

KUNSTSTOF OVERAL PUZZEL

Het ontwerpen van een educatieve puzzel over kunststof voor
tweedejaars vmbo-leerlingen



Bachelor opdracht
Bijlage

Jop van Roosmalen

September 2015

Bachelor opdracht
Industrieel Ontwerpen
Universiteit Twente

In opdracht van Stichting C3

Colofon

Titel

Het ontwerpen van een educatieve puzzel over kunststof voor tweedejaars vmbo-leerlingen

Student

Jop van Roosmalen

Studentnummer

S1113534

Opleiding

Bachelor Industrieel Ontwerpen

Onderwijsinstelling

Universiteit Twente

Einddatum

28 september 2015

Opdrachtgever

Stichting C3

Loire 150

2491 AK Den Haag

Beoordelingscommissie

Dr. Jelle van Dijk, UT-begeleider

Dr.Ir. G. Maarten Bonnema, UT-Examinator

Anne-Lotte Masson MSc., Bedrijfsbegeleider vanuit Stichting C3

Versie

Eindversie bijlage 21-09-2015

Inhoudsopgave

Colofon	2
Inhoudsopgave	3
Bijlage A Ontwerpvoorstel C3.....	4
Bijlage B Kunststoffen	5
Bijlage C Boodschap NRK.....	8
Referentie:.....	8
Bijlage D Het vmbo	9
Bijlage E Chocolate Challenge	10
Intro.....	10
Doel.....	10
Aanpak.....	10
Observaties.....	11
Bijlage F Bezoek Olympus College	14
Bijlage G Reversal theory	15
Module 1: Play and dimensions of experience.....	15
Module 2: Play as dynamic experience.....	15
Module 3: Play and experience of control	16
Module 4: Play and excitement	16
Bijlage H Eerste ideeën.....	18
Spaceteam.....	18
Kunststofketen.....	18
Cryptex.....	19
Knikkerbaan	20
Voel en sorteer	20
Hap.....	20
Doolhof.....	21
Blokkenbaan.....	21
Bijlage I Schetsen	22
Bijlage J Flowchart Soorten-spel.....	24
Bijlage K Flowchart Toepassingen-spel	25
Bijlage L Flowchart Recycling-spel	26
Bijlage M Flowchart Grondstoffen-spel.....	27
Bijlage N Flowchart Bewerking-spel	28

Bijlage A Ontwerpvoorstel C3

Stichting C3
promoot chemie
onder jongeren

Voorstel kunststofpuzzel

Ontwerp NRR onderopdracht 10-2-2015

Projectplan

- Gastieskoffer die zowel tijdens een gasties op school als bij een bedrijfsbezoek is in te zetten
- Doelgroep: Jumbo
- Doel: positieve houding t.o.v. kunststofindustrie
- Medewerkers NRR-bedrijven krijgen een workshop over gebruik koffer en didactische vaardigheden
- Koppeling met www.kunststofoveral.nl
- NRR-bedrijven werven voor Week van de Procestechniek (bijv. als follow-up gasties)

Leerdoelen gastieskoffer

Overal doel: positieve houding t.o.v. kunststofindustrie

- Weten van het bestaan van kunststoffen
- Minstens 2 productgroepen kunnen noemen
- Minstens 2 grondstoffen kunnen noemen
- Minstens 3 toepassingen kunnen noemen
- Minstens 2 voordelen van kunststof kunnen noemen
- Weten dat kunststof wordt geproduceerd in de procesindustrie
- Kunststofketen in grote lijnen kunnen vertellen

Drie ideeën voor inhoud koffer

- Mini's
- Practicum
- Spel

Gekozen voor spel

Voorwaarden spel

- Geen bordspel
- Puzzel met als resultaat beeld van kunststofindustrie
- Lettelijk groot
- Afwaseling
- Hands-on
- Echte producten
- Kunststofcirkel
- App / telefoon
- Groepsopdracht

Boodschap 1: gebruik van rubber- en kunststofproducten dragen bij aan duurzame ontwikkeling van Nederland

Boodschap 2: Rubber- en kunststofproducten zijn te recycleren en passen goed in een circulaire economie.

Lesopbouw (50 min)

Tijd	Activiteit	Waar
0-10	Introductie kunststoffen (incl. filmpje over soorten kunststoffen en productieproces)	Gastiesgever
10-35	Kunststofspel	Leerlingen Gastiesgever loopt actief rond door de klas
35-40	Eensvragen n.a.v. spel en toelichting kunststofcirkel	Gastiesgever en leerlingen
40-45	Rol bedië/gastiesgever in kunststofcirkel	Gastiesgever
45-50	Ruimte voor vragen/vragen uit de klas/ quiz website kunststofoveral.nl	Leerlingen

➤ Persoonlijke interactie medewerker en leerlingen essentieel

➤ Zeer waardevol is een follow-up: bijv. bedrijfsbezoek

Ons eerste voorstel

- 5 kubussen (25 cm x 25 cm x 25 cm)
- 6 setjes (groepjes van 5, op een tafel)
- Bij elke kubus hoort een andere opdracht
- Bij goed uitvoeren opdracht gaat kubus open
- In elke kubus zitten
 - materialen voor volgende kubusopdracht
 - een plaatje uit de kunststofcirkel
- Eindopdracht: alle kubussen in juiste volgorde waardoor complete kunststofcirkel staat

Kubus 1: soorten en toepassingen

NRKOPDRACHT

- 6 stukken echte producten
- Kunststof
- Verspakking
- Glaswiel
- WC-bril
- Condom
- Vliegtuig
- Klikken: Thermokanister, thermoplastic rubber, composiet, ...

Juiste stukken op juiste plek → kubus gaat open

Kubus 2: recycleren

SCHUUFOPDRACHT

- Recycleren ja/nee
- 12 producten: boten, schuif, chipszakje, pepschumbakje, melkzak, drinkflesje, pillendoosje, ...

Alle schuifjes op de juiste plek → kubus gaat open

Kubus 3: grondstoffen

DRAAIBLOKOPDRACHT

- Koppelen grondstof en product
- Elke kant 3 grondstoffen en 3 producten
- Welke grondstof hoort bij welk product
- Grondstoffen: korensel, aardolie, plastic
- Producten: mobiele telefoon, raamkozijn, racefiets, plastic zak, kleding, ...

Wanneer blokken juist zijn gedraaid → kubus gaat open

Kubus 4: productieproces

CIFERSLOT

- Kunststofgame op telefoon
- Zet productieproces in goede volgorde
- Volgorde greff cijfercode

Wanneer juiste code → kubus gaat open

Kubus 5: rol maatschappij

PROFIEL

- Rol in de maatschappij 'kunststof is onmisbaar'
- 3 foto's: jongen en meisje op scooter, sporter (schaatser, bladenumer...), supermarkt
- Rollen: voedselconservering, duurzaam licht, milieu, werk, veiligheid, dynamisch, etc.

Wanneer kunststofprofiel goed zit → kubus gaat open

Resultaat

Bewerken grondstoffen

Grondstoffen → Recycling → Gebruik en hergebruik → Verwijdering en ontwerp

Koppeling website

- Op website staan twee voorbeeldessen over rubber en kunststof. Deze sluiten aan bij gasties of bedrijfsbezoek.
- Inhoud introductie kunststoffen gasties en website komen overeen
- Quiz van website is inzetbaar gasties / bedrijfsbezoek
- Film kunststoffen wordt op de site geplaatst
- Kunststofgame wordt op de site geplaatst
- Kunststofcirkel wordt op de site geplaatst

Stichting C3
volg je op www.C3.nl

in ts YouTube

Bijlage B Kunststoffen

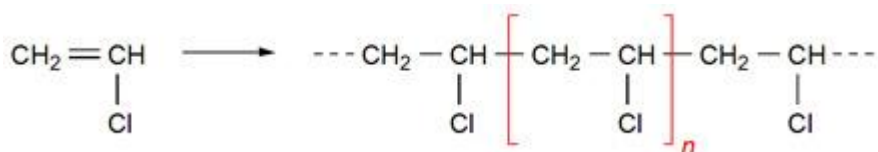
Het te ontwikkelen spel heeft als onderwerp kunststof. Maar wat is een kunststof ook alweer en hoe krijgen de leerlingen dit op school onderwezen?

Volgens de Van Dale is een kunststof een 'langs chemische weg gemaakt materiaal'. Kunststoffen zijn dus synthetisch en komen niet in de natuur voor. Ze hebben wel een organische oorsprong, namelijk aardolie. Tegenwoordig wordt er ook gekeken naar alternatieve grondstoffen, zoals bioafval, mais en aardappelen.

Materialen zijn opgebouwd uit moleculen, welke op hun beurt weer bestaan uit atomen. Voorbeelden van atomen zijn H (waterstof) en O (oxide) welke samen het molecuul H₂O (waterstofdioxide, oftewel water) vormen. Een reactie waarin nieuwe moleculen ontstaan, noemt men een chemische reactie.

Een kunststof is opgebouwd uit lange moleculen, ook wel polymeren geheten. Deze polymeren liggen los langs elkaar. Er zijn ook kunststoffen met dwarsverbindingen tussen de polymeren. De lengte van deze polymeren, de manier waarop ze gerangschikt liggen en de hoeveelheid dwarsverbindingen bepalen voor een groot deel welke karaktereigenschappen de kunststof heeft. Kunststofmoleculen worden bijeengehouden door onderlinge krachten, de zogeheten van der Waals krachten. Hoe dichter de molecuulketens opeen liggen hoe groter deze krachten zijn en hoe stijver het materiaal is.

Een polymeer wordt gemaakt van meerdere monomeren. Met behulp van een chemische reactie worden van deze monomeren een polymeer gemaakt, zie de figuur hieronder. Wat in het rood wordt aangegeven is hoe een polymeer wordt genoteerd.



Op school worden de kunststoffen in groepen ingedeeld. Deze groepen hebben een duidelijke afbakening. Sommige kunststoffen kun je niet zwart-wit indelen, maar voor de leerlingen is het makkelijker om een indeling te maken.

Kunststoffen worden ingedeeld in (1) thermoharders, (2) thermoplasten en (3) elastomeren. Elke groep heeft dus zijn eigen eigenschappen.

Thermoplasten zijn thermisch vervormbaar, vandaar de naam. Door thermoplasten te verhitten kun je ze plastisch vervormen, als ze dan weer afkoelen stollen en kristalliseren ze in hun nieuwe vorm. Het typerende aan de thermoplasten is dat dit proces onomkeerbaar is en vele keren herhaald kan worden. Thermoplasten kunnen verdeeld worden in een amorfe groep en een (deel)kristallijne groep. In de amorfe groep liggen de moleculen ongeordend en vormloos door elkaar, in de kristallijne groep is dit ook het geval, behalve dat er ook een deel vast en met regelmaat is. Ook hebben sommige thermoplasten zijgroepen, deze zijgroepen veranderen het karakter van het materiaal. Voorbeelden van thermoplasten zijn PE (polyetheen), PP (polypropeen), PA (polyamide), PVC (polyvinylchloride), PS (polystyreen), ABS.

Thermoharders zijn kunststoffen die na het verwarmen van de grondstoffen plastisch bewerkbaar zijn, om daarna uit te harden en permanent stijf of hard te zijn. Het vormingsproces is dus niet onomkeerbaar. Een voorbeeld van een thermoharder is een bakeliet.

Elastomeren zijn bijvoorbeeld rubbers.

THERMOPLAST

EVA



[HTTP://IMAGE-MADE-IN-CHINA.COM/2F0J00K5V8G8JTCJ/eva-treatm-mat.jpg](http://image-made-in-china.com/2f0j00k5v8g8jtcj/eva-treatm-mat.jpg)



[HTTPS://DAVIDORAN.FILES.WORDPRESS.COM/2010/08/YOGA-MAT-231.JPG](https://davidoran.files.wordpress.com/2010/08/yoga-mat-231.jpg)

ABS



[HTTP://UPLOAD.WIKIMEDIA.ORG/WIKIMEDIA/COMMONS/3/32/LEGO_COLOR_BRICKS.JPG](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/32/Lego_color_bricks.jpg)



[HTTP://WWW.SPACETOY.COM/PRODUCT_IMAGES/GB_MEC-1994-18938.JPG](http://www.spacetoy.com/product_images/gb_mec-1994-18938.jpg)

PVC



[HTTP://WWW.MMEEXPORTS.COM/IMAGES/PVC%20FITTINGS.JPG](http://www.mmeexports.com/images/pvc%20fittings.jpg)



[HTTP://FORMIDO-CDN.IMAGESERVE.NL/1000_700_IMAGE/310930.JPG](http://formido-cdn.imageserve.nl/1000_700_image/310930.jpg)

POLYETHEEN



[HTTP://VERHUUR.NL/IMAGES/PRODUCTS/4/04/26/08_AFZETLINT%20OPEN%20OF%20HAREN.JPG](http://verhuur.nl/images/products/4/04/26/08_afzetlint%20open%20of%20haren.jpg)



[HTTP://WWW.HORECA.BE/NL/IMAGES/GROOT/3320.JPG](http://www.horeca.be/nl/images/groot/3320.jpg)



[HTTP://WWW.VANREESCHE.NL/WEBROOT/STORE/SHOPS/VANREES/3346/40CK/0F5/2ACK/78CK/50B/32D/8D5/VMMER_194_MM_POLYPROPREEN_METALEN_HENGSEL_WIT_44.031960.JPG](http://www.vanreesche.nl/webroot/store/shops/vanrees/3346/40ck/0f5/2ack/78ck/50b/32d/8d5/vmmer_194_mm_polypropreen_metalen_hengsel_wit_44.031960.jpg)

POLYPROPEEN



[HTTP://WWW.STUDIOINACHT.NL/PAGES/MCDONALDS_CLAMSHELL07.JPG](http://www.studioinacht.nl/pages/mcdonalds_clamshell07.jpg)



[HTTP://RAJA.SCENE7.COM/IS/IMAGE/RAJA/PRODUCTS/POLYSTYREEN-HOEKBSCHERMERS_PFO02285.JPG?IMAGE=M_CPT5_D_5_102_100&AUTO=COMPRESS&FORMAT=JPG](http://raja.scene7.com/is/image/raja/products/polystyreen-hoekbeschermers_pfo02285.jpg?image=M_CPT5_D_5_102_100&auto=compress&format=jpg)

PIEPSCHUIM



[HTTP://WWW.MUSTARTRADER.COM/ADMIN/PRODUCT/PE%20PLASTIC.JPG](http://www.mustartrader.com/admin/product/pe%20plastic.jpg)

PET

COMPOSITET

VEZELVERSTERKTE
KUNSTSTOF



[HTTP://BACKETHETBLOG.NL/WP-CONTENT/UPLOADS/2010/03/BMW-M-CARBON.JPG](http://backethetblog.nl/wp-content/uploads/2010/03/bmw-m-carbon.jpg)



[HTTPS://ENERPYRE3-TBW0.GSTATIC.COM/IMAGES?IMG=TBW0AND96C3AKL0A5A8KKM0D-HL0DMODTMGF5ZYSAN0U0R0D0P0E0U0D](https://enerpyre3-tbw0.gstatic.com/images?img=tbw0and96c3akl0a5a8kkm0d-hl0dmodtmgf5zysan0u0r0d0p0e0u0d)

THERMOHARDER

BAKELIET



<http://www.huvivallin.be/sites/default/files/2008-040.jpg>



http://wedwinkel.carreau-line.be/images/shop/bakelijt_opbouw_stopcontact-aarding.jpg

EPOXYHARS



https://encrypted-tbn1.gstatic.com/images?q=tbn:AND9GCTRZaUcIVX5U5MI-DD4UPCRQYGDG7JLE_DW/MG



<http://www.macboat.nl/afbeeldingen/detail.jpg>

TEFLON

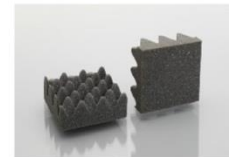


[HTTP://BELAJAR-MASAK.COM/wp-content/uploads/2012/12/GAMBAR-WAJAN-TEFLON.JPG](http://BELAJAR-MASAK.COM/wp-content/uploads/2012/12/GAMBAR-WAJAN-TEFLON.JPG)

POLYURETHAAN



[HTTP://WWW.GI-FOAM.DE/WP-CONTENT/UPLOADS/2013/03/POLYURETHAN-SCHUHM.JPG](http://www.gi-foam.de/wp-content/uploads/2013/03/POLYURETHAN-SCHUHM.JPG)



[HTTP://WWW.CALDIK.COM/RENDERERS/SHOWMEDIA.ASHX?i=MEIHAANCHIWE:HD55340-8584-4348-8045-90005279C4A6](http://www.CALDIK.COM/RENDERERS/SHOWMEDIA.ASHX?i=MEIHAANCHIWE:HD55340-8584-4348-8045-90005279C4A6)

ELASTOMEER

RUBBER



http://www.pacoverparkingen.nl/16098-thickbox__default/elastic-couponringen-breed-ptt-touw-elastic.jpg



[HTTP://WWW.AUTOGESCHIEDENIS.NL/IMAGES/NIUWE-BANDEN.JPG](http://www.autogeschiedenis.nl/images/nieuwe-banden.jpg)

LATEX



[HTTP://WWW.VERLOSKUNDIGENKAMPEN.NL/WP-CONTENT/UPLOADS/2012/09/CONDOOM.JPG](http://www.verloskundigenkampen.nl/wp-content/uploads/2012/09/condoom.jpg)



[HTTP://WWW.OOGTVNL/ WP-CONTENT/UPLOADS/2012/04/BALLON.JPG](http://www.oogtvnl/wp-content/uploads/2012/04/BALLON.JPG)

NEOPREEN



[HTTP://WWW.BROWNELLS.COM/USERDOCS/SKUS/P_358128316_1.JPG](http://www.brownells.com/userdocs/skus/p_358128316_1.jpg)



[HTTP://WWW.OCEANSOURCE.NET/SHOP/PICS/ION/WETSUITS/2014_ION_QUANTUM_SELECT_WETSUIT.JPG](http://www.oceansource.net/shop/pics/ion/wetsuits/2014_ION_QUANTUM_SELECT_WETSUIT.JPG)

ELASTHAAN



[HTTP://WWW.DO-CARE.NL/MEDIA/CATALOG/PRODUCT/CACHE/1/IMAGE/90F78EAB33525D08D6E5F8BD27936E95/H/A/HAAARELASTIEK_GM_3_STK_2WART.JPG](http://www.do-care.nl/media/catalog/product/cache/1/image/90f78eab33525d08d6e5f8bd27936e95/h/a/haaarelustiek_gm_3_stk_2wart.jpg)



[HTTP://STATIC.WEBSHOPAPP.COM/SHOPS/018634/FILES/004932490/TSHIRT-GCM-SPORTS-WIT-5XL.JPG](http://static.webshopapp.com/shops/018634/files/004932490/tshirt-gcm-sports-wit-5xl.jpg)

SILICONEN



[HTTP://STATIC.WEISHOPAPP.COM/SHOPS/010620/FILES/002765167/LEGO-SILICONEN-HOESJE-ROZE.JPG](http://static.weishopapp.com/shops/010620/files/002765167/LEGO-SILICONEN-HOESJE-ROZE.JPG)



[HTTP://WWW.BEAUTYJOURNAAL.NL/WP-CONTENT/UPLOADS/2013/12/SILICONEN-PROTHESES.JPG](http://www.beautyjournal.nl/wp-content/uploads/2013/12/siliconen-protheses.jpg)

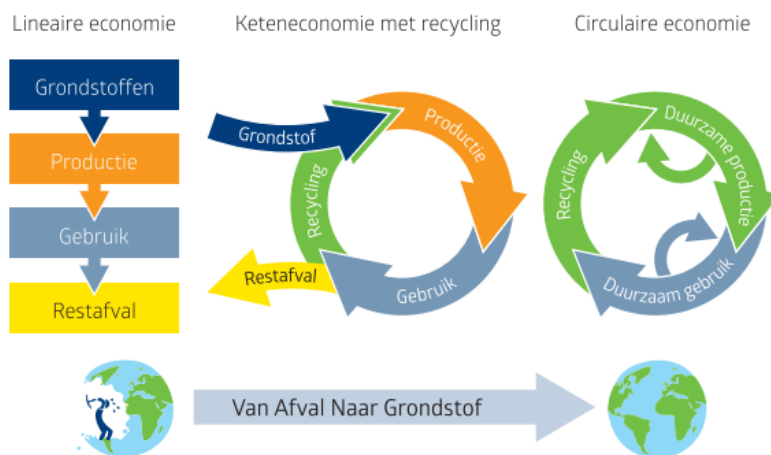
Bijlage C Boodschap NRK

Federatie NRK (Nederlandse Rubber- en Kunststofindustrie) heeft het idee dat plastic een steeds groter negatief imago krijgt. De federatie wil voorkomen dat mensen alleen aan de plastic soep in de zee en milieuvervuiling denken. Daarom hebben ze een project gestart dat het volledige verhaal over kunststoffen moet gaan vertellen, want kunststoffen dragen ook veel bij in de samenleving. In sommige toepassingen is het gebruik van kunststoffen zelfs voordelig voor de natuur. De NRK heeft twee boodschappen die ze willen overbrengen:

De eerste boodschap is dat het gebruik van kunststof en rubber tot verduurzaming leidt. Bijvoorbeeld een kunststof kozijn gaat langer mee en vergt minder onderhoud dan een houten kozijn. Of door het toepassen van kunststof in de auto-industrie; de auto's worden lichter en dus energiezuiniger. Dit voordeel wordt ook toegepast in de vliegtuigenindustrie. Concluderend, het gebruik van kunststoffen leidt tot hogere efficiëntie en dat is belangrijk in het huidige beeld van de wereld waarin grondstoffen steeds kostbaarder worden.

Rubber en kunststofproducten zijn te recycleren en passen in een circulaire economie, is de tweede boodschap. Dat rubber en kunststofproducten te recycleren zijn dat wisten we al. Maar wat is een circulaire economie?

Europa, met daarin Nederland, is steeds meer aan het verduurzamen. Er worden steeds meer en ambitieuzere richtlijnen en regelgevingen opgesteld. De trend is om verstandig om te gaan met de steeds schaarsere grondstoffen. Vroeger was er een lineaire economie, dat wil zeggen dat afval echt afval was. Nadat een product (op)gebruikt was, werd het als afval verwerkt. Tegenwoordig zitten we steeds meer in een keteneconomie, waar een gedeelte van het afval weer terugkomt in de economie en klaar wordt gemaakt tot kunststof. Het doel vanuit Europa is om de keteneconomie om te zetten naar een circulaire economie. Er is dan geen afval meer, maar de materialen keren of terug naar de natuur, of worden na gebruik opnieuw ingezet of gerecycled (NRK Recycling, 2015).



Figuur 1 Van lineaire economie naar circulaire economie

Referentie:

NRK Recycling (2015). *Kunststof recyclingindustrie in Nederland*. Verkregen op 11-06-2015 van http://www.nrkrecycling.nl/Content/Files/file/Downloads/Brochure%20kunststofrecycling_2015.pdf.

Bijlage D Het vmbo

Na het basisonderwijs vervolgen leerlingen hun leerweg aan het voortgezet onderwijs. VMBO is, naast HAVO en VWO, een van de opleidingen waar de leerlingen onderwijs kunnen genieten. VMBO staat voor 'Voorbereidend Middelbaar Beroepsonderwijs'. (<http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/voortgezet-onderwijs/vmbo>) Het VMBO biedt praktijkopleidingen en meer theoretische opleidingen aan. De opleidingen duren 4 jaar en zijn verdeeld in 2 fases: twee jaar onderbouw en twee jaar bovenbouw. In de bovenbouw volgen de VMBO leerlingen een richting. De richtingen waaruit ze kunnen kiezen zijn zorg en welzijn, techniek, economie en landbouw. Ook moeten de leerlingen dan kiezen voor een leerweg. De keuze is uit: theoretische leerweg, gemengde leerweg, kaderberoepsgerichte leerweg en de basisberoepsgerichte leerweg. Per leerweg verschillen de leerdoelen en per sector de vakken.

Het kabinet heeft besloten dat vanaf schooljaar 2016-2017 de 4 sectoren worden ingeruild voor 10 profielen. Het kabinet wil er zo voor zorgen dat het voortgezet onderwijs beter aan sluit op het vervolgonderwijs. (<http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/voortgezet-onderwijs/vmbo>)

Na het VMBO kunnen de leerlingen doorstromen naar de HAVO of het MBO. Afhankelijk van de afgeronde leerweg hebben de leerlingen een bepaald niveau (1 tot 4) gehaald. Afhankelijk van het niveau kunnen ze doorstromen naar bepaalde opleidingen, zie ook onderstaande tabel.

Mbo-opleiding	Niveau	Tijdsduur	Doorstroommogelijkheden
Assistent operator	Niveau 1	1 jaar	doorstromen naar operator
Uitvoerend milieumedewerker	Niveau 1	1 jaar	
Junior laborant	Niveau 2	2 jaar	doorstromen naar allround laborant
Operator/ Procesoperator A	Niveau 2	2 tot 3 jaar	doorstromen naar Allround operator
Allround laborant	Niveau 3	2 tot 4 jaar	doorstromen naar Analist
Allround operator / procesoperator B	Niveau 3	2 tot 4 jaar	doorstromen naar Hoofdoperator / procesoperator C
Analist	Niveau 4	3 tot 4 jaar	doorstromen naar het HBO
Hoofdoperator / procesoperator C	Niveau 4	3 tot 4 jaar	doorstromen naar het HBO
Middenkaderfunctionaris milieutechniek	Niveau 4	3 tot 4 jaar	doorstromen naar het HBO

Tabel: Mbo-opleidingen (bron: <http://www.exactwatjezoekt.nl/opleidingen/>)

Bijlage E Chocolate Challenge

Intro

De Chocolate Challenge is een project dat VMBO scholen in regio Rotterdam aandoet. Drie jaar geleden is dit project opgericht door Stichting C3 en Shell. In de Chocolate Challenge mogen de leerlingen M&M's (gekleurde knikkers) scheiden met behulp van een machine. Op deze manier krijgen leerlingen een beter beeld van het beroep procesoperator.

Op donderdag 16 januari was de laatste Chocolate Challenge voor dit seizoen. Op deze dag deden vier 2 VMBO klassen (ongeveer 100 leerlingen) de Chocolate Challenge. De challenge vond plaats op het Marklandcollege te Zevenbergen. Het Marklandcollege is een VWO, HAVO en MAVO school, dit wil zeggen dat ze op VMBO niveau alleen de leerweg TL hebben.

Ik heb een theorieles meegepakt en voor de rest ben ik bij 5 groepen bij het praktijkgedeelte geweest.

Doel

Het doel van de Chocolate Challenge is om meer leerlingen te interesseren voor techniek en de MBO opleiding (proces)Operator in het bijzonder.

Aanpak

De Chocolate Challenge bestaat uit een theoriegedeelte en een praktijkgedeelte. Voordat een klas meedoet wordt de klas gesplitst. Deel A doet eerst theorie en dan praktijk en deel B precies andersom.

In het theoriegedeelte geeft een (jonge) procesoperator van Shell een presentatie van 20 minuten over zijn werk. In deze presentatie zit een proefje en een filmpje. Het proefje illustreert dat als je grote aantallen wilt maken dat je dan beter machines kunt toepassen.

In het praktijkgedeelte wordt de groep weer in tweeën gesplitst, een rode en een gele groep. De twee groepjes wisselen elkaar af en doen tien minuten een rollenspel van de controlekamer en tien minuten een rollenspel van op de fabriek. In de fabriek zijn er 3 stations. Op station 1 worden de knikkers op kleur gescheiden. De leerlingen moeten de machine zo instellen dat de juiste kleur eruit rolt. Op station 2 worden de knikkers 'verpakt'. De knikkers worden in een bakje gedaan en als het bakje een bepaald gewicht bereikt, wordt deze doorgestuurd. De leerlingen moeten het gewenste gewicht berekenen en invoeren. Op station 3 worden de bakjes gecontroleerd. Dit gebeurt handmatig. Alleen bakjes van 12 knikkers in de goede kleur mogen goedgekeurd worden. Per station hebben de leerling ongeveer 3½ minuut. Op de controlekamer controleren de leerlingen de fabrieksmedewerkers op veiligheid en houden ze de status van de machines in de gaten. In het praktijkgedeelte wordt een competitief element toegevoegd; het team met de meeste goedgekeurde knikkers winnen zakjes M&M's.



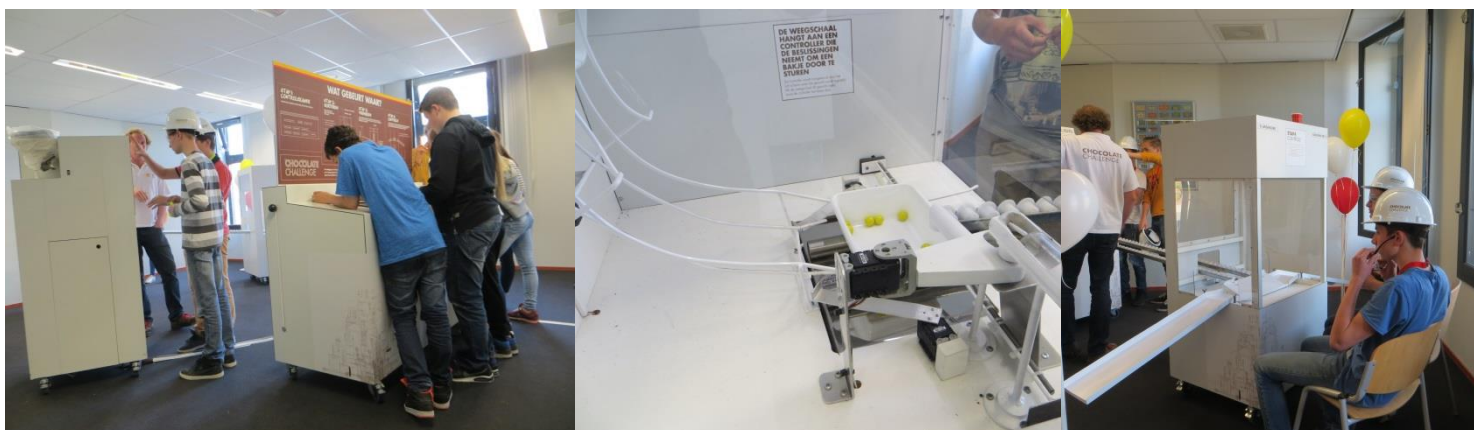
Figuur van links naar rechts: Controlekamer, sorteestation, vulstation, keuringstation

	Klas		
	Groep A	Groep B	
10 minuten	Theorie	Team Geel	Team Rood
		Controlekamer	Fabriek station 1/2/3
			Fabriek station 1/2/3
Fabriek station 1/2/3			
10 minuten		Fabriek station 1/2/3	Controlekamer
		Fabriek station 1/2/3	
	Fabriek station 1/2/3		
	← Switch →		

Tabel: Schema overzicht

Observaties

Bij de Chocolate Challenge waren verschillende personen betrokken. Zoals verteld waren er de 100 tweedejaars VMBO leerlingen, vanuit de school was er een docent NaSk aanwezig. Daarnaast waren er vanuit Shell 2 procesoperators voor het theoriegedeelte en 2 ZZP'ers ingehuurd voor het praktijkgedeelte. Met al deze betrokkenen heb ik gesproken. Een verslagje hiervan is hieronder te vinden. In het verslagje zijn ook observaties te vinden.



*VMBO leerling
Stefan (15 jaar, m)*

Stefan vertelt dat hij in de 2^e klas van VMBO-TL zit, samen met 23 andere leerlingen. Zijn vakkenpakket bestaat op het moment (onder andere) uit Nederlands, Engels, Frans, geschiedenis, wiskunde, economie, aardrijkskunde, biologie, gym, NaSk en beeldende vormgeving. Zijn dagen beginnen om 8.30 en eindigen om 14.00 of 15.00 uur. Beeldende vorming vindt hij een leuk vak, omdat je daar met je handen mag werken. Frans vindt hij minder leuk, omdat het een moeilijke en geen leuke taal is. NaSk vindt hij wel leuk omdat hij wel fan is van techniek, deze sector heeft hij ook al gekozen. In zijn vrije tijd doet hij graag gamen en vuur maken. Van kunststoffen weet hij dat het in een XBOX zit.

Femke (14 jaar, v)

Femke vertelt dat haar lievelingsvak beeldende vormgeving is omdat het daar gezellig is en je leuke opdrachten hebt. Wiskunde vindt ze minder leuk evenals NaSk, want deze vakken zijn saai. Ze vertelt dat ze de docent ook saai vindt.

Dirkje Anne (14 jaar, v)

Dirkje Anne vindt gym het leukste, want daarbij kun je gewoon bezig zijn. NaSk vindt ze maar saai, er worden wel proefjes gedaan, maar de docent is niet zo leuk. Haar hobby's zijn paardrijden, voetbal en surfen. Als sector heeft ze Economie voor ogen en toen ik haar vroeg over kunststoffen en rubbers, vertelde ze me dat ze er niks over wist.

Janne (15 jaar, m)

Janne vindt gym en NaSk het leukst. Vooral de scheikunde in NaSk spreekt hem aan, hij vindt de proefjes leuk. Zijn hobby's zijn voetbal en gamen. Hij heeft de sector zorg en welzijn (sport) voor ogen. Toen ik begon over kunststoffen en rubbers, begon hij over plastic flesjes.

Erzsi (14 jaar, v)

Het lievelingsvak van Erzsi is muziek, want je doet er iets. Van NaSk vindt ze de proefjes wel aardig. Haar hobby's zijn zwemmen en shoppen. Over kunststoffen weet ze te vertellen dat dat hetzelfde is als plastic.

Thomas (14 jaar, m)

Thomas vindt gym en wiskunde leuk. Wiskunde gaat hem namelijk gemakkelijk af. NaSk vindt hij maar moeilijk, de proefjes vindt hij wel leuk om te doen. Zijn hobby's zijn voetballen en snowboarden.

Procesoperator (in de twintig, v)

De procesoperator heeft zich vrijwillig aangemeld om te helpen bij de Chocolate Challenge. Voorafgaand heeft ze hierover één workshop gehad. Deze workshop ging vooral over hoe je jezelf moet presenteren.

Elke klas ervaart ze anders. Sommige klassen zijn heel geïnteresseerd, andere klassen minder. Zo heeft ze een keer voor een groep gestaan die allemaal kapster wilden worden. Ze merkt op dat kader-leerlingen over het algemeen minder geïnteresseerd zijn in 'extra' informatie en een kortere spanningsboog hebben.

Bij minder geïnteresseerde klassen vindt ze het moeilijk om de volle 20 minuten te benutten. Als er geen wisselwerking is met het publiek en er geen vragen komen, dan gaat de presentatie te snel. Op een gegeven moment heb je alles dan wel verteld. Ze heeft voor zulke gevallen wel ook eigen materiaal, in de vorm van foto's van het werk, meegenomen. Aan het begin van de dag is ze altijd enthousiast, maar bij de vierde presentatie is dit enthousiasme wel weg.

Vaste docent NaSk (29 jaar, m)

Het is het tweede jaar dat de Chocolate Challenge op deze school komt. De school heeft al langer contact met Shell. Zo gaat 3^e klas van Havo langs bij Pernis. De Chocolate Challenge

is interessant voor de leerlingen want je kunt drukken op knopjes. In de VMBO klassen zitten gemiddeld 25 leerlingen, Havo 30 en Vwo 28.

Conclusie

De Chocolate Challenge lijkt een succes. De leerlingen gaan enthousiast aan het werk en in de theorieles kwamen veel vragen naar voren. Doordat de leerlingen verdeeld worden in groepjes, kun je ook alle leerlingen erbij betrekken. Alleen op de controlekamer is er eigenlijk te weinig te doen, terwijl ze daar juist met $\frac{1}{4}$ van de groep staan. Het competitieve element hielp ook mee om de leerlingen te laten presteren, echter hadden ze wel de neiging om vals te spelen. Wat opvalt, is dat er 4 medewerkers nodig zijn om alle leerlingen bezig te houden. Het was een druk tijdschema en daardoor ook een aaneensluiting van gebeurtenissen.

De machine heeft in 3 jaar tijd een aantal veranderingen meegekregen. Zo zijn er over alle schermpjes en lampjes plaatjes gemonteerd om de machine hufterproof te maken. Daarnaast werkte het mechaniek in het begin niet heel goed en liep deze vaak vast. Deze problemen zijn nu verholpen, hoewel er wel opgelet moet worden dat de leerlingen niet met hun handen in het vulstation gaan. De machine is redelijk arbeidsintensief. Na elke 3 minuten moet de machine namelijk gereset worden met een knopje aan de binnenkant van een van de stations. Dit is best vervelend als je ook heel de groep in de gaten moet houden. Ook maakte het sorteestation af en toe veel herrie door het inschakelen van een zware trilmotor.

Daarnaast viel op dat de leerlingen een bepaald soort gedrag vertonen. Zo vragen ze eerst uit gemakzucht: 'Wat moeten we doen?' en 'Ik snap er niks van!' en pas als er gezegd wordt dat ze moeten lezen doen ze dat. Ook vertonen ze groepsgedrag, zo gauw eentje zegt; 'ik doe geen helm op voor mijn haar', dan doen anderen dat ook niet. In de theorieles kwamen een aantal vragen heel de tijd terug, namelijk: Veiligheid, moeilijkheid en geld. Het lijkt erop dat de leerlingen met gemakkelijk en veilig werk zoveel mogelijk geld willen verdienen.

Overigens luisterden de leerlingen goed naar de medewerkers vanuit Shell. Ze hadden respect voor deze medewerkers en de docent was hier een beetje jaloers op. Volgens mij keken ze ook tegen mij op, en daardoor gaven ze heel de tijd keurig antwoord. Deze antwoorden waren een beetje oppervlakkig. Over het algemeen vond ik de leerlingen redelijk jong om een onderbouwde sectorkeuze te kunnen maken. Hoewel hier wel een groot deel van afhangt welke kant ze op kunnen gaan.

Bijlage F Bezoek Olympus College

Op 1 mei heb ik een 2 MAVO klas bijgewoond op het Olympus College in Arnhem-Zuid. Op deze dag had de klas een blokuur van het vak Wetenschap en Techniek. In dit vak zijn de vakken NaSk en Techniek samengenomen. De docent pakte dit aan door eerst de theorie te behandelen (NaSk), om vervolgens de theorie in praktijk te brengen door iets te bouwen (techniek).

Op deze dag stond techniek op het programma en konden de 22 leerlingen een bonuspunt verdienen door het maken van een simpele luidspreker in tweetallen. Het eerste wat op viel was dat deze opdracht optioneel was. Sommige leerlingen waren hier dus fanatiek mee bezig terwijl andere helemaal niks aan het doen waren. Er was ook een duidelijk verschil te merken tussen de jongeren die de opdracht echt leuk vonden en de jongeren die het alleen deden voor het bonuspunt. Er is dus een duidelijk verschil in enthousiasme en motivatie te merken bij de leerlingen.

Ook viel het op dat de leerlingen een voor een naar hem toe voor simpele vragen en bevestigingen. Dit terwijl de docent aan het begin van de les het stap voor stap had voorgedaan.

Tijdens de praktijkles heb ik de leerlingen gevraagd naar wat ze doen in de vrije tijd. Er was een duidelijk verschil te merken tussen de jongens en de meisjes. De jongens speelden graag online spellen op de Xbox en Playstation, terwijl de meiden meer bezig waren met social media.



Bijlage G Reversal theory

Reversal theory is een conceptueel framework waarmee je de motivatie van individuen voor hun acties kunt beschrijven. Mathieu van Gielen heeft onderzoek gedaan naar het gebruik van de reversal theorie in het ontwerpen van spel voor kinderen. In zijn paper heeft hij beschreven hoe hij de reversal theory behapbaar heeft gemaakt voor studenten. Van Gielen heeft de reversal theory in 4 modules verdeeld, zie figuur G.1. De volgorde van de modules maakt niet uit. Het ligt meer aan de overweging waar je wilt beginnen. De overige modules kunnen dan gebruikt worden om het idee uit te diepen.

Voor het gebruik van de reversal theory geven Gielen en Van Leeuwen drie redenen. Ten eerste, door de motivatie achter het gedrag van een individu te analyseren kan men de beweegredenen voor spel in alledaagse taferelen contextualiseren. Ofwel je kunt gedrag voorspellen. Ten tweede, in het ontwerp kan rekening gehouden worden met de veranderingen in de interpretatie van arousal (opwindings). Ofwel je kunt het leuk houden. Ten derde, het concept van protective frames geeft nieuwe inzichten in veiligheid en risico ten opzichte van spelen. Ofwel, in welke omstandigheden is wat leuk. (Gielen en Van Leeuwen, 2014)

Module 1: Play and dimensions of experience

Met zijn reversal theory beweert Apter dat elke actie het gevolg is van een samenspel van vier domeinen van afwisselende motivational states. Alle acties kunnen dus ook verklaard worden aan de hand van vier motivational states. Als men van de ene motivational state in de andere overgaat, spreekt men van een reversal. De vier domeinen zijn:

1. Means-ends - dit domein heeft de staten serious (Telic) en playful (Paratelic). In de serious state werkt men naar een goal toe, terwijl in de playful staat de activiteit zelf het doel is. Met het oog op spel is het doel van het ontwerp om de mensen in een playful staat aan te treffen, of ze hiertoe over te halen. Je zou kunnen zeggen dat een puzzel een serieuzere aangelegenheid is als een spel. Het doel van de kunststofpuzzel is dat het leuk is om het op te lossen. Aan de andere kant is het wel de bedoeling dat er een boodschap overgedragen wordt. Het kunststofspel wordt dus een afwisseling tussen speels en serieus.
2. Rules – dit domein heeft de staten conforming en rebellious (negativistic) en beschrijft of men zin heeft om de regels te volgen of juist te doorbreken. Er ontstaat een interessante situatie als je de mogelijkheid in het spel geeft om te saboteren.
3. Transactions – de staten in dit domein zijn mastery en sympathy. Dit domein beschrijft de motivatie om iets in je eentje te doen of juist met elkaar. Of; de keuze voor jezelf trainen of voor het samenwerken en delen.
4. Relationships – self en other zijn de motivational states in dit domein. Dit domein beschrijft de motivatie om te focussen op jezelf of op anderen.

Spellen ontwerpen kan door te kiezen voor twee of meer domeinen. (Gielen en Van Leeuwen, 2014) De motivatie kan gelinkt worden met emotie: als de motiverende staat niet bevredigd wordt, dan geeft dat een negatief gevoel.

Module 2: Play as dynamic experience

De reversal theory impliceert dat motivatie voor spelen aangewakkerd wordt door een combinatie van een motivational state en arousal. Arousal geeft verschillende emoties in de serious en playful state. In de serious state kan veel arousal leiden tot angst en is weinig arousal aangenaam. In de playful state is dit respectievelijk opwindend en saai. Overigens is bij bepaalde emoties en situaties een klein beetje arousal al genoeg voor een spel. (Gielen en Van Leeuwen, 2014) In het kunststofspel wordt de serious en playful state snel met elkaar afgewisseld. Daarom moet er niet teveel arousal opgewekt worden, opdat de reversal soepeler verloopt.

Module 3: Play and experience of control

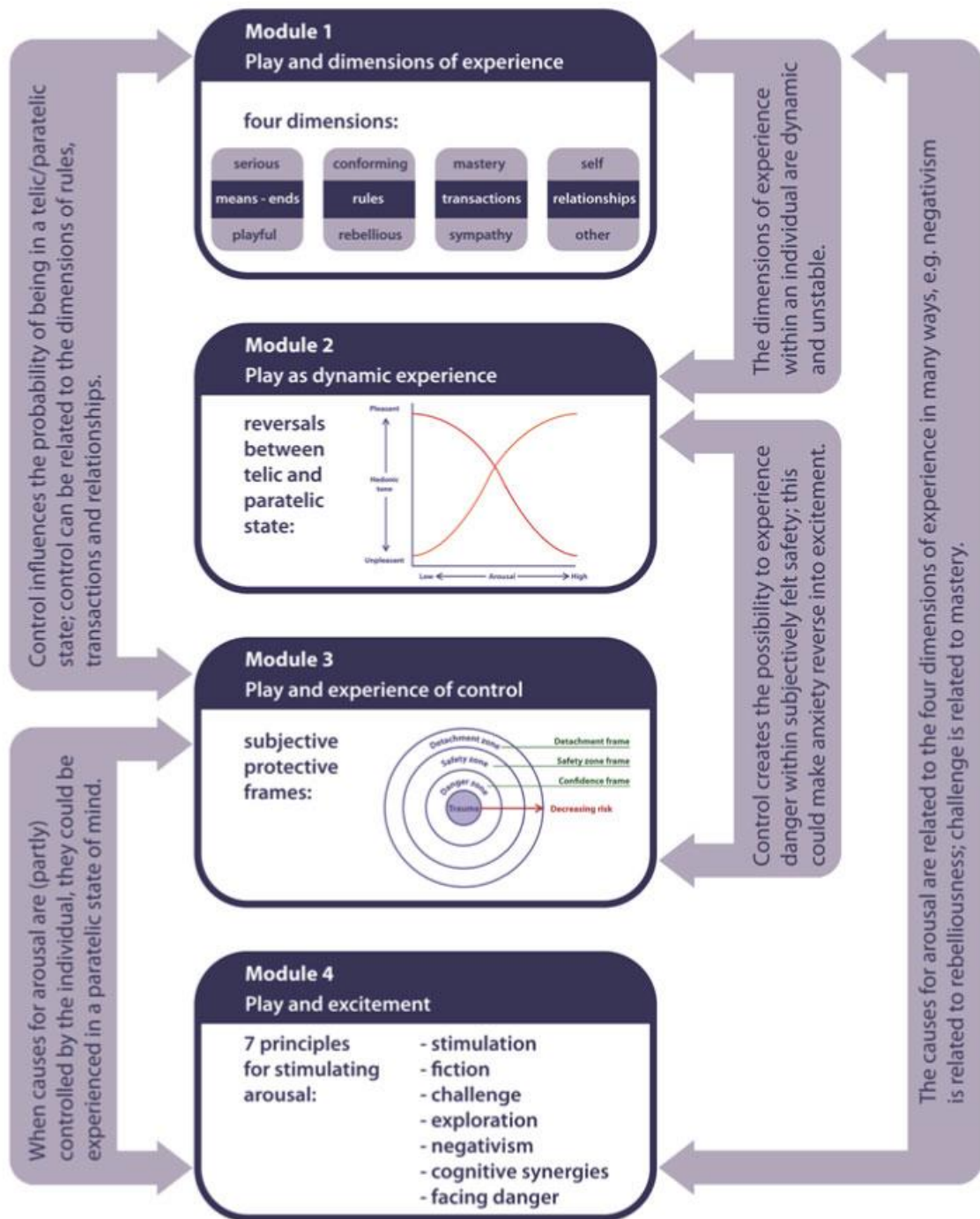
Vanuit een bepaald protective frame worden risico's als opwindend gezien in plaats van onaangenaam. De reversal theory onderscheidt drie frames. In dit project ligt de situatie vast. Het spel wordt namelijk gespeeld in een klaslokaal. Het klaslokaal is de eigen omgeving van de leerlingen en zij zullen zich hier dus veilig voelen. Hierdoor zal bij veel arousal de playful state niet zomaar omslaan in de serious state.

Module 4: Play and excitement

Leuke activiteiten in de playful state worden versterkt door steeds weer een nieuwe stroom van arousal. De reversal theory geeft verschillende punten waar je aan kunt denken. Gielen et al (2014) noemt de volgende:

- exposure to arousing stimulation (e.g. at a rock concert),
- fiction and narrative (stepping in the shoes of characters),
- challenge (any type of competition or skill),
- exploration (finding the unknown),
- negativism (rebellious behavior),
- facing danger (playing with the sense of control),
- cognitive synergy (embracing ambiguity).

Hoe de vier modules samen gezien kunnen worden is te zien in het volgende figuur:



Figuur G.1 De vier module van Mathieu va n Gielen

Bijlage H Eerste ideeën

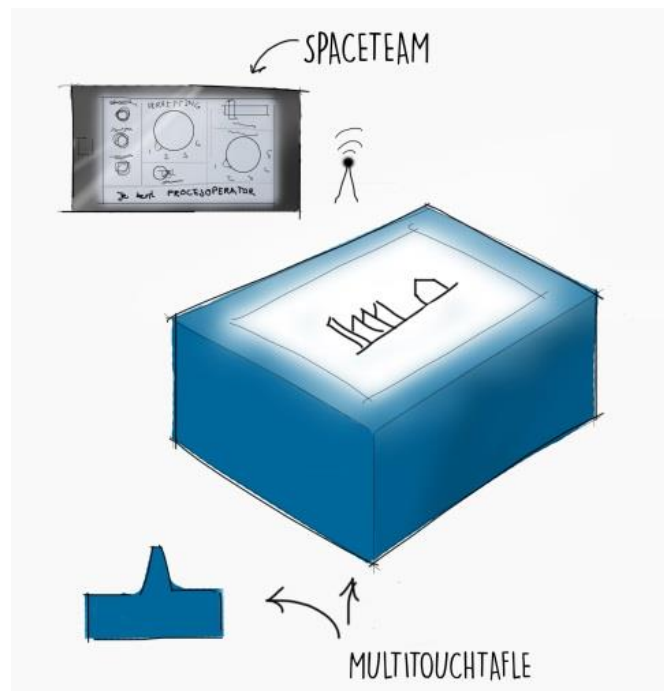
In deze bijlage worden de eerste ideeën gepresenteerd. Aan het eind van dit hoofdstuk worden de ideeën gekozen waarmee verder wordt gegaan.

Spaceteam

Spaceteam is een app waarin gewonnen kan worden door met medespelers samen te werken. Het Spaceteam idee bouwt voort op het idee dat mobiele telefoons hip zijn en is gebaseerd op het spel Spaceteam. Door middel van een serious game met daarin een rollenspel raken de leerlingen bekend met de kunststofcirkel en de rollen daarin. De leerlingen worden in teams van vijf leerlingen opgedeeld. De teams strijden onderling voor een zo hoog mogelijke score. Elk teamlid krijgt een eigen rol in het team en dus een eigen verantwoordelijkheid. De verschillende rollen zijn:

- Olieraffinaderij
- Kunststofverwerkingsbedrijf
- Ontwerper
- Consument
- Recycler

De bedoeling is dat de teams vraag en aanbod op elkaar gaan afstemmen. Het begint bij de consument, deze heeft een vraag. Bijvoorbeeld hij/zij wil een smartphone of een fles frisdrank kopen. Hier moet de kunststofproducent op inspringen en dit loopt door tot verder stroomopwaarts in de keten. Als de frisdrank op is gooit de consument deze weg. De recycler moet ervoor zorgen dat dat goed gebeurt en dat de fles weer wordt omgezet tot grondstof.



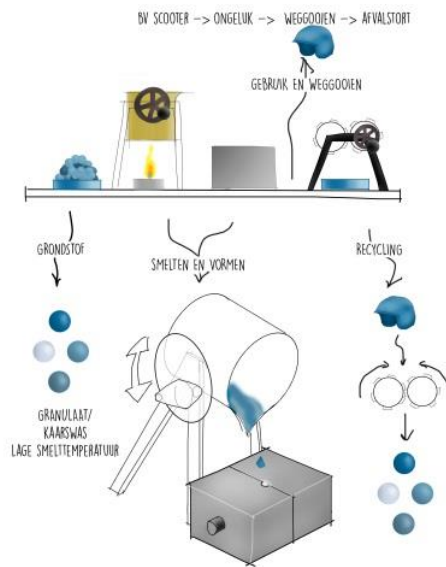
Figuur 2 Idee gebaseerd op spaceteam

In het spel komt dit als volgt terug: De consument bestelt twee smartphones in haar interface. In het interface van het kunststofverwerkingsbedrijf komt de opdracht binnen. Deze moet binnen een bepaalde tijd uitgevoerd worden, omdat er anders een concurrent met de opdracht vandoor gaat. Het team loopt dan punten mis. In plaats van smartphones kan er ook gewerkt worden met een multitouch-tafel, of een combinatie hiervan. De leerlingen komen er spelenderwijs achter wat kunststoffen zijn, hoe ze gemaakt worden en hoe de keten in elkaar steekt. Op deze manier wordt de voor hun bekende wereld verbreed.

Kunststofketen

In de kunststofketen gaan de leerlingen alle stappen van de kunststofketen doorlopen. Ze beginnen met granulaat (de grondstof). Door het granulaat te verhitten wordt deze bewerkbaar (de verwerkingsstap), de leerlingen kiezen een vorm/matrijs uit en door de vloeistof te gieten in een matrijs (de vorm) krijg je een product (de consument). Door dit product door de hakselaar te halen krijg je weer het granulaat (recycling). In plaats van

granulaat kan ook kaarsvet als materiaal gebruikt worden, of iets anders dat bij een lage temperatuur smelt.



Figuur 3 Idee gebaseerd op de kunststofketen

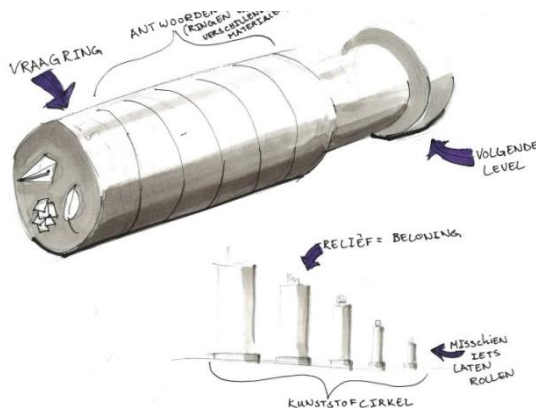
Cryptex

Een cryptex is een soort kluis; je hebt het codewoord nodig om hem te kunnen openen. Als je de letters op de goede plek schuift dan kun je de cilinders uit elkaar trekken, zie Figuur 4.



Figuur 4 Cryptex

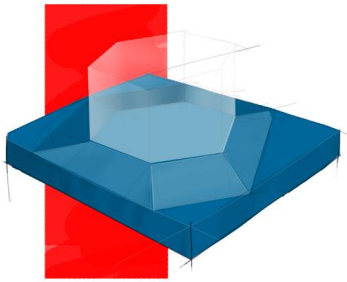
Op basis van een cryptex is een puzzel bedacht. De letter ringen zijn hier omgeruild voor ringen met mogelijke antwoorden. Door deze antwoorden op de goede plek te schuiven ten opzichte van de vraagring, opent de cryptex. De cilinder die je eruit trekt is een kleinere cryptex met weer een nieuwe vraag. Dit proces herhaalt zich totdat de leerlingen vijf cryptexen hebben uitgespeeld. Deze vijf cryptexen vormen de kunststofcirkel.



Figuur 5 Idee gebaseerd op de cryptex

Knikkerbaan

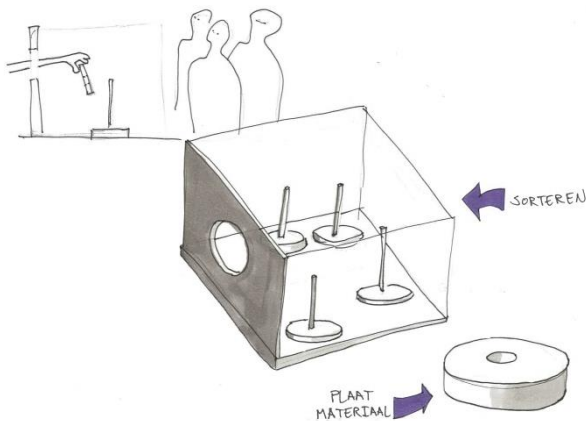
In dit idee moeten alle 6 leerlingen tegelijkertijd vragen beantwoorden op hun eigen panel. Als dat goed gedaan wordt, dan rolt er bijvoorbeeld een knikker.



Figuur 6 6 hoekige knikkerbaan

Voel en sorteer

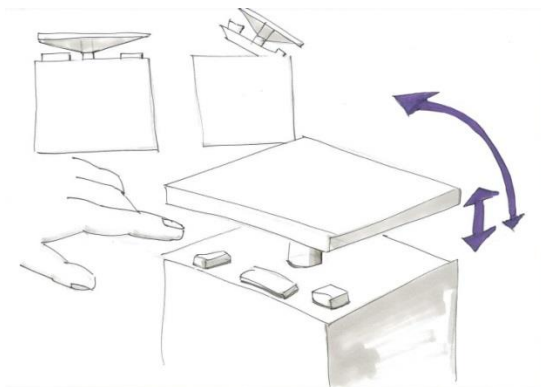
In dit spel wordt er in het groepje een iemand aangewezen die mag voelen. Deze persoon ziet echter niet wat hij/zij voelt. Wat hij voelt moet de speler communiceren met de rest van zijn groepje. De rest ziet wat er gevoeld wordt en ook welke pijlers er zijn. Door middel van de omschrijving van de voeler bepaald de rest van de groep bij welke pijler het monster hoort. Waar de pijler staat moeten ze communiceren aan de voeler, aangezien deze niet kan zien waar deze staat. Op deze manier ontstaat er een leuke interactie in de groep.



Figuur 7 Voel en sorteer spel

Hap

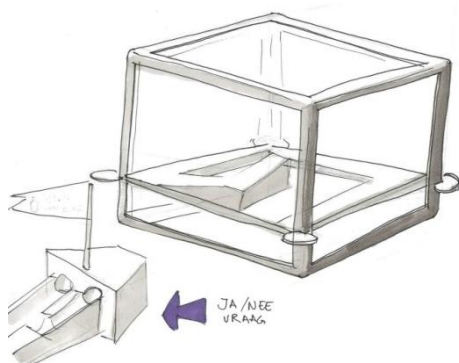
Dit spel is gebaseerd op het spel 'Krokodil met Kiespijn', zie Figuur 8. De leerlingen moeten alle kernwoorden die slaan op kunststof tegelijkertijd indrukken, als dit goed gedaan wordt dan klapt de bovenkant open als een deksel. Wordt er een fout antwoord ingedrukt dan klapt het deksel dicht en worden de vingers zacht geklemd. Het is de bedoeling dat het klemmen een schrikreactie veroorzaakt, maar geen pijn doet. Door meerdere antwoorden goed te laten zijn en deze uit elkaar te plaatsen kan je ervoor zorgen dat meerdere handen nodig zijn om deze puzzel op te lossen. Op deze manier zitten meerdere leerlingen in het zelfde schuitje als het deksel dichtklapt.



Figuur 8 Hap spel

Doolhof

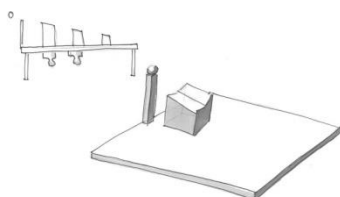
In dit spel moeten de leerlingen met een knikker een parcours of doolhof door. Dit doen ze om het platform van de doolhof in een van de vier hoekpunten naar beneden te duwen. Door een of meerdere hoekpunt(en) naar beneden te duwen loopt het platform schuin af en gaat de knikker in een bepaalde richting rollen. Zodoende kun je de knikker besturen. Je hebt vier hoekpunten, dus je kunt vier leerlingen met elkaar laten samenwerken om dit spel te spelen. Je zou het spel moeilijker kunnen maken door er extra hindernissen aan toe te voegen, bijvoorbeeld een oneffen baan en gaten. Je kunt er lesstof mee toetsen door af en toe vragen te stellen. De leerlingen moeten dan antwoord geven door een bepaalde blinde gang in te rollen. Is het gekozen antwoord (en dus de gekozen gang) goed dan rolt de knikker door, anders valt de knikker van het platform en kun je opnieuw beginnen.



Figuur 9 Doolhof idee

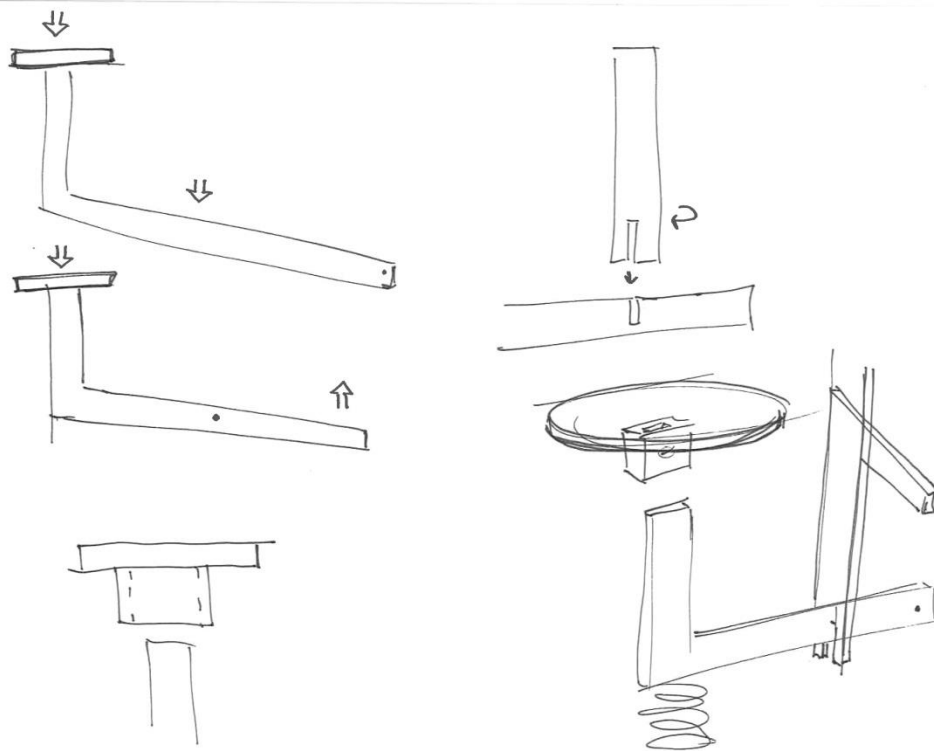
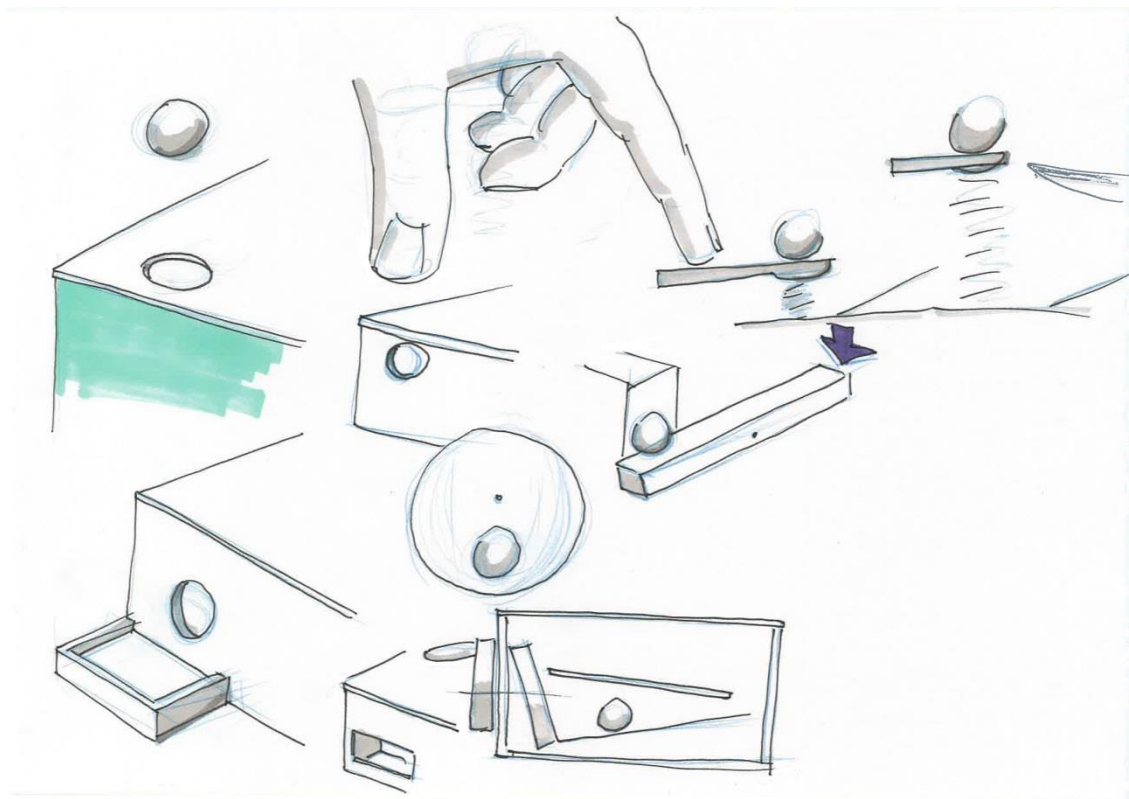
Blokkenbaan

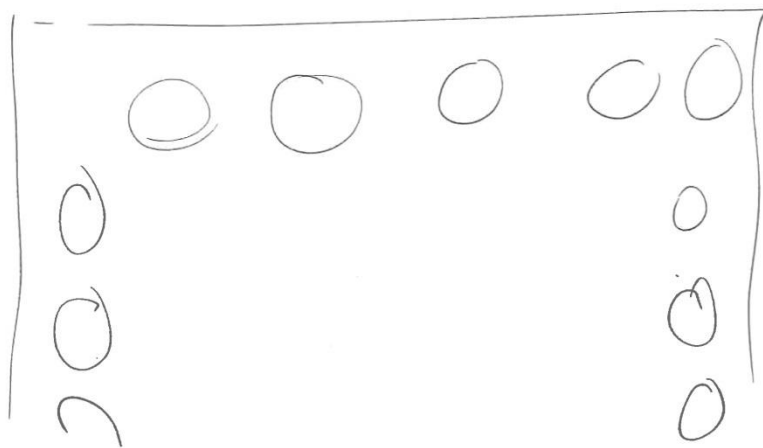
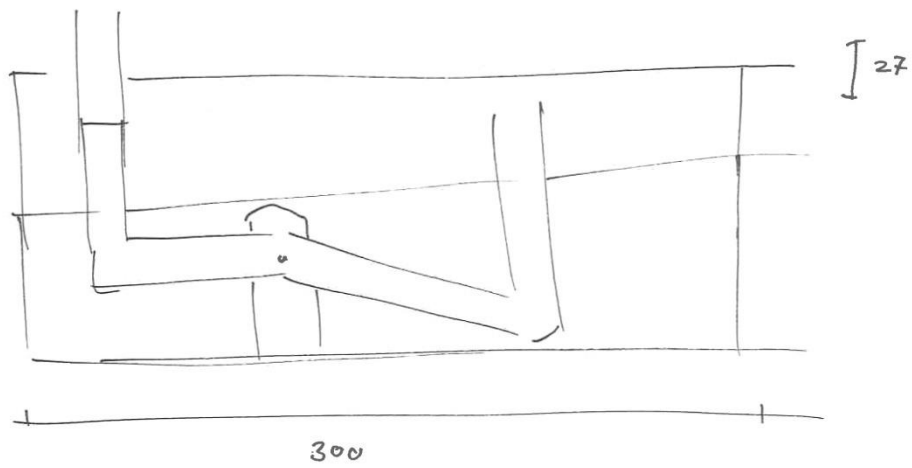
Het laatste idee betreft een blokkenbaan met losse blokken. De leerlingen moeten de blokken op de goede plek neerzetten opdat er een continue baan ontstaat. Het bewegen van de blokken kan bijvoorbeeld met magneeten aan de onderkant van het platform. In de blokken zit ook een magneet. Door de magneet aan de onderkant te verplaatsen verplaatst het blok ook.



Figuur 10 Blokkenbaan met magneten

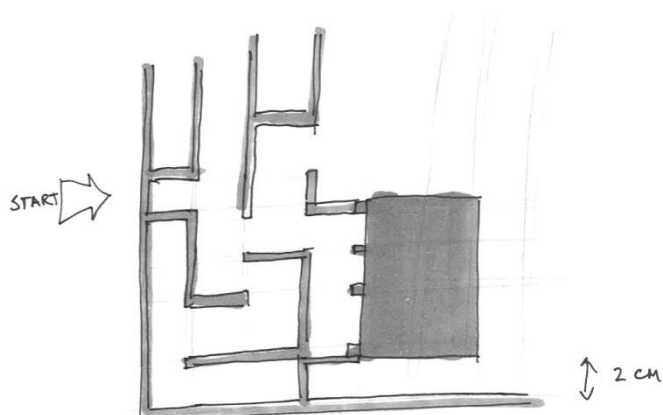
Bijlage I Schetsen



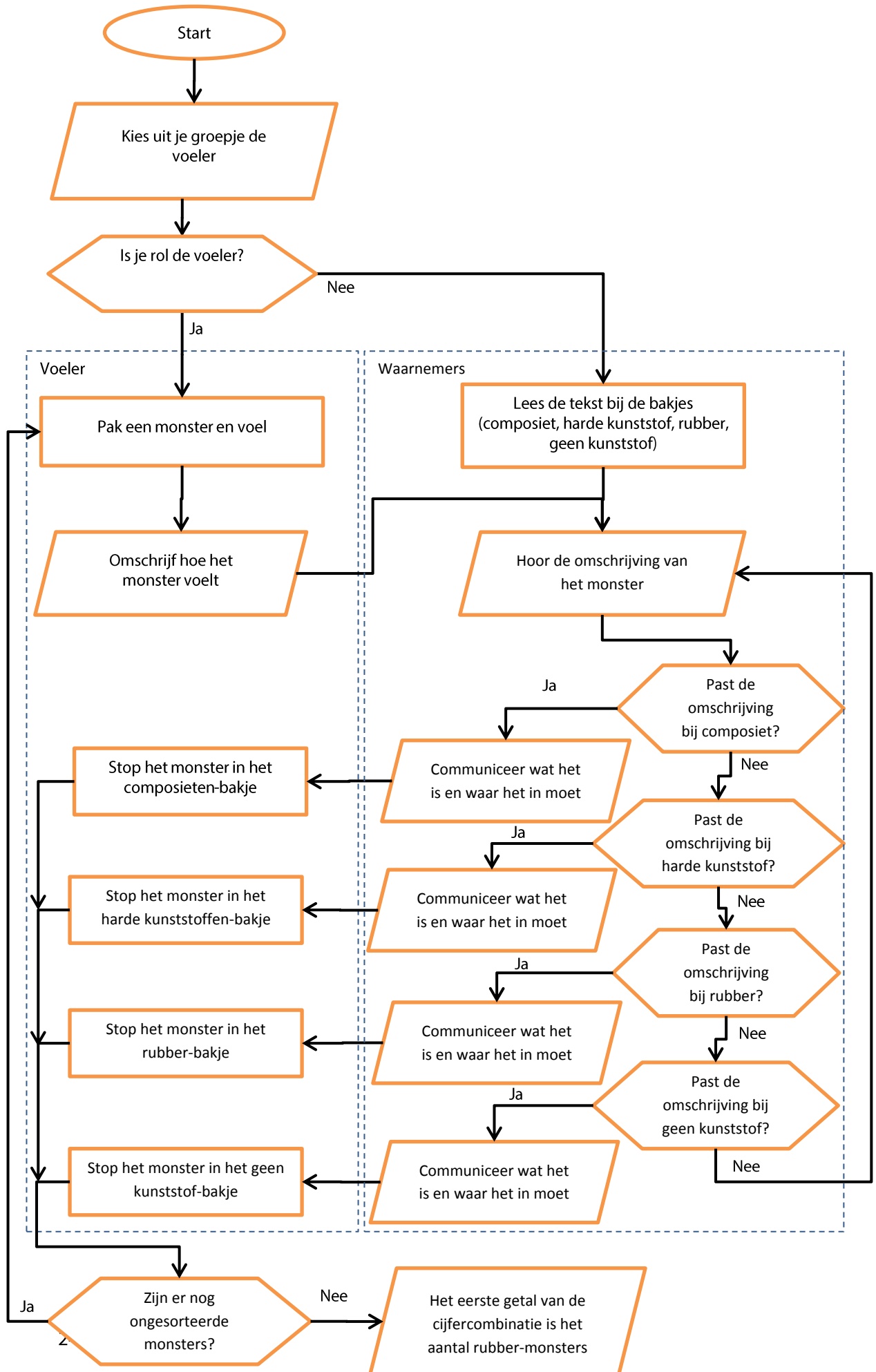


3 opties

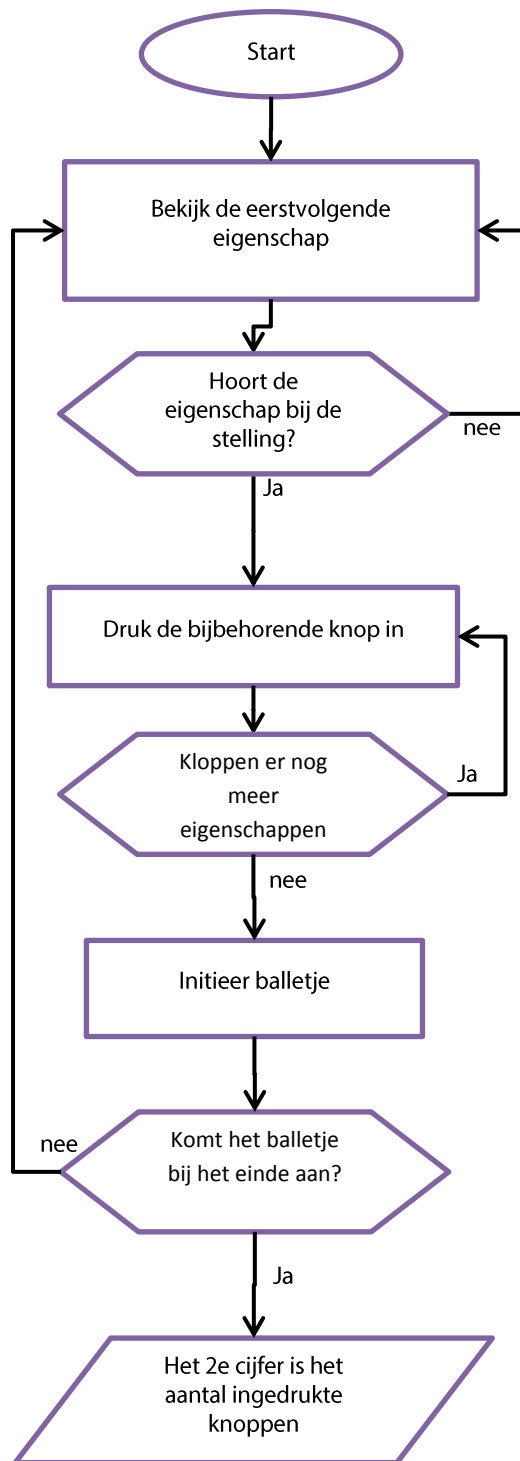
- GPT — BIOPLASTIC
- REST — gemengd
- PLASTIC — VERPAKKINGEN



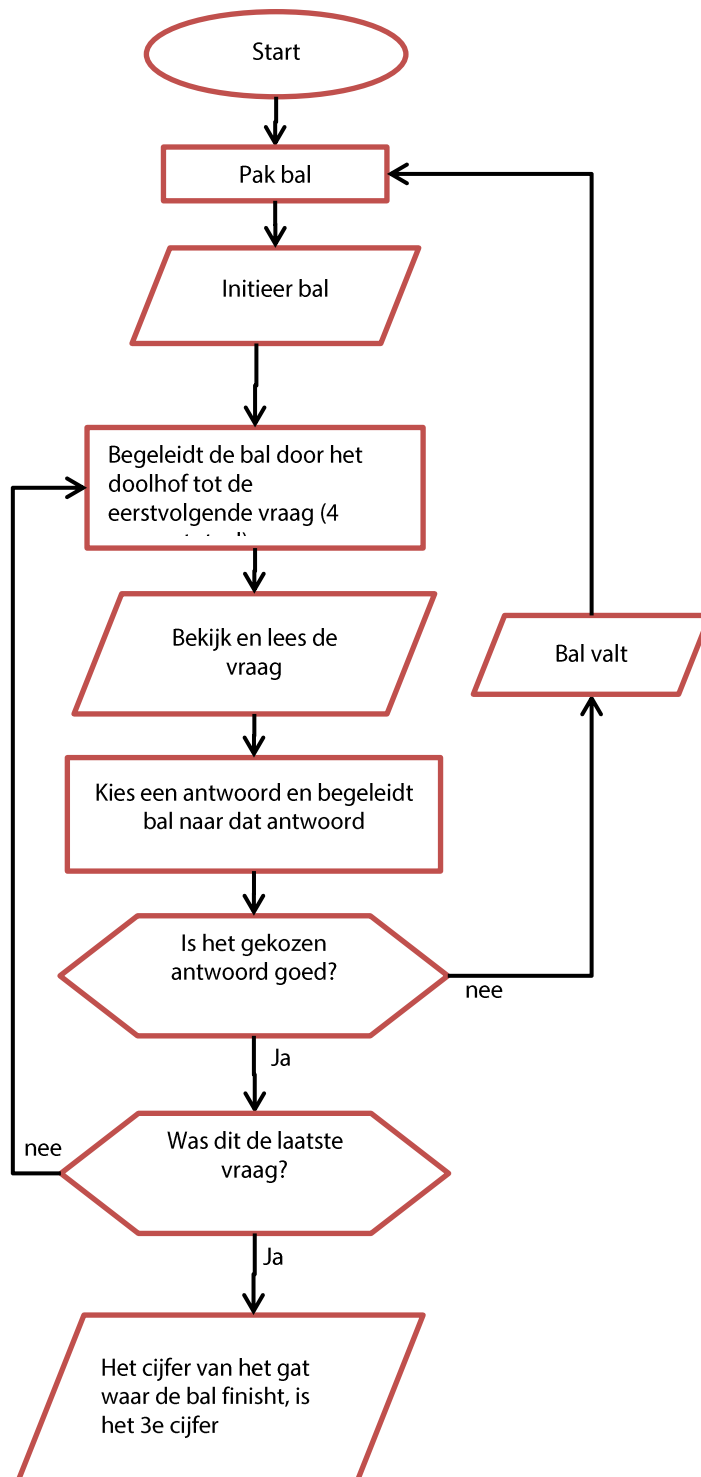
Bijlage J Flowchart Soorten-spel



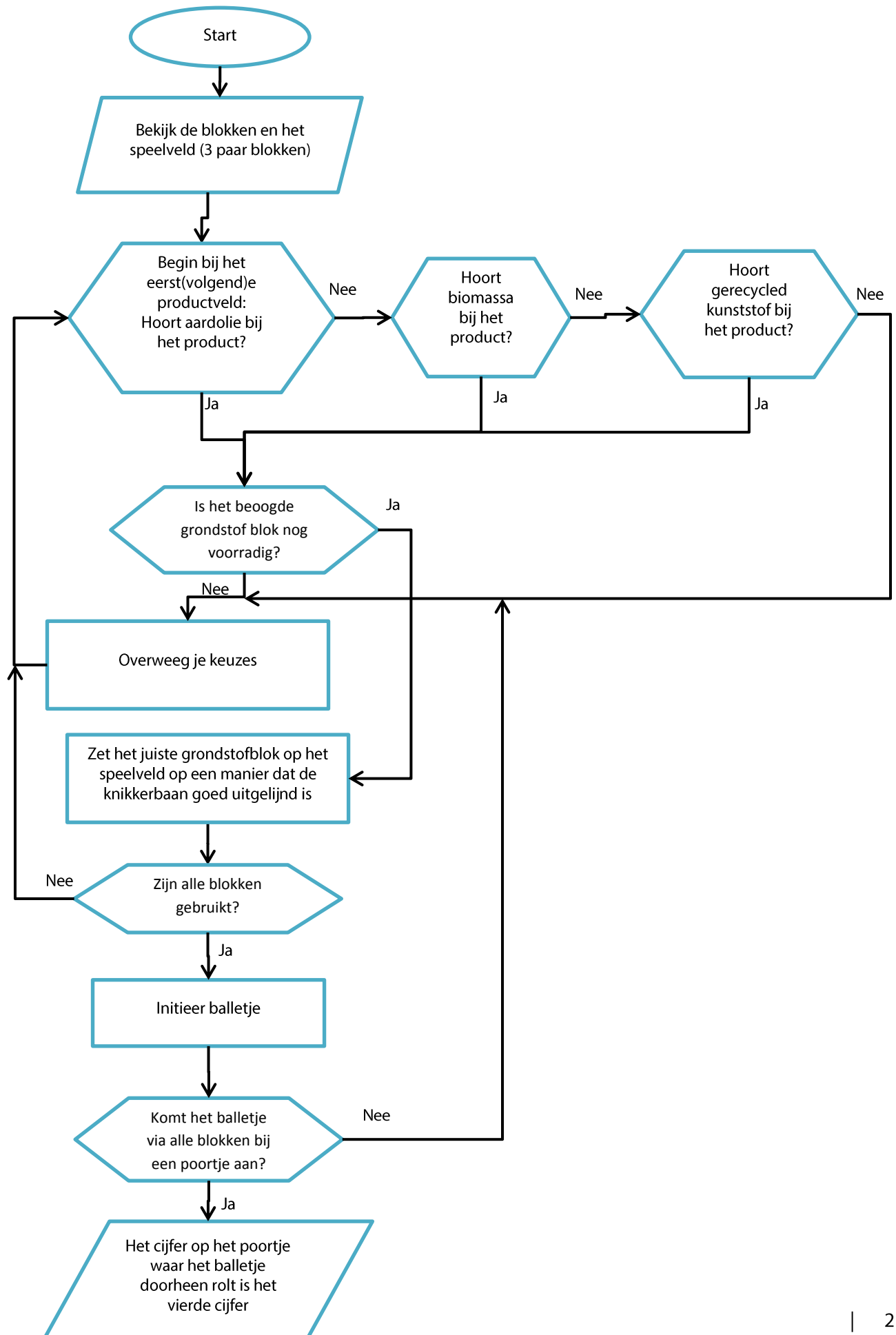
Bijlage K Flowchart Toepassingen-spel



Bijlage L Flowchart Recycling-spel



Bijlage M Flowchart Grondstoffen-spel



Bijlage N Flowchart Bewerking-spel

