

Een overzicht van de pre-modules bestemd ter kennismaking met nlt

Onderdeel van de master-docentenopleiding Science and Education aan de TU Delft is het interdisciplinaire vak: *'het ontwerpen van een educatief product'* t/m 2020 geweest. Dit vak werd gevolgd door studenten natuurkunde, scheikunde, informatica, O&O en wiskunde. Zij ontwierpen hierbij vakoverstijgend lesmateriaal met een sterk interdisciplinair karakter. Soms bleek zo'n uitwerking geschikt als pre-module-nlt.

Voor het Bètasteunpunt Zuid-Holland hebben onze studenten een ruim aantal pré-nlt-modules ontwikkeld. Elk van de pré-modules-nlt heeft als hoofddoel dat leerlingen van de onderbouw havo/vwo kennismaken met (de aard van) nlt.

Graag zien we dat de pre-modules-nlt getest worden in klassen 2 en/of 3. Neem daartoe contact op met Edgar de Wit: e.dewit@tudelft.nl (vaksteunpuntcoördinator nlt Zuid-Holland, Science Education & Communication Delft).

Hieronder treft u een lijst aan met onderwerpen:

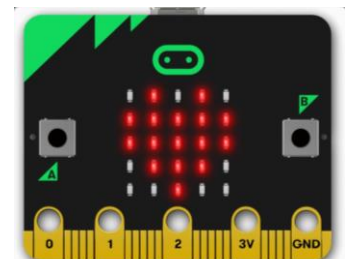
- 1 **Fermischatten**
- 2 **Moord om verandering**
- 3 **Vuurwerk**
- 4 **Zonne-energie**
- 5 **Arduino**
- 6 **Industrieel ontwerpen (IO)**
- 7 **3D-printen**
- 8 **Leren met je hersenen**
- 9 **SpaceX**
- 10 **Aquaponics**
- 11 **Biomimicry, Web-based design**
- 12 **Topsporters in beweging ('En hij staat!')**
- 13 **'Waterberging'**
- 14 **'Een gezond ontbijtje'**
- 15 **'Afval en vervuiling op school'**
- 16 **'Create the Escape!'**

Korte beschrijvingen van de 16 pré-nlt-modules.

16 **'Create the Escape!'**

Een module voor 3 h/v van 16 blokken (40 slu; 8 weken). De leerlingen krijgen op locatie een introductie op wat een escaperoom is door een kijkje achter de schermen te krijgen zodat ze zien wat voor rol programmeren en technologie heeft bij de werking van de escaperoom.

De opdracht van de module is om als klas een escaperoom te ontwerpen. De leerlingen kruipen in het beroep van gamedesigner om een puzzel voor de escaperoom te ontwikkelen. Er wordt gewerkt in groepjes van circa vier leerlingen, die ieder een werkende puzzel ontwerpen en programmeren. In het ontwerp staat het programmeren met de Micro:bit centraal en wordt er



De Micro:bit met hartje op display

een werkend prototype gemaakt. Om de diverse puzzels met elkaar te laten communiceren om uiteindelijk het slot van de escaperoom vrij te spelen, leren de leerlingen programmeren. De context van de diverse puzzels ligt in de diverse schoolvakken van de leerlingen. Zo kan het vak aardrijkskunde, Engels, Nederlands en geschiedenis een rol spelen bij dit vakoverstijgende project.

Omvang: 16 lessen, opt. 2 extra lessen

15 'Afval en vervuiling op school'

In deze module staat vervuiling centraal. Het onderwerp vervuiling is een actueel, urgent en mondiaal probleem van de 21ste eeuw. Het is daarom belangrijk leerlingen te laten ontdekken welke problemen er zijn en wat de omvang er van is. Leerlingen leren over oplossingen en worden uitgedaagd om met oplossingen te komen voor vervuiling in hun eigen omgeving. Grootschalige problematiek wordt daarmee in de belevingswereld van de leerling gebracht.

Het algemene deel van de module start met een hoofdstuk over begripsvorming rond circulaire economie en gaat verder met vervuiling van land, water en lucht.

De module heeft drie mogelijkheden tot verdieping, middels de expertmethode: Bioplastics, zwerfafval en afvalwaterzuivering. Bij bioplastics wordt een bioplastic gemaakt en getest. Bij zwerfafval verzamelen leerlingen afval rond hun school en leren ze over de afbreektijd van de verschillende soorten vuil. In afvalwaterzuivering komt de innovatie *Nereda* aan bod en worden leerlingen uitgedaagd hun eigen innovatie op het gebied van afvalwaterzuivering te ontwerpen. *Omvang: 9 lessen, waarvan 5 algemeen, 1 over samenwerken en pitchen en 3 lessen verdieping.*

14 'Een gezond ontbijtje'

Deze module is geschikt voor vwo 3 leerlingen. Deze module is bedoeld om leerlingen bewuster te maken van keuzes met betrekking tot gezonde voeding én energiegebruik. Hoe vaak hoor je niet dat leerlingen ontbijt overslaan of even snel ontbijten met een zuiveldrinkje? Voor een gezond leven is het belangrijk om een goed voedingspatroon aan te leren en een eerste stap is om jongeren te informeren over voeding.

Er is gekozen voor een fysisch chemische insteek van het onderwerp. Zowel de processen van het bereiden van voedsel (koken en bakken) komen aan bod als de werking van een aantal keukenapparaten (magnetron, oven, waterkoker) en het energiegebruik worden behandeld. Ook wordt dieper ingegaan op voedingsaspecten en daarbij sluiten we aan bij de visie van het voedingscentrum en met name de "schijf van vijf".

Deze pre-nlt-module kent een grote verscheidenheid aan werkvormen, zodat hierdoor een breed palet aan kennis, vaardigheden en leerstijlen bij de leerlingen wordt aangesproken. De vier kernhoofdstukken zijn: Een zachtgekookt ei; Pannenkoeken met een luchtje; Brood daar zit wat in...; Variéthee. Deze hoofdstukken bestaan elk uit 3 lessen. Deze vier kernhoofdstukken zijn in principe onafhankelijk van elkaar (en dus parallel) te geven. Er is geen voorkennis uit een hoofdstuk nodig voor de start van een ander hoofdstuk. *Omvang: 14 lessen, waarvan 2 algemeen en 3 lessen verdieping per hoofdstuk.*

13 'Waterberging'

Een module voor 3 h/v van 8 lessen, uit te breiden met 2 optionele lessen.

Door klimaatverandering stijgt de zeespiegel en valt er meer regen in korte tijd. Om te voorkomen dat straten onderlopen en mensen natte voeten krijgen gaat de leerling in deze module op zoek naar oplossingen om water vast te houden, water te bergen.

De rode draad is dat de leerling een probleem krijgt voorgelegd van zowel vandaag als van de toekomst. De leerling maakt daarbij kennis met technieken om water te bergen en krijgt de mogelijkheid om nieuwe technieken te bedenken. Met de informatie uit de module kan de leerling een oplossing bedenken voor een gesimuleerde probleemsituatie uit de praktijk. Om dit doel te bereiken zijn er verschillende werkvormen gekozen. De leerling werkt aan nieuwe vaardigheden zoals het optimaliseren in Excel en het bouwen/ontwerpen van

meetapparatuur. Voor de docent zijn er een aantal keuzemomenten opgenomen waarbij de docent kan kiezen uit verbredende of verdiepende hoofdstukken. *Omvang:* 8 lessen, opt. 2 extra lessen

12 Topsporters in beweging ('En hij staat!')

Een lesmodule voor 3 vwo over topsport, beweging en voeding.

Deze lesmodule omvat een algemene introductie. Vervolgens zijn er 3 katernen uitgewerkt waarvan de leerlingen er een kiezen:

- 'de sprinter' Usain Bolt,
- 'de wielrenner' Anna v/d Breggen,
- 'de turner' Epke Zonderland.



Deze module betreft een introductie in bewegingswetenschappen, toegepast op de drie bovenstaande bekende sporters. Allerlei olympische medailles zijn behaald door verschillende sporters, en leerlingen zullen deze prestaties analyseren met hun kennis van scheikunde, natuurkunde, wiskunde en een beetje biologie.

De concepten van deze multidisciplinaire module zijn hieronder per vak uitgesplitst:

Natuurkunde: Spierkracht, zwaartekracht, kracht als vector, aangrijpingspunt, krachten diagrammen, 3e wet van Newton, snelheid, plaats-tijd/snelheid-tijd grafieken, rendement. **Scheikunde:** Verbranding glucose, verbrandingswarmte, rendement, energie-inhoud voedsel.

Biologie: Werking spieren, opwekken energie door verbranding, schijf van vijf, voedingsstoffen in voedsel.

Wiskunde: Hoeken, assenstelsels, periodieke functies, parabolen, cirkelbewegingen, normaal verdeling.

De module wordt afgesloten met eindpresentaties in de vorm van een ppt of poster. *Omvang:* 8 lessen

11 Biomimicry, Web-based design

Leerlingen verdiepen zich in de context van architectuur op basis van natuurlijke ontwerpen. In dit geval wordt de inspiratie ontleend aan de kwaliteiten van spinrag. Het ontwerpen van een overkapping van het openlucht theater in het Amsterdamse bos is de eindopdracht, waarin de biotechnoloog, de wiskundige en de natuurkundige zich over buigen. Op basis van hun eigen expertise wordt een morfologische kaart gemaakt, schetsen en een schaalmodel gemaakt van hun ontwerp.



De pré-NLT-module kenmerkt zich door een indeling in drieën;

- in het eerste deel wordt kennism gemaakt met het concept van bouwen aan de hand van voorbeelden uit de natuur;

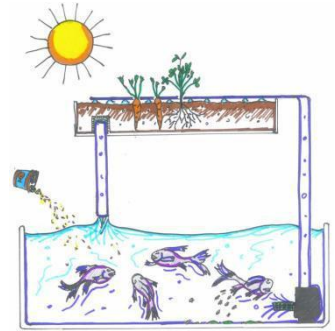
- in het tweede deel kiezen de leerlingen uit drie rollen:

- de biotechnoloog: polymeren en practicum slijm maken;
- de wiskundige: ruimtelijke goniometrie;
- de natuurkundige: krachten, rek en elasticiteit

- in deel drie komen de uitwerkingen van de experts samen tot een ontwerp, op basis van een schets wordt de technische tekening en een maquette gevormd en gepresenteerd. *Omvang:* 8 lessen, incl presentatie.

10 Aquaponics

Het ontwerpen van een technisch systeem waarbij groenten en kruiden gekweekt worden en leven in het water dat verrijkt is met vissenpoep. Die poep bevat C- en N-verbindingen die de planten opnieuw kunnen gebruiken voor hun groei. Waterzuivering vindt plaats middels een filtratielaag en bacteriën filter. Deze bacteriën zetten het afvalmateriaal actief om in nutriënten voor de vissen. Een pompsysteem houdt de verversing (en evt. stroming) in de bak met planten en vissen op peil. De pré-nlt-module kenmerkt zich door een indeling in drieën;



- in het eerste deel wordt kennisgemaakt met het concept van bouwen aan de hand van voorbeelden uit de natuur;

- in het tweede deel kiezen de leerlingen uit drie rollen:

- de ecooloog: nutriënten, keuze voor plantensoort en diersoort
- de ontwerper: keuze voor opstelling, materiaal en type pomp;
- de chemicus: waterkwaliteit, ammonium, pH, C- en N-kringloop.

- in deel drie komen de uitwerkingen van de experts samen tot een ontwerp, op basis van een morfologische kaart en een ontwerpschets worden de rollen middels een poster gepresenteerd.

Omvang: 8 lessen, incl. presentatie.

9 SpaceX

De reis naar Mars, zoals door Elon Musk in zijn SpaceX programma wordt nagestreefd, wordt vanuit meerdere kanten belicht. In deze pré-module voor 3 vwo komen aspecten uit de economie, scheikunde en natuurkunde, lucht- en ruimtevaart, werktuigbouwkunde naar voren. Leerlingen verdiepen zich onder meer nadrukkelijk in '*Het vertrek van aarde*' en de '*Gevaren op weg naar Mars*'.

De module eindigt met een hoofdstuk '*Overleven op Mars*', met daarin de volgende leer-activiteiten:

- Vergelijk Mars met de aarde
- Maak een Marskalender
- Beoordeel ideeën over broeikasgassen genereren op Mars
- Verslagje over de voor- en nadelen van de diverse methodes (ook a.d.h.v. fragment op YouTube)
- Bediscussieer het ontwerp van een stad op Mars > hoe kom je aan eten, drinken, zuurstof etc.



De module-inhoud bestaat uit: 40% theorie, 40% praktijk, 10% practicum, 10% debat.

De beoordeling / toetsing bestaat uit een cijfer voor: inleveropdrachten / poster / debat / ontwerp

Omvang: 10 lessen; maar in de docentenhandleiding staat een voorbeeld om de module op maat te maken en in te korten naar 8 lessen.

8 Leren met je hersenen

Hoe het brein werkt is 'hot'. Het aanleren van hogere mentale functies lijkt steeds meer hand in hand te gaan met meer kennis over de psychologie van het leren.

Deze module omvat drie lesthema's:

- *Intelligentie en IQ:* 8 verschillende intelligenties, zelftest per intelligentiegebied;



- *De bouw van de hersenen*: de meest belangrijke delen worden geïntroduceerd;
- *De psychologie van leren*: informatieverwerking en leergedrag.

Na deze algemene thema's maken de leerlingen twee keuzes uit vier expertgebieden:

- 1] Neurologisch onderzoek & problemen met de hersenen (verlamming en alzheimer)
- 2] Intelligentieverschillen tussen jongens en meisjes (leerlingen moeten zelf data analyseren en hieruit conclusies trekken en aanbevelingen doen, o.a. met een excel-opdracht)
- 3] Misleiding van de hersenen (met nadruk op reclame- en verkoopstrategieën)
- 4] Verschillen tussen leerstrategieën (leerlingen moeten nadenken welke strategieën het beste bij een bepaald vak/bepaald soort toets passen)

Tot slot voeren de leerlingen een klein eigen onderzoekje uit over een aspect van leergedrag.

Beoordeling vindt grotendeels formatief plaats. Voor de expertonderwerpen zijn vier rubrics ontwikkeld, die een cijfer opleveren. Ook het eigen onderzoek wordt m.b.v. een rubric omgezet in een cijfer.

Omvang: 8 lessen, incl. eind-presentatie.

7 3D-printen

Toepassingen van 3D-printers zijn veelzijdig én interessant genoeg heel veelzijdig zichtbaar in de maatschappij. 3D-kunstenaars, bouw- en constructiebedrijven, medisch technisch onderzoekers, museum exposanten, industrieel ontwerpers en technische ontwikkelaars in de revalidatiezorg, maar ook bedrijven die historische beelden en architecturen herstellen zijn volop bezig met de 3D printer. Zelfs culinaire toepassingen zijn al gangbaar.



Speciaal voor scholen die toegang hebben tot 3D-printers en aan het bedenken zijn hoe deze technologie nuttig in te zetten in het gangbare onderwijs, kunnen hiermee aan de slag. De nlt-module voor de bovenbouw 'van IDEE naar 3D' sluit goed aan op deze pre-nlt-module.

De pré-nlt-module kenmerkt zich door een indeling in twee delen;

- in het eerste deel wordt kennisgemaakt met de gangbare werkwijze om tot een 3D-print te komen (TinkerCad, digitaal ontwerp-software, 3D-printer aansturen)
- in het tweede deel staat het proces van een nieuw ontwerp maken als groepsopdracht centraal (samenwerken, samen leren en presenteren).

Omvang: 10 lessen, incl presentatie en evaluatie.

6 Industrieel ontwerpen (IO)

Heeft u weleens een item cadeau gekregen dat u slecht één keer heeft gebruikt en het daarna nooit meer hebt aangeraakt? Wellicht werkte het niet op de juiste manier, was het erg onhandig om te gebruiken, deed het niet wat het moest doen, of was het item na de eerste keer kapot!?

Alles om u heen is ontworpen, aangepast in ontwerp, gemaakt en getest. Desondanks zijn er vaak vele varianten op een ontwerp op de markt, die allemaal dezelfde hoofdtak vervullen. Op details kunnen ze toch heel ander zijn (vormgegeven) en ook sterk variëren in eigenschappen, materiaal en prijs.

Alle lessen van deze module zijn sterk gevarieerd en vormen een rode lijn in het industrieel ontwerpproces. Uw leerlingen doorlopen de stappen van begin van een idee tot aan de



optimalisatie van het ontstane prototype. In dat groepsproces leren de leerlingen divergent te denken en vervolgens juist weer convergent te handelen, zodat er een functioneel prototype ontstaat.

De module kenmerkt zich door gangbare werkwijzen om de creativiteit in het denken te vergroten. Deze divergerende didactiek wordt in de masterstudie Industrieel Ontwerpen veelvuldig beoefend. De nlt-module voor de bovenbouw 'Technisch ontwerpen in de biomedische technologie' sluit zeer goed aan op deze pre-nlt-module.

5 Arduino

De Arduino is vanwege zijn veelzijdigheid en lage kosten bij uitstek een geschikt apparaatje om op school bij leerlingen op praktische manier met elektronica, programmeren en ontwerpen bezig te zijn.

De Arduino duikt op steeds meer plekken op, bijvoorbeeld als onderdeel van 3D printers en robots. De Arduino is een microcontroller waar allerlei

sensoren en actuatoren op kunnen worden aangesloten. De programmeerbare processor op het bordje en de grote beschikbaarheid aan hardware die kan worden gekoppeld maken de mogelijkheden voor toepassing van de Arduino enorm.

Voorbeelden: Het laten branden van LED-lampjes in specifieke volgorde, Automatisch bewateren van planten, aansturen van 3D-printer en andere zelfbouwmachines.

Vanwege het Open Source karakter gaan de ontwikkelingen snel. Door studenten en in de hobby-sfeer worden steeds nieuwe of verbeterde toepassingen ontwikkeld, die terug te vinden zijn op internet.

Ondanks dat zijn de basisbeginselen vrij makkelijk via een stap voor stap wijze te leren. Hiervoor kunt u zich inschrijven voor een basis-cursus op onze site. Deze cursus wordt meerdere keren per jaar georganiseerd. Daarna kunt u zelf of ondersteund door het beschikbare materiaal op internet al snel werken aan 'eigen projecten' of wellicht met een Arduino-challenge voor school-teams in de regio Zuid-Holland mee doen.

De module is geschikt voor 3 HAVO en sluit aan op beroepen op het gebied van Industrieel Product Ontwerpen, Elektrotechniek, Digitale Techniek en Informatica, Technisch Ontwerpen, Robotica, enz.

De module kenmerkt zich door een grote variatie in werkvormen: klassikale discussie, rolspellen, informatie verzamelen (omgaan met media-berichten), heel veel hands-on activiteiten.

Omvang: 9 lessen, incl. de afsluitende wedstrijd.

Omvang: 10 lessen, incl. maken, testen, optimaliseren en presenteren van het prototype.



4 Zonne-energie

De lesmodule bestaat uit acht lessen inclusief practicum. In deze module maakt de leerling kennis met zonne-energie en Arduino.

Een groot deel van de huidige elektriciteitsvoorziening wordt opgewekt uit fossiele brandstoffen zoals steenkool, olie en aardgas. Deze energiebronnen raken op waardoor de prijzen stijgen en erg milieuvriendelijk zijn ze ook niet. Zonne-energie is een alternatieve energiebron voor elektriciteitsopwekking.

Met de groei van de technologische ontwikkeling, zijn embedded systemen overal te vinden. De nieuwe technologie geeft de leerling de kans zelf een embedded systeem te programmeren. De leerling leert naast zonnecellen ook over het programmeren van Arduino. Er zijn in de module activerende werkvormen om het aantrekkelijk en motiverend te maken voor de leerling. Daarmee hopen we dat het leerrendement omhoog gaat. De leerling kan de theorie toepassen in de praktijk voor zowel scheikunde als informatica. Aan het eind van de module hebben de leerlingen een zelfgemaakte zonnecel en een Arduino-meetinstrument gemaakt.

Omvang: 8 lessen, incl. programmeren Arduino en practicum

3 Vuurwerk

Je denkt er vast niet aan wanneer je met oud en nieuw vuurwerk afsteekt of naar vuurwerk kijkt. Vuurwerk zit boordevol scheikunde en natuurkunde. Chemische reacties waarbij heel snel veel gas ontstaat, zorgen voor de knallen. De druk neemt toe (natuurkunde!) en het vuurwerk spat er met een kleurrijke knal uit. Chemische verbindingen zorgen voor de kleuren en de vonkenregen (scheikunde!). Een vuurpijl overwint de zwaartekracht wanneer hij de lucht in schiet. Natuurkundige wetten uit de mechanica voorspellen de baan die de pijl zal volgen. Geluidsgolven planten zich voort en bereiken onze oren (biologie!), die daardoor kunnen beschadigen. Vuurwerk is niet alleen leuk en mooi, je kunt er ook veel van leren.

De module kenmerkt zich door een grote variatie in werkvormen: mindmap, practica, demo's, werkbladen, puzzelen, opgaven, krantenartikel, debat, bingo.
Omvang: 8 lessen, incl. 4 practica



2 Moord om verandering

In de module lossen de leerlingen zelf een moordzaak op. Op deze manier krijgen ze een beeld van het werk van een rechercheur en/of forensisch onderzoeker. Daarnaast krijgen ze een beeld hoe kennis uit de natuurwetenschappen gebruikt wordt in de praktijk. De volgende onderwerpen worden in de module behandeld:

- forensisch onderzoek;
- het tijdstip van overlijden;
- DNA onderzoek;
- forensische statistiek;
- vingerafdrukken;

Het leerlingenmateriaal bestaat uit drie delen. Aan het begin van de module krijgen de leerlingen 'Het Dossier'. Hierin is te vinden onder welke omstandigheden het slachtoffer gevonden is. Gedurende de lessen komt er steeds meer informatie beschikbaar. Het dossier breidt zich dan ook continu uit.

'De rode draad' beschrijft de moordzaak op de heer Beentjes. Hierin wordt gedurende het verhaal verwezen naar het deel 'Onderzoeken'. De theorie die de leerlingen nodig hebben en bijbehorende oefenopgaven staan hierin. Nadat de leerling het onderzoek heeft doorgewerkt, kan hij/zij verder met 'De rode draad'. In de meeste gevallen kan de leerling de theorie meteen toepassen in de 'eindopdrachten'. Deze opdrachten staan in 'De rode draad' en leiden tot de moordenaar.

Omvang: 8 lessen, incl. 2 practica

1 Fermischatten

In het hedendaagse wiskunde- en natuurkundeonderwijs kennen leerlingen veel waarde toe aan 'het goede antwoord'. Leerlingen komen met de vraag of zij 'de som goed hebben' of met de vraag of 'het antwoord klopt'. Daarbij is er grote focus op getallen door het type opgaven dat leerlingen in de lesmethodes krijgen voorgeschoteld. Veel opgaven uit de wiskunde- en natuurkundemethodes zijn opgaven waarin leerlingen vaak blind een trucje herhalen. Dit soort opgaven werkt het 'heilig' verklaren van getallen als antwoorden in de hand en duwt de leerling vaak in een bepaalde richting, terwijl de vrijheid die je hebt bij het oplossen van een probleem juist zo leuk is.

Met deze module proberen wij daar verandering in te brengen. Dat doen wij door in te gaan

op een compleet andere manier van wiskunde bedrijven. De basis daarvan is fermischatten. Belangrijk is dat 'het goede antwoord' niet centraal staat, maar dat schatten een krachtig instrument is om een probleem op te lossen.

Omvang: 12 lessen, incl. 2 practica