



## Minimumdoelen project 'Sociale robot'

Minimumdoelen eerste graad secundair onderwijs B-stroom

### Wat is de bedoeling van dit document?

We gaan ervan uit dat dit project vooral in de lessen Techniek of lessen STEM gegeven wordt, en wat ons betreft graag in combinatie met het vak Beeld.

In dit document geven we mee aan welke minimumdoelen er kan worden gewerkt. We geven ook aan op welke manier dat kan gebeuren.

De leerkracht beslist aan welke minimumdoelen en leerdoelen er wordt gewerkt. Als de aanpak gevolgd wordt die Dwengo voor het project voorstelt, zouden bepaalde minimumdoelen zeker aan bod moeten komen.

**Hoe de leerkracht dit project invult, bepaalt welke minimumdoelen effectief aan bod komen en in welke mate.**

### Aanpak

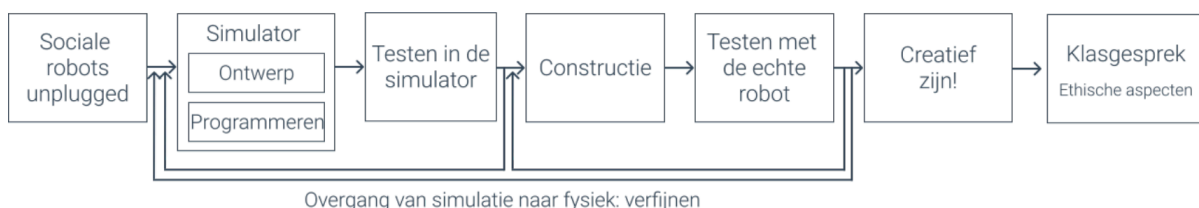
De tijd die de leerkracht wil/kan besteden aan de invulling van dit project, zal mee bepalend zijn voor de bereikte leerdoelen.

Dit project biedt heel wat mogelijkheden tot **vakoverschrijdend** werken. We denken daarbij aan de vakken Techniek, STEM, en Beeld, maar ook aan de taalvakken, een levensbeschouwelijk vak, en de vakken Mens & Samenleving, Mens & Maatschappij, en Burgerschap.

Voorzie zeker voldoende tijd voor de bouw en het programmeren van de robot.

Duid zeker ook de maatschappelijke relevantie van het thema.

Verder vinden wij het creatieve aspect van het 'Sociale Robot'-project heel belangrijk. De motivatie van de leerlingen wordt daardoor vergroot en een bredere groep wordt aangesproken. De robot vorm geven in het vak Beeld en een creatieve opdracht voor het vak Nederlands bieden hier zeker een meerwaarde.



Het is zinvol om dieper in te gaan op de maatschappelijke relevantie van het project, om de link te leggen met mediawijsheid, met de technologisering van de maatschappij en hoe dat in de toekomst mogelijk zal evolueren. Ga daarbij de ethische aspecten die nieuwe technologieën met zich meebrengen niet uit de weg. Ontbreekt de tijd om dit te doen, vraag dan eventueel aan een collega van een taalvak, een levensbeschouwelijk vak of bijvoorbeeld Mens & Samenleving, om dit aan bod te laten komen in zijn of haar lessen.

## Inhoud van het project

In een aantal modules **ontwerpen, programmeren en bouwen** de leerlingen zelf een sociale robot. Ze denken daarbij na over hoe hun robot zal communiceren en op welke omgevingsfactoren - zoals licht, geluid, beweging - hij zal reageren.

Het ontwerpen, bouwen en grafisch programmeren van de robot doen de leerlingen **per twee of drie** in een **simulator**. De fysieke robot bouwen ze met **hergebruikt materiaal**. Het wordt nog leuker als de leerlingen de robot een persoonlijke toets geven. Ze kunnen zich hierin op een creatieve manier uitleven. Gebruikmakend van een microcontrollerplatform, sensoren en actuatoren en hun eigen code voltooien ze hun sociale robot.

Sociale robotica is een interdisciplinair domein. Een sociale robot interageert immers met zijn omgeving en met de mensen die erin vertoeven. We moedigen dan ook aan om het 'Sociale robot'-project **vakoverschrijdend** aan te bieden met aandacht voor de **maatschappelijke relevantie** van het thema.

Via een unplugged activiteit wordt getoond hoe een robot emoties kan afleiden uit gezichtsuitdrukkingen of zelf emoties kan simuleren. Hierbij komen verschillende concepten van **computationeel denken** aan bod. De impact van de ontwikkelingen binnen het domein van de **artificiële intelligentie** op de sociale robotica kan hiermee geïllustreerd worden.

Optioneel kunnen de leerlingen aan de hand van enkele experimenten onderzoek doen naar de werking van sensoren, logische poorten ... gebaseerd op de wetenschappelijke methode.

# Invulling van het 'Sociale robot'-project

## 1. Uitdaging

*"Ontwerp, programmeer en bouw een sociale robot. Deze robot kan communiceren en reageert op omgevingsfactoren".*

De leerlingen doorlopen een **technisch proces** bij het realiseren van hun sociale robot (06.23).

## 2. Inleiding over sociale robots

Het project 'Sociale robot' start het best met een inleiding over sociale robots.

Wat zijn sociale robots?

Een sociale robot kan communiceren met een mens en zoals andere robots reageren op omgevingsfactoren. Hij doet dat door middel van zijn sensoren en actuatoren. Voor meer informatie hierover, verwijzen we naar de handleiding **Hallo robot!**, te vinden op onze website.

- Deze les kan starten met een presentatie met foto's van sociale robots die reeds voorkomen in de maatschappij, zoals Pepper, Paro, Aibo of een Hatchimal. En waarom geen cobot<sup>1</sup> tonen zoals Walt? (BG 02.01).
- Deze les kan ook anders opgevat worden. Bijvoorbeeld door de leerlingen een schets te laten maken van de robot van hun dromen. Nadien wordt klassikaal besproken of daar ook sociale robots tussen zitten. Tot slot worden ook enkele sociale robots die reeds voorkomen in de maatschappij besproken. (BG 02.03).
- De les kan worden afgerond met het klassikaal verkennen van de sensoren en actuatoren in de kit van het 'Sociale robot'-project. (06.22).  
De leerlingen zullen zich voor de bouw van het fysieke lichaam van hun eigen sociale robot moeten beperken tot de onderdelen in de kit en hergebruikt materiaal. Dus ze zullen al van bij het ontwerp van hun robot rekening moeten houden met de componenten die aanwezig zijn in de kit.
- De leerlingen zouden een opdracht kunnen krijgen als voorbereiding tegen de volgende les. Bijvoorbeeld op het world wide web op zoek gaan naar een sociale robot in een context die hen sterk aanspreekt en daar een digitaal document rond maken. (04.02 - 04.03 - BG 04.02 - BG 04.03 - 13.03 - 13.04 - 02.01 - 02.02 - 02.03 - 02.04 - BG 02.01).

*Bij het verkennen van de kit komen domeinspecifieke termen aan bod, zoals sensoren, actuatoren, hardware, microcontrollerplatform en rekeneenheid. (13.03 - 06.22 - 04.05).*

*De leerkracht kan ervoor kiezen om componenten uit de kit weg te halen om het project meer af te bakenen, maar moet erop bedacht zijn dat de creativiteit van de leerlingen niet teveel aan banden wordt gelegd. Omdat de leerlingen zelf een robot ontwerpen en zelf bepalen wat die robot moet kunnen en hoe hij zal communiceren, leggen ze voor een stuk zelf de doelen van het project vast. Het staat de leerkracht natuurlijk vrij om bijkomende criteria op te leggen.*

---

<sup>1</sup> Een cobot is een sociale robot die als collega samenwerkt met een mens.

*Opdat de leerlingen deze opdracht als zinvol voor zichzelf zouden beoordelen, is het cruciaal dat in de projectlessen de link met de technologisering van de maatschappij wordt gelegd. Dat kan gebeuren door voorbeelden te geven van sociale robots in de maatschappij, zoals voor het onthaal in de horeca of luchthavens en voor bewegingstherapie in de zorg. Omdat sociale robots steeds frequenter aanwezig zijn, wordt de kans steeds groter dat leerlingen daadwerkelijk met zo'n robot zullen worden geconfronteerd en daar dus best ook op voorbereid zijn.*

*Door zelf een robot te bouwen zullen ze ook beseffen dat zo'n robot die in de maatschappij voorkomt, heel complex is, en dat er veel verschillende expertises nodig zijn om een goed functionerende robot te realiseren. Door zelf een robot te programmeren zullen ze inzien dat het kleinste foutje in het programma ervoor zorgt dat de robot niet werkt zoals gewenst. Ze beseffen bovendien dat een robot een rigide systeem is. Een robot doet enkel wat hem is opgedragen, niet meer en niet minder. Een robot kan niet interpreteren.*

*De kans is reëel dat ze later geconfronteerd worden met robots op de werkvloer. Waarschijnlijk zullen ze met die robots kunnen interageren via spraak. Door zelf eens een robot te programmeren zullen ze weten dat spreken met een robot een eigen taal vergt, een taal die veel strikter is dan die in een conversatie met een mens. Door dit project met leerlingen te doen, kan men ervoor zorgen dat ze geen foute of onrealistische verwachtingen van robots hebben.*

*De leerlingen zullen gaandeweg in het project de eigen competenties t.o.v. de vereiste competenties kunnen afwegen. (13.01). Indien nodig kunnen ze de (zelf vastgelegde) doelen bijsturen (15.02).*

*De leerlingen zouden een opdracht kunnen krijgen als voorbereiding voor de les. Bijvoorbeeld op het internet op zoek gaan naar een sociale robot in een context die hen sterk aanspreekt en daar een digitaal tekstdocument of een digitale poster rond maken. Hierbij moeten ze de regels omtrent portretrecht en auteursrecht respecteren en de gebruikte bronnen vermelden. Ze moeten dan ook leren over de geldende wettelijke bepalingen. (04.02 - 04.03 - 04.04 - BG 04.02 - BG 04.03 - 13.04 - 02.02 - 02.03 - 02.04 - BG 02.01).*

### **3. Unplugged activiteiten**

Sociale robots zijn robots die kunnen communiceren met mensen. Dit kan op heel veel verschillende manieren gebeuren. Een sociale robot die vlot in omgang is, is in staat om emoties te simuleren. Hoe kan zo'n robot emoties tonen? Via enkele unplugged activiteiten krijgen de jongeren inzicht in hoe een computerprogrammeur dat kan bewerkstelligen. In de unplugged activiteiten van het 'Sociale robot'-project focussen we op het geven van een 'gezicht' aan de robot.

- **Activiteit: Emotiemachine en/of Maak een gezicht. (04.05).**

*Deze unplugged activiteiten bevorderen het computationeel denken. In de activiteiten 'Emotiemachine' of 'Maak een gezicht' abstraheren leerlingen gelaatsuitdrukkingen om die vervolgens te kunnen programmeren. Hiervoor is ook het concept decompositie nodig: de gelaatsuitdrukkingen worden opgesplitst in de 'stand' van de ogen, mond en wenkbrauwen. De leerlingen ontwerpen een model om een emotie te visualiseren door de overeenkomstige*

gelaatsuitdrukking te analyseren. (04.05). De leerlingen begrijpen dat ze zo emoties kunnen simuleren bij een robot. (04.05). Met deze activiteiten zien leerlingen ook in hoe een robot emoties bij mensen kan detecteren. In deze context kan dan verwezen worden naar technieken uit de artificiële intelligentie waarmee emoties worden afgelezen op het gezicht van een mens, technieken die bijvoorbeeld ook aangewend kunnen worden om klanten gade te slaan tijdens het shoppen (06.44). Voor meer informatie hierover verwijzen we naar de MOOC, te vinden op onze website.

#### **4. Brainstorm binnen een groep van 2 tot 3 leerlingen: Welke robot willen we bouwen? Wat moet onze robot kunnen? Hoe zal onze robot communiceren?**

- Laat de leerlingen per twee of drie aan het 'Sociale Robot'-project werken. In de brainstormsessie overleggen ze over:
  - wat hun robot moet kunnen;
  - hoe hij moet communiceren;
  - waarop hij moet reageren.
- Kortom, na de brainstorm zullen ze moeten beslissen welke robot ze willen bouwen. Ze moeten hierbij rekening houden met de opgelegde criteria, de beperkingen van de kit, hun eigen capaciteiten, de beschikbare tijd, en eventuele andere keuzes die ze zelf maken. (06.23 - 15.02).

De leerkracht kan voor deze brainstormsessie opleggen welke technieken en/of tools de leerlingen moeten gebruiken. Denk aan post-its, of een online document waarin ze samen noteren, bijvoorbeeld een Google document of een Word-document op OneDrive. (15.02 - 04.01 - BG 04.01 - 02.06 - 02.08 - BG 02.03).

Tijdens de brainstorm zullen de leerlingen domeinspecifieke termen gebruiken, zoals sensoren en actuatoren. (13.03).

Laat de leerlingen per twee of drie aan dit project werken. Deze samenwerking verloopt vanaf de brainstorm, voor het ontwerp en het programmeren, t.e.m. de uiteindelijke realisatie van de sociale robot en de (eventuele) creatieve afsluiter. Gedurende dit volledige proces moeten ze voortdurend overleggen en eventuele keuzes verdedigen. (07.04 - 15.02 - 02.10 - BG 02.02). Ze zullen (hopelijk) inzien dat ze complementaire vaardigheden hebben om hun gemeenschappelijk doel te verwezenlijken. In het bijzonder zullen bepaalde motiverende of beperkende aspecten van 'pair programming' hier tot uiting komen (zie puntje 6).

De probleemstelling is open: ontwerp en bouw een robot die op een of andere manier met een mens kan communiceren. De leerlingen bakenen zelf het probleem af (06.23). Ze zullen een bepaalde strategie moeten hebben om het probleem waarvoor ze staan, efficiënt op te lossen. (06.37 - 06.28 - 04.05 - 15.02).

Een mogelijke strategie om de uitdaging aan te pakken kan bestaan uit:

- een brainstormsessie;
- informatie verzamelen over sociale robots;
- een robot bedenken die ze willen realiseren;

- een schets maken van de bedachte robot met de nodige sensoren en actuatoren.
- Nu het probleem dat de leerlingen zullen moeten oplossen, is afgebakend, moeten ze het nu afgebakende probleem opsplitsen in deelproblemen.
- Verdere stappen die ze moeten ondernemen in het vervolg van het project:
  - die deelproblemen een voor een aanpakken;
  - deelproblemen oplossen - testen - debuggen;
  - de oplossingen van de deelproblemen samenvoegen;
  - evalueren.

De leerlingen passen in deze fase van het project al een concept van computationeel denken toe: decompositie, want het probleem wordt geanalyseerd en opgesplitst in deelproblemen om het behapbaar te maken. (04.05).

Omdat de leerlingen het probleem zelf afbakenen, bepalen ze dus zelf aan welke vereisten hun robot moet voldoen. Ze hebben hierbij bepaalde keuzes gemaakt. (06.23 - 15.02).

Ze zouden die keuzes best ook beargumenteren. Waarom werden bepaalde keuzes gemaakt? (07.04 - 02.10 - BG 02.02).

Die keuzes kunnen bijvoorbeeld te maken hebben met het materiaal dat ze ter beschikking hebben, de beperktheid in tijd, het materiaal dat ze ter beschikking hebben, (de eigen inschatting van) de eigen capaciteiten, wat ze al geleerd hebben.

## 5. Ontwerp van de robot in het simulatieveld

De leerlingen ontwerpen en programmeren de sociale robot in de online, grafische programmeeromgeving van Dwengo.

- In deze fase van het project ontwerpen de leerlingen het lichaam van de robot in het simulatieveld van de programmeeromgeving. De leerlingen beschikken dan over een virtuele robot. (04.05 - 06.22 - 06.23).
- In deze fase ontwerpen ze ook al best een algoritme en schrijven ze het neer, bijvoorbeeld in pseudocode (in de vorm van zinnen) of a.d.h.v. een flowchart. (04.02 - BG 04.02 - 04.05).

De leerlingen ontwerpen hun sociale robot in het simulatieveld van de programmeeromgeving van Dwengo. Ze doen dat bij voorkeur aan de hand van een eerder gemaakte schets. Ze voegen de nodige componenten een voor een toe (ook hier passen ze decompositie toe). (04.05). Ze zullen inzien dat zo een simulatie-omgeving de werkelijkheid slechts beperkt kan modelleren. Dit komt zeker naar voren op het moment dat ze overgaan van de virtuele naar de fysieke robot. Ze zien er ook de voordelen van in. Het gaat sneller aangezien men bepaalde fysieke handelingen niet moet uitvoeren. Het is goedkoper want men hoeft de elektronische componenten niet aan te kopen. Men kan veel zaken testen zonder rekening te houden met fysieke beperkingen. (04.05).

De probleemstelling is open: ontwerp en bouw een robot die op een of andere manier met een mens kan communiceren. De leerlingen bakenden reeds zelf het probleem af en zullen nu een algoritme ontwerpen om het op te lossen, eventueel door aangereikte algoritmes te combineren tot een bruikbaar algoritme. (04.02 - BG 04.02 - 04.05). Ook hier kunnen bepaalde criteria

worden vastgelegd, bijvoorbeeld dat de robot een vooropgestelde actie kan uitvoeren, of dat er in het algoritme ten minste één variabele en ten minste één logische operator moeten worden gebruikt. (06.23). De leerlingen doorlopen een technisch proces bij het realiseren van hun sociale robot. Het technisch proces is een voorbeeld van een algoritme.

De concepten van computationeel denken (04.05) die aan bod komen bij het realiseren van de sociale robot, zijn:

- *decompositie*, want het probleem wordt geanalyseerd en opgesplitst in deelproblemen om het behapbaar te maken;
- *patroonherkenning*, want de leerlingen zullen merken dat om de metingen van de sensoren op het lcd-scherm te laten verschijnen, telkens eenzelfde stramien gevolgd wordt; ook invoer - verwerking - uitvoer vormt een patroon dat steeds terugkomt (zie puntje 6);
- *abstractie*, bijvoorbeeld bij gebruik van het 'zwaaien'-blok, hierin zijn bepaalde instructies gecombineerd tot de instructie zwaaien, of door zelf bepaalde instructies te combineren in een zelfgeschreven functie (zie puntje 6);
- *algoritme*, want ze stellen een algoritme op.

De leerlingen werken per twee of drie aan het project. Deze samenwerking verloopt vanaf de brainstorm, voor het ontwerp en het programmeren, t.e.m. de uiteindelijke realisatie van de sociale robot en de (eventuele) creatieve afsluiter. Ook tijdens het ontwerp van het lichaam in het simulatieveld moeten ze voortdurend overleggen en domeinspecifieke taal gebruiken, zoals led en servomotor. (02.10 - 13.03 -15.02).

De leerlingen krijgen via een webbrowser toegang tot de online programmeeromgeving. Dit betekent dat de webbrowser moet kunnen communiceren met de server van de programmeeromgeving. De leerlingen begrijpen dat daarvoor bepaalde afspraken nodig zijn (eventueel kan dit verder uitgelegd worden a.d.h.v. de unplugged activiteit 'een menselijk computernetwerk'). (04.05 - 06.37).

## **6. Programmeren met DwenguinoBlockly**

Het programmeren van de virtuele robot gebeurt in het codeveld van de grafische programmeeromgeving en de uitvoer ervan wordt gesimuleerd in het simulatieveld.

Het is aangeraden om geleidelijk aan te werk te gaan bij het programmeren van de virtuele robot. Programmeer de oplossingen van de deelproblemen eerst apart. Test deze deelprogramma's, verhelp eventuele fouten, en voeg ze pas samen tot het uiteindelijke programma als ze alle werken.

Het 'Sociale robot'-lesmateriaal bevat ook fiches over de sensoren en actuatoren. Op deze overzichten kunnen de leerlingen de werking van de sensoren en actuatoren terugvinden, en ook wat voorbeeldcode.

- In deze les zullen de leerlingen het ontworpen algoritme implementeren in het codeveld van de programmeeromgeving. (04.02 - BG 04.02 - 04.05 - 06.23).
- Eventueel kunnen de leerlingen in deze fase van het project al enkele elektrische schakelingen maken. (06.22).

*De principes van programmeren (04.05) die aan bod komen bij het programmeren van de robot, zijn:*

- *sequentie (de code moet in de juiste volgorde staan);*
- *keuzestructuur (als-dan zullen de leerlingen zeker gebruiken);*
- *herhalingsstructuur (het 'herhaal'-deel in het startblok van het programma).*

*Bij het programmeren zullen de leerlingen ook enkele wiskundige concepten toepassen, zij het heel beperkt.*

*Bij het programmeren van de robot zullen ze regelmatig moeten gebruikmaken van het wacht-blok uit de programmeeromgeving. Daarbij zullen ze de tijd dat er moet 'gewacht' worden, ingeven in milliseconden. (06.26 - 06.02 - BG 06.02).*

*Bij het programmeren maken de leerlingen mogelijk gebruik van  $>$ ,  $<$ ,  $>=$ ,  $<=$ , bijvoorbeeld bij het gebruik van de sonar-sensor of lichtsensor. Dan passen ze hun kennis van de getallen en de ordening van de natuurlijke getallen toe in een context van physical computing. (06.01 - zij het zeer beperkt).*

*Maak de leerlingen bewust van het belang van een goede programmeerstijl, bijvoorbeeld door een zinvolle naam te kiezen voor variabelen. Laat de leerlingen hun code documenteren door er commentaar aan toe te voegen met het commentaar-blok. (02.08 - 02.10 - BG 02.02).*

*De leerlingen werken per twee of drie aan het project. Deze samenwerking verloopt vanaf de brainstorm, voor het ontwerp en het programmeren, t.e.m. de uiteindelijke realisatie van de sociale robot en de (eventuele) creatieve afsluiter. Ook tijdens het programmeren moeten ze voortdurend overleggen en eventuele keuzes verdedigen. (02.10). In het bijzonder zullen bepaalde motiverende of beperkende aspecten van 'pair programming' tot uiting komen. 'Pair programming' of paarprogrammeren houdt in dat twee leerlingen aan eenzelfde computer samen programmeren. Hierbij is de ene leerling de 'driver' of bestuurder en de andere leerling de 'navigator'. De bestuurder voert de code in, de navigator controleert, bewaakt het overzicht en denkt mee na over de volgende stappen. De leerlingen wisselen hierbij regelmatig van rol. Het is de bedoeling dat de leerlingen voortdurend met elkaar communiceren over de code, over de strategie, over de namen van de variabelen ... en het vraagt engagement van beiden. Voordelen van paarprogrammeren zijn minder fouten in het programma, code van een betere kwaliteit en dat de leerlingen hun kennis met elkaar delen.*

*De leerlingen creëren digitaal inhouden, nl. een programma, a.d.h.v. de grafische programmeertaal DwenguinoBlockly. (04.02 - BG 04.02).*

*Of ze ook nog andere digitale vaardigheden demonstreren, hangt af van de leerkracht. Mogelijk presenteren ze hun programma voor de klasgroep a.d.h.v. een digitale presentatie zoals PowerPoint.*

*De leerlingen kunnen het programma dat ze bouwen in de online programmeeromgeving downloaden en opslaan op hun eigen computer. Op een ander moment kunnen ze het programma weer uploaden naar de online programmeeromgeving en er verder aan werken. (04.03 - BG 04.03). Hetzelfde geldt voor het ontwerp dat ze in het simulatieveld maakten voor hun robot. Laat de leerlingen hun programma een zinvolle naam geven en opslaan in een map*



op hun computer die voor deze toepassingen is aangemaakt en ook een zinnige naam heeft. Zo leren ze ordeningstechnieken zoals mappenstructuur en ordening via thema gebruiken binnen een opdracht.

Op de fiches van het 'Sociale robot'-lesmateriaal staat ook voorbeeldcode die de leerlingen wat op weg kan helpen bij het programmeren van hun robot. (13.04). Het wordt verwacht van de leerlingen dat ze in dit kader vakjargon (domeinspecifieke taal) actief kunnen inzetten: begrippen zoals sensoren, actuatoren, programma ... (13.03).

In deze fase van het project kunnen de leerlingen al enkele elektrische schakelingen maken a.d.h.v. de informatie op de fiches. De leerlingen kunnen a.d.h.v. de wetenschappelijke methode de werking van de sensoren onderzoeken, bijvoorbeeld door de meetwaarden van de sensoren op het lcd-scherm te tonen. Hier kan eventueel ook geëxperimenteerd worden met de logische operatoren. (06.37 - 06.42).

De leerlingen kunnen kleine experimenten rond energieomzettingen doen met de Dwenguino. Bijvoorbeeld een led laten branden (omzetten van elektrische energie naar lichtenergie), een pin warm laten worden (omzetten van elektrische energie naar warmte), een motor laten draaien (omzetten van elektrische energie naar mechanische energie / kinetische energie). (06.19).

Een sociale robot is een digitaal systeem (dataverwerkend systeem, informatieverwerkend systeem). De leerlingen bouwen die robot zelf. Om de robot te realiseren, zijn meerdere bouwstenen nodig.

Er is de hardware die verschillende componenten omvat, o.a. het microcontrollerplatform met een rekeneenheid. Andere componenten, zoals sensoren en actuatoren, dienen de leerlingen zelf te kiezen. Deze verbinden ze, indien nodig<sup>2</sup>, met het microcontrollerplatform. Op het microcontrollerplatform, de Dwenguino, zitten meerdere transistoren. De buzzer, het lcd-scherm en de motoren vergen meer stroom dan dat de microcontrollerpin kan leveren; daarom wordt dan een transistor gebruikt als schakelaar. In de microcontroller zitten tienduizenden, veel kleinere, transistoren. Nog kleinere transistoren zijn van toepassing op een computer, waarin een processor zit met miljarden transistoren. Men kan ook de link leggen naar de Wet van Moore die stelt dat elke twee jaar het aantal transistoren op een microchip verdubbelt; daardoor ontstaat steeds meer rekenkracht. (Zie ook het STEM-concept 'schaal - verhouding').

Dan is er ook nog de software: de grafische programmeertaal waarmee de leerlingen aan de robot de nodige instructies zullen geven. Bij het programmeren van de robot begrijpen ze dat de rekeneenheid input krijgt, bijvoorbeeld van een of meer sensoren, dat die gegevens worden verwerkt en dat er dan een output komt, omdat de rekeneenheid een instructie stuurt naar een van de actuatoren. (04.05). In de klas kunnen oefeningen gemaakt worden bij het patroon input - verwerking - output om deze begrippen te verankeren. Door dit toe te passen op bijvoorbeeld een robotmaaier, een robotarm in de industrie, een automatische schuifdeur aan de ingang van een winkel, een kookrobot, een zeepdispenser, een slagboom in de parkeergarage (eventueel met automatische nummerplaattherkenning) ... Nog een mogelijke oefening is om de leerlingen op een foto van Pepper enkele sensoren en actuatoren te laten aanduiden.

De keuze van deze componenten zal doorgaans onderworpen zijn aan beperkingen: de leerlingen zullen zich moeten beperken tot wat in de kit zit, of de leerkracht zal bijkomende

---

<sup>2</sup> Het lcd-scherm en de zoemer zijn reeds verbonden.

*criteria opleggen, bijvoorbeeld dat de robot gebruikmaakt van twee sensoren en één actuator. (06.23).*

*De leerlingen leren dat er sensoren en actuatoren worden gebruikt. De data die de sensoren teruggeven aan de rekeneenheid zijn steeds getallen<sup>3</sup>. Deze getallen komen dan bijvoorbeeld overeen met of er geluid gedetecteerd is dan wel of er een object waargenomen wordt. De informatie waar wij als mens in zijn geïnteresseerd, komt dus overeen met getallen, waar wij vervolgens betekenis aan geven. Deze getallen worden aan de rekeneenheid trouwens niet gegeven in hun voorstelling in het tiendelige talstelsel. Ze worden voorgesteld in het binaire talstelsel en dus doorgegeven als een rij van nullen en enen, een opeenvolging van bits (een bit is een informatie-eenheid en heeft de waarde 0 of 1). Tijdens het programmeren zetten de leerlingen het algoritme dat ze ontworpen hebben, om in een taal die de computer begrijpt, een (grafische) programmeertaal. In de code worden instructies gegeven die eenduidig beschrijven wat het programma moet doen. Als ze vervolgens het programma uploaden naar de microcontroller, worden de blokken van het programma omgezet naar de computertaal C++. (Deze C++-code verschijnt met de knop 'Code'). Tijdens het compilatieproces wordt deze C++-code vertaald naar machinetaal: een reeks instructies die verstaanbaar zijn voor de microcontroller, en die opgebouwd is uit nullen en enen. (04.05 - 06.22).*

*'Sociale robot' is een STEM-project. (06.28). De T (techniek - elektronica - technologie) komt voor in dit project. De E (engineering) ook, leerlingen moeten nadenken over hoe hun robot moet communiceren en hoe ze dat dan concreet kunnen gaan realiseren. De M (mathematics - wiskunde) is slechts heel summier aanwezig. De S (science - wetenschap) vindt men in de computerwetenschappen (computationeel denken, digitale systemen en programmeren) en eventueel ook bij de experimenten. De minimumdoelen 06.28 en 06.23 zijn in dit project verweven.*

## **7. Testen in de simulator en debuggen**

Bij het realiseren van de sociale robot zullen de leerlingen hun programma meermaals evalueren door het te testen in de simulator, en te testen op de fysieke robot. (06.23 - 04.05) Ongetwijfeld zullen ze ook moeten debuggen. Zo maken ze kennis met nog twee concepten van computationeel denken, nl. evalueren en debuggen. (04.05).

Zoals eerder gezegd bestaat een goede strategie erin om geleidelijk aan te werk te gaan bij het programmeren en de bouw van de robot, niet in het minst om moeilijk debuggen te voorkomen. (04.05) Programmeer de zaken waaruit je uiteindelijk programma zal zijn opgebouwd, eerst apart. Test deze deelprogramma's, verhelp eventuele fouten, en voeg ze pas samen tot één programma als ze alle werken.

Voeg telkens maar een ding toe in de simulator, programmeer dat en test onmiddellijk. Werkt het, voeg het dan toe aan de fysieke robot, test opnieuw voor je verder doet, enz.

---

<sup>3</sup> De metingen van digitale sensoren hebben de waarden 0 of 1, terwijl die van analoge sensoren waarden kunnen hebben van 0 t.e.m. 1023.

- De leerlingen testen hun programma in de simulator. Ze ontdekken eventuele fouten en gaan systematisch te werk om de fouten te verhelpen. (04.05).

*Bij het programmeren zullen de leerlingen dus moeten debuggen, zowel in de simulator als bij de fysieke robot. Een mogelijke strategie om de bug te vinden, gebruikt decompositie gevolgd door het nagaan van welke deelproblemen wel adequaat zijn opgelost. Door op die manier het probleem behapbaar te maken, kunnen de fouten gemakkelijker worden opgespoord en verholpen. (04.05).*

*Bij de overgang van de simulator naar de fysieke robot treden vaak ook praktische problemen op, zoals slecht bevestigde of te zware componenten, foute schakelingen of een losgekomen bedrading. Ook hier zullen leerlingen op een systematische manier op zoek moeten gaan naar de oorzaak van de foutieve werking, en vervolgens het probleem moeten aanpakken en oplossen. (04.05).*

*Mogelijk komen leerlingen vast te zitten bij het programmeren. Spoor ze dan aan om samen na te denken, aan elkaar proberen uit te leggen wat het probleem juist is. Geraken ze er toch niet samen uit, geef ze dan een tip of help een beetje.*

*Indien de conclusie is dat hun ontwerp niet realistisch is, dan kunnen ze best hun ontwerp bijsturen (13.01 - 15.02). Een dergelijke tussenevaluatie kan beter vroeg in het proces gebeuren dan laat. (13.01 - 15.02).*

## **8. Constructie fysieke robot met herbruikbaar materiaal - creatief zijn**

De kit bevat hulpmiddelen en hulpstukken om het bouwen van de fysieke robot vlotter te laten verlopen. Op de fiches over de sensoren en actuatoren zijn, behalve de werking van de sensoren en actuatoren, ook de te maken elektrische schakelingen terug te vinden. Het lesmateriaal bevat ook instructievideo's waarin wordt uitgelegd hoe je bepaalde componenten vastmaakt m.b.v. de hulpstukken.

- In deze les zullen de leerlingen de fysieke robot construeren met hergebruikt materiaal en de hulpmiddelen en hulpstukken in de kit. De leerlingen worden aangemoedigd om hierbij creatief uit de hoek te komen. Veel van de nodige informatie kunnen ze terugvinden op de fiches en in de instructievideo's. (06.23 - 13.04 - BG 06.03).

*De leerlingen ontwierpen de robot in de simulator en realiseren hem nu fysiek op basis van dit ontwerp. Dit kan een iteratief proces inhouden. Er kunnen immers geleidelijk aan elementen in de simulator worden toegevoegd die dan ook op de fysieke robot worden gerealiseerd. De leerlingen zullen in de ontwerpfase misschien een schets gemaakt hebben, die ze voor het realiseren van hun ontwerp kunnen gebruiken. Maar de fysieke robot zal in elk geval moeten overeenkomen met het ontwerp dat ze gemaakt hebben in de simulator van de programmeeromgeving. (06.37 - 06.23 - 06.28).*

*Voor de bouw van de robot zal men bijvoorbeeld in het robotlichaam, in de praktijk meestal een doos, openingen moeten voorzien om sensoren en actuatoren door te steken en vervolgens te bevestigen met de hulpstukken in de kit. Om passende openingen te kunnen maken, zitten er*

een sjabloon, een priem en een mesje in de kit. De leerlingen zullen deze hulpmiddelen veilig moeten gebruiken. (06.24).

Op de fiches kunnen de leerlingen de werking van de sensoren en actuatoren terugvinden en de manier waarop ze de schakelingen moeten maken. (13.04 - BG 06.03). Het wordt verwacht van de leerlingen dat ze in dit kader vakjargon (domeinspecifieke taal) actief kunnen inzetten: begrippen als sensoren, actuatoren, rekeneenheid, software, hardware, programma, microcontroller ... en dat ze de voorstelling van de schakelingen op de fiches begrijpen en kunnen toepassen. (13.03 - BG 06.03).

Het lesmateriaal bevat ook instructievideo's. De leerlingen zouden i.v.m. informatieverwerking als opdracht kunnen krijgen om een flowchart aan te vullen die de gegeven instructies stap voor stap weergeeft. Deze opdracht kan ook gegeven worden als een flipping-the-classroom opdracht. Bij deze opdracht passen de leerlingen het concept decompositie van computationeel denken toe. (13.04 - 04.02 - 04.05 - BG 04.02). Ze passen ook het principe sequentie van programmeren toe. (04.05).

Voor het bouwen van de fysieke robot zullen de leerlingen hun werkpost moeten voorbereiden. Ze moeten ordelijk werken en zullen hulpmiddelen, zoals mesjes, op een veilige manier moeten gebruiken. Ze moeten voorzichtig zijn met de elektronische onderdelen zoals sensoren en leds, opdat die niet zouden stukgaan. (06.24).

Duurzaamheid kan kort aangehaald worden, omdat leerlingen geacht worden om materiaal te hergebruiken. Achteraf worden de robots weer afgebroken en worden de onderdelen opnieuw in de kit gestopt, om andere groepen de kans te geven om met dit project aan de slag te gaan.

Als het project samen met het vak Beeld wordt uitgevoerd kan er ook aan minimumdoelen van cultureel bewustzijn gewerkt worden. (16.04 - 16.05).

In het lesmateriaal zitten instructievideo's. De leerlingen zouden i.v.m. informatieverwerking als opdracht kunnen krijgen om een flowchart aan te vullen die de gegeven instructies stap voor stap weergeeft. Deze opdracht kan ook gegeven worden als een flipping-the-classroom opdracht. Bij deze opdracht passen de leerlingen het concept decompositie van computationeel denken toe. (13.04 - 04.05). Ze passen ook het principe sequentie van programmeren toe.

Aan de leerlingen zou ook de opdracht kunnen gegeven worden om bepaalde informatie die ze op de fiches terug kunnen vinden, te verwerken, bijvoorbeeld om de sensoren en actuatoren aanwezig op hun eigen robot voor te stellen op een interactieve poster (zoals met ThingLink) en aan te vullen met info van op de fiches. (04.02 - BG 04.02 - 13.04).

## **9. Testen met de fysieke robot en problemen aanpakken**

Bij het bouwen en programmeren zullen de leerlingen geconfronteerd worden met verschillende problemen die opduiken, en moeten worden opgelost voordat ze verder kunnen gaan met construeren.

- De leerlingen testen hun programma in de simulator. Ze ontdekken eventuele fouten en gaan systematisch te werk om de fouten te verhelpen. (04.05 - 06.23 - 15.02).

Testen en debuggen maken deel uit van dit project, wat een iteratief proces is (04.05 - 06.23). Bij de overgang van de simulator naar de fysieke robot treden vaak ook praktische problemen op, zoals slecht bevestigde of te zware componenten, foute schakelingen of een losgekomen bedrading. Ook hier zullen leerlingen op een systematische manier op zoek moeten gaan naar de oorzaak van de foutieve werking, en vervolgens het probleem moeten aanpakken en oplossen. Ze zullen daarbij rekening moeten houden met de vereisten waaraan hun robot moet voldoen om het technisch probleem op te lossen. (06.23 - 06.28 - 15.02). De overzichten van sensoren en actuatoren kunnen daarbij een houvast zijn. (13.04).

## 10. Evaluatie van de robot

Als de robot klaar is, moeten de leerlingen nog een laatste keer evalueren.

- De leerlingen gaan na of hun robot voldoet aan hun eigen gekozen vereisten en de vooropgestelde criteria. (06.23).

## 11. (Eventueel) Zaken toevoegen in de simulator - testen - idem fysieke robot - testen - evalueren

- Als er nog tijd over is, dan kunnen de leerlingen nog extra functionaliteiten aan hun robot toevoegen. (15.02 - 06.28).

## 12. Zelfevaluatie

Bouw ook een moment van zelfevaluatie in over het proces.

- De leerlingen doen aan zelfevaluatie. Ze formuleren schriftelijk een verbeterpunt. (13.01 - 13.02 - 02.10 - BG 02.02).

*De zelfevaluatie kan bijvoorbeeld gebeuren onder de vorm van een rubric.*

## 13. Afsluiter - Creatieve opdracht

We moedigen het aan om het project af te sluiten met een creatieve opdracht, zoals het organiseren van een tentoonstelling, het opnemen van een filmpje, een schrijfofdracht of het maken van een animatiefilmpje/stripverhaal 'storytelling', het geven van een presentatie die een verhaal vertelt.

- De leerlingen vervullen een creatieve opdracht. (02.04 - BG 02.03 - 15.02).

## 14. Klasgesprek

De leerlingen krijgen bij de inleiding van dit project concrete voorbeelden te zien van de technologisering van de samenleving waaronder de arbeidsmarkt: Wat zijn sociale robots? Waar worden sociale robots ingezet of kunnen ze worden ingezet? (07.04).

Ze kunnen daarover in discussie gaan aan de hand van 10 stellingkaarten. Het inzetten van sociale robots als gezelschap voor ouderen is een mogelijk voorbeeld om de ethische aspecten, die opduiken bij nieuwe technologieën, ter sprake te brengen. (07.04).

Bovendien kan hier kort ter sprake komen wat de ontwikkelingen in het domein van de artificiële intelligentie kunnen betekenen voor het domein van de sociale robotica. Concrete voorbeelden kunnen gegeven worden, zoals spraakherkenning en gezichtsherkenning. (07.04).

Deze klasgesprekken kunnen op meerdere momenten binnen het project plaatsvinden.

- Een klasgesprek over de ethische aspecten die gepaard gaan met sociale robots. (07.04 - 02.04 - 02.06 - 02.08 - 02.10 - BG 02.01 - BG 02.02 - BG 02.03).
- De leerlingen kunnen ook in groepjes van vier of vijf met elkaar over bepaalde stellingen discussiëren. (07.04 - 02.04 - 02.06 - 02.08 - 02.10 - BG 02.01 - BG 02.02 - BG 02.03).
- Een klasgesprek over het inzetten van sociale robots in bepaalde sectoren, bijvoorbeeld de zorg en de auto-industrie. (15.01 - 07.04 - 02.04 - 02.06 - 02.08 - 02.10 - BG 02.02 - BG 02.03).
- Optioneel: klasgesprek over gepeste robot. (07.02 - 07.03 - 07.04 - 02.04 - 02.06 - 02.08 - 02.10 - BG 02.02 - BG 02.03).

*In de projectlessen kunnen sociale robots die in de maatschappij aanwezig zijn of zullen zijn aan bod komen (bijvoorbeeld sociale robots in de maatschappij, bijvoorbeeld in de verkoop, onthaal in de horeca of luchthavens, in de zorg). Er kan worden bediscussieerd of er een nood aan de basis ligt van het ontwikkelen van deze robots (bijvoorbeeld goedkope werkkrachten, nooit ziek, moeten niet slapen, vergrijzing, werken sneller, gevaarlijk werk, knelpuntberoepen). Nieuwe technologieën hebben soms onverwacht een veel grotere impact dan oorspronkelijk ingeschat, dat was ook zo met de gsm en met het internet. Zal het ook zo zijn met digitale assistenten, chatbots en de andere sociale robots? Dus in dit kader kan de relatie tussen behoeften en ontwikkeling gelegd worden en zowel de negatieve als de positieve impact van ontwikkelingen kunnen bekeken worden. (07.04).*

*A.d.h.v. tien stellingkaarten over de aanwezigheid van sociale robots in de maatschappij kunnen een klasdiscussie en discussies in groep gehouden worden. (BG 02.01 - BG 02.02 - BG 02.03 - 07.04).*

*Men kan een klasdiscussie houden over in welke sectoren in de toekomst sociale robots waarschijnlijk zullen worden ingezet en welke beroepen daar dan mee geconfronteerd zullen worden. Zo verduidelijkt men ook de doorstroommogelijkheden in studie en naar latere beroepen (talentontdekking). (15.01).*

*De robot Knightscope (zie handleiding) rijdt rond in een shopping mall om onregelmatigheden te detecteren en te melden. Deze robot wordt soms gepest. Er worden bijvoorbeeld dingen naar hem gegooid of hij wordt uitgescholden. Als er aandacht wordt besteed aan de gepeste robot in de shopping mall, kan er een klasdiscussie rond bijvoorbeeld pesten aan bod komen. (07.02 - 07.03).*

*Interdisciplinaire teams onderzoeken wat we kunnen doen aan het uiterlijk, het gedrag, of hetgeen de robot zegt, om het gepest te voorkomen. (07.04).*

## STEM-concepten

### Verduidelijking:

- Patronen
  - invoer - verwerking - uitvoer
  - uitlezen van meetwaarden sensor op scherm
- Model
  - in het simulatieveld wordt een model gemaakt van de robot, en de uitvoer van het programma wordt gesimuleerd in de simulator
- Systemen
  - de robot is een technisch, digitaal en informatieverwerkend systeem
- Oorzaak - gevolg
  - invoer - verwerking - uitvoer
  - de omgevingsfactoren bepalen welke handelingen de robot zal uitvoeren
- Stromen (energie - informatie)
  - a.d.h.v. kleine experimenten met de Dwenguino worden energieomzettingen geïllustreerd
  - stromen van gegevens die overeenkomen met omgevingsfactoren worden door de rekeneenheid verwerkt
- Schaal - verhouding
  - a.d.h.v. de hardware kan dit worden geïllustreerd: een gewone lamp is veel groter dan een ledlampje op de Dwenguino; de transistor voor de buzzer op de Dwenguino is veel groter dan de tienduizenden transistoren in de microcontroller, die zelf groter zijn dan de miljarden transistoren in de processor van een computer.



## Minimumdoelen

Bron: <https://onderwijsdoelen.be>

### Digitale competentie en mediawijsheid - A-stroom

#### Zeker:

04.02 De leerlingen gebruiken doelgericht basisfunctionaliteiten van toepassingen om digitale inhouden te creëren.

04.03 De leerlingen gebruiken doelgericht basisfunctionaliteiten van toepassingen om digitale inhouden te beheren aan de hand van een aangereikte structuur.

04.05 De leerlingen ontwerpen doelgericht een digitaal en niet-digitaal algoritme volgens de principes van computationeel denken en debuggen het.

BG 04.02 De leerling gebruikt doelgericht basisfunctionaliteiten van toepassingen om digitale inhouden te creëren.

BG 04.03 De leerling gebruikt doelgericht basisfunctionaliteiten van toepassingen om digitale inhouden te beheren aan de hand van een aangereikte structuur.

#### Mogelijk:

04.01 De leerlingen gebruiken doelgericht basisfunctionaliteiten van toepassingen om digitaal te communiceren.

04.04 De leerlingen passen ethische, sociale en legale regels toe bij het gebruiken van digitale technologie.

BG 04.01 De leerling gebruikt doelgericht basisfunctionaliteiten van toepassingen om digitaal te communiceren.

### Competenties inzake cultureel bewustzijn - A-stroom

#### Mogelijk:

16.04 De leerlingen lichten toe hoe een kunstwerk vanuit vorm en inhoud betekenis geeft.

16.05 De leerlingen doorlopen een artistiek-creatief proces vanuit verbeelding.

### Competenties inzake wiskunde, exacte wetenschappen en technologie A-stroom

#### Zeker:

06.02 De leerlingen voeren met functioneel gebruik van ICT eenvoudige berekeningen uit met gehele getallen, decimale getallen, breuken, procenten en verhoudingen in betekenisvolle contexten.

06.22 De leerlingen analyseren principes van de bouw en werking van technische systemen, hun deelsystemen, onderdelen en hun onderlinge samenhang in een energiesysteem en een informatieverwerkend systeem en in minstens 1 van de volgende systemen: een constructiesysteem, een transportsysteem en een biotechnische systeem.

06.23 De leerlingen doorlopen een technisch proces om een technisch systeem te realiseren vanuit behoefte(n) en criteria.

06.24 De leerlingen werken op een veilige en duurzame manier met materialen, organismen, stoffen en technische systemen.

06.26 De leerlingen gebruiken gepaste grootheden en eenheden in een correcte weergave.

06.28 De leerlingen ontwerpen een oplossing voor een probleem door wetenschappen, technologie of wiskunde geïntegreerd aan te wenden.

BG 06.02 De leerling gebruikt maatgetallen en eenheden van grootheden in betekenisvolle contexten.

BG 06.03 De leerling gebruikt informatie uit eenvoudige tabellen en diagrammen in betekenisvolle contexten.

#### Mogelijk:

06.01 De leerlingen ordenen gehele getallen, decimale getallen en eenvoudige breuken in betekenisvolle contexten.

06.19 De leerlingen beschrijven energieomzettingen aan de hand van voorbeelden uit het dagelijkse leven.

06.27 De leerlingen passen een wetenschappelijke methode toe om vragen te beantwoorden.

### Competenties in het Nederlands

#### Zeker:

02.03 De leerlingen selecteren relevante informatie bij het lezen en beluisteren van teksten.

02.06 De leerlingen nemen doelgericht deel aan eenvoudige mondelinge en schriftelijke interactie.

BG 02.03 De leerling neemt doelgericht deel aan eenvoudige mondelinge en schriftelijke interactie.

#### Mogelijk:

02.04 De leerlingen spreken en schrijven doelgericht in eenvoudige communicatieve situaties.

02.08 De leerlingen zetten eerder en nieuwverworven woordenschat in ter ondersteuning van hun communicatieve handelingen.

02.10 De leerlingen passen inzicht in taalgebruik toe ter ondersteuning van hun communicatieve handelingen.

02.11 De leerlingen geven overeenkomsten en verschillen aan in taaluitingen, tussen standaardtaal en regionale taalvariëteiten en tussen talen.

BG 02.01 De leerling haalt bij het lezen en luisteren doelgericht het onderwerp en relevante

informatie uit niet-fictionele teksten.

BG 02.02 De leerling spreekt en schrijft doelgericht in eenvoudige communicatieve situaties.

### **Leercompetenties A-stroom**

Zeker:

13.03 De leerlingen gebruiken school- en vaktaal.

13.04 De leerlingen zoeken doelgericht informatie in diverse bronnen en verwerken die op een kritische en systematische manier.

Mogelijk:

13.01 De leerlingen reflecteren over het eigen leerproces en sturen het doelgericht bij.

13.02 De leerlingen zetten (meta)cognitieve leer- en regulatiestrategieën in om zich leerinhouden eigen te maken.

### **Competenties inzake ondernemingszin - A-stroom**

Zeker:

15.02 De leerlingen genereren creatieve ideeën om een probleem op te lossen en bespreken de uitvoerbaarheid ervan aan de hand van criteria.

Mogelijk:

15.01 De leerlingen doorlopen bewust hun studie- of beroepskeuzeprocessen.

### **Competenties inzake duurzaamheid - A-stroom**

Mogelijk (betreffende het aspect duurzaamheid):

06.24 De leerlingen werken op een veilige en duurzame manier met materialen, organismen, stoffen en technische systemen.

### **Competenties inzake burgerschap - A-stroom**

Zeker:

07.04 De leerlingen gaan geïnformeerd, beargumenteerd en constructief in dialoog over maatschappelijke thema's.

Mogelijk:

*07.02 De leerlingen reflecteren over het relationele, gelaagde en dynamische karakter van identiteit.*

*07.03 De leerlingen lichten toe hoe verschillende vormen van diversiteit verrijkend en uitdagend zijn voor het samenleven.*

### **Sociaal-relatieve competenties - A-stroom**

Zeker:

*05.01 De leerlingen gaan respectvol en constructief met anderen in interactie rekening houdend met elkaars grenzen.*

Versie 10 september 2024

Auteur: Natacha Gesquière

Met dank aan Sabine Vandergheynst

<https://www.dwengo.org/socialerobot>