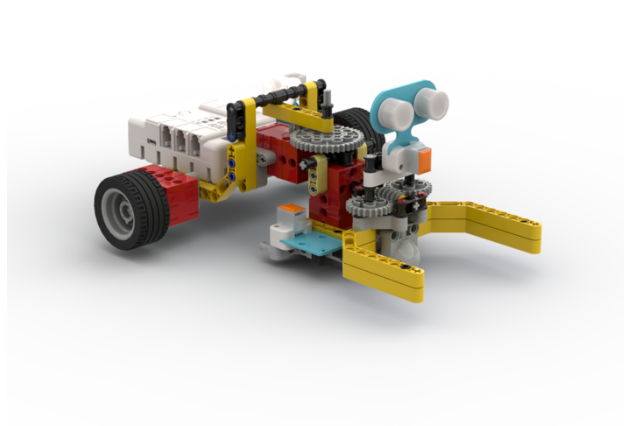
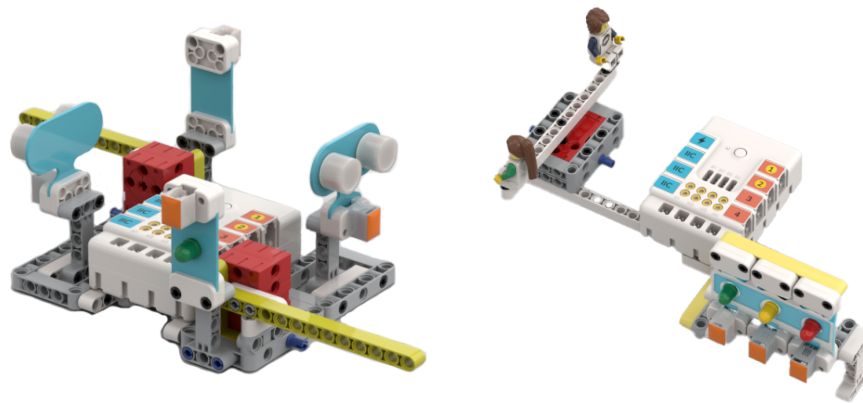




Algemene inleiding



Gerard Dummer en Jim Onverwagt

De lessenserie Wereld met DT is een duurzame leerlijn programmeren en techniek voor het basisonderwijs.

Programmeren voor iedereen met de hele klas

De kracht van WERELD MET DT ligt in de focus op inclusiviteit door middel van meerdere niveaus van differentiatie in iedere les.

- **Brede toegankelijkheid:** Dit is een klassikaal, leerkrachtgestuurd lesprogramma dat geschikt is voor de hele groep,
- **Differentiatie:** Elke les bevat drie tot vier niveaus van differentiatie. Hierdoor kan de reguliere groepsleerkracht (na training) met vertrouwen lesgeven en wordt elke leerling uitgedaagd op zijn of haar niveau.
- **Betekenisvolle Contexten:** De lessen zijn ingebed in betekenisvolle contexten zoals apparaten en situaties die kinderen direct herkennen, wat zorgt voor een hoog niveau van betrokkenheid.

Vier delen, 32 lessen, een complete leerlijn

WERELD MET DT is meer dan alleen programmeren; het is een complete leerlijn die de basis legt voor techniek en digitale geletterdheid, ontwikkeld op basis van de definitieve concept kerndoelen.

Deel	Basis	Kerninhoud
Deel A	De parkeergarage	Alle fundamentele programmeerconcepten: invoer, uitvoer, verwerking, condities, variabelen, etc., met als praktisch voorbeeld een programmeerbare parkeergarage.
Deel B	Apparaten om je heen	Programmeren in de praktijk, met voorbeelden uit het dagelijks leven zoals een wasmachine, deuralarm, draaimolen en lift.
Deel C	Metten en natuur	Integratie van techniek en natuur: kinderen leren meten (fotosynthese, lucht, temperatuur, geluid, vocht) en bouwen een functioneel alarm.
Deel D	Mars Rover: De Ruimte in	De ultieme uitdaging: werken met radiogolven, de ruimte, en het op afstand programmeren en besturen van een marsrover.

Duurzaam, kostenbesparend en evidence-informed

- **Minimale materialen:** Ontwikkeld met het oog op kostenbesparing en duurzaamheid. Er is slechts een minimale hoeveelheid materialen per groep nodig om de lessen succesvol uit te voeren.
- **Kosteloos leermateriaal:** De lessen en handleidingen zijn kosteloos toegankelijk via Wikiwijs als Open Leermateriaal.
- **Onderbouwd succes:** De aanpak is evidence-informed en de lessen worden breed en positief ontvangen door leerkrachten, leerlingen, directeuren, bestuurders en ouders.

Sluit aan bij de nieuwe kerndoelen

De leerlijn Wereld met DT sluit aan bij de nieuwe kerndoelen van digitale geletterdheid en mens en natuur.

Kerndoelen digitale geletterdheid

Met het doorlopen van deze lessen werken leerlingen aan hun praktische vaardigheden (kerndoel 22A) en verdiepen zich vooral in het onderdeel programmeren (kerndoel 23B).

23B De leerling programmeert een computerprogramma met behulp van computationele denkstrategieën.

Het gaat hierbij om:

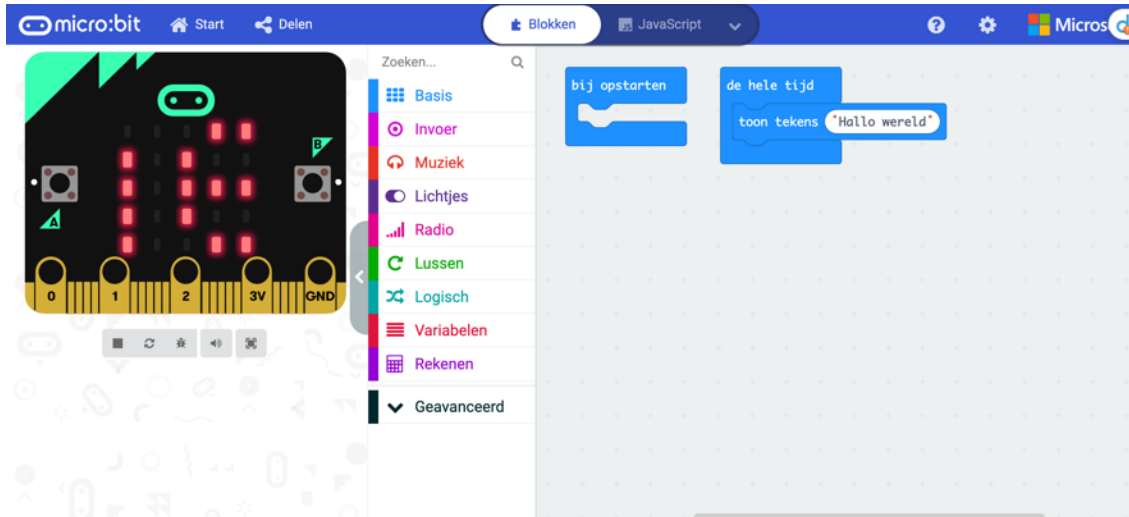
- experimenteren met code;
- beschrijven van de taak en het doel van een computerprogramma;
- ontwerpen en schematisch weergeven van het algoritme behorende bij een taak;
- gebruikmaken van programmeerconcepten: invoer en uitvoer, variabelen, operatoren, herhaling en controlestructuren;
- testen en bijstellen van een eigen computerprogramma of een computerprogramma van anderen.

Kerndoelen mens en natuur

Met het doorlopen van deze lessen maken leerlingen kennis met kerndoel Technische systemen. In 2016 formuleerde CITO kerninzichten voor technische systemen: 1) dat geautomatiseerde systemen machines of apparaten zijn die zelfstandig taken kunnen uitvoeren, zonder tussenkomst van de mens; 2) dat een geautomatiseerd systeem altijd bestaat uit de onderdelen: invoer, verwerking en uitvoer; 3) dat de invoer van gegevens vaak via sensoren gaat; 4) is dat een geautomatiseerd systeem een meetsysteem, een stuursysteem of een regelsysteem kan zijn.

Microbit en Makecode

Leerlingen leren programmeren in de programmeeromgeving Makecode. Hiermee kunnen ze de Microbit programmeren die het hart vormt van de slimme apparaten. Makecode is een blokgebaseerde programmeertaal van de Microbit.



Schermafdruck van de programmeeromgeving. Links de virtuele microbit. Rechts de programmeerblokken.

Elecfreaks

De microbit wordt gecombineerd met de hardware van Elecfreaks. De materialen van Elecfreaks zijn robuust en helemaal afgestemd om het gebruik in het basisonderwijs.

Didactische achtergronden

Deze lessenserie maakt gebruik van een didactische aanpak waarmee leerlingen geleidelijk aan steeds meer inbreng krijgen in de programmeeropdracht die ze krijgen voorgelegd. Hiermee sluiten deze lessenserie aan bij het uitgangspunt dat leerlingen het meeste leren als ze een duidelijke instructie krijgen waarbij ruimte is voor geleide ontdekkingen in plaats van alleen maar ontdekken en klooien. Een didactische aanpak die aansluit bij dit uitgangspunt is het Use, Modify and Create model waarin leerlingen in eerste instantie een bestaande programmacode gebruiken, deze bestaande code analyseren (Use) en aanpassen (Modify). En op basis van de opgedane kennis deze toepassen in een nieuw vergelijkbaar probleem (Create). Gedurende de lessenserie worden leerlingen uitgedaagd om steeds zelfstandiger de programmeerproblemen op te lossen.

Unplugged

Een aanvullende manier om een programmeerles op te bouwen is door programmeerconcepten eerst op een unplugged manier aan te bieden. Unplugged betekent dat er wordt geprogrammeerd zonder de computer zelf te gebruiken maar met allerlei concrete materialen. Het maakt de programmeerconcepten toegankelijk voor een publiek dat nog geen of weinig ervaring heeft met programmeren en kan laagdrempelig worden uitgevoerd. De unplugged activiteit moet daarbij wel gelinkt worden aan de inhoud van de les en niet als geïsoleerde activiteit (Bell & Vahrenhold, 2018).

Instructie

In deze lessenserie worden vragen en opdrachten op verschillende niveaus aangeboden. Uitgangspunt is hierbij dat je op verschillende niveaus naar een code kunt kijken: macro-, relation-, block- en atomniveau.

Vragen op de verschillende niveaus

Marco – Niveau 4	Vragen/ opdrachten over de gehele code
Relations – Niveau 3	Vragen/ opdrachten over de manier waarop delen van de code samenwerken
Block – Niveau 2	Vragen/ opdrachten over 1 deel van de code
Atom – Niveau 1	Vragen/ opdrachten over specifieke codeblokken

De veronderstelling hierbij is dat leerlingen die de werking van de hele code uit kunnen leggen minder ondersteuning nodig hebben om de nieuwe opdrachten te maken. Leerlingen die deze code niet in zijn geheel uit kunnen leggen krijgen specifiekere vragen over delen van de code. Hierbij kun je als leerkracht bewust wisselen tussen de niveaus van de vragen en opdrachten. Leerlingen die de moeite hebben om de code te doorgronden krijgen in de verlengde instructie extra begeleiding om het probleem op te lossen.

De verlengde instructie

Bij elke les is een verlengde instructie opgenomen. Deze verlengde instructie helpt leerlingen verder die moeite hebben met de opdrachten.

Extra uitdagende opdrachten

Elke les heeft extra uitdagende opdrachten voor leerlingen die sneller door de leerstof gaan. Deze opdrachten kunnen door de leerlingen zelfstandig worden gemaakt omdat ze voortbouwen op de op basisinstructie.

Debuggen

Doel van de lessenserie is dat leerlingen steeds zelfstandiger programmeerproblemen oplossen. Waarbij ze ook in staat zijn om kleine fouten in hun programma te herstellen. Het is belangrijk voor leerlingen om zich te realiseren dat programmeren nooit in een keer foutloos zal gaan. Er kunnen op verschillende manieren fouten worden gemaakt waardoor het programma het niet doet zoals je dat zou verwachten. Bij debuggen zijn een aantal stappen belangrijk:

1. Je realiseren dat er een fout in het programma zit

2. De fout opsporen
3. De fout oplossen
4. De oplossing testen

Om je te realiseren dat er een fout in het programma zit moet je eerst weten wat het programma zou moeten doen. Als je dat weet dan kun je kijken wat er daadwerkelijk gebeurt. De tweede stap is het opsporen van de fout. Leerlingen moeten eerst bedenken wat de fout zou kunnen veroorzaken. Het is goed om te realiseren dat het soms hele kleine foutjes kunnen zijn die ervoor zorgen dat een programma het niet doet. Een voorbeeld van een kleine fout is dat er kleine letters gebruikt zijn in plaats van hoofdletters. Het kan ook voorkomen dat de code nog niet compleet is. De bestaande code is wel goed maar er ontbreekt nog een deel zodat het niet goed wordt uitgevoerd. Een fout oplossen kan door het stapsgewijs uitproberen van verschillende oplossingen. Dat kan bijvoorbeeld door te kijken tot waar de code nog wel goed werkt. De code kan tijdelijk even opgesplitst worden om die te testen. In elke programmeerles krijgen leerlingen een korte debugopdracht om op te lossen.

Overzicht van de lessen

Deze lessenserie bestaat uit deel A, B, C en D. De lessenserie kan begonnen worden in groep 5 of 6. Deel A en B bestaan uit elk 8 lessen van ongeveer 45 minuten. Deel C en B bestaan ook elk uit 8 lessen van ongeveer 60 minuten.

In deel A maken de leerlingen kennis met het feit dat veel apparaten om hen heen geprogrammeerd zijn (les A1), maken ze kennis met de programmeeromgeving Makecode (les A2), spelen ze een apparaat na om de werking van de computer in het apparaat (de parkeerplaats) beter te begrijpen (les A3), leren ze verschillende programmeerconcepten kennen en toepassen om de parkeerplaats te programmeren (lessen A4 tot en met A8) en worden ze aan het eind van deel A getoetst op hun kennis.

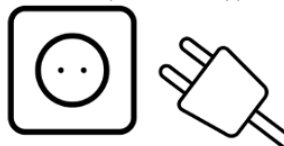
Onderdeel van Deel A is ook les 0. In les 0 besteden we aandacht aan een aantal belangrijke vaardigheden die leerlingen kunnen gebruiken tijdens de programmeerlessen: samenwerken, zelfstandig werken en problemen oplossen.



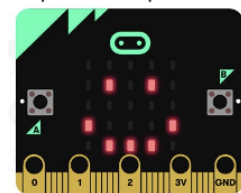
Les A0: Samenwerken, zelfstandig werken en problemen oplossen



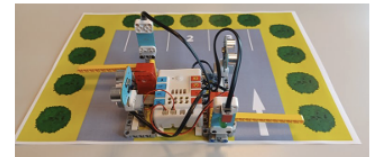
Les A1: De computer in een apparaat



Les A3: Unplugged



Les A2: Spelen met de microbit

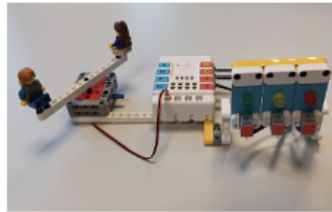


Les A4 tot en met A8: De parkeerplaats

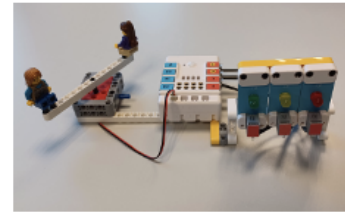
In deel B worden de programmeerconcepten nog een keer herhaald in een andere context (les B1 tot en met B 3).

Na deze herhaling leren de leerlingen om een gegeven programmeerprobleem zelfstandig op te lossen. In les B4 doet de leerkracht deze werkwijze voor.

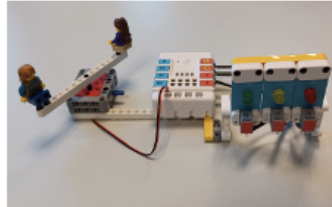
In les B5 tot en met B8 oefenen leerlingen met het zelfstandig oplossen van een programmeerprobleem.



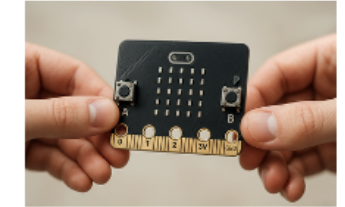
Les B1: Draaimolen programmeren – deel 1



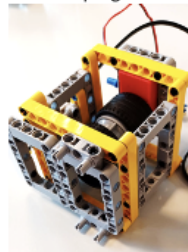
Les B2: Draaimolen programmeren – deel 2



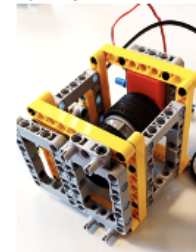
Les B3: Draaimolen programmeren – deel 3



Les B4: Klikspelletje



Les B5: Wasmachine – deel 1



Les B6: Wasmachine – deel 2



Les B7: Deuralarm – deel 1



Les B8: Deuralarm – deel 2

De lessen in deel C gaan over het programmeren van meetinstrumenten. De meetinstrumenten kunnen worden ingezet om te meten hoeveel je loopt, hoeveel water je planten geeft, hoelang het licht blijft branden en hoeveel geluid er in de omgeving is. De leerlingen maken in de laatste twee lessen een creatieve alarminstallatie. Deze lessenserie doet naast kennis van programmeerconcepten een beroep op zelfstandig werken, samenwerken en creativiteit.



Les 1: stappenteller maken



Les 2: wat kan ik meten?



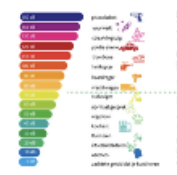
Les 3: Zorg voor de planten



Les 4: Licht aan! Licht uit!



Les 5: Slimme spraakassistenten



Les 6: Wat zeg je?



Les 7 en 8: Alarminstallatie maken

De lessen in deel D gaan over het programmeren in de context van de ruimtevaart. Leerlingen maken kennis met de rol die programmeren speelt in de ruimtevaart. Het gaat over het meten van g-krachten tijdens de lancering van een raket, het zelf lanceren van een raket, communiceren met radiogolven, het bedienen van een robotarm en de rol van kunstmatige intelligentie in de ruimtevaart. In de laatste twee lessen programmeren leerlingen een robot die zijn weg door een marslandschap moet vinden om een gestrande astronaut te redden. In deze lessenserie leren leerlingen bekende programmeerconcepten toepassen in een nieuwe context, maken ze kennis met nieuwe sensoren, leren ze meer over natuurkundige verschijnselen en wordt een beroep gedaan op het zelfstandig kunnen werken, samenwerken en creativiteit.



Les D1: Programmeren in de ruimte



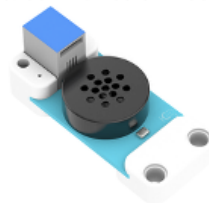
Les D2: Waterraket lanceren



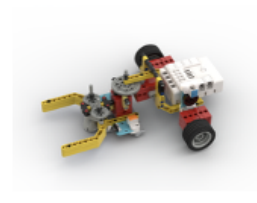
Les D3: Communiceren in de ruimte



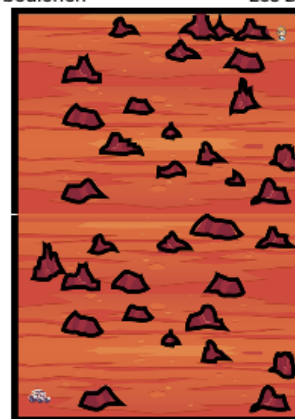
Les D4: Robotarm bedienen



Les D5: Robotarm bedienen



Les D6: Robot besturen



Les D7 en D8: Redt de astronaut van Mars

Organisatie van de lessen

Omdat in de lessen wordt gewerkt met een verlengde instructie, extra uitdagende opdrachten en concrete materialen is het van belang goed na te denken over de organisatie van de les. Waar wordt de verlengde instructie gegeven? Waar worden de materialen die nodig zijn in de les uitgestald? Waar vinden leerlingen de opdrachten voor de extra uitdagende opdrachten?

In de opzet van de lessenserie is ervoor gekozen om in de programmeerlessen als volgt te werken:

- Leerlingen werken in tweetallen achter hun computer aan een tafeltje van een van de leerlingen. Samen heeft het tweetal een werkblad met de opdracht en heeft het tweetal 1 microbit.

- Leerlingen testen hun code op een van de centrale opstellingen. Leerlingen nemen hun microbit van hun tafeltje mee naar de centrale opstelling, testen hun code op een van de centrale opstellingen om te zien of deze werkt. Dit herhalen ze tot alle fouten eruit zijn gehaald.

Vakoverstijgende doelen

In de lessenserie werken leerlingen aan verschillende vakoverstijgende doelen: samenwerken, zelfstandig werken en probleemoplossend vermogen. Afhankelijk van de groep zal hier meer of minder aandacht aan besteed moeten worden.

Samenwerken

In de hele lessenserie werken leerlingen samen in tweetallen. Per duo is er een computer en een microbit. Het is belangrijk dat beide leerlingen afwisselend achter de computer de handelingen uitvoeren die horen bij de opdrachten. Laat leerlingen per opdracht bijvoorbeeld wisselen. In de ene opdracht leest de ene leerling de opdracht en hanteert de andere leerling de muis. In volgende opdracht draaien de leerlingen dit om.

Zelfstandig werken

In deze lessenserie zijn er momenten dat u als leerkracht niet beschikbaar bent voor de hele groep. Bijvoorbeeld omdat u bezig bent met een verlengde instructie of omdat u toezicht houdt op het testen van de materialen. Leerlingen moeten daarom in staat zijn om zelfstandig te werken. Dit houdt onder meer in dat als leerlingen vast lopen ze weten wat ze moeten doen om het op te lossen. Bijvoorbeeld doordat ze weten dat ze medeleerlingen die al wel een oplossing hebben gevonden kunnen bevragen.

Probleemoplossend vermogen

Deze lessenserie heeft als belangrijk doel om leerlingen steeds zelfstandiger problemen te laten oplossen. De lessenserie is zo opgebouwd dat de scaffolds gedurende de les en gedurende de lessenserie afnemen. In de lessen zit een opbouw van voordoen, samendoen en zelf doen. Zoals bij het kopje debuggen al werd benoemd zullen leerlingen tijdens het zelf doen tegen gemaakte fouten in de code aanlopen. Die moeten worden opgelost. Belangrijk voor leerlingen om te realiseren dat dit niet erg is en hoort bij het programmeren. In de loop van de lessenserie zullen de gemaakte stappen wat groter worden. In het begin van de lessenserie wordt per programmeerconcept een opdracht gegeven. Aan het einde van de lessenserie krijgen leerlingen een ontwerpprobleem dat ze moeten oplossen. Dit vergt inzicht in de te gebruiken programmeerconcepten.