

Groen, groener, groenst



Handleiding leerkrachten

Project Basisopties STEM-wetenschappen en STEM-technieken



*Dit project werd ontwikkeld door de cel iSTEM Inkleuren
in samenwerking KSLeuven en met materiaal van studenten van PXL Education*



Inhoudstafel

Inhoudstafel	2
Woordje vooraf	4
A. De projectfiches	5
1. Deel I: ontwerp en realisatie	5
2. Deel II: onderzoekend leren	8
3. Deel III: monitoring en automatisering	10
B. Didactiek iSTEM	12
1. Integratie van STEM-leerinhouden	12
2. Probleemgecentreerd leren.....	14
3. Onderzoekend en ontwerpend leren	15
4. Coöperatief leren.....	16
5. Vakdidactische input.....	16
C. Handleiding voor de aparte fasen.....	17
1. Deel I: ontwerp en realisatie	17
Bouwsteen 1: Inleiding tot de uitdaging.....	17
Bouwsteen 2: Duurzamer eten	20
Bouwsteen 3: Groenten kweken	21
Bouwsteen 4: Stadslandbouw.....	24
Bouwsteen 5: Samenvattend- oplossing.....	28
Bouwsteen 6: Het hydroponisch systeem Ontwerpend leren.....	29
2. Deel II: onderzoekend leren	36
Bouwsteen 1: Verkenning – Welke factoren beïnvloeden de plantengroei?	36
Bouwsteen 2: Op onderzoek! Op welke manier kunnen we abiotische factoren beïnvloeden om de plantengroei in het hydroponisch systeem te optimaliseren?	42
Bouwsteen 3: Het onderzoek uitgevoerd – welke invloed heeft licht op de plantengroei en waarom?	53
3. Deel III: monitoring en automatisering	60
Bouwsteen 1: Verkenning - Hoe kan je jouw hydroponisch systeem monitoren en automatiseren?.....	60
Bouwsteen 2: De micro:bit als sturing.....	62
Bouwsteen 3: Monitoren van hydroponisch systeem – ontwerpen en in gebruiknemen	65
Bouwsteen 4: Automatiseren van hydroponisch systeem	72

Automatiseren van licht in ons hydroponisch systeem	74
D. Evaluatie.....	76
1. Mijlpalen van het project	76
2. Werken met een STEM-portfolio?	80
E. Timing van het project	80
F. Tijdsbesteding en randvoorwaarden	81
G. Eindtermen en leerplandoelen	82
1. Eindtermen.....	82
2. Katholiek Onderwijs Vlaanderen	85
3. GO!.....	87
4. POV	90
H. Leerlijn STEM-beroepen.....	93
I. Bijlagen.....	94
Bijlage 1: sjabloon onderzoekend leren (STEMOOV)	94
Bijlage 2: Sjabloon voor Ontwerpend leren (STEMOOV)	95
Bijlage 3: Stem-concepten	96
Bijlage 4: Evaluatie van probleemoplossend denken met persona's	101
Bijlage 5: Bijkomende teamwerkfiches.....	104

Woordje vooraf

Deze handleiding hoort bij een leerlingenbundel ontwikkeld door of in samenwerking met de cel iSTEM Inkleuren. Hierin wordt alle ondersteunende **informatie voor leerkrachten** gebundeld, met uitzondering van een aantal antwoorden op vragen die in de leerlingenbundel in het **rood** worden aangegeven – deze moeten dus nog worden verwijderd. De link naar de leerlingenbundels kunnen in de projectfiches terug gevonden worden.

Het materiaal is **gratis ter beschikking** van alle leerkrachten, mits het respecteren van de [creative commons license](#):



Dit betekent dat je bent vrij om:

- het werk te delen — te kopiëren, te verspreiden en door te geven via elk medium of bestandsformaat;
 - het werk te bewerken — te remixen, te veranderen en afgeleide werken te maken.
- De licentiegever kan deze toestemming niet intrekken zolang aan de licentievoorwaarden voldaan wordt.

Onder de volgende voorwaarden:

- Naamsvermelding — De gebruiker dient de maker van het werk te vermelden, een link naar de licentie te plaatsen en aan te geven of het werk veranderd is. Je mag dat op redelijke wijze doen, maar niet zodanig dat de indruk gewekt wordt dat de licentiegever instemt met je werk of je gebruik van het werk.
- NietCommercieel — Je mag het werk niet gebruiken voor commerciële doeleinden.
- GelijkDelen — Als je het werk hebt geremixt, veranderd, of op het werk hebt voortgebouwd, moet je het veranderde materiaal verspreiden onder dezelfde licentie als het originele werk.
- Geen aanvullende restricties — Je mag geen juridische voorwaarden of technologische voorzieningen toepassen die anderen er juridisch in beperken om iets te doen wat de licentie toestaat.

We hopen jullie hiermee zo goed als mogelijk te helpen bij het **maken van jouw project**. Ga met alle materiaal aan de slag, pas het aan aan de context van jouw klas, jouw school, jouw team.... En als er vragen of opmerkingen zijn, kan je altijd terecht bij

contact@istem.be

We wensen jullie alle succes toe,

Het team van de cel iSTEM Inkleuren

A. De projectfiches

1. Deel I: ontwerp en realisatie

Info: voedselvoetafdruk – hydroponisch systeem – langlopend project in het kader van basisopties STEM

Tijdsbesteding: in trimerster 1: 4 weken van 5 lesuren

Doelgroep: Secundair onderwijs, 1ste graad – 2^{de} jaar, maakt deel uit van basisoptie STEM-wetenschappen en STEM-technieken

Overkoepelend thema: duurzaamheid

Keywords: voedselvoetafdruk, groenten, fotosynthese, stadslandbouw, hydroponisch systeem



Centrale uitdaging:

Hoe kunnen we een STEMmige manier vinden om duurzamer te eten?

Korte samenvatting:

In dit STEM-project gebruiken we de voedselvoetafdruk om jongeren bewust te maken van de impact van hun voedingspatroon op aarde. Ze exploreren tevens hoe nieuwe technologieën de voedselvoetafdruk kunnen verkleinen en verkennen enkele bestaande initiatieven voor stadslandbouw, waarbij gewassen gekweekt worden in de hoogte in een stedelijke context. Een hydrocultuur teeltsysteem wordt hier aangewend voor onderzoekend en ontwerpend leren. De leerlingen onderzoeken de invloed van bodemsoort op de plantengroei en kunnen het belang van fotosynthese uitleggen. Om te komen tot een goed ontwerpvoorstel van een hydroponisch systeem gaan de leerlingen op onderzoek met welke materialen dit zo ecologisch en goedkoop mogelijk gebouwd kan worden. Met de opgedane kennis maken ze een efficiënt en duurzaam hydroponisch systeem. Wat de leerlingen geleerd hebben uit zaai-experimenten en de leerinhoud uit de exploratie-opdrachten komt samen in een teelt-experiment en moet leiden tot een zinvol onderzoek over de groei van planten in een hangend of staand hydrocultuursysteem.

Structuur

Inleiding tot de uitdaging

Duurzaamheid

Ecologische voetafdruk

De uitdaging

Het ontwerpproces

Verkenning van het probleem	Duurzamer eten	Voedselvoetafdruk
		Wat zeggen de wetenschappers?
		Voedingsdriehoek
	Groenten kweken	Fotosynthese
		Delen van de plant
		Kiemproces
		Zaai-experiment
	Diverse teeltsystemen voor stadslandbouw	Voorbeeld
		Hydroponics - inleiding
		Hydroponics – diverse teeltsystemen
Ontwerp van een oplossing	Samenvatting	
	Duurzame materialen	
	Functiedriehoeken	
	Criteria	
Een hydroponisch systeem maken	Oplossingen bedenken	
	De nodige hulpmiddelen kiezen	
	Het ontwerp planmatig realiseren	
Het in gebruik nemen van het hydroponisch systeem		
Evaluatie		
STEM-beroepsprofielen		

Maturiteit van het project:

De cel hanteert vier categorieën die de maturiteit van een project weergeven:

Categorie 1 : de ontwikkelaars vinden dat het materiaal klaar is voor eerste gebruik.

Categorie 2: het materiaal is nagelezen door 'critical friends' en aangepast aan de feedback

Categorie 3: het materiaal is reeds gebruikt in één of meerdere testscholen en is aangepast aan ervaringen opgedaan in die scholen.

Categorie 4: het materiaal is meermaals gebruikt en heeft een zekere staat van maturiteit bereikt.

Voor het eerste deel van Groen, groener, groenst (versie 2.0) geldt:

Categorie : ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4

STEM-profiel project:



Leerlingenbundel ([versie 2020](#) - [versie 2021](#))

2. Deel II: onderzoekend leren

Info: plantegroei – hydroponisch systeem – langlopend project in het kader van basisopties STEM

Tijdsbesteding: 2 tot 4 weken

Doelgroep: Secundair onderwijs, 1ste graad – 2^{de} jaar, maakt deel uit van basisoptie STEM-wetenschappen en STEM-technieken

Overkoepelend thema: duurzaamheid

Keywords: biotische en abiotische factoren, plantengroei – “groeispurt” – licht - hydroponisch systeem



Centrale uitdaging:

Hoe kunnen we de plantengroei in ons hydroponisch systeem nog verbeteren?

Hoe kiemen en groeien planten het best?

Hoe kunnen we hun groei stimuleren met behulp van technologie?

We gaan op onderzoek!

Korte samenvatting:

We hebben in het 1^{ste} trimester in de module “Groen, groener groent” een experiment gedaan met het kweken van groenten (tuinkers, sla, basilicum). Hier hebben we gezien dat de bodem invloed heeft op de groei van de planten.

We hebben ook de groei van planten (fotosynthese) besproken.

Maar naast de bodem zijn er zeker nog andere factoren die op de groei een invloed hebben.

We gaan in deze module op zoek naar welke factoren dit zijn, hoe ze de groei beïnvloeden en hoe we deze factoren misschien kunnen beïnvloeden om de plantengroei te optimaliseren. Sommige van deze factoren kennen we al uit eigen ervaring. De begrippen abiotische en biotische factoren werden al aangeleerd in NAWE in het 1^{ste} jaar.

Structuur:

Verkenning - Welke factoren beïnvloeden de plantengroei?

Fotosynthese

Abiotische en biotische factoren

Op onderzoek! - Op welke manier kunnen we abiotische factoren beïnvloeden om de

Licht

plantengroei in ons
hydroponisch systeem te
optimaliseren?

Temperatuur

Water

Bodem (samenstelling,
zuurtegraad, voedingswaarde)

het onderzoek uitgevoerd-
welke invloed heeft licht op de
plantengroei en waarom?

Wat is licht?

Hoe kan je licht onderzoeken?

Bouwen van spectroscop

Kenmerken van licht
Op onderzoek met de
spectroscop

Welke soort lichtbron is het
beste voor de plantengroei in
ons hydroponisch systeem?

Maturiteit van het project:

De cel hanteert vier categorieën die de maturiteit van een project weergeven:

Categorie 1 : de ontwikkelaars vinden dat het materiaal klaar is voor eerste gebruik.

Categorie 2: het materiaal is nagelezen door 'critical friends' en aangepast aan de feedback

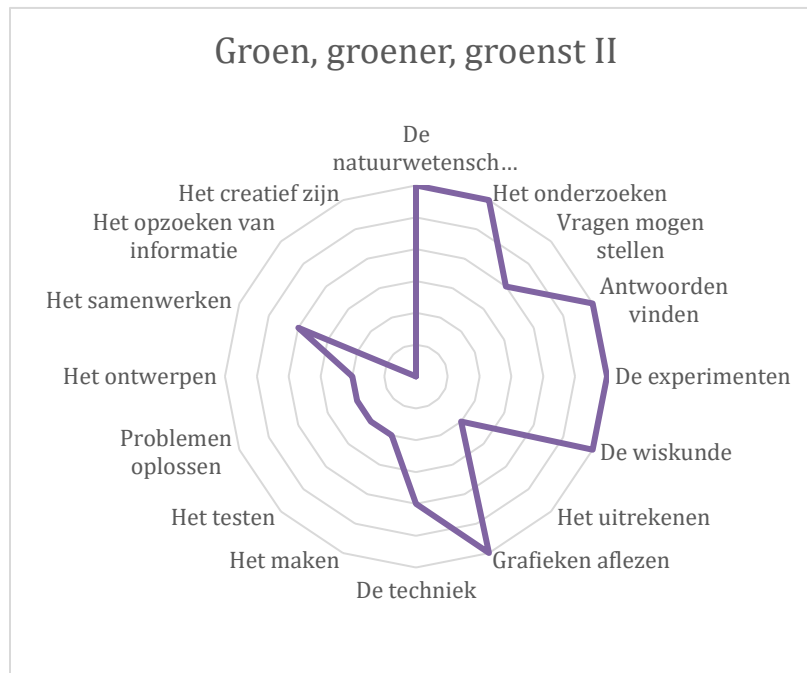
Categorie 3: het materiaal is reeds gebruikt in één of meerdere testscholen en is aangepast aan ervaringen opgedaan in die scholen.

Categorie 4: het materiaal is meermaals gebruikt en heeft een zekere staat van maturiteit bereikt.µ

Voor het tweede deel van Groen, groener, groenst geldt:

Categorie : ☒ 1 ☒ 2 ☒ 3 ☐ 4

STEM-profiel project:



Leerlingenbundel ([versie 2021](#))

3. Deel III: monitoring en automatisering

Info: plantengroei – hydroponisch systeem – langlopend project basisopties STEM

Tijdsbesteding: in trimerster 1: 4 weken van 5 lessen, verderzetting in trimerster 2 (2 to 4 weken) en **trimerster 3 (3 weken)**

Doelgroep: Secundair onderwijs, 1ste graad – 2^{de} jaar, maakt deel uit van basisoptie STEM-wetenschappen en STEM-technieken



Overkoepelend thema: duurzaamheid

Keywords: computationeel denken -micro:bit- monitosysteem - automatiseren

Centrale uitdaging:

Hoe kunnen ons hydroponisch systeem monitoren en automatiseren zodat de plantengroei zo effectief mogelijk verloopt?

Korte samenvatting:

Deze module is een vervolg op de module “Groen, groener groenst” van trimster 1 en 2.

In het eerste deel gebruikten we voedselvoetafdruk om leerlingen bewust te maken van de impact van hun voedingspatroon op aarde. We exploreerden hoe nieuwe technologieën de voedselvoetafdruk kunnen verkleinen en verkenden enkele bestaande initiatieven voor

stadslandbouw, waarbij gewassen gekweekt worden in de hoogte in een stedelijke context. Met de opgedane kennis ontwierpen en maakten we een efficiënt en duurzaam hydroponisch systeem. In het tweede deel zijn we dieper ingegaan op de abiotische factoren die invloed hebben op de groei van planten en hoe je deze factoren kan beïnvloeden om de plantengroei in het hydroponisch systeem te optimaliseren.

In dit derde deel leren we nu hoe we de abiotische factoren in ons hydroponisch systeem automatisch kunnen controleren (monitoren) en aanpassen om de plantengroei zo effectief mogelijk te laten verlopen. We gaan aan de slag met de micro:bit als sturing om een monitorsysteem te ontwikkelen voor licht, temperatuur en vochtgehalte en ons hydroponische systeem te automatiseren.

Bouwstenen:

Bouwsteen 1: Verkenning Hoe kan je jouw hydroponisch systeem monitoren en automatiseren?	De leerlingenmachine
	Geautomatiseerde sturing
	Algoritme
Bouwsteen 2: De micro:bit als sturing	Onderdelen op de micro:bit
	Gebruiksomgeving voor het programmeren verkennen
Bouwsteen 3: Monitoren van hydroponisch systeem ontwerp en ingebruikname	Lichtintensiteit
	Temperatuur
	Vochtigheid
Bouwsteen 4: Automatiseren hydroponisch systeem	Licht
	Niveau waterreservoir
	Bijvullen voedingsstoffen

Maturiteit van het project:

De cel hanteert vier categorieën die de maturiteit van een project weergeven:

Categorie 1 : de ontwikkelaars vinden dat het materiaal klaar is voor eerste gebruik.

Categorie 2: het materiaal is nagelezen door 'critical friends' en aangepast aan de feedback

Categorie 3: het materiaal is reeds gebruikt in één of meerdere testscholen en is aangepast aan ervaringen opgedaan in die scholen.

Categorie 4: het materiaal is meermaals gebruikt en heeft een zekere staat van maturiteit bereikt.

Voor het eerste deel van Groen, groener, groenst (versie 2.0) geldt:

Categorie : ☒ 1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4

STEM-profiel project:



Leerlingenbundel ([versie 2021](#))

B. Didactiek iSTEM

Het project “*Groen, groener, groenst*” is een project dat ondersteund werd volgens de basispijlars van de iSTEM-didactiek¹, het big ideas-project², het inkleurmodel³ en STEMOOV-model⁴.

1. Integratie van STEM-leerinhouden

¹ https://www.stematschool.be/images/visie_stem_school.pdf

² <https://bigideasgreatscience.wordpress.com/>

³ Andreotti, E., Frans, R., De Coninck, I., De Lange, J., Sermeus, J., & Van Landeghem J. (2017). *Eindrapport Vlaams Lerend Netwerk STEM SO*, <https://stemnetwerk.be/>

⁴ Degrie, K., Hamal, L., Hammels, C., Thys, M., Inspiratiegids STEMOOV (2019) Hasselt: AUHL

Via [deze link](#) kan je een gratis exemplaar aanvragen van de inspiratiegids STEMOOV.

Website : <https://stemoov.weebly.com/>

In het eerste deel van het project *Groen, groener, groenst* ligt de nadruk op de T van STEM: het ontwerp en bouwen van een hydroponisch systeem.

Dit wordt wetenschappelijk gekaderd vanuit duurzaamheid, ecologische voetafdruk, voedselvoetafdruk (S-component), waarin ook ruimte is voor de M-component (oppervlakte, grafieken). De S-component komt ook aan bod bij het onderzoekend leren.

Door deze probleemoplossende aanpak is de E-component sterk vertegenwoordigd.

Dit wordt hiernaast gevisualiseerd in het Inkleurmodel van het project.

Het STEM-concept dat centraal staat in dit project is “Structuur en functie” (zie bijlage).



In het tweede deel van het project *Groen, groener, groenst* ligt de nadruk op de S van STEM: het onderzoek naar de invloed van abiotische factoren op de plantengroei.

Dit wordt aangevuld door de bouw van een spectroscop (T-component).

Dit wordt hiernaast gevisualiseerd in het Inkleurmodel van het project.

Het STEM-concept dat centraal staat in dit project is “Stabiliteit en verandering” (zie bijlage).



In het derde en laatste deel van het project *Groen, groener, groenst* ligt de nadruk op het computationeel denken en de T-component.

Dit wordt hiernaast gevisualiseerd in het Inkleurmodel van het project.

Het STEM-concept dat centraal staat in dit project is “Systemen en modellen” (zie bijlage).



2. Probleemgecentreerd leren

Het is de fysische wereld waar kinderen, wetenschappers, ingenieurs ... zich over verwonderen en die je als leraar centraal moet stellen. Verwonderd worden door vragen, problemen, wensen en ervaringen is essentieel in het leerproces van zowel STEM-lerenden als -leraren. Door te vertrekken vanuit een authentieke context of een maatschappelijk relevant probleem dat eveneens aansluit bij hun leefwereld, interesses en waarden, zien STEM-lerenden in waarom ze bepaalde dingen moeten leren. Het is noodzakelijk om deze betekenisvolle context bij de start van een project of op regelmatige momenten te duiden.

Om de E van STEM te integreren in het project wordt vooral gefocussed op het probleemoplossend denken. Dit gebeurt in eerste instantie door te vertrekken vanuit een uitdaging. Een goed geformuleerde uitdaging vindt aansluiting bij de leefwereld van de doelgroep, is in een bredere context relevant en maakt ook de STEM-leerinhouden relevant om tot een oplossing te komen. In dit geval is dit alles rond duurzaamheid.

Deel I

Hoe kunnen we een STEMmige manier vinden om duurzamer te eten?

Deel II

Hoe kunnen we de plantengroei in ons hydroponisch systeem nog verbeteren?

Hoe kiemen en groeien planten het best?

Hoe kunnen we hun groei stimuleren met behulp van technologie?

Deel III

Hoe kunnen we ons hydroponisch systeem monitoren en automatiseren zodat de plantengroei zo effectief mogelijk verloopt?

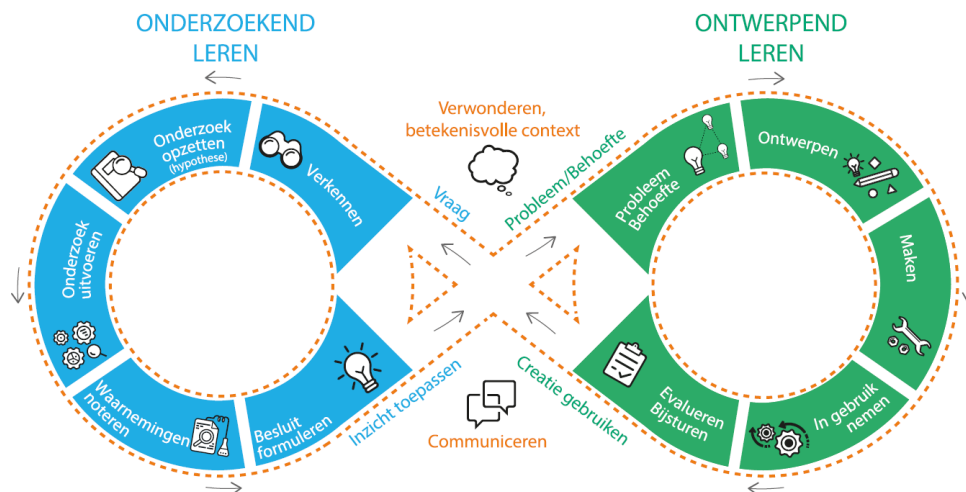
Essentieel voor het probleemgecentreerd leren is dat de leerlingen aangezet worden tot actief zoeken naar een oplossing en dit in tegenstelling tot het louter uitvoeren van een stappenplan. Daartoe worden regelmatig brainstorms ingelast en beginnen de leerlingen met een eerste ontwerp, dat vooral de creativiteit moet stimuleren en waar later in de loop van het project regelmatig naar wordt teruggekoppeld.

Bovendien wordt er na elke fase teruggekoppeld naar de uitdaging om het verloop van het probleemoplossend proces te expliciteren en maakt het probleemoplossend denken deel uit van de evaluatie.

Tenslotte kan deze attitude ook extra in de verf worden gezet aan de hand van de submodule Probleemoplossend denken (zie verder).

3. Onderzoekend en ontwerpend leren

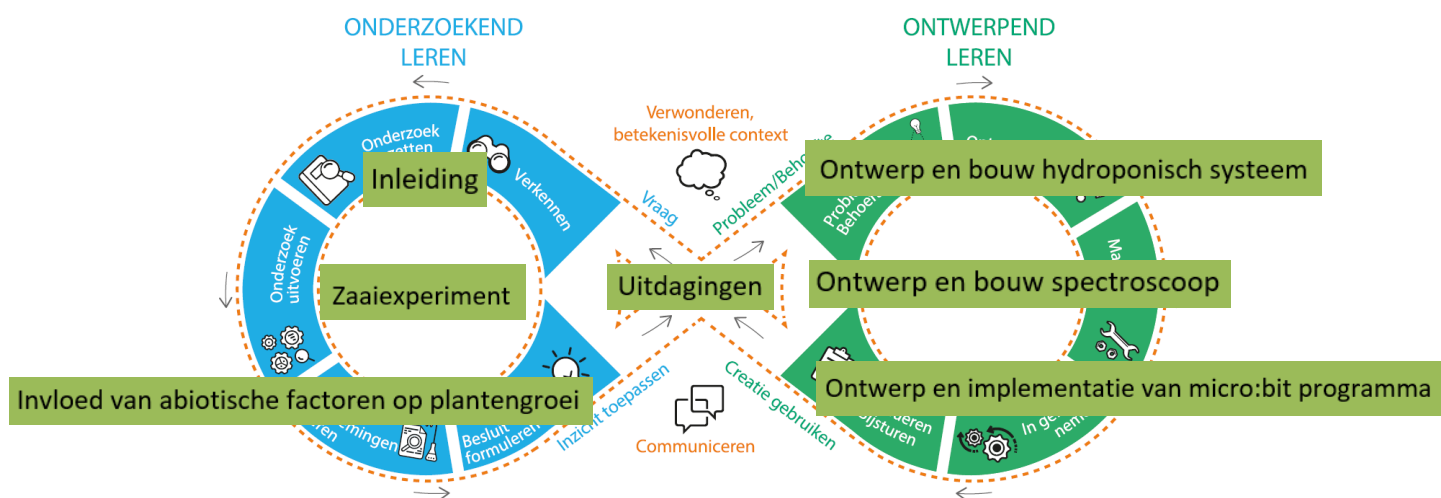
Om de verstrengeling van het onderzoekend en ontwerpend leren in STEM-projecten te benadrukken wordt het lemniscaat van het STEMOOV-model gebruikt als handvat.



De cycli 'onderzoekend en ontwerpend leren' zijn onderdeel van het STEMOOV-model. Dit model is geen starre structuur waarbij elke stap lineair of stap voor stap gevolgd moet worden. Het model is zo opgebouwd dat op elk moment in het model kan worden ingestapt, alsook tussen de verschillende stappen geschakeld kan worden of op een andere plek teruggaat in de cyclus. Zo kan het zijn dat een leerling zijn ontwerp moet bijsturen en nieuwe criteria moet selecteren. Onderzoekend leren kan ook een ontwerpende fase hebben en ontwerpend leren een onderzoekende fase.

Voor het project “Groen, groener, groenst” kan je makkelijk de verschillende fasen aan dit model koppelen. De fasen waarin de leerlingen op onderzoek gaan werden uitgewerkt op basis van het sjabloon voor onderzoekend leren van STEMOOV (zie bijlage 1). Voor het ontwerpen werd gebruik gemaakt van het sjabloon voor ontwerpend leren van STEMOOV (zie bijlage 2).

De verschillende delen kan je dus visueel aan dit model voorstellen:



4. Coöperatief leren

Teamwerk is een belangrijk aspect in STEM-projecten, waarin de interdisciplinariteit centraal staat. Ter inspiratie werd hiertoe een korte, facultatieve bundel uitgewerkt (zie Bijlage)

De samenstelling van de groepen is idealiter zo heterogeen mogelijk zodat elk teamlid een eigen bijdrage kan hebben (sterke leerlingen, creatieve leerlingen, handige leerlingen, gestructureerde leerlingen, enz...)

5. Vakdidactische input

De cel iSTEM- Inkleuren brengt de expertise van de verschillende partners samen en heeft tot doel de vertaling van onderzoeksresultaten naar de concrete klascontext.

C. Handleiding voor de aparte fasen

De verschillende fasen van het project zijn als een soort bouwsteen uitgeschreven en bevatten alle informatie voor de leerkrachten. Deze bevatten de aanpak, de leerdoelen van de fase, de leerinhouden die aan bod komen en toelichtingen bij de leeractiviteiten. Soms worden er verschillende alternatieven aangereikt.

Omdat evaluatie heel belangrijk is, wordt dit een ander hoofdstuk voor het volledige project beschreven. In beschrijvingen per fasen wordt hier echter ook al af en toe naar verwezen. Voor een volledig overzicht verwijzen we dus naar het hoofdstuk 'evaluatie'.

De lijst van eindtermen en leerdoelen die aan bod komen wordt verder opgenomen.

1. Deel I: ontwerp en realisatie

Bouwsteen 1: Inleiding tot de uitdaging

Deze fase in een notendop:

Vertrekkend van de notie van duurzaamheid van de leerlingen, wordt het concept gedefinieerd, toegepast op hun gedrag en wordt het begrip "ecologische voetafdruk" ingeleid als mogelijkheid om duurzaam gedrag te meten. Na een korte verkenning van de rol van voedsel als een belangrijk element van de ecologische voetafdruk komen we tot de centrale uitdaging : Zoek een STEM-mige manier om duurzamer te eten.

Tijd: 2 lesuren

Leerdoelen:

- Leerlingen kunnen in eigen woorden uitleggen wat duurzaamheid betekent en kunnen voorbeelden geven waarom duurzaam gedrag belangrijk is.
- Leerlingen kunnen uitleggen waarom duurzaam gedrag kan worden gemeten met de ecologische voetafdruk.
- Leerlingen kunnen verwoorden waarom ons eetgedrag invloed heeft de ecologische voetafdruk.
- Leerlingen kunnen de relevantie van de uitdaging verwoorden met betrekking tot duurzaam gedrag.

Leerinhouden:

- duurzaamheid (people, planet, profit)
- ecologische voetafdruk (ha, 6 landsoorten)

Randvoorwaarden:

- Materiaal: krantenartikels - *toegang tot internet*
- Voorkennis:

- Externen:

Beschrijving leeractiviteiten:

1. Duurzaamheid

- Brainstorm - activeren voorkennis
 - Eerst moeten leerlingen neerschrijven wat zij begrijpen onder “duurzaam”. Ook [mentimeter](#) kan hier als digitale tool worden ingeschakeld om leerlingen woorden te laten noteren waaraan ze denken bij het begrip “duurzaam(heid)” met een woordwolk als eindproduct.
 - De leerlingen delen met de klasgroep wat ze al gelezen, gehoord of gezien hebben over “duurzaamheid” - hiervoor kan gebruik gemaakt worden van mentimeter, met als eindproduct een woordwolk.
 - Leerlingen krijgen een aantal krantenartikels die verschillende aspecten van duurzaamheid illustreren.
- Definitie
 - De leerlingen kijken naar een filmfragment als inleiding tot een onderwijsleergesprek over een definitie van duurzaamheid. Duurzaamheid is een breed begrip, maar het komt er in het kort op neer dat in een duurzame wereld mens (people), milieu (planet) en economie (profit) met elkaar in evenwicht zijn, zodat we de aarde niet uitputten. Aan de hand van de 3 P's reflecteren zij over hun eigen gedrag. Ze kunnen voorbeelden geven van duurzaam en minder duurzaam gedrag.
 - Het begrip ecologische voetafdruk wordt nu ingeleid als een manier om duurzaam gedrag te kunnen meten. De leerkracht kan hier “de noodzaak om duurzaam gedrag te meten” aanbrengen vanuit de motivatie om de voetafdruk te verkleinen door dit anders aan te pakken. Vertrekkend vanuit de vraag “Hoe kan je weten dat jouw acties (een andere aanpak) ook effectief een positief effect hadden? Door te meten/ een meting is dan noodzakelijk. Als leerlingen hun afdruk willen verkleinen moet ze op zijn minst weten of ze na een aanpassing van hun gedrag een effect hebben en of dat effect positief is. Leerlingen moeten dus inzien dat ze het effect van hun acties kunnen meten en dat dit kan via de voedselafdruk.

2. Ecologische voetafdruk

- Definitie
 - Leerlingen krijgen een aantal krantenkoppen/artikels over de ecologische voetafdruk

De leerlingen kunnen ook aangeven wat ze begrijpen onder “ecologische voetafdruk”. Ook [mentimeter](#) kan hier als digitale tool worden ingeschakeld om leerlingen woorden te laten noteren waaraan ze denken bij het begrip “ecologische voetafdruk” met een woordwolk als eindproduct. [Voorbeeld woordwolk EVA](#)

- Grootheid

- De leerlingen kijken in kleine groepjes naar een [reportage](#) waarin de Zwitserse uitvinder van de EVA, prof. Mathis Wackernagel die uitlegt wat de EVA is of naar een [filmpje](#) met een iets eenvoudigere uitleg door meester Tom.
- Na de reportage beantwoorden de leerlingen enkele vragen en komen ze na een bespreking en onderwijsleergesprek tot een beter begrip van de ecologische voetafdruk.
- Aan de hand van een kort [filmfragment](#) leggen de leerlingen tot slot het verband tussen duurzaam gedrag met het milieu en het klimaat.

- Elementen

- De leerlingen krijgen de een opdracht een diagram over de elementen van de ecologische voetafdruk te “lezen” en dit uit te leggen. De leerlingen besluiten uit deze opdracht dat 20% van de voetafdruk van de Belg wordt veroorzaakt door wat we eten. Leerlingen kunnen enkele oorzaken opsommen voor de invloed van ons eetgedrag op de ecologische voetafdruk.

3. De uitdaging

- De leerkracht maakt de leerlingen warm voor de centrale uitdaging : Zoek een STEM-mige manier om duurzamer te eten. De leerkracht gaat na of de leerlingen de kunnen de relevantie van de uitdaging kunnen verwoorden met betrekking tot duurzaam gedrag.

Ondersteunend materiaal voor leerlingen en leerkrachten:

[Powerpoint](#)

[Mentimeter](#)

Reader:

- <https://www.oneworld.nl/lezen/klimaat/is-duurzaamheid-een-loos-begrip-geworden-nee-hoor/>
- <https://wikikids.nl/Duurzaamheid>
- <https://www.knack.be/nieuws/planet-earth/ecologische-voetafdruk-verkleint-enorm-na-vasten-zonder-vlees/article-normal-53561.html>

Bouwsteen 2: Duurzamer eten

Deze fase in een notedop:

De leerlingen verkennen de uitdaging vanuit het begrip voedselvoetafdruk en ook de voedingsdriehoek wordt in herinnering gebracht. Leerlingen brainstormen over eigen oplossingen om de voedselvoetafdruk te verkleinen en verkennen oplossingen die wetenschappers voorstellen. Ze besluiten dat stadslandbouw het best onderzoekbaar is in de klas en kiezen ervoor om groenten te kweken.

Tijd: 3 lesuren

Leerdoelen:

- ✓ Leerlingen kunnen in eigen woorden uitleggen wat voedselvoetafdruk betekent
- ✓ Leerlingen kunnen hun voedselvoetafdruk berekenen en vergelijken met het klasgemiddelde, de gemiddelde voedselafdruk in België en de duurzame voedselvoetafdruk.
- ✓ Leerlingen maken oefeningen met de grootheid en de eenheden die worden gebruikt om de voedselvoetafdruk uit te drukken.
- ✓ Leerlingen kunnen enkele persoonlijke acties opsommen die de voedselvoetafdruk kunnen verkleinen
- ✓ Leerlingen kunnen oplossingen van wetenschappers voor een meer duurzame productie toelichten
- ✓ Leerlingen kunnen enkele voor- en nadelen van de voorgestelde oplossingen benoemen
- ✓ Leerlingen kunnen een uitspraak doen over de onderzoekbaarheid van de oplossingen in de klas
- ✓ Leerlingen kunnen gezonde voeding zoals groenten situeren in de voedingsdriehoek.

Leerinhouden:

voedselvoetafdruk, grootheden en eenheden, voedingsdriehoek

Randvoorwaarden:

- Materiaal: korte opnames van interviews met een aantal beroepsprofielen, toegang tot het internet
- Voorkennis: leerlingen weten wat de ecologische voetafdruk is
- Externen:

Beschrijving leeractiviteiten:

- Voedselvoetafdruk

- Leerlingen geven in eigen bewoording wat zij begrijpen onder voedselvoetafdruk.
- De leerlingen berekenen hun voedselvoetafdruk
 - Onder begeleiding berekenen de leerlingen op www.voedselvoetafdruk.be hun individuele voedselvoetafdruk
 - Ze berekenen het klasgemiddelde en vergelijken hun eigen voedselvoetafdruk daarmee
 - Ze zoeken waarden van de gemiddelde voedselafdruk in België en van een duurzame voedselvoetafdruk op en vergelijken hun eige voedselvoetafdruk daarmee
- Leerlingen doen een aantal berekeningen om het begrip concreter te maken: omzetten van hectare in km², berekenen de voedselafdruk voor de hele wereldpopulatie, omzetten in functie van de oppervlakte van de aarde.
- Leerlingen brainstormen in groep een eerste keer over een mogelijke oplossing om de voedselvoetafdruk te verkleinen

• En wat zeggen de wetenschappers?

- In vier groepen bekijken de leerlingen een filmfragment waarin wetenschappers oplossingen aanbieden om voedsel duurzamer te produceren en bekijken zij de voor- en nadelen van de voorgestelde oplossingen. Alle informatie wordt samen met de leerlingen samengebracht in een samenvattende tabel
 - Wat?
 - Voordelen?
 - Nadelen?
 - Onderzoekbaar door de klas?
- Leerkracht modereert klassikale terugblik op deze opdracht en komt samen met de leerlingen tot het besluit dat stadslandbouw onderzoekbaar is in de klas.

• Voedingsdriehoek

- Leerlingen kunnen gezonde voeding zoals groenten situeren in de voedingsdriehoek

• Besluit

- Leerlingen besluiten dat stadslandbouw onderzoeksbaar is in de klas en kiezen om groenten te kweken in de klas.

Bouwsteen 3: Groenten kweken

Deze fase in een notedop:

Vanuit de uitdaging nemen de leerlingen verschillende aspecten van groenten kweken

onder de loepe.

Tijd: 4 lesuren

Leerdoelen:

- Leerlingen kunnen uitleggen hoe een plant zelf voedsel maakt via fotosynthese
- Leerlingen kunnen verschillende delen van de plant aanduiden.
- Leerlingen kunnen het deel van de plant aanduiden waarmee groenten overeenkomen
- Leerlingen kunnen het kiemproces van een (sla)zaad opvolgen en tekenen
- Leerlingen zetten een onderzoek op rond de invloed van de bodemsoort op het groeiproces van een kiemplanten

Leerinhoud:

Autotroof, fotosynthese, delen van de plant, kiemproces, groeiproces van kiemplant tot plant, onderzoekend leren

Randvoorwaarden:

- Materiaal: toegang tot het internet, ondersteunende powerpoint, leerlingenbundel, kweekpotjes, slazaad, zand, water, kiezels, potgrond en steenwol)
- Voorkennis: Leerlingen kennen de begrippen autotroof, heterotroof; leerlingen hebben de fotosynthese al gezien (indien niet, kan dit in een maximum scenario mee opgenomen worden)
- Externen: interviews met wetenschappers

Beschrijving leeractiviteiten:

• Wat zijn groenten eigenlijk?

- De leerlingen gaan onderzoekend leren over de plantengroei en herhalen zo de leerstof over **fotosynthese** (max: leerlingen leren wat fotosynthese is).
 - Aan de hand van een conceptcartoon denken de leerlingen eerst individueel na wat planten nodig hebben om te leven. Daarna is er een afkijkmoment.
 - De leerlingen formuleren een hypothese bij de onderzoeksvraag “kan een plant eigen voedsel maken?”
 - Aan de hand van een filmfragment identificeren de leerlingen wat de plant nodig heeft om te leven
- Welk **deel van een plant** zouden groenten zijn?
 - De leerlingen frissen hun kennis van de delen van een plant individueel op door een schets te maken van een plant en de delen aan te duiden.
 - Daarna is er een afkijkmoment.
 - De leerlingen duiden aan welke groenten overeenkomen met welke delen

van de plant. Enkele bronnen die ze kunnen raadplegen : zie
Ondersteunend materiaal voor leerlingen

• **Welke groenten kunnen we in de klas kweken?**

- Leerlingen zoeken informatie over de groei van zaden en vullen de tabel in. Hoe kunnen we groenten in de klas kweken.

• **Hoe kunnen we groenten in de klas kweken?**

- Leerlingen strooien enkel slazaden op een schaal met wat vochtig keukenpapier en zette ze op een lichte, maar niet te warme plaats.
- Leerlingen nemen de verschillende fasen in de kieming van zaad waar en maken een tekening van het kiemproces of filmen het. Het **kiemproces** van zaden kan je inleiden vanuit de vraag naar wat een zaadje juist is en wat het nodig heeft om tot een kiemplantje te komen. In essentie kan je het zaadje beschouwen als een klein plantje met een hoop opgeslagen voedingsstoffen. Het geheel is beschermd door een omkapseling. Zo'n zaadje kan voor lange tijd bewaard worden en kan tot een volwaardig plantje groeien als de omstandigheden geschikt zijn (vocht, licht, warmte, CO₂, en meer voedingsstoffen). Wat heeft het nodig om te ontkiemen? --> water en warmte. --> het zaadje zwelt, de opgeslagen voedingsstoffen worden gebruikt om te groeien, de omkapseling breekt open, het scheutje zoekt naar meer water en voedingsstoffen, het kiemplantje zoekt naar licht en lucht (CO₂) om met de eerste kiemblaadjes licht en CO₂ op te nemen. De wortels zorgen dat het kiempje kan groeien en het kiempje zorgt dat de wortels verder kunnen groeien. Dit toont ook mooi hoe het deel boven de grond het deel onder de grond helpt groeien en andersom. Het ene voor licht en CO₂, het andere voor voedingsstoffen en water. In wat volgt komen dan de factoren aan bod om van kiem naar volgroeide plant te gaan waarbij dan de echte bladeren worden gevormd.
- De leerlingen zetten een **zaai-experiment** op om de invloed van bodemsoorten te onderzoeken (water, kiezels, zand, potgrond en steenwol). Dit onderzoek wordt uitgevoerd volgens de stappen van de wetenschappelijke methode.

Ondersteunend materiaal voor leerlingen en leerkrachten:

- groenten en delen van de plant (heel toegankelijk)

https://leden.inagro.be/Portals/460/Users/166/06/4006/2018_03_02_Groentespel%201.pdf

- <https://schooltv.nl/video/groenten-eten-van-welke-plant-eten-we-wat/>

Welke groenten kunnen we in de klas kweken?

- <http://www.aquaponic.be/faq/welke-groenten-kan-ik-kweken/>

Reader:

Eetbare plantendelen

<https://www.nvon.nl/leswerk/beter-weten-over-eten-deel-1-leeractiviteit-4-eetbare-plantendelen>

Hoe verschillende zaden kiemen en uitgroeien tot een kiemplantje.

<https://biologielessen.nl/index.php/dna-69/2223-7-1-de-levenscyclus-van-een-plant>

<https://sites.google.com/site/tekersmoeras/kiemingproces>

Groei van tuinkers in verschillende bodems

<https://www.youtube.com/watch?v=tOQtOulsxSU>

Bouwsteen 4: Stadslandbouw

Deze fase in een notendop:

Leerlingen maken kennis met diverse technische systemen in stadslandbouw.

Tijd: 2 lesuren

Leerdoelen:

- De leerlingen zijn nieuwsgierig naar onderzoek en actuele uitvindingen
- De leerlingen zijn bereid om na te denken over de impact van stadslandbouw op het dagelijks leven
- De leerlingen verwoorden enkele kenmerken van stadslandbouw
- De leerlingen kunnen uitleggen wat hydroponics is
- De leerlingen kunnen enkele hydroponische systemen benoemen en toelichten met behulp van afbeeldingen.

Leerinhouden: Stadslandbouw – hydroponics

Randvoorwaarden:

- Materiaal:
 - digi)bord en internetaansluiting
 - groot vel papier - woordenweb
- Voorkennis leerlingen:
 - De leerlingen kunnen aan de hand van voorbeelden uit verschillende toepassingsgebieden van techniek illustreren dat technische systemen nuttig,

gevaarlijk en/of schadelijk kunnen zijn voor henzelf, voor anderen of voor natuur en milieu. (ET 2.18 W&T basisonderwijs)

- De leerlingen hebben in het basisonderwijs reeds kennigemaakt met duurzaamheidsthema's
- De leerlingen kunnen rekenen met percentages (ifv vraag 5 bij reportage Koppen)

- Externen: Elke grote Vlaamse stad heeft wel één of meerdere initiatieven rond duurzame vormen van aquaponics of hydrocultuur. Een geleid bezoek aan één van deze initiatieven kan als insteek dienen voor een eigen binnenklastuin-project rond hydroponics
 - o Grootste aquaponics boerderij in Europa (4000 m²) op het dak van de Foodmet te Anderlecht
 - o Urban Smart Farm in Gent
 - o Stadsboerderij PAKT in Antwerpen, een daktuin van ongeveer 1800 m² verspreid over verschillende daken van pakhuizen.
- Urban Crop Solutions in Beveren-Leie (Waregem) is een toonaangevend bedrijf voor de indoor vertiale landbouwindustrie met vestigingen in de VS en Japan. Deze onderneming is de leverancier van de groeicontainers die retail keten IKEA momenteel uitbaat in Zwede

Beschrijving leeractiviteiten:

0. Stadslandbouw

- Instructiemoment: Leerkracht leidt het hoofdstuk rond stadslandbouw in. Lkr. vraagt wie op tv of andere media al iets vernomen heeft van landbouw in de stad of zelf al plaatsen zag in een stad waar gewassen geteeld worden zoals bv. op het dak van Foodmet in Anderlecht of stadsboerderij PAKT in Antwerpen
Vervolgens vraagt de leerkracht aan de leerlingen aan te geven wat het centrale begrip “ stadslandbouw” nog allemaal bij hen oproept. Ze mogen dat op het blad schrijven, tekenen of plakken.
- Groepswerk woordenweb: De leerlingen worden in groepen verdeeld en elke groep krijgt een groot vel papier. Elke leerling in de groep krijgt een andere kleur van stift, zodat de leerkracht zicht heeft op de individuele bijdragen van elke leerling. Midden op het vel papier staat het centrale onderwerp “ stadslandbouw”. In elk groepje zit best een leerling die de reportage over stadslandbouw (opdracht “ 4 nieuwe manieren om voedsel te Produceren” gezien heeft).

- Samenvatten mindmap : de leerkracht bundelt de info van de woordenwebs van de diverse groepjes op het (digi)-bord of vormt deze op tot een mindmap met takken : Wie? Wat? Waar? Waarom? Hoe?

1. Stadslandbouw- concreet voorbeeld

- Inleiding filmpje : Lkr. leidt video in. Lkr. laat de leerlingen kennismaken met een concreet voorbeeld van stadslandbouw. Onze landbouw zal er in de toekomst helemaal anders uitzien en in Waregem is zo'n plek waar men al sinds 2015 de mogelijkheden van stadslandbouw onderzocht.
We kijken naar een Reportage van 2015 en zullen zien hoe 2 jonge Belgische ondernemers in West –Vlaanderen” in een wel heel bijzonder testlabo onderzoeken hoe je sla anders kan telen dan via traditionele buitenteelt (teelt in open lucht). Ze tonen ons een blik op de toekomst van de landbouw.
<https://www.youtube.com/watch?v=Z1rH2mMmG4M&list=PLPhwxicuWtr3h6iHJJ4iY75e46l6-5IRS>
- Naverwerking filmpje : Leerlingen lossen 5 vragen op nadat ze reportage gezien hebben. Aan de hand van de antwoorden op de vragen sommen de leerlingen op welke belangrijke informatie ze uit de video onthouden hebben. Lkr. werken interactief mee aan de mindmap. De lkr. vult woordenweb/mindmap op het bord verder aan. De lkr. modelleert hoe informatie gestructureerd wordt (wat samen hoort onder dezelfde titel brengen, verbanden zichtbaar maken met verbindingslijnen).
In het filmpje kwam een technologie genaamd hydroponics aan bod en vraagt aan de leerlingen uit te leggen wat dat volgens hun is.

2. Hydroponics - inleiding

- Instructiemoment : de leraar stelt aan de lkr. voor om net als de 2 onderzoekers uit de reportage van Koppen in de klas onderzoek te doen naar het telen van gewassen en om dit te doen via *hydroponics*. Lkr. geeft een korte inleiding over hydroponics.

3. Hydroponics – diverse teeltsystemen

- Zelfstandig werk of in duo: de leerlingen maken kennis met enkele teeltsystemen voor hydrocultuur via de **exploratie-opdracht** in de werkbundel.

- Klasikaal afronden: Lkr. bespreekt de oplossing van exploratie-opdracht en enkele voor- en nadelen van de diverse systemen en komt samen met de leerlingen tot de **keuze** voor een duurzaam hydroponisch systeem voor dit STEM-project

Reader:

Themalessen over voedsel kweken in de stad

Vragen ter inspiratie om de voorkennis van de leerlingen over stadslandbouw op te roepen (zie opdracht woordenweb)

<http://sustainablefootprint.org/nl/teachers/theme-lessons/growing-food-in-the-city/>

<http://sustainablefootprint.org/nl/teachers/theme-lessons/growing-food-in-the-city-2/>

Masterproef Stadslandbouw: het voedselsysteem van de toekomst?

Achtergrondinfo stadslandbouw en duurzame landbouw

[http://www.hetspilvarken.be/wp-](http://www.hetspilvarken.be/wp-content/uploads/2016/11/Masterproef_Nina_Sarens_tuinbouw.pdf)

[content/uploads/2016/11/Masterproef Nina Sarens tuinbouw.pdf](http://www.hetspilvarken.be/wp-content/uploads/2016/11/Masterproef_Nina_Sarens_tuinbouw.pdf)

De reportage van Koppen dateert van 2015, maar ondertussen is Maarten CEO van het bedrijf “Urban Crop Solutions” met vestigingen in VS en Japan. In 2018 kregen ze hoog bezoek!

<https://www.groentennieuws.nl/article/9045975/hoog-bezoek-voor-urban-crop-solutions/>

<https://urbancropsolutions.com/in-the-news/>

Het Berlijns restaurant GOOD BANK is het eerste vertical farm restaurant ter wereld en heeft een radicaal “van teler tot bord”-concept : groenten telen voor de ogen van de klant.

<https://www.goodfoodtour.nl/see/welkom-in-het-eerste-vertical-farm-restaurant-ter-wereld/>

Bron exploratie-opdracht diverse teeltsystemen

<https://skunkology.com/how-does-hydroponics-work-infographics/>

ICT-tools

Coggle- Mindmap – Tutorial

<http://ict-idee.blogspot.com/2013/03/151-supersnel-mindmappen-met-coggle.html>

Bouwsteen 5: Samenvattend- oplossing

Deze fase in een notendop:

Deze fase is de laatste stap van de verkenning van het probleem. Leerlingen formuleren een oplossing voor de uitdaging nu ze reeds geleerd hebben

- hoe je een duurzamer eetgedrag kan realiseren en de impact ervan kan meten
- hoe je groenten kan kweken
- welke diverse hydroponische teeltsystemen er bestaan

Tijd: 1 lesuur

Leerdoelen:

- Leerlingen kunnen de invloed berekenen van het veranderen van hun eetgedrag op hun voedselvoetafdruk

Leerinhouden: diverse hydroponische teeltsystemen

Randvoorwaarden:

- Materiaal: digi)bord en internetaansluiting
- Voorkennis leerlingen:
Zie delen B1, B2 en B3 inhoudstafel leerlingenbundel
duurzamer eten
groenten kweken
diverse hydroponische teeltsystemen
- Externen:

Beschrijving leeractiviteiten:

- Leerkracht laat leerlingen een oplossing formuleren voor de uitdaging “ Zoek een STEM-lige manier om duurzaam te eten” Wij gaan sla in de klas kweken in een verticaal hydroponisch systeem, dat we zelf gaan bouwen!
- De leerlingen zullen nog twee keer de voedselvoetafdruk berekenen
 - voedselafdruk als je altijd de minst duurzame antwoorden geeft
 - voedselafdruk als je altijd de meest duurzame antwoorden geeft
- Na analyse van beide waarden moeten de leerlingen kunnen concluderen welk positief effect een duurzaam eetgedrag levert

Bouwsteen 6: Het hydroponisch systeem Ontwerpend leren

Deze fasen in een notendop:

Leerlingen ontwerpen en maken een hydroponisch systeem door gebruik te maken van zoveel mogelijk duurzaam materiaal.

Tijd: 10 lesuren

Leerdoelen:

- De leerlingen leggen de voorwaarden waaraan materiaal moet voldoen om duurzaam te zijn uit.
- De leerlingen kunnen uitleggen op welke manier de levenscyclus van een materiaal zo efficiënt mogelijk is.
- De leerlingen lichten de stappen van de ladder van Lansink toe.
- De leerlingen verklaren waarom er duurzaamheidslabels bestaan.
- De leerlingen maken gebruik van de functiedriehoeken bij het ontwerpproces.
- De leerlingen bedenken criteria waaraan een hydroponisch systeem moet voldoen en selecteren hiervoor de beste oplossingen.
- De leerlingen kunnen in groep werken en de taken onderling verdelen.
- De leerlingen kunnen een duidelijke schets maken van een ontwerp en aan de hand daarvan hun idee beschrijven en uitleggen aan anderen.
- De leerlingen selecteren de juiste gereedschappen en materialen om hun ontwerp te realiseren.
- De leerlingen stellen een stappenplan op om hun ontwerp te realiseren.
- De leerlingen maken gebruik van de juiste gereedschappen en materialen tijdens het maakproces.
- De leerlingen sorteren het afval op de juiste manier
- De leerlingen trekken conclusies bij het testen van hun systeem

Leerinhouden:

Functiedriehoek : duurzame materialen, vormen en bewerkingen

Randvoorwaarden:

- Materiaal:
 - PC, tablet , smartphone met internettoegang;
 - duurzame materialen (pet-flessen, hout);
 - schroeven;
 - waterpomp + slang;

- waterbak;
- PVC-buis Ø 90;
- gereedschappen (aftekengereedschap, zaag, boormachine, vijlen, boren, schroevendraaier, stanley-mes, houtlijm);
- Voorkennis leerlingen: De leerlingen kunnen aan de hand van voorbeelden uit verschillende toepassingsgebieden van techniek illustreren dat technische systemen nuttig, gevaarlijk en/of schadelijk kunnen zijn voor henzelf, voor anderen of voor natuur en milieu. (ET 2.18 W&T basisonderwijs)
- Externen: /

Beschrijving leeractiviteiten:

1. Duurzame materialen

- Instructiemoment: Leerkracht leidt het hoofdstuk rond duurzame materialen in.
- Zelfstandig/groepswerk opzoeken: Leerlingen bekijken een filmpje over duurzaamheid van materialen. Dit filmpje moeten ze bekijken in 4 fases. Bij elke fase horen enkele opdrachten.



plastic.

- Fase 1: 0min00 – 1min37 algemeen uitleg over duurzaam materiaal
- Fase 2: 1min37-3min29 biologische auto
- Fase 3: 3 min29 - 4min32 efficiënt gebruik van hout
- Fase 4: 4min 32 - 5min31 efficiënt gebruik van

De leerlingen lossen deze opdrachten individueel of in groep op.

- OLG: de ladder van Lansink. De leraar toont een foto met de ladder van Lansink en gaat hierover mee in gesprek met de leerlingen. Door gerichte vragen te stellen en uit de het geleerde uit het filmpje komen de leerlingen tot de 5 stappen. De leerlingen geven een verklaring voor de 5 stappen van deze ladder.
- Instructiemoment: de leerkracht legt uit dat duurzame materialen een label kunnen krijgen en geeft de leerlingen een opdracht die ze in groep of zelfstandig moeten uitvoeren.
- Zelfstandig/groepswerk opzoeken: de leerlingen krijgen onderstaande labels van duurzaamheid en krijgen de opdracht om op internet uit te zoeken voor welke producten deze labels geschikt zijn en wat het concept ervan is.



2. Functiedriehoeken

- OLG: de leraar tekent een driehoek op bord (of projecteert deze). Er wordt een gesprek aangegaan met de leerlingen over het feit dat je bij het ontwerpen altijd eerst 3 keuzes moet maken. (materialen, vorm en bewerkingen)

De leerlingen trachten met behulp van gerichte vragen deze 3 keuzes te achterhalen.

3. Criteria:

- OLG: de leraar haalt nog eens aan dat de leerlingen een hydroponisch systeem gaan ontwerpen. De eigenschappen van het hydroponisch systeem worden nog eens besproken in klasverband.

Aan de hand van de info die de lln al weten gaan ze klassikaal op zoek naar criteria waaraan het hydroponisch systeem aan moet voldoen.

De leerkracht zet de ideeën van de leerlingen op bord.

Al de ideeën worden besproken en er wordt gekeken naar de haalbaarheid en de relevantie ervan. De goede criteria worden behouden.

Indien er nog belangrijke criteria ontbreken gaat de leraar in gesprek met de lln om tot deze criteria te komen.

4. Ontwerpoplossingen bedenken.

- Zelfstandig werk: de leerlingen gaan voor elke criteria waaraan het hydroponisch systeem moet voldoen enkele oplossingen bedenken en vullen deze in de tabel in de werkbundel in. Uit deze oplossingen selecteren ze de meest geschikte.

5. Ontwerpoplossing voorstellen

- Zelfstandig werk: de leerlingen krijgen de opdracht om creatief aan de slag te gaan en maken met behulp van de ontwerpoplossingen een schets van

hun hydroponisch systeem. Op de schets worden de ontwerp oplossingen aangeduid.

- Presentatiemoment: De leerlingen presenteren hun ontwerp. Deze worden klassikaal besproken. Van de 2 schetsen met het meest passende ontwerp zullen de hydroponische systemen gerealiseerd worden.
- Groepswerk: de klas wordt in 2 heterogene groepen gedeeld. De leerlingen waarvan het ontwerp gekozen is zitten niet in dezelfde groep. De leerlingen bespreken het gekozen model en gaan in groepsverband eventuele verbeteringen aanbrengen.

6. Een hydroponisch systeem maken

- Instructiemoment: de leerkracht legt uit dat de groepen te groot zijn om effectief te kunnen werken en geeft aan om de groepen onder te verdelen in kleinere groepjes om volgende taken uit te voeren:
 - maken van de constructie;
 - maken van de watervoorziening en testen pompsysteem;
 - maken waterreservoirs voor planten;
 - maken van een voorziening waar het monitorsysteem in komt

Er wordt één leerling gekozen die supervisor is over de verschillende deelgroepen. Deze leerling gaat bij de verschillende groepjes observeren, zorgt dat de alles op elkaar afgestemd is en en brengt ideeën aan.

De leerlingen krijgen per groepje allemaal een extra rol.

- Verantwoordelijke
- Verslaggever
- Materiaalbeheerder
- (Eventueel technisch tekenaar)
- ...

De leerkracht neemt vanaf hier een coachende houding aan. Hij laat de groepjes zelfstandig werken en biedt hulp waar nodig

- Groepswerk (deelgroepjes): de leerlingen gaan de benodigde materialen en gereedschappen die ze nodig hebben ophoofden en geven in grote lijnen weer welke stappen ze gaan volgen.

- Practicum in groep: de leerlingen realiseren hun deel van het hydroponisch systeem

Als alle delen klaar zijn worden deze samengebracht tot 1 geheel.

Voor elke les wordt een kort verslag gemaakt met volgende items.

- **Stand van zaken:** ondernomen acties tijdens de les
 - **Ontwikkeling:** (wat je geleerd, ingezien, gemerkt, ervaren hebt, wijzer geworden bent,...).
 - **Foto's/filmpjes:** (die je tijdens de les genomen hebt)
 - **TO DO's:** (wat je volgende les wil doen, klaar wil hebben).
- Op het einde van de les ruimen de leerlingen steeds op en wordt er speciale aandacht besteed aan het milieu. De leerlingen sorteren het afval in de hiervoor voorziene afvalbakken.

7. Het hydroponisch systeem-ingebruikname

- Groepswerk: de leerlingen testen hun hydroponisch systeem. Ze houden hier een tabel met de criteria bij de hand en duiden aan welke criteria behaald zijn en welke niet.
- Instructiemoment: de leerkracht leert de leerlingen een prijzentabel in excel waar volgende gegevens instaan:
 - Materiaal;
 - Eenheidsprijs;
 - Aantal;
 - Totale prijs.
- Zelfstandig werk: de leerlingen maken een prijzentabel van het hydroponisch systeem waaraan zij geholpen hebben. De leerlingen mogen hiervoor opzoekwerk op het internet verrichten. De leerkracht biedt hulp waar nodig.

8. Evaluatie:

- Groepswerk: de leerlingen evalueren in groep hun hydroponisch systeem. Ze bekijken de tabel met de behaalde criteria die ze ingevuld hebben bij het hoofdstuk ingebruikname en gaan voor de criteria die niet voldeden verbeterpunten bedenken.

- Zelfstandig werk: de leerlingen vullen het feedback formulier over het deel ontwerpend leren van het project in.

Reader:

Met deze site biedt Duurzaam Middelbaar Beroepsonderwijs (DMBO) docenten, studenten, leerlingen en schoolorganisaties in het (V)MBO hulp bij het vormgeven aan en invoeren van duurzame ontwikkeling in het curriculum en de lesprogramma's en in de schoolorganisatie.

<https://www.duurzaammbbo.nl/index.php/duurzame-materialen>

Bouw je eigen plastic recycling machine.

<https://www.nudge.nl/blog/2015/04/28/bouw-je-eigen-plastic-recycle-machine/>

Enkele ideeën wat er met plastic flessen gemaakt kan worden

<https://www.facebook.com/watch/?v=774276142714973>

Cradle to Cradle, je hoort het steeds vaker. Maar wat is dat nou eigenlijk? Deze animatie legt het uit!

<https://www.youtube.com/watch?v=eJkAhMDOQdI>

De nederlandstalige website van de FSC. De Forest Stewardship Council (FSC) promoot ecologisch geschikt, sociaal correct en economisch leefbaar bosbeheer van bossen wereldwijd.

<http://www.fsc.be/nl-be>

Eindtermen:

- 4.1 De leerlingen demonstreren basisvaardigheden om digitaal inhouden te creëren en te delen. (transversaal)
- 5.5 De leerlingen dragen in groepsactiviteiten met een welomschreven opdracht actief bij aan de uitwerking van een gezamenlijk resultaat. (transversaal)
- 6.36 - De leerlingen onderzoeken principes van de bouw en werking van technische systemen, hun deelsystemen en onderdelen alsook hun onderlinge samenhang i.f.v. een technisch proces.
- 6.38 De leerlingen voeren een iteratief technisch proces uit in de verschillende ervaringsgebieden om een eenvoudig technisch systeem te realiseren vanuit behoefte(n) en criteria.
- 6.39 De leerlingen bepalen de vereisten waaraan een technisch systeem moet voldoen om een technisch probleem op te lossen.
- 6.40 De leerlingen ontwerpen een technisch systeem in functie van de bepaalde vereisten.
- 6.41 De leerlingen realiseren het technisch systeem op basis van een ontwerp.
- 6.42 De leerlingen testen of een technisch systeem voldoet aan de behoeften en criteria.

- 6.43 De leerlingen gebruiken met de nodige nauwkeurigheid de gepaste meetinstrumenten, meetmethoden en hulpmiddelen om metingen, observaties, experimenten en terreinstudies uit te voeren.
- 6.46 De leerlingen gebruiken aangereikte en zelf ontwikkelde modellen in wiskundige, natuurwetenschappelijke, technologische en STEM contexten om te visualiseren, te beschrijven en te verklaren.
- 6.48 De leerlingen doorlopen een probleemoplossend proces waarbij kennis en vaardigheden uit meerdere STEM-disciplines geïntegreerd worden aangewend.
- 6.49 De leerlingen illustreren de wisselwerking tussen STEM-disciplines onderling en met de maatschappij.
- 6.50 De leerlingen beargumenteren keuzes die ze maken om een wiskundig, natuurwetenschappelijk, technologisch of STEM-probleem op te lossen.
- 13.14 De leerlingen beoordelen hun leerproces en -resultaat op afgesproken momenten en aan de hand van aangereikte criteria. (transversaal)
- 13.12 De leerlingen voeren een oplossingsstrategie systematisch uit i.f.v. een onderzoek of een probleem. (transversaal)
- 15.1 De leerlingen genereren ideeën voor een uitdaging aan de hand van aangereikte technieken en methodieken en in een gestructureerd en afgebakend kader. (transversaal)
- 15.2 De leerlingen onderzoeken de uitvoerbaarheid van ideeën rekening houdend met aangereikte criteria. (transversaal)
- 15.3 De leerlingen werken stapsgewijs een zelfgekozen idee uit door het doelmatig inzetten van tijd en hulpmiddelen. (transversaal)
- 15.4 De leerlingen maken onderbouwde keuzes aan de hand van aangereikte criteria en aangereikte strategieën. (transversaal)
-

Leerplandoelen:

- LPD 1 De leerlingen onderzoeken natuurlijke, ruimtelijke en technische systemen in STEM- contexten.
- LPD 2 De leerlingen onderzoeken de invloed van eigenschappen van materie, materialen en grondstoffen in functie van een vraag of probleemstelling.
- LPD 4 De leerlingen gebruiken doelgericht hulpmiddelen om te onderzoeken, te ontwerpen of te realiseren al dan niet aan de hand van technisch-wetenschappelijke informatie.
- LPD 5 De leerlingen beargumenteren keuzes bij het oplossen van problemen in STEM- contexten.
- LPD 6 De leerlingen gebruiken zelfgemaakte modellen om te visualiseren, te beschrijven of te verklaren.
- LPD 7 De leerlingen illustreren de relatie tussen de samenleving en 'onderzoek en ontwikkeling'.

- LPD 9 De leerlingen passen digitale vaardigheden functioneel toe.
- LPD 10 De leerlingen zetten aangereikte coöperatieve werkvormen in om een opdracht te realiseren.
- LPD 12 De leerlingen ontwerpen een oplossing in functie van behoeften, vragen, problemen, eisen en beperkingen.
- LPD 13 De leerlingen bepalen een productieproces om een technisch systeem te realiseren op basis van een ontwerp.
- LPD 14
De leerlingen testen een technisch systeem in functie van behoeften en criteria en doen voorstellen om het gerealiseerde ontwerp of productieproces te verbeteren.
- LPD 16 De leerlingen onderzoeken een constructie die voldoet aan vereisten.

2. Deel II: onderzoekend leren

Bouwsteen 1: Verkenning – Welke factoren beïnvloeden de plantengroei?

Deze fase in een notedop: In deze fase zullen de leerlingen ontdekken welke biotische en abiotische factoren invloed hebben op de groei van planten en dus de fotosynthese.

Tijd: (dit kan gaan van 10 minuten tot meerdere lesuren, afhankelijk van de activiteit)

Leerdoelen: De leerlingen kunnen

- het proces waardoor planten energie halen uit (zon)licht (fotosynthese) toelichten
- benoemen welke factoren noodzakelijk zijn om een plant te laten groeien.
- in eigen woorden uitleggen wat biotische en abiotische factoren zijn en voorbeelden geven.
- aan de hand van een conceptkaart de relatie tussen fotosynthese, biotische en abiotische factoren weergeven en de relevantie tot de centrale uitdaging duiden.

(inspiratie en richtlijnen rond opstellen van goede leerdoelen vind je [hier](#))

Leerinhouden : fotosynthese, abiotische en biotische factoren

Randvoorwaarden:

- Materiaal: (nodige materialen voor deze bouwsteen)
- Voorkennis leerlingen: (enkel de relevante voorkennis, bv. 'kunnen werken met grafieken in excel', 'conceptuele kennis over fotosynthese' of 'grafisch programmeren via scratch'). Op deze manier kan de leerkracht inschatten of dit haalbaar is en/of er een extra bouwsteen aan moet toegevoegd worden.

- Externen: (bv een bezoek aan een bakkerij, of een externe spreker die als expert spreekt over windmolenpark)

Beschrijving leeractiviteiten:

Opbouw van de les:

- **1. Even herhalen – Wat is fotosynthese?**

De leerlingen gaan onderzoekend leren over de plantengroei en herhalen zo de leerstof over fotosynthese.

Het fotosyntheseproces wordt kort samengevat.

Mogelijke activiteiten

1. Toon een kort filmpje : [clipphanger Wat is fotosynthese?](#)



2. Toon een korte animatie in 6 stappen

https://www.studiobiologie.nl/KB1/K04_06/index.html



<https://www.bioplek.org/animaties%20onderbouw/fotosyntheseonderb/fotosynthese.html>

3. Fotosynthese met focus op de chemische reactie (stop-motion filmpje als opdracht voor de lln.)

<https://www.digineum.nl/?goto=001112>

Met de info van het filmpje/ animatie en eventueel enkele afbeeldingen (zie bron 2 reader) beantwoorden de leerlingen enkele vragen

1. Welk onderdeel van een plantencel doet aan fotosynthese? [Bladgroenkorrel](#)
2. Welke stoffen nemen de wortels op uit de bodem? [Water met mineralen](#)
3. Welke vorm van energie is er nodig om aan fotosynthese te doen? [Lichtenergie](#)
4. Welke andere energievorm levert de zon nog aan de aarde? [Warmte](#)
5. Welk gas nemen de huidmondjes op uit de lucht? [Koolstofdioxide](#)
6. Welk gas geven ze terug af aan de lucht? [Zuurstofgas](#)

7. Welke energierijke voedingsstof maken de planten aan? **Glucose**

Digitale oefening fotosynthese kan je ook raadplegen via
<https://maken.wikiwijs.nl/62372#!page-2022791>



- Overgang naar factoren die de plantengroei beïnvloeden

Al deze factoren die afkomstig zijn van de levenloze natuur beïnvloeden de plantengroei en noemen we **abiotische factoren (a = zonder; bios = leven)**.

Naast abiotische bestaan er ook factoren die invloed hebben op fauna en flora en die noemen we **biotische factoren**.

2. Welke factoren beïnvloeden de plantengroei?

- Eerst moeten leerlingen neerschrijven welke invloeden uit het milieu de plantengroei volgens hun beïnvloeden.
- Vervolgens verkennen ze een flashet en of filmpje

	Overzicht van de invloed van abiotische en biotische op een lieveheersbeestje:
	Uitleg over biotisch en abiotisch met goede voorbeelden

- Met de info uit bovenstaande opdracht vullen ze hun eigen lijstje aan en komen zo tot een indeling van de diverse factoren in 2 categorieën : biotische en abiotische factoren.

Biotische factoren	Abiotische factoren
Voedsel Planten Dieren Schimmels Parasieten Bacteriën Ziekteverwekkers ...	Temperatuur Lichtsterkte Grondsoort Zuurtegraad Water Neerslag Luchtvochtigheid ...

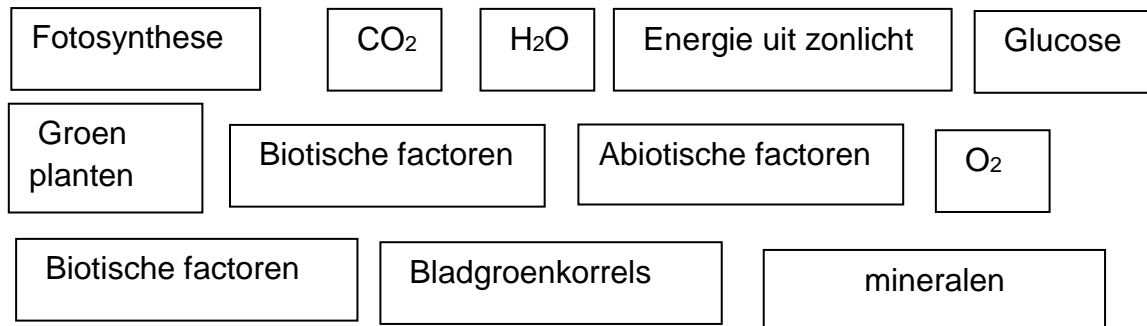
- De definitie(s) van abiotische en biotische factoren wordt gegeven

- Als verwerkingsopdracht maken de leerlingen een conceptkaart
Mogelijke opdracht die aangepast kan worden in functie van de ervaring van leerlingen met deze werkvorm : zie **tips voor differentiatie** op volgende pagina

Conceptmap - Welke factoren beïnvloeden de plantengroei?

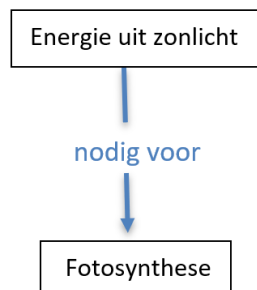
Ga in groepjes van 2 leerlingen zitten.

Maak een conceptmap met de volgende begrippen



- Zet de meest overkoepelende begrippen bovenin de begrippenkaart.
- Benoem álle verbindingen die je tussen de verschillende begrippen legt.

Voorbeeld



- Vul de conceptmap aan met voorbeelden van abiotisch en biotische factoren die de plantengroei beïnvloeden

Extra

- Geef met kleuren aan op welk organisatieniveau het begrip van toepassing is:
Molecuulniveau of **Organismeniveau**
- Als er tijd over is: voeg passende illustraties of plaatjes toe.

Info werkvorm conceptkaart

<https://wet.kuleuven.be/oase/materiaal/infoficheconceptmaps>

<https://www.vernieuwenderwijs.nl/laat-leerlingen-een-concept-map-maken/>

Een begrippenkaart (concept map) bevat begrippen (concepts) en hun onderlinge relaties. Tussen die objecten zijn verbindingslijnen getrokken. Bij de lijn tussen de objecten moet aangegeven worden wat het verband is.



Wat is concept mapping?

Concept mapping is een gestructureerd proces waarbij een beeld (concept map) ontstaat van begrippen en hun onderlinge relaties.

Waarom kennis in kaart brengen?

Het in kaart kunnen brengen van kennis kan een bijdrage leveren aan de ontwikkeling van een groot aantal vaardigheden.

- concentratie op hoofdzaken
- het leggen en zien van verbanden en het onderling met elkaar verbinden van ideeën en concepten
- leren om op een georganiseerde, logische manier te denken
- biedt een goede ondersteuning van het geheugen. Je iets herinneren is gebaseerd op het oproepen van kernideeën (key ideas), kernwoorden (key words) en kernbeelden (key pictures)

Welk proces kan je volgen ? TIPS VOOR DIFFERENTIATIE EN AANPASSING

Uit onderzoek blijkt dat het volledig vrij ontwerpen van een conceptkaart bij de meeste leerlingen moeizaam verloopt. Vandaar dat je kan kiezen voor een stapsgewijze opbouw.

1. De leerkracht bouwt stap voor stap, doorheen de lessen, een kaart op. Op die manier wordt getoond hoe telkens een nieuw concept ingevoerd wordt vanuit gekende concepten. Idealiter blijft de groeiende kaart voortdurend zichtbaar, bv. op een apart bord.
2. Aan de leerlingen wordt na een hoofdstuk een samenvatting gegeven in de vorm van een conceptkaart. Zo komt de conceptuele structuur van het hoofdstuk tot uiting in de samenvatting.

3. Voor de leerlingen wordt een 'puzzel'-versie gemaakt met een voor hen onbekende conceptkaart. Men kan ook aan de leerlingen vragen een kaart waarin fouten verwerkt staan, te verbeteren.
 4. De leerlingen vullen een sjabloon van een gegeven kaart in aan de hand van een gegeven lijst van begrippen en de relaties (reden voor een verbinding)
 5. De leerlingen construeren zelf of in groep een eigen kaart. De leerkracht geeft een (richt)lijst van concepten en verbanden en de cursus mag gebruikt worden.
 - Breng in overleg met je medeleerling(en) het totaal aantal begrippen terug naar de belangrijkste 10 a 12 (max.10 min).
 - Zet elk begrip op één kleurkaartje (5 min.)
 - Neem een A3-vel en leg de kaartjes zodanig dat 'handig' (zonder al te veel kruisingen) verbindingslijnen tussen de begrippen getrokken kunnen worden. Schrijf bij elke verbindingslijn de reden voor de verbinding. Gebruik voor het trekken van de verbindingslijnen en het bijschrijven van de redenen een potlood (20 min.)
 - Plak de kaartjes pas vast als je de kaart compleet hebt (5 min.).
 6. De leerlingen ontwerpen vrij een conceptkaart.
 7. De leerlingen ontwerpen een begrippenkaart die de verbanden tussen 2 hoofdstukken moeten aangeven. Bij een volgend hoofdstuk kan de conceptmap eventueel nog verder aangevuld worden.
2. Als alternatief voor deze opdracht mag je ook een [stripverhaal, ...](#) maken waarin de bovenstaande termen aan de orde komen en worden uitgelegd.

Als synthesesmoment van deze opdracht kan je aan enkele leerlingen vragen om hun uitgewerkte conceptkaart toe te lichten voor de klas of 2 groepjes leerlingen bij elkaar plaatsen zodat ze hun conceptkaarten met elkaar kunnen vergelijken en aanvullen/ aanpassen met nieuwe inzichten.

- Als afsluiter stel je de leerlingen expliciet de vraag waarom kennis over fotosynthese en over biotische en abiotische factoren nu belangrijk is voor onze centrale uitdaging . [We kunnen nu verder bepalen welke factoren daarvan in aanmerking komen om de plantengroei te optimaliseren. We kunnen de invloed van deze factoren op de plantengroei/ fotosynthese verder onderzoeken.](#)

Zo maak je een logische overgang naar bouwsteen 2.

Ondersteunend materiaal voor leerlingen en leerkrachten:

Dit zijn verdere verwijzingen naar concreet lesmateriaal voor leerlingen, zoals werkblaadjes, en voor leerkrachten, zoals PowerPoint presentaties. Mogelijks zal hier al naar verwezen worden in de beschrijving leeractiviteiten. Bedoeling is dat je hier een link

maakt naar de respectievelijke werkblaadjes, presentaties, etc.

Reader:

Dit zijn verwijzingen naar voor de leerkracht interessante bronnen over deze bouwsteen met extra achtergrondinformatie (filmpjes, boeken, artikels, websites, etc.)

<https://m.youtube.com/watch?v=g78utclQrJ4&t=52s>

fotosynthese

<https://www.hvhl.nl/binaries/content/assets/hvhl/internet/lesmaterialen/leerlingenhandleiding-een-burger-van-eendenkroos.pdf>

Leerlingenhandleiding - Een burger van eendenkroos informatieblad fotosynthese p. 49

<http://www.stedentipsvoortrips.nl/flora/relaties-tweebb.htm>

abiotische factoren

<http://www.stedentipsvoortrips.nl/flora/relaties-driebb.htm>

biotisch factoren

https://maken.wikiwijs.nl/129560/4H_H2_1_soorten#!page-4584362

uitleg biotische en abiotische factoren, verdieping op bepaalde factoren zoals licht, [nuttige links en animaties](#) [korte test](#) over abiotische en biotische factoren

Ontwikkeld in samenwerking met:



Deze bouwsteen werd ontwikkeld door KS Leuven in samenwerking met de cel iSTEM Inkleuren en met de hulp van Ruben Le Jeune (student van de lerarenopleiding van Hogeschool PXL)



Bouwsteen 2: Op onderzoek! Op welke manier kunnen we abiotische factoren beïnvloeden om de plantengroei in het hydroponisch systeem te optimaliseren?

Deze fase in een notedop:

In deze bouwsteen werken we hoofdzakelijk rond de S-component van STEM. De leerlingen brainstormen en bepalen klassikaal de factoren die van invloed zijn op het kiemen en groeien, en gieten die in goede onderzoeksvragen. Ze gaan zelf op zoek naar geschikte onderzoeken en voeren die uit. Aan de hand van complementair groepswork onderzoekt elke groepje een andere factor. Ze leggen hun resultaten samen en presenteren aan elkaar. Wat ze geleerd hebben via dit onderzoek kunnen ze dan verder gebruiken om het groeiproces van de planten in een hydroponisch systeem te optimaliseren.

Tijd: 4 u basis en 2 u uitbreiding

Leerdoelen:

De leerlingen kunnen

- de verschillende factoren opsommen die de plantengroei beïnvloeden.
- zelf verschillende abiotische factoren op het groeiproces van een plant onderzoeken.
- een onderzoek opzetten over de invloed van licht, temperatuur, water en de bodem (voeding) op het kiemen en groeien van kiemplantjes
- voor dit onderzoek kunnen ze
 - o een natuurwetenschappelijk probleem herleiden tot een (of meerdere) onderzoeksvra(a)g(en);
 - o verbanden leggen tussen een onderzoeksvraag en natuurwetenschappelijke kennis;
 - o een hypothese opstellen bij een onderzoeksvraag en voorspellingen formuleren;
 - o een werkplan maken voor het uitvoeren van een natuurwetenschappelijk onderzoek;
 - o relevante waarnemingen verrichten en (meet)gegevens te verzamelen;
 - o meetgegevens verwerken (in tabellen en/of grafieken) en presenteren;
 - o op grond van verzamelde gegevens van een uitgevoerd onderzoek conclusies trekken die aansluiten bij de onderzoeksvraag van het onderzoek;
 - o de uitvoering van een onderzoek en de conclusies evalueren, (gebruikmakend van de begrippen validiteit en betrouwbaarheid).
- uitleggen wat de beste omstandigheden zijn voor de plant (hoeveelheid licht, kleur licht, temperatuur, bodem, water)
- hun resultaten presenteren voor de klas
- samenwerken en duidelijk communiceren met elkaar.

Leerinhouden : onderzoekend leren/ onderzoeksvaardigheden/ wetenschappelijke methode , abiotische factoren : *licht, temperatuur, water en de bodem*

Randvoorwaarden:

- Materiaal: (nodige materialen voor deze bouwsteen)
Smartphone, tablet, laptop of pc om het online bronnen te kunnen raadplegen
Criteria voor goede onderzoeksvragen (vragentrechter, ..)
Sjabloon voor onderzoek (wetenschappelijke methode/ OVUR/ 5 E, ...)
Materiaal voor de experimenten die de leerlingen hebben gekozen
 - Geweekte zaden van bonen, tuinkers
 - Loep
 - Bakjes, potjes,
 - Verschillende soorten bodems
 - Thermometers,
 - Verschillende soorten soorten licht, kleurfilters, led lampen in verschillende kleuren
- Voorkennis leerlingen:
De begrippen abiotische en biotische factoren werden al aangeleerd in NAWE in het 1^{ste} jaar.
- Externen: (bv een bezoek aan een bakkerij, of een externe spreker die als expert spreekt over windmolenpark)

Beschrijving leeractiviteiten:

We willen met de klas onderzoeken welke factoren het groeiproces van een plant beïnvloeden en of deze factor een positieve of negatieve invloed heeft. Deze gegevens kunnen we dan later gebruiken om het groeiproces van de planten in ons hydroponisch systeem te verbeteren, te versnellen.

We stellen de volgende algemene aanpak voor

1.Oriënteren

We brainstormen met de klas over de verschillende kiem- en groeifactoren van planten.
We bepalen de centrale onderzoeksvraag en de deelvragen klassikaal.
We verdelen de deelvragen over de leerlingen.

2.Vorbereiden

De leerlingen zoeken (in groep) een geschikt experiment om hun deelvraag te kunnen beantwoorden. Dat werken ze uit met een stappenplan/ sjabloon “ wetenschappelijke methode”

3.Uitvoeren

De leerlingen voeren het experiment uit
De leerlingen noteren waarnemingen
De leerlingen geven een antwoord op de deelvragen en zo ook op de centrale onderzoeksvraag

De leerlingen stellen hun experiment aan elkaar voor.

4. Reflecteren

De leerlingen koppelen terug naar hun hypothese

De leerlingen zoeken eventueel bronnen om hun resultaten te verklaren

De leerlingen ordenen de resultaten per deelvraag en formuleren zo een antwoord op de deelvragen en op de centrale onderzoeksvraag.

1. Oriënteren

1.1 Op verkenning

- Geef de leerlingen een sjabloon met de verschillende stappen van het wetenschappelijk onderzoek als leidraad voor het onderzoek dat ze zelf zullen plannen en uitvoeren.
- Brainstorm met de klas over de verschillende kiem- en groeifactoren van planten. Ga uit van de eigen ervaringen van de leerlingen en vul eventueel met beeld/ fotomateriaal om enkele factoren te bespreken.



1.2 Onderzoeksvraag

- Nadat de leerlingen de onderzoeksvraag en deelvragen hebben gesteld, toetsen ze die aan de kenmerken van een goede onderzoeksvraag. (via een checklist of via de vragentrechter – zie iSTEM project SOS Klimaat)

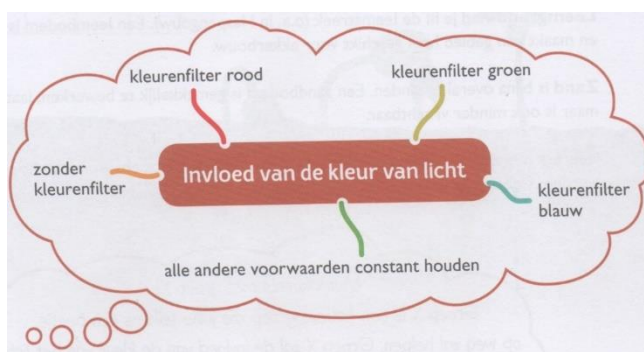
Hoofd- en deelvragen (indicatief)

Welke abiotische factoren hebben een positieve invloed op het groeiproces van een plant?
Wat zijn de optimale kiem- en groeifactoren van planten?

- Hoe kan licht de groei van planten positief of negatief beïnvloeden?
- Hoe kan temperatuur de groei van planten positief of negatief beïnvloeden?
- Hoe kan water de groei van planten positief of negatief beïnvloeden?
- Hoe kan de bodem de groei van planten positief of negatief beïnvloeden?

1.3 Hypothese

- Om tot een goede hypothese te komen, denken leerlingen na over wat ze al weten, en formuleer je een verwachting (hypothese) die voldoet aan een aantal criteria.
- Ze noteren dit in een mindmap en stellen een hypothese op die ze aan de hand van experimenten kunt aftoetsen.



Voorbeeld : We denken dat hoe meer licht op de tuinkers schijnt, hoe sneller de tuinkers groeit

2. Voorbereiden

De leerlingen zetten een **onderzoek** op om de invloed van abiotische factoren te onderzoeken (licht, temperatuur, water en bodem).
Dit onderzoek wordt uitgevoerd volgens de stappen van de wetenschappelijke methode.

2.1 Groepsindeling

- Elk groepje werkt één deelvraag uit. Bij grote klasgroepen kun je de klasgroep eerst in tweeën splitsen en daarna de deelvragen verdelen over elke helft.
- Je kan ook werken met “ expertgroepen en stamgroepen”
= werkvorm Legpuzzel / JIGSAW

<https://www.ou.nl/web/wijze-lessen/bouwsteen-5-laet-leerstof-actief-verwerken>

Filmpje dat de jigsaw-methode duidelijk uitlegt.

2.2 Leerkracht als coach

- Als leerkracht heb je hier de rol van coach. Je mag bijsturen, maar de bedoeling is dat de leerlingen zelf een onderzoek uitvoeren. Een foute hypothese is ook een goed experiment.
- De leerlingen kunnen op het internet/ in boeken/ geschikte experimenten zoeken en maken hier een mindmap/ schema van.
- De leerlingen gaan zoveel mogelijk zelf op zoek naar het materiaal.
- Wanneer de leerlingen hun werkwijze kiezen, dien je als leerkracht toe te zien op hun keuze van stoffen zodat er veilig kan gewerkt worden.

2.3 Differentiatietips

Je kunt de selectie van de experimenten:

- volledig in handen van de leerlingen geven;
- sturen door zoektermen op te geven en regelmatig feedback te geven op hun ideeën
- sterk sturen door enkele websites op te geven

- www.scholieren.com/verslag/opdracht-biologie-invloed-licht-op-planten
- <https://www.metdeklasjeboerop.be/file/download/d338e3ab-1b1c-4f0e-aa48-a8af9f6ab82e/6D8957C76BB0E42BA63F27B48B3D681C>

Experimentenboekje - Via enkele eenvoudige experimenten ontdek je hoe planten aan hun voedsel komen, hoe ze ademen, wat de invloed van licht en warmte is.

- https://www.goodplanet.be/docs/zzg-rlp/nl/3e-graad/lesfiche_experimenten_met_plantjes.pdf
- http://www.ziezegroeien.be/sites/default/files/media/lesfiche_groeixperimenten.pdf

Experimenten (water, bodem, licht, temperatuur)

3. Uitvoeren

De leerlingen voeren het experiment uit. Tuinkers groeit heel snel en is dus ideaal om te gebruiken voor deze opdracht

3.1 Experimenten

Enkele voorstellen (indicatief)

- **Licht:**
 - De lichtintensiteit onderzoeken met behulp van waterpest. Aan de hand van het aantal vrijkomende zuurstofbelletjes uit een waterplant kan de snelheid van de fotosynthese gemeten worden. Het aantal zuurstofbelletjes per minuut kun je als een maat voor de fotosynthese

gebruiken. De lichtintensiteit kan gemeten worden met een lichtmeter.
(<https://educatie-en-school.infonu.nl/werkstuk/19010-invloed-lichttemperatuur-op-snelheid-fotosynthese.html>)

- Zaadjes laten ontkiemen onder een andere kleur licht (bv blauw licht, wit licht, rood licht,...) Elke dag de hoeveelheid blaadjes noteren en de lengte en breedte van de bladeren en de lengte van de stengel. Bij welke kleur groeit het plantje het snelst?
- Bij dit onderzoek moeten de leerlingen enkel de kleur van het licht veranderen. Alle andere parameters zoals afstand van de lamp tot de plant, vocht, temperatuur, soort bodem... moeten constant gehouden worden.
- Leerlingen maken een tabel voor alle parameters die ze willen onderzoeken.

Abiotische factor : licht

Variabel	Rood licht	Groen licht	Blauw licht	Wit licht
constant	Afstand lamp	Afstand lamp	Afstand lamp	Afstand lamp
constant	zand	zand	zand	zand
constant	kamertemp	kamertemp	kamertemp	kamertemp
constant	vocht	vocht	vocht	vocht
constant	4 zaadjes per pot	4 zaadjes per pot	4 zaadjes per pot	4 zaadjes per pot
constant	Zoet water	Zoet water	Zoet water	Zoet water
constant	Geen voeding	Geen voeding	Geen voeding	Geen voeding

Voorbeeld (indicatief)

Abiotische factor :

Variabel				
constant				
constant				
constant				
constant				
constant				
constant				
constant				

Blanco tabel

- Zaadjes laten ontkiemen met een andere hoeveelheid licht (bv dag en nacht licht, 12 uur per dag, 6 uur per dag en geen licht.)
Elke dag de hoeveelheid blaadjes noteren en de lengte en breedte van de bladeren en de lengte van de stengel.
Bij welke hoeveelheid licht groeien de plantjes het beste?

○ **Temperatuur**

- Zaadjes laten ontkiemen bij een andere temperatuur (bv 10°C, 20°C en 30°C)
- Elke dag de hoeveelheid blaadjes noteren en de lengte en breedte van de bladeren en de lengte van de stengel. Bij welke temperatuur groeien de plantjes het beste? (plantjes buiten, op de verwarming, in de tocht, kamertemperatuur,...)

○ **Water**

- Steek een plantje met z'n wortels in een fles/vaas gevuld met water. De blaadjes van de plant steken boven de fles uit. Vul vervolgens de opening van de fles op met plasticine, zodat het water niet kan verdampen. Trek een streepje met de markeerstift op het niveau van het water. Doe nu hetzelfde met de andere fles. Vul ze met water en maak de opening dicht met plasticine, dit keer echter zonder plant. Dit wordt jouw 'getuige'-fles.
- Steek een plantje met z'n wortels in een fles/vaas gevuld met water. De blaadjes van de plant steken boven de fles uit. Steek het andere plantje in een fles met gedemineraliseerd water (zonder minerale zouten, men gebruikt dit bijv. om in het strijkijzer te doen). Plak etiketten op beide flessen, zodat het verschil duidelijk is. Wacht enkele weken.
- Vul 3 potjes met zuur, basisch en neutraal water. Plaats in elke potje een plantje, met de wortels in het water en de bladeren uit het potje. Observeer nu dagelijks welk plantje sneller zal groeien of eventueel zal sterven. Vul de afmetingen van de bladeren, wortels, stengel in om te vergelijken. Je kan ook de kleur van de planten observeren.
- In dit filmpje zie je dat een plant ook kan verdrinken:
<https://www.youtube.com/watch?v=H4RbfXhv7Z0>
- In dit filmpje zie je hoeveel water een plant nodig heeft:
<https://www.youtube.com/watch?v=4CCQ5P6Nt-g&t=6s>

○ **Bodem**

- Plant de 3 zaadjes in 3 verschillende potjes. Plaats de potjes dicht bij het raam, bij een gemiddelde temperatuur van 20°. Geef ze elke dag een beetje water.
 - Potje 1: voeg geen extra meststoffen toe.
 - Potje 2: geef elke dag een beetje meststoffen aan het zaadje /kiemplantje
 - Potje 3: geef elke dag te veel meststoffen aan het zaadje/kiemplantje. Bekijk wekelijks hoe de plantjes groeien.
- Om te ontdekken of planten het best groeien in gewone grond of in compostgrond / bemeste grond, planten de kinderen tuinkers in twee bakjes : het ene laten ze groeien in 'gewone' grond, het andere in bemeste grond of compostgrond. Geef aan elk groepje (of aan elke

leerling) een werkfiche. Laat de kinderen hun hypothesen invullen. Vervolgens vraag je hen de instructies op de fiche te volgen. Ze leren het verloop van het experiment kennen en zetten zich aan het werk. Ze vullen 2 bakjes met grond en zaaien de tuinkerszaadjes. Dan steken ze een tandenstoker in elk potje en schrijven ze op een papiertje 'gewone grond' en op een ander papiertje 'mest' of 'compost'. Deze kleven ze aan de tandenstoker van het juiste bakje. Ze geven de 2 bakjes evenveel water en plaatsen ze op een tafel in de klas (niet ver van een raam). De leerlingen observeren de bakjes dagelijks. Elke 5 dagen meten ze de hoogte van de plantjes en noteren ze de resultaten in de groeitabel. Na ongeveer 3 weken kunnen de kinderen de tuinkers proeven of op de boterham leggen.

- Extra opdracht **Overzicht en samenvatting van mineralen:**
 Filmpje : Voedingsstoffen of nutriënten zijn stoffen die onontbeerlijk zijn voor de groei en de instandhouding van een organisme.
<https://www.youtube.com/watch?v=fiQcSjw0nGo>
 Aan de hand van [een leestekst](#) kunnen leerlingen onderstaande tabel invullen.

Bron: <https://www.vlm.be>

Naam element	Chemisch symbool	Nodig voor:	Bij gebrek zie je dit zo:	Bij overmaat (teveel) zie je dit zo:	Hoe kan je het aan de plant geven?
Stikstof					
Fosfor					
Kalium					
Magnesium					
Zwavel					
Calcium					
Boor					
Koper					
Zink					
Molybdeen					
Mangaan					
Ijzer					

3.2 Besluit

- De leerlingen vormen een besluit in groep en maken een presentatie hierover.
- In groep presenteren aan de klas.

- De leerlingen ordenen de resultaten per deelvraag en formuleren zo een antwoord op de deelvragen en op de centrale onderzoeksvraag. De groepjes kunnen ook mengen zodat er van elk groepje één iemand van licht, temperatuur, water en bodem zit. Ieder legt uit wat ze gedaan hebben en wat ze hieruit kunnen besluiten



3.3 Differentiatietips

- De voorstelling kun je:

- uitgebreid (met een uitvoering van het experiment als demoproef door de leerlingen) of beperkt (enkel de resultaten) houden;
- mondeling of schriftelijk laten verlopen;
- met een ondersteunende powerpointpresentatie of enkel mondeling laten presenteren;
- in een wetenschappelijk verslag laten gieten volgens het sjabloon bij het onlinelesmateriaal.

4. Reflecteren

Leerlingen doen een reflectieoefening aan de hand van een exit-card.

Exit:	Naam:	Datum:
Doel: <input type="text"/> Niet bereikt Bereikt		Smileys meter <input type="text"/>   Hoe beleef je de opdracht?
Wat gaat goed?		Wat gaat minder goed/kan anders?
Wat heb je nodig om de doelen te bereiken (opdrachten, tijd, uitleg, samenwerking, ...)		

<https://www.cps.nl/blog/2014/02/11/Een-handig-hulpmiddel-om-leerlingen-feedback-te-geven-op-het-leren>

Reader:

- Schuilt er een onderzoeker in jou?
 - <https://adoc.pub/schuilt-er-een-onderzoeker-in-jou-versie-voor-de-leerkracht.html>
- In welke omstandigheden kiemen zaden het best?
 - <https://annemarivandam.nl/2018/03/28/gaat-dat-zaad-nog-kiemen-zo-kom-je-er->

- [achter/](#)
 - <https://www.youtube.com/watch?v=Mp0x6wisDgs>
- Basis om planten te laten groeien (licht, temperatuur, vocht, voeding en ventilatie)
- <https://www.myhomegrow.nl/c-4987369/kweeksets-hydroponic-en-kweeksystemen/>
- Voordelen led licht en welke kleur van licht is belangrijk voor de groei van planten
- <https://www.youtube.com/watch?v=rEw-VfFkUik> (2:40 – 3:42)
- Invloed van licht op de plantengroei
- <https://www.canna.nl/het-effect-van-het-lichtspectrum-op-ontwikkeling-van-planten>
- <https://www.ledparadise.eu/ledparadise-blog/welk-spectrum-heb-ik-nodig>
- <https://glastuinbouw.agriholland.nl/licht4/docs/kleurendeinvloedvangolf lengtes ophetgewas.pdf?fbclid=IwAR2dsTIY1kUsxB2Eo47eZOZgFS9cPQwIJfBFujrxgg-tnuppcb133smdacA>
- Invloed van temperatuur op de plantengroei
- <https://www.plagron.com/nl/grow-topics/temperatuur>
- Zonlicht en temperatuur
- <https://annemarievandam.nl/2018/02/18/zonlicht-plantengroei-tuin/?fbclid=IwAR2w1T5MgFmEEpxBwdONJYMsRGIKnU8Ekjvd-LJsZqZjX2joW5cPRFCZtn8>
- Planten groeien in marsbodemsimulant
- <https://www.wur.nl/Landingspagina-redacteurs/nl/Onderzoek-Resultaten/Projecten/Food-for-Mars-and-moon/Onderzoek/Eerste-experiment-Kunnen-planten-groeien-op-Mars-en-maanbodemsimulanten.htm>
- Zeer volledige info over hydroponics via “ artikelen” en “ kennis”
- <https://hydroponics-nederland.nl/>

Ontwikkeld in samenwerking met:



Deze bouwsteen werd ontwikkeld door KS Leuven in samenwerking met Leen De Meulemeester en Jonas Snellinx (studenten van de lerarenopleiding van Hogeschool PXL)



Bouwsteen 3: Het onderzoek uitgevoerd – welke invloed heeft licht op de plantengroei en waarom?

Deze fase in een notendop:

Verschillende factoren die de plantengroei beïnvloeden zijn aan bod gekomen. De invloed van licht wordt onderzocht. Hiervoor zal er eerst toegelicht worden wat licht is, hoe je licht kan onderzoeken en tenslotte welke soort lichtbron het beste is voor de plantengroei in een hydroponisch systeem.

Tijd: 2 u basis en 3 u uitbreiding

Leerdoelen:

De leerlingen kunnen...

- in eigen woorden uitleggen waaruit licht bestaat.
- in eigen woorden uitleggen waarom een voorwerp een bepaalde kleur heeft.
- in eigen woorden elektromagnetische straling definiëren.
- concluderen dat elke kleur een verschillende golflengte en frequentie heeft.
- uit voorbeelden afleiden dat elektromagnetische golven kunnen verschillen op 3 vlakken (golflengte, frequentie en amplitude).
- een spectroscop ontwerpen en realiseren door het technisch proces te doorlopen
- de beste lichtbron selecteren voor het hydroponisch systeem

(inspiratie en richtlijnen rond opstellen van goede leerdoelen vind je [hier](#))

Leerinhouden: (oplijsting van nieuwe concepten, begrippen)

- licht
- spectrum
- elektromagnetische straling (golflengte, amplitude, frequentie)
- spectroscop

Randvoorwaarden:

- Materiaal:
 - PC, tablet, smartphone met internettoegang;
 - Leerlingenbundel;
 - Spectroscop; kartonnen doos, schaar, ducttape, CD, schoolpasje of klein stuk foto-karton, wc-rolletje, potlood, liniaal, geodriehoek en 4 verschillende kleurenfilters, Pvc buis, PVC dop, PVC bocht,
- Voorkennis leerlingen: (enkel de relevante voorkennis, bv. 'kunnen werken met grafieken in excel', 'conceptuele kennis over fotosynthese' of 'grafisch programmeren via scratch'). Op deze manier kan de leerkracht inschatten of dit haalbaar is en/of er een extra bouwsteen aan moet toegevoegd worden.
- Externen: /

Beschrijving leeractiviteiten:

1. Wat is licht?

- Inleiding

- De les kan gestart worden met een Mentimeter (www.menti.com) met daarbij de vraag 'Wat is licht?'. Zo weet je wat de leerlingen al weten en kan je als leerkracht hierop inspelen. Hierna kan je hen vragen of ze licht kunnen zien/voelen/ruiken, of licht steeds dezelfde kleur heeft en kan je als leerkracht het verschillen aanhalen tussen natuurlijke en kunstmatige lichtbronnen.

Als vervolg hierop wordt het [filmpje 'Licht en Kleur'](#) getoond. Hier kunnen onderstaande vragen aan gekoppeld worden. (Deze kunnen individueel, in groep of klassikaal opgelost worden).

- Wat heb je nodig om iets of iemand te kunnen zien?
- Waaruit bestaat licht?
- Wat gebeurt er met invallende lichtstralen op een wit voorwerp?
- Wat gebeurt er met invallende lichtstralen op een zwart voorwerp?
- Uit welke kleuren bestaat wit licht?
- Welk natuurverschijnsel vertoont de kleuren van wit licht?
- Welke kleur wordt weerkaatst door een geel voorwerp?
- Wat gebeurt er als je met rood licht op een rood voorwerp schijnt?
- Wat gebeurt er als je met groen licht op een rood voorwerp schijnt?
- Met welke drie kleuren kan je wit licht maken?

Je kan dit filmpje ook op een alternatieve manier aanbieden door het in edpuzzle te plaatsen en de vragen tijdens het filmpje stellen. De leerlingen kunnen individueel en op eigen tempo aan deze opdracht werken. Na de opdracht volgt er een klasgesprek.

- Wat heb je nodig om iets of iemand te kunnen zien? (1.50)
- Waaruit bestaat licht? (2.25)
- Wat gebeurt er met invallende lichtstralen op een wit voorwerp? (4.04)
- Wat gebeurt er met invallende lichtstralen op een zwart voorwerp?(4.04)
- Uit welke kleuren bestaat wit licht? (5.09)
- Welk natuurverschijnsel vertoont de kleuren van wit licht? (5.20)
- Welke kleur wordt weerkaatst door een geel voorwerp? (6.08)
- Wat gebeurt er als je met rood licht op een rood voorwerp schijnt?
- Wat gebeurt er als je met groen licht op een rood voorwerp schijnt?
- Met welke drie kleuren kan je wit licht maken? (8.15)

- Overgang elektromagnetische straling

- Toon het filmpje ['Wat is licht?'](#) en laat de leerlingen onderstaande vragen oplossen.
 - Welke soort straling is licht?
 - Kan je licht zien?
 - Wat is er specifiek voor elke kleur?

- Wat is de snelheid van licht?
- Elektromagnetische golven
 - Definitie
 - Laat de leerlingen zelf het woord elektromagnetisch ontleden tot elektrisch en magnetisch. Het verschil tussen deze 2 golven (dat deze loodrecht op elkaar staan) kan je visueel duidelijk maken met volgende applet:
https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=opt_vlna&l=nl
 - De ontleding van het woord en het visuele aspect wordt ook duidelijk omschreven en afgebeeld in de [bron](#) bij 'onderzoeksopdracht: elektromagnetische straling'.
 - Verschillen tussen elektromagnetische golven
 - Manier 1: Geef de leerlingen per 2/3 een aantal golven die verschillen in frequentie (envelop 1), golven die verschillen in amplitude (envelop 2) en golven die verschillen in golflengte (envelop 3). Laat hen per envelop zelf besluiten wat de verschillen en gelijkenissen zijn. Aan de hand van deze voorbeelden kan je de leerlingen zelf laten besluiten dat er een verband is tussen de golflengte en de frequentie.
 - Manier 2: Geef per groepje een aantal golven die steeds verschillen op 1 vlak (amplitude, frequentie of golflengte). Laat hen dit verschil bepalen. Zet hen hierna samen met een leerling die een ander verschil bestudeerd heeft en laat hen aan elkaar uitleggen. Aan de hand van deze voorbeelden kan je de leerlingen zelf laten besluiten dat er een verband is tussen de golflengte en de frequentie.
 - Manier 3: Aan de hand van de aangereikte website kunnen ze de verschillen lezen en een voorbeeld zien. Manier 1 of 2 kan hiermee gecombineerd worden.
 - Met behulp van de aangereikte [bron](#) bij krijgen de leerlingen meer informatie over elektromagnetische golven. Ze komen te weten waaruit deze opgebouwd zijn, waarom dit golven genoemd worden, of ze een medium nodig hebben, wat de verschillen tussen golven kunnen zijn, tussen welke golflengtes het zichtbaar licht gelegen is en welke kleur de grootste/kleinste golflengte heeft.
 - Met behulp van een [Phet simulatie](#) kunnen de leerlingen zelf waarnemen dat de golflengte van bijvoorbeeld paars licht kleiner is dan de golflengte van rood licht.
- Afsluiter
 - Manier 1: Klassikaal het [filmpje 'Het elektromagnetische spectrum'](#) tonen en bijvragen stellen. Als leerkracht kan je hier opnieuw opteren om dit in een edpuzzle te gieten.

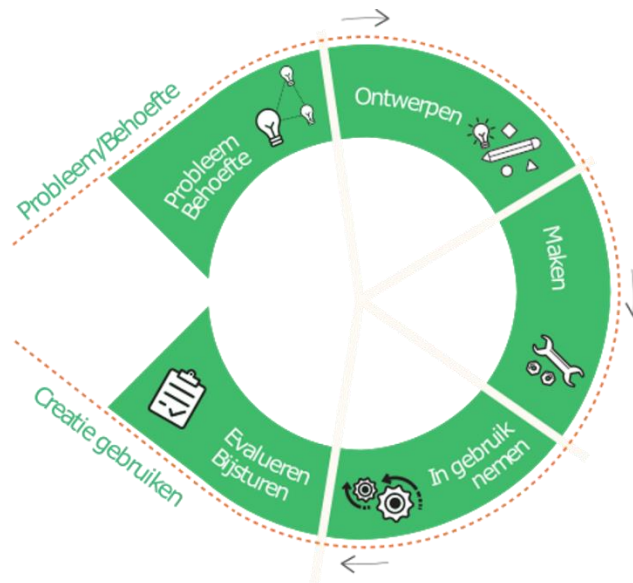
- Manier 2: Het [filmpje 'Het elektromagnetische spectrum'](#) individueel laten kijken en de leerlingen zelf een vraag hierbij laten formuleren die ze willen stellen aan de rest van de klas of leerkracht. Laat de vraag noteren op een post-it die daarna op het bord geplakt wordt of via Mentimeter.
- Laat de leerlingen nu zelf een vraag bedenken voor de rest van de klas rond licht of een vraag die ze nog niet beantwoord gehad hebben die ze aan de leerkracht willen stellen. Deze vragen kan in mentimeter, op een post-it en daarna op het bord komen plakken, op een exitcard...

2. Hoe kan je de samenstelling van licht onderzoeken?

Beschrijving leeractiviteiten:

De spectroscop

De leerlingen gaan een spectroscop ontwerpen en maken en gaan dit doen volgens de stappen van het ontwerpproces.



1. Probleem

1.1 Omschrijving probleem

Licht is een abiotische factor die invloed kan hebben op de groei van de planten. We hebben reeds gezien dat de kleur van het licht dat we zien niet altijd is zoals wij het

waarnemen. Om alle kleuren in licht zichtbaar te maken kan het licht worden ontleed in verschillende kleuren. Elke lichtbron zendt zijn eigen soort licht uit en heeft dus zijn eigen spectrum. Wetenschappers gebruiken een speciaal apparaat om een spectrum te meten: een spectrometer of spectroscop.

We willen gaan onderzoeken welk effect de kleur van licht heeft op onze plantengroei dit kunnen we enkel doen als we het spectrum van de verschillende lichtbronnen kennen.

Aangezien professionele apparaten te duur zijn gaan we zelf een spectroscop ontwerpen en realiseren.

1.2 Criteria:

Aan de hand van de info die de Iln al weten gaan ze klassikaal op zoek naar criteria waaraan de spectroscop moet voldoen.

De leerkracht zet de ideeën van de leerlingen op bord.

Al de ideeën worden besproken.

Indien er nog belangrijke criteria ontbreken gaat de leraar in gesprek met de Iln om tot deze criteria te komen.

Enkele mogelijke criteria:

- De spectroscop moet van een lichtspleet voorzien zijn. (zo smal en recht mogelijk)
- De spectroscop moet een rooster/tralie bevatten die voor de breking van het licht zorgt
- De spectroscop moet een kijkbuis hebben waar je de waarnemingen kan doen.
- De spectroscop moet zo goedkoop mogelijk gemaakt worden.
- Materiaal waaruit de spectroscop gemaakt moet worden (kan ook vrije keuze van leerlingen zijn).
- ...

2. Ontwerpoplossingen bedenken.

- Zelfstandig werk: de leerlingen gaan informatie opzoeken over de spectroscop. Voor elke criteria waaraan de spectroscop moet voldoen moeten ze 2 oplossingen bedenken. Deze oplossingen vullen ze in de tabel in de werkbundel in. Uit deze oplossingen selecteren ze de meest geschikte.
- Zelfstandig werk: de leerlingen krijgen de opdracht om creatief aan de slag te gaan en maken met behulp van de ontwerpoplossingen een schets van hun spectroscop. Op de schets worden de ontwerpoplossingen aangeduid.
- Er kunnen eventueel onderzoeksopdrachten gedaan worden om te kijken onder welke hoek het rooster/tralie het beste staat, de invloed van de grootte van de spleet, de kleur van de achtergrond waarop het spectrum geprojecteerd wordt,....
- Na deze onderzoeksopdrachten kunnen de criteria eventueel nog aangepast worden.

3. Een spectroscopie maken

De leerkracht neemt vanaf hier een coachende houding aan. Hij laat de groepjes zelfstandig werken en biedt hulp waar nodig.

- Zelfstandig werk: de leerlingen gaan de benodigde materialen en gereedschappen die ze nodig hebben ophalen en geven in grote lijnen weer welke stappen ze gaan volgen.
- Practicum: de leerlingen realiseren hun spectroscopie
- Op het einde van de les ruimen de leerlingen steeds op. De leerlingen sorteren het afval in de hiervoor voorziene afvalbakken.

Bronnen bij modellen spectroscopie die getest werden (zie ppt bijscholing)

[Spectroscopie PVC-buis](#)

[Spectroscopie keukenrol](#)

[Spectroscopie cornflakes doos](#)

4. De spectroscopie-ingebruikname

De spectroscopen worden getest door spectra van diverse lichtbronnen waar te nemen.

- De leerlingen schrijven in een tabel hun waarnemingen
- De leerlingen vormen een besluit bij de waarnemingen
- Met de smartphone nemen de leerlingen een foto van het spectrum en plaatsen deze bij in de tabel.

5. Evaluatie

- Zelfstandig werk: de leerlingen evalueren hun spectroscopie Ze bekijken de tabel met de behaalde criteria die ze ingevuld hebben bij het hoofdstuk ingebruikname en gaan voor de criteria die niet voldeden verbeterpunten bedenken.
- Zelfstandig werk: de leerlingen vullen een feedback formulier over het deel ontwerpend leren van het project in.

3. Welke soort lichtbron is het beste voor de plantengroei in ons systeem?

Afhankelijk van de resultaten van de uitgevoerde onderzoeken uit bouwsteen 2 (abiotische factor licht) en 3 (onderzoek van licht met de spectroscopie) gaan de leerlingen bepalen welke lichtbron het meest geschikt is voor hun systeem.

Om de bekomen resultaten uit bouwsteen 2 te verifiëren kunnen ze het artikel in volgende bron doornemen:

<https://www.ledgrowers.be/blog/welk-spectrum-hebben-mijn-planten-nodig>

Dit is eigenlijk de hoofdblok en beschrijft de leeractiviteit zoals studenten in lerarenopleiding aangeleerd worden om een schriftelijke lesvoorbereiding te maken)
Dit zijn bijvoorbeeld de instructies en vragen die leerlingen begeleiden, de opdrachten, didactische wenken, de werkvorm, beoogde resultaten (data, prototype, ...), etc.
Meer inspiratie over leeractiviteiten binnen STEM vind je [hier](#).
Meer inspiratie over werkvormen binnen STEM vind je [hier](#).

Reader:

- Wat is licht?
 - Voorwerpen zien:
<https://inask.nl/index.php/9-Onderwerpen/Licht-Beeld/15-voorwerpen-zien>
 - Geschiedenis en ontdekkingen van licht
<https://e-tcetera.be/wat-is-licht/>
 - [Waarom hebben dingen een kleur](#)
<https://www.youtube.com/watch?v=LISrCI5AqQE>
- Elektromagnetische straling
 - Oplijsting van een aantal elektromagnetische stralingsbronnen:
<https://www.vlaanderen.be/elektromagnetische-straling>
- Hoe kan je licht onderzoeken
 - Leerlingenhandleiding: Nationale lichtmeting
https://www.nemosciencemuseum.nl/media/filer_public/95/fa/95fae248-87ca-4be0-a265-606e9746d01d/jaar_van_het_licht_leerling.pdf
- Spectroscoop
 - Enkele alternatieve voorbeelden om zelf een spectroscoop te maken
<https://ipacity.biedmeer.nl/Webwinkel-Product-298279319/Onderdelen-spectroscoop-lasergesneden.html>
<https://www.yumpu.com/nl/document/view/20136986/handspectroscoop-volgens-planeten-paultje>
<http://www.experimenten.nl/spectroscoop.html>
<https://inask.nl/index.php/practica/21-Licht-Beeld/162-De-Zakspectroscoop>

- Welke soort lichtbron is het beste voor de plantengroei in ons hydroponisch systeem?
 - <https://www.ledgrowers.be/blog/welk-spectrum-hebben-mijn-planten-nodig>
 - <https://www.youtube.com/watch?v=rEw-VfFkUik>

Ontwikkeld in samenwerking met:



aan Deze bouwsteen werd ontwikkeld door KSLeuven in samenwerking met iSTEM en met de hulp van Robin Sterckx en Maxime Van Waeyenberg (studenten lerarenopleiding Hogeschool PXL)



3. Deel III: monitoring en automatisering

Bouwsteen 1: Verkenning - Hoe kan je jouw hydroponisch systeem monitoren en automatiseren?

Deze fase in een notendop:

We leren hoe we met een sturingsproces de abiotische factoren licht, temperatuur en vochtgehalte in ons hydroponisch systeem automatisch kunnen controleren (monitoren) en aanpassen om de plantengroei zo effectief mogelijk te laten verlopen.

Tijd: 1 lestijd

Leerdoelen:

De leerlingen kunnen...

- ✓ een sturing herkennen in gegeven voorbeelden.
- ✓ zelf voorbeelden van sturingen bedenken.
- ✓ concepten sensor, input, logica, actuator en output beschrijven
- ✓ de relatie tussen sensor, input, logica, actie, actuator en output beschrijven.
- ✓ basislogica en de taal van sturing toepassen in woordelijke beschrijving van een sturingsproces (als, dan, anders ... in logische zinnen gebruiken).

(inspiratie en richtlijnen rond opstellen van goede leerdoelen vind je [hier](#))

Leerinhouden: (oplijsting van nieuwe concepten, begrippen)

- basisbegrippen sturing : sensor, input, logica, actuator en output
- computationeel denken : patroonherkenning – decompositie – algoritme- abstractie – debuggen
- **PLC** (programmable logic controller” - programmeerbare logische microprocessor)

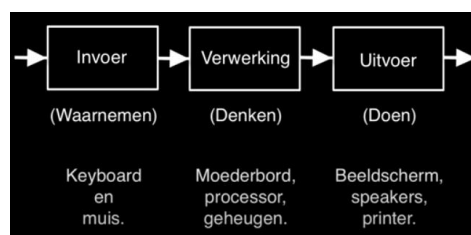
Randvoorwaarden:

- Materiaal:
 - Leerlingenbundel
 - Kaartjes (nog zelf te maken) bij opdracht leerlingenmachine
- Voorkennis leerlingen: *grafisch programmeren via scratch* .
- Externen: /

Beschrijving leeractiviteiten:

2. De leerlingenmachine

- De les kan gestart worden met een brainstorm (woordspin) over sturing (aansturen, iets doen, een actie uitvoeren, onder bepaalde voorwaarden/ invoer/sensoren/ ...)
- Als vervolg hierop wordt een introductie gegeven op programmeren via de opdracht "De leerlingenmachine". Leerkracht voorziet kaartjes waar opdrachten ontstaan. Bijvoorbeeld: Als licht uit gaat moeten al de leerlingen op de stoel gaan staan. De leerkracht maakt een tabel (zie II.bundel p. 9) zoals hij/zij de leerlingemachine gebruikt heeft en vult hier alle instructiekaartjes op voorhand in, alsook een deel van de cellen (ad random) als voorbeelden voor de leerlingen. Voorzie deze tabel best op een apart blad.
- Na deze oefening volgt een beschrijving van de begrippen : sensor, input, logica, actuator, actie en output. De begrippen invoer/input - verwerking- uitvoer/output kunnen toegelicht worden aan de hand van een voorbeeld.



- De opdracht leerlingenmachine sluit af met een korte reflectie : Wat ging er goed tijdens het uitvoeren van de leerlingenmachine? Wat ging er fout en waarom?

3. Geautomatiseerde sturing

- Leerlingen geven enkele voorbeelden van automatisering.
- Na een korte introductie van de PLC , beschrijven leerlingen in hun eigen woorden wat een PLC van een rookalarm eigenlijk doet
- Nadien wordt verwezen naar de " als " / "dan" - uitspraak als één van de basiselementen van de logica die gebruikt wordt in sturing en in

programmeertalen.

4. Algoritme voor geautomatiseerde sturing van het hydroponisch systeem

- Om een algoritme op te stellen, passen we enkele stappen van computationeel denken toe. Eerst gaan we een probleem opsplitsen in deelproblemen : Welke abiotische factoren gaan we monitoren? Deze stap wordt in het computationeel denken taal **decompositie** genoemd. Per abiotische factor hebben we een sensor nodig. Leg de koppeling met de tabel.
- Laat leerlingen het sturingsproces voor 1 abiotische factor beschrijven met als... dananders.....

Reader:

<https://onderwijs.vlaanderen.be/sites/default/files/atoms/files/Zo-denkt-een-computer.pdf>

<https://www.micro-bit.nl/computational-thinking-0>

Ontwikkeld in samenwerking met:



Deze bouwsteen werd ontwikkeld door de cel iSTEM inkleuren



Bouwsteen 2: De micro:bit als sturing

Deze fase in een notendop:

We verkennen de micro:bit als sturing, zowel de onderdelen als de gebruiksomgeving voor het programmeren

Tijd: 3 lestijden

Leerdoelen:

De leerlingen kunnen

- ✓ eenvoudige logica programmeren en schakelen met een micro:bit.

(inspiratie en richtlijnen rond opstellen van goede leerdoelen vind je [hier](#))

Leerinhouden: (oplijsting van nieuwe concepten, begrippen)

- Leren programmeren met de Micro:bit
Door te leren programmeren met een micro:bit, ben je bezig met het aanleren van vaardigheden computationeel denken

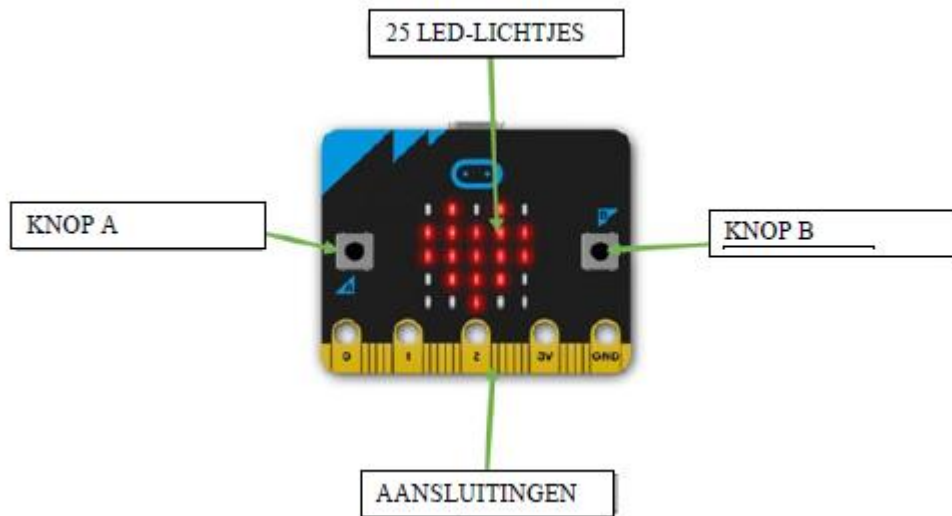
Randvoorwaarden:

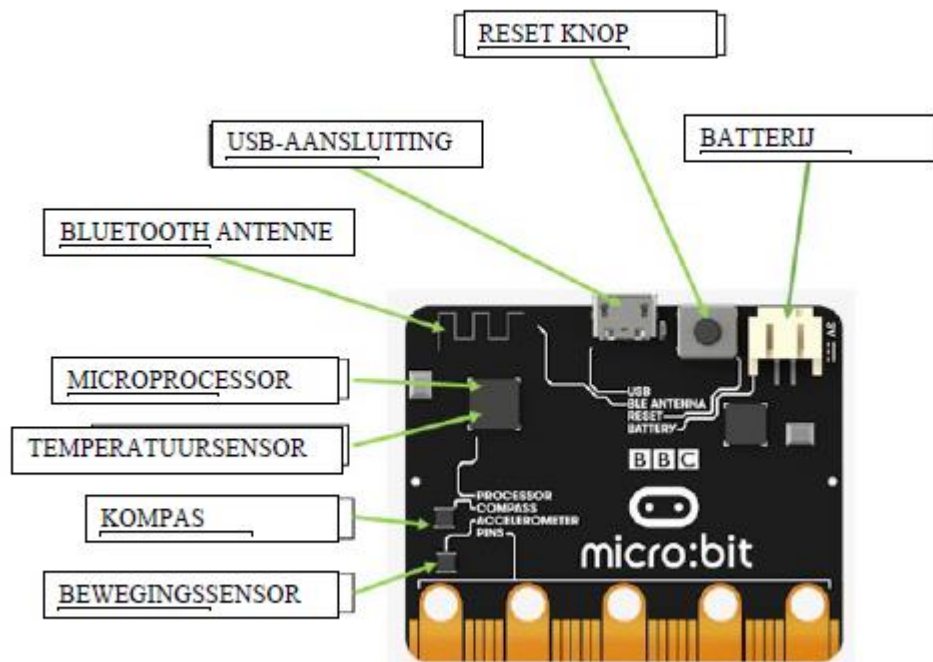
- Materiaal:
 - Computer met internet aansluiting : <https://makecode.microbit.org/>
 - Leerlingenbundel
 - Micro:bit
- Voorkennis leerlingen: reeds enige voorkennis van grafisch programmeren via scratch kan een voordeel zijn.
- Externen: /

Beschrijving leeractiviteiten:

1. Onderdelen op de micro:bit

- Na het bekijken van een filmpje worden de onderdelen op 2 afbeeldingen benoemd.





- In een vervolgoopdracht denken leerlingen al eens na over de onderdelen die ze nodig zullen hebben om de abiotische factoren te monitoren en te automatiseren. Nadien kan dit klassikaal overlopen worden. Bij de te gebruiken onderdelen hoort zeker de temperatuursensor en bij ontbrekende onderdelen de vochtsensor en lichtsensor. Leerlingen weten op dat moment nog niet dat de lichtsensor in de micro:bit kan werken door gebruik te maken van de leds. De werking van een lichtsensor komt nog verder aan bod in bouwsteen 3 - deel Monitoren van hydroponisch systeem – ontwerpen en in gebruiknemen Je kan hier eventueel ook al aanhalen om extra uitvoerorganen toe te voegen zoals verlichting en een pompje om water toe te voegen.

2. Gebruiksomgeving voor het programmeren verkennen

- De leerlingen verkennen het simulatieprogramma en enkele veel gebruikte programmablokken. Voor een allereerste kennismaking voor leerlingen die nog nooit iets met programmeren gedaan hebben, vind je lesmateriaal (explorer-kaarten) via <https://www.micro-bit.nl/lesmateriaal>.

Reader:

Webinar Microbit (Van In)

<https://www.youtube.com/embed/QLfAGsgSeGk>

Vanaf minuut 17:39 zie je ook 4 demo's

<https://microbit.org/get-started/user-guide/features-in-depth/>

Ontwikkeld in samenwerking met:



Deze bouwsteen werd ontwikkeld door de cel iSTEM inkleuren



Bouwsteen 3: Monitoren van hydroponisch systeem – ontwerpen en in gebruiknemen

Deze fase in een notendop:

We gaan aan de slag met de micro:bit als sturing om een monitorsysteem te ontwikkelen voor de abiotische factoren en ons hydroponische systeem te automatiseren. Leerlingen testen dit voor 1 abiotische factor en delen hun kennis met klasgenoten.

Tijd: 6 lestijden

Leerdoelen:

De leerlingen kunnen...

- ✓ met de micro:bit een monitorsysteem ontwikkelen voor hun hydroponisch systeem
- ✓ hun opgedane kennis delen en communiceren met klasgenoten

(inspiratie en richtlijnen rond opstellen van goede leerdoelen vind je [hier](#))

Leerinhouden: (oplijsting van nieuwe concepten, begrippen)

- **Micro:bit - monitoren van licht, temperatuur en vochtgehalte**

Randvoorwaarden:

- Materiaal:
 - Micro:bit
 - Lichtbron, batterijpack
 - Thermometer
 - Vochtsensor of 2 geleidende pinnen en geleiders met krokodillenklemmen
 - Computer met internet aansluiting
 - De [micro:bit programmeeromgeving](https://makecode.microbit.org/) werkt het beste in de browser Google Chrome : <https://makecode.microbit.org/>
 - Leerlingenbundel;
- Voorkennis leerlingen:

onderdelen en programmeeromgeving van de micro:bit (zie bouwsteen 2)
grafisch programmeren via scratch (optioneel)

- Externen: /

Beschrijving leeractiviteiten:

- ✓ In deze module ontwikkelen de leerlingen een monitorsysteem voor hun hydroponisch systeem. Ze gebruiken de microbit om de lichtintensiteit, de temperatuur en het vochtgehalte te monitoren. De leerlingen werken in aparte groepjes, testen hun monitorsysteem voor hun hydroponisch systeem voor één van de abiotische factoren en delen hun opgedane kennis met elkaar.
- ✓ De leerlingenbundel bevat voor elke abiotische factor een aantal opdrachten met de volgende opbouw
 - basisopdracht
 - uitbreidingsopdracht(en)
 - opdrachten debuggen (=fouten opsporen)

TIPS bij opdrachten:

- Geef een programma laat de leerlingen naast het stappenplan in eigen woorden uitleggen/schrijven wat er staat.
- Geef stukken van het programma en laat de leerlingen het ontbrekende invullen.

✓ Lichtintensiteit

1. Basisopdracht

In de eerste opdracht bouw je een programma dat de lichtintensiteit meet. Scan de QR-code of klik op de link voor de oplossing:

https://makecode.microbit.org/_Dd03VP1kM0w9



In de [simulator](#) kan je zien hoe het programma werkt. Zodra je het blok lichtniveau gebruikt verschijnt links bovenin de simulator een icoontje waarmee je het licht kunt regelen of dus nabootsen. **Met deze regelaar is het lichtniveau instelbaar** waarbij 0 staat voor duisternis en 255 voor grote lichtsterkte.



Leg je hand op de LEDS

Wat merkt je op: **De lichtintensiteit is 0, het getal 0 verschijnt op de LEDS.**

Doe je hand van de LEDS en hou de LEDS onder een lichtbron

Wat merk je op: **De lichtintensiteit is 255, het getal 255 verschijnt op de LEDS.**

2. Uitbreidingsopdracht

In een vervolgoopdracht gaan de leerlingen het programma uitbreiden. Scan de QR-code of klik op de link voor de oplossing:

https://makecode.microbit.org/_HWE6AMAJRVTK



3. Opdracht fouten opsporen

Juiste code

https://makecode.microbit.org/_7XcYx0X5Pdez



✓ **Temperatuur**

1. Basisopdracht

Leg je hand op de microprocessor:

Wat merk je op: **De temperatuur stijgt langzaam**

Meet nu de temperatuur met een geijkte thermometer en vergelijk beide waardes.

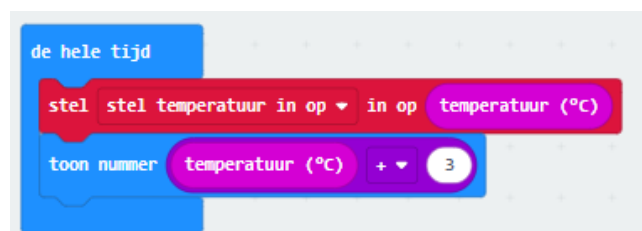
Afgelezen temperatuur micro:bit: **zie micro:bit (hoogstwaarschijnlijk hogere temperatuur dan thermometer).**

Afgelezen temperatuur geijkte thermometer: **zie thermometer.**

Wat merk je op: **De warmte van de hand verhoogt de temperatuur van de temperatuursensor op de micro:bit.**

Indien de waarde van de micro:bit afwijkt van de waarde van de thermometer moeten we de micro:bit kalibreren. Dat wil zeggen dat we beide meetapparaten op elkaar gaan afstemmen.

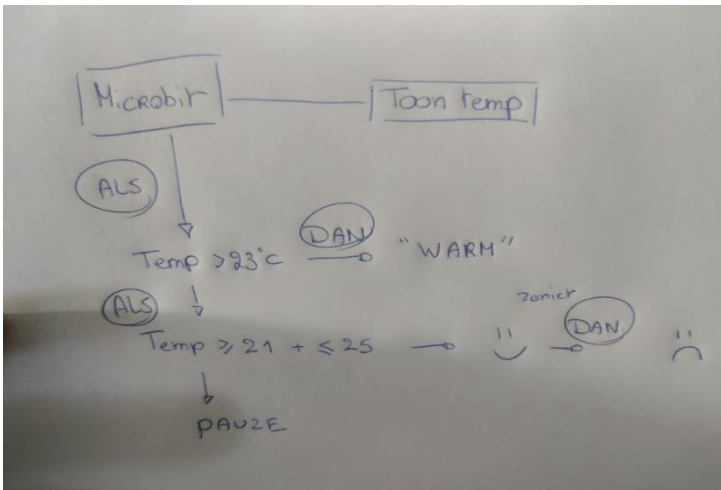
Dit doe je met onderstaand programma.



In bovenstaande situatie gaf de

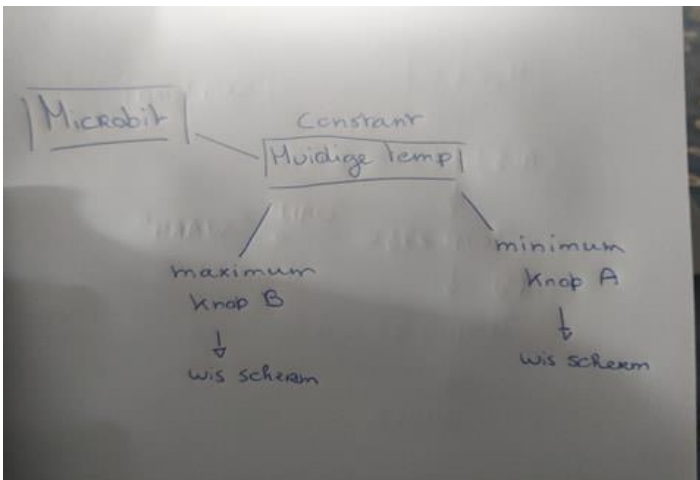
micro:bit **3 °C meer/minder** aan dan de thermometer.

2. Uitbreidingsopdracht 1



<https://makecode.microbit.org/KTUTfvVvebPX>

3. Uitbreidingsopdracht 2 : min./max. temperatuur



<https://makecode.microbit.org/8vCFJuRbfVP0>

4. Uitbreidingsopdracht 4 : grafiek

In deze opdracht maak je een grafische voorstelling (in Excel) van de temperatuur (°C) over een bepaalde periode.

Extra info "data collection"

<https://demicrobit.com/66-door-microbit-gegenereerde-data-vastleggen-in-grafiek-getallenreeks-en-spreadsheet/>

<https://m.youtube.com/watch?v=tZy9Ev21B4c>

✓ **Vochtigheid**

- **Vochtsensor : info**

<https://www.micro->

[bit.nl/sites/default/files/afbeeldingen/Content/MAKER%20kaarten%20totaal.pdf](https://www.micro-bit.nl/sites/default/files/afbeeldingen/Content/MAKER%20kaarten%20totaal.pdf)

zie opdracht pratende plant pdf p. 34 tot 38

<https://microbit101.nl/>

Ga naar lesmateriaal- microbit 101-Onenote – Ga naar 5. Expert 7. Circuits 7.2

Watersensor

-Vochtsensor : zelf maken

Met het [elektrisch leerprogramma- sensor van opitec](#) kan je ook zelf een vochtsensor maken : stappenplan zie <https://youtu.be/SOFudT6KEsE>

1. Basisopdracht

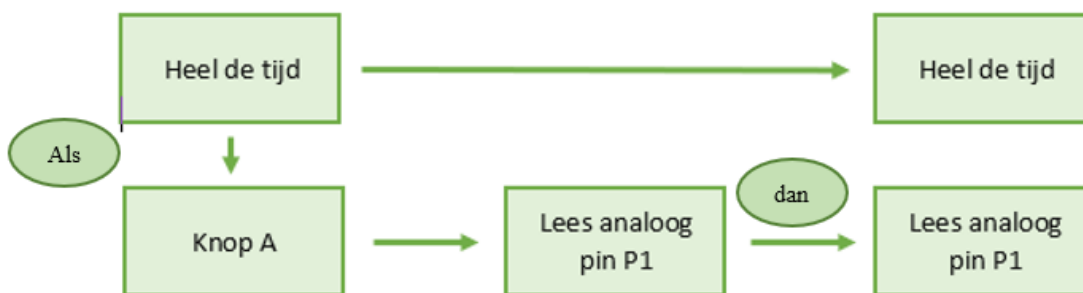
Spanningswaarden bepalen

Gemeten spanningen:

Vochtsensor uit het water: **kleiner dan 50**

Vochtsensor in het water zonder voedingsstoffen: **tussen 200 en 600**

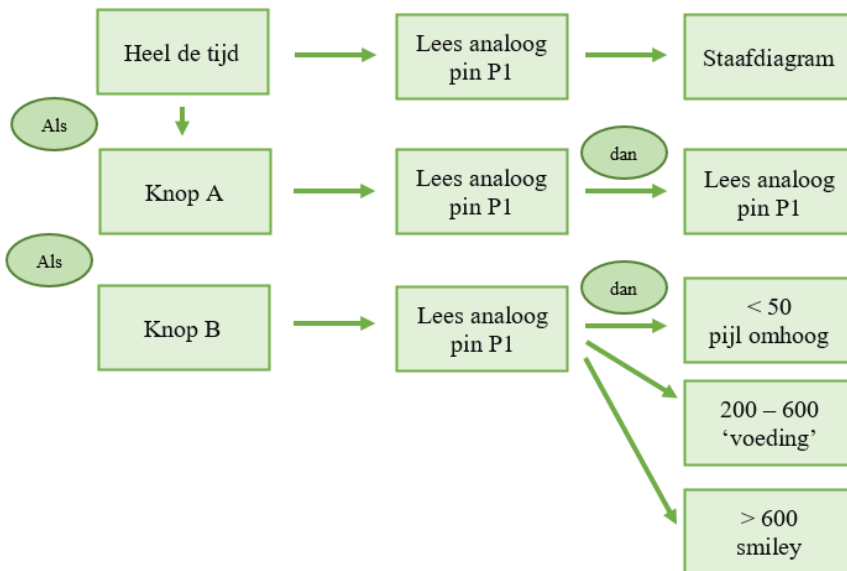
Vochtsensor in het water met de juiste hoeveelheid voedingsstoffen: **boven de 600**



https://makecode.microbit.org/_YJUucaai8aXs

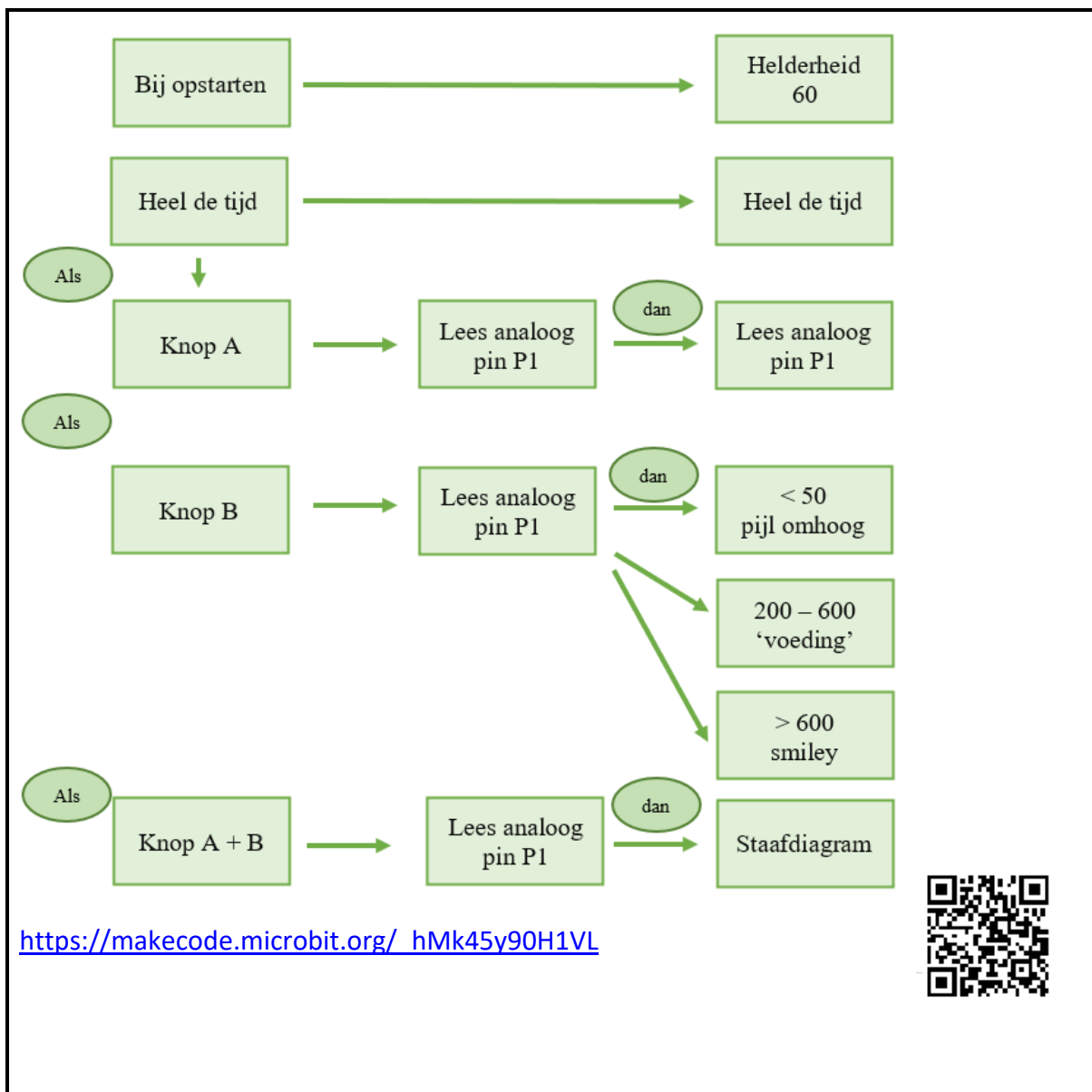


2. Uitbreidingsopdracht 1 - monitoren reservoir



<https://makecode.microbit.org/T3Jav49feDxv>

3. Uitbreidingsopdracht 2 - verspil geen energie



Reader:

<https://demicrobit.com/15-een-vochtmeter-maken/>

<https://demicrobit.com/programmacodes/>

<https://codescool.odisee.be/>

https://codescool.odisee.be/sites/default/files/het_ultieme_microbit_codescool_gevorderden_oefeningenboek.pdf

p. 9 **Licht in het donker**

p. 24 **Vochtigheidsmeter**

p. 31 **Thermometer op afstand**

<https://www.youtube.com/watch?v=pHDYsy6xyE4>; (temperatuursensor)

Science Experiments 03 Temperature Sensor

<https://makecode.microbit.org/projects/soil-moisture> (vochtsensor)

Verken de activiteiten : MAKEN – CODE – CONNECT

<https://www.youtube.com/watch?v=TKhCr-dQMBY> (lichtsensor)

Behind the MakerCode Hardware – Light Sensor on micro:bit

technische fiche vochtsensor

<http://www.ksleuven.be/wp-content/uploads/2015/03/lerarenmap-SO-1.pdf> (p. 18-19)

Leerplandoelen & eindtermen: (verwijzing naar mogelijke eindtermen en leerplandoelen, indien van toepassing)

LPD 22 De leerlingen onderzoeken een programma voor een betekenisvol algoritme in een STEM-context.

Ontwikkeld in samenwerking met:



Deze bouwsteen werd ontwikkeld door de cel
iSTEM inkleuren



Bouwsteen 4: Automatiseren van hydroponisch systeem

Deze fase in een notendop:

We gaan aan de slag met de micro:bit als sturing om ons hydroponisch systeem te automatiseren. De leerlingen bouwen en programmeren een energievriendelijke plantenverlichting en geven planten water en voedingsstoffen met de micro:bit.

Tijd: 6 lestijden

Leerdoelen:

De leerlingen kunnen...

- ✓ kunnen met de micro:bit en een transistor hun hydroponisch systeem automatiseren

(inspiratie en richtlijnen rond opstellen van goede leerdoelen vind je [hier](#))

Leerinhouden: (oplijsting van nieuwe concepten, begrippen)

- **Micro:bit**

Randvoorwaarden:

- Materiaal:
 - Microbit
 - Computer met internet aansluiting : <https://makecode.microbit.org/>
 - Batterijpack voor micro:bit, pomp, servomotor
 - Transistor
 - Soldeerset
 - Lichtbron – LED strips
 - Pomp
 - Servomotor
 - Vochtsensor
 - Leerlingenbundel;
- Voorkennis leerlingen: *grafisch programmeren via scratch* .
- Externen: /

Beschrijving leeractiviteiten:

Inleiding

Leerkracht laat de leerlingen nadenken over wat extra nodig is om de 3 abiotische factoren te automatiseren en zo de plantengroei in het hydroponisch systeem te optimaliseren.

Leerkracht introduceert dat het onderzoek zich zal beperken tot het automatiseren van licht en vochtigheid.

Externe uitvoerorganen

- De leerkracht licht toe waarom en hoe je een transistor gebruikt bij een micro:bit.

Bronnen

https://www.youtube.com/watch?v=6VGc_h3aQ5Q

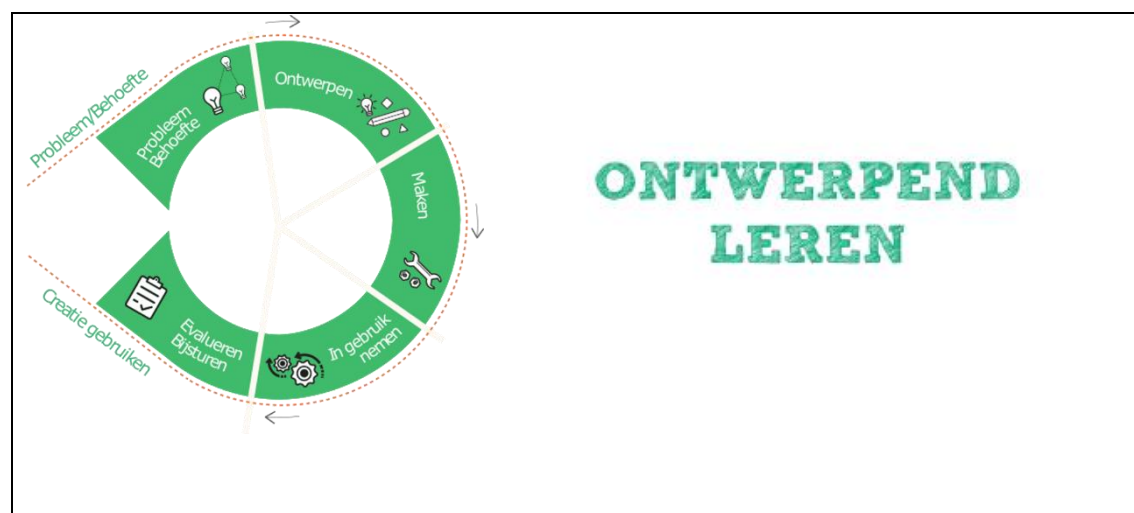
uitleg werking transistor

<https://microbit101.nl/>




Ga naar lesmateriaal- microbit 101-Onenote – Ga naar 5. Expert 7. Circuits 7.1 Transistor

Automatiseren van licht in ons hydroponisch systeem

De leerlingen krijgen de opdracht een energievriendelijke plantenverlichting te ontwerpen die aangaat bij weinig licht. Je kan deze uitdaging aanpakken volgens de cyclus van ontwerpend leren van het STEMOOV model, die ook al gevolgd werd in deel I van het project.



	<p>Verwondering <u>Betekenisvolle context</u> Om energie te besparen, worden de lichten in serres aangestoken als het natuurlijke licht niet meer sterk genoeg is. Ontwikkel voor het hydroponisch systeem ook een energievriendelijke plantenverlichting die aangaat bij weinig licht.</p>
	<p>Probleem/ behoefte Het ontwerpend leren ontstaat meestal door een behoefte of een wens Hoe ontwerp je een apparaat dat de plantenverlichting laat aangaan als de lichtsterkte te laag is?</p>
	<p>Ontwerpen <u>Stilstaan bij criteria - brainstorm</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Brainstorm met de klas over wat de plantenverlichting moet doen. <ul style="list-style-type: none"> • Wanneer moet het apparaat doen? <i>Zie behoefte</i> • Hoe zorg je daarvoor? <i>door een microbit aansturing van de verlichting</i> • Welke sensoren ga je gebruiken? <i>lichtsensor</i> • Welke materialen heb je nodig? <i>Micro:bit, snoeren, LED strip,..</i> • Welke verlichting ga je gebruiken? VERBINDEN met het resultaat van onderzoekende leren van deel II).

	Visualiseren Maak een schets van het ontwerp en het programma van de microbit aansturing van de verlichting
	Maken Maak jouw prototype rekening houdend met de criteria <ul style="list-style-type: none"> - Programmeer een ledstrip die automatisch brandt als de natuurlijke lichtsterkte daalt onder de 50 % en automatisch dooft als de natuurlijke lichtsterkte stijgt boven de 50 %. TIP : Pas een eerder programma (fouten opsporen) bij het hoofdstuk lichtintensiteit aan
	In gebruik nemen Test het prototype uit Test de werking van de micro:bit als lichtsensor
	Evalueren en bijsturen Wat werkte? Wat niet? Welke aanpassingen doe je nog? <ul style="list-style-type: none"> • lichtniveau aanpassen in de code • door de zoemer af te laten gaan als de planten te droog staan (werken met geleiding)

Automatiseren niveau waterreservoir en bijvullen voesingsstoffen

Ook bij het automatiseren van een 2 de abiotische factor kan het ontwerpend leren van STEMOOV gevolgd worden.

Inspiratiebron:

<https://www.youtube.com/watch?v=dyNFGqLnzUI>

planten water geven met je micro:bit

De leerlingen passen ook hier een eerderprogramma (monitoren reservoir) bij het hoofdstuk vochtigheid (geleidbaarheid) aan om het waterniveau van het reservoir automatisch op peil te houden en passen dit programma verder aan om automatisch voedingsstoffen bij te vullen.

Reader:

<https://microbit101.nl/>

Ontwikkeld in samenwerking met:



Deze bouwsteen werd ontwikkeld door de cel
iSTEM inkleuren



D. Evaluatie

1. Mijlpalen van het project

Om op een relevante en vooral efficiënte manier te evalueren wordt het aantal leerplandoelen dat geëvalueerd beperkt en gekoppeld aan een aantal **mijlpalen** in het project. Deze staan in de leerlingenbundel telkens vermeld met dit symbool.



Deze mijlpalen benadrukken het proces van het zoeken naar een oplossing voor de uitdaging.

De mijlpalen in het project “Groen, groener, groenst” zijn eveneens gestructureerd volgens de verschillende fasen van het project:

Deel I:

Fase A: Inleiding tot de uitdaging

Na de inleiding moeten de leerlingen de uitdaging in hun eigen woorden kunnen uitleggen.

Fase B: Verkenning van het probleem

In deze fase komt veel leerstof aan bod waarover een kan gegeven worden over duurzaamheid, ecologische - of voedselvoetafdruk, omzetten van oppervlakte-eenheden, kieming van zaad, fotosynthese, delen van een plant, stadslandbouw,....

De leerlingen maken ook een verslag van het onderzoek dat zij gedaan hebben volgens het sjabloon in bijlage 1.

Fase C: Ontwerp van een oplossing: het hydroponisch systeem

De leerlingen illustreren elke hoek van de functiedriehoek met één voorbeeld uit hun ontwerp.

De leerlingen noteren de feedback die zij mondeling hebben gekregen op hun eerste ontwerp van het hydroponisch systeem.

De leerlingen toetsen hun ontwerp af aan de criteria.

De leerlingen moeten aantonen dat ze duurzame materialen gebruiken.

Ook het groepswork wordt geëvalueerd door de leerling zelf, de teamgenoten en de leerkracht:

Criteria	Uitstekend	Goed	Voldoende	Onvoldoende
Ontwerp	Nam het voortouw bij het technisch ontwerp en	Deed een bijdrage aan het technisch ontwerp door	Werkte goed mee, zocht naar oplossingen.	Toonde weinig interesse in het technisch ontwerp. Heeft weinig tot

	bracht goede ideeën naar voor.	mee te denken en ideeën naar voor te brengen		geen bijdrage geleverd
Leerkracht				
Zelfevaluatie				
Student 1				
Student 2				
Reactie leerling				

Fase D: Een hydroponisch systeem maken

Criteria	Uitstekend	Goed	Voldoende	Onvoldoende
Handvaardigheden	Heeft de meeste handvaardigheden gedaan die nodig waren om het hydroponisch systeem te maken.	Heeft meerdere handvaardigheden gedaan die nodig waren om het hydroponisch systeem te maken	Heeft enkel handvaardigheden gedaan als iemand dit specifiek gevraagd heeft.	Heeft weinig tot geen handvaardigheden gedaan om het hydroponisch systeem te maken.
Leerkracht				
Zelfevaluatie				
Student 1				
Student 2				
Reactie leerling				
Technische oplossingen	Zocht steeds naar de beste technische oplossingen en kon deze ook uitvoeren		Zocht naar technische oplossingen maar deze waren niet altijd even effectief	Technische oplossingen waren niet aan de orde. Merendeels was het knutselen.
Leerkracht				
Zelfevaluatie				
Student 1				
Student 2				
Reactie leerling				
Groepswerk	Is een echte teamspeler/ teamspeelster	Heeft steeds deelgenomen aan de meetings.	Heeft merendeels deelgenomen aan de meetings.	Heeft nooit deelgenomen aan de meetings.
Leerkracht				
Zelfevaluatie				

Student 1				
Student 2				
Reactie leerling				

Fase E: finale evaluatie (zie leerlingenbundel)

Deel II: onderzoekend leren

- De leerlingen maken een conceptmap van fotosynthese om de startvraag samen te vatten.
- De leerlingen presenteren hun onderzoek.

-				
Onderzoeksvraag stellen	Ik slaag er niet in om een onderzoeksvraag te stellen.	Het lukt me met hulp van de leerkracht tot een onderzoeksvraag te komen.	Ik kan zelfstandig tot een haalbare onderzoeksvraag komen.	Ik formuleer tot een sterke, niet voor de hand liggende, onderzoeksvraag.
Onderzoek opzetten	Ik slaag er niet om een uitvoeringsplan bij een klein onderzoek op te stellen en uit te voeren.	Het lukt me met hulp om een uitvoeringsplan bij een klein onderzoek op te stellen en uit te voeren.	Het lukt me om zelfstandig een uitvoeringsplan bij een klein onderzoek op te stellen en uit te voeren.	Het lukt me om zelfstandig een uitvoeringsplan bij een klein onderzoek op te stellen en uit te voeren en ik kies voor een niet voor de hand liggende aanpak.
Uitvoeren onderzoek	Ik slaag er niet in om data of gegevens te verzamelen, te analyseren en te interpreteren.	Ik verzamel, analyseer en interpreteer data met hulp van de leerkracht.	Ik kan zelfstandig data verzamelen, analyseren en interpreteren.	Ik verzamel, analyseer en interpreteer data zelfstandig en doe dit ook heel nauwkeurig.
Besluiten	Ik slaag er niet in om op basis van de resultaten tot besluiten te komen.	Ik slaag met hulp van de leerkracht er in om op basis van de resultaten tot besluiten te komen.	Ik slaag er zelfstandig in er in om op basis van de resultaten tot besluiten te komen.	Ik slaag er zelfstandig in er in om op basis van de resultaten tot niet voor de hand liggende besluiten te komen.
Presenteren	Ik slaag er niet om mijn onderzoek aan de andere	Ik presenteer mijn onderzoek aan de rest van de klas.	Ik presenteer mijn onderzoek aan de rest van de klas op	Ik presenteer mijn onderzoek aan de rest van de klas waarbij heel wat

	leerlingen te presenteren.		een duidelijke en heldere manier.	nieuwe vragen en inzichten uit de klas kwamen.
Communiceren	Het uitwisselen van informatie is niet doelgericht. Omgegaan met verschillende communicatiemiddelen lukt met zelden.	Het uitwisselen van informatie is niet altijd doelgericht. Omgegaan met verschillende communicatiemiddelen lukt met hulp.	Het uitwisselen van informatie is niet altijd doelgericht. Omgegaan met verschillende communicatiemiddelen lukt goed.	Het uitwisselen van informatie is doelgericht. Omgegaan met verschillende communicatiemiddelen (tekst, film, ICT, ...) lukt goed.
Attitude probleemoplossend denken	Als ik vast zit of geen ideeën heb, weet ik niet wat te doen.	Als ik vast zit of geen ideeën heb, kan ik na hulp van de leerkracht terug verder.	Ik weet hulp te vragen bij mijn medeleerlingen als ik een probleem heb.	Als ik vast zit of geen ideeën heb, tracht ik zelf op zoek te gaan naar oplossingen en slaag hier ook meestal in.
Attitude netheid	Ik ruim mijn materiaal niet op op het einde van de les.		Ik werk proper, zorg ervoor dat alle materiaal opgeruimd is op het eind van de les.	

- De leerlingen krijgen feedback op hun ontwerp van hun spectroscop en toetsen het resultaat af aan de criteria. Zij kunnen ook een verslag schrijven op basis van het sjabloon in bijlage 2.

Deel III: monitoring en automatisatie

- In dit deel komt leerstof aan bod waarover een toets kan gegeven worden.
- De leerlingen leggen in eigen woorden uit wat hun algoritme doet.
- De leerlingen presenteren hun resultaten aan de klas.

2. Werken met een STEM-portfolio?



De basisopties hebben als primaire doelstelling om de leerlingen te oriënteren. De evaluatie die werd uitgewerkt voor dit project is dan ook vanuit dat perspectief uitgewerkt. Een portfolio is een efficiënte evaluatievorm om complexe competenties te evalueren. Het komt tegemoet aan de “growth mindset”, aan procesevaluatie, de nood aan ondersteuning bij oriëntatie en is constructiegericht.

In de minimale versie is er sprake van een beoordelingsportfolio. De leerlingen stellen een STEM-portfolio samen, met per project minstens een evaluatiemap (zie verder).












Maar dit kan gemakkelijk uitgebreid worden als de leerlingen gestimuleerd worden om bijkomend zoveel mogelijk materiaal toe te voegen aan hun STEM-portfolio. Zo kunnen zij op het einde van het schooljaar een gefundeerde studiekeuze maken en dit met advies van anderen.

Een portfolio voor het project “*Groen, groener, groenst*” bevat minstens per mijlpaal een item. Dit wordt aangegeven in de leerlingenbundel. Het verdient aanbeveling om de leerlingen te stimuleren om dit aan te vullen op eigen initiatief!

Hoe kan je dergelijk portfolio best evalueren? Er zijn verschillende meningen over de noodzaak van de evaluatie van een portfolio. Indien ervoor gekozen wordt om het portfolio te evalueren kan dit op een zinvolle manier gebeuren tijdens een ‘examen’-moment, waarop de leerling het portfolio voorstelt aan de leerkracht of aan de medeleerling(en). De evaluatie moet gebeuren op duidelijke criteria. Hierbij kan [comparatieve evaluatie](#) een krachtig instrument zijn. Indien hiervoor interesse zou zijn, gelieve contact op te nemen met contact@istem.be.

E. Timing van het project

Het project werd ontwikkeld binnen het totaalconcept voor de basisopties STEM-wetenschappen en STEM-techniek (A-stroom).

Overzicht iSTEM-projecten Basisopties STEM-Wetenschappen en STEM-Technieken – 1 ^e graad, 2 ^e jaar – Schooljaar 2020-2021		
Trimester 1		
2 weken	4 weken	6 weken
 # 1 SOS Klimaat Klimaat: Verandering? Begin bij jezelf! 	# 2 Hydroponics Groen Groener Groenst 	 # 3 Rube Goldberg Van 't een komt 't ander 
Trimester 2		
4 weken	6 weken	
# 2 Hydroponics Groen Groener Groenst 	 # 4 STEMmige Muziek Start to Explore – Experience Music 	
Trimester 3		
4 weken	3 weken	
 # 5 Mobiliteit Wel fietsen, niet botsen! 	# 2 Hydroponics Groen Groener Groenst 	

Binnen dit concept is dit project het langlopende project dat over de drie trimester verspreid kan worden.

Maar er zijn alternatieven voor deze timing. Zo is het zeker aan te raden om de ingebruikname van het systeem te combineren met het tweede deel, omdat zo de overlapping tussen beide delen vermeden wordt.

Op één school werd dit project aangeboden als vervolgproject op de bouw van een CO₂-meter.

F. Tijdsbesteding en randvoorwaarden

Tijdsbesteding

Op basis van feedback van leerkrachten blijken de projecten beslist haalbaar te zijn, maar de tijdsbesteding varieert sterk tussen de scholen.

Ruimte

Op de meeste scholen hebben de leerkrachten hun eigen ontwerp gebouwd, dit kwam de motivatie van de leerlingen zeer ten goede. Anderzijds moet er ook ruimte voorhanden zijn om deze systemen te stockeren.

G. Eindtermen en leerplandoelen

1. Eindtermen

Eindtermen: er zijn geen specifieke eindtermen voor de basisopties. Hieronder worden de STEM-eindtermen opgenomen.

Nummer / Code	Onderwijsdoel	Groen, groener, groenst Deel I	Groen, groener, groenst Deel II	Groen, groener, groenst Deel III
6.1	De leerlingen voeren bewerkingen uit met natuurlijke, gehele en rationale getallen.			
6.2	De leerlingen gebruiken de eigenschappen, teken- en rekenregels van de bewerkingen om bewerkingen met natuurlijke, gehele en rationale getallen uit te voeren.			
6.3	De leerlingen ordenen natuurlijke, gehele en rationale getallen.			
6.4	De leerlingen passen benaderings-, afrondings- en schattingstechnieken toe bij het rekenen met getallen.			
6.5	De leerlingen analyseren meetkundige relaties en eigenschappen van meetkundige objecten in het vlak.			
6.6	De leerlingen onderscheiden aan de hand van 2D- en 3D-voorstellingen meetkundige objecten in de ruimte.			
6.7	De leerlingen stellen meetkundige objecten met gegeven eigenschappen in het vlak grafisch voor.			
6.8	De leerlingen verklaren het beeld van een vlakke figuur als resultaat van een verschuiving, spiegeling of rotatie.			
6.9	De leerlingen berekenen omtrek en oppervlakte van vlakke figuren en oppervlakte en inhoud van ruimtefiguren.	X		
6.10	De leerlingen bepalen punten in het vlak door middel van coördinaten.			
6.11	De leerlingen rekenen met lettervormen.			
6.12	De leerlingen gebruiken letters als onbekenden, als variabelen en voor veralgemeningen.			
6.13	De leerlingen analyseren recht- en omgekeerd evenredige verbanden tussen grootheden.	X	X	X
6.14	De leerlingen stellen formules op die de regelmaat in eenvoudige patronen en schema's beschrijven.			
6.15	De leerlingen lossen vergelijkingen van de eerste graad op met één onbekende in de verzameling van de rationale getallen.			
6.16	De leerlingen voeren een beschrijvend statistisch onderzoek uit met 20 à 25 zelf verzamelde, niet gegroepeerde gegevens van 1 grootte.			

6.17	De leerlingen geven een wiskundige redenering of een argumentatie van wiskundige eigenschappen.			
6.18	De leerlingen voeren operaties met twee verzamelingen uit.			
6.19	De leerlingen lossen wiskundige problemen op door gebruik te maken van wiskundige kennis, vaardigheden en heuristieken.			
6.20	De leerlingen brengen waarneembare fysische verschijnselen in verband met temperatuursveranderingen op basis van het deeltjesmodel.			
6.21	De leerlingen onderscheiden zuivere stoffen en mengsels in authentieke contexten en op basis van het deeltjesmodel.			
6.22	De leerlingen lichten het onderscheid tussen een verandering van aggregatietoestand en een waarneembare chemische omzetting toe.			
6.23	De leerlingen analyseren energieomzettingen in levende en niet-levende systemen.	X		
6.24	De leerlingen leiden de uitwerking van krachten af uit authentieke contexten.			
6.25	De leerlingen onderzoeken het verband tussen snelheid, afstand en tijd.			
6.26	De leerlingen leggen de verschillende transportmogelijkheden van thermische energie uit in authentieke contexten.			
6.27	De leerlingen leggen de effecten van verschillende soorten stralingen uit in authentieke contexten.		X	
6.28	De leerlingen leggen de samenhang tussen de verschillende organisatieniveaus in een organisme uit met de cel als basiseenheid.			
6.29	De leerlingen leggen uit hoe stofomzettingen, stofuitwisselingen en energieomzettingen het functioneren van mens en dieren mogelijk maken.	X		
6.30	De leerlingen leggen het verloop van de voortplanting bij de mens uit.			
6.31	De leerlingen vergelijken voortplantingswijzen van planten en dieren aan de hand van voorbeelden.			
6.32	De leerlingen leggen het belang van fotosynthese uit inclusief de stofomzettingen, energieomzettingen en stofuitwisselingen.	X	X	
6.33	De leerlingen leggen uit dat organismen met bepaalde kenmerken, in een welbepaalde omgeving, meer waarschijnlijk dan andere organismen zullen overleven en zich voortplanten.			
6.34	De leerlingen onderzoeken voor een biotoop de onderlinge afhankelijkheid van verschillende organismen en de rol van biotische en abiotische factoren.	X	X	
6.35	De leerlingen onderzoeken waarneembare eigenschappen van courante materialen en grondstoffen i.f.v. een technisch proces.			

6.36	De leerlingen onderzoeken principes van de bouw en werking van technische systemen, hun deelsystemen en onderdelen alsook hun onderlinge samenhang i.f.v. een technisch proces.	X		
6.37	De leerlingen gebruiken courante technische systemen duurzaam, veilig en ergonomisch.	X		
6.38	De leerlingen voeren een iteratief technisch proces uit in de verschillende ervaringsgebieden om een eenvoudig technisch systeem te realiseren vanuit behoefte(n) en criteria.	X	X	X
6.39	De leerlingen bepalen de vereisten waaraan een technisch systeem moet voldoen om een technisch probleem op te lossen.	X	X	X
6.40	De leerlingen ontwerpen een technisch systeem in functie van de bepaalde vereisten.	X	X	
6.41	De leerlingen realiseren het technisch systeem op basis van een ontwerp.	X	X	X
6.42	De leerlingen testen of een technisch systeem voldoet aan de behoeften en criteria.	X	X	X
6.43	De leerlingen gebruiken met de nodige nauwkeurigheid de gepaste meetinstrumenten, meetmethoden en hulpmiddelen om metingen, observaties, experimenten en terreinstudies uit te voeren.	X	X	
6.44	De leerlingen gebruiken in wiskundige, natuurwetenschappelijke, technologische en STEM-contexten gepaste grootheden en eenheden in een correcte weergave.	X		
6.45	De leerlingen trekken conclusies op basis van grafieken, tabellen, determineertabellen en diagrammen.		X	
6.46	De leerlingen gebruiken aangereikte en zelf ontwikkelde modellen in wiskundige, natuurwetenschappelijke, technologische en STEM contexten om te visualiseren, te beschrijven en te verklaren.	X	X	
6.47	De leerlingen passen stapsgewijs de wetenschappelijke methode toe om een probleem te onderzoeken.		X	
6.48	De leerlingen doorlopen een probleemoplossend proces waarbij kennis en vaardigheden uit meerdere STEM-disciplines geïntegreerd worden angewend.	X	X	X
6.49	De leerlingen illustreren de wisselwerking tussen STEM-disciplines onderling en met de maatschappij.	X		X
6.50	De leerlingen beargumenteren keuzes die ze maken om een wiskundig, natuurwetenschappelijk, technologisch of STEM-probleem op te lossen.	X	X	X
6.51	De leerlingen relateren verschillende STEM-beroepen en -opleidingen aan natuurlijkwetenschappelijke, technologische, wiskundige en STEM-competenties.	X	X	X

2. Katholiek Onderwijs Vlaanderen

Leerplandoel		Groen, groener, groenst Deel I	Groen, groener, groenst Deel II	Groen, groener, groenst Deel III
1	De leerlingen onderzoeken natuurlijke, ruimtelijke en technische systemen in STEM- contexten.	X	X	X
2	De leerlingen onderzoeken de invloed van eigenschappen van materie, materialen en grondstoffen in functie van een vraag of probleemstelling.	X	X	
3	De leerlingen passen wetenschappelijke vaardigheden toe.	X	X	
4	De leerlingen gebruiken doelgericht hulpmiddelen om te onderzoeken, te ontwerpen of te realiseren al dan niet aan de hand van technisch-wetenschappelijke informatie	X		X
5	De leerlingen beargumenteren keuzes bij het oplossen van problemen in STEM- contexten.	X		X
6	De leerlingen gebruiken zelfgemaakte modellen om te visualiseren, te beschrijven of te verklaren.	X		
7	De leerlingen illustreren de relatie tussen de samenleving en 'onderzoek en ontwikkeling'.	X		X
8	De leerlingen doen in concrete situaties voorstellen om een veiligheidsrisico te verminderen.	X		
9	De leerlingen passen digitale vaardigheden functioneel toe.			X
10	De leerlingen zetten aangereikte coöperatieve werkvormen in om een opdracht te realiseren.	X	X	X
11	De leerlingen onderzoeken behoeften, vragen, problemen en randvoorwaarden om een oplossing te ontwikkelen binnen een relevante STEM context.	X	X	X
12	De leerlingen ontwerpen een oplossing in functie van behoeften, vragen, problemen, eisen en beperkingen.	X		X
13	De leerlingen bepalen een productieproces om een technisch systeem te realiseren op basis van een ontwerp.	X		X
14	De leerlingen testen een technisch systeem in functie van behoeften en criteria en doen voorstellen om het gerealiseerde ontwerp of productieproces te verbeteren.	X		X
15	De leerlingen analyseren recht- en omgekeerd evenredige verbanden tussen grootheden.	X	X	X
16	De leerlingen onderzoeken een constructie die voldoet aan vereisten.	X		X
17	De leerlingen onderzoeken constructieprincipes en -structuren.	X		
18	<i>De leerlingen onderzoeken dimensies in een ruimtelijk systeem.</i>			

19	De leerlingen onderzoeken een sturing met in- en uitvoerorganen.			X
20	De leerlingen onderzoeken een eenvoudige regeling van een systeem.			X
21	<i>De leerlingen onderzoeken een overbrenging</i>			
22	De leerlingen onderzoeken een programma voor een betekenisvol algoritme in een STEM-context.			X
23	<i>De leerlingen onderzoeken een communicatieprotocol om gegevens over te dragen.</i>			
24	<i>De leerlingen onderzoeken een mens-machine interface.</i>			
25	De leerlingen onderzoeken de invloed van biotische en abiotische factoren op een organisme.	X	X	X
26	<i>De leerlingen onderzoeken de aanwezigheid van stoffen.</i>			
27	<i>De leerlingen onderzoeken een product dat voldoet aan behoeften en eisen.</i>	X		

3. GO!

STEM-technieken	Eindterm doelzin (8 thema's)	Groen, groener, groenst Deel I	Groen, groener, groenst Deel II	Groen, groener, groenst Deel III
	Vragen stellen en problemen definiëren.			
7.1	De leerlingen bepalen of een gegeven vraag al dan niet onderzoekbaar is in een klascontext.	X	X	X
7.2	De leerlingen omschrijven een ontwerp van een technisch systeem, rekening houdend met criteria en hulpmiddelen.	X		X
	Modellen ontwikkelen en gebruiken.			
7.4	De leerlingen ontwikkelen een model om een technisch ontwerp te beschrijven.	X	X	
7.5	De leerlingen gebruiken modellen om een technisch systeem te realiseren.	X	X	
	Onderzoek plannen en uitvoeren.			
7.6	De leerlingen onderzoeken de werking van een technisch systeem.	X	X	X
	Wiskundig redeneren en algoritmisch denken.			
7.13	De leerlingen stellen een stappenplan op om een technisch systeem te realiseren.	X		X
	Verklaringen opbouwen en oplossingen ontwerpen.			
7.15	De leerlingen gebruiken metingen en waarnemingen om een verklaring op te bouwen of een oplossing te construeren.		X	
7.16	De leerlingen realiseren een ontwerp door materialen te verwerken met de juiste gereedschappen volgens de veiligheidsnormen.	X		
7.17	De leerlingen passen het technisch proces toe om een probleem of behoefte op te lossen.	X		X
7.18	De leerlingen optimaliseren een ontwerp door prioriteit te stellen tussen criteria of door meermaals bij te sturen.	X		X
	Informatie verzamelen, evalueren en communiceren.			
7.22	De leerlingen combineren informatie uit verschillende bronnen en weergaves (tekst, tabellen, grafieken, diagrammen, ...) in functie van een verklaring of oplossing.	X		

7.23	De leerlingen beoordelen een product of handeling aan de hand van criteria.	X	X	X
7.24	De leerlingen communiceren mondeling en schriftelijk wetenschappelijke en technische informatie.	X	X	X

STEM-wet	Eindterm doelzin (8thema's)	Groen, groener, groenst Deel I	Groen, groener, groenst Deel II	Groen, groener, groenst Deel III
	Vragen stellen en problemen definiëren.			
8.1	De leerlingen formuleren onderzoeksvragen op basis van waarnemingen, om verbanden tussen afhankelijke en onafhankelijke variabelen te achterhalen via haalbare leerlingexperimenten.	X	X	
8.2	De leerlingen beschrijven een ontwerp van een technisch systeem met aandacht voor wetenschappelijke wetmatigheden die het aantal oplossingen beperken.	X	X	X
	Modellen ontwikkelen en gebruiken.			
8.3	De leerlingen gebruiken een model om fenomenen te voorspellen.	X	X	
8.5	De leerlingen gebruiken modellen om meetgegevens te genereren bij het testen van natuurlijke of technische systemen.	X	X	
	Onderzoek plannen en uitvoeren.			
8.7	De leerlingen selecteren de nodige meetinstrumenten om een onderzoek kwalitatief uit te voeren.			
8.8	De leerlingen voeren individueel een onderzoek uit, waarvan de resultaten aanleiding geven tot een antwoord op de onderzoeksvraag.	X	X	
8.10	De leerlingen beantwoorden de onderzoeksvraag op basis van de onderzoeksresultaten.	X	X	
	Data voorspellen, analyseren en interpreteren.			
8.11	De leerlingen stellen data voor in tabellen en grafische voorstellingen, om patronen en verbanden duidelijk te maken.	X	X	

8.12	De leerlingen beschrijven het verband tussen grootheden op basis van grafische voorstellingen van data.	X		
8.13	De leerlingen gebruiken concepten uit de statistiek om data te analyseren.			
	Wiskundig redeneren en algoritmisch denken.			
8.14	De leerlingen passen het wiskundige concept verhouding toe bij het opstellen van een verklaring of ontwerpen van een oplossing.	X		
8.15	De leerlingen stellen een stappenplan op om een technisch systeem te realiseren.	X	X	X
	Verklaringen opbouwen en oplossingen ontwerpen.			
8.18	De leerlingen bouwen een verklaring op door gebruik te maken van modellen en wetmatigheden.	X	X	
8.20	De leerlingen passen het technisch proces toe om een probleem of behoefte op te lossen.	X	X	X
	Argumenteren op basis van data.			
8.21	De leerlingen bouwen een verklaring op, gebaseerd op eigen onderzoeksdata.	X	X	
	Informatie verzamelen, evalueren en communiceren.			
8.25	De leerlingen communiceren wetenschappelijke en technische informatie in mondelinge of geschreven presentatievorm.	X	X	X

4. POV

Pakket Industriële wetenschappen

Leerplandoelen		Groen, groener, groenst Deel I	Groen, groener, groenst Deel II	Groen, groener, groenst Deel III
Rubriek 1: Gezondheid, duurzaamheid en veiligheid				
IW01	De leerlingen maken een verantwoorde keuze om op een veilige manier te werken, rekening houdend met instructies, gevaarsymbolen, veiligheidsrisico's en persoonlijke hygiëne. Concretisering zoals veiligheidsinstructies opzoeken, risico's leren inschatten, gebruik maken van persoonlijke beschermingsmiddelen	X		
IW02	De leerlingen maken een verantwoorde keuze voor de correcte afvoer of recyclage van gebruikte materialen. Concretisering zoals sorteren volgens de geldende regelgeving, recyclen van materiaal en grondstoffen waar het kan	X		
IW03	De leerlingen handelen duurzaam met energiebronnen, grondstoffen, materiaal en toestellen. Concretisering zoals zorgzaam omgaan met materiaal en gereedschap, zuinig gebruik maken van grondstoffen, energiebesparend werken waar het kan	X	X	
Rubriek 2: De wetenschappelijke onderzoeksmethode				
IW04	De leerlingen onderzoeken een probleem in biologie, chemie of fysica. Concretisering zoals onderzoek naar problemen uit rubrieken 4,5,6 en 7	X	X	
IW05	De leerlingen verwoorden waarnemingen in functie van het onderzoek. Concretisering zoals hardheid, geleidbaarheid, bewerkbaarheid, brosheid, taaheid	X	X	
IW06	De leerlingen schrijven van een eigen onderzoek een verslag aan de hand van een schrijfkader. Concretisering zoals aan de hand van een sjabloon van verslag met schrijfkader		X	
Rubriek 3: Onderbouwende onderzoekscompetenties				
IW07	De leerlingen verzamelen experimentele gegevens bij een onderzoek. Concretisering zoals het noteren van meetresultaten, het verzamelen van resultaten van een enquête, het noteren van waarnemingen tijdens een observatie	X	X	
IW08	De leerlingen visualiseren de genoteerde meetresultaten in functie van het onderzoek. Concretisering zoals gebruik van tabellen, grafieken, sjablonen, wetenschappelijke notatie	X	X	
IW09	De leerlingen analyseren de verzamelde en beschikbare data om te classificeren of om een besluit te formuleren. Concretisering zoals het bepalen van trends, het classificeren van gegevens in rubrieken	X	X	
IW10	De leerlingen zetten (SI-)eenheden en grootheden zinvol om binnen functionele contexten. Concretisering zoals omzetten van lengte-eenheden, volume-eenheden, snelheidseenheden, massa-eenheden, elektrische eenheden en afgeleiden	X		
IW11	De leerlingen werken efficiënt en doelgericht. Concretisering zoals tijd respecteren, planmatig werken, werkverdeling	X	X	
IW12	De leerlingen evalueren de kwaliteit van het eigen werk of dat van anderen aan de hand van vooropgestelde criteria. Concretisering zoals proces en productevaluatie	X	X	X
IW13	De leerlingen sturen, indien nodig, eigen werkzaamheden bij. Concretisering zoals aanpassen methode, aanpassen stappenplan, aanpassen materiaal- of gereedschapskeuze	X	X	

Rubriek 4: Onderzoek naar materialen, hulpmiddelen en technieken				
IW14	De leerlingen onderzoeken de eigenschappen van materialen en technieken in functie van een prototype. Concretisering zoals mechanische eigenschappen, elektrische eigenschappen, thermische eigenschappen, chemische eigenschappen, fysische eigenschappen, akoestische eigenschappen, ecologische eigenschappen, oppervlakte-eigenschappen			
IW15	De leerlingen maken een verantwoorde keuze bij het gebruik van meetinstrumenten en gereedschappen in functie van een opdracht. Concretisering zoals handgereedschappen, machinegereedschappen, meetgereedschappen, tekengereedschappen, hulpmiddelen bij gereedschappen			
IW16	De leerlingen onderzoeken een productieproces om een technisch systeem te realiseren op basis van een ontwerp. Concretisering zoals opstellen van een werkvolgorde,	X	X	
Rubriek 5: Ontwerp en design				
IW17	De leerlingen stellen een ontwerp visueel voor aan de hand van een schets of een eenvoudige tekening. Concretisering zoals schema's, aanzichten, perspectieven	X	X	
IW18	De leerlingen onderscheiden op een tekening de symbolen, de genormaliseerde uitvoeringsvoorschriften en maten. Concretisering zoals maataanduiding, projectiemethode, tolerantie, basissymbolen	X	X	
IW19	De leerlingen stellen een eenvoudig ontwerp ruimtelijk voor via een digitaal tekenprogramma in functie van de opdracht. Concretisering zoals sketch-up, CAD-tekenen, trikker, inventor, tinkercad			
IW20	De leerlingen ontwikkelen 2D- en 3D-modellen van een prototype van een constructie of product. Concretisering zoals hout- en bouw, architectuur, vormgeving, gebruiksvoorwerpen, ruimtelijke ordening			
IW21	De leerlingen onderzoeken eenvoudige verbindingstechnieken en vormgevingsprocessen in functie van de verbetering van een gerealiseerd ontwerp. Concretisering verbindingstechnieken zoals schroefdraad, solderen, lijmen vormgevingstechnieken zoals verspanende en niet-verspanende technieken, lasercutten, 3D-printen			
Rubriek 6: Prototype en realisatie				
IW22	De leerlingen ontwerpen een productieproces voor de realisatie van een prototype binnen een afgebakende opdracht. Concretisering zoals stappenplan, planning, materiaalkeuze, techniek, gereedschapskeuze	X	X	
IW23	De leerlingen onderzoeken een bestaand en zelfgemaakt prototype aan de hand van vooropgestelde criteria. Concretisering zoals onderzoek van prototype van een klasgenoot	X	X	X
IW24	De leerlingen optimaliseren een prototype aan de hand van vooropgestelde criteria. Concretisering zoals nagaan of de criteria correct gekozen werden, voldoet het prototype aan de vooropgestelde criteria	X	X	X
Rubriek 7: Mechatronica en ICT				
IW25	De leerlingen realiseren een prototype met eenvoudige sturing. Concretisering zoals het aansturen van een bewegend object met een microcontroller (de merknamen worden hier weggelaten)			X
IW26	De leerlingen realiseren een prototype met eenvoudige regeling. Concretisering zoals elektrische, mechanische, elektromechanisch, elektropneumatisch, niveauregeling			X

IW27	De leerlingen creëren een eenvoudig programma voor een betekenisvol algoritme in een STEM-context. Concretisering zoals apps ontwikkelen, robot programmeren, dronetechniek, sturingen programmeren, remote control machinery, mechanische hand,			X
IW28	De leerlingen evalueren een eenvoudig programma in een STEM-context. Concretisering zoals gebruiksgemak, efficiëntie, werking, design			X

H. Leerlijn STEM-beroepen

Het afsluitend hoofdstuk bevat een oefening om de leerlingen het helpen met het verkennen van het hele scala aan STEM-beroepen.

Dit maakt deel uit van een leerlijn: in het eerste trimester worden de leerlingen uitgenodigd om de verscheidenheid van STEM op een neutrale manier te exploreren. Belangrijk is om hier geen keuzestress aan te koppelen in het eerste trimester – het is een verkenning van de variatie en van het eigen profiel.


In het tweede en derde trimester wordt dit actiever door per twee leerlingen interviews af te gaan nemen van STEM-professionals. Dit kan opgebouwd worden als in het tweede trimester de leerkracht een aantal vragen meegeeft en in het derde trimester de leerlingen zelf de vragen moeten opstellen die ze willen stellen. Of dit kan door een gesprek in de klas in het tweede trimester en in het derde trimester een gesprek over hun studiekeuze op basis van het portfolio.

Alles wordt bijgehouden in het STEM-portfolio. In het derde trimester wordt het portfolio besproken met een aantal STEM-experten tijdens een speeddating. De STEM-experten kunnen professionals zijn die de verschillende aspecten van STEM vertegenwoordigen, leerkrachten uit de tweede of derde graad, CLB medewerkers.

I. Bijlagen

Bijlage 1: sjabloon onderzoekend leren (STEMOOV)

	<h1>ONDERZOEKEND LEREN</h1>	
	STARTVRAAG	
	VERKENNEN	
	Brainstorm over de verschillende variabelen die zinvol zijn om te onderzoeken Denk na en schrijf neer van wat dit zou kunnen afhangen. Beperk je niet tot 1 antwoord.	
	Kies een variabele die je graag zou willen onderzoeken. Onderzoeksvraag:	
	Onderzoek opzetten Hypothese Wat denk je zelf (formuleer zelf een antwoord op je onderzoeksvraag)? Ik denk dat	
	Onderzoeksplan Schrijf vervolgens neer hoe je te werk gaat. welke gegevens je zal verzamelen, hoe je deze verzamelt en hoeveel keer?	
	<i>Maak een schets over jouw proefopstelling.</i>	
	<i>We moeten opletten dat je aan 'fair' (= eerlijk) testing doet. Dit doen we door maar 1 iets te variëren terwijl je de rest constant houdt. Kijk goed naar wat je varieert en let er dus op dat de rest niet verandert.</i>	
	Onderzoek uitvoeren	
	Waarnemen - observaties – dataverzameling	
	Concluderen	

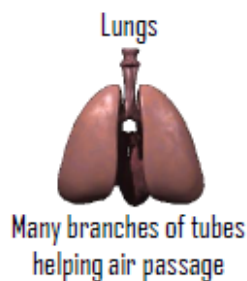
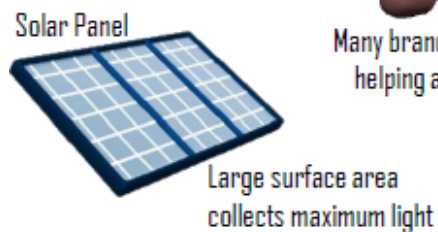
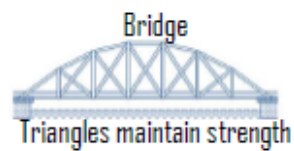
	<p>Besluit</p> <p>Reflectie</p>
-----------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------

Bijlage 2: Sjabloon voor Ontwerpend leren (STEMOOV)

	
	<p>Verwondering <u>Betekenisvolle context</u></p>
	<p>Probleem/ behoefte Het ontwerpend leren ontstaat meestal door een behoefte of een wens</p>
	<p>Ontwerpen <u>Stilstaan bij criteria - brainstorm</u> <u>Visualiseren: schets ontwerp</u></p>
	<p>Maken Maak jouw prototype rekening houdend met de criteria</p>
	<p>In gebruik nemen Test het prototype uit</p>
	<p>Evalueren en bijsturen Wat werkte? Wat niet? Welke aanpassingen doe je nog?</p>

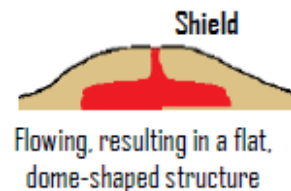
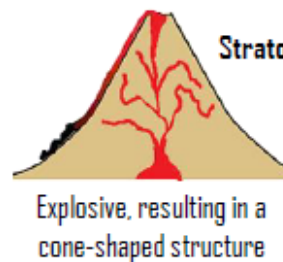
Structure & Function

Structure Helps Function

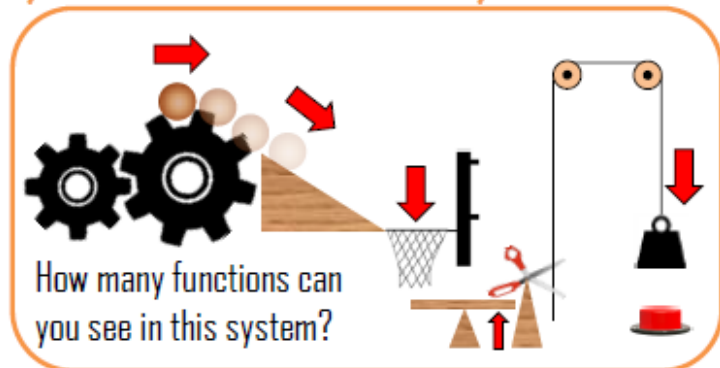
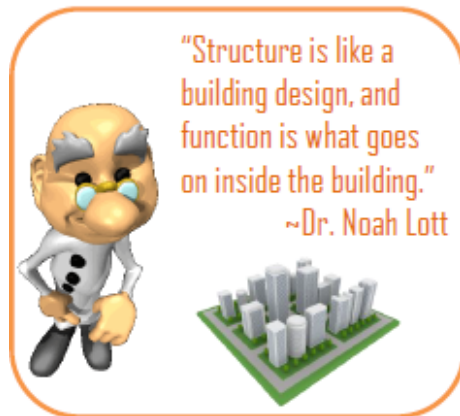


Function Helps Structure

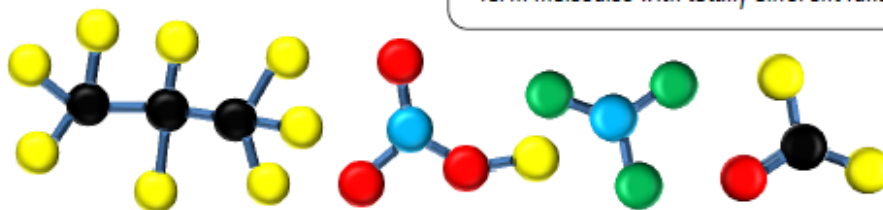
The structure of a volcano depends on how its magma erupts.



Systems Can Have Many Functions



Molecular Structure



⁵ Bron: <https://ngss.nsta.org/crosscuttingconceptsfull.aspx> -
<https://www.nextgenscience.org/sites/default/files/Appendix%20G%20-%20Crosscutting%20Concepts%20FINAL%20edited%204.10.13.pdf>

Systems & System Models

Systems Have Components



Sun, Water, Land, etc.

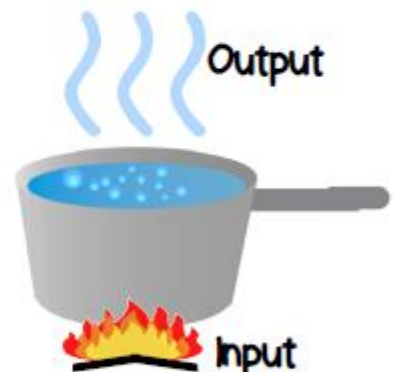
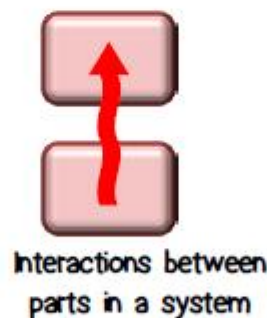
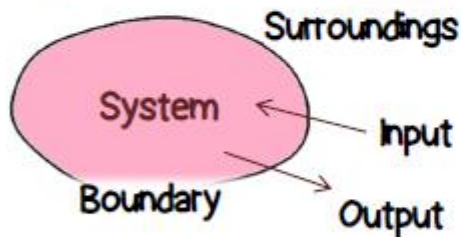


Planets, Moons, etc.



Producers, Consumers, Soil, etc.

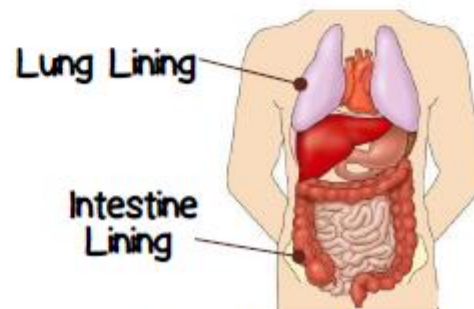
Systems Have Flow



Systems Have Boundaries



Fronts are boundaries between air masses of different temperatures.



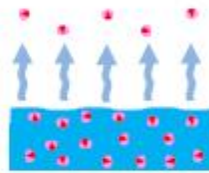
Organs have linings that limit their function to that area only.

Stability & Change

"The only thing that is constant is change."



Climate Change



Physical Change



Universe Expansion



Geologic Change



Life Cycle Stages



Chemical Change

Stability and Change over time can be presented via data collection and graphs.



Equilibrium and Disequilibrium

(Equal balance or state of rest)

(Imbalance or state of disorder)

Equilibrium

Disequilibrium

Recovery

Equilibrium

**Forest in a
stable State**

Forest fire!

**Forest
burnt to
the ground**

**Small
plants
grow back
first**

**Large
plants and
trees grow**

**Forest back to
stable state**



Bijlage 4: Evaluatie van probleemoplossend denken met persona's

Het belang van het probleemoplossend denken kan niet genoeg benadrukt worden en is de weg naar een growth mindset bij leerlingen. Het is een belangrijk element van de E(engineering) uit STEM. Om dit expliciet aan bod te brengen werd een facultatieve submodule uitgewerkt, die kan toegevoegd worden aan de bundel.

De evaluatie hiervan moet met de nodige voorzichtigheid gebeuren: het is vooral de bedoeling om de leerlingen te laten groeien in het omgaan met problemen en vooral niet om leerlingen te stigmatiseren. Een hulpmiddel hierbij kunnen "persona's" zijn. Dit zijn stereotypes die weergeven hoe mensen omgaan met problemen.

Om het eenvoudig te houden beperken we ons tot zes persona's

- (1) De geboren probleemoplosser houdt van problemen – het daagt hem/haar uit en.
- (2) De stressbal krimpt ineen van zodra er een probleem is, problemen verlammen hem/haar, want het probleem is zijn/haar schuld.
- (3) De perfectionist zoekt eerst naar de ideale oplossing maar dreigt wel het probleem groter of complexer te maken dan het eigenlijk is. Zolang hij/zij die ideale oplossing niet gevonden heeft, blijft hij/zij ernaar zoeken.
- (4) De avonturier is nergens bang voor en ziet het probleem niet echt. Hij/zij zal alles met trial and error uitproberen om het probleem op te lossen en als dat niet lukt, is het ook niet erg.
- (5) De solospeler lost het liefst problemen alleen op.
- (6) De teamspeler zoekt raad bij de rest van het team om het probleem op te lossen.

Optie 1: de leerlingen geven aan hoe hij/zij reageert als ze met een probleem worden geconfronteerd.

Als je een probleem hebt...

Denk je dan: yes! Leuk! Dat is een uitdaging, daar ga ik tegenaan!	Denk je dan eerder: Oh nee! Vreselijk! Ik kan dit niet en kan het ook niet leren!
	
Jouw type: de probleemoplosser	Jouw type: de stressbal
Ga je er dan in je eentje tegenaan?	Ga je hulp zoeken bij anderen?

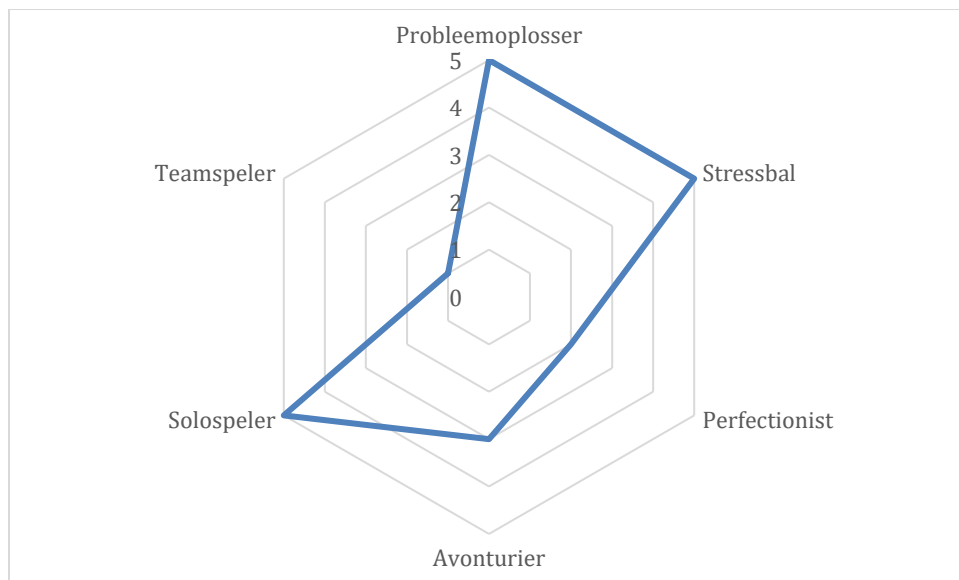
	
Jouw type: de solospeler	Jouw type: de teamspeler
Wil je de oplossing eerst tot in de puntjes helemaal uitdenken, uitrekenen, uittekenen om er zeker van te zijn dat jouw oplossing juist is?	Denk je: wie niet waagt, niet wint? Je probeert alles wat in je opkomt... lukt het: zoveel te beter, lukt het niet: ander en beter
	
Jouw type: de perfectionist	Jouw type: de avonturier

Optie 2: een spindiagramma

De zes persona's sluiten elkaar absoluut niet uit, integendeel er zijn duidelijk veel overlappingsen. Om leerlingen te helpen bij het ontdekken wat hun groeipotentieel is in probleemoplossend denken kan een spiderdiagramma wel helpen, zodat ze begrijpen dat het niet zwart-wit is. Het spindiagramma is ook een nuttig instrument voor een coachend gesprek over het groeipotentieel van de leerling.

Personas	Geef jezelf een score van 1-5
Probleemoplosser	5
Stressbal	5
Perfectionist	2
Avonturier	3
Solospeler	5
Teamspeler	1

Om hiervan een spin-diagramma te maken kan gebruik gemaakt worden van dit [excel-bestand](#).



Bijlage 5: Bijkomende teamwerkfiches

Om het teamwerk te ondersteunen werd ter inspiratie een generieke, facultatieve bundel uitgeschreven. Deze module maakt deel uit van een leerlijn die leerlingen helpt om zich de nodige vaardigheden van teamwerk eigen te maken.


De meeste leerlingen kennen de rollen van “tijdbewaker, materiaalmeester, ...” uit het basisonderwijs. Hier wordt op ingehaakt door in de projecten van het eerste trimester aangepaste teamwerkfiches aan te bieden. De leerkracht moet bij aanvang van het project een selectie maken van de teamwerkfiches die van toepassing zijn in het teamwerk dat nodig is tijdens het project (in de leerlingenbundel is dit gebeurd voor het Hydroponics project voor teams van 4 leerlingen). Om het koudwatervrees te vermijden mogen leerlingen zelf hun rol kiezen. Ze mogen wel maar één keer die rol kiezen. Als er meerdere leerlingen voor dezelfde rol kiezen, wordt met hen besproken wie wat wanneer doet. Na elk project reflecteren ze individueel, in team en met de leerkracht over hoe ze de rol hebben vervuld.

In een volgende stap krijgen de leerlingen een ruimere selectie van teamwerkfiches en mogen zij beslissen welke rollen zij kiezen en hoe ze die verdelen. Op die manier leren zij alle noodzakelijke taken op een rechtvaardige manier te verdelen. De moeilijkheidsgraad kan opgedreven worden door telkens meer mogelijkheden aan te bieden, vandaar ook de variatie aan taken die beschreven worden in de fiches. Deze lijst is absoluut niet exhaustief of beperkend: leerkrachten zijn vrij om fiches toe te voegen of aan te passen!


Het is sterk aan te raden om leerlingen die zelf het initiatief nemen om dit op een respectvolle en efficiënte manier aan te passen aan het team, sterk aan te moedigen!

Als leerlingen deze vaardigheid hebben verworven zou het mogelijk moeten zijn om de leerlingen de verantwoordelijkheid te geven om zelf teamwerkfiches te maken en hen zo zelf de taken te laten invullen en te verdelen.

ENKELE TEAMWERKFICHES

De gespreksleider m/v/x	Verantwoordelijkheden:
	Overloopt de STEM-bundel met de groep
	Let erop dat iedereen aan de beurt komt
	Probeert in het oog te houden of de opdracht goed wordt uitgevoerd
	Let erop dat iedereen meewerkt
	Is de communicatielijn met de STEM-leerkrachten

Naam leerling:	
-----------------------	--

De materiaalmeester m/v/x	Verantwoordelijkheden:
	is verantwoordelijk voor het materiaal
	mag als enige materiaal gaan vragen aan de STEM-leerkrachten
	zorgt ervoor dat al het materiaal weer op zijn juiste plaats wordt teruggelegd en in perfecte staat
	is verantwoordelijk voor de iPad, PC,... van de STEM-groep


Naam leerling:	


De verslaggever m/v/x	Verantwoordelijkheden:
	Zorgt voor pen en papier en een kaft om alles in te verzamelen
	Noteert alles goed en houdt alles goed bij (alle ideeën, bladeren, schetsen, tekeningen, ...)
	Verzamelt alles bij de groepsleden (tekeningen, papieren, ...)
	Is altijd perfect op de hoogte en kan op elk moment opzoeken welke afspraken de groep had gemaakt.
	Maakt filmpjes en/of foto's
Naam leerling:	

De timemanager m/v/x	Verantwoordelijkheden:
	Maakt een planning op
	houdt de tijd in het oog
	zorgt dat er op tijd wordt gestopt om alles op te ruimen
	noteert het stappenplan

Naam leerling:	

De tekenaar m/v/x	Verantwoordelijkheden:
-------------------	------------------------

	Maakt een eerste schets
	Verbeterd de schets
	Maakt de definitieve tekening
	Tekent de grafieken
Naam leerling:	

De ordemeester m/v/x	Verantwoordelijkheden:
	De orde op de werkplek
	Het opruimen na het werken
	De stilte tijdens het werk

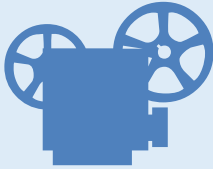
Naam leerling:	

De technicus m/v/x	Verantwoordelijkheden:
	Helpt anderen met zijn/haar technisch talent
	Zorgt voor de veiligheid

Naam leerling:	

De boekhouder m/v/x	Verantwoordelijkheden:
	Berekent de onkosten
	Houdt de uitgaven bij
	Maakt het financieel verslag
	...
Naam leerling:	

De regisseur m/v/x	Verantwoordelijkheden:
--------------------	------------------------

	Doet de opname
	Neemt de foto's


Naam leerling:	

De IT-er m/v/x	Verantwoordelijkheden:
	Houdt de computerbestanden bij
	Doet opzoeken op het internet

Naam leerling:	


De statisticus m/v/x	Verantwoordelijkheden:

Naam leerling:	

De fotograaf m/v/x	Verantwoordelijkheden:
	Neemt voldoende foto's

Naam leerling:	


De stiltemeester m/v/x	Verantwoordelijkheden:
	Dat niemand anderen stoort door teveel lawaai te maken

	
Naam leerling:	

Het proefkonijn m/v/x	Verantwoordelijkheden:
	Het testen

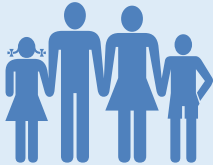
Naam leerling:	


De probleemoplosser m/v/x	Verantwoordelijkheden:
	Helpt een oplossing te zoeken als er zich een probleem voordoet
	Zoekt hulp als dat niet lukt
	...
Naam leerling:	

De bemiddelaar m/v/x	Verantwoordelijkheden:
	Probeert er op te letten dat er geen conflicten zijn
	Als er conflicten zijn roept hij/zij de teamleden bij elkaar om naar een oplossing te zoeken
	Als de teamleden er niet uit geraken, vraagt hij/zij de hulp van de leerkracht


Naam leerling:	

De teamleider m/v/x	Verantwoordelijkheden:
	Waakt er over dat iedereen zijn/haar taak doet
	Probeert een goede sfeer te bewaken

	Zorgt ervoor dat iedereen achter de keuzes staat die gemaakt worden
	Laat iedereen aan bod komen
Naam leerling:	

De ombuds m/v/x	Verantwoordelijkheden:
	Is neutraal als er conflicten zijn
	Verzamelt klachten en geeft die door aan de leerkracht

Naam leerling:	

De veiligheidsadviseur m/v/x	Verantwoordelijkheden:
	Vraagt aan de leerkracht de veiligheidsvoorschriften
	Informeert het team over belangrijke voorzorgsmaatregelen
	Maakt hiervan een rapport op

Naam leerling:	