



DUIK IN DE WERELD VAN

burgerwetenschap

MANUEL



DUIK IN DE WERELD VAN

burgerwetenschap

MANUEL

Titel: Duik in de wereld van burgerwetenschap

Auteurs: Door Gjino Šutić, In samenwerking met:
Filip Grgurevič, Ana Klarin, Gaspard Berger, Maja Drobne

Jaar: 2024

Positie op het internet: <https://www.pina.si/en/portfolio/dive-in-2/>

Duik in de wereld van burgerwetenschap © 2024 door Gjino Šutić, in samenwerking met Filip Grgurevič, Ana Klarin, Gaspard Berger en Maja Drobne, is gelicentieerd onder CC BY-NC-SA 4.0. Ga naar <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/> om een kopie van deze licentie te bekijken.

Publicatie indien kosteloos

Katalogische zapis o publikaciji (CIP) pripravili v Narodni in univerzitetni knjižnici v Ljubljani
[COBISS.SI-ID 200086531](https://nuk.urn.si/urn:nbn:si:zb:dn:C000086531)
ISBN 978-961-94054-8-2 (PDF)

Voorwoord

Beste lezer, wie je ook bent, ik ben blij dat dit boek je heeft gevonden en ik hoop dat je jezelf erin kunt vinden.

De inhoud is een beetje ongewoon, net als het doel. Het is bedoeld als lichte lectuur - een theoretische en praktische inleiding in het experimenteren en ontdekken - over de wereld om ons heen en over onszelf. Het is geschikt voor bijna alle leeftijden, maar heeft de meeste impact op jongeren en volwassenen (12 jaar en ouder).

Met zijn verhaal en methodologieën wil dit boek jongeren laten kennismaken met grotere vragen en manieren om die vragen te benaderen en op te lossen via analytisch (deconstructief) en constructief sleutelen. Tegelijkertijd wil het volwassenen nieuwsgierig maken naar onderwerpen en praktijken die meestal verwaarloosd en soms vergeten zijn - een innerlijke speelsheid vinden door wetenschap te (her)ontdekken en de dingen die we als vanzelfsprekend beschouwen vanuit een andere hoek te bekijken. Naast de geïnteresseerde lezer, die openstaat voor zelfstudie en ontdekking, kan dit boek ook dienen als didactisch hulpmiddel voor jeugdwerkers onderlegd in STEAM (Science, Technology, Engineering, Art & Mathematics), en voor leraars in het algemeen die de ontwikkeling van analytische, kritische en constructieve denkvaardigheden bij jongeren willen stimuleren. Het probeert dit te doen door geen bron van definities en droge lectuur te zijn. Het wil integendeel zaadjes planten voor nieuwsgierige vragen en een ruwe tool aanreiken voor de ontwikkeling van betere tools bij zelfstudie en de cocreatie van een duurzame toekomst.

En dat is ook de basisfilosofie van dit boek. We willen burgers inspireren, niet om zich te schikken in bestaande mondiale uitdagingen (zoals klimaatverandering, milieuvervuiling, ongelijkheid, enz.) of weinig prikkelende omgevingen en gemeenschappen, maar om de problemen aan te pakken, veranderingen door te voeren, (her)uit te vinden en te bouwen aan een betere toekomst. Vergeet niet dat burgers zoals jij, beste lezer, degenen zijn die de samenleving opbouwen en vormgeven.

De inhoud zelf is zodanig samengesteld dat je het kunt lezen zoals jij verkiest. Lees gerust het boek van begin tot einde, doorblader het, of ga rechtstreeks naar het hoofdstuk dat je interesseert. Er is maar één ding dat ik je vriendelijk wil vragen: lees niet zonder het praktische deel uit te proberen. Kennis zonder toepassing heeft weinig betekenis. Echt inzicht ontstaat niet door theorie als vanzelfsprekend aan te nemen, maar door je handen te gebruiken om dieper in het onderwerp te duiken.

Wees niet bang voor fouten of om dingen vuil te maken. De kennis die je verwerft bij zelfstudie komt hoofdzakelijk voort uit het experimenterproces. Rommel is een vruchtbare bodem voor creatie, en fouten zijn de beste aanwijzingen om zaken te verbeteren.

08	1 INLEIDING			
09	1.1 Speeltuin van burgerwetenschap			
09	1.1.1 Ontdek			44
11	1.1.2 Burgerwetenschap			45
13	1.1.3 Doe-het-zelf-technologie			46
16	1.2. Waarom burgerwetenschap in jongerenwerk			49
18	1.3 Mogelijkheden - Voorbeeld van Hedy Lamarr			51
20	2 Doe-het-zelf-knutselruimte/thuislaboratorium			52
21	2.1. Werkruimte			53
22	2.2. Veiligheid			53
23	2.3. Basisuitrusting			54
23	2.3.1. Gereedschap voor nat materiaal (bio & chemie)			57
26	2.3.2 Elektromateriaal			
30	3 EXPLOREER			60
31	3.1 Open omgeving, natuurlijke systemen & cybernetische benadering			61
33	3.2 Doe-het-zelf-casestudy			
33	3.2.1 Studieobject			
35	3.2.2 Omgeving			
35	3.2.2.1 Inleiding in de omgeving			
37	3.2.2.2 Vragenlijst voor begeleide observatiestudie bij exploratie in situ			
38	3.2.2.3 Experiment: experimenten op bodemsamenstelling in doe-het-zelf-laboratorium			
42	3.2.2.4 Experiment: wateranalyse in doe-het-zelf-laboratorium			
	3.2.3 Interactie			
	3.2.3.1. Algemene observatievragenlijst			
	3.2.3.2. Experiment: zelfgemaakte honingval (voor insecten) & observatievragenlijst			
	3.2.3.4 Experiment: zelfgemaakt vogelvoederstation & observatievragenlijst			
	3.2.3.5. Zoektocht: mindmap van voedselweb			
	4 BOUW (ONTWERP & CREËER)			
	4.1. Gesloten systemen, systeemdenken & ontwerp			
	4.2. Doe-het-zelf-microkosmos			
	4.2.1. Begeleide tutorial over het maken van een Winogradsky-kolom			
	4.2.2. Doe-het-zelf-technologie op biologische systemen - Microbiële brandstofcel			
	5 INNOVER			
	5.1 Ontwerp uw STEAM-project			



1.1 Speeltuim van burgerwetenschap

1.1.1 ONTDEK

In Ide natuur ontstaat elk wezen, organisme en cel zonder zijn omgeving en zijn werkingsmechanismen te kennen. Het probeert in leven te blijven en gaat op zoek naar positieve prikkels, een gastvrije omgeving en richtingen om te groeien. Interessant, toch?

We zouden kunnen zeggen dat de belangrijkste hulpmiddelen voor vervulling zijn:

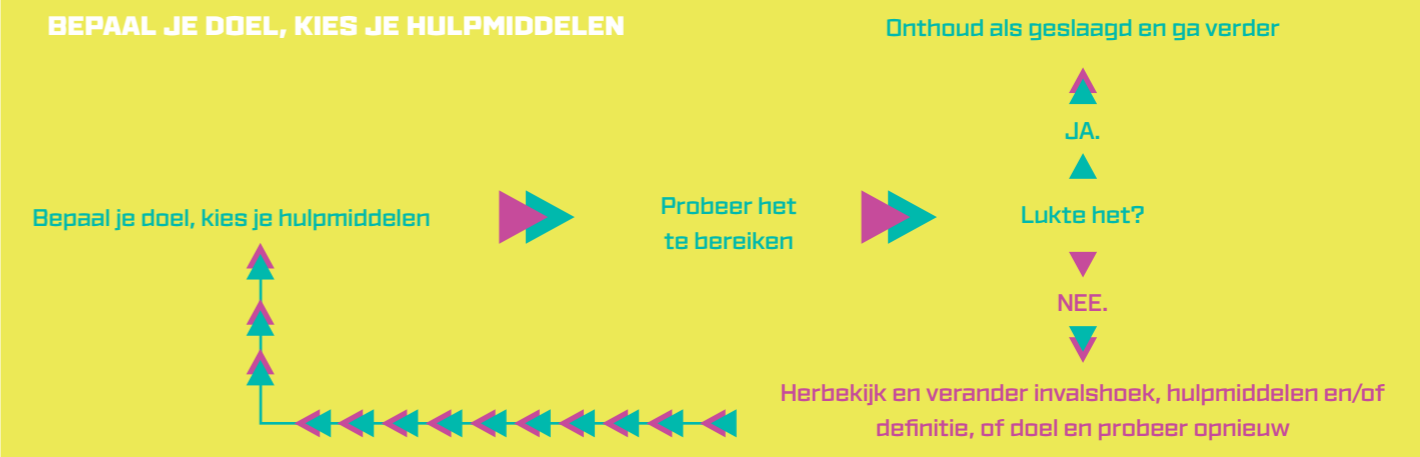
- ⊕ vaardigheden voor exploratie en analyse van de omgeving, welke die ook is (op zoek naar gastvrije en stimulerende omstandigheden),
- ⊕ het vermogen om bevindingen kritisch te vergelijken, het beste eruit te pikken en het negatieve te vermijden,
- ⊕ het vermogen om optimaal gebruik te maken van wat beschikbaar is (voor opbouw en groei).

Wetenschap en technologie zijn niets anders dan menselijke uitingen van deze fenomenen, die zijn uitgegroeid tot een vorm die met anderen kan worden gedeeld, zodat we erop kunnen voortbouwen en als individu en groep meer kunnen verwezenlijken.

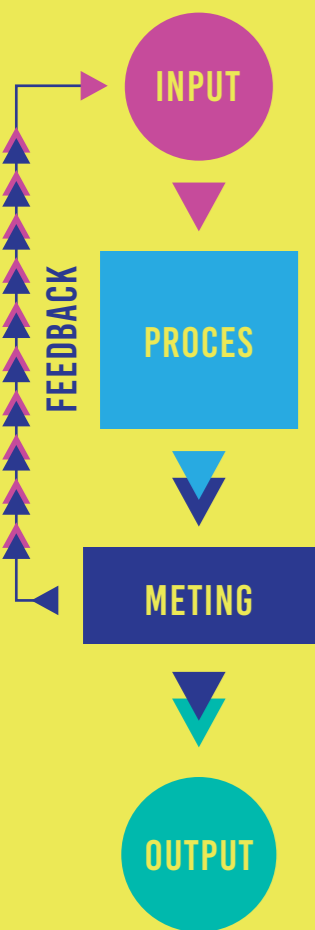
De natuurlijke, aangeboren manier van wetenschap en technologie bedrijven, zit diep verankerd in ons allemaal, tot in onze cellen. Het is de basismethode van experimenteren: trial-and-error.

Als we dit proces sterk vereenvoudigen, zien we dat het inherent is aan de meest natuurlijke en basale controlemechanismen, die in alle zelfregulerende levende systemen voorkomen. En via technologie wordt het gereproduceerd in alle artificiële automatische controlesystemen – wat we een 'feedbackloop' noemen in de cybernetica. Dit proces steunt op het terugvoeren van geproduceerde data naar het besturingsmechanisme ter controle, het leren uit pogingen en fouten, om de gewenste output te krijgen.

BEPAAAL JE DOEL, KIES JE HULPMIDDELEN



FEEDBACK LOOP



Maar laten we eens teruggaan naar wetenschap en wat we over het algemeen eronder verstaan.

De meeste woordenboeken zouden zeggen dat **wetenschap** een systematische en methodische manier is om de natuurlijke wereld te begrijpen, aan de hand van observatie, experimenteren en het formuleren van toetsbare verklaringen of theorieën. Het is een systematische manier van kennis verwerven, informatie ordenen en voorspellingen doen over de wereld en over de objecten, levende wezens en fenomenen erin. In de kern is wetenschap als discipline gebaseerd op de beginselen van empirisme (het idee dat alle kennis alleen voortkomt uit ervaring en observaties) en de praktijk van objectiviteit. Objectivisme bestudeert de wereld met een onbevooroordeelde en onpartijdige mindset. Deze denkrichting probeert waarheid bloot te leggen op basis van bewijs, niet op basis van persoonlijke overtuigingen of meningen.

Dit is een waarheidsgetrouwe uitleg, maar wel een beetje saai, niet? Wat er ontbreekt aan deze uitleg is een vonk en een drang naar wetenschap. Waarom zouden we graag aan wetenschap doen en er belang aan hechten? Het antwoord daarop is dat de kern van wetenschap verankerd is in ons allemaal als een natuurlijk principe - een van de aangeboren mechanismen van exploratie en begrip, ook al zijn we ons daar niet van bewust. We zouden kunnen zeggen dat wetenschap een tool is waarmee we geboren zijn. En het is aan ons om te beslissen of we die willen gebruiken en ontwikkelen.

Aangezien we kunnen stellen dat wetenschap (als een tool) in ons allemaal zit, is het niet verrassend dat veel mensen wetenschap beoefenen. Sommige mensen specialiseren zich in wetenschapsbeoefening, de professionele wetenschappers. Ze gebruiken uiteenlopende methoden en processen om de natuurlijke wereld op een **professionele manier** te onderzoeken en begrijpen. Sommige mensen proberen zich op wetenschappelijk vlak te ontwikkelen, maar niet beroepsmatig, louter voor hun persoonlijke ontplooiing en om hun vrije tijd constructief te besteden. We noemen hen **burgerwetenschappers**.

Op basis daarvan kunnen we een algemene definitie van een wetenschapper bedenken,

namelijk iemand die wetenschap beoefent en een wetenschappelijke methodologie volgt.

De **wetenschappelijke methodologie** bestaat gewoonlijk uit de volgende elementen:

- ⊕ **OBSERVATIE**
Wetenschappers observeren verschijnselen in de wereld en noteren patronen, gedragingen en gebeurtenissen.
- ⊕ **VRAAG**
Op basis van hun observaties formuleren wetenschappers vragen die de waargenomen fenomenen proberen te verklaren of begrijpen.
- ⊕ **HYPOTHESE (THEORETISCH IDEE VAN WAARSCHIJNLIJKE CONCLUSIE)**
Wetenschappers stellen theoretische, niet-geteste verklaringen of hypothesen voor, die kunnen worden getest door verder onderzoek. Een hypothese is een voorgestelde verklaring die kan worden ondersteund of weerlegd door testbaar en meetbaar bewijs.
- ⊕ **EXPERIMENTATIE**
Wetenschappers testen hun hypothesen aan de hand van experimenten die ze bedenken en uitvoeren. Bij experimenten worden variabelen gemanipuleerd en resultaten gemeten om oorzaak-gevolgrelaties vast te stellen.
- ⊕ **GEGEVENSVERZAMELING EN -ANALYSE**
Wetenschappers verzamelen relevante gegevens tijdens experimenten of op andere manieren. Ze analyseren de gegevens met behulp van statistische methoden en andere technieken om zinvolle conclusies te trekken.
- ⊕ **CONCLUSIE**
Op basis van de analyse van de gegevens komen wetenschappers tot een conclusie over de geldigheid van hun hypothesen.

Als de hypothese wordt ondersteund door de gegevens, kan ze een theorie of een gevestigde verklaring worden. Als de hypothese niet wordt ondersteund door de gegevens, kunnen wetenschappers ze aanpassen, of verwerpen en nieuwe hypothesen ontwikkelen voor verder onderzoek.

Deze elementen van professionele wetenschap volgen meestal de volgorde hierboven, maar dat is niet altijd het geval. Soms komen vragen niet rechtstreeks voort uit het aandachtsubject of wetenschappelijk domein zelf, maar uit een ingeving. Bijvoorbeeld wanneer we overeenkomsten zien of verbanden zoeken met andere objecten en domeinen. Het is dus belangrijk om verbanden te leggen (correlatie) tussen **vergelijkbare en onvergelijkbare** zaken.

Er is de gezegde 'Je moet geen appels met peren vergelijken'. Maar dat is gewoon niet waar. Door appels met peren te vergelijken, kunnen we meer over beide ontdekken dan door appels met appels en peren met peren te vergelijken. Het is belangrijk om te correleren en de vaardigheden van correlatie te ontwikkelen.

Vermeldenswaardig is tevens dat we in pure gegevens soms ook vragen, nieuwe kennis en ideeën voor experimenten kunnen vinden. Bijvoorbeeld binnen het hybride gebied van datawetenschap, dat een van de nieuwste takken aan de boom van de wetenschappelijke domeinen is.

De wetenschap reikt ons niet alleen goede leermethoden aan. Ze biedt ons ook inzichten over **kennis zelf**. Ze leert ons om kennis (en dingen) niet vanzelfsprekend te vinden, omdat ze kennis beschouwt als iets dynamisch, dat onderhevig is aan verandering en herziening wanneer nieuw bewijs opduikt. Dit proces van zelfcorrectie en verfijning draagt bij tot de cumulatieve vooruitgang van het wetenschappelijk inzicht doorheen de tijd en tot de groei van menselijke kennis zelf als geheel.

Wetenschap deelt een ander interessant kenmerk met levende organismen: het is organisch. Wetenschap omvat een breed scala aan disciplines (waaronder natuurkunde, scheikunde, biologie, astronomie, geologie, psychologie en vele andere), die groeien en zich vertakken als een levende boom. De wetenschapsgebieden hebben elk hun specifieke methodologieën en aandachtsgebieden. Maar ze delen allemaal een toewijding aan de systematische studie van de wereld en haar componenten, om onderliggende principes en processen bloot te leggen en te verklaren.

Uiteindelijk is wetenschap een krachtig hulpmiddel voor menselijke vooruitgang, dat innovatie, technologische verbeteringen en een beter begrip van het universum en onze plaats daarin stimuleert. Ze biedt een betrouwbaar en op feiten gebaseerd kader voor onderzoek en verklaring van de verschijnselen die onze wereld vormgeven.

1.1.2 BURGERWETENSCHAP

Zo als al gezegd, zijn er mensen die ervoor kiezen om wetenschap en wetenschappelijke methodologie niet-professioneel te beoefenen en/of als burgers betrokken te zijn bij het proces van professionele wetenschap. Als groep vormen ze de burgerwetenschap.

Burgerwetenschap, ook bekend als gemeenschapswetenschap of publieksparticipatie aan wetenschappelijk onderzoek, is een coöperatieve benadering van professioneel wetenschappelijk onderzoek, of een hobbyistische praktijk waar gewone mensen (burgers die niet academisch geschoold zijn in wetenschap) actief bijdragen aan wetenschappelijke onderzoeksprojecten. Zo kunnen bijvoorbeeld niet-professionele wetenschappers betrokken zijn bij verschillende stadia van het wetenschappelijke proces, inclusief gegevens verzamelen, hypothesen opstellen, experimenten uitvoeren, analyses doen, gegevens interpreteren en conclusies trekken. Wanneer mensen zonder academische opleiding zich via zelfstudie en experimentatie hebben

We moeten vergelijken
appels met peren.

ontwikkeld in wetenschap, kunnen ze soms wetenschappelijk onderzoek verrichten dat kwalitatief vergelijkbaar is met het werk van professionals. Ze kunnen zelfs nog een stap verder gaan door echte (patenteerbare) uitvindingen te doen. Een mooi voorbeeld van een ideale burgerwetenschapper, vernieuwer en uitvinder zou minder bekend zijn dan Hedy Lamarr, met haar indrukwekkend oeuvre binnen verschillende wetenschapsgebieden, en het beroemde genie Leonardo da Vinci, die door zelfstudie en experimenteren bijdroeg tot het ontstaan van verschillende wetenschapsgebieden.

Het concept van burgerwetenschap is gebaseerd op de overtuiging dat wetenschappelijk onderzoek niet beperkt moet blijven tot de wereld van professionele wetenschappers en onderzoekers. In plaats daarvan erkent het dat mensen met uiteenlopende achtergronden en verschillende expertiseniveaus waardevolle bijdragen kunnen leveren aan wetenschappelijke kennis en begrip.

We mogen niet vergeten dat de grondleggers en grondlegsters van verschillende wetenschappelijke disciplines niet formeel opgeleid waren in de vakgebieden in kwestie, omdat die eenvoudigweg nog niet bestonden. Ze stonden als burgerwetenschappers aan de basis van de wetenschapsgebieden.

Het is dan ook geen verrassing dat burgerwetenschappers tegenwoordig betrokken

zijn bij bijna alle takken van wetenschap. Ze verzamelen bijvoorbeeld milieugegevens, identificeren dieren en plantensoorten, monitoren vogelpopulaties, brengen weerpatronen in kaart, ontleden astronomische beelden, analyseren waterkwaliteit en lossen problemen met eiwitvouwing op (noodzakelijk voor de ontwikkeling van oplossingen om ziekten aan te pakken en uit te roeien, maar ook voor biologische innovaties), enz. Zoals bij professionele wetenschap maken we bij burgerwetenschap een onderscheid tussen twee hoofdpraktijken van onderzoek en experimenteren: individuele **doe-het-zelf-experimenten** & gezamenlijke **doe-het-met-anderen-experimenten**.

Burgerwetenschap biedt talloze voordelen voor de professionele wetenschappelijke gemeenschap. Ze stelt onderzoekers in staat om grote hoeveelheden data te verzamelen over uitgestrekte geografische gebieden en langere perioden, iets wat anders moeilijk of onmogelijk te realiseren zou zijn. Ze helpt bij het opschalen van gegevensverzameling, wat leidt tot een rijker en meeromvattend begrip van talloze fenomenen.

Burgerwetenschap stimuleert ook de betrokkenheid van het publiek bij wetenschap en bevordert de wetenschappelijke geletterdheid van burgers en gemeenschappen. Door actief deel te nemen aan onderzoeksprojecten doen mensen praktijkervaring op en ontwikkelen ze een beter begrip van wetenschappelijke processen en concepten. Het stelt mensen in staat om bij te dragen aan belangrijke maatschappelijke kwesties en vergroot hun waardering voor wetenschappelijk onderzoek. Daarnaast kan burgerwetenschap de band tussen wetenschappers, het publiek, beleidsmakers en de bedrijfswereld versterken, doordat ze samenwerking en dialoog cultiveert. Professionele onderzoekers profiteren van de expertise en lokale kennis van burgerwetenschappers. Terwijl burgerwetenschappers inzicht krijgen in het werk van de professionele

wetenschappelijke gemeenschap en bijdragen tot echte wetenschappelijke vooruitgang.

De afgelopen jaren is het bereik en de impact van burgerwetenschap vergroot. De technologische vooruitgang heeft daarin een belangrijke rol gespeeld. De wijdverspreide beschikbaarheid van smartphones, internettoegang en platforms voor het delen van gegevens heeft de deelname en samenwerking van burgerwetenschappers op wereldvlak vergemakkelijkt.

In het algemeen biedt burgerwetenschap een gezamenlijke en inclusieve benadering van wetenschappelijk onderzoek, doordat ze de kracht van collectieve intelligentie gebruikt en bijdraagt aan een beter geïnformeerde en meer geëngageerde samenleving. Door de uiteenlopende achtergronden van mensen heeft burgerwetenschap het potentieel om complexe wetenschappelijke en maatschappelijke uitdagingen aan te gaan en zinvolle verandering in de wereld tot stand te brengen.

1.1.3 DOE-HET-ZELF-TECHNOLOGIE

De praktische technologie bouwt voort op de wetenschap, in die zin dat ze de wetenschappelijke kennis gebruikt om te ontwerpen, creëren, en tastbare resultaten te bouwen.

Net zoals burgerwetenschap verband houdt met professionele wetenschap, zo houden interessante culturele praktijken verband met technologische gebieden.

Een belangrijk voorbeeld daarvan is de **doe-het-zelf-reparatiecultuur** in socialistische en communistische landen. Ze is vaak ontstaan uit noodzaak, als gevolg van de schaarse lokale hulpbronnen en het doel om die maximaal te benutten.

Zo zijn er de doe-het-zelf-reparatieculturen in voormalig Joegoslavië (1945-1992) en in de huidige staat Cuba (1959-). Ze hebben alle twee een iets andere benadering van de doe-het-zelf-praktijk gemeen: het uitvoeren van reparaties om de levensduur van artikelen te verlengen en de aankoop van voordelige, duurzame huishoudtoestellen (bijv. afkomstig van gerecyclede en/of betaalbare en duurzame lokale materialen), waarbij verspilling en daarmee samenhangende niet-duurzame praktijken worden vermeden. De doe-het-zelf-cultuur werd redelijk gangbaar in Joegoslavië. En ze ontwikkelde zich verder via tijdschriften als 'Sam svoj majstor', die praktische, gedetailleerde instructies gaven over hoe je huishoudapparaten maakt en herstelt, en hoe je zelf je huis bouwt.

De reparatiecultuur in Cuba volgde een vergelijkbare weg. Maar omwille van de economische beperkingen van het land groeide ze uit tot iets unieks en herkenbaars door haar zeer innovatieve manier van hergebruik van voorwerpen voor doe-het-zelf-technologie en reparatie. Met zijn esthetiek werd het een essentieel onderdeel van het dagelijks leven.

Deze voorbeelden zijn interessant in de context van het relatief recente overheidsbeleid op het gebied van duurzaamheid - zoals de Sustainable Development Goals



'Sam svoj majstor', tijdschrift, 1e nummer, cover, 1975.



'Make', tijdschrift, 1e nummer, cover, 2005.

(SDG's) van de Verenigde Naties -, met realistische opvattingen over de beperkte mondiale hulpbronnen, die we moeten koesteren als we als maatschappij comfortabel willen leven. Als je geïnteresseerd bent in het probleem van grondstoffenschaarste en verantwoorde consumptie en productie, is het belangrijk om te weten dat een van de huidige SDG's van de VN precies 'Verantwoorde consumptie en productie' is, een wereldwijde uitdaging die we als burger moeten oplossen.

Vrij recent is er een culturele beweging ontstaan die verwant is met de reparatieculturen en met burgerwetenschap, en die de aandacht van het grote publiek heeft getrokken: de in de jaren 2000 verschenen **makerscultuur**. De makerscultuur verwijst naar een sociale beweging die doe-het-zelf en praktijkgericht leren, exploreren en creëren centraal stelt. Het is een wereldwijde gemeenschap van mensen die zich bezighouden met talloze creatieve activiteiten, zoals ontwerpen, bouwen, knutselen, uitvinden en prototypen maken, vaak met behulp van technologie en digitale fabricagetools.

In essentie moedigt de makerscultuur mensen aan om actieve deelnemers te worden in het proces van dingen maken (en dingen beter maken) in plaats van passieve consumenten te zijn.

Creativiteit, samenwerking en het delen van kennis en vaardigheden staan hoog in het vaandel. Makers omarmen een open mindset, waarbij ze willen leren en experimenteren met verschillende gereedschappen, materialen en technieken.

De belangrijkste kenmerken van de makerscultuur zijn onder andere:

- ⊕ **DOE-HET-ZELF-MENTALITEIT**
Makers worden gedreven door een verlangen om zelf te creëren en dingen te bouwen, en om vaardigheden en kennis te verwerven via praktijkervaring.
- ⊕ **OPENSOURCEFILOSOFIE**
makers passen zich vaak aan en delen hun ideeën, ontwerpen en projecten vrijelijk met anderen. Ze waarderen samenwerking en geloven in de kracht van collectieve creativiteit en vrijheid van kennis en leren.

- ⊕ **MODERNE TECHNOLOGIE**
De makerscultuur omarmt het gebruik van moderne technologieën, zoals 3D-printers, lasersnijders, microcontrollers, robotica, enz. Met deze hulpmiddelen kunnen makers hun ideeën tot leven brengen en snel prototypen maken van hun creaties.

- ⊕ **INTERDISCIPLINAIRE AANPAK:**
De makerscultuur moedigt vaak de vermenging van verschillende disciplines aan en brengt mensen met verschillende achtergronden samen, zoals kunstenaars, ingenieurs, ontwerpers, programmeurs en hobbyisten in ruil voor ideeën en vaardigheden.

- ⊕ **PROBLEEMOPLOSSING EN INNOVATIE**
Makers pakken vaak echte problemen aan door te zoeken naar innovatieve en creatieve oplossingen. Ze kiezen voor een praktische, iteratieve benadering van ontwerpen en ontwikkelen, waarbij ze leren van mislukkingen en een experimentele attitude aanhangen.

De makersbeweging heeft een grote invloed gehad op het onderwijs door een verschuiving naar meer praktijkgericht, projectgebaseerd leren te bevorderen en door de ontwikkeling van hedendaags STEAM-onderwijs (Science, Technology, Engineering, the Arts and Mathematics) te stimuleren. Daarbovenop leren ze kinderen plezier beleven aan creëren, knutselen en de wereld verkennen via hun praktische en collaboratieve aanpak.

Vermeldenswaardig zijn ook de aanverwante 'Maker Faire'-events. Dit zijn beurzen in het teken van makersinnovatie, -creatie en -praktijken, die door middel van interactieve publieke betrokkenheid van makers bijdragen aan de ontwikkeling van STEAM op lokaal en internationaal niveau.

Het is ook belangrijk om de kenmerkende, specifieke plaatsen voor de makerscultuur te vermelden:

Hackerspaces en **Makerspaces**. Het zijn fysieke locaties waar mensen bijeenkomen om samen te werken, hulpmiddelen te delen en aan projecten te werken. Ze staan meestal open voor het grote publiek. Die plaatsen bieden gewoonlijk toegang tot gereedschap, apparatuur en een ondersteunende gemeenschap.

De makerbeweging kreeg erkenning in het onderwijs als een manier om praktijkgericht, projectgebaseerd leren te promoten. Gaandeweg verschenen er 'makerspaces' in scholen, hogescholen en bibliotheken. Ze bieden studenten de kans om STEAM-onderwerpen te verkennen en praktische vaardigheden te ontwikkelen.

Nog een aanverwante praktijk is **Biohacking** - wat verwijst naar de praktijk van doe-het-zelf-onderzoek in biologie en biologische engineering (biotechnologie). Het is waarschijnlijk een van de jongste en meest geavanceerde praktijken van wetenschapsgerelateerde doe-het-zelf-technologie. En als zodanig nog niet duidelijk

omlijnd in de vakliteratuur. Het heeft verschillende betekenissen voor uiteenlopende mensen en beoefenaars. De gemeenschappelijke filosofie berust op het vrij toegankelijk maken (open-sourcing) van de kennis van biologie en biologische engineering. Terwijl die kennis traditioneel vaak ontoegankelijk is door gangbare academische/wetenschappelijke publicatiesystemen (niet beschikbaar voor gewone burgers) of patenten op natuurlijke biologische mechanismen en bronnen.

Biohacking-gemeenschappen delen vaak kennis door het organiseren van workshops, lezingen, conferenties, tentoonstellingen en aanverwante openbare events die de betrokkenheid van de gemeenschap nastreven, en door opendeurpraktijken te hanteren.

Een groot deel van de gemeenschap maakt zelf betaalbare tools om biologisch onderzoek te doen (zoals doe-het-zelf-microscopen). Ze deelt deze kennis via opensource-software met de gemeenschap, zodat traditioneel dure toestellen betaalbaarder worden voor het publiek - en zodat leren voor iedereen mogelijk wordt, in plaats van een privilege te zijn.

STEAM =Wetenschap,
technologie, techniek,
kunst en wiskunde

1.2

Waarom burgerwetenschap in jongerenwerk

Toen we besloten dit project te starten, wisten we dat we iets controversieels deden. Het betrekken van burgerwetenschap in jongerenwerk is cruciaal voor het bevorderen van een generatie die betrokken, geïnformeerd en in staat is bij te dragen aan de mondiale uitdagingen die zij zullen erven.

Het belang van het integreren van burgerwetenschap in jongerenwerk kan worden begrepen door verschillende dimensies:

A. ONDERWIJSKUNDIGE VERRIJKING

Burgerwetenschap biedt een unieke educatieve ervaring die het traditionele klassikale leren aanvult, maar ook de jongerenwerksettings, die meestal meer gericht zijn op zachte vaardigheden. Het biedt jongeren praktische leermogelijkheden die hun begrip van wetenschappelijke concepten en methodologieën verbeteren. Door deel te nemen aan echt wetenschappelijk onderzoek kunnen jongeren een diepere waardering ontwikkelen voor de wetenschappen, waardoor hun analytische vaardigheden, kritisch denken en probleemoplossende capaciteiten verbeteren. Deze praktische benadering van leren maakt wetenschap toegankelijk en boeiend, wat mogelijk een levenslange interesse in wetenschappelijke verkenning en ontdekking kan aanwakkeren.

B. EMPOWERMENT EN EIGENAARSCHAP

Het betrekken van jongeren bij burgerwetenschapsprojecten geeft hen de mogelijkheid om zich eigenaar te voelen van hun leren en hun bijdragen aan de samenleving. Deze empowerment bevordert een verantwoordelijkheidsgevoel

voor het aanpakken van wereldwijde uitdagingen zoals klimaatverandering, biodiversiteitsverlies en vervuiling. Wanneer ze de impact van hun bijdragen zien, worden jongeren gemotiveerd om proactieve veranderaars te worden, met het begrip dat hun acties een verschil kunnen maken in de wereld.

C. GEMEENSCHAPSOPBOUW EN SAMENWERKING

Burgerwetenschapsprojecten vereisen vaak samenwerking tussen deelnemers, onderzoekers en soms internationale teams. Deze collaboratieve omgeving leert jongeren het belang van teamwerk, communicatie en de collectieve zoektocht naar kennis. Door deze projecten kunnen jongeren contact maken met leeftijdsgenoten en mentoren met gedeelde interesses, wat een gevoel van verbondenheid en gemeenschap bevordert. Deze ervaringen helpen hen interpersoonlijke vaardigheden te ontwikkelen die waardevol zijn in alle aspecten van het leven.

D. VERBETERING VAN MILIEU- EN WETENSCHAPPELIJKE GELETTERDHEID

Burgerwetenschapsprojecten, vooral die gericht zijn op milieubewaking en -behoud, verbeteren de milieu- en wetenschappelijke geletterdheid van de deelnemers. Jongeren leren over de complexiteit van ecosystemen, het belang van biodiversiteit en de impact van menselijke

activiteiten op het milieu. Deze kennis is cruciaal voor het ontwikkelen van geïnformeerde actieve burgers die verantwoordelijke beslissingen kunnen nemen en kunnen pleiten voor duurzame praktijken.

E. CARRIÈRE VERKENNING

Voor veel jongeren biedt deelname aan burgerwetenschapsprojecten een kijkje in de wereld van wetenschappelijk onderzoek en verschillende STEM-carrières. Het stelt hen in staat hun interesses en passies binnen deze velden te verkennen, wat mogelijk hun educatieve en professionele paden kan sturen. Ervaringen opgedaan door burgerwetenschap kunnen hun cv's en college-aanvragen verrijken, wat de basis legt voor toekomstige kansen in STEM.

F. INCLUSIE

Een belangrijke observatie die we onderweg hebben gedaan, is dat burgerwetenschap als methode een zeer inclusief element kan zijn. In jongerenwerk praten we vaak over inclusie als we het hebben over kwetsbare groepen, opgroeien in moeilijke situaties of geconfronteerd worden met verschillende capaciteiten. Inclusie in burgerwetenschap gaat verder dan het ondersteunen van kwetsbare groepen en omvat jonge individuen met uitzonderlijke intellectuele nieuwsgierigheid, die zich misschien niet thuis voelen in traditionele onderwijssituaties. Deze jongeren hebben een diepe dorst naar kennis en betrokkenheid en zoeken vaak naar uitdagingen en mogelijkheden voor verkenning die verder gaan dan wat standaard curricula bieden. Ze worden vaak buitengesloten door hun leeftijdsgenoten vanwege hun behoefte aan meer uitleg, diepgaand onderzoek en nieuwsgierigheid, wat hen in een uitsluitingspositie plaatst omdat het moeilijk voor hen is om gezelschap te vinden. Burger-

wetenschap biedt een onschatbaar platform voor deze individuen, zodat ze hun talenten kunnen toepassen op echt wetenschappelijk onderzoek en innovatie.

Intellectueel nieuwsgierige jongeren profiteren van de stimulatie die burgerwetenschapsprojecten bieden, waarbij ze zich diepgaand bezighouden met complexe onderwerpen die voldoen aan hun behoefte aan ontdekking. Deze projecten verbinden hun geavanceerde capaciteiten met tastbare maatschappelijke uitdagingen, waardoor ze een gevoel van doel en bijdrage krijgen. Deze betrokkenheid kan bijzonder valide zijn voor degenen die zich geïsoleerd voelen vanwege hun unieke interesses, waarbij hun inspanningen worden ingebed in een mondiale context van wetenschappelijk onderzoek.

Daarnaast helpt deelname aan burgerwetenschap deze jongeren om cruciale sociale vaardigheden en emotionele intelligentie te ontwikkelen door middel van samenwerkingswerk met leeftijdsgenoten, mentoren en professionals. Dit helpt niet alleen hun persoonlijke ontwikkeling, maar helpt hen ook om een gevoel van verbondenheid te vinden binnen een gemeenschap van gelijkgestemden. Leiderschapsrollen in deze projecten kunnen zelfvertrouwen en veerkracht bevorderen, hen aanmoedigend om STEM-carrières na te streven waar hun talenten verder kunnen worden ontwikkeld. De aanpasbare aard van burgerwetenschap maakt gepersonaliseerde leerervaringen mogelijk, die aansluiten bij de specifieke interesses en capaciteiten van elke deelnemer. Dit zorgt ervoor dat leren relevant en boeiend blijft, wat continue intellectuele groei aanmoedigt.

Het integreren van burgerwetenschap in jongerenwerk gaat niet alleen over het betrekken van jongeren bij wetenschappelijk onderzoek; het gaat erom hen voor te bereiden op de toekomst. Het biedt hen de tools, kennis en ervaringen die nodig zijn om te navigeren en bij te dragen aan een snel veranderende wereld. Door een generatie te bevorderen die wetenschap, samenwerking en gemeenschap waardeert, rusten we hen uit met het vermogen om mondiale uitdagingen het hoofd te bieden met innovatie, veerkracht en hoop.

1.3 Mogelijkheden - Voorbeeld van Hedy Lamarr

We vinden fantastische voorbeelden van burgerwetenschap en technologie terug bij inspirerende mensen. Ze gaan van wereldberoemde figuren als Leonardo da Vinci* (1452-1519), met zijn experimenten en ontdekkingen in anatomie en techniek, tot de meer hedendaagse voorbeelden, zoals Rita Levi-Montalcini* (1909-2012). Zij is bekend om haar Nobelprijswinnende onderzoek en ontdekking van de Nerve growth factor (NGF of Zenuwgroeifactor). Tijdens de Tweede Wereldoorlog voerde ze daarvoor experimenten uit in een geïmproviseerd neurobiologisch laboratorium in haar slaapkamer in Turijn.

Maar misschien komt het beste voorbeeld wel van de onwaarschijnlijke burgerwetenschapper en technicus Hedy Lamarr* (1914-2000). Deze beeldschone actrice uit de gouden Hollywoodjaren spendeerde haar vrije tijd tussen de opname van film-scènes in haar trailer op de set. Daar had ze een geïmproviseerd laboratorium waar ze experimenten deed en aan wetenschap en technologie knutselde.

Het verhaal van Hedy Lamarr is een bewijs van het transformerende potentieel van nieuwsgierigheid en vindingrijkheid, en van het niveau dat iemand kan bereiken door zelfstudie. Ze werd geboren als Hedwig Eva Maria Kiesler in Wenen, Oostenrijk, en toonde al op zeer jonge leeftijd een onverzagbare dorst naar kennis. Lamarrs vroege experimenten met het uit elkaar halen en opnieuw assembleren van keukensnuffjes waren een voorbode van haar toekomst als baanbrekend uitvinder. Hoewel ze niet

wetenschappelijk opgeleid was, had ze een aangeboren aanleg voor inzicht in complexe concepten en een niet-aflatende drive om de grenzen van het mogelijke te verleggen.

Lamarrs bekendste innovatie kwam er tijdens de Tweede Wereldoorlog toen ze samen met componist George Antheil (1900-1959) een baanbrekende technologie bedacht, de 'frequency hopping spread spectrum' (frequentieverspringing tegen interferentie), via de combinatie van wiskunde, radiotechniek en concepten die ze uit het mechanisme van pianola's haalden. Deze uitvinding was oorspronkelijk bedoeld om de oorlogsinspanningen te helpen door veilige torpedogeleidingssystemen te creëren, waarvan het signaal niet gekraakt of vervormd kon worden. Maar daarnaast legde ze de basis voor de moderne draadloze communicatietechnologieën, waaronder bluetooth en wifi. Ja, je leest het goed, wifi waarmee al onze gadgets tegenwoordig internettoegang hebben. Lamarrs genialiteit zorgde niet alleen voor een revolutie in militaire tactieken. Ze baande ook de weg tot talloze technologische ontwikkelingen die onze onderling verbonden wereld vandaag nog altijd vormgeven.

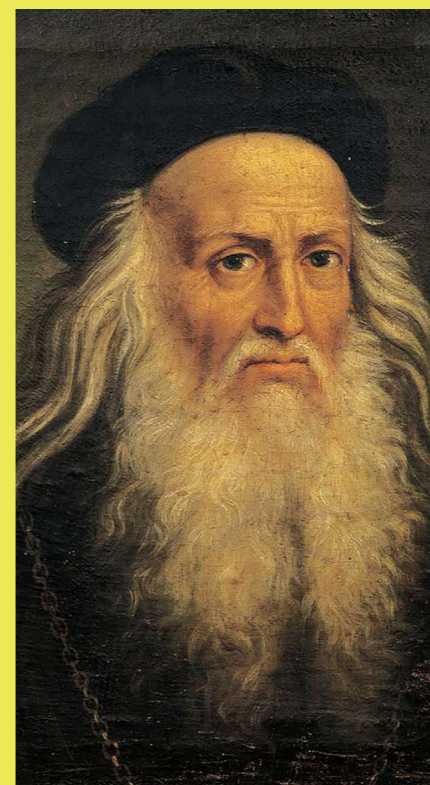
De technologische uitvindingen op het gebied van radiocommunicatie waren evenwel niet haar enige speel-

tuin. Hedy experimenteerde ook met bionica (het bouwen van artificiële systemen die geïnspireerd zijn op levende organismen). Meer specifiek vertaalde ze de aerodynamische vorm van vissen en vogels naar efficiëntere vliegtuigen. Daarnaast deed ze chemische experimenten. Zo nam ze een patent op haar innovatieve procedé voor het maken van geconcentreerde frisdranken.

Centraal in het succes van Lamarr stond haar onwrikbare geloof in de kracht van praktische experimenten en de waarde van leren door trial-and-error. Ze was niet bang om zich op onbekend terrein te begeven via zelfstudie, waarbij ze zich vaak nieuwe vaardigheden en disciplines aanleerde. Lamarrs verhaal herinnert ons eraan dat innovatie geen grenzen kent en dat iedereen, ongeacht achtergrond of formele opleiding, kan bijdragen aan wetenschappelijke vooruitgang door pure vastberadenheid en de bereidheid om risico's te nemen.

Bovendien onderstreept Lamarrs leven en werk hoe belangrijk het is de stemmen en bijdragen van vrouwen in de wetenschap te versterken. Hoewel ze te maken kreeg met systemische barrières en maatschappelijke verwachtingen (over wat een Hollywood-actrice wel en niet zou moeten doen) die haar potentieel probeerden in te perken, toch zette ze door en wist ze haar stempel te drukken op de technologie. Haar erfenis dient als een baken van inspiratie voor vrouwelijke wetenschappers in spe, en herinnert hen eraan dat hun ideeën en inzichten van onschatbare waarde zijn voor de wetenschappelijke gemeenschap.

Door ons te spiegelen aan Lamarrs mentaliteit van doe-het-zelf-verkenning worden we gestimuleerd om onze aangeboren nieuwsgierigheid te omarmen, de status quo in twijfel te trekken en onze passies na te jagen met onwrikbare vastberadenheid. Het levensverhaal van Hedy Lamarr daagt ons uit om de grenzen van het bekende te verleggen, om ons dapper op onbekend gebied te wagen en om de kracht van innovatie aan te wenden voor een betere toekomst voor de komende generaties.



Leonardo da Vinci



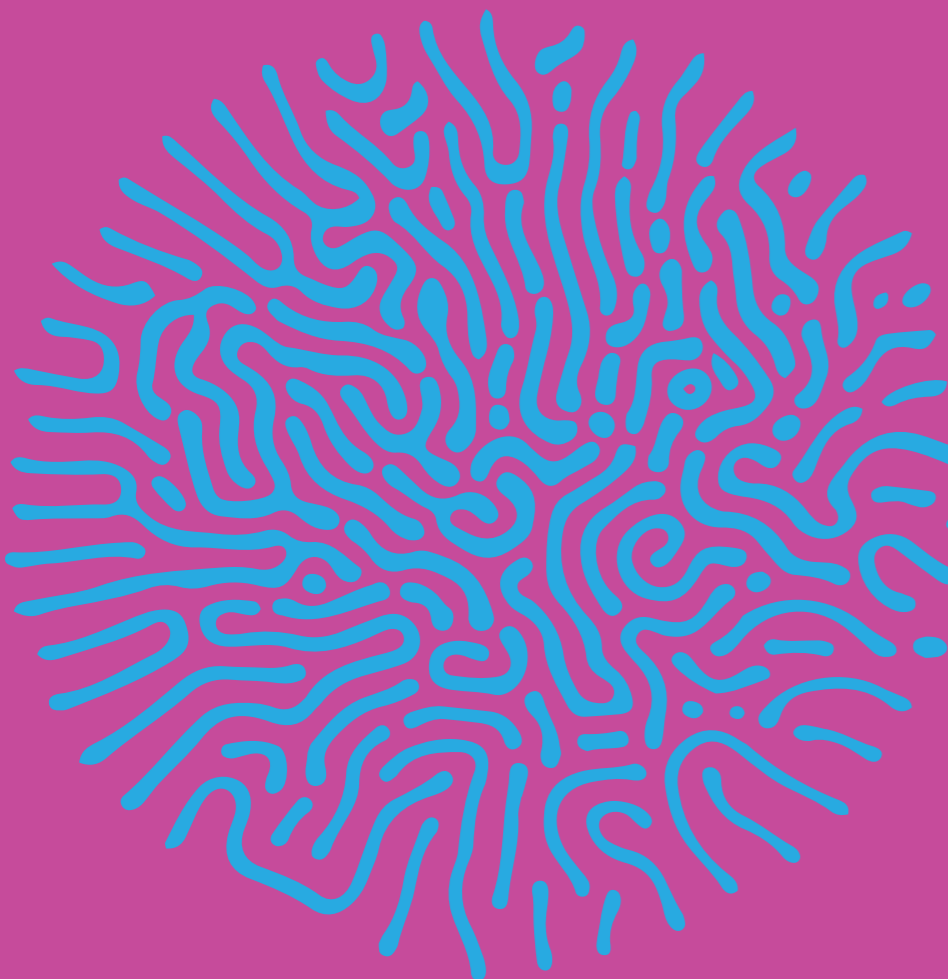
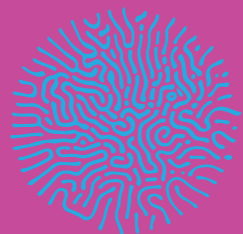
Rita Levi-Montalcini



Hedy Lamarr

* Als eerbetoon aan deze opmerkelijke figuur nodigen we je uit om zelf eens op verkenning te gaan. Gebruik de wiki die Hedy ons naliet en googel eens haar uitvindingen en motivaties, en ook de bijzondere verwezenlijkingen van de eerder vermelde Rita Levi-Montalcini en Leonardo da Vinci. We zijn er zeker van dat je er persoonlijke motivatie uit kunt putten.

Doe-het-zelf-knutselruimte/ thuislaboratorium



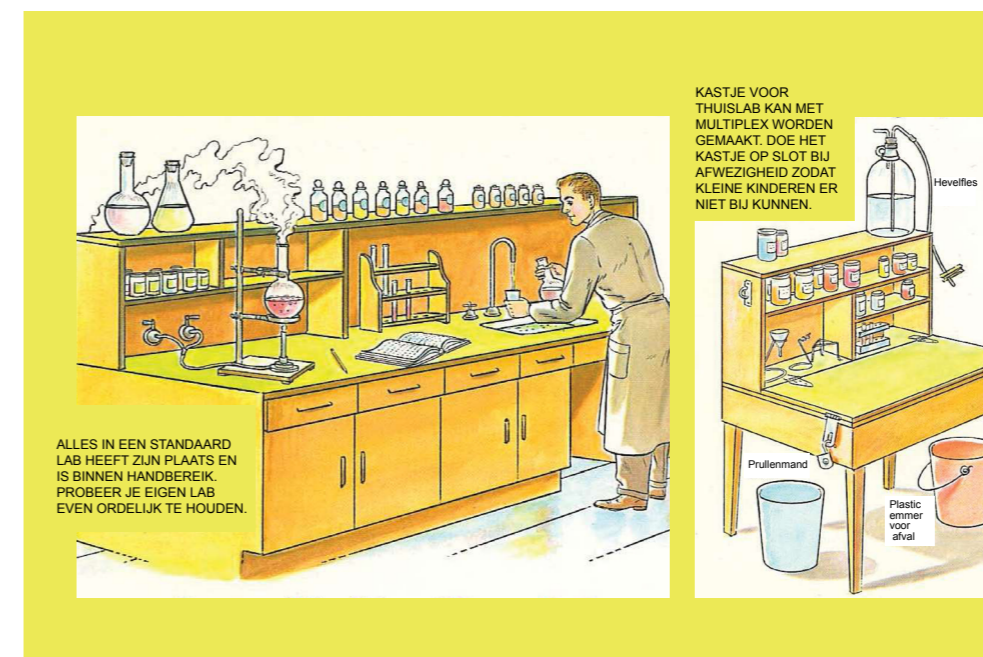
Elke uitvinding heeft een ontstaansplek nodig. In de burgerwetenschap zijn dit vaak thuislaboratoria en doe-het-zelf-knutselruimtes. Afhankelijk van waar je in geïnteresseerd bent en welke hulpmiddelen je thuis ter beschikking hebt, kunnen deze ruimtes verschillende vormen aannemen. In de VS is er bijvoorbeeld een trend onder burgerwetenschappers om hun garage om te toveren tot knutselruimte en doe-het-zelflaboratorium. Terwijl in Europa vaak de keukens worden gebruikt voor biologische experimenten. Maar soms is een klein hoekje in een kamer meer dan genoeg. Mijn eerste lab was precies zo. In mijn slaapkamer installeerde ik een oude, ongebruikte houten kast. Ik bouwde ze om tot werkbank en opslagruimte voor al mijn in elkaar geflanste onderzoeksgereedschappen en materialen. Dus als je je wat grondiger in burgerwetenschap wilt inwerken, nodigen we je uit om creatief te zijn met je creatieve hoekje. Pas het aan je behoeften en wensen aan. Jouw doe-het-zelf-knutselruimte / thuislaboratorium is je toegangspoort tot een wereld van eindeloze innovatie en grenzeloze nieuwsgierigheid.

Werkruimte

Om dat we allemaal uniek zijn, met onze eigen interesses en wensen, is het niet eenvoudig te beschrijven hoe een knutselwerkplek/thuislab er doorgaans uitziet. Afhankelijk van je belangstelling en behoeften kun je het zodanig aanpassen dat het zich optimaal voor je huidige studiegebied leent. Als je beslist om de wereld van de scheikunde te gaan verkennen, moet je je werkplek zodanig inrichten dat je veilig met chemische producten kunt werken (inclusief een makkelijk schoon te maken oppervlak dat geen vloeistoffen absorbeert). En zorg er ook voor dat je werktafel in een goed geventileerde ruimte staat (naast het raam is prima). Hetzelfde geldt voor biologische experimenten, want die kunnen gaan ruiken. Als je van plan bent om te experimenteren met moderne technologie, zoals 3D-printen, is het misschien een goed idee om de printer

niet in je slaapkamer te installeren. Het gezamen van 3D-printen kan immers vervelend zijn. De mogelijkheden zijn enorm en eindeloos. Dus voordat je je creatieve hoekje maakt, zet je best alles eerst op papier. Maak een lijst van wat je denkt nodig te hebben, maak een ruwe schets van de indeling, denk aan de veiligheid en zorg ervoor dat je je grenzen kent. Begin klein en breid geleidelijk uit. Als je bijvoorbeeld dol op biologie bent, is een basismicroscop meer dan genoeg om van start te gaan met je burgerwetenschappelijk onderzoek. Als je van elektronica houdt, zijn een goedkope multimeter, een soldeerbout, een paar schroevendraaiers en wat oude elektronica om uit elkaar te halen een goed begin..

Ter illustratie geven we je een voorbeeld van een zelfgemaakt scheikundelab. Je kunt verschillende ontwerpen online vinden. Googel gewoon het domein dat je interesseert..



Traditioneel scheikundelab (links) vs. klein, zelf in elkaar geknutseld scheikundelab (rechts) (illustratie uit The Golden Book of Chemistry Experiments, 1960)

Veiligheid

Het is altijd beter om dat te zijn
te voorzichtig.

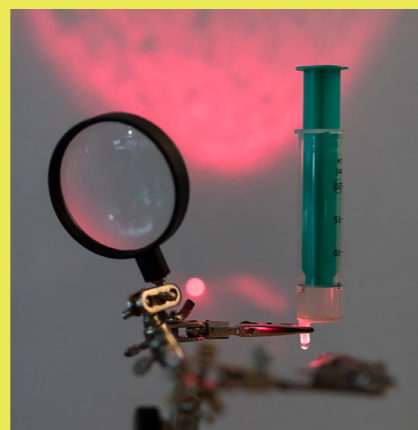
Zorgen voor persoonlijke bescherming en veiligheid op de werkplek is van het grootste belang bij elke wetenschappelijke onderneming. Dat geldt vooral voor omgevingen waar experimenten met biologie en scheikunde, en doe-het-zelf-werk met elektronica plaatsvinden. Voordat je in een project duikt, is het cruciaal om de juiste uitrusting te hebben en te dragen. Bijvoorbeeld een veiligheidsbril om je ogen af te schermen voor opspattende chemicaliën en rondvliegende stukjes, een laboratoriumjas of -schort om je te beschermen tegen morsen en gespetter, en handschoenen als bescherming tegen gevaarlijke stoffen (hoewel je die als beginner best niet gebruikt).

Verder is het essentieel om strikte veiligheidsprotocollen in acht te nemen en te letten op waarschuwingssignalen. Een duidelijke etikettering van chemische producten en het volgen van de juiste opslagprocedures zijn noodzakelijke maatregelen. Wanneer je met elektriciteit werkt, is het van fundamenteel belang om geïsoleerd gereedschap en apparatuur te gebruiken, en je aan de juiste bedradingstechnieken te houden om elektrische

schokken en brand te voorkomen. Het is een goede gewoonte om alle elektrische apparaten in je doe-het-zelf-lab/werkbank aan te sluiten op een centrale schakelaar, die je gemakkelijk kunt uitschakelen in geval van nood. Ook een kleine brandblusser bij de hand hebben, is de beste praktijk. Het is tevens een must om een kleine EHBO-does met pleisters en andere basismiddelen in de buurt te hebben. Zelfs de meest voorzichtigste professionals kunnen zich verwonden.

De algemene regel is om altijd op veilig te spelen. Het is beter om te voorzichtig te zijn.

Door persoonlijke beschermingsmiddelen en veiligheidspraktijken te integreren in elk aspect van het werk, kunnen doe-het-zelf-wetenschappers zich beschermen, en ook een cultuur van veiligheid creëren die de hele gemeenschap ten goede komt. Nogmaals, informeer je grondig over veiligheid voordat je begint te experimenteren.



Basisuitrusting

Ga je het pad op van doe-het-zelf-wetenschap, ongeacht of het in biologie, scheikunde of elektronica is, dan heb je een solide fundament van basisuitrustingen nodig om experimenten en innovatie te vergemakkelijken.

Centraal in elk doe-het-zelf-laboratorium staat, zoals gezegd, een multifunctionele werkbank. Dat is het heiligdom waar ideeën vorm krijgen en ontdekkingen zich ontvouwen. Je vindt er een collectie essentiële tools en instrumenten, die klaarstaan om je te helpen bij de zoektocht naar kennis en creativiteit.

Zoals gezegd, verschillen de benodigde gereedschappen en materialen sterk volgens je behoeften en interesses. Het is onmogelijk om ze allemaal op te lijsten, dus we zullen ons beperken tot de meestgebruikte, met verwijzingen naar enkele tutorials over hoe je ze zelf kunt maken.

Een algemene praktijk van goede laboratoria en erin uitgevoerde onderzoeken is het bijhouden van een laboratoriumlogboek. Een eenvoudig notitieboekje waarin je aantekeningen maakt, is het meest essentiële instrument in je denkruimte. Goede onderzoeksnootities maken, is de beste manier om jezelf wetenschap en technologie aan te leren.

2.3.1 GEREEDSCHAP VOOR NAT MATERIAAL (BIO & CHEMIE)

De meestgebruikte instrumenten in biologie- en/of scheikundelaboratoria zijn:

- ⊕ Microscoop en bijbehorende verbruikartikelen (objectglasjes) voor het bestuderen van de kleinste objecten (tegenwoordig is er een overvloed aan betaalbare microscopen, zowel digitale als klassieke optische)
- ⊕ Vergrootglas (om oppervlakken van grote voorwerpen te bestuderen)
- ⊕ Pincet, schaar, scalpel en een snijplank om monsters voor te bereiden voor onderzoek
- ⊕ Veel bekers, potjes en bakjes, zoals glazen potten om je monsters en studieobjecten in te stoppen, je zal ze heel veel gebruiken
- ⊕ Kookplaat voor koken en verwarmen
- ⊕ Maatglaswerk (glazen bekers, pipetten, druppelaars)
- ⊕ Bekerglazen die gesteriliseerd kunnen worden (potten enz.)

Betaalbare commerciële microscoop/digitaal vergrootglas (links) en zelfgemaakte laserprojectiemicroscoop (rechts)

Als je beslist om onderzoek te doen in microbiologie, heb je ook het volgende nodig:

- ⊕ Zelfgemaakte bunsenbrander (zoals een draagbaar campingfornuis op gas) om gereedschap te steriliseren en een steriele micro-omgeving te creëren voor microbiologie-experimenten
- ⊕ Sterilisatieapparatuur voor vloeistoffen en gereedschap: Snelkookpan (doe-het-zelf-autoclaaf) om vloeistoffen en metalen/glazen gereedschap te steriliseren, of microgolfoven (om vloeistoffen te steriliseren) + gewone oven (om metalen en glazen gereedschap te steriliseren)

Voor wie zich later verder wil verdiepen in serieuze biotechnologie, zijn er betaalbare educatieve tools zoals PCR-kits (bijv. PocketPCR van GaudiLabs of PCR van OpenPCR), zelfs DNA/RNA-sequencers (Oxford Nanopore) die gebruikt kunnen worden om de mysteries van de biologische wereld te onderzoeken.

Nogmaals, we kunnen niet alles vermelden. We raden je dus aan om je eigen onderzoek

te doen. Zoek in boeken naar informatie over wat je wenst en nodig hebt.

AANBEVELINGEN

Begin je met doe-het-zelfscheikunde? Dan raden we je de klassieker 'Golden Book of Chemistry Experimentation', 1960, van Robert Brent aan. Het boek is beschikbaar op het Internet Archive (<https://archive.org>).

Voor wie start met doe-het-zelf-biologie en -biotechnologie, bevelen we de online Hackteria Wiki aan - https://hackteria.org/wiki/Generic_Lab_Equipment Je kunt er bijvoorbeeld geweldige tutorials vinden over hoe je goedkoop je eigen microscoop kunt maken van een oude webcam.

MATERIALEN

Materialen voor biologie- en scheikunde-experimenten thuis zijn overal om ons heen te vinden. We nodigen je uit om creatief te zijn en op verkenning te gaan. Lees de etiket-

ten op producten in supermarkten, waar je de meeste materialen en reagentia kunt vinden.

Enkele van de meestgebruikte basisreagentia in biologie- en scheikundelaboratoria zijn zwakke zuren en basen (bijv. azijn, citroenzuur, natriumbicarbonaat/bakpoeder, enz.), polaire oplosmiddelen (water, alcohol) en niet-polaire oplosmiddelen (zoals Zippo-vloeistof voor scheikunde-experimenten thuis).

In de biologie worden kleurstoffen en kleurreagentia vaak gebruikt om monsters te kleuren en analyseren. Je kunt ze gemakkelijk in de winkel vinden (bijv. methyleenblauw, om celkernen en cytoplasma te kleuren, en malachietgroen, om endosporen,

pollen en schimmels te kleuren, vind je beide in dierenwinkels als schimmelwerende middelen voor aquariums).

Naast zuren, basen, oplosmiddelen en kleurreagentia zijn pH-meters de vaakst gebruikte instrumenten in biologie- en scheikundelaboratoria. We kunnen de pH-waarde (hoe zuur/basisch de stof is) meten met digitale of chemische pH-meters. Maar een van de beste en leukste om bijvoorbeeld mee te spelen is een zelfgemaakte pH-meter van koolsap. Daarom geven we je hier het recept.



TUTORIAL: OVER EEN ZELFGEMAAKTE PH-METER VAN KOOLSAP

BENODIGDE MATERIALEN

- ⊕ Rodekool
- ⊕ Blender of keukenrobot
- ⊕ Zeef of kaasdoek
- ⊕ Doorzichtig glas of plastic beker
- ⊕ Gedistilleerd water
- ⊕ Iets zuurs en basisch om te testen (bijv. een druppel citroensap als zuur en een druppel vloeibare zeep als base)

STAPPEN:

Hak de rodekool in kleine stukjes en doe ze in een blender of keukenrobot.

Voeg genoeg gedistilleerd water toe zodat de stukjes kool onderstaan en mix tot je een gladde massa bekomt.

Giet het koolmengsel door een zeef of kaasdoek om alle vaste deeltjes te verwijderen. Wat overblijft is paars koolsap.

Giet het koolsap in een doorzichtig glas of plastic beker.

Let op de kleur.

Doe een theelepel koolsap in een glas, voeg een druppel citroensap toe en roer. Let op de kleurverandering.

Doe een eetlepel koolsap in een glas, voeg een druppel vloeibare zeep toe en roer. Let op de kleurverandering.



Doe-het-zelf zelfgemaakte pH-meter van koolsap

2.3.2 ELEKTROMATERIAAL

Op het gebied van elektronica zijn solderbouten, multimeters en proefstanden onmisbaar voor het nauwkeurig bestuderen, assembleren en testen van schakelingen.

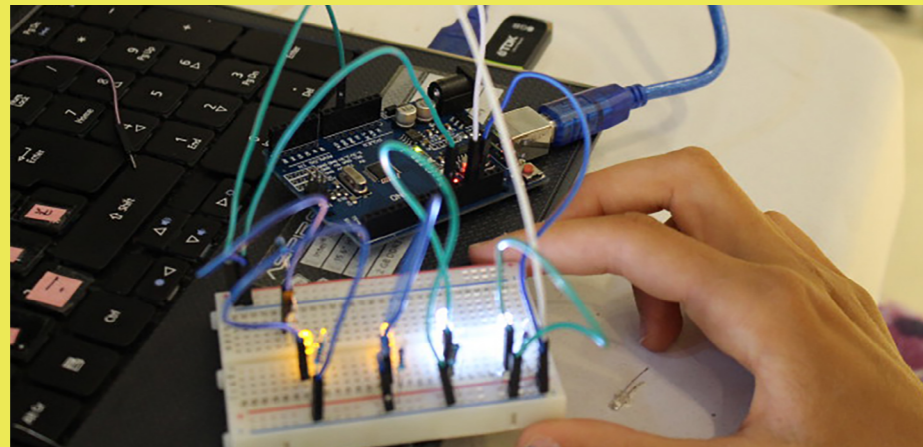
En voor wie ook met digitale elektronica experimenteert, heeft vaak zelfgebouwde experimentele microcontrollers (zoals Arduino, Raspberry PI, ESP, MicroBit, enz.) nodig.

Aangezien er, zoals gezegd, een overvloed aan

tutorials over doe-het-zelf-elektronica bestaat, zou het overbodig zijn om er nog een te maken.

Om je op weg te helpen, raden we je het boek 'Make: Electronics' van Charles Platt aan, en de bovenvermelde portaal Instructables (<https://www.instructables.com/> – en anglais).

Als interessant onderzoeksvoorbeeld geven we je een tutorial in elektronica, over hoe je zelf een Arduino/ESP-aangedreven omgevingsdatarecorder maakt.



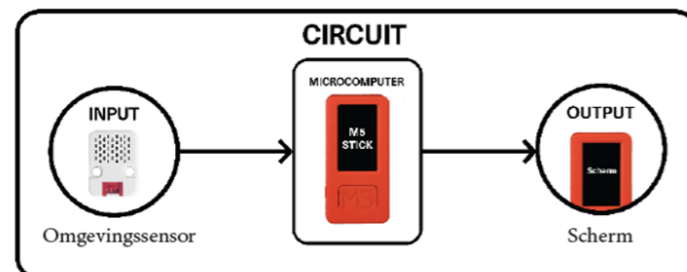
Arduino Uno-compatibele microcontroller stuurt ledlampjes aan



TUTORIAL: VISUALIZER VOOR OMGEVINGSDATA MET M5STICK

Hoe weten we in één oogopslag of onze kamerplanten het naar hun zin hebben? Enig idee? We maken het onszelf gemakkelijk door een circuit te programmeren met een omgevings-sensor en scherm. Op die manier communiceren we via een scherm met onze planten en komen we aan al hun behoeften tegemoet.

In deze tutorial laten we zien hoe je gegevens van een omgevings-sensor vastlegt en visualiseert op een microcomputer met de naam M5Stick Plus. We gebruiken ook een kabel om hem aan te sluiten op een computer die UI Flow gebruikt om onze M5Stick en de sensor te coderen. Hiervoor gebruiken we het volgende input/output-circuit:



Sluit je M5Stick of ander M5Stack-apparaat aan op je computer met een geschikte USB-kabel type C en volg de onderstaande instructies om hem aan te sluiten op je computer en het coderingsprogramma UI Flow: https://docs.m5stack.com/en/quick_start/m5stickc_plus/uiflow

! Controleer linksonder in het UI Flow-venster op je computer of de M5stick goed is aangesloten op de M5Stick!

COM: COM4 [Connected]

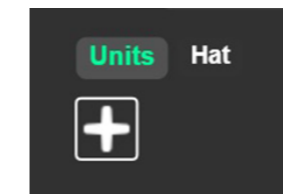
STAP 1: DE OMGEVINGSENSOR TOEVOEGEN

Eerst fysiek: :

- ⊕ Sluit je omgevings-sensor aan op de onderkant van de M5stick met een Grove-kabel. Deze sensor zal als input dienen voor ons project.

Daarna digitaal:

- ⊕ Voeg de sensor in ons programma toe door te klikken op Units (1) en daarna op het



- ⊕ Selecteer de omgevings-sensor in de lijst van sensoren (je vindt de juiste sensornaam op de achterkant van de sensor)
- ⊕ Klik op 'OK' om het toevoegen van de sensor te voltooien.

STAP 2: DE GEGEVENS VAN DE SENSOR VISUALISEREN

- ⊕ Voeg een label van de linkerkant toe door erop te klikken en het naar het virtuele scherm van de M5stick te slepen



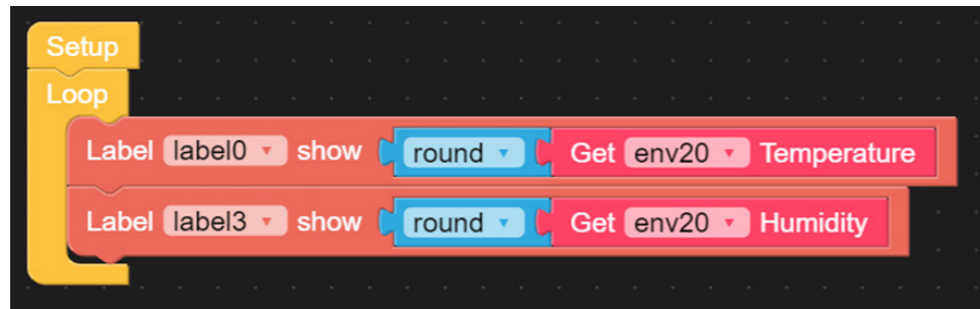
- ⊕ Je ziet aan de rechterkant een aantal opties verschijnen om je label te bewerken. (als dat niet zo is, klik op het label)
- ⊕ Je kunt het label verdubbelen door erop te dubbelklikken. Doe dit drie keer.
- ⊕ Maak een raster van vier labels, zoals te zien is op de afbeelding rechts:



- ⊕ Verander de tekst van de labels aan de rechterkant zodat er 'C (Temperature)' & '% (Humidity)' staat.
- ⊕ Je kunt codeblokken uit verschillende categorieën naar het lege veld aan de rechterkant slepen. Zoek de volgende codeblokken in de overeenkomstige categorieën: Event - Units - Math - UI > Label



- ⊕ Plaats het Loop-blok onder Setup
- ⊕ Plaats de rest van de blokken volgens de onderstaande structuur:



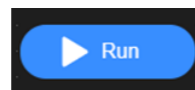
!Let op! Zorg ervoor dat de labelnamen in je codeblokken overeenkomen met je linkerlabels.

STAP 3: DE SENSOR TESTEN

- ⊕ Druk op de afspeelknop in de rechterbovenhoek (nieuwere versies van het programma hebben een Run-knop rechtsonder)



Oude versie



Nieuwe versie

- ⊕ Je kunt op je sensor blazen om te zien of de gegevens op het scherm van je M5Stick veranderen.

Hoe veranderen we onze M5Stick in een creatieve voorstelling van ons plantje? Met behulp van het scherm geven we ons plantje een gezicht zodat het zich kan uitdrukken. Codeer animaties aan de hand van de onderstaande stappen:

STAP 4: EEN GEZICHT TOEVOEGEN

- ⊕ Voeg nog twee labels toe en draai ze 90°
- ⊕ Plaats ze onder elkaar en vervang de tekst van het bovenste label door '(' en van het onderste label door ')'.
- ⊕ Verander ten slotte de tekeningrootte in 72.

Je zou iets moeten bekomen dat hierop lijkt:

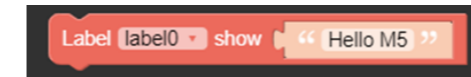


STAP 5: MEER CODEBLOKKEN TOEVOEGEN

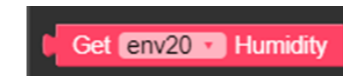
- ⊕ Zoek de volgende codeblokken in de overeenkomstige categorieën: Math - Logic



- ⊕ Verdubbel het volgende blok twee keer:



- ⊕ Verdubbel dit blok één keer:



- ⊕ Je hebt nu alle vereiste codeblokken. Herschik ze om het volgende resultaat te krijgen:



STAP 6: JE CODE UITVOEREN OP DE MACHINE

- ⊕ Test je code opnieuw door op de Afspeel-/Run-knop te drukken
- ⊕ Blaas op je sensor om te zien of je smiley op het scherm van de M5Stick verandert.

Proficiat, je hebt nu met succes een omgevingsensor gecodeerd!

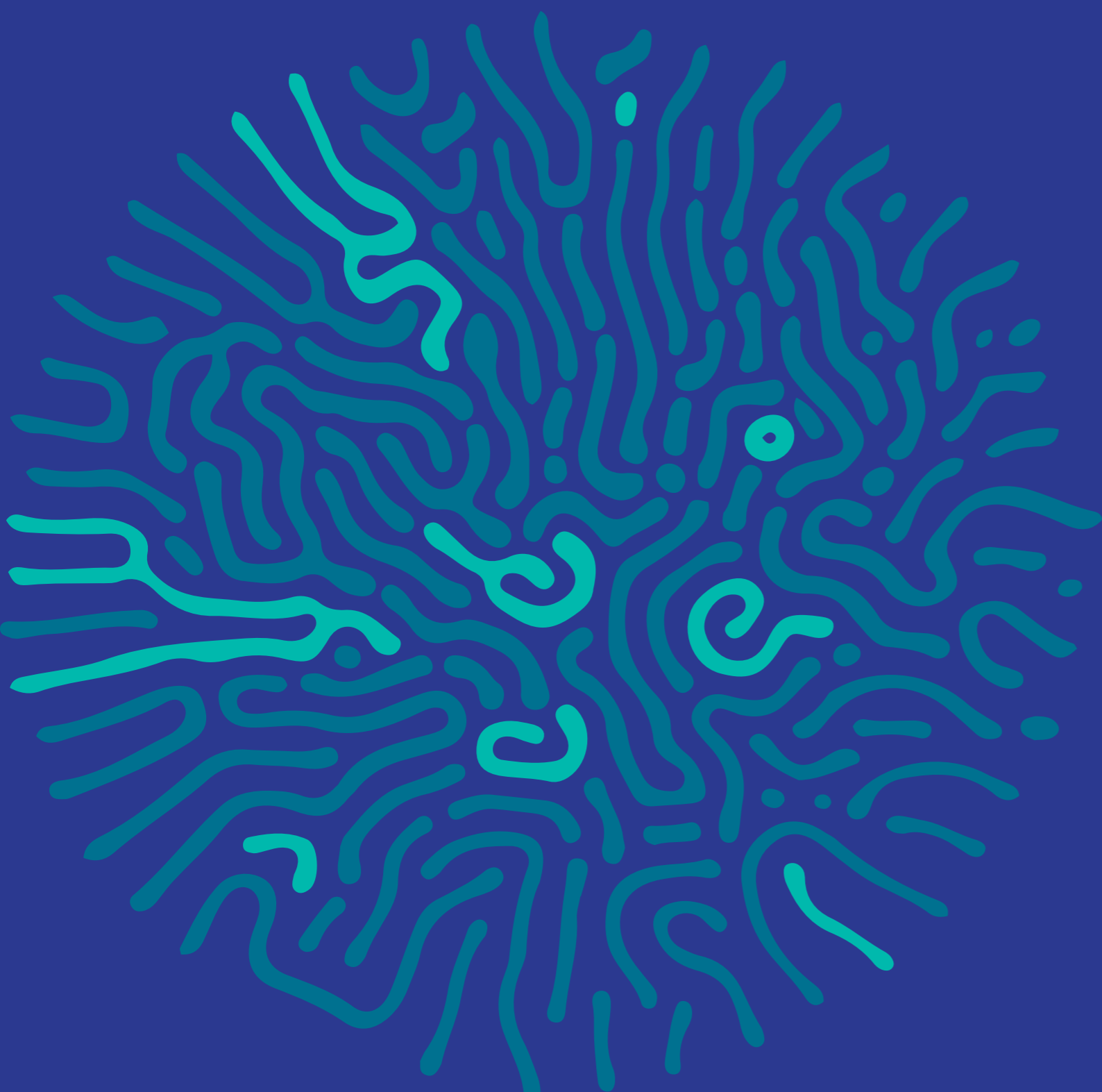
Kijk of je meer elementen aan je code kunt toevoegen, zoals:

Probeer de gegevens van de sensor op te slaan

Maak een IoT-applicatie (Internet of Things) die de gegevens online weergeeft, zodat je de toestand van je plantje overal kunt controleren..

Je kunt veel documentatie en codevoorbeelden vinden voor de verschillende sensoren die beschikbaar zijn op de M5-website. (https://docs.m5stack.com/en/uiflow/uiflow_home_page).

Exploreer



Open omgeving, natuurlijke systemen & cybernetische benadering

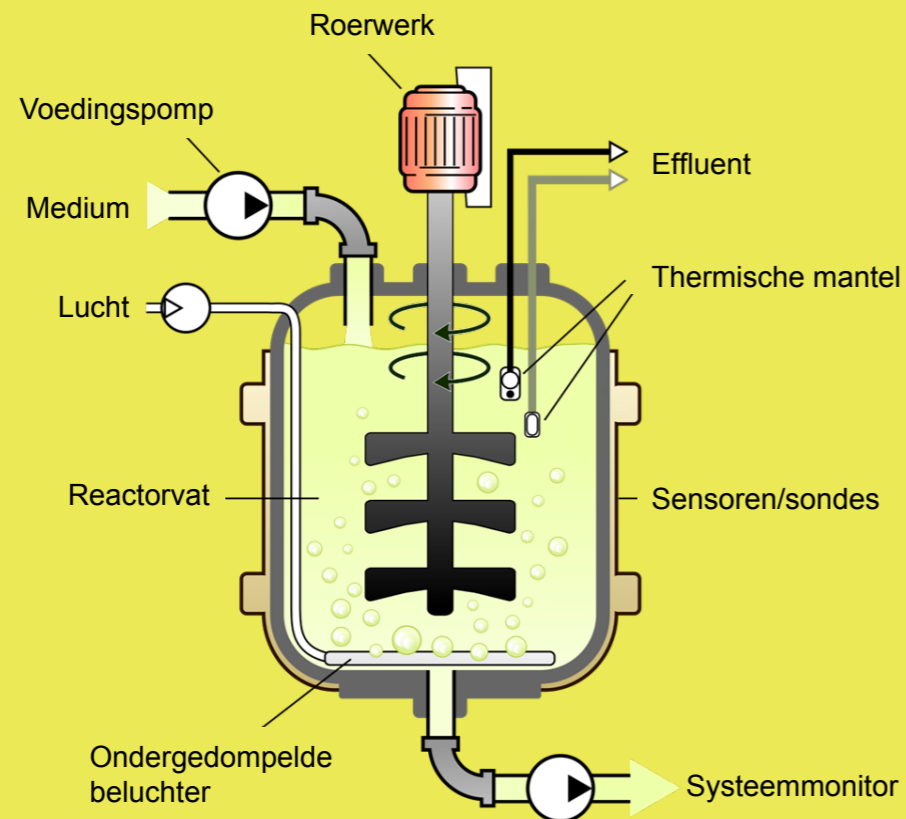
Het grootste deel van de wereld rond en in ons kan worden gezien als een open systeem (bijv. het menselijk lichaam, een specifiek orgaan, een enkele cel, een boom, bos, meer, zee of de planeet zelf). In de wereld van open systemen is er een voortdurende wisselwerking tussen objecten en hun omgeving, waarbij ze energie, materialen en informatie uitwisselen. Bij levende systemen bevordert deze dynamische uitwisseling vaak aanpassing en evolutie, omdat systemen reageren op externe prikkels om hun stabiliteit en functionaliteit te behouden. Of het nu gaat om het ingewikkelde web van ecosystemen die voedingsstoffen en energiestromen in evenwicht houden of het complexe netwerk van sociale interacties

die menselijke samenlevingen vormgeven, open systemen benadrukken de onderlinge verbondenheid van alle dingen..

Gesloten systemen daarentegen (zoals geconstrueerde gesloten omgevingen) bieden een gecontroleerde omgeving waar interne processen zich ontvouwen zonder inmenging van buitenaf. Deze gecontroleerde setting maakt nauwkeurige experimenten en analyses mogelijk, waardoor wetenschappers variabelen kunnen isoleren en fundamentele principes grondig kunnen bestuderen. Alle gesloten systemen, van chemische reacties in een luchtdichte kamer tot de werking van een gesloten feedbacksysteem in technologie, bieden waardevolle inzichten in de onderliggende mechanismen van complexe verschijnselen.



Een menselijk lichaam, een boom en planeet Aarde



Schema d'un bioréacteur
courant (by Yassine Mrabet
CC BY-SA 3.0 2009)

Een geavanceerd voorbeeld van een gesloten systeem is de Large Hadron Collider (LHC), die door CERN is gebouwd voor onderzoek naar subatomaire deeltjes. Een ander voorbeeld is een bioreactor, een essentieel instrument in de biotechnologie. Het is een vat met nauwkeurig gecontroleerde omgevingsfactoren (temperatuur, pH, gasconcentraties, enz.), dat wordt gebruikt voor in-vitro kweek van afzonderlijke cellen en weefsels bij wetenschappelijk onderzoek en de productie van biologische verbindingen, levende cellen en derivaten.

Cybernetica is de wetenschap van communicatie en regeling in systemen. Ze overbrugt de kloof tussen open en gesloten systemen. Ze onderzoekt hoe feedbacklusen en reguleringsmechanismen systemen in staat stellen om hun stabiliteit te behouden en doelen te bereiken in zowel natuurlijke als kunstmatige contexten. Van de regeling van de lichaamstemperatuur in levende organismen tot het ontwerp van autonome robots, cybernetica biedt een kader voor het begrijpen van de homeostase-, communi-

catie- en controleprocessen die ten grondslag liggen aan het functioneren van complexe systemen.

Door de wisselwerking tussen objecten en hun omgeving, en de principes van cybernetica te bestuderen, krijgen wetenschappers een beter inzicht in de fundamentele dynamica die de wereld om ons heen beheerst. Deze interdisciplinaire benadering werpt niet alleen licht op de fijne kneepjes van natuurlijke systemen. Ze levert ook informatie op voor het ontwerp van efficiëntere technologieën en de ontwikkeling van strategieën om duurzaam te leven in een onderling verbonden wereld.

3.2 Doe-het-zelf-case study - verkenning van een open omgeving naar keuze

Hi er nodigen we je uit op een kleine uitstap naar een open systeem naar keuze, om zijn ingewikkelde onderlinge verbindingen met de omgeving te verkennen en te bestuderen..

potentieel object. Houd rekening met factoren zoals de nabijheid van je locatie, het gemak van observatie en gegevensverzameling, de beschikbaarheid van hulpmiddelen en apparatuur en eventuele wettelijke of logistieke beperkingen.

BEPAAAL RELEVANTIE EN IMPACT

Denk na over de relevantie en mogelijke impact van het bestuderen van elk object. Kies een object dat niet alleen aansluit bij je interesses, maar ook bijdraagt aan bredere wetenschappelijke kennis, natuurbehoud of persoonlijke groei. De keuze voor een object met ecologische betekenis of educatieve waarde kan de relevantie en impact van je studie vergroten.

VELDVERKENNING

Voer veldverkenningen uit naar potentiële onderzoekslocaties om hun geschiktheid uit de eerste hand te beoordelen. Observeer de staat van het object, de omgeving, de toegankelijkheid en eventuele uitdagingen of mogelijkheden voor onderzoek. Maak aantekeningen, foto's en voorlopige gegevens om je besluitvormingsproces te ondersteunen.

SELECTEER HET OBJECT VAN JE KEUZE

Maak op basis van je onderzoek, beoordeling en veldverkenning een weloverwogen beslissing over welk object je gaat bestuderen. Kies een object dat je boeit en inspireert, dat aansluit bij je interesses en doelen en dat praktische mogelijkheden biedt voor observatie, gegevensverzameling en analyse.

Kies een object in een open omgeving dat je intrigeert. Het kan een planten- of diersoort zijn, een geologische formatie, een watermassa of elk ander element van het ecosysteem.

3.2.1 STUDIEOBJECT

GA NA WAT JE INTERESSES ZIJN

Denk na over je interesses, passies, en je doelen voor de studie. Ben je geïntrigeerd door plantenbiologie, gefascineerd door waterecosystemen of geïnteresseerd in tuinbouw? Door je interesses te bepalen, zal je gemakkelijker een studieobject kunnen kiezen dat aansluit bij je nieuwsgierigheid en doelstellingen..

ONDERZOEK POTENTIËLE OBJECTEN

Doe vooronderzoek naar verschillende objecten die je overweegt te bestuderen. Leer over hun kenmerken, ecologische rollen, habitats en hun betekenis in de bredere omgeving. Onderzoek de diversiteit aan beschikbare opties, variërend van individuele organismen zoals bomen en planten, tot hele ecosystemen zoals tuinen, vijvers of bossen.

BEOORDEEL TOEGANKELIJKHEID EN HAALBAARHEID

Evalueer de toegankelijkheid en haalbaarheid van het bestuderen van elk



Een struik en een meer

GEEF HET EEN NAAM

Dit lijkt misschien gek, maar door het een naam te geven, is de kans groter dat je er een nauwere band mee krijgt en meer gemotiveerd bent om het te onderzoeken. Dus we moedigen je aan om dit te doen.

PLAN JE ONDERZOEKSAANPAK

Ontwikkel een onderzoeksplan waarin je je onderzoeksdoelen, methodologieën, tijdlijnen en benodigde hulpmiddelen samenvat. Denk na over de specifieke onderzoeksvragen die je wilt beantwoorden, de methoden die je zult gebruiken voor het verzamelen en analyseren van gegevens en eventuele vergunningen of toestemmingen die nodig zijn voor je onderzoek op de gekozen locatie.

ONDERZOEK - BEGIN JE STUDIE

Zodra je het object van je keuze hebt geselecteerd en je onderzoeksplan hebt gepland, kun je vol overgave aan je onderzoek beginnen. Voer je onderzoeksplan uit, verzamel gegevens, analyseer bevindingen en trek conclusies die bijdragen aan je begrip van het object en zijn bredere ecologische context. Zorg ervoor dat je je onderzoekslogboek/-dagboek gebruikt - een notitieboek waarin je alle meetbare gegevens, notities, ideeën en gedachten kunt opschrijven.

Doe uitgebreid onderzoek naar je gekozen object. Verzamel bijkomende informatie uit gerenommeerde bronnen, zoals wetenschappelijke tijdschriften, handboeken en academische publicaties. Leer over de kenmerken van het object, de habitat, de ecologische rol, interacties met andere organismen, omgevingsfactoren die van invloed zijn op de overleving en lopend onderzoek of natuurbehoud met betrekking tot je object. Breng je bevindingen in kaart in een notitieboekje.

VELDWAARNEMING

Bezoek de locatie waar je object zich in zijn natuurlijke omgeving bevindt. Besteed tijd aan het observeren en documenteren van zijn gedrag, fysieke kenmerken en interacties met zijn omgeving. Maak gedetailleerde aantekeningen, foto's en video's om je waarnemingen nauwkeurig vast te leggen.

GEGEVENSVERZAMELING

Verzamel kwantitatieve en kwalitatieve gegevens die relevant zijn voor je casestudy. Dat kunnen metingen van omgevingsvariabelen zoals temperatuur, luchtvochtigheid en pH-waarden zijn, maar ook gedrag-

sobservaties, populatietellingen en habitatbeoordelingen. Gebruik de hulpmiddelen die je ter beschikking hebt.

ANALYSE

Analyseer je verzamelde gegevens om patronen, trends en correlaties te ontdekken. Denk na over hoe omgevingsfactoren een invloed hebben op het gedrag, de verspreiding en de overleving van het object. Gebruik wetenschappelijke principes en analytische hulpmiddelen om je bevindingen te interpreteren, en trek zinvolle conclusies..

DOCUMENTATIE

Verzamel je aantekeningen, observaties, gegevens en analyse in een 2 à 3 pagina's tellend verslag van je casestudy. Orden je bevindingen op een logische manier, inclusief een inleiding, achtergrondinformatie, methoden, resultaten, bespreking en conclusie. Gebruik duidelijke en beknopte taal, ondersteund door visuele hulpmiddelen zoals grafieken, diagrammen en kaarten, om je bevindingen doeltreffend te presenteren.

BEOORDELING DOOR EEN VAKGENOOT (PEERREVIEW)

Vraag feedback van vakgenoten - toon hen je casestudy en vraag om hun feedback. Constructieve kritiek is een geweldig hulpmiddel om te leren. Werk hun suggesties om de duideli-

jkheid, nauwkeurigheid en striktheid van je analyse van deze en toekomstige casestudy's te verbeteren.

Door deze stappen te volgen, kun je een uitgebreide casestudy maken over een object naar keuze in een open omgeving, kun je je begrip van de ecologische betekenis van dit studieobject uitbreiden en op die manier bijdragen aan wetenschappelijke kennis en natuurbehoud.

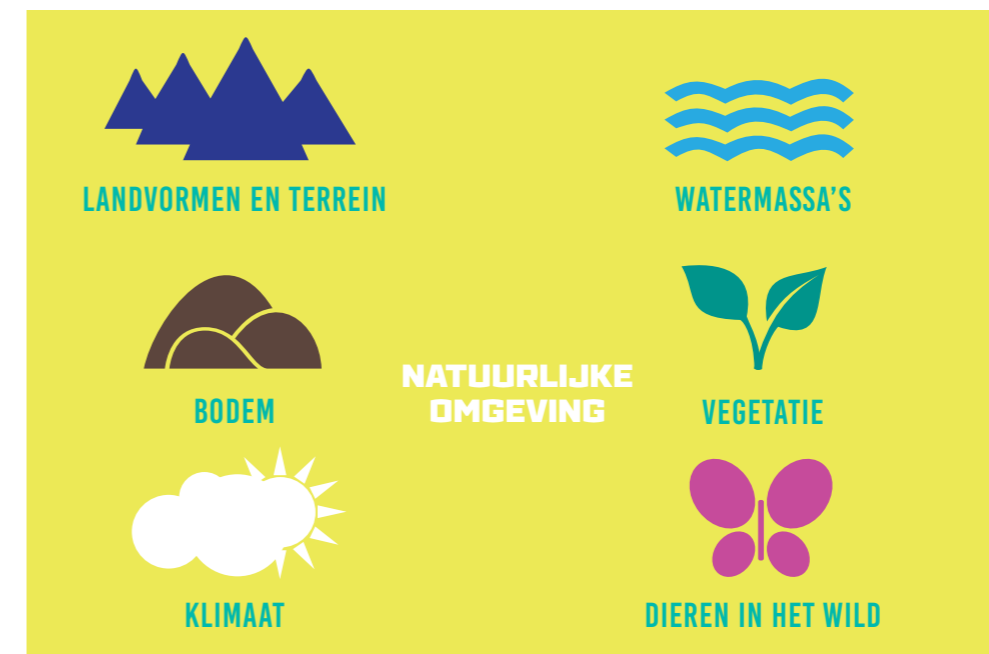
3.2.2 OMGEVING

3.2.2.1 INLEIDING

De natuurlijke omgeving bestaat uit de levende en niet-levende elementen van onze planeet, zoals het land, het water en alle levende wezens. Ze omvat alles, van de hoogste bergen tot de diepste oceanen, van de kleinste micro-organismen tot de machtigste roofdieren. Deze omgeving wijzigt voortdurend en zit vol leven. Het is geen stilstaand beeld, maar meer een levendige, bewegende scène die veel verschillende vormen van leven in stand houdt.

ELEMENTEN VAN DE NATUURLIJKE OMGEVING:

De natuurlijke omgeving is niet louter een verzameling van losse elementen. De belangrijkste onderdelen ervan interageren met elkaar en geven vorm aan het soort ecosys-



team dat zich ontwikkelt en dat het leven van zijn bewoners beïnvloedt. Het is als een goed gecoördineerd team, waar elk element een cruciale rol speelt in de ondersteuning van het leven. Planten geven bijvoorbeeld zuurstof af via fotosynthese, waardoor ze in de levensbehoeften van dieren voorzien, terwijl dieren koolstofdioxide produceren, dat essentieel is voor de groei van planten. Deze onderlinge afhankelijkheid strekt zich uit over alle niveaus van het ecosysteem s'étend à tous les niveaux de l'écosystème.

VARIABLEN VOOR METING EN STUDIE

Om de natuurlijke omgeving te begrijpen, vertrouwen we op verschillende variabelen. Dit zijn specifieke aspecten of kenmerken die kunnen worden gemeten en bestudeerd. Deze variabelen helpen ons erachter komen hoe verschillende elementen van de omgeving met elkaar verbonden zijn. Hier zijn enkele belangrijke variabelen:

A. TEMPERATUUR

Meet de warmte of kou van de lucht, het water of de bodem. Ze beïnvloedt het gedrag en de verspreiding van levende organismen.

B. LUCHTVOCHTIGHEID

Geeft de hoeveelheid vocht in de lucht weer. Ze beïnvloedt plantengroei, gedrag van dieren en weerpatronen.

C. NEERSLAG

Omvat regenval, sneeuwval en andere vormen van water dat uit de lucht valt. Hij is cruciaal voor de watercyclus en het in stand houden van ecosystemen.

D. WINDSNELHEID EN WINDRICHTING

Beschrijft de luchtbeweging. Ze hebben invloed op het klimaat, de bestuiving van planten en de verspreiding van zaden.

E. LICHT

Dit geeft ons informatie over hoeveel zonlicht een gebied bereikt. Het is essentieel voor planten om te groeien en voor dieren om hun weg te vinden. De verschillende planten en dieren hebben andere lichthoeveelheden nodig.

F. BODEMSAMENSTELLING

De samenstelling en kwaliteit van de bodem zijn van cruciaal belang voor plantengroei en de bodem is een habitat voor veel organismen.

G. PH-WAARDE

Meet de zuurtegraad of basiciteit van water of grond. Hij heeft een impact op de planten- en diersoorten die in een bepaalde omgeving kunnen gedijen.

H. VERVUILINGSNIVEAUS

Kwantificeert de aanwezigheid van schadelijke stoffen in lucht, water of bodem. De monitoring van vervuiling helpt de gezondheid van ecosystemen en menselijke populaties te beschermen.

I. BIODIVERSITEIT

Verwijst naar de verscheidenheid en overvloed van levende organismen in een bepaald gebied. Ze is een indicatie van de gezondheid en veerkracht van een ecosysteem.

J. VEGETATIEBEDEKKING

Beschrijft de plantensoorten en hun dichtheid in een gebied. Ze is van cruciaal belang om habitatkwaliteit en ecosystemendiensten te begrijpen.

Door deze variabelen te meten en te bestuderen krijgen we waardevolle inzichten in de complexe interacties die de natuurlijke omgeving vormgeven. Dat helpt ons slimme en weloverwogen keuzes maken rond zorg dragen voor onze planeet en haar hulpbronnen gebruiken op een manier die ecosystemen voor lange tijd gezond houdt.

3.2.2.2 VRAGENLIJST VOOR BEGELEIDE OBSERVATIESTUDIE BIJ EXPLORATIE IN SITU

Alle variabelen beïnvloeden elkaar en creëren de omgeving. Bestudeer de patronen van onderlinge afhankelijkheid onder de variabelen. (Afhankelijk van je gekozen observatieobject zul je misschien niet alle variabelen kunnen meten)

Elke variabele kan worden gemeten met het doe-het-zelf-gereedschap dat wordt opgelijst in 2.3 Basisuitrusting (bijv. temp. & luchtvochtigheid door Arduino/ESP uitgerust met een DHT11-sensor. Hetzelfde geldt voor alle waarnemingen en experimenten.)

1. Meet de variabelen doorheen de dag!

Variabele	8:00	12:00	16:00	20:00
Temperatuur				
Luchtvochtigheid				
Neerslag				
Windsnelheid en -richting				
Licht				
pH				

2. Maak grafieken van je verzamelde gegevens, met op de x-as het tijdstip van gegevensverzameling en op de y-as de gegevens. Probeer meer dan één variabele in dezelfde grafiek te plaatsen, zodat het gemakkelijker is om de onderlinge afhankelijkheid van de variabelen te visualiseren (bijv. temperatuur en luchtvochtigheid).

3. Wat is de relatie tussen deze variabelen? Heb je gewoonten in hun gedrag opgemerkt?

4. Zoek een bloem (madeliefje, paardenbloem, enz.). Let op de relatie tussen de hoeveelheid zonlicht en of de bloem open of dicht is. Waarom zou de bloem open- en dichtgaan afhankelijk van de hoeveelheid beschikbaar zonlicht?

Alle variabelen beïnvloeden elkaar en creëren een omgeving.

3.2.2.3 EXPERIMENT: EXPERIMENTEN OP BODEMSAMENSTELLING IN DOE-HET- ZELF-LABORATORIUM

De bodem wordt vaak over het hoofd gezien, maar is cruciaal voor het leven op aarde. Hij is een dynamisch en complex mengsel van minerale deeltjes, organisch materiaal, water en lucht. De bodem dient als basis voor terrestrische ecosystemen, waarbij hij de plantengroei ondersteunt en een habitat is voor een groot aantal organismen. Hij speelt ook een cruciale rol in de voedselkringloop, waterfiltratie en koolstofopslag. De eigenschappen ervan variëren sterk naargelang de regio en het klimaat, en beïnvloeden de landbouwproductiviteit, het landgebruik en zelfs culturele praktijken. De gezondheid en het behoud van de bodem zijn van het grootste belang voor duurzame landbouw, biodiversiteit en het beperken van de gevolgen van klimaatverandering, waardoor deze natuurlijke hulpbron kostbaar en vaak ondergewaardeerd is.

Een van de belangrijkste kenmerken van de bodem is zijn textuur. Bodemtextuur verwijst naar de relatieve verhoudingen van zand-, slib- en kleideeltjes in een bodemonster. Deze deeltjes bepalen de fysische eigenschappen van de bodem, waaronder het vermogen om water en voedingsstoffen vast te houden, de beluchting en de bruikbaarheid voor plantenwortels. Zandgrond heeft grotere, grovere deeltjes, waardoor hij goed draineert, maar vaak ook frequent geïrrigeerd en bemest moet worden. Slibgrond heeft deeltjes van gemiddelde grootte, waardoor hij beter water vasthoudt en vruchtbaarder is. Kleigrond, met de kleinste deeltjes, houdt water uitzonderlijk goed vast, maar hij kan samengepakt en slecht belucht raken. Inzicht in bodemtextuur is cruciaal voor succesvolle landbouw en tuinieren, omdat het gevol-

gen heeft voor de plantenkeuze en de behoefte aan bodemverbetering om de groeiomstandigheden te optimaliseren.

De pH-waarde van de bodem is ook een zeer belangrijke eigenschap. De pH beïnvloedt in grote mate de beschikbaarheid van voedingsstoffen voor planten. Zure bodems kunnen bijvoorbeeld beperkte toegang hebben tot essentiële voedingsstoffen zoals calcium en magnesium, terwijl alkalische bodems ijzer en andere microvoedingsstoffen kunnen vasthouden. Daarom is begrip en beheer van de bodem-pH van fundamenteel belang om de gezondheid van gewassen en planten te optimaliseren, omdat de pH-waarde een directe impact heeft op hun vermogen om essentiële voedingsstoffen uit de bodem te halen. Bodems met een pH onder 7 worden als zuur beschouwd, terwijl die met een pH boven 7 alkalisch zijn.

De laatste component van de bodem is biologisch van aard. De bodem is een bruisend ecosysteem dat vol organismen zit, van microscopisch kleine bacteriën en schimmels tot grotere wezens zoals regenwormen en insecten. Deze bodemorganismen spelen een essentiële rol in de voedselkringloop, het afbraakproces en de algehele gezondheid van de bodem. Ze breken organisch materiaal af, waardoor voedingsstoffen vrijkomen voor planten, ze verbeteren de bodemstructuur en helpen ongedierte bestrijden, waardoor ze onmisbaar zijn voor de productiviteit en duurzaamheid van terrestrische ecosystemen.



Bodemmonsters.

In dit experiment zullen we de belangrijkste kenmerken van de bodem determineren aan de hand van drie kleinere experimenten: de bodemsoort en -samenstelling bepalen, de bodem-pH testen, en een microscopische waarneming. *une observation microscopique.*

BENODIGDE MATERIALEN

- ⊕ Bodemonsters
- ⊕ Water
- ⊕ Een glazen pot of maatbeker
- ⊕ Koolsap
- ⊕ Druppelaar
- ⊕ Microscoop
- ⊕ Linaal

DEEL 1: BODEMTYPE EN -SAMENSTELLING BEPALEN

STAP 1: MAAK EEN BODEM/WATEROPLOSSING:

Meng een bodemonster met water in een pot en schud goed om een suspensie te krijgen. Breng het mengsel over in een maatbeker als je die hebt. Anders kun je een doe-het-zelf alternatief gebruiken - een dunnere pot of een cilindervormig glas als houder en een linaal om te meten.

STAP 2: LAAT HET BEZINKEN

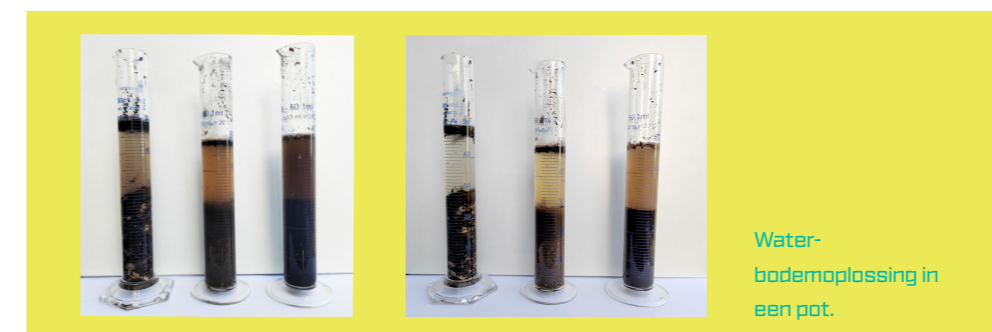
Laat het mengsel een tijdje staan (ongeveer 48 uur of totdat het water opnieuw helemaal transparant is). Na verloop van tijd zullen de verschillende deeltjes van de bodem in lagen bezinken. De eerste bezonken laag zal zand zijn en de volgende slib. De derde, de kleilaag, zal de meeste tijd nodig hebben om te bezinken.

STAP 3: OBSERVEER DE SCHEIDING VAN MINERALEN EN ORGANISCHE STOFFEN

Merk op dat de bezonken lagen voornamelijk bestaan uit minerale elementen, terwijl het organisch materiaal de neiging heeft om er bovenop te drijven of in het water te blijven zweven.

STAP 4: MEET EN BEREKEN

Gebruik een linaal om het volume van elke laag in de pot te meten. Als je een maatbeker gebruikt, kun je aan de hand van de markeringen erop precies het volume van elke laag (zand, slib, klei) afmeten. Noteer deze volumes.



Water-
bodemplossing in
een pot.

STAP 5: BEREKEN PERCENTAGES

Bereken met behulp van de genoteerde volumes het percentage van elke grondsoort in het mengsel.

$$\left(\frac{\text{VOLUME VAN DE COMPONENTENLAAG}}{\text{TOTALE VOLUME}} \right) \times 100 = \text{GIETCENT SAMENGESTELDE SOL (\%)}$$

STAP 6: GEBRUIK DE BODEMSAMENSTELLINGSDRIEHOEK

Raadpleeg een bodemsamenstellingsdriehoek om het bodemtype te bepalen op basis van de percentages zand, slib en klei.

3.2.2.4 EXPERIMENT: WATERANALYSE IN DOE-HET-ZELF-LABORATORIUM

BENODIGDE MATERIALEN:

- ⊕ Watermonsters
- ⊕ Kleine schaaltes of bakjes
- ⊕ Druppelaar of pipet
- ⊕ Microscoop
- ⊕ Microscoopglasjes en dekglasjes
- ⊕ Optioneel: pH-teststrips voor water

DEEL 1: DE PH-WAARDE TESTEN MET KOOLSAP

STAP 1: VERZAMEL WATERMONSTERS

Je test best verschillende watermonsters tegelijk. Vergelijk bijvoorbeeld monsters natuurlijk water (van een meer, zee, vijver, vogelvoederstation, enz.) met kraanwater.

Verzamel watermonsters van verschillende bronnen in aparte houders en markeer ze om te voorkomen dat ze door elkaar gehaald worden.

STAP 2: GEBRUIK KOOLSAPINDICATOR

Voeg met een druppelaar of pipet een paar druppels koolsapindicator toe aan elk watermonster. Let op kleurverandering. Roze tot rood duidt op aciditeit, paars is neutraal, terwijl blauw, groen tot geel op basiciteit wijst. Ter vergelijking kun je ook pH-teststrips gebruiken (uit dierenwinkels voor het testen van aquariumwater) om de resultaten te controleren.

DEEL 2: MICROSCOPISCHE WAARNEMING VAN WATERMONSTER

STAP 1: PREPAREER EEN MICROSCOOPGLAASJE

Gebruik een druppelaar om een druppeltje water van het monster op een schoon microscoopglasje te plaatsen.

STAP 2: DEK AF EN OBSERVEER

Plaats voorzichtig een dekglasje over de waterdruppel en zorg ervoor dat er geen lucht-bellen zijn. Plaats het objectglasje voorzichtig op de microscoopafel en stel scherp op het watermonster. Gebruik de microscoop om de microscopische organismen in het watermonster te onderzoeken. Noteer hun vorm, bewegingen en alle waarneembare kenmerken.

STAP 3: NOTEER BEVINDINGEN

Maak schetsen of foto's om je observaties te documenteren.

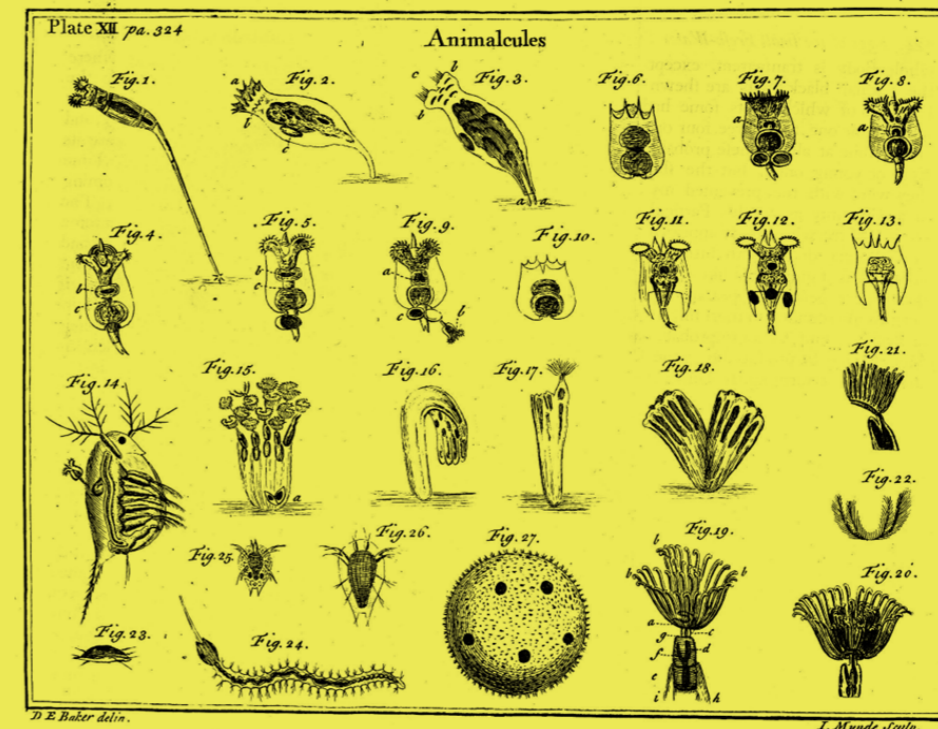
1. Wat zijn de pH-waarden in je monsters?
Welke invloed heeft dat op organismen die in water leven?
2. Probeer meerdere monsters te nemen van verschillende waterbronnen (vijver, rivier, zee, gootsteen, enz.) en bepaal hun pH. Is er een verschil in pH-waarde tussen de waterbronnen? Probeer vast te stellen wat die verschillen veroorzaakt.

3. Zijn er organismen die actief rondzwemmen?
Als dat zo is, schets ze en probeer ze te identificeren.

4. Zijn er sedimentaire organismen (die niet bewegen)?
Schets ze en probeer ze te identificeren.

5. Kun je bepalen wat een fotosynthetisch organisme is, en wat een heterotroof organisme is (eet andere organismen of organische deeltjes)?
Zijn alle fotosynthetische organismen in je monster sedimentair zoals planten, of bewegen sommige?
Zijn alle organismen die je ziet protozoa en algen, of zijn er nog andere soorten levende wezens?

6. Heb je een verschil opgemerkt tussen de verschillende waterbronnen wat betreft het aantal gevonden soorten en organismen in je monsters?



Microscopisch kleine diertjes door Henry Baker, 1754. (van Wellcome-beelden door Wellcome Trust, Britse liefdadigheidsorganisatie CC BY 4.0)

3.2.3 INTERACTIE

Ecologische interacties spelen een cruciale rol bij de ontwikkeling van ecosystemen en bij de instandhouding van het delicate evenwicht van leven op aarde. Deze interacties omvatten een breed scala aan relaties tussen organismen en hun omgeving. Dat resulteert in een complex web van afhankelijkheden, die het leven zoals wij dat kennen in stand houden. Er bestaan interacties binnen soorten en tussen soorten.

Interacties binnen soorten zijn interacties tussen individuen van dezelfde soort. Ze zijn van fundamenteel belang voor activiteiten als paring, samenwerking, competitie om hulpbronnen binnen een populatie en de ontwikkeling van sociale hiërarchieën. Al deze activiteiten beïnvloeden de populatiedynamiek en -gedragingen van een bepaalde soort in haar omgeving.

Interacties tussen soorten daarentegen verwijzen naar de relaties en interacties tussen verschillende soorten in een ecosysteem. Deze interacties kunnen verschillende vormen aannemen, zoals predatie, mutualisme, competitie of commensalisme. Ze spelen een vitale rol bij de structuur- en functievorming van ecosystemen.

Voor een goed begrip geven we een omschrijving van de belangrijkste soorten interacties:

⊕ **PREDATIE** is een fundamentele ecologische interactie waarbij een organisme, het roofdier, jacht maakt op een ander organisme, de prooi, om het te doden en op te eten voor zijn levensonderhoud. Deze interactie speelt een cruciale rol bij het reguleren van populaties, het stimuleren van evolutionaire aanpassingen en het handhaven van het ecologisch evenwicht binnen ecosystemen.

⊕ **PARASITISME** is een symbiotische relatie waarbij een organisme, de parasiet, zich voedt, leeft of andere hulpbronnen verwerft ten koste van een ander organisme, de gastheer. Er zijn verschillende soorten parasieten, van microscopische organismen zoals bacteriën tot grote organismen zoals teken en lintwormen. Deze interacties hebben vaak grote

gevolgen voor de gezondheid en het gedrag van zowel de parasiet als de gastheer.

⊕ **MUTUALISME** is een boeiende ecologische interactie, waarbij twee of meer soorten betrokken zijn in een wederzijds voordelige relatie die hun overlevings- en voortplantingskansen vergroot. Een voorbeeld hiervan is de bestuiving door dieren als bijen, kolibries en vleermuizen. Die voeden zich met nectar en bevorderen tegelijkertijd de vegetatieve voortplanting. Of de vitale rol van dieren bij de verspreiding van zaden, hetzij door opname en uitscheiding, hetzij doordat zaden aan hun vacht of veren kleven. Deze interacties illustreren de bijzondere wijze waarop organismen in de natuur samenwerken om gezamenlijke doelen te bereiken.

⊕ **COMMENSALISME** is een ecologische interactie waarbij de ene soort profiteert, terwijl de andere er geen schadelijke invloed van ondervindt. Een voorbeeld hiervan is de relatie tussen zuigvissen en haaien. De zuigvis hecht zich vast aan de haai om mee te liften. Op die manier krijgt hij bescherming en toegang tot voedingsstoffen zonder dat het de haai hoe dan ook schaadt of ten goede komt.

⊕ **COMPETITIE** om hulpbronnen is een andere belangrijke ecologische interactie. Wanneer twee of meer soorten wedijveren om dezelfde beperkte hulpbronnen, zoals voedsel, water of onderdak, voeren ze een overlevingsstrijd. Deze competitie kan leiden tot de evolutie van gespecialiseerde eigenschappen of gedragingen die soorten in staat stellen om naast elkaar te bestaan door lichtelijk verschillende niches binnen hetzelfde ecosysteem in te nemen. Competitie treedt ook op tussen individuen van dezelfde soort.

3.2.3.1. ALGEMENE OBSERVATIEVRAGENLIJST

Gebruik deze vragenlijst als hulpmiddel om je observaties van je gekozen object (zie hoofdstuk 3.2.1) te noteren.

Observeer je gekozen object op verschillende momenten van de dag / gedurende meerdere dagen / in verschillende seizoenen!

- Hoeveel zonlicht valt er op je geobserveerde object? Is er overal op je object evenveel zonlicht?**
- Observeer het plantenleven op en in je gekozen object! Waar groeien ze? Hebben ze een voorkeur voor zonnige of schaduwrijke plekken? Probeer ze te identificeren..**
- Observeer de verschillende dieren op en in je object! Wonen ze op of in het object of brengen ze er slechts een deel van hun tijd door? Wat doen ze daar (eten, onderdak vinden, enz.)? Probeer ze te identificeren.**
- Zijn er delen van het object die sommige organismen verkiezen en andere delen die ze actief vermijden? Welke en waarom?**
- Maak een lijst van alle levende wezens die je hebt opgemerkt tijdens het observeren!**
- Zijn er delen van de dag of het seizoen waarin sommige organismen actiever zijn en andere minder? Heeft het weer invloed op hen?**
- Noteer ook alle andere zaken die je misschien tijdens het observeren hebt opgemerkt.**

3.2.3.2. EXPERIMENT: ZELFGEMAAKTE HONINGVAL (VOOR INSECTEN)

Het dierenrijk telt ongelofelijk veel insecten, die bovendien heel divers zijn. Ze leveren een grote en essentiële bijdrage aan de ecologie. Insecten spelen namelijk een sleutelrol in uiteenlopende ecologische processen:

- ⊕ Op het gebied van bestuiving zijn insecten als bijen, vlinders en kevers essentieel voor de voortplanting van veel plantensoorten. Ze bevorderen zo de productie van fruit, groenten en noten, die niet alleen talrijke soorten in leven houden, maar ook essentiële voedselbronnen zijn voor de mens.
- ⊕ Bij het afbraakproces gelden insecten, zoals mieren, kevers en vliegen, als recyclers van de natuur omdat ze dood organisch materiaal afbreken. Hun inspanningen versnellen het afbraakproces, waardoor voedingsstoffen terugkeren in de bodem, die daardoor vruchtbaarder wordt.
- ⊕ Naast hun rol in de ontbinding zijn insecten ook zowel roofdieren als prooien in verschillende voedselketens. Ze helpen populaties planteneterende insecten en kleine geleedpotigen reguleren, en dragen zo bij aan het algemene evenwicht van ecosystemen.



Insectenval

- ⊕ Bovendien zijn insecten belangrijke indicatoren van milieugezondheid. Veranderingen in hun populaties of gedrag kunnen wijzen op milieuverstoringen en vervuiling. Ze helpen onderzoekers dus bij de beoordeling of ecosystemen gezond zijn.
- ⊕ Insecten zijn een belangrijke voedingsbron voor veel dieren, waaronder vogels, vleermuizen en amfibieën, waardoor ze een kritieke energiebron zijn voor hogere trofische niveaus in voedselketens.
- ⊕ Sommige insecten, zoals termieten en mieren, worden beschouwd als ecosystemeingenieurs vanwege hun bouw van complexe ondergrondse tunnels en heuvelstructuren. Deze structuren veranderen de bodemsamenstelling en waterstroming, wat een impact heeft op lokale habitats.
- ⊕ Bepaalde insecten, zoals mieren en kevers, dragen bij aan de verspreiding van zaden door ze naar nieuwe locaties te brengen. Ze bevorderen op die manier de plantendiversiteit en helpen planten om nieuwe gebieden te koloniseren.
- ⊕ Bovendien kunnen insecten de voedselkringloop beïnvloeden, vooral stikstof. Sommige soorten kunnen stikstof uit de lucht fixeren in vormen die planten kunnen gebruiken, waardoor ze bijdragen aan de vruchtbaarheid van de bodem.

Kortom, insecten spelen een fundamentele rol in verscheidene ecologische processen, zoals bestuiving, afbraak en de voedselkringloop. Hun veelzijdige bijdragen benadrukken hun betekenis voor de instandhouding van biodiversiteit en ecologisch evenwicht. Zowel de ecosystemen als het welzijn van de mens hebben dus belang bij hun behoud.

In dit experiment maken we een eenvoudige honingval, die ons helpt de insectensoorten in onze omgeving te observeren.

BENODIGDE MATERIALEN

- ⊕ Een plastic fles
- ⊕ Honing
- ⊕ Schaar
- ⊕ Touw of bindgaren
- ⊕ Optioneel: kleine stokjes of takjes

STAP 1: BEHANDEL DE FLES

Zorg er eerst voor dat de plastic fles schoon en droog is. Verwijder labels of residu.

STAP 2: DE VAL MAKEN

Knip met de schaar voorzichtig de fles horizontaal doormidden, zodat je twee afzonderlijke delen hebt. We gaan de bovenste helft gebruiken voor de val. Draai de bovenste helft van de fles ondersteboven, zodat het open uiteinde naar beneden wijst. Dit dient als trechter om de insecten in de val te leiden.

STAP 3: MAAK DE OPHANGLUS (OPTIONEEL)

Als je van plan bent om je val op te hangen, maak dan met de schaar twee kleine gaatjes dicht bij de bovenkant van de fles. Haal een stukje touw of garen door deze gaten en leg er een knoop in om een lus te maken zodat je de val kunt ophangen.

STAP 4: BRENG DE HONING AAN

Bedek de bodem van de omgedraaide flessenhelft met een royale laag honing. Dit dient als lokmiddel voor de insecten.

STAP 5: ASSEMBLAGE DU PIÈGE

Plaats de met honing bedekte bovenkant opnieuw op de onderste helft van de fles. Zorg ervoor dat de randen goed op elkaar aansluiten.

STAP 6: PERCHOIR OPTIONNEL (POUR LES ABEILLES)

Als je specifiek op bijen mikt, kun je kleine stokjes of takjes horizontaal door de fles steken. Ze dienen als zitstok, waarop de bijen kunnen landen.

STAP 7: HANG DE VAL OP (OPTIONEEL)

Als je een ophanglus hebt gemaakt, zoek dan een geschikte plek om je val op te hangen. Zorg ervoor dat ze in een gebied hangt waar je insectenactiviteit hebt opgemerkt.



Vogelvoeder

Hang je zelfgemaakt vogelvoederstation op een veilige en goed zichtbare plek, bij voorkeur bij een raam. Plaats het indien mogelijk ergens op je gekozen studieobject. Gebruik je vragenlijst om je waarnemingen te noteren.

1. Hoeveel verschillende vogelsoorten heb je gezien? Kun je de soorten identificeren?
2. Wat waren ze aan het doen? (Eten, vliegen, rusten, enz.)
3. Heb je interessant gedrag opgemerkt?
4. Waren er nog andere dieren in de buurt? (Eekhoorns, insecten, enz.) Zo ja, vermeld ze.
5. Maak twee verschillende voederstations klaar, één met grotere zaden en de andere met kleinere zaden. Wat zie je? Welke soort gaf de voorkeur aan de kleinere zaden en welke prefereerde de grotere zaden?

3.2.3.5. ZOEKTOCHT: MINDMAP VAN VOEDSELWEB

Gebruik alle gegevens en observaties uit dit hoofdstuk om een visuele weergave te maken van biologische interacties in de vorm van een mindmap.

Plaats de namen van de waargenomen soorten (planten, dieren, algen, protozoa, enz.) in de wolken.

Verbind daarna de soorten die interacties hebben vertoond met een lijn, waarbij je het type interactie (bijv. predatie, mutualisme, etc.) noteert boven of onder de lijn.

Met deze aanpak kunnen we de verschillende soorten interacties in het ecosysteem visueel begrijpen.

