

Lesmap Improbotics

Samengesteld door:

Ben Verhoeven (ERLNMYS) & Natacha Gesquière (AI Op School, Dwengo vzw)



HALLO, IK BEN ALEX!

Ik ben een van de acteurs in de geïmproviseerde theatervoorstelling Improbotics. Aan de hand van lerende artificiële intelligentie en spraaksoftware maak ik zelf theater.

Maar kan een robot wel creatief theater maken voor mensen?

Improbotics is het resultaat van een internationale samenwerking tussen taalkundigen, computerwetenschappers en theatermakers. Wat in Engeland begon als een klein experiment in 2017 is inmiddels uitgegroeid tot een internationaal theaterfenomeen. ERLNMYS haalt deze bijzondere voorstelling voor het eerst naar België, speciaal voor de tweede en derde graad van het secundair onderwijs.



We willen graag zoveel mogelijk mensen warm maken voor wetenschap en techniek.

Daarom brengen we deze lesmap uit onder Creative Commons.

Deze licentie geldt echter niet voor de foto's en afbeeldingen.

Improbotics werd mogelijk gemaakt met steun van de Vlaamse Overheid en EZ-Robot. Deze voorstelling wordt in Vlaanderen als schoolvoorstelling verdeeld door [Technopolis](#).



De voorstelling van Improbatics is improvisatietheater. Dat betekent o.a. dat de teksten niet op voorhand zijn vastgelegd.

Hieronder vind je het schema van hoe de interactie tussen robot en mens in de voorstelling werkt.

Een fragment uit de show zou kunnen zijn:

Acteur: **Gefeliciteerd mevrouw, het is een zoon.**

Alex/cyborg: **Hij is dus een verrader?**



ACTEUR: **Gefeliciteerd mevrouw, het is een zoon.**

↓
Operator typt deze zin in op computer.



Vertaalssoftware: Deze software kan automatisch een tekst van de ene taal naar een andere taal omzetten.

Hij heeft deze omzetting geleerd met machinaal leren: technieken uit de artificiële intelligentie waarbij systemen leren uit voorbeelden.

↓
VERTAALSOFTWARE zet Nederlandse zin automatisch om in Engelse **Congratulations madam, it is a son.**

↓
TAALMODEL GPT-2 (Engelse chatbot) krijgt de Engelse zin als input. Chatbot genereert mogelijke antwoordzinnen:

- **Do you want to hug your mother?**
- **So he is a traitor?**
- **Darling.**
- **Yes, my friend and I laugh.**

Taalmodel GPT-2: Het computationeel taalmodel GPT-2 is software die zelf tekst kan genereren op basis van eerdere tekst, bijvoorbeeld als reactie in een gesprek. Zo'n taalmodel wordt gemaakt door enorme hoeveelheden tekst (verzameld op het world wide web) eveneens te verwerken met machinaal leren-technieken.

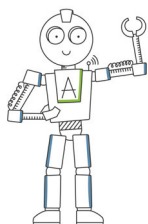
↓
Vertaalssoftware zet Engelse antwoordzinnen om in Nederlandse:

- **Wil je je moeder omarmen?**
- **Hij is dus een verrader?**
- **Schat.**
- **Ja, lachen de vriendin en ik.**

Spraaksynthese: Spraaksynthese is een onderzoeksgebied binnen AI met als doel het ontwikkelen van software om de menselijke spraak zo goed mogelijk te benaderen. Dat vereist veel aandacht voor intonatie en verstaanbaarheid.

↓
Operator kiest een antwoord, bv. **Hij is dus een verrader?.**

↓
De zin wordt door SPRAAKSYNTHESE omgevormd tot geluid.



Robot zegt **Hij is dus een verrader?.**

↓
In de show krijgt ofwel de robot Alex, ofwel de computergestuurde acteur (cyborg) de tekst door van de operator.



Cyborg zegt **Hij is dus een verrader?.**

Alex is een sociale robot.

Sociale robots zijn robots die kunnen communiceren met mensen. Ze worden in onze samenleving in uiteenlopende gedaanten ingezet in verschillende sectoren, zoals de zorgsector en de horeca. Alex communiceert vooral door te spreken: er wordt automatisch getypte tekst gegenereerd en Alex maakt dan gebruik van spraaksynthesoftware (tekst naar spraak) om die tekst uit te spreken.

Sociale robotica is een interdisciplinair domein. Ingenieurs voor de elektronica en mechanica, computerwetenschappers, psychologen, sociologen, taalkundigen, productvormgevers ... hebben allen hun nodige inbreng bij het maken van een sociale robot en hoe men die sociale robot goed kan laten functioneren. De robot moet efficiënt zijn in het vervullen van zijn taken, maar moet ook aangenaam zijn in de omgang. Er is kennis nodig over verschillende domeinen: het gedrag van mensen wanneer ze interageren met een robot, de technische kant van een robot, de esthetiek ...

Dankzij de ontwikkelingen in de robotica en het onderzoek naar de interactie tussen mens en robot zal er op het vlak van sociale robots meer mogelijk worden in de toekomst.

Een robot is niet gewoon een computer op wielen. Een robot neemt de wereld rondom zich waar en handelt navenant. Afgaande op zijn waarnemingen beslist hij welke acties hij zal ondernemen. Een fysieke robot heeft een lichaam met mechanische onderdelen en beschikt over hardware en software. Dit alles zal bepalen wat de robot kan, hoe hij eruitziet en welke verwachtingen dat schept, en hoe hij met zijn omgeving en de mensen erin kan interageren.

Het uiterlijk van de robot schept verwachtingen. Als de robot die verwachtingen niet waarmaakt, dan leidt dat tot teleurstelling bij de gebruiker. Mensen vinden robots die eruitzien als mensen meestal leuk. Maar een robot mag ook niet teveel op een mens lijken, want dan vinden ze hem helemaal niet leuk meer. Het feit dat mensen zo op robots reageren is uitgebreid onderzocht. Men verwijst naar dit fenomeen met the Uncanny Valley. Hoe meer een robot op een mens lijkt, hoe meer menselijke gedragingen men hem zal toedichten,

bijvoorbeeld ook het tonen van emoties, en hoe groter de kans dat de robot die verwachting niet waarmaakt. Een sociale robot interageert met mensen en zal vaak emoties simuleren, dat kan bijvoorbeeld via gelaatsmimiek, gebaren en het gebruik van bepaalde kleuren en geluiden. Een sociale robot heeft geen echte emoties, hij wekt enkel de indruk op er te hebben. Het is geen noodzaak dat een sociale robot emoties 'toont', maar het vergemakkelijkt wel de interactie tussen mens en robot.

Door kunstmatige intelligentie (KI) of artificiële intelligentie (AI) aan te wenden bij het programmeren van een sociale robot, kan men ervoor zorgen dat de robot beter kan horen en zien, een taal kan 'begrijpen' en spreken. Neurale netwerken hebben ervoor gezorgd dat computers met taal kunnen omgaan. Google Translate maakt er bijvoorbeeld gebruik van, en ook de chatbots die her en der opduiken. Dankzij deze netwerken werd ook grote vooruitgang geboekt op het gebied van beeldherkenning. Facebook herkent er mensen op foto's mee. In parkeergarages wordt het gebruikt voor nummerplaatherkenning. Om een robot aan te leren wat sociale interactie is, kan men bijvoorbeeld beslissingsbomen gebruiken, een ALS-DAN structuur. Maar ook hier zouden neurale netwerken kunnen ingezet worden. Helaas zijn er niet altijd voldoende voorbeelden voorhanden van de interactie tussen robots en mensen, en deze voorbeelden zijn wel onmisbaar om een training van een neuraal netwerk te kunnen doen.

Alex is een sociale robot die ook kan chatten met het publiek. Wanneer de interactie met de gebruiker beperkt is tot het uitwisselen van tekstberichten, dan kan men spreken van een chatbot. Strikt genomen zijn chatbots softwaresystemen die kunnen interageren met mensen via getypte tekstboodschappen, geautomatiseerde digitale systemen waarmee je in dialoog kunt treden. Dit gebeurt via spontane tekst in natuurlijke taal. Alex is een sociale robot waarmee je kan spreken. Om dit te realiseren zal bij Improbatics een operator de tekst van Alex' medespelers intypen om die te kunnen

doorgeven aan een AI-systeem. Alex maakt in die zin dus ook gebruik van chatbotfunctionaliteit. Het manueel ingeven van de berichten kan men in principe omzeilen door spraakherkenningstechnologie (spraak naar tekst) te gebruiken. Dit werkt reeds zeer goed voor Engelse spraakberichten, maar is nog iets te beperkt voor deze toepassing in het Nederlands. Bij Improbatics is dat wel een mogelijke piste voor de toekomst.

Alex maakt gebruik van het geavanceerd 'machinaal leren'-model GPT-2 dat zelf tekst genereert. Tijdens het toneelstuk krijgt het systeem de gesproken tekst dus aangeboden als getypte tekst, vertaald naar het Engels via Google Cloud Translation. GPT-2 genereert dan onmiddellijk meerdere teksten. Deze teksten worden eerst weer automatisch vertaald en naar de operator van de show gestuurd. Deze operator kiest dan zo snel mogelijk de meest geschikte tekst. De gekozen tekst wordt daarna naar Alex gestuurd en omgezet naar gesproken tekst spraaksynthesesoftware (tekst naar spraak). Spraaksynthese is een onderzoeksgebied binnen AI met als doel het ontwikkelen van software om de menselijke spraak zo goed mogelijk te benaderen. Dat vereist veel aandacht voor intonatie en verstaanbaarheid.

Merk op dat voor het vertalen een internetverbinding nodig is. Er werd gekozen voor een verbinding via 4G, om niet afhankelijk te zijn van de internetverbinding van de theaterzaal.

Natural Language Processing is het domein waar taal en AI-technologie samenkomen. Natuurlijke taal is de taal die mensen gebruiken om te communiceren. AI-systemen die taal verwerken, zijn niet in staat met

natuurlijke taal te werken. Deze systemen moeten de teksten aangereikt krijgen in een numerieke vorm. De woorden in een tekst worden daarom eerst omgezet naar vectoren. Een vector kan gezien worden als een rij van getallen. GPT-2 is een taalmodel dat getraind werd met technieken uit machinaal leren. Dit betekent dat het GPT-2 heeft geleerd uit voorbeelden; GPT-2 is een computationeel taalmodel. Voor deze voorbeelden werd een gigantische dataset gegenereerd, door met een robot webpagina's te verzamelen. Deze robot surfte op het internet door hyperlinks op Reddit te volgen, hyperlinks naar webpagina's die door veel Reddit-gebruikers gemarkeerd waren als interessant, leerrijk, of grappig.

Deze dataset bevat heel veel woorden en heeft dus geleid tot heel veel rijen van getallen. In deze getallen heeft men zoveel mogelijk informatie over de woorden proberen te vangen. Om de rij getallen die een bepaald woord vertegenwoordigen te bepalen, wordt rekening gehouden met de betekenis van het woord, welke andere woorden er in veel zinnen samen met het woord voorkomen, de plaats van het woord in een zin, de context van een zin waarin het woord staat. Gelukkig moeten deze vectoren niet manueel aangemaakt worden; dat gebeurt met een neurale netwerk.

GPT-2 is in staat een tekst aan te vullen op basis van de tekst die ervoor komt, of zoals in de show tekst genereren binnen een conversatie. GPT-2 kan ook vragen beantwoorden over de inhoud van een tekst en een tekst samenvatten. GPT-2 kan dus heel wat. De keerzijde van de medaille is dat de training van GPT-2, waarbij zoveel data verwerkt moesten worden, heel veel energie vergde.

Benieuwd naar meer? Bekijk dan eens de handleiding en het lesmateriaal van de projecten "Sociale robot", 'Chatbot' en 'AI in de kunst' van [AI Op School](#).

Bronnen

- Radford, A., Wu, J., Child, R., Luan, D., Amodei, D., & Sutskever, I. (2019). *Language Models are Unsupervised Multitask Learners*.
- Gesquière, N., Neutens, T., Van de Staey, Z., & wyffels, F. (2020). *Hallo robot!* Dwengo vzw.

Discussievragen: Bespreek in een klasgesprek of groepswork.

- Iedereen die een smartphone of computer heeft, kan daar tegen spreken (denk aan Siri of Google Assistant). Gebruiken jullie deze ook? Hoe voelt dat? Begrijpt hij jou en antwoordt hij?
- Wie heeft er zelf al technologie in huis waar hij tegen kan spreken? Bijvoorbeeld Alexa of Google Home.
- Welke andere chatbots ben je al tegengekomen? Vind je het prettig om ermee te communiceren?
- Vind jij dat de chatbot Alex er goed in slaagde om mee te spelen in de scènes? Waarom wel of niet?
- Klonk de robot qua taalgebruik zoals een mens? Wat waren de gelijkenissen en verschillen met de andere chatbots die je kent?
- Wat vind je van het uiterlijk van Alex? Vind je hem er leuk uitzien?
- Kon je altijd merken wie de cyborg was of vergat je dit soms? Kon je je goed in de scènes inleven?
- GPT-2 genereert steeds meerdere teksten, waaruit een van de medewerkers van Improbatic dan onmiddellijk de meest geschikte kiest. Waarom denk je dat dit gebeurt? Waarom wordt de eerste gegenereerde tekst niet onmiddellijk naar Alex of het oortje van de cyborg gestuurd?
- Vind je dat artificiële intelligentie een plaats verdient in de kunsten of in het theater? Waarom wel of niet?
- Inspireert deze voorstelling jou om meer te willen weten over artificiële intelligentie?

Opdracht: Probeer enkele chatbots uit.

Kan je de limieten van zulke systemen ontdekken door ermee te spreken? Welke chatbot is beter of leuker?

1. Kenniscentrum Data & Maatschappij:
<https://data-en-maatschappij.ai/nieuws/de-chatbot-van-het-kenniscentrum-data-maatschappij>
2. Siri, Alexa of Google Assistant: gesproken.
3. Klantendienst bv. [bol.com](https://www.bol.com)

Opdracht: Probeer enkele automatische vertaalsystemen uit, zoals:

1. Google Translate
<https://translate.google.com/>
2. DeepL
<https://www.deepl.com/>
3. EU Council Presidency translator
<https://presidencymt.eu/>

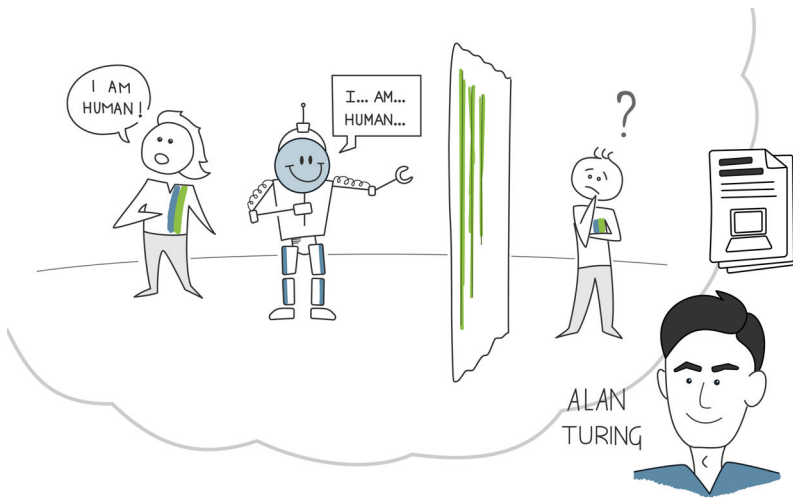
Welk vertaalsysteem verkies je en waarom?

TURINGTEST

Wat is de Turingtest?

In 1950 vroeg de Britse wiskundige Alan Turing zich af of een machine er in een conversatie zou kunnen in slagen een mens te doen geloven dat zij een mens is. Bij de Turingtest stelt een mens vragen aan een ongekende partij in een andere kamer, die zowel een mens als een machine kan zijn, om dan te besluiten of die een mens is of niet. Een machine die wordt aangezien als een mens, slaagt in de Turingtest. Hiermee gaf Turing een eerste aanzet tot het onderzoeksdomein dat we nu kennen als kunstmatige intelligentie (KI of AI).

Eigenlijk is dit een experiment om te zien of een machine menselijk intelligent gedrag kan vertonen, wat niet betekent dat de machine even intelligent zou zijn als een mens.

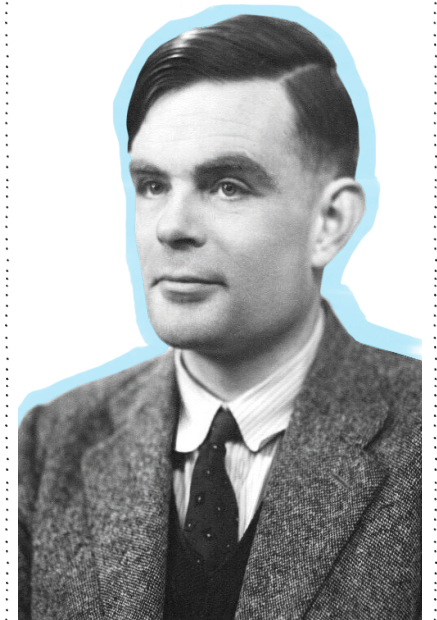


Biografie Alan Turing

Alan Turing (1912 - 1954) was een Britse wiskundige en computerwetenschapper. Hij legde de basis voor de moderne computers en dacht ook al na over artificiële intelligentie. Hij studeerde wiskunde aan de universiteit van Cambridge en doctoreerde in de logica.

Tijdens de Tweede Wereldoorlog werkte hij samen met zijn team in Bletchley Park bij de Britse geheime crypto-analytische dienst. Ze slaagden erin om met een zelfgebouwde machine, genaamd The Bombe, de code van de Enigma-machine te breken waarmee het Duitse leger zijn berichten versleutelde. Hierdoor is de Tweede Wereldoorlog vermoedelijk met zo'n twee jaar ingekort.

Turing genoot echter geen heldenstatus, maar werd vervolgd omwille van zijn homoseksualiteit. Hij stierf op jonge leeftijd, vermoedelijk door zelfdoding. Hij kreeg postuum eerherstel in 2013 en sinds 2021 prijkt zijn hoofd op de huidige biljetten van 50 pond.



BY ELLIOTT & FRY
BROMIDE PRINT, 29 MARCH 1951
NPG X27078
© NATIONAL PORTRAIT GALLERY,
LONDON

Opdracht: Organiseer een Turingtest in groepjes van drie, of als demo voor de klas.

Een leerling is de proefpersoon die via twee chatvensters met andere leerlingen gaat chatten. Je kan hiervoor je eigen voorkeur van chatsysteem gebruiken, ELIZA is een van de mogelijkheden.

Eén van de chatters mag zelf typen wat hij of zij wil, maar de opdracht is net als bij ELIZA een luisterend oor te zijn voor de proefpersoon en in correcte Nederlandse volzinnen te schrijven.

De tweede chatter kopieert telkens de zin van de proefpersoon naar ELIZA en kopieert het antwoord van ELIZA terug naar het chatscherm. Werk bv. met CTRL-A (selecteer alles), CTRL-C (kopieer), en CTRL-V (plak) om even snel te kunnen werken als de andere chatter die zelf typt.

De proefpersoon weet op voorhand niet wie van de twee door de computer gestuurd wordt, maar probeert deze wel te ontmaskeren. Als de computer niet ontmaskerd wordt, dan slaagt die in de Turingtest.

Een versie van ELIZA in het Nederlands vind je op <https://www.eclecticenergies.com/nederlands/psyche/eliza>.

```
Welcome to
          EEEEE LL      IIII ZZZZZZ  AAAA
          EE      LL      II      ZZ  AA  AA
          EEEEE LL      II      ZZ  AAAAAA
          EE      LL      II      ZZ  AA  AA
          EEEEE LLLLLL IIII ZZZZZZ  AA  AA

Elisa is a mock Rogerian psychotherapist.
The original program was described by Joseph Weizenbaum in 1966.
This implementation by Norbert Landsteiner 2005.

ELIZA: Is something troubling you ?
YOU:  Men are all alike.
ELIZA: What is the connection, do you suppose ?
YOU:  They're always bugging us about something or other.
ELIZA: Can you think of a specific example ?
YOU:  Well, my boyfriend made me come here.
ELIZA: Is it important to you that your boyfriend made you come here ?
YOU:  He says I'm depressed much of the time.
ELIZA: I am sorry to hear that you are depressed.
YOU:  It's true. I am unhappy.
ELIZA: Can you explain what made you unhappy ?
YOU:  █
```

De meest eenvoudige chatbots, waaronder de eerste chatbots zoals ELIZA, zijn regelgebaseerde systemen. Bij zulke chatbots zijn verschillende scenario's expliciet geprogrammeerd. Dit leidt automatisch tot beperkingen waardoor gebruikers zich moeten aanpassen aan de limieten van het systeem. Zulke chatbots zijn vaak niet populair. Moderne chatbots maken gebruik van Natural Language Processing en met deep learning herkent een chatbot wel al vragen met een soortgelijke inhoud.

In de jaren 60 van de vorige eeuw ontwierp Weizenbaum de software ELIZA aan het Massachusetts Institute of Technology (MIT). Met ELIZA kon een intakegesprek van een nieuwe patiënt bij een Rogeriaanse psychotherapeut worden nagespeeld. Zulke therapeuten nemen een passieve rol op en bouwen hun vragen aan de patiënt zo op dat ze de antwoorden van de patiënt erin verwerken. Als dat voor het systeem niet mogelijk was, kon ELIZA ook nog putten uit voorziene standaardvragen (Güzeldere & Franchi, 1995). ELIZA kan beschouwd worden als de eerste chatbot.

Benieuwd naar meer? Bekijk dan eens de handleiding en het lesmateriaal van de projecten 'Sociale robot', 'Chatbot' en 'AI in de Kunst' van [AI Op School](#).

Bronnen

- Alan Turing. (2012, 12 maart). In Wikipedia. https://nl.wikipedia.org/wiki/Alan_Turing
- Dooms, A. (2019, 29 augustus). Eerherstel voor de kraker van de Enigma-code. *Eos Blogs*. <https://www.eoswetenschap.eu/geschiedenis/eerherstel-voor-de-kraker-van-de-enigma-code>
- Stichting Internationale Spinozaprijs. Gabriëls, K. & Dooms, A. (2020, juni). *Lesbrief Alan Turing*. <http://www.spinozalens.nl/lesbrieven/lesbrief-alan-turing>
- ELIZA. (2018) *ELIZA conversation* [Afbeelding]. Publiek domein. Geraadpleegd op 28 juli 2019 via https://commons.wikimedia.org/wiki/File:ELIZA_conversation.jpg
- Güzeldere, G. & Franchi, S. (1995). Dialogues with colorful "personalities" of early AI. *Stanford Hum. Rev.*, 4(2), 161-169.

Extra aanbod van AI Op School

Meer lesmateriaal nodig over artificiële intelligentie?

Wil je dieper ingaan op bepaalde thema's uit de artificiële intelligentie?

Dwengo vzw en de UGent ontwikkelen een leerlijn AI Op School over kunstmatige intelligentie voor het secundair onderwijs. AI Op School is een project dat ontstaan is uit de bekommernis dat leerlingen kunstmatige of artificiële intelligentie moeten kunnen begrijpen en het besef dat er een hiaat is in het curriculum van het secundair onderwijs om hieraan tegemoet te komen.

Het lesmateriaal wordt aangeboden in de vorm van maatschappelijk relevante STEM-projecten en is gelinkt aan de eindtermen en de bestaande leerplandoelen.

Binnen het kader van AI Op School is er ook lesmateriaal beschikbaar over computationeel denken. Naast de leerlijn AI Op School is er ook lesmateriaal om leerlingen te leren programmeren, van grafisch tot tekstueel.

Het reeds ontwikkelde materiaal vind je op

<https://www.aiopschool.be/> en

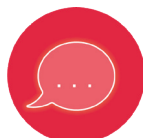
<https://scholen.dwengo.org/>.

AI Op School omvat momenteel deze projecten:



Sociale Robot

'SOCIALE ROBOT' IS EEN VAKOVERSCHRIJDEND STEM-PROJECT VOOR DE EERSTE GRAAD SECUNDAIR ONDERWIJS. IN EEN AANTAL MODULES GAAN LEERLINGEN AAN DE SLAG OM ZELF EEN SOCIALE ROBOT TE ONTWERPEN, GRAFISCH TE PROGRAMMEREN EN TE BOUWEN.



Chatbot

LEERLINGEN VAN DE TWEDE EN DE DERDE GRAAD VAN HET SECUNDAIR ONDERWIJS KRIJGEN INZICHT IN HET DOMEIN VAN NATURAL LANGUAGE PROCESSING. ZE PROGRAMMEREN MET PYTHON EN GAAN AAN DE SLAG MET CHATBOTS EN SENTIMENTANALYSE.



KIKS

'KIKS' IS EEN PROJECT VOOR DE DERDE GRAAD BINNEN EEN CONTEXT VAN BIOLOGIE EN KLIMAATVERANDERING. ER WORDT ONDERZocht HOE PLANTEN ZICH VIA HUN HUIDMONDJES AANPASSEN AAN DE KLIMAATVERANDERING. DE HUIDMONDJES WORDEN GETELD MET EEN NEURAAAL NETWERK VOOR BEELDHERKENNING, GEPROGRAMMEERD IN PYTHON.

De volgende projecten zijn in ontwikkeling:



AI in de Zorg

'AI IN DE ZORG' IS EEN PROJECT VOOR DE TWEDE EN DE DERDE GRAAD, EN GAAT BV. IN OP WELKE AI-SYSTEMEN ER AL GEBRUIKT WORDEN IN DE ZIEKENHUIZEN. DE LEERLINGEN MAKEN DAARBIJ KENNIS MET EEN BESLISSINGSBOOM, EEN VEELGEBRUIKTE TECHNIEK UIT DE MACHINE LEARNING.



AI in de Kunst

'AI IN DE KUNST' IS EEN PROJECT VOOR DE TWEDE EN DE DERDE GRAAD. HOE KAN MEN KUNST MAKEN MET EEN AI-SYSTEEM? IS DAT DAN WEL KUNST? HOE WORDT AI INGEZET OM HET KUNSTPATRIMONIUM TE BESCHERMEN?

Nascholing voor leerkrachten en lerarenopleiders: <https://www.aiopschool.be/agenda/>

Extra aanbod van ERLNMYR

Ook voor de eerste graad secundair onderwijs maakte ERLNMYR een voorstelling. **Hoofdstof** is een interactieve theatervoorstelling die de jongeren nieuwsgierig wil maken naar wetenschap en STEM in al hun facetten.

Wat kan je verwachten?

De voorstelling is opgebouwd als een spelprogramma op televisie, waarbij een wetenschapper geld probeert te winnen voor een belangrijk onderzoeksproject. Daarbij spelen de kennis en deelname van het publiek een belangrijke rol. Enkel als de toeschouwers het juiste antwoord weten, komt de wetenschapper een stapje dichterbij het beoogde budget.

Hoe gaat dat in zijn werk?

Zonder het soms zelf te beseffen hebben jongeren een prachtig staaltje technologisch vernuft in hun broekzak: de smartphone. Met behulp van de handige Hoofdstofapp sturen de leerlingen hun antwoorden door naar de acteurs en mogen zij zelfs mee het verloop van de voorstelling bepalen. Is het een mannelijke wetenschapper met een vrouwelijke presentator, of net andersom? Welke wetenschappelijke thema's komen aan bod in de scènes? Gaat de wetenschapper met het budget aan de haal of leert hij/zij omgaan met teleurstelling en verlies? Uiteindelijk liggen alle beslissingen in handen van de jongeren en hun smartphone. Verwacht je niet aan de klassieke proefjes in deze voorstelling, wel aan een diversiteit aan wetenschappelijke vraagstukken en maatschappelijke discussies afgewisseld met hilarische scènes, dankzij het improvisatietalent van de acteurs.

Kortom:

Wetenschap, technologie, improvisatie en humor? Het komt allemaal samen in Hoofdstof. De kundige maar speelse improvisatie van de acteurs maakt wetenschappelijk onderzoek toegankelijk en relevant, terwijl het virtuoze pianospel het theater een muzikaal jasje geeft. Een wetenschappelijke voorstelling die leerlingen gegarandeerd interesseert, enthousiasmeert en bijblijft!

Hoofdstof wordt aan middelbare scholen aangeboden in het kader van [Technopolis on Tour](#), gericht aan leerlingen in de eerste graad secundair onderwijs. Andere organisaties of festivals kunnen de voorstelling boeken via mail: ben@erlnmyr.be



SPEL: BEN VERHOEVEN, CHARLOTTE DE METSENAERE, ANN CLAES, EN INGMAR DASSEVILLE (IN WISSELENDE BEZETTING)

CONCEPT: BEN VERHOEVEN, CHARLOTTE DE METSENAERE EN INGMAR DASSEVILLE

MUZIEK EN APP: INGMAR DASSEVILLE

SCENOGRAPHIE: ROBIN DECOSTER

DRAMATURGIE: IMRE SPOOR

GRAFISCH ONTWERP: SILKE

BRUSSELMANS

PRODUCTIE: BEN VERHOEVEN – ERLNMYR