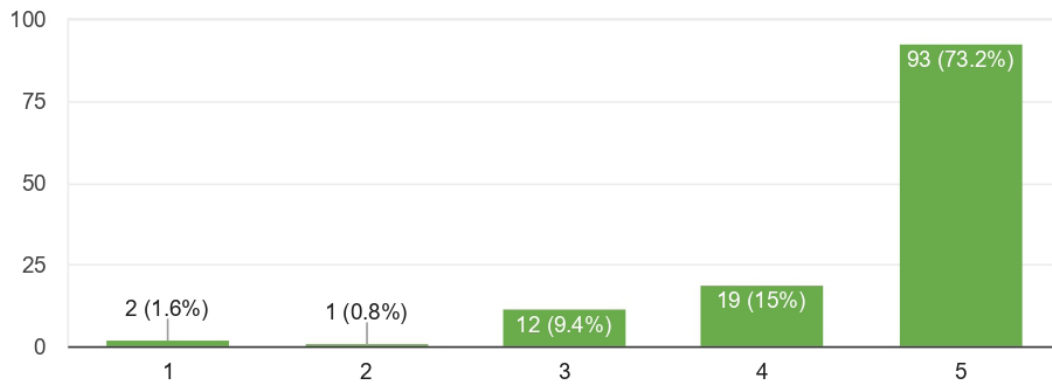
Hoeveel geld geeft u jaarlijks uit aan producten en middelen voor uw tuin / moestuin / akker(s) / kippenhok?

146 responses



Hoe vaak gebruikt u chemische of biologische middelen? (Indien van toepassing)

127 responses



Maakt u gebruik van huismiddelen (koffiedik, eischillen,...) of zelfgemaakte middelen (compost, bokashi,...) op uw bodem? Zo ja, welke en waarvoor?

146 responses

Nee

Compost

compost

Koffiedik tussen de bloemetjes. Gras in de moestuin

compost en paardenmest

compost, koffiedik, eischillen, snoeiafval, als bodemverbeteraars

Compost, koffiedik

Koffiedik en eierschalen om de wormen te voeren en de zuurgraad laag te houden

Ja, ik maak eigen compost, van keuken en tuin afval, is beter om datgene wat je niet nodig hebt (schillen, koffiedik etc) terug te geven aan je tuin.

Maakt u gebruik van middelen op basis van micro-organismen (EM, mycorrhizae tabletten,...) op uw bodem? Zo ja, welke en waarvoor?

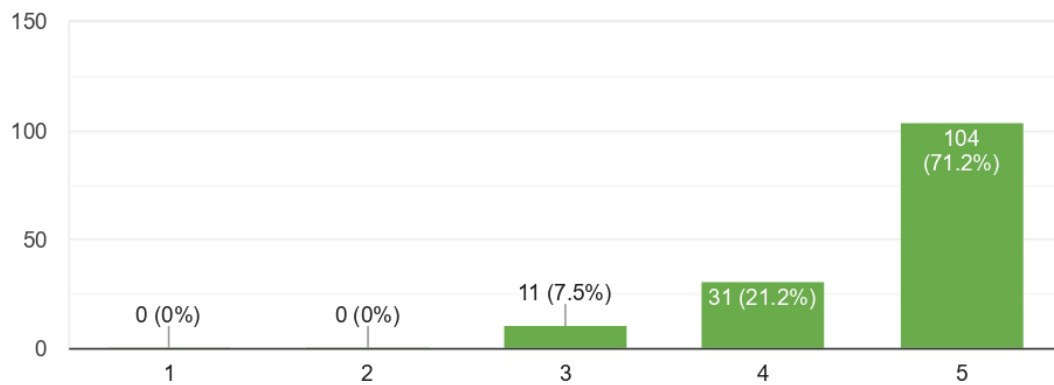
146 responses

Nee
Neen
nee
neen
Nee
Nee, onbekend mee.
Ne3
Bokashi
Nee (nog niet, wel interesse)

Bodemgezondheid

Hoe belangrijk vindt u het om een gezonde bodem te bezitten?

146 responses



Waarom?

133 responses

Gezondheid

Dat het mooi bloeit en gezond is

He bent wat je eet. Je voedt de bodem en....

De bodem is de basis van alles wat er op groeit. Dus wil je gezonde groenten, dan heb je een gezonde bodem nodig

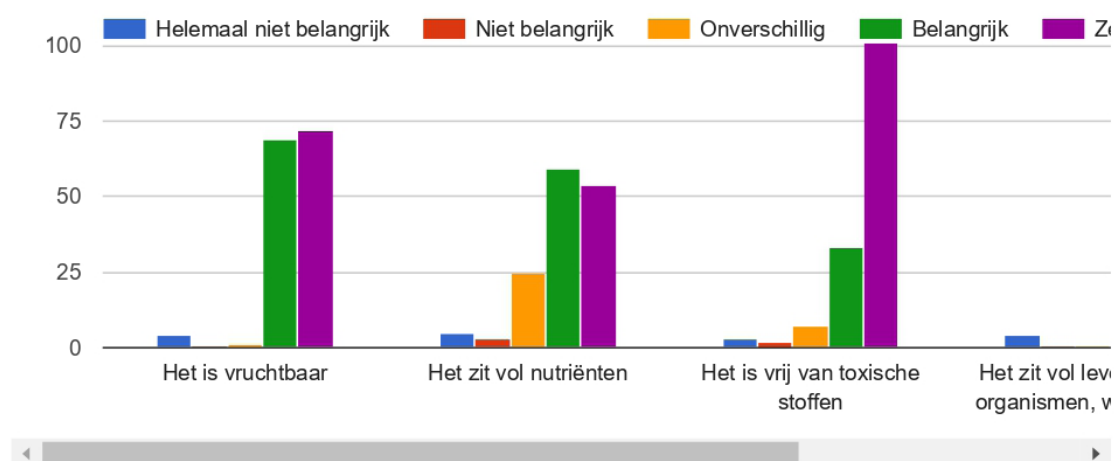
Een gezonde bodem regelt zelf haar gezondheid. Daarbij zijn de groenten sterker en smaakvoller.

Zodat de groenten groeien kan

Voor gezonde groenten en fruit

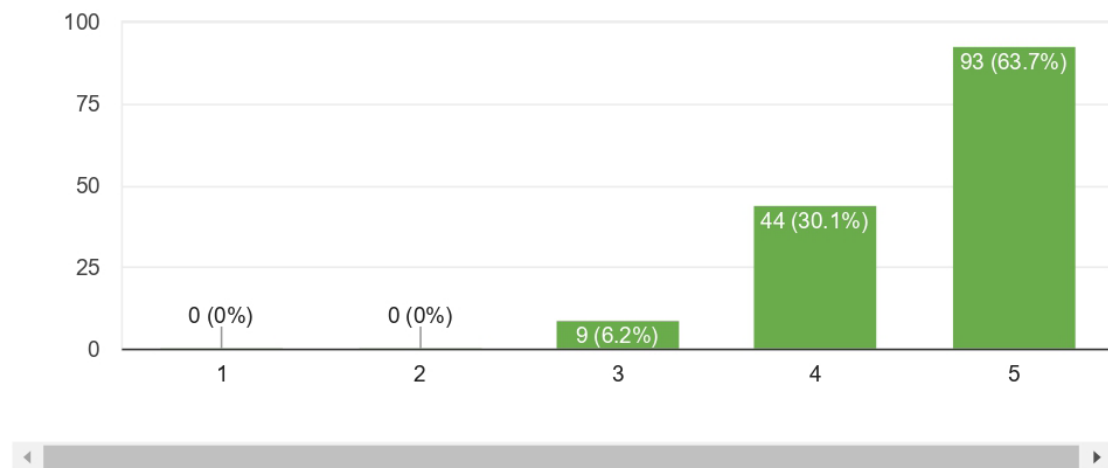
Voor gezonde groenten en dieren

Welke eigenschappen vindt u het belangrijk om een een gezonde bodem te bekommen?



Hoe sterk verbonden vindt u de gezondheid van uw bodem met de producten dat u eruit oogst (fruit/ groenten/ eieren)?

146 responses



Heeft u ooit al eens een bodemtest laten afnemen? Zo ja, wat waren de resultaten?

146 responses

Nee

Neen

nee

neen

Bee

Nee

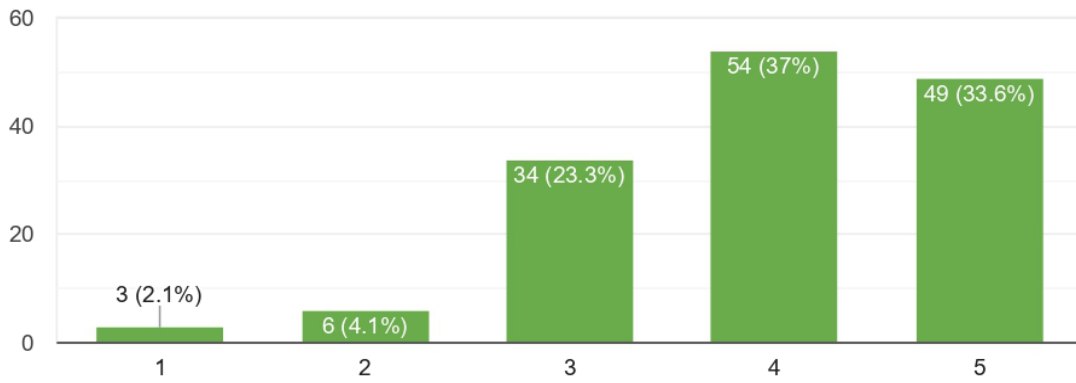
Nog niet, maar door deze test wordt ik me er wel meer bewust van

zuurgraad test, de grond was aan de zure kant

ja , prima resultaat

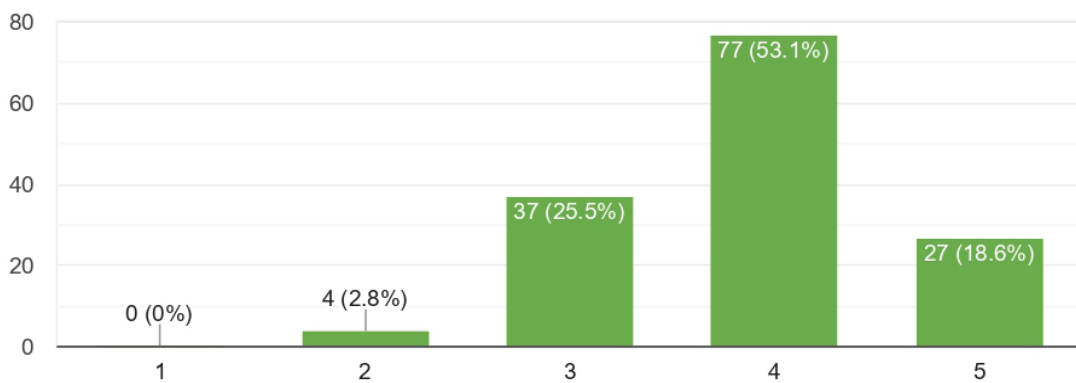
Hoe bewust bent u over de gezondheid van uw bodem?

146 responses



Hoe gezond zou u zeggen dat uw bodem is?

145 responses



Waarom?

127 responses

Het groeit allemaal

Het complex is al 30 jaar oud en wat er voor mijn tijd aan is gedaan weet ik niet.

ik gebruik enkel compost en paardenmest, geen bestrijdingsmiddelen, mijn bodem zit vol regenwormen en heeft veel organische materie, ik spit niet

Een gezond evenwicht bereik je pas na jaren (de bodem was verschaald toen ik er kwam wonen)

Geen idee we doen maar wat..

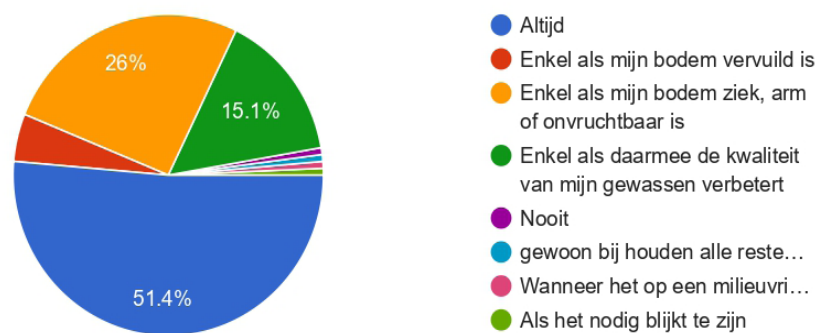
Heb geen idee.

Groeit goed

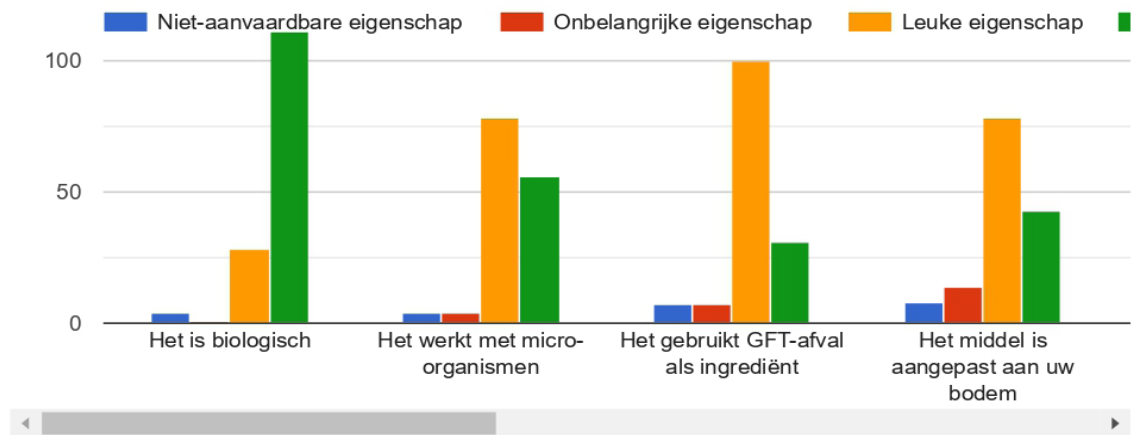
arme zandgrond

In welk geval zou u de gezondheid van uw bodem willen verbeteren?

146 responses



Sorteer de volgende eigenschappen. Wat mag het nieuw bodemverbeterend middel volgens jou al dan niet zijn/ bezitten?



Denk je aan nog een eigenschap? (Optioneel)

42 responses

Nee

Neen

neen

nee

Niet te duur

.

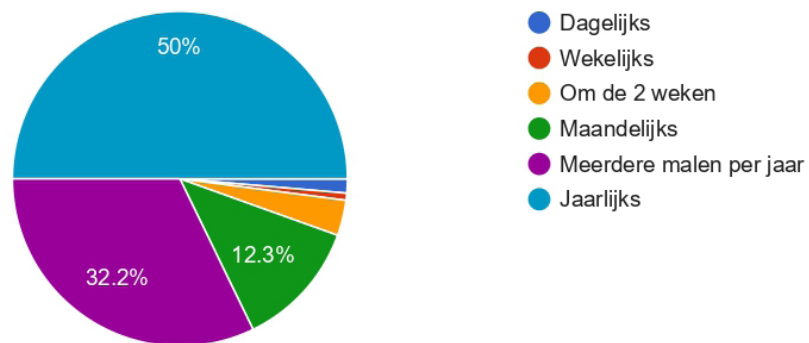
Aangename geur/makkelijk te doseren/Goed verkrijgbaar/betaalbare prijs.

Betaalbaar product

Neen

Wat is de maximale frequentie dat je een bodemverbeteringsmiddel zou gebruiken?

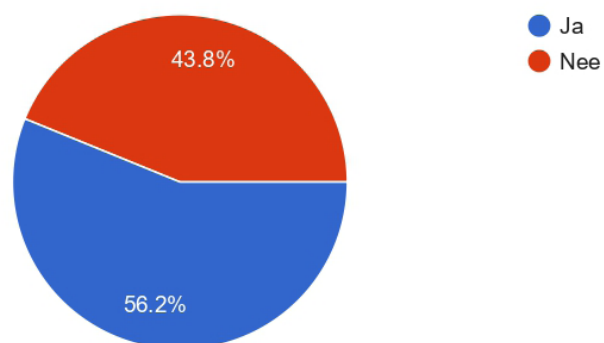
146 responses



Bedankt! Nog één laatste vraag:

Help je mij graag verder met mijn onderzoek?

146 responses



Interviews - 3 concepten

1. Datum

Example: January 7, 2019

2. Tijd

Example: 8:30 AM

Persona profiling

3. Geslacht

Mark only one oval.

- Man
 Vrouw
 Other: _____

4. Bodem dat u onderhoudt

Check all that apply.

- Sier tuin
 Moestuin
 Kippenhok
Other: _____

5. Doel van tuinieren

Check all that apply.

- Hobby
 Professioneel
Other: _____

6. Grootte van de bodem

Check all that apply.

- < 10 m²
 10 - 50 m²
 50 - 250 m²
 250 - 1000 m²
 > 1000 m²

7. Type tuinieren

8. Hoeveel tijd spendeert u wekelijks aan uw tuin / moestuin / akker(s) / kippenhok?

Mark only one oval.

- Minder dan 1 uur/week
 Tussen 1 - 3 uur/week
 Tussen 3 - 6 uur/week
 Meer dan 6 uur/week

9. Hoeveel geld geeft u jaarlijks uit aan producten en middelen voor uw tuin / moestuin / akker(s) / kippenhok?

Mark only one oval.

- Minder dan 50€/jaar
 Tussen de 50 - 250€/jaar
 Tussen de 250 - 500€/jaar
 Meer dan 500€/jaar

10. Andere Opmerkingen

11. Middelen

Check all that apply.

- Bestrijdingsmiddelen (herbiciden, pesticiden, fungiciden...)
 Meststoffen (compost, synthetisch...)
 Bodemverbeters (waterretentie, zuurtegraad, bedekkers...)
Other: _____

12. Welke?

13. Huidig gebruik van pesticiden

Mark only one oval.

- Ja
 Nee

28.3 Conceptinterviews

28.3.1 Vragen

14. Ooit gebruikt? Welke?

15. Gebruik van huismiddelen

Mark only one oval.

- Ja
 Nee

16. Welke?

17. Gebruik van producten met micro-organismen

Mark only one oval.

- Ja
 Nee

18. Welke?

19. Heeft u ooit al een bodemreiner gebruikt?

20. Hoe bereid bent u om nieuwe producten/middelen te proberen voor uw tuin?

Mark only one oval.

- 1 2 3 4 5

Ik ga niets nieuws meer proberen Ik probeer telkens nieuwe dingen

21. Via welk kanaal leert u nieuwe middelen kennen?

Bodemgezondheid

22. Eigenschappen gezonde bodem

Mark only one oval per row.

	Helemaal niet belangrijk	Niet belangrijk	Onverschillig	Belangrijk	Zeer belangrijk
Vruchtbaar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vol nutriënten	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Geen toxische stoffen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vol leven (micro-organismen, wormen,...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Goede waterretentie	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

23. Opmerkingen

24. Belang gezonde bodem

Mark only one oval.

- 1 2 3 4 5

Helemaal niet belangrijk Zeer belangrijk

25. Waarom?

26. Hoe gezond is jouw bodem?

Mark only one oval.

- 1 2 3 4 5

Heel ongezond Zeer gezond

27. Waarom?

28. Bodemtest? (Ervaring, Resultaten, Desirability)

29. Invloed van stoffen op uw gewassen/ eieren? (<https://www.gezondteiteigengrond.be/welke-stoffen-zijn-schadelijk>)

Mark only one oval per row.

	Helemaal geen invloed	Geen invloed	Geen idee	Wel invloed	Veel invloed
Luchtcontaminatie	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Verbouwingsresten	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pesticiden	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Historische bodem-vervuiling	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Assen (BQ, Steenvuurtje,...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Olieresten	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Behaviour Analysis

Over de bodemgezondheid van uw tuin

30. STRUGGLES - ongemakkelijkheden over de huidige situatie

31. FAMILIARITIES - over de huidige situatie

32. MOTIVATORS - ideale situatie

33. ANXIETIES - ideale situatie

Gebruiks-limiten

34. MINIMALE condities wanneer u een bodemverbeteraar zou gebruiken?

Mark only one oval.

- Altijd
- Enkel als mijn bodem vuil is
- Enkel als mijn bodem ziek of arm is
- Enkel als het de gezondheid van mijn gewassen/ kippen verbetert
- Nooit
- Other: _____

35. Hoe vaak zou u MAXIMAAL een bodemverbeteraar willen gebruiken?

Mark only one oval.

- 1 x week
- 1 x 2 weken
- meerdere x maand
- 1 x maand
- meerdere x jaar
- Jaarlijks
- Other: _____

36. Hoe veel zou een bodemverbeteraar MAXIMAAL (x jaar) mogen kosten?

Mark only one oval.

- < 25 €
- 25 - 50€
- 50 - 100€
- 100 - 250€
- > 250€
- Other: _____

Eigenschappen

37. Waar plaatst u de volgende eigenschappen?

Check all that apply

	Niet-aanvaardbaar	Onverschillig	Leuk	Must-have
Het is biologisch	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Werkt met micro-organismen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gebruikt GFT als input	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Het is aangepast aan uw eigen bodem	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Je maakt het zelf klaar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Een buur maakt het voor je klaar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Een bedrijf maakt het voor je klaar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Het is van een vertrouwd merk	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Inbegrepen bodemtests	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zelf-verdiensmodel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Werkt met een app	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

38. Welke eigenschap zou u extra voor betalen? (andere ook mogelijk)

39. Waarvoor zou u de app gebruiken?

Check all that apply

- Bijbestellen
- Agenda, monitoring van het gebruik
- Forum
- Mensen in mijn buurt zoeken die het ook gebruiken
- Punten verzamelen

40. Opmerkingen

41. Wat zijn uw gevoelens tegenover (bodem) micro-organismen? FOTO

Concepten

42. Eerste indruk

43. Concept A

44. Concept B

45. Concept C

46. Voorkeur van eigenschappen

Mark only one oval per row.

	A	B	C
Vorm	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Voorbereiding	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Begraven	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Feedback	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Graad van technologie	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Reinigen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Middel maken	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Input	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

47. Andere opmerkingen

52. Reden

48. Rijst of Agar?

Mark only one oval.

Rijst

Agar

Other: _____

This content is neither created nor endorsed by Google.

Google Forms

49. Waarom?

50. Materiaal?

Check all that apply.

Ijzer

Hout

Glas

Kunststof

Silicone

Steen

Rubber

Composit

Papierpulp

Wax

Ceramiek

Riet

Schimmel-materiaal

Other: _____

51. Voorkeur

Mark only one oval.

A

B

C

Interviews - 3 concepten

6 responses

[Publish analytics](#)

Datum

6 responses

Feb 2020 | 26 27 2 29 3

Tijd

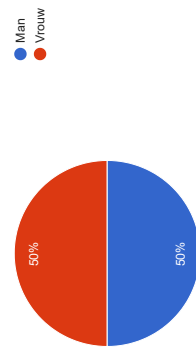
6 responses

12 :	AM	12:10 AM
09 :	AM	9:00 AM
10 :	AM	10:30 AM
11 :	AM	11:00 AM
03 :	PM	3:30 PM
06 :	PM	6:30 PM

Persona profiling

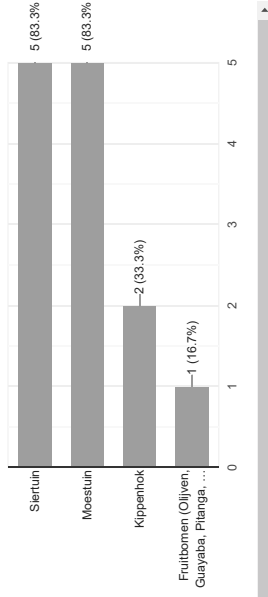
Geslacht

6 responses



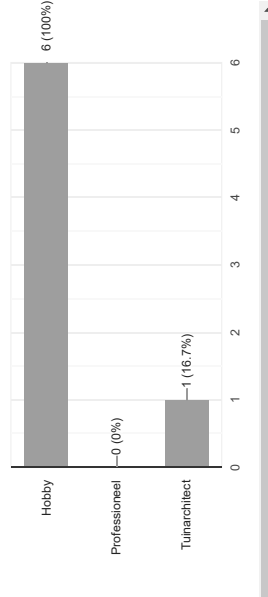
Bodem dat u onderhoudt

6 responses



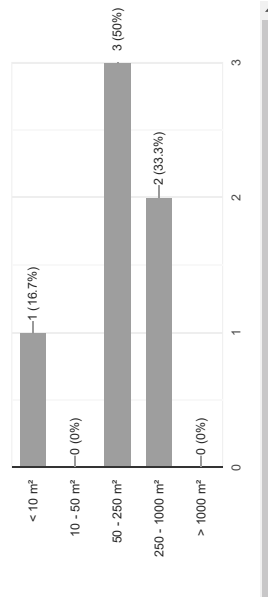
Doel van tuinieren

6 responses



Grootte van de bodem

6 responses



Type tuinieren

3 responses

Natuurlijk Tuinieren + Rotatieteel (om de 4 jaar roteren)

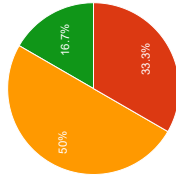
Perma - Bodem is altijd bedekt (mulch materiaal, schors,...) - Ik heb dat thuis zo geleerd maar tot kort ken ik de naam ervoor.

Bio - Perma (6-7 | geleiden)

Hoeveel tijd spendeert u wekelijks aan uw tuin / moestuin / akker(s) / kippenhok?

6 responses

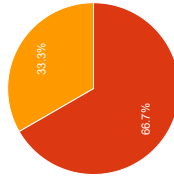
- Minder dan 1 uur/week
- Tussen 1 - 3 uur/week
- Tussen 3 - 6 uur/week
- Meer dan 6 uur/week



Hoeveel geld geeft u jaarlijks uit aan producten en middelen voor uw tuin / moestuin / akker(s) / kippenhok?

6 responses

- Minder dan 50€/jaar
- Tussen de 50 - 250€/jaar
- Tussen de 250 - 500€/jaar
- Meer dan 500€/jaar



Anderen Opmerkingen

3 responses

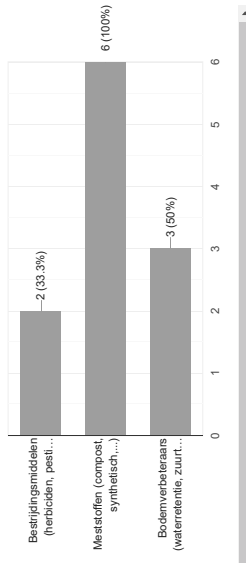
Al 12 jaar een moestuin. Onderhoudt de moestuin samen met zijn zus.

Al 5-6 jaar een moestuin

Voorzitter geweest van Velt vzw Schoten wegens mijn management skills eerder dan mijn tuinier skills

Middelen

6 responses



Welke?

5 responses

Mulchmateriaal, Kalk, Turf voor bosbessen

Compost van keuken + tuin afval, vooral tuinafval want eten gaat naar de kippen

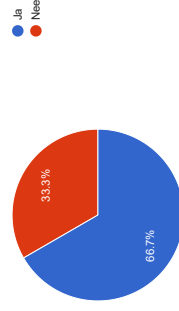
Compostbakken - 2 omzetbakken
Gekochte compost
Bokashi

Ik koop alles wat ik nodig heb in de AVEVE winkel

Gebruik van Guano - synthetische meststof (Bio), Zwavel

Huidig gebruik van pesticiden

6 responses



Ooit gebruikt? Welke?

6 responses

In het begin van zijn carrière heeft hij ook tuinonderhoud gedaan. Toen gebruikte hij 'Curator' van Bayer, maar zag snel in dat pesticïdes leiden tot een vicieuze cirkel.

Nee

ENKEL om de bamboe van de buur te stoppen van bij mij te groeien - Round up (Bayer)

Man (partner) zou dat wel doen. Uitzondering voor rupsen en onkruidverdelger.

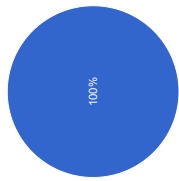
Bladluizen, die krijg ik niet weg

Zo weinig mogelijk: Als het te erg wordt met de insecten - Witte vlieg en woluis

Gebruik van huismiddelen

6 responses

● Ja
● Nee



Welke?

5 responses

Gieren van brandnetel + kattenstaart, Bruine zeep + water, Assen van de open haard (natuurlijk hout), Compost

Eischalen voor calcium, Gieren

Koffiedik, eierschalen, thee voor bladluizen, Compost, Bokashi

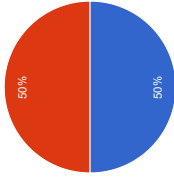
Zelfgemaakte compost. Ik heb een bak van 40x40x100

Vroeger compost, maar dat stonk teveel. Water + bruine zeep, Allowina (Aloe), Zelfgemaakte enzymes (FJJ fermented fruit juice)

Gebruik van producten met micro-organismen

6 responses

● Ja
● Nee



Welke?

3 responses

Producten van EOstyle (terrariertuin), klaargemaakte bokashi,...

Niet voor in de bodem: Enzymes voor in de afvoer, al 15jaar!

Bokashi van keukenafval (maar ik ga ermee stoppen want het lukt niet), EM ooit reiniger ervan gekocht

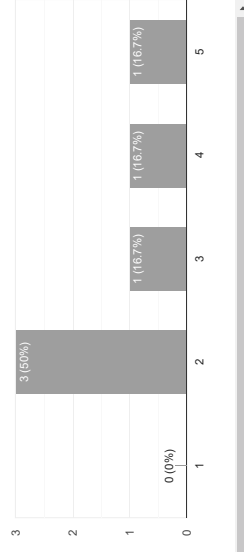
Heeft u ooit al een bodemreiniger gebruikt?

0 responses

No responses yet for this question.

Hoe bereid bent u om nieuwe producten/middelen te proberen voor uw tuin?

6 responses



Via welk kanaal leert u nieuwe middelen kennen?

3 responses

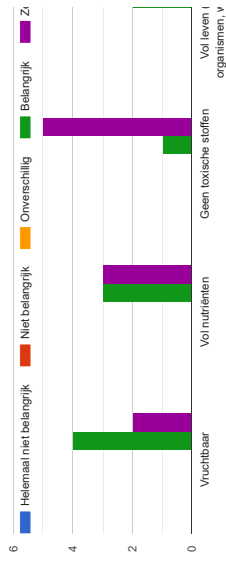
Nieuwe producten worden telkens aan mij aangeleverd via de groothandel. Ik bezit ondertussen een gezonde vorm van scepticisme: niet alles werkt zoals het zegt op de verpakking. SERVAPLANT.NL (onderzoeksinstelling gezonde bodems)

"Niet snel nieuwe dingen proberen want ik ken er zelf te weinig van"

Niet in de winkel, enkel als vrienden of kennissen mij iets aanraden zal ik iets nieuws gaan proberen. Misschien via websites of forums voor huismiddeltjes.

Bodemgezondheid

Eigenschappen gezonde bodem



Opmerkingen

2 responses

Vruuchtbaarheid is belangrijk voor moestuinen, maar ook met mate, want hoe meer suiker in de bodem is, hoe sneller er plagen op komen.

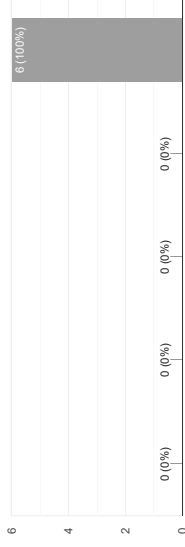
Kruiden = aroma's (gebruikten de Inca's ook) -> houden de bestuivers in huis

Square foot gardening (30x30): Leuk type tuinieren

Vol leven: kennismaking via Velt vzw over het belang van de ondergrond

Belang gezonde bodem

6 responses



Waarom?

6 responses

In de bodem begint alles

Bodem = Basis van alles

= Gezonde groenten en dieren

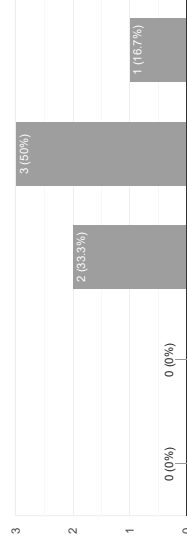
Gezonde planten, minder last van ongedierte

geen gezonde bodem = geen gezonde patatjes

Het is belangrijk voor de planeet

Hoe gezond is jouw bodem?

6 responses



Waarom?
6 responses

- Wegens ongezonde stoffen die komen via regen en wind
- Het is jarenlang een bodemgrond geweest zonder hummus
- Groeit goed
- Vorige bewoner dumpte vanalles. Plaatsen waar er zelf geen onkruid groeide! Het kan beter, maar ik zou er mijzelf in moeten verdiepen.
- Alles groeit goed
- Mijn bodem is vulkanisch, dus er zitten veel mineralen in.

Bodemtest? (Ervaring, Resultaten, Desirability)
6 responses

Response	Count	Percentage
2	3	50.0%
1	1	16.7%
0	1	16.7%

Inloed van stoffen op uw gewassen/ eieren?
(<https://www.gezondtelengrond.be/welke-stoffen-zijn-schadelijk>)

Substance	Helemaal geen invloed	Geen invloed	Geen idee	Wel invloed	Vee
Luchtcontaminatie	0	0	0	1	0
Verbouwinggrassten	0	1	0	0	0
Pesticiden	0	0	0	2	0
Historische veru	0	0	0	0	1

Behaviour Analysis

STRUGGLES - ongemakkelijkheden over de huidige situatie
6 responses

- Onkruid trekken
- Onkruid trekken (maar wordt beperkt door mulchen)
- De bedden zaaiklaar maken
- Onkruid wegdoen
- Slakken wegdoen (maar daarvoor zijn de kippen er)
- Compost omzetten (te zwaar)
- Snoeien
- De gazon afrijden
- Compost omzetten
- Gazon afrijden (allergisch)
- Insecten bestrijden

FAMILIARITIES - over de huidige situatie
6 responses

- Allemaal leuk
- Oogsten!
- Oogsten!
- "Naar alles kijken hoe het groeit"
- Zaaien (het begin van het seizoen)
- Oogsten
- Koken met uw eigen groente en recepten opzoeken
- Onkruid trekken = mindful
- Oogsten!
- Compost maken (lekkere geur, zo goed als gratis)
- Blaadjes wegrapen (mindful)
- Knippen
- Enzymen maken



MOTIVATORS - ideale situatie

5 responses

Snel resultaten zien

Dat er genoeg koolstof in de bodem komt. De introductie van Biomasssa.

Als het helpt

Niet te klein, niet te groot.

Het liefst iets dat ik buiten kan zetten, iets mobiel

Meer leven in de bodem maakt uw tuin 10x mooier

App is een hulp, vooral als je dingen kan vragen dat je niet weet of voor feedback, want vaak is dat zo in de tuin dat je niet weet aan wie je een vraag kan stellen.

ANXIETIES - ideale situatie

5 responses

Als het te veel werkt is

Er mag niet te veel tijd tussen zitten (routine) - Voorbeeld: klanten vinden het maken van compost makkelijk, maar het ondraaien of leegmaken doen ze niet en daarna is het te vervaarlozen.

Iets dat GIFTIG is.

/

Flashty kleuren

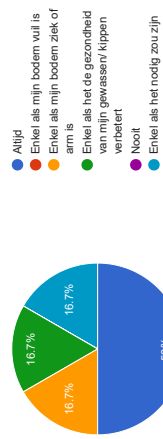
Geurtjes

Te duur

Gebruiks-limitaten

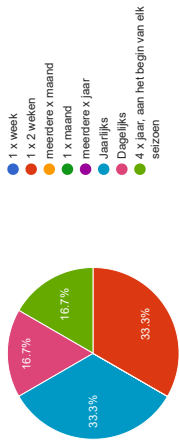
MINIMALE condities wanneer u een bodemverbeteraar zou gebruiken?

6 responses



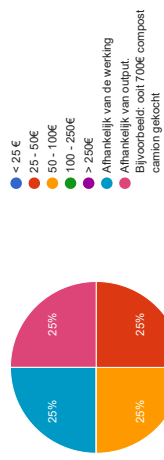
Hoe vaak zou u MAXIMAAL een bodemverbeteraar willen gebruiken?

6 responses



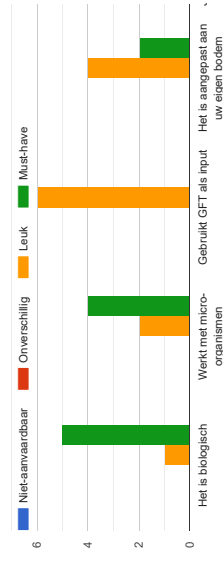
Hoe veel zou een bodemverbeteraar MAXIMAAL (x jaar) mogen kosten?

4 responses



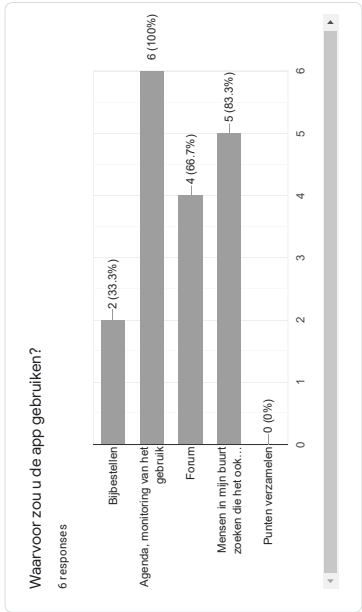
Eigenschappen

Waar plaatst u de volgende eigenschappen?



Welke eigenschap zou u extra voor betalen? (andere ook mogelijk)
 5 responses

- Biologisch, Aangepast aan eigen bodem
- Biologisch, Met micro-organismen
- Aangepast aan eigen bodem, want alle bodems zijn anders.
- Zelf-verdienstmodel
- Biologisch, Je maakt het zelf klaar



Opmerkingen
 4 responses

- Zolang het werkt maakt het niet uit wie het klaarmaakt.
- De mensen in uw buurt kennen die dat ook doen = leuk
- Is het niet universeel? - Als het werkt werkt het, maakt niet uit van welk merk het is
- Bodemtest zijn leuk, maar afhankelijk van de prijs. Het zelf(verdien)stmodel zou ik enkel leuk vinden moest het een duur product zijn (een investering)

Wat zijn uw gevoelens tegenover (bodem) micro-organismen? FOTO
 6 responses

- Niets speciaal
- Niets
- Dat bewijst dat het leeft. Ik zou toch een handschoen aandoen.
- Zwarte schimmels: niet blij. Maar het doet mij ook denken aan schimmelkaas = blij. Toch handschoenen aandoen.
- Vies, niet zo leuk. Ik zou eerder een handschoen aandoen dan het uit te lepelen
- Vies, maar aannaaken is OK. Ik zou mijn tuinhandschoenen gebruiken.

Concepten
 Eerste indruk
 2 responses

Opletten met horigzwam (Amillaria) = Aerobe schimmel, ziet er uit als zwarte schoenveters.
 Ik zou eerst de bodem enten met goede schimmels en deze daarna verder produceren met deze productjes.
 Zou dieper moeten kunnen gestoken worden in de zomer - tegen de warmte.
 A wel tof. C niet.

Concept A
 6 responses

Praktisch!
 Je moet dan wel juist composteren en niet de verkeerde dingen erbij doen.
 Er moet nog een gaasje aan de onderkant komen dat de lokaas genoeg lucht heeft indien de bodem zeer vochtig wordt of er komt regenwater in.

Handig. Geelkaar dig aan gieren, daar kan je ook een aquariumpomp voor gebruiken. Ik zou wel eerder tuinafval gebruiken ipv keukenafval.

Pomp van de reactor is geelkaar dig aan de pomp van de vijver.
 Ik neem aan dat de grootte van de reactor geelkaar dig is aan het ding om uw tuinslang mee op te rollen.

Ik zou er 3 of 4 steken, zodat er altijd eenje in de bodem zit!

Mooi, gebruiksvriendelijk. Makkelijk.
 Waar moet ik de reactor zetten buiten als het stroom nodig heeft?

"Neat". Het ziet er als een kleine investering uit van 100-200€ met die reactor.



Concept B

6 responses

Compacter. Eerder voor siertuinen; daar heb je niet zo een zachte bodem als bij moestuinen. Je moet wel zeker zijn dat je een goede plek hebt. Je kan minder gaan variëren (loss-gedeelte tov zonnig-gedeelte)

Ik mis de voordelen dat de GFT zal geven van Concept A. Groter, maar misschien ook gemakkelijker, kwetsbaarder. Vrouw zou zeggen: "blijft met die vulzigheid buiten!" (Reactor dat binnen staat)

Ziet er duurder uit dan A. Ook minder omslachtig met dat GFT. Lijkt gemakkelijker. Maar ik zou wel geen geur willen binnen. Ik zou het in de garage of het tuinhuis plaatsen. Gemak gaat voor mij eerst.

Het "plantje" moet groen zijn. Notificatie via app; eerder een timer want anders moet er een sensor inzitten Zou na een tijd vol aarde zitten.

Lijkt bestemd voor maar minimaal mensen te worden

Concept C

6 responses

Dit is bestemd voor ander cliënteel. Het is wat overkill. Eerder voor beginners zou ik zeggen.

Gemakkelijk, maar waarschijnlijk duurder. Heeft ook een sheelf life (negatief).

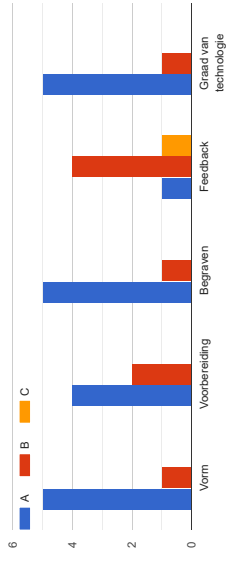
Te omslachtig.

Doet mij denken aan Fibonacci & Viktor Schauberger. Hiermee ben je afhankelijk van een bedrijf = niet in controle

Lijkt op een pokemon Ik zou het vervelend vinden moesten ze het altijd met een auto komen halen. Voer een leverancierssysteem met fietsen in. "Als mijn buur het zou doen zou ik het niet erg vinden, dan is het ook lokaal hé"

Gevaarlijk om over de bal te vallen. Bestemd voor rijke en luie mensen. Tuinieren is een bezigheid. Het leukste is je met je handen in de aarde te zitten.

Voorkeur van eigenschappen



Andere opmerkingen

6 responses

Ik zou het zelfverdienmodel echt gebruiken: Dan kan ik het middel ook aan mijn klanten verkopen! Zoals kefir wordt verkocht. GPS zal het toestel veel duurder maken, ik zet dan wel een stokje. Gebruiken van Regenwater = zeker een goed idee! Er moeten juiste aanwijzingen zijn. Voorbeeld met een youtube video. Juridisch gezien: verkopen als een bodemverbeteraar ipv bodemreïnger. "De meeste mensen moestuinen voor plezier"

A is discreet: kan je niet zien.

A moet wel een gaatje hebben dat het niet verzuipt.

Graad van technologie: Liever "basic stuff" dat niet kapot gaat.

Reactor mag iets niet te groot zijn.

GPS niet nodig om de collector terug te vinden, wel om te weten wie het nog doet in mijn omgeving.

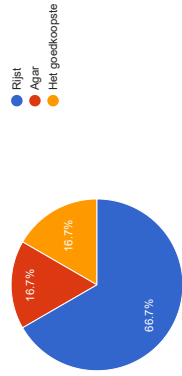
Een doorzichtig vlak dat je kan zien hoe ver het staat = noodzakelijk.

GPS niet nodig, ik gebruik wel een vlagje.

Reactor zou ik kopen afhankelijk van de prijs.

Rijst of Agar?

6 responses



Waarom?
5 responses

Voor A en B omdat je toch alles al zelf doet is rijst koken geen extra moeite. Voor C zou ik agar gebruiken.

Rijst is gemakkelijker

Vertrouwd

Ik zou overschot van het eten gebruiken

In een fles. Dat is proper, schoon. Valt beter te doseren.

Reden
6 responses

Meer nuttigheden door GFT, Zelfverdienstmodel, Het simpelste

Het simpelste, de Reactor staat buiten.

B is het gemakkelijkste: niet te veel nadenken over de gift en je kan hem binnen opbergen in de garage (staat niet in de tuin, waar je op moet kijken)

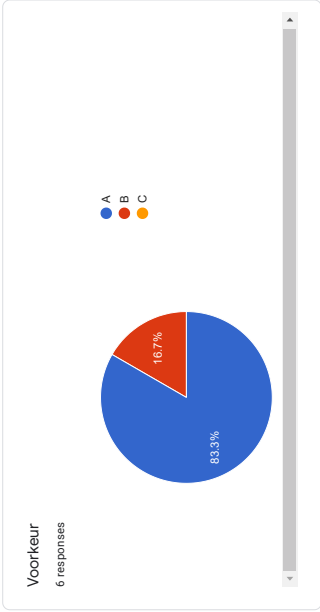
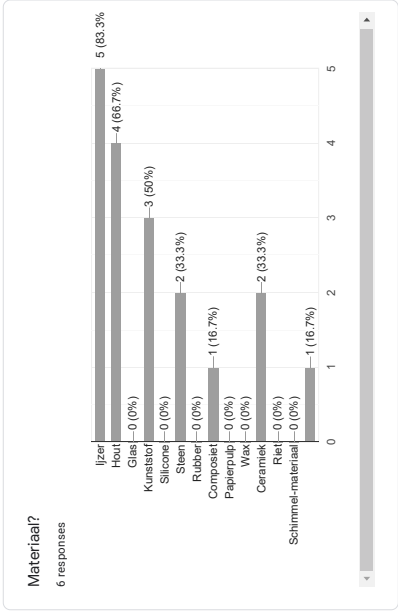
Lijkt het nuttigste, een grotere output, het is schaalbaar (meer gebruiken)

Liever ineens in het groot maken - slechts 2x jaar maken

A is het simpelste en het meest gebruiksvriendelijke.

C lijkt een kostelijke grap (het zou wel van jobs voorzien natuurlijk...)

Dat is het simpelste, het onzichtbaarste in de tuin. Gemakkelijk in gebruik.



This content is neither created nor endorsed by Google. [Report Abuse](#) - [Terms of Service](#) - [Privacy Policy](#)

Google Forms