

Laura Tamassia  
Goele Cornelissen  
Fien Depaepe  
Maarten Simons  
Thomas Storme  
Kristof Van de Keere  
Stephanie Vervae

# Handleiding Onderzoek in Bedrijf

Voor leerkrachten



Onderzoek in Beweging



# Handleiding Black Box Onderzoek in Bedrijf

## Voor leerkrachten



### Beste leerkracht en leerkracht-in-opleiding

In deze handleiding kan je de nodige informatie, didactische suggesties en concrete tips vinden om in je eigen praktijk aan de slag te gaan met de digitale leeromgeving *Onderzoek in Beweging*.

*Onderzoek in Beweging* is direct bruikbaar in de klas in het lager en secundair onderwijs.

Het algemene doel van *Onderzoek in Beweging* is om de onderzoekspraktijk te ontsluiten voor jonge mensen. Het uitgangspunt is dat jonge mensen op school niet alleen onderzoekscompetenties verwerven, maar ook de kans krijgen om door de fascinerende, dynamische en complexe wereld van het onderzoek aangesproken te worden. Zo kunnen ze interesse voor onderzoek als iets van de wereld ontwikkelen, en dit in het kader van een brede wetenschappelijke vorming voor alle leerlingen.

De ontwikkelde digitale leermaterialen en het didactisch concept van *Onderzoek in Beweging* zijn een antwoord op de volgende vraag:

Hoe kunnen leerlingen een *authentiek* beeld krijgen van wat onderzoek is en wat een onderzoeker doet?

De didactische scenario's van *Onderzoek in Beweging* zijn Black Boxen van onderzoek die leerlingen kunnen openen. Uitgangspunt is dat de praktijk van onderzoek vaak onzichtbaar blijft. Daarin kunnen leerlingen de praktijk van onderzoek exploreren vertrekkend vanuit authentiek materiaal (onderzoeksartefacten) zoals artikels, foto's en video's van onderzoekers, instrumenten en labo's, aankondigingen van ontdekkingen en prijzen, interviews, e-mails en brieven van onderzoekers en kaarten met de locaties van onderzoek.

De leermaterialen die exemplarisch werden ontwikkeld, zijn in de eerste plaats bruikbaar voor de vakken wereldoriëntatie in het lager onderwijs en fysica, gedragswetenschappen en wetenschappelijk werk in het secundair onderwijs. Het didactisch concept van *Onderzoek in Beweging* is echter generiek en laat toe ook bijkomende leermaterialen en didactische scenario's te bedenken.

Ten slotte, kan je in de White Boxen meer informatie vinden over de ideeën en de auteurs die ons hebben geïnspireerd. We hopen dat je daardoor ook geïnspireerd kan worden om te streven naar interessevorming voor en door onderzoek in je klaspraktijk.

## Inhoudstafel

|                                                                               |           |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. Wat is Onderzoek in Beweging?</b>                                       | <b>5</b>  |
| 1.1 De wereld van onderzoek ontsluiten voor jonge mensen                      | 5         |
| WhiteBox 1: INTERESSEVORMING                                                  | 9         |
| 1.2 Onderzoekresultaten als Black Boxen                                       | 10        |
| WhiteBox 2: BLACK BOX                                                         | 13        |
| 1.3 Focus op de praktijk van het onderzoek                                    | 14        |
| WhiteBox 3: DIVERSITEIT                                                       | 15        |
| 1.4 Authenticiteit: aandacht voor onderzoeksartefacten                        | 16        |
| WhiteBox 4: DINGEN DIE ER TOE DOEN                                            | 17        |
| 1.5 Visualiseren en multidimensionaliteit                                     | 18        |
| WhiteBox 5: COMPLEXITEIT VISUALISEREN                                         | 20        |
| <b>2. Hoe werken met Onderzoek in Beweging?</b>                               | <b>21</b> |
| 2.1 Black Boxen, oefeningen en taken                                          | 21        |
| 2.2 Exploratietoefeningen                                                     | 22        |
| WhiteBox 6: VERBINDINGEN                                                      | 23        |
| 2.3 Ideeën die jonge mensen hebben over onderzoek, worden bespreekbaar        | 24        |
| 2.4 Tips om interessevorming voor onderzoek concreet te realiseren in je klas | 26        |
| 2.4.1 Klassetting en digitale middelen                                        | 26        |
| 2.4.2 Organisatie en tijd                                                     | 27        |
| 2.4.3 Beginnen, ondersteunen, eindigen                                        | 28        |
| 2.4.4 Aandacht voor taalgebruik inzake onderzoek                              | 30        |
| <b>3. Black Box Onderzoek in Bedrijf</b>                                      | <b>31</b> |
| 3.1 Inleiding                                                                 | 31        |
| 3.2 Algemene informatie, met doelgroep en link met eindtermen en leerplannen  | 31        |
| 3.3. Oefeningen met voorbeeldantwoorden en tips                               | 32        |
| 3.3.1 Werkdag                                                                 | 32        |
| 3.3.2 Werkcontacten                                                           | 36        |
| 3.3.3 Werkdingen                                                              | 38        |
| 3.3.4 Werkverbeelden                                                          | 44        |



## 1. Wat is Onderzoek in Beweging?

### 1.1 De wereld van onderzoek ontsluiten voor jonge mensen

We leven in een samenleving waarin onderzoek in toenemende mate doordringt tot het leven van iedereen. Tegen die achtergrond wordt de school vandaag verondersteld voor de uitdaging te staan om leerlingen de nodige kennis, vaardigheden en attitudes mee te geven die iemand nodig heeft om met een onderzoekende houding in het leven te staan en/of om aan onderzoek te doen.

Dit project gaat ervan uit dat het van belang is dat jonge mensen, in het kader van een brede wetenschappelijke vorming voor alle leerlingen, op school niet alleen onderzoekscompetenties verwerven, maar ook de kans krijgen om door de fascinerende, dynamische en complexe wereld van het onderzoek aangesproken te worden. Vooral wanneer onderzoek een *authentieke leerinhoud* wordt, kunnen jonge mensen geïnteresseerd geraken in onderzoek en op deze manier door onderzoek gevormd worden. Meer over het concept 'vorming' vind je in WhiteBox 1.

Hoewel onderzoek, met onderzoekend leren en leren onderzoeken, de laatste jaren aan belang heeft gewonnen in het Vlaamse onderwijs, stelt men vast dat de aandacht voor de gehele, veelzijdige context van de *onderzoekspraktijk* veelal ontbreekt.<sup>1</sup>

Daarom heeft het project Onderzoek als Authentieke Leerinhoud de digitale leeromgeving *Onderzoek in Beweging* (<http://www.onderzoekinbeweging.be>) ontwikkeld. Deze leeromgeving omvat didactische scenario's die direct bruikbaar zijn in de klas.

De term 'onderzoek' is op een bepaalde manier deel gaan uitmaken van het denken en spreken over het onderwijscurriculum van de 21<sup>ste</sup> eeuw. De belangrijkste reden daarvoor is dat 'kunnen onderzoeken' tegenwoordig beschouwd wordt als één van de transversale vaardigheden die cruciaal zijn om in het leven te kunnen staan en te kunnen werken.<sup>2</sup> Bijgevolg, heeft de 'leerlijn leren onderzoeken'<sup>3</sup> vorm gekregen in de Vlaamse eindtermen en leerplannen, met als sluitstuk de invoering van de decretale verplichting i.v.m. het behalen van de onderzoekscompetentie op het einde van de 3<sup>de</sup> graad ASO, in uitwerking sinds schooljaar 2005-2006.

Het is van belang te beseffen dat onderzoek in de schoolpraktijk niet alleen een zaak is van leerkrachten in de 3<sup>de</sup> graad van het ASO. De leerlijn leren onderzoeken begint

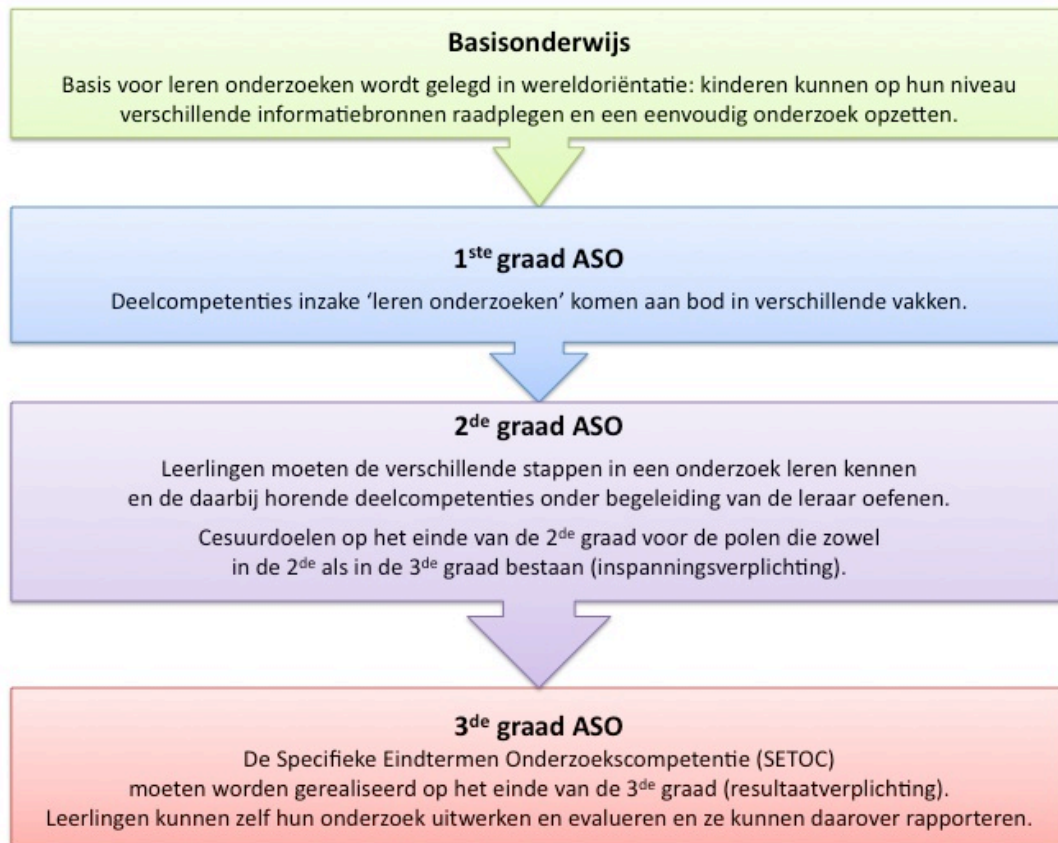
---

<sup>1</sup> Zie G. Cornelissen, L. Tamassia, S. Vervaeke, F. Depaepe, K. Van De Keere, M. Simons, Tijd voor onderzoek als authentieke leerinhoud: een verkenning van eindtermen en leerplannen, Impuls 45/2 (2014).

<sup>2</sup> Zie bv. <http://edglossary.org/21st-century-skills/>

<sup>3</sup> Zie bv. de volgende documenten van pedagogische begeleidingsdiensten: PB Mechelen-Brussel (2010) Werken aan de onderzoekscompetentie in het aso - Hoe (goed) zijn we al bezig? Vicariaat Onderwijs, Mechelen-Brussel, 27 mei; Pedagogische Begeleidingsdienst GO! (2013) Onderzoekscompetentie 1e graad A-stroom, 2e en 3e graad aso. Informatiebrochure. Brussel, april; VVKSO (2008) Onderzoekscompetentie in leerplannen van de derde graad aso. Brussel, 26 juni.

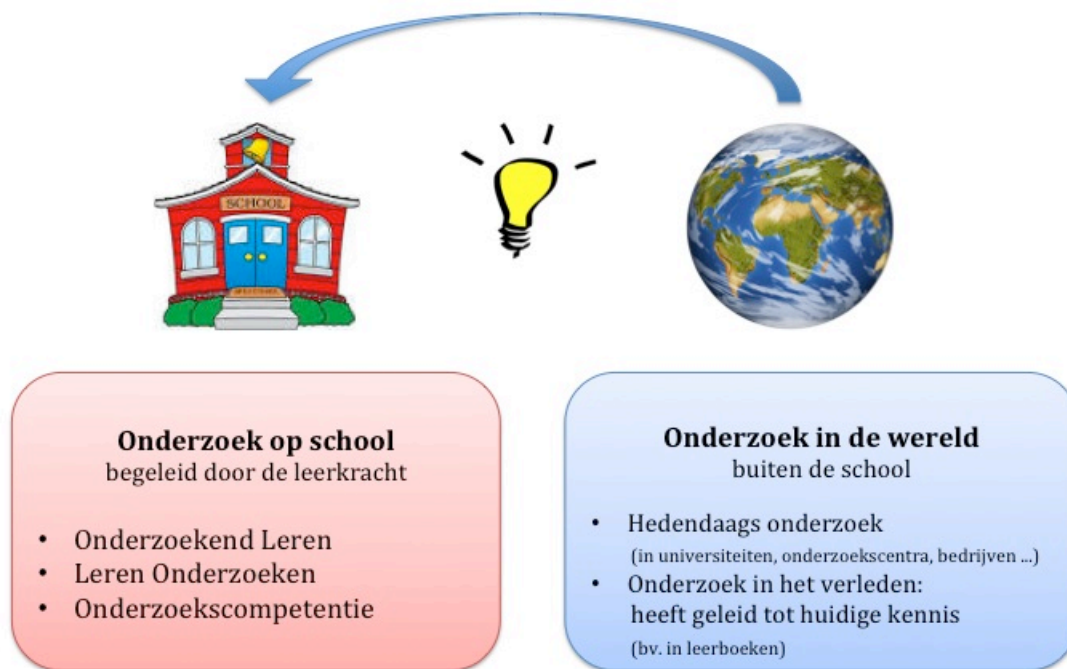
immers reeds in het basisonderwijs, in de vorm van onderzoekend leren. Dit is een didactische werkvorm waarbij het leren van vakinhouden gekoppeld wordt aan het inoefenen van specifieke onderzoeksvaardigheden en aan het stimuleren van bepaalde (onderzoeks-)houdingen. De basis van (leren) onderzoeken wordt dus via onderzoekend leren in het basisonderwijs gelegd en loopt verder door het hele secundair onderwijs, met een verschuiving van onderzoekend leren naar leren onderzoeken, waar onderzoeksvaardigheden en houdingen centraal komen te staan. Onderzoek is dus transversaal aanwezig in het schoolcurriculum, zie figuur 1.



**Figuur 1: Leerlijn leren onderzoeken in het Vlaams onderwijs. Alleen voor het ASO zijn er decretale verplichtingen inzake onderzoekscompetentie. In verschillende TSO richtingen komen de deelcompetenties i.v.m. onderzoek echter ook aan bod.**

Terwijl onderzoek vandaag op deze manier deel uitmaakt van het onderwijscurriculum, is het onderzoek ook een concrete maatschappelijke praktijk, die dagelijks plaatsvindt en waarbinnen dagelijks tal van mensen werkzaam zijn. We spreken hier niet enkel over het hedendaagse onderzoek, waarmee leerlingen heel vaak geconfronteerd worden via de media en waarbinnen ze zelf in de toekomst misschien aan de slag zullen gaan, maar ook over het onderzoek in het verleden, dat ook mee vorm heeft gegeven aan de kennis die leerlingen terugvinden in hun leerboeken (zie figuur 2).

## Onderzoek in Beweging



**Figuur 2: Onderzoek op school versus onderzoek in de wereld. *Onderzoek in Beweging* wil onderzoek zoals een praktijk die bestaat in de wereld, ook in het schoolcurriculum brengen.**

Het feit dat onderzoek vaak aan bod komt op school betekent echter nog niet dat de wereld van onderzoek ook als (authentieke) *leerinhoud* aan bod komt. Zoals het duidelijk zichtbaar is in het schema van figuur 1, komt onderzoek vandaag op school vooral aan bod als een methodiek voor het verwerven van onderzoeksvaardigheden/competenties. Het gaat immers over het volgen van de stappen van de zogenoemde onderzoekscyclus, het nauwkeurig verzamelen van data, het correct vermelden van bronnen ... Onderzoek staat hier echter steeds in dienst van iets anders (verwerven van kennis, vaardigheden en attitudes) en kan bijgevolg heel moeilijk verschijnen als leerinhoud. Op die manier is er het risico dat aan leerlingen geen inkijk wordt geboden in de wereld van het onderzoek zelf en in de zeer diverse, complexe en fascinerende praktijken die, zowel vandaag als in het verleden, met die wereld verbonden zijn. Dit zorgt er niet alleen voor – en hierover bestaat heel wat internationale literatuur<sup>4</sup> – dat leerlingen allerlei misconcepties ontwikkelen over wat onderzoek doen werkelijk is. Het zorgt er vooral ook voor dat jongeren zich geen authentiek beeld kunnen vormen van de wereld van onderzoek of dat ze daar geen betekenis aan kunnen geven. Daarom biedt *Onderzoek in Beweging* didactisch materiaal en een pedagogisch-didactisch concept aan om de onderzoekspraktijk zelf ook zichtbaar te maken op school.

<sup>4</sup> Zie bv. D. Hodson, Science Fiction: the continuing misrepresentation of science in the school curriculum, Curriculum Studies, Vol. 6, No. 2, 1998 en verder (sectie 2.3).

*Onderzoek in Beweging* is bedoeld als een *verrijking* van de huidige didactiek van onderzoek in de klas en wil deze in geen geval vervangen. Integendeel, het werken met de materialen van *Onderzoek in Beweging* wordt best *gecombineerd* met de activiteiten die normaal plaatsvinden i.v.m. onderzoek in de klas. Er kunnen verschillende paden gevolgd worden om leerlingen en studenten van de lerarenopleiding een inkijk te geven in de wereld van onderzoek.

Hier wordt gekozen voor een digitale leeromgeving, gebaseerd op authentieke materialen die de wereld van onderzoek binnenbrengen in de klas. Met *Onderzoek in Beweging* kunnen leerlingen deze wereld digitaal exploreren zonder de klas te moeten verlaten. Op deze manier wordt de digitale leeromgeving een venster op de wereld van onderzoek die leerlingen zelf kunnen ontdekken.

*Andere mogelijkheden om jonge mensen in contact te brengen met de wereld van onderzoek zijn bijvoorbeeld:*

- *leerlingen/studenten fysiek naar de 'wereld van het onderzoek' brengen via bezoeken aan en samenwerking met onderzoekers in onderzoeksinstellingen*
- *onderzoekers in de klas uitnodigen in het kader van wetenschapsweek, studiedagen enz.*
- *vakinhoudelijk contact zoeken met hedendaags onderzoek, bv. door verbanden tussen leerstof en onderzoeksactualiteit te leggen in de les, door oefeningen te gebruiken gebaseerd op echte onderzoeksdata, door het onderzoek van het verleden achter de leerinhouden in de leerplannen terug tot leven te brengen, bijvoorbeeld door samen die oude publicaties te lezen en te bespreken.*

De digitale leeromgeving kan eenvoudig gecombineerd worden met deze of andere mogelijkheden.

## WhiteBox 1: INTERESSEVORMING

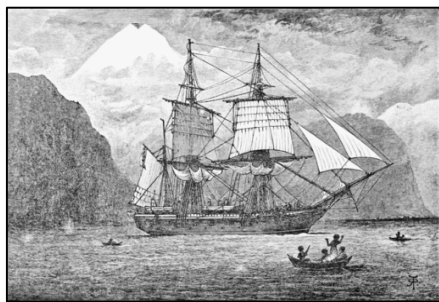
“Certainly, I never learned anything unless I left, nor taught someone else without inviting him to leave his nest.”

“The voyage of children, that is the naked meaning of the Greek word *pedagogy*. Learning launches wandering.”

Michel Serres

*The troubadour of knowledge*. Ann Arbor: The University of Michigan Press (1997)

Onderzoek komt op verschillende manieren aan bod in het onderwijs: onderzoekend leren, kennismaken met de onderzoeksproces, onderzoekscompetenties verwerven. Dit is allemaal erg belangrijk, maar misschien ontbreekt hier nog iets. Laten we dit als een vraag formuleren: is er voldoende gelegenheid om onderzoek-doen op zo’n manier tot leven te wekken dat leerlingen als het ware in de wereld van het onderzoek worden getrokken? We gaan er vanuit dat dit nu al



te vaak – en ondanks alle goede bedoelingen – tussen de mazen van het net valt. En waarom is het toch belangrijk om dit een plaats te geven in het onderwijs? De reden is eigenlijk eenvoudig: we gaan er vanuit dat jonge mensen pas echt een interesse voor wetenschap en onderzoek kunnen ontwikkelen indien ze ook blootgesteld worden aan die wereld. Waar het hier om gaat is interessevorming. Eenvoudig gezegd: aan jonge mensen de kans geven dat iets buiten hun vertrouwde wereld plots hun interesse opwekt, dus interessant wordt en hen uitdaagt om die vreemde

wereld van onderzoek verder te verkennen. Hiervoor reserveren we de term interesse-vorming, en we gaan er vanuit dat leerlingen niet enkel iets van, over en door onderzoek moeten leren, maar dat ze minstens de kans krijgen om erdoor gevormd te worden. Terwijl ‘leren’ verwijst naar het verwerven van kennis, vaardigheden of houdingen, gebruiken we de term ‘vorming’ om te verwijzen naar een verandering in de manier waarop jonge mensen zich verhouden tot een wereld die voor hen nieuw is (en zich dus ook plots anders ten opzichte van zichzelf moeten verhouden). Eenvoudigweg: vele jonge mensen leren rekenen en leren een vreemde taal, maar het zijn maar enkele leerlingen die door de wiskunde of het Frans gevormd worden. Dit laatste wil zeggen: voor wie die wiskunde of het Frans plots een centrale(re) plaats opeist in hun (leef)wereld en echt betekenisvol wordt. Het heeft hen gegrepen, het interesseert hen, het laat hen niet meer los. We gaan er niet vanuit dat iedereen door de wereld van taal, wiskunde of onderzoek wordt gegrepen, maar wel dat iedereen daartoe de kans krijgt. En dat betekent dat we best proberen om ‘onderzoek’ ook op zo’n manier binnen te brengen in het onderwijs dat het die interesse kan opwekken. We kunnen jongeren meenemen naar een onderzoekscentrum of laboratorium en ze op deze manier direct onderdompelen in de wereld van onderzoek. Dit is heel waardevol en gaat de nieuwsgierigheid van leerlingen wekken, maar te vaak krijgt die onderzoekspraktijk geen diepe aandacht meer in de klas waardoor het bezoek niet kan leiden tot een vormende ervaring voor leerlingen. Om interessevorming mogelijk te maken, is het belangrijk om de wereld of het onderzoek – we spreken liever van ‘onderzoek in beweging’ of de ‘praktijk van onderzoek’ – in de klas te presenteren. Mits de juiste oefeningen en afbeeldingen moet het mogelijk zijn om leerlingen aandachtig te maken voor wat onderzoekers doen, wat hen allemaal bezighoudt en dus ook wat onderzoek doen dagelijks inhoudt. Op die manier geven we jonge mensen de kans om hun vertrouwde leefwereld te verlaten en om geïnteresseerd te geraken in wat we vandaag nog vaak de ivoren toren van de universiteit en de wetenschap noemen. Onbekend is onbemind.





## 1.2 Onderzoekresultaten als Black Boxen

Het basisconcept van *Onderzoek in Beweging* is de black box waarin onderzoek vaak is gehuld. Deze term en de achterliggende idee ontleen we aan de filosoof Bruno Latour, meer hierover vind je in WhiteBox 2. Heel veel van de praktijk van het onderzoek zit in een soort van zwarte doos, en is bijgevolg niet zichtbaar.

Wat bedoelen we hiermee?



Hebben je leerlingen zich ooit afgevraagd waar de ‘wetenschappelijke feiten’ of ‘kennis’ in de leerboeken vandaan komen?

Ze zijn het resultaat van onderzoek!

Maar hoe dat onderzoek allemaal verlopen is, wordt snel vergeten, of al te schematisch vertaald naar een formeel schema, zoals de onderzoekscyclus.

Hoe zijn die feiten, feiten geworden? Was men het hier steeds over eens? Zal men het hierover eens blijven? Wat deden onderzoekers concreet om dit te onderzoeken? Wie waren ze? Waar vertoefden ze?

Een inkijk in de complexe, maar boeiende onderzoekspraktijk wordt op die manier vergeten of zelfs verhinderd; de praktijk van het onderzoek wordt als het ware opgesloten in een ‘zwarte doos’.

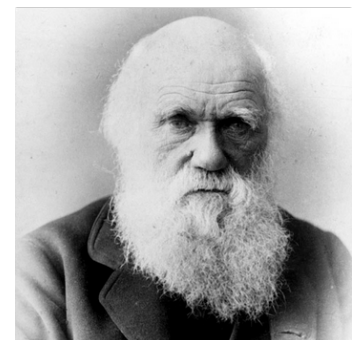
Bekende onderzoekers worden soms zelf een black box! Hun naam wordt op een theorie ‘geplakt’, of op een ziekte, een verschijnsel, een instrument, maar we weten weinig van hen, en in het bijzonder weten we niet precies hoe ze verbonden zijn aan de kennis of ding dat hun naam draagt. Denk bijvoorbeeld aan het Cartesiaans assenstelsel, de dieselmotor, het syndroom van Down, de wet van Ohm, het Higgsboson ... . Deze namen en dingen zijn misschien heel erg bekend, maar wat er precies achter die namen schuilgaat, lijkt goed verborgen te zitten in een zwarte doos.

Alle didactische scenario’s van *Onderzoek in Beweging* zijn ontworpen vertrekkend vanuit een black box. Het doel van de didactische scenario’s die we aanreiken is om jonge mensen de kans te geven om deze black box terug te openen, en te exploreren wat er in de concrete onderzoekspraktijk allemaal gebeurt.

We hebben de volgende black boxen gekozen:

### 1. Darwin de onderzoeker

Darwin is onlosmakelijk verbonden met de evolutietheorie en ook het omgekeerde geldt. Hij wordt vaak geciteerd in natuurdocumentaires, maar ook in veel andere contexten waarin een ‘natuurlijke selectie’ zou plaatsvinden. Darwin is een ‘bekend figuur’, ook voor leerlingen. Maar dat Darwin een onderzoeker is geweest, wat hij concreet gedaan heeft, met wie hij communiceerde en waar zich dat allemaal afspeelde, weten we vaak niet. Darwin is heel bekend, maar Darwin de onderzoeker is voor ons een zwarte doos.



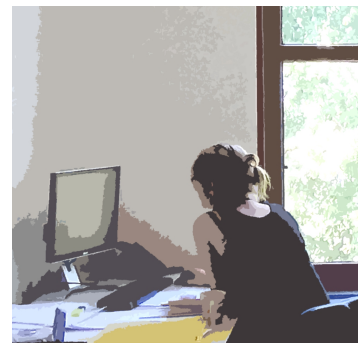
## 2. Nobelprijs Fysica 2013

In 2013 wordt de Nobelprijs fysica toegekend aan Englert en Higgs voor de theoretische voorspelling van een mechanisme en van een deeltje, nadat dit deeltje in 2012 werd ontdekt door de experimenten in CERN. Deze wetenschappelijke prijs is een erkenning van het bestaan van een deeltje, van het 'correct zijn' van een model en – uiteraard - van de onderzoekers die de onderliggende theorie hebben ontwikkeld. Maar wat is er allemaal aan vooraf gegaan? Wat is er allemaal gebeurd dat die twee mensen in 2013 die prijs hebben mogen ontvangen? Wat en wie was betrokken bij het onderzoek dat geleid heeft tot de toekenning van die prijs? De Nobelprijs kennen we waarschijnlijk allemaal, die is heel erg zichtbaar, maar alles wat eraan voorafgaat blijft heel vaak een zwarte doos.



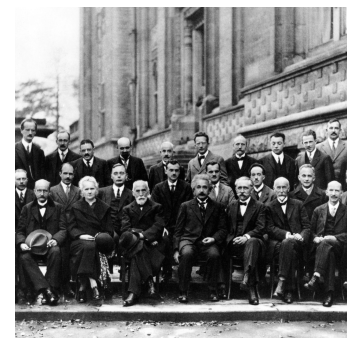
## 3. Proefschrift Pedagogische Wetenschappen

Het moment waarop jonge onderzoekers hun doctoraat verdedigen is een soort afsluiter van een intensieve, en vaak zeer complexe zoektocht die hen in vele richtingen heeft doen zoeken. Die zoektocht wordt als het ware ingepakt in een boek of een bundeling van wetenschappelijke artikelen: een proefschrift. Keurig geschreven, mooi gestructureerd en geordend, geen woord te veel of te weinig, hier en nu voor een publiek gepresenteerd. Op dat moment worden alles zijsporen, alle afwijkingen en verplaatsingen, de probeersels en de vele interacties met andere onderzoekers aan het oog onttrokken. Het proefschrift is heel tastbaar en zichtbaar, maar alles wat daaraan vooraf gaat en alles wat ertoe bijgedragen heeft, wordt heel vaak aan het zicht onttrokken. We kennen de input (de onderzoeker) en we kennen ook de output (het proefschrift), maar het doctoraatsonderzoek blijft vaak een zwarte doos.



## 4. Solvay Conferentie 1927

In 1927 vond de 5<sup>de</sup> Solvay Conferentie in de fysica plaats in Brussel. Deze conferentie wordt beschouwd als een mijlpaal in de geschiedenis van wetenschap en wordt vaak aangeduid als het moment wanneer de kwantummechanica vorm gekregen heeft. Van de conferentie is vooral de intrigerende zwart-wit groepsfoto beroemd geworden: drie rijen van serieus kijkende wetenschappers van wie de meerderheid Nobelprijswinnaar was of is geworden. Maar wat is er eigenlijk gebeurd tijdens de conferentie? Wat hebben de onderzoekers die je op de foto ziet, gedaan en gezegd? Hoe is de conferentie tot stand gekomen en wat is daarna gebeurd met de onderzoekers en hun theorieën? Leeft de onderzoekspraktijk van die oude conferentie nog door in de conferenties van vandaag?



De groepsfoto met de namen van de aanwezige wetenschappers en hun biografie kunnen we gemakkelijk vinden via google, maar wat er achter die foto schuilgaat, blijft voor ons een zwarte doos.

## 5. Onderzoek in Bedrijf

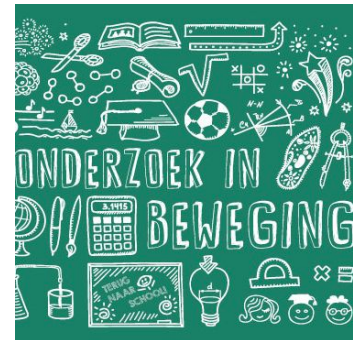
Jytte werkt als onderzoekster in het bedrijf Mirion Technologies in Olen. Als we Jytte opzoeken op het internet, kunnen we gemakkelijk vinden dat ze de functie heeft van 'Detector Scientist - Technical Sales Support PIPS Detectors' in het bedrijf.

Maar wat doet Jytte precies in haar werkdag? Met wie interageert ze? Waarmee werkt ze? Terwijl we de officiële functiebenaming van Jytte gemakkelijk kunnen achterhalen, blijft de concrete, dagelijkse onderzoekspraktijk van Jytte in het bedrijf voor ons een black box.



## 6. Onderzoek in Beweging

*Onderzoek in Beweging* is ook het resultaat van onderzoek! Maar voor jullie leerkrachten is wat er achter de scenario's, de didactiek en deze handleiding schuil gaat een black box: jullie weten niet hoe deze materialen vorm gekregen hebben door onderzoek. Daarom willen we jullie de kans geven om de black box van *Onderzoek in Beweging* terug te openen (via 'Over Ons' op de website). Zo kunnen jullie ontdekken hoe het onderzoeksteam van *Onderzoek in Beweging* is gekomen tot een pedagogisch concept, hoe dit vertaald werd naar concrete didactische materialen, hoe deze materialen ontworpen, getest en verfijnd werden om uiteindelijk de finale versie te worden die jullie in de klas kunnen gebruiken. Wat zichtbaar zal worden is dat onderzoek doen geen lineair proces is, maar dat ook wij omwegen hebben gemaakt, andere paden hebben bewandeld, maar hopelijk is dit het resultaat precies ten goede gekomen.





## WhiteBox 2: BLACK BOX

“The word **black box** is used by cyberneticians whenever a piece of machinery or a set of commands is too complex. In its place they draw a little box about which they need to know nothing but its input and output.”

“We will enter facts and machines while they are in the making; we will carry with us no preconceptions of what constitutes knowledge; we will watch the closure of the black boxes and be careful to distinguish between two contradictory explanations, one uttered when it is finished, the other while it is being attempted.”

“We go from final products to production, from ‘cold’ stable objects to ‘warmer’ and unstable ones.”

Bruno Latour

Science in Action, Harvard University Press (1987)



Filosoof Bruno Latour is pionier geweest in het anders kijken naar de wereld van wetenschappelijk onderzoek. Hij heeft onderzoekers en onderzoeksleiders gevolgd in hun dagelijkse praktijk zoals een schaduw, en heeft terug gekeken naar het onderzoek van het verleden met nieuwe ogen. Latour heeft beseft dat de wereld van wetenschap en technologie twee gezichten heeft, zoals de Romeinse mythische figuur Janus, wiens uitspraken tegenstrijdig zijn.

Het eerste Janus-gezicht is het ene dat ons altijd gepresenteerd wordt, in de

leerboeken en in de media, en dat ook gepresenteerd wordt aan jonge mensen: een verzameling van stabiele, objectieve wetenschappelijke feiten, betrouwbare instrumenten en methodes, die vaak de naam dragen van één onderzoeker die deze ontdekt of ontwikkeld heeft. Dit is wetenschap en technologie als eindproduct: een ‘koude’ verzameling van black boxen. Het tweede Janus-gezicht is het gezicht van onderzoek terwijl het gemaakt wordt, in actie. Daar zien we ideeën die niet stabiel zijn en instrumenten in ontwikkeling die (nog) niet betrouwbaar zijn: samen met Latour openen we de black box en penetreren we een warme, menselijke en minder objectieve wereld waar onderzoekers samenwerken, ook tegen elkaar strijden met publicaties, verder ook lobbyen en strategieën ontwikkelen om hun onderzoek te laten overleven, en dus zowel bezig zijn met inhoudelijke als met financiële zaken. En waar veel meer actoren – mensen en dingen - betrokken zijn dan de weinige onderzoekers die uiteindelijk hun naam verbinden met een wetenschappelijke ‘ontdekking’ of een instrument.

In Onderzoek in Beweging volgen wij Latour in de idee dat de school ook slechts één Janus-gezicht van het onderzoek laat zien: het eenvoudige en geordende gezicht dat onderzoek heeft wanneer het al ‘gemaakt’ is. We laten leerlingen black boxen openen om te zorgen dat zij ook het andere, intrigerende Janus-gezicht van onderzoek kunnen ontdekken: onderzoek in beweging.



### 1.3 Focus op de praktijk van het onderzoek

Een sluitende definitie van ‘het onderzoek’ is moeilijk te vinden in de wereld van het onderzoek zelf. De manier waarop onderzoekers zelf het eigen onderzoek ervaren en beschrijven, blijkt immers zeer *divers* te zijn. En deze diversiteit kan niet eenduidig in verband gebracht worden met de diversiteit aan onderzoeksdomeinen, zoals verder besproken in WhiteBox 3.

Daarom hebben we ervoor gekozen om niet te vertrekken vanuit een abstracte definitie of model van onderzoek, bijvoorbeeld de bekende onderzoekscyclus. Dit zou de concrete praktijk van het doen van onderzoek niet weerspiegelen.

Het is het onderzoek als menselijke *praktijk*, en juist zijn diversiteit en complexiteit, die centraal staat in dit project. Precies omdat we de onderzoekspraktijk willen zichtbaar maken, vertrekken we vanuit specifieke casussen, onze black boxen.

Afhankelijk van de specifieke Black Box die we willen openen, gaan we met een verschillende ‘lens’ naar de onderzoekspraktijk kijken.

In de **Black Box Darwin de onderzoeker** wordt er focust op de manier waarop Darwin als onderzoeker in relatie stond met de wereld. Vertrekkend vanuit zijn *activiteiten* als onderzoeker - observeren, lezen, reizen, verzamelen en interageren met anderen - wordt de onderzoekspraktijk van Darwin tot leven gebracht voor jongere kinderen.

In de **Black Box Nobelprijs Fysica 2013** wordt er vanuit de Nobelprijs uitgezoomd naar de *collectieve en maatschappelijke dimensie* van het achterliggende onderzoek. Er wordt hier scherp gesteld op de verscheidenheid van gebeurtenissen en actoren achter die Nobelprijs en op de ingewikkelde en niet lineaire processen in het verloop van het achterliggende onderzoek.

In de **Black Box Proefschrift Pedagogische Wetenschappen** wordt er eerst diep ingezoomd op de *dagelijkse praktijk* van *één* jonge onderzoeker. Daarmee wordt er op de erg concrete onderzoeksplaatsen, haar contacten, de gebruikte instrumenten en artefacten en ook de specifieke onderzoekshandelingen van deze onderzoeker scherp gesteld. Op deze manier ontdekt men dat de onderzoeker deel uitmaakt van een heel netwerk van mensen, locaties en dingen en dat ze, door haar handelingen en dagelijkse activiteiten, verbonden is met een heleboel andere menselijke actoren en zogenaamde niet menselijke actoren (zoals de computer, boeken, etc.).

In de **Black Box Solvay Conferentie 1927** wordt het debat tijdens de conferentie tot leven gewekt en de onenigheid tussen onderzoekers wordt zichtbaar, samen met de verschillende paden die in het onderzoek bewandeld werden. Daarna wordt vanuit de conferentie uitgezoomd, en leerlingen ontdekken hoe dat onderzoek in haar historische context was ingebed. Conferenties zijn een centraal element van de hedendaagse onderzoekspraktijk. Met deze black box ontdekken leerlingen ook de diverse activiteiten en handelingen van onderzoekers tijdens een conferentie.

In de **Black Box Onderzoek in Bedrijf** wordt er ingezoomd op één werkdag van één onderzoekster *in een bedrijf*. Door deze werkdag in detail te volgen, wordt de diversiteit en de complexiteit van de onderzoekspraktijk in het bedrijf tot leven gebracht. De verscheidenheid aan activiteiten, mensen en instrumenten in één werkdag van één persoon, is verbazingwekkend. De manier waarop activiteiten, mensen en dingen met

elkaar verstrengeld zijn in de onderzoekspraktijk, is verwonderlijk. Met deze black box krijgen leerlingen de kans om in de fascinerende onderzoekspraktijk van een hoogtechnologisch bedrijf in Vlaanderen te gluren!

Ten slotte, met de **Black Box Onderzoek in Beweging** krijgt de gebruiker de kans om de bewegingen van onze eigen onderzoekspraktijk van dichtbij te bekijken. Vertrekkend vanuit onze concrete agenda, met vergaderingen, afspraken en deadlines, ontdekt men hoe Onderzoek in Beweging resultaat is van een onderzoeksproject waaraan veel actoren binnen en buiten de onderwijswereld bijgedragen hebben.

### WhiteBox 3: DIVERSITEIT

“Researchers know what research is. This is almost a truism.”

“When a process of inquiry is talked about or engaged in, what is said and done is dependent upon underlying conceptions about the nature of research.”

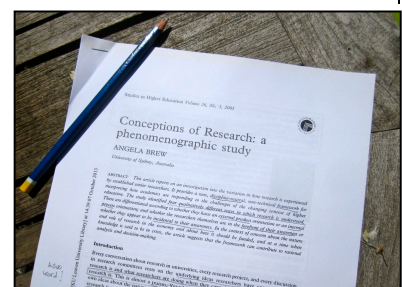
“Throughout the painstaking analysis of the data, there was an attempt to look beyond ways in which research is traditionally differentiated: such as by disciplinary differences, whether the research is perceived as pure or applied, and differences in methodology.”

Angela Brew

Conceptions of Research: a phenomenographic study, Studies in Higher Education Vol. 26, No. 3, 2001

Onderzoek wordt steeds belangrijker in onze maatschappij en als gevolg hebben beslissingen inzake onderzoeksbeleid een steeds grotere impact op de samenleving. Telkens als beslissingen worden genomen die te maken hebben met onderzoek, speelt de *onderliggende opvatting van onderzoek* echter een rol. Dit is in het bijzonder ook het geval wanneer beslissingen worden genomen inzake onderzoek op school.

In deze brede context heeft Angela Brew willen nagaan hoe onderzoekers hun onderzoek ervaren. Ze was geïnteresseerd in de *variatie* in hun opvatting van onderzoek en heeft deze in kaart gebracht. Aangezien er een verwachting is dat de perceptie van onderzoek verbonden zou moeten zijn met het onderzoeks domein, heeft Angela Brew onderzoekers betrokken uit de drie grote domeinen: natuurwetenschappen & technologie, sociale wetenschappen, humane wetenschappen & kunsten.



Ze heeft vier categorieën kunnen onderscheiden:

- *Domino*: onderzoek als een proces waar verschillende elementen gelinkt worden op een lineaire wijze, om problemen op te lossen en vragen te beantwoorden of te stellen.
- *Handel*: onderzoek als een sociale markt waar het uitwisselen van ‘producten’ plaatsvindt, zoals bv. publicaties of citaties.
- *Lagen*: onderzoek als een proces van ontdekken, onthullen of creëren van onderliggende betekenis.
- *Reis*: onderzoek als een persoonlijke ontdekkingsreis, die mogelijk naar transformatie van de persoon leidt.

Haar studie heeft aangetoond dat deze categorieën over de domeinen heen voorkomen. Bovendien, zijn er onderzoekers wiens opvatting van onderzoek transversaal ligt over twee of zelfs drie categorieën. Om deze diversiteit te respecteren, hebben we in ons project gekozen om niet te vertrekken vanuit een specifieke conceptie - of ‘definitie’ - van onderzoek. Angela Brew verwijst naar het feit dat onderzoeksbeleid het bestaan van de verschillende

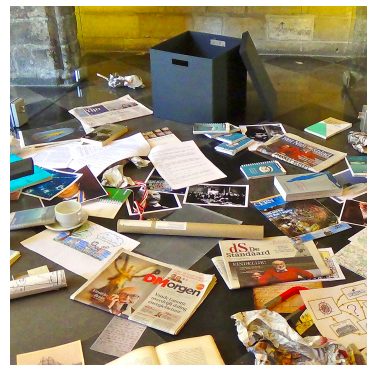
onderzoeksdomeinen erkent, maar is het ook zo voor de verschillende *concepties* van onderzoek? Men zou dezelfde vraag kunnen stellen i.v.m. het beleid inzake onderzoek op school: houdt men rekening met de verschillende categoriën van opvattingen over wat onderzoek doen betekent? Deze reflectie laten we aan de lezer, samen met de oefening om onderzoek zoals het nu aan bod komt op school, te kaderen binnen de categorieën geïdentificeerd door Angela Brew.

#### 1.4 Authenticiteit: aandacht voor onderzoeksartefacten

Hoe kan men de onderzoekspraktijk zichtbaar maken? Door activiteiten, personen maar ook ‘dingen’ te laten zien die tijdens het onderzoeksproces een rol spelen. Meer over hoe dingen belangrijk kunnen zijn in onderzoek, vind je in WhiteBox 4.

Om het openen van onze black boxen mogelijk te maken voor leerlingen, zijn we eerst zelf in de praktijk van onderzoek gedoken, op zoek naar deze activiteiten, personen, ‘dingen’ ....

We hebben veel artefacten verzameld die verwijzen naar deze componenten van onderzoek, bijvoorbeeld:



- academische artikels en abstracts
- aankondigingen van ontdekkingen
- aankondigingen van het uitreiken van prijzen
- websites van wetenschappelijke associaties
- foto's en video's van onderzoekers
- beelden van onderzoeksinstrumenten, onderzoeksproducten en onderzoekslocaties
- interviews, e-mails en brieven van onderzoekers
- kaarten met locaties waar onderzoek plaatsgevonden heeft
- tekeningen, grafieken en andere visualisaties gemaakt in het kader van onderzoek
- agenda's, verslagen, projectaanvragen

Deze onderzoeksartefacten zijn de basis van onze didactiek geworden.

De oefeningen van *Onderzoek in Beweging* zijn opgebouwd om de aandacht van leerlingen te leiden naar deze afzonderlijke ‘dingen’, om na te gaan welke rol ze spelen en daarmee de onderzoekspraktijk als een complex geheel te zien. Dingen kunnen soms ook sprekend zijn en we gaan ervan uit dat sommige artefacten leerlingen ook kunnen aanspreken en interesseren voor onderzoek.

De onderzoeksartefacten die gebruikt worden in *Onderzoek in Beweging* bevatten soms specifiek vakjargon. Het is echter niet altijd nodig om deze woorden op te zoeken of uit te klaren om verder te kunnen in de oefeningen. Het kan volstaan dat leerlingen zien dat onderzoek samen gaat met een bepaald taalgebruik. Het doel van de opdrachten is immers altijd om iets te ontdekken over onderzoek – de onderzoekspraktijk wordt leerinhoud - en niet om specifieke inhouden te leren binnen een vakdomein, hoewel dit natuurlijk niet uitgesloten is. De leerkracht kan kiezen om de activiteiten van *Onderzoek in Beweging* eventueel te combineren met leeractiviteiten die de inhoudelijke doelstellingen van een vakdomein realiseren.



## WhiteBox 4: DINGEN DIE ER TOE DOEN

“As I see it, things are unfairly accused of being just ‘things’.”

“Early this morning, I was in a bad mood and decided to break a law and start my car without buckling my seat belt. My car usually does not want to start before I buckle the belt. It first flashes a red light “FASTEN YOUR SEAT BELT!,” then an alarm sounds; it is so high pitched, so relentless, so repetitive, that I cannot stand it. After ten seconds I swear and put on the belt. This time, I stood the alarm for twenty seconds and then gave in. My mood had worsened quite a bit, but I was at peace with the law—at least with that law. I wished to break it, but I could not.”

Bruno Latour

-2000. When things strike back: a possible contribution of ‘science studies’ to the social sciences. *British Journal of Sociology*, 51(1), pp. 107–123.

-1992. “Where Are the Missing Masses? The Sociology of a Few Mundane Artifacts”. In: Wiebe E. Bijker and John Law (eds.), *Shaping Technology/Building Society: Studies in Sociotechnical Change* (pp. 225–258). Cambridge, Mass.: MIT Press.

-1987. *Science in Action*. Harvard University Press.



Wat is onderzoek precies? Voor een antwoord op deze vraag gaan we vaak kijken naar wat de onderzoeker allemaal doet. En we kijken dan vooral naar wat er zich precies in haar hoofd of in haar laboratorium afspeelt. Maar de praktijk van onderzoek bestaat uit zo veel meer elementen. Neem een ander voorbeeld om dit duidelijk te maken: autorijden. Autorijden is meer dan enkel de bestuurder die zich met de auto op de weg begeeft. Die auto is immers geassembleerd en bestaat dus uit heel veel componenten die allemaal zorgvuldig zijn ontworpen door ingenieurs en vervolgens zijn vervaardigd door verschillende bedrijven. Maar om auto te kunnen rijden, zijn er ook wegen nodig, en verkeersborden, regels ook. Je hebt



een rijbewijs nodig, en dus een training en examen. Niet te vergeten zijn de brandstof, en dus benzinestations en dan komen we ook uit bij de raffinaderijen. Dit is nog maar het topje van de ijsberg. Bedenk zelf eens wat allemaal nodig is om met de auto te kunnen rijden. Het is vaak wanneer er één element ontbreekt of stuk is, dat we pas beseffen wat allemaal nodig is om auto te kunnen rijden. Al die (kleine) dingen en al die (andere) personen doen er echt toe. Meer nog: die kleine dingen bepalen mee wat we doen en wat we niet (kunnen of willen) doen. Hetzelfde geldt ook voor onderzoek, en dit heeft de socioloog Bruno Latour heel mooi uit de doeken gedaan. Hij laat zien dat naast de onderzoeker heel veel andere personen belangrijk zijn, maar ook tal van dingen een rol spelen. Denk aan de laborant en technische assistenten om de apparaten te bedienen, maar ook allerlei instrumenten gaande van microscopen, computers, bibliotheken tot printers en een archief. Email is noodzakelijk en tijdschriften waarin de onderzoeksresultaten gepubliceerd en conferenties waar ze gepresenteerd kunnen worden. Bedenk eens uit hoeveel componenten een deeltjesversneller bestaat, of wat er voor iemand als Darwin nodig was om al zijn reizen te kunnen maken. Bedenk ook wat dat schip allemaal mogelijk heeft gemaakt voor Darwin, maar natuurlijk ook wat daardoor niet mogelijk is. Daarnaast mogen we de heel eenvoudige zaken nodig zoals pen en papier zeker niet vergeten. Je kan natuurlijk zeggen: “Al die dingen zijn niet



zo belangrijk, het is de onderzoeker die telt.” Maar zou je dat ook zeggen over autorijden? Je kan toch moeilijk zeggen: “Alleen de bestuurder telt; de auto, de wegen, benzine, het reservewiel en de richtingaanwijzer zijn minder belangrijk.” Dus als het over onderzoek gaat, is het belangrijk om het bredere plaatje te bekijken: er zijn heel veel dingen – vaak hele kleine dingen – die er echt wel toe doen.

("Kloecker-Primeur" by Ingo Klöcker. Licensed under CC BY-SA 3.0 de via Wikimedia Commons - <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kloecker-Primeur.jpg#/media/File:Kloecker-Primeur.jpg>)

## 1.5 Visualiseren en multidimensionaliteit

Hoe kan men een diverse en complexe praktijk ontsluiten voor jonge mensen?

Dit lijkt op het eerste zicht een probleem omdat didactiek vaak gezien wordt als een proces van systematische vereenvoudiging, waar complexe inhouden ‘gedemonteerd’ worden in geïsoleerde stukjes die door leerlingen apart verteerd kunnen worden. Wij willen echter teruggaan naar de oorspronkelijke betekenis van *didactiek als ‘het laten zien’*. Het gaat hier over het laten zien van de diversiteit en complexiteit van de onderzoekspraktijk.

We tonen de onderzoekspraktijk aan door deze te *visualiseren*.

We kijken eerst vanuit verschillende invalshoeken, of dimensies: Waar? Wanneer? Wie? en Wat? Door de vele verbindingen te ontdekken over dimensies heen, krijgen we een globale ervaring waar diversiteit en complexiteit in het geheel zichtbaar worden. We zetten op deze manier de *multidimensionaliteit* van de onderzoekspraktijk in de verf.

Deze aanpak is geïnspireerd door de visualisaties van controverses in controversy mapping. Hierover vind je meer in WhiteBox 5.

Zo gebruiken we bijvoorbeeld een aangeklede tijdlijn, waar gebeurtenissen die met elkaar verbonden zijn door een specifiek onderzoek in eerste instantie chronologisch geordend worden (organisatie volgens de dimensie: Wanneer?). Dit doen we bijvoorbeeld voor het onderzoek dat geleid heeft tot de Nobelprijs Fysica 2013 en voor de werkdag van een onderzoekster in een bedrijf. Door de tijdlijn zelf af te breken en anders te ordenen kunnen leerlingen verschillende structuren ontdekken in het verloop van dat specifieke onderzoek.

Een ander voorbeeld is een aangeklede kaart waar de vele locaties van een onderzoek gevisualiseerd worden (organisatie volgens de dimensie: Waar?). Dit gebruiken we bv. om de onderzoeksreis van Darwin met de Beagle te visualiseren en ook om de vele locaties van het onderzoek in een doctoraat in de Pedagogische Wetenschappen met elkaar te verbinden.

Hoewel een specifieke visualisatie de informatie in eerste instantie organiseert volgens één dimensie, zijn andere dimensies ook aanwezig. De verschillende dimensies zijn immers met elkaar verbonden in de onderzoekspraktijk. Bijvoorbeeld ziet men in een aangeklede kaart ook hoe verschillende instellingen, onderzoeksgroepen en mensen verbonden zijn in een specifieke onderzoekspraktijk (dimensie Wie?) en mogelijk ook wanneer de onderzoeker op een bepaalde locatie is geweest (dimensie Wanneer?) en wat hij of zij daar gedaan heeft (dimensie Wat?).

De volgende tabel geeft een samenvatting van de verschillende visualisaties die worden gebruikt in Onderzoek in Beweging:

| Dimensie | Visualisatie                                                               | Black Box                                            |
|----------|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| Waar?    | exploereerbare kaart<br>(google map)                                       | Darwin, Proefschrift,<br>Onderzoek in Beweging       |
|          | kaart                                                                      | Nobelprijs                                           |
| Wanneer? | exploereerbare tijdlijn                                                    | Nobelprijs, Proefschrift,<br>Solvay, Bedrijf, Darwin |
|          | gesplitste tijdlijnen<br>met verbindingen                                  | Nobelprijs                                           |
|          | projectagenda                                                              | Onderzoek in Beweging                                |
|          | tijdspad van project                                                       | Onderzoek in Beweging                                |
| Wie?     | video's van onderzoekers                                                   | Nobelprijs, Solvay, Darwin                           |
|          | brieven van onderzoekers                                                   | Darwin, Solvay                                       |
|          | e-mails van een<br>onderzoeker                                             | Proefschrift, Bedrijf                                |
|          | geluidsfragmenten van<br>een onderzoeker                                   | Darwin                                               |
|          | auteurslijst op artikels                                                   | Nobelprijs                                           |
|          | exploereerbare groepsfoto                                                  | Solvay                                               |
|          | exploereerbaar netwerk                                                     | Bedrijf                                              |
| Wat?     | verzameling beelden van<br>onderzoeksinstrumenten<br>en onderzoeksobjecten | Proefschrift, Bedrijf,<br>Darwin                     |
|          | verzameling van<br>conferentiewebsites en<br>affiches                      | Solvay                                               |
|          | glossarium                                                                 | Solvay, Onderzoek in<br>Beweging                     |

## WhiteBox 5: COMPLEXITEIT VISUALISEREN

“No exploration without representation.”

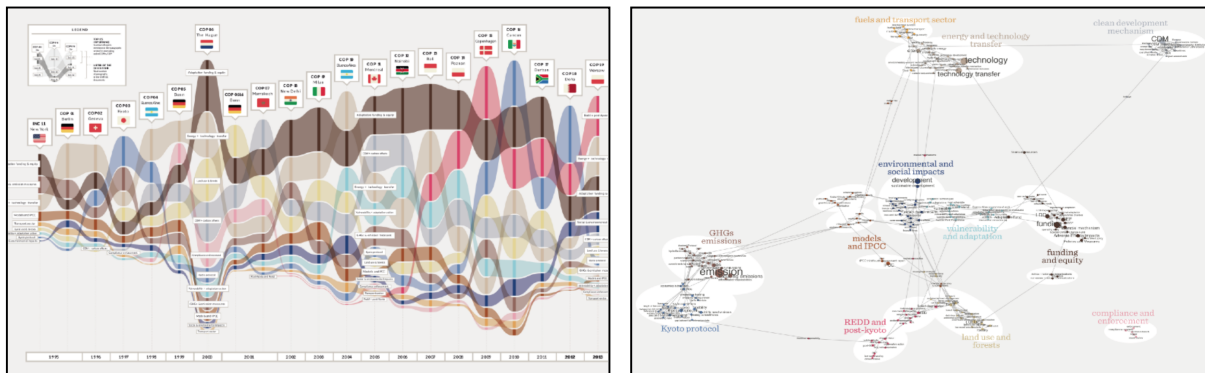
“The task of *unfolding the complexity* of controversies should never be separated from the task of *ordering such complexity*.”

“The word ‘controversy’ refers here to every bit of science and technology which is not yet stabilized, closed or ‘black boxed’; it does not mean that there is a fierce dispute nor that it has been politicized; we use it as a general term to describe *shared uncertainty*.”

“The key for drawing effective representations is drawing many of them: each one dedicated to a different aspect of the phenomenon. Even if each map fails in capturing the richness of the disputes, all together they may do the trick.”

Tommaso Venturini

Building on Faults – How to represent controversies with digital methods (Public Understanding of Science October 2012 vol. 21 no. 7 796-812); Diving in Magma – How to explore Controversies with Actor-Network Theory (Public Understanding of Science May 2010 vol. 19 no. 3 258-273)



Figuur: Twee kaarten in controversy mapping: een aangeklede tijdlijn en een netwerk van verbindingen (Venturini, Baya-laffite, Cointet, Gray, Zabban, & De Pryck, Three Maps and Three Misunderstandings (Big Data and Society, 2014, 1(1))

In het onderzoeksgebied Controversy Mapping (cartografie van de controverses), wordt onderzoek ‘in actie’ bestudeerd in zijn geheel, in volledige interactie met de maatschappij. Alle betrokken actoren, menselijk en niet menselijk, worden gehoord. Het in kaart brengen van actoren en argumenten, van hun verbanden en hoe deze met de tijd evolueren, gebeurt tegelijkertijd met het visueel representeren van de controverse.

Het resultaat zijn echte kaarten die elk een bepaald aspect – of dimensie – van de controverse in de verf zetten. Om de rijkdom van de controverse, zijn complexiteit, te kunnen laten zien moet de controverse vanuit verschillende invalshoeken benaderd worden en dus moeten er verschillende kaarten gemaakt en gecombineerd worden.

De visualisaties van *Onderzoek in Beweging* en veel van onze oefeningen zijn geïnspireerd door het werk van Tommaso Venturini met zijn studenten (zie <http://controverses.sciences-po.fr/archiveindex/>).

## 2. Hoe werken met Onderzoek in Beweging?

### 2.1 Black Boxen, oefeningen en taken

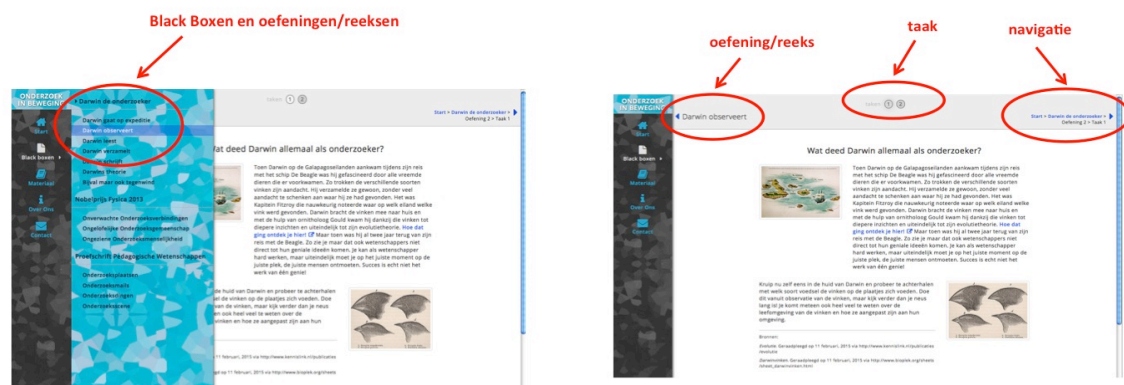
De didactische scenario's van *Onderzoek in Beweging*, de Black Boxen, zijn opgebouwd uit verschillende oefeningen die onafhankelijk van elkaar gebruikt kunnen worden. Deze oefeningen kunnen ook worden gecombineerd voor een complexer en rijker traject. De oefeningen benaderen de onderzoekspraktijk immers vanuit verschillende invalshoeken en laten verschillende dimensies van de onderzoekspraktijk zien: Waar? Wanneer? Wie? Wat? Daarom is het interessant om meerdere oefeningen te combineren bij voldoende tijd. Dit kan ook gebeuren in het kader van verschillende lessen, bv. gekoppeld aan passende inhoud of onderzoeksopdrachten. In sectie 2.4.2 geven we meer suggesties, maar je kan je eigen combinaties maken zodat die goed passen bij je klaspraktijk. De organisatie van *Onderzoek in Beweging* is samengevat in de volgende tabel:

| Black Box                               | Reeks                                | Oefening                             | Vak en doelgroep                                               |
|-----------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Darwin de onderzoeker                   |                                      | Darwin observeert                    | Wero 3 <sup>de</sup> graad BaO<br>WW 1 <sup>ste</sup> graad SO |
|                                         |                                      | Darwin leest                         |                                                                |
|                                         |                                      | Darwin gaat op expeditie             |                                                                |
|                                         |                                      | Darwin verzamelt                     |                                                                |
|                                         |                                      | Darwin schrijft                      |                                                                |
|                                         |                                      | Bijval maar ook tegenwind            |                                                                |
|                                         |                                      | Darwins theorie                      |                                                                |
| Nobelprijs Fysica 2013                  | Onverwachte Onderzoeks-verbindingen  | Theorie en experiment                | FY 3 <sup>de</sup> graad SO                                    |
|                                         |                                      | Lage en hoge energie                 | FY 3 <sup>de</sup> graad SO                                    |
|                                         | Ongelofelijke Onderzoeks-gemeenschap | Ongelofelijke Onderzoeks-gemeenschap | FY 3 <sup>de</sup> (ev. 2 <sup>de</sup> ) graad SO             |
|                                         | Ongeziene Onderzoeks-menselijkheid   | Anders praten over onderzoek         | FY 3 <sup>de</sup> (ev. 2 <sup>de</sup> ) graad SO             |
|                                         |                                      | Vertrouwen en erkenning              | FY 3 <sup>de</sup> graad SO                                    |
|                                         |                                      | Controverses                         | FY 3 <sup>de</sup> (ev. 2 <sup>de</sup> ) graad SO             |
| Proefschrift Pedagogische Wetenschappen |                                      | Onderzoeksplaatsen                   | GW 3 <sup>de</sup> graad SO                                    |
|                                         |                                      | Onderzoeksemails                     |                                                                |
|                                         |                                      | Onderzoeksdingen                     |                                                                |
|                                         |                                      | Onderzoeksscene                      |                                                                |
| Solvay Conferentie 1927                 |                                      | Conferentiedebat                     | FY en CW 3 <sup>de</sup> graad SO                              |
|                                         |                                      | Conferentietijd                      |                                                                |
|                                         |                                      | Conferentiehandelingen               |                                                                |
|                                         |                                      | Conferentiescene                     |                                                                |
| Onderzoek in Bedrijf                    |                                      | Werkdag                              | FY 3 <sup>de</sup> graad SO<br>(STEM)                          |
|                                         |                                      | Werkcontacten                        |                                                                |
|                                         |                                      | Werkdingen                           |                                                                |
|                                         |                                      | Werkverbeelden                       |                                                                |

|                       |  |                                  |                                         |
|-----------------------|--|----------------------------------|-----------------------------------------|
| Onderzoek in Beweging |  | Projectplaatsen en projectmensen | vooral bedoeld voor de lerarenopleiding |
|                       |  | Projectactiviteiten              |                                         |
|                       |  | Projecttijd                      |                                         |

Sommige oefeningen zijn verder gesplitst in taken, die logisch met elkaar verbonden zijn, maar soms ook afzonderlijk uitgevoerd kunnen worden.

De structuur met Black Boxen, reeksen/oefeningen en taken is gemakkelijk te volgen op de website zoals getoond in figuur 3.



Figuur 3: Elementen van het navigatiesysteem van de website Onderzoek in Beweging

## 2.2 Exploratietoefeningen

De oefeningen van *Onderzoek in Beweging* zijn *exploratietoefeningen*, waarbij leerlingen op basis van een gericht zoeken in een relatief grote hoeveelheid informatie een antwoord formuleren op open vragen.

Zo moeten leerlingen bijvoorbeeld zoeken in de rijk gevulde mailbox van een jonge onderzoeker, of in de vele gebeurtenissen verbonden met de Nobelprijs Fysica 2013.

Veelal is er geen 'juist antwoord' op de vragen en staat de interactie van leerlingen met authentiek onderzoeksmateriaal centraal. De oefeningen maken het immers mogelijk om verschillende aspecten van de onderzoekspraktijk eerst te ontdekken en dan met elkaar te *verbinden*.

Op deze manier wordt het mogelijk voor leerlingen om de complexiteit van de onderzoekspraktijk te verkennen.

Exploratietoefeningen zijn in het bijzonder geschikt voor het werken in groepjes waar de nadruk ligt op discussies en waarbij de resultaten achteraf kunnen besproken worden met de hele klas, zodat de ervaringen gedeeld worden.



## WhiteBox 6: VERBINDINGEN

“Sembra che per i mutanti, al contrario, la scintilla dell'esperienza scocchi nel veloce passaggio che traccia tra cose differenti la linea di un disegno.”

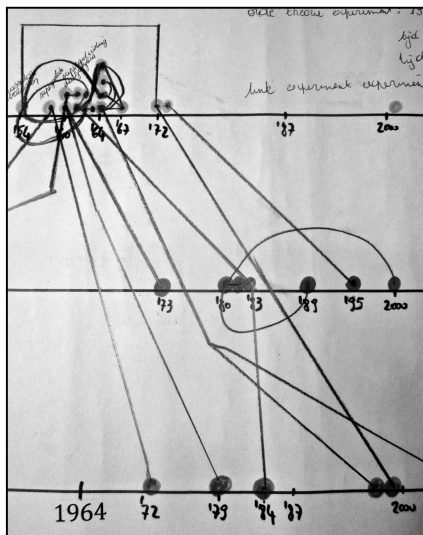
“Kennelijk geldt voor de mutanten daarentegen dat de vonk van de ervaring overspringt in de snelle overgang die de lijn van een tekening trekt tussen verschillende dingen.”

Alessandro Baricco

De Barbaren – Essay over de mutatie, 2006. Nederlandstalige editie: De Bezige Bij, 2010.

Als leerkracht interageer je elke dag met de nieuwe generatie: je bereidt jonge mensen voor om aan de wereld van de toekomst mee vorm te kunnen geven. In een wereld die voortdurend verandert, is elke nieuwe generatie in je klas altijd een beetje verschillend dan de vorige. Maar heb je soms het gevoel dat de generatie van nu op een diepere, verregaande manier verschillend lijkt te zijn dan de vorige? En is dit waar? Zijn deze leerlingen al bewoners van een nieuwe wereld?

Google werd gelanceerd in 1997 en wordt nu, in 2015, 18 jaar oud, precies zoals de leerlingen die de middelbare school binnenkort zullen verlaten. Wat betekent, voor deze zogenoemde Google-generatie, *ervaring* opdoen? Wat is voor deze leerlingen *betekenisvol*? Alessandro Baricco zoekt, in zijn boek De Barbaren, een antwoord. Hij komt tot de conclusie dat betekenis voor hen *horizontaal* te vinden is, in de breedte dus en niet in de diepte, en dat ervaring iets te maken heeft met de snelle beweging die verschillende dingen verbindt ‘op het oppervlak van het bestaande’.



Met Onderzoek in Beweging hebben we willen experimenteren met inhoud en didactiek, en dit juist om te zorgen dat de school vandaag, voor de Google-leerlingen, nog tijd kan creëren voor interesse in de wereld. Aansluitend bij de gedachten van Baricco, hebben we ook oefeningen bedacht die ‘horizontaal’ zijn in plaats van ‘verticaal’: leerlingen bewegen zich tussen veel informatie, zoeken - en op deze manier ontdekken - *verbindingen* tussen verschillende aspecten van het onderzoek. Kijk naar je leerlingen en verwonder je terwijl zij klikken, zoeken, verbinden! Volgens Baricco hebben ze al kleine kieuwen en vertrekken ze binnenkort in de zee, terwijl wij op het land gebonden zijn.

### 2.3 Ideeën die jonge mensen hebben over onderzoek, worden bespreekbaar

Leerlingen hebben bepaalde voorstellingen van de wereld van onderzoek en in het bijzonder van onderzoekers. Onderzoek komt vaak aan bod in de media en in films en sommige leerlingen kennen onderzoekers in de familie of binnen hun vriendenkring. De wijze waarop onderzoek aan bod komt op school, namelijk als een methodiek (onderzoekend leren) of als een vaardigheid of competentie (leren onderzoeken en het verwerven van de onderzoekscompetenties), heeft echter ook een invloed op het beeld van leerlingen over onderzoek.

In de vakdidactische literatuur is dit probleem bekend<sup>5</sup>. Daar wordt benadrukt dat het reduceren van onderzoek op school tot een methodiek (onderzoekend leren) en/of tot een vaardigheid of competentie (leren onderzoeken, meestal verbonden met het 'correct' kunnen doorlopen van de onderzoekscyclus) misconcepties over onderzoek kan introduceren. De volgende stellingen worden bijvoorbeeld onder de 'mythes over onderzoek' opgelijst:

- a. Wetenschappelijk onderzoek is een eenvoudig, algoritmisch proces.
- b. De zogenoemde wetenschappelijke attitudes<sup>6</sup> zijn essentieel voor een doeltreffende wetenschappelijke praktijk.
- c. Wetenschappelijk onderzoekers bezitten deze attitudes.

Punt (a) verwijst naar de resultaten van observaties van het verloop van onderzoek in de praktijk voor specifieke casussen, waar het bleek dat het schema van de 'natuurwetenschappelijke methode' of 'onderzoekscyclus' weinig te maken heeft met de manier onderzoekers aan de slag gaan. De leeractiviteiten i.v.m. leren onderzoeken kunnen leerlingen er toe leiden te geloven dat echte onderzoekers, precies zoals hen, in hun dagelijkse onderzoekspraktijk nauwkeurig een vooraf vastgelegde reeks van stappen moeten volgen. Punten (b) en (c) verwijzen naar studies over wetenschappers waar het bleek dat ze als personen erg divers zijn en niet overeen komen met een 'model' van onderzoeker met specifieke attitudes. Het succes van een onderzoeker blijkt ook niet bepaald te worden door het al dan niet 'bezitten' van die typische attitudes.

I.v.m. het laatste punt wordt er in het bijzonder gesproken over de mythe van 'the emotionally-detached, disinterested impartiality of the scientist', kortom: onderzoekers zijn koudafstandelijk en moeten in elk geval een koele, afstandelijke blik blijven behouden t.o.v. hun onderzoek. Dit blijkt niet het geval te zijn in de praktijk, maar deze boodschap kan wel worden doorgegeven aan kinderen indien er een beperking is tot leeractiviteiten die het ontwikkelen van deze attitudes beogen.

De oefeningen van *Onderzoek in Beweging* hebben niet als doel het bijstellen van (mis)concepties, maar zorgen wel voor een breder en hopelijk authentieker kader i.v.m. onderzoek. Daardoor confronteren de oefeningen leerlingen soms wellicht met hun

---

<sup>5</sup> Zie bv. D. Hodson, Science Fiction: the continuing misrepresentation of science in the school curriculum, Curriculum Studies, Vol. 6, No. 2, 1998.

<sup>6</sup> Hodson geeft de volgende lijst van eigenschappen en attitudes die typisch geassocieerd worden met wetenschappelijk onderzoekers: hogere intelligentie, objectiviteit, rationaliteit, openheid voor nieuwe ideeën, bereidheid om de beoordeling uit te stellen, intellectuele integriteit en gemeenschapszin.

eigen ‘opvattingen’ van onderzoek. Deze positieve confrontatie is echter alleen mogelijk wanneer de leerkracht ook steeds blijft bij de specifieke praktijken die in de black boxen worden getoond, en niet veralgemeent naar “hoe *het* onderzoek is en moet zijn” of naar abstracte modellen van onderzoek.

Andere oefeningen hebben precies het doel om *de grenzen te verleggen van wat in de klas denkbaar en zegbaar is over onderzoek*.

In de oefening ‘Anders praten over onderzoek’ van de Black Box Nobelprijs fysica, bijvoorbeeld, worden leerlingen gevraagd om woorden te vinden die hen, in die context, verbazen. Leerlingen vertellen dan aan de hele klas waarom die specifieke woorden hen hebben verbaasd. In deze bespreking kan het gebeuren dat leerlingen, terwijl ze bepaalde dingen *zeggen*, tegelijkertijd ook beseffen dat ze zelf al bepaalde dingen over onderzoek *dachten*. De leerlingen beseffen eventueel dat het idee dat ze al hebben niet klopt met wat ze in de onderzoeksartefacten hebben gevonden.

Soms onthullen deze besprekingen echte vooroordelen over onderzoekers en de wereld van het onderzoek. Zo is er het voorbeeld van een leerling die verbaasd is over ‘het sociale leven’ van de onderzoeker. Hij zegt: ‘ik dacht dat die onderzoekers geen sociaal leven hadden, dat ze 100% gefocust moesten zijn op hun onderzoek (en maakt en gebaar met zijn twee handen, alsof zijn hoofd in een tunnel zat)’. Dit is een voorbeeld van ‘idee’ over onderzoekers dat geen echte ‘misconceptie’ is, maar het is zeker niet van toepassing op alle onderzoekers en tegelijk heeft het een grote invloed op de manier waarop jonge mensen zich gaan verhouden t.o.v. de wereld van onderzoek. De oefening creëert een ruimte waar over deze opvattingen en voorstellingen gesproken kan worden door leerlingen en de hele klas kan daarbij even stilstaan.

Uit de try-outs blijkt dat leerlingen bv. ook hevig reageren op de woorden die verwijzen naar gevoelens van onderzoekers t.o.v. hun onderzoek. Ze zeggen dat ze dachten dat onderzoekers koel en afstandelijk moesten zijn (en op deze manier bevestigen ze dat ook zij geloven in de ‘mythe’ zoals die besproken werd door Hodson).

Op een analoge manier hebben leerlingen tijdens de try-out van de Black Box Proefschrift Pedagogische Wetenschappen gezegd dat ze ervanuit gingen dat onderzoek doen in de pedagogische wetenschappen ‘saai’ is, dat onderzoekers meestal alleen werken en dat het onderzoekswerk vooral over het lezen van boeken en artikels ging. De exploratie van de mailbox van een onderzoeker heeft hen laten zien dat doctoraatsonderzoek heel divers is, dat de onderzoeker deel uitmaakt van een gemeenschap en dus niet eenzaam en alleen werkt.

In een andere oefening worden leerlingen gevraagd om het onderzoek dat geleid heeft tot de Nobelprijs fysica 2013 te vergelijken met een specifieke onderzoeksopdracht die ze zelf hebben gedaan in de les. Daarmee wordt er in de les vrije tijd gemaakt om ook over de eigen onderzoekservaringen van de leerlingen te spreken.

Zo haalt een leerling bijvoorbeeld aan: “het is zo verschillend, want *in de klas weten we altijd wat we moeten uitkomen*, maar die onderzoekers wisten het niet!”.

Deze eerlijke reacties van leerlingen zijn niet alleen waardevol voor de leerlingen zelf, maar ook voor de leerkracht, die op deze manier inzicht kan krijgen in de eigen onderwijspraktijk en mogelijk kan beslissen om deze bij te sturen.

## 2.4 Tips om interessevorming voor onderzoek concreet te realiseren in je klas

*Onderzoek in Beweging* wil jonge mensen de kans geven om geïnteresseerd te worden in de praktijk van het doen van onderzoek en om op deze manier door onderzoek gevormd worden.

Belangrijk voor deze **vorming** zijn de **concrete handelingen** van de leerkracht in de klas. De cruciale rol van de leerkracht in *Onderzoek in Beweging* is tweeledig: enerzijds richt de leerkracht de aandacht van leerlingen naar de onderzoeksartefacten en stimuleert discussie en reflectie over de onderzoekspraktijk; anderzijds kiest de leerkracht hoe de vormingsactiviteiten van *Onderzoek in Beweging* in te bedden in het curriculum en te verbinden met de leeractiviteiten die bijvoorbeeld gericht zijn op het realiseren van de vakinhoudelijke doelstellingen of van de onderzoekscompetentie.

In het volgende geven we concrete suggesties over hoe je aan de slag kan gaan met *Onderzoek in Beweging* in je klaspraktijk. Deze suggesties zijn onze didactische vertaling van het pedagogisch concept van dit project, maar reflecteren ook onze specifieke ervaring in de testfase van de materialen. We bespreken hier de elementen die relevant zijn voor alle scenario's en we focussen vooral op de concrete handelingen en organisatie in de klas. Specifieke suggesties i.v.m. de afzonderlijke black boxes worden samen met suggesties voor een mogelijke koppeling met de vakinhoudelijke eindtermen gegeven in hoofdstuk 3.

### 2.4.1 Klassetting en digitale middelen

*Onderzoek in Beweging* is een digitale leeromgeving, die vooral geschikt is voor groepswork met gerichte ondersteuning door de leerkracht. Terwijl sommige opdrachten in principe klassikaal gemaakt kunnen worden (onderwijsleergesprek) en dus slechts één computer vereisen (die van de leerkracht) met projectie vooraan, is het voor de meeste opdrachten wel de bedoeling dat leerlingen in groepjes aan de slag gaan en dat de leerkracht rondloopt om hen te ondersteunen. Dit betekent dat de begeleider moet beschikken over digitale middelen met internetverbinding. Voor dit specifieke scenario zijn computers in een computerlokaal of laptops aangewezen. Bij sommige opdrachten zijn ook werkbladen beschikbaar gesteld (op de website onder 'Materiaal') die vooraf door de leerkracht gedownload kunnen worden, en afgedrukt of digitaal (offline) ingevuld kunnen worden.



Een projectie vooraan in de klas kan nuttig zijn om de verschillende opdrachten klassikaal in te leiden en eventueel ook om specifieke interessante elementen die door bepaalde leerlingen naar voren gebracht worden, binnen te brengen in de discussie en aan iedereen in de klas te laten zien.

### 2.4.2 Organisatie en tijd

Elke leerkracht heeft een eigen lespraktijk/stijl en het is cruciaal om *Onderzoek in Beweging* naar de eigen praktijk te kunnen vertalen. Veel leerkrachten voelen echter dat ze weinig tijd hebben in de klas voor activiteiten specifiek gericht op interessevorming zoals *Onderzoek in Beweging*. De tijdsdruk is immers vaak groot om alle leerdoelstellingen in de leerplannen te realiseren. Hoewel dit voor een deel afhankelijk is van de specifieke vakken, leerjaren en scholen, lijkt het toch ook een vrij algemeen probleem te zijn.

We willen hier enkele concrete tips geven om de mogelijkheden geboden door *Onderzoek in Beweging* op verschillende manieren te integreren in de klaspraktijk en mogelijk binnen een beperkte tijd. Meer specifieke suggesties voor de Black Boxen worden in hoofdstuk 3 gegeven.

#### **1. Klas splitsen, parallel werken aan *verschillende oefeningen*, ervaringen delen en samen reflecteren**

Binnen elke Black Box vindt men verschillende oefeningen, en elk is nog onderverdeeld in taken. Voor sommige leerkrachten kan dit te veel lijken te zijn.

Maar het kan zeker om alleen bepaalde oefeningen te gebruiken, en om daarin zich eventueel te beperken tot een deel van de taken, die toch genoeg diversiteit en complexiteit laten zien.

In het volgende wordt een misschien meer interessante manier voorgesteld om met de tijdsbeperking om te gaan, waarmee de ervaring van leerlingen gemaximaliseerd kan worden zonder dat elke leerling alle oefeningen moet maken.

Neem bv. de Black Box Nobelprijs Fysica en de twee opdrachten Theorie en Experiment en Lage en Hoge Energie. De klas kan in twee gesplitst worden en leerlingen kunnen parallel in groepjes werken aan de twee opdrachten. De bespreking kan dan voor alle groepen samen gedaan worden: de leerlingen van de eerste helft vertellen aan de anderen wat ze ontdekt hebben, en omgekeerd. Ze kunnen dan samen reflecteren over de eigen praktijk (laatste taak): hoe verschilt een onderzoekje dat ze gedaan hebben in de klas met het onderzoek dat geleid heeft naar de Nobelprijs?

Deze werkvorm kan ook met andere Black Boxen. In de Black Box Darwin de onderzoeker, bijvoorbeeld, zijn er vijf opdrachten die gericht zijn op de verschillende activiteiten van Darwin als onderzoeker. De leerkracht kan beslissen dat groepjes leerlingen zich concentreren op één van deze activiteiten en hun bevindingen dan samen bespreken.

De rol van de leerkracht is hier cruciaal om te zorgen dat de bespreking wel een collectieve dimensie krijgt en dat de klas als geheel de diversiteit en complexiteit van de onderzoekspraktijk ziet.

#### **2. Klas splitsen, *binnen dezelfde oefening* artefacten verdelen, ervaringen delen en samen reflecteren**

In sommige opdrachten, bv. binnen de Black Boxen Proefschrift Pedagogische Wetenschappen en Nobelprijs Fysica, moeten leerlingen een relatief groot database exploreren: de vele e-mails in de mailbox van een onderzoeker of de gebeurtenissen verbonden met de Nobelprijs.



Voor sommige leerkrachten kan de hoeveelheid materiaal in de database overkomen als te groot voor de tijd waarover ze beschikken.

Hoewel het heel interessant is om leerlingen vrij te laten zoeken in de volledige database, kan de leerkracht eventueel ook beslissen om het materiaal onder de leerlingen te verdelen, bv. op basis van de datum van de gebeurtenis of e-mail. In het geval van de mailbox, kan deze verdeling ook alleen indicatief zijn om te zorgen dat de klas als geheel de volledige database ontdekt en om te vermijden dat iedereen kijkt naar e-mails van dezelfde periode.

### **3. Voorbereiding *thuis*, in de klas ervaring delen en samen reflecteren**

Bij beperkte tijd in de klas kan ook een eerste verkenning thuis gebeuren, als huiswerk. Bv. kan in de Black Box Nobelprijs Fysica, voor de opdracht 'Anders praten over onderzoek', de zoektocht naar 'onverwachte woorden' thuis gebeuren, nadat de teksten van de gebeurtenissen door de leerkracht zijn verdeeld zoals in punt 2 hierboven. Men doet dan alleen de bespreking en reflectie in de klas, en hiervoor kunnen 10-15 min genoeg zijn.

### **4. Niet noodzakelijk zien als één groot project: stukjes koppelen bv. aan deelcompetenties om deze te kaderen, en *verspreiden* over het schooljaar**

Hoewel Onderzoek in Beweging opzet werd als een één geïntegreerd project, hoeft het niet zo te zijn voor de leerkracht! Neem bv. de Black Box Darwin de onderzoeker. De leerkracht kan voor of na een activiteit in onderzoekend leren met nadruk op 'observeren', de opdracht 'Darwin observeert' gebruiken. Hiermee kunnen kinderen ontdekken hoe hun werk in de klas verbonden is met het werk van een grote onderzoeker uit het verleden. Later in het jaar, wil de leerkracht leerlingen misschien de kans geven om te reflecteren over hun eigen samenwerking en de rol van anderen in het kader van onderzoekend leren. Hiervoor kan men de opdracht 'Darwin schrijft' gebruiken. Men kan dus doorheen het schooljaar verschillende opdrachten inzetten om het onderzoek van leerlingen breder te kaderen.

#### **2.4.3 Beginnen, ondersteunen, eindigen**

De oefeningen van Onderzoek in Beweging zijn specifiek ontworpen voor interessevorming en dus niet zozeer voor het leren van specifieke vakinhouden of voor het verwerven van bepaalde vaardigheden of competenties.

Daarom zijn de oefeningen op een heel specifieke manier opgebouwd. Het gaat over exploreren en leerlingen gaan dus op een andere manier aan de slag in vergelijking met de situatie waar het leren van specifieke inhouden of het inoefenen van vaardigheden centraal staan. Dit betekent ook dat sommige taken geen 'juist' antwoord hebben en dat de blootstelling aan het geheel van veel verscheidene elementen centraal staat. Het materiaal zelf is ook bewust anders gestructureerd in vergelijking met de boeken en werkbundels waarmee leerlingen meestal geconfronteerd worden. Het materiaal is meestal *niet lineair* gestructureerd.

Dit is allemaal bedoeld om een maximale blootstelling en ervaring mogelijk te maken i.v.m. de diversiteit en complexiteit van onderzoek.

Deze ‘vormingsgerichte’ manier van werken is misschien niet voor iedereen evident. Daarom vind je hieronder enkele tips.

## **1. Hoe inleiden: het verschil duidelijk maken**

Wanneer men voor de eerste keer werkt met *Onderzoek in Beweging* in een klas, kan het helpen om de doelstellingen van de activiteit transparant mee te delen.

Bv. kan men beginnen met de gekozen Black Box van onderzoek en hierover een paar vragen stellen. Bijvoorbeeld, voor de Black Box Proefschrift Pedagogische Wetenschappen: Weten jullie wat een proefschrift is? En wat een doctoraat is? Hebben jullie een idee van wat een doctorandus in de pedagogische wetenschappen in zijn dagelijkse onderzoekspraktijk doet?

Men kan duidelijk maken dat het doel van de activiteit is om te kijken naar wat zich achter dat proefschrift (de Black Box) allemaal afspeelt. En om daarmee iets te ontdekken over *onderzoek* zoals het voorkomt in de ‘echte’ wereld. Het gaat dus niet om het opdoen van kennis en vaardigheden die verbonden zijn met het specifieke doctoraatsonderzoek dat wordt voorgesteld in de oefening.

Men kan ook aankondigen dat het materiaal waarmee leerlingen aan de slag gaan, authentiek is. Het gaat over een verscheidenheid van echte documenten, foto’s en e-mails die juist verzameld werden om aan leerlingen de kans te geven om in die specifieke wereld van het onderzoek te kunnen duiken. Zoals reeds vermeld in sectie 1.4, moeten leerlingen zich dus zeker geen zorgen maken als ze in de teksten soms technische woorden (vakjargon in onderzoek) vinden die ze niet kennen.

Soms kan het ook helpen, zeker bij een klasgroep die altijd op een bepaalde manier werkt in de klas, om de fysieke organisatie te veranderen in het klaslokaal. Bv. zou de leerkracht de banken van tevoren kunnen verplaatsen om kleine groepjes te vormen en de tablets en eventueel werkbundels daar al klaar te zetten. Als de leerlingen binnenkomen is het dan direct duidelijk dat men vandaag anders aan de slag zal gaan.

## **2. Hoe ondersteunen: aandacht richten naar de wereld van onderzoek**

De leeromgeving *Onderzoek in Beweging* bevat geen concrete regels die kant en klaar zijn voor gebruik en waarmee vervolgens door de oefeningen kan worden gegaan. Wat daar wel klaar staat, zijn vele rijke ‘stukjes’ van een wereld, die samen ontdekt kunnen worden en die leerlingen samen met elkaar kunnen verbinden om op die manier de praktijk van het onderzoek ‘tot leven te wekken’.

Als leerlingen aarzelen, kan men ze terug richten naar bepaalde artefacten en hen zo uitnodigen om even in die wereld van onderzoek ‘te stappen’. Wat men ook kan doen is om de discussie tussen leerlingen te stimuleren: zorgen dat ze aan elkaar tonen en vertellen wat ze allemaal gezien en gevonden hebben.

En als de leerkracht ziet dat bepaalde leerlingen aarzelen omdat ze zich zorgen maken om een ‘fout antwoord’ te geven, kan duidelijk gemaakt worden dat het hier niet echt over ‘juist’ of ‘fout’ gaat, maar om iets nieuws te ontdekken en erbij stil te staan. Dat gebeurde ook in de try-out bv. met de Black Nobelprijs Fysica, waar sommige leerlingen

- maar ook leerkrachten - aarzelden om verbindingen tussen gebeurtenissen op het werkblad te tekenen. Ze wilden eerst alles gelezen hebben en op een bepaalde manier alles 'onder controle' hebben, om zeker te zijn om 'geen foute verbinding' te tekenen. Het is echter vooral de globaliteit van alle verbindingen samen die de praktijk van het onderzoek 'tot spreken' zal brengen, en men kan dus gerust gebeurtenissen beginnen te verbinden zonder op voorhand alles in detail uit te zoeken. Bovendien kunnen groepjes leerlingen elkaar aanvullen.

Bij vele oefeningen is het inderdaad zo dat het uiteindelijke antwoord van de hele klas komt, dus collectief, waarbij de verschillende leerlingen of groepjes bijgedragen hebben elk vanuit hun eigen ontdekkingen.

### 3. Hoe eindigen: tijd vrijmaken voor het beseffen

In *Onderzoek in Beweging* zijn er taken, of zelfs volledige oefeningen, die gericht zijn om even stil te staan bij wat men allemaal met de oefening(en) ontdekt heeft. Deze taken maken het mogelijk dat de blootstelling van de leerling aan de wereld van onderzoek nog verdiept kan worden. Het is dus de moeite waard om ook wat tijd vrij te maken voor deze eindtaken. Het einddoel van *Onderzoek in Beweging* is immers niet dat leerlingen specifieke artefacten hebben gelezen of een bepaalde visualisatie hebben bekeken of mee-geconstrueerd, maar dat ze daarmee ten slotte zelf betekenis kunnen geven aan de wereld van onderzoek.

De leerkracht kan ook zelf een eigen eindtaak bedenken die een sluitstuk kan worden voor het traject dat hij zelf samengesteld heeft met de oefeningen van *Onderzoek in Beweging*.

Om een voorbeeld te geven van zo een sluitstuk, bouwen leerlingen in de Black Box Proefschrift Pedagogische Wetenschappen op het einde zelf een 'scène' waarmee ze de verschillende aspecten van de dagelijkse onderzoekspraktijk, die ze daarvoor ontdekt hebben, met elkaar verbinden en op een eigen manier verwerken. In de Black Box Nobelprijs Fysica zetten leerlingen de praktijk van het onderzoek naar het Brout-Englert-Higgs boson naast hun eigen onderzoekje in de klas.

#### 2.4.4 Aandacht voor taalgebruik inzake onderzoek

"Zie je? Eerst komt alle theorie, en dan het *onderzoek!*" (leraar fysica)

"Er zijn verschillende soorten *onderzoekers* in deeltjesfysica: de theoretici die vooral theorieën schrijven om de interactie tussen de deeltjes te beschrijven, en de experimentatoren die echt gaan *onderzoeken* hoe de deeltjes zich gedragen."  
(student lerarenopleiding fysica)

Het is vooral door aandacht te besteden aan het eigen taalgebruik inzake onderzoek, dat men kan vermijden om zelf op voorhand bepaalde opvattingen over onderzoek te introduceren. Dit is belangrijk in het kader van de ondersteuning van het werk van leerlingen met de Black Boxen.

In de twee citaten hierboven (uit onze try-out), ziet men een voorbeeld van hoe een leerkracht via het eigen taalgebruik een bepaalde boodschap inzake onderzoek doorgeeft aan leerlingen. In dit geval, door de term 'onderzoek' feitelijk als synoniem

voor ‘experiment’ te gebruiken, geeft men eigenlijk de boodschap dat theorievorming niet deel uitmaakt van onderzoek en, breder gezien, dat onderzoek hetzelfde is als experimenten doen.

We weten niet altijd goed hoe we aan leerlingen onze eigen opvatting van onderzoek communiceren – en voor een stuk valt dat ook niet te vermijden natuurlijk. Maar precies daarom is het ongetwijfeld interessant om de ‘dingen’, de onderzoeksartefacten van *Onderzoek in Beweging*, zoveel mogelijk zelf te laten ‘spreken’ over onderzoek. Dit kan men bereiken door, in de ondersteuning bij een bepaalde tekst of geluidsfragment, vooral te proberen dezelfde woorden te gebruiken die in de tekst zelf voorkomen. Dit kan een hulpmiddel zijn om de aandacht van leerlingen op een eerder neutrale manier terug te richten naar de materialen zelf, en bij de materialen stil te staan.

### 3. Black Box Onderzoek in Bedrijf

#### 3.1 Inleiding

In Vlaanderen bloeit er een waaier aan hoogtechnologische bedrijven, waar interessant onderzoek plaatsvindt en waar er veel onderzoekers werken, zoals Jytte.

Jytte is onderzoekster in het bedrijf Mirion Technologies in Olen. Maar wat doet ze precies? Met wie interageert ze in haar werk? Waarmee werkt ze eigenlijk? In dit scenario kunnen leerlingen een drukke en diverse werkdag van Jytte in detail verkennen. Ze zullen de verschillende activiteiten van Jytte ontdekken, samen met de collega’s en de klanten met wie ze interageert, in Vlaanderen en in het buitenland, en de lokalen, instrumenten en apparaten die ze in haar werk gebruikt. Ze zullen ook van de sfeer in het bedrijf een beetje kunnen proeven en verschillende functies binnen het bedrijf leren kennen. Dit scenario geeft leerlingen de kans om gefascineerd te raken door de veelzijdige wereld van het onderzoek in een bedrijf en om hun fascinatie en interesse te uiten in een creatieve slotoefening.



#### 3.2 Algemene informatie, met doelgroep en link met eindtermen en leerplannen



**Doel:** De dagelijkse praktijk van een jonge onderzoekster in een hoogtechnologisch bedrijf verkennen: de diversiteit aan activiteiten in haar werk, de vele mensen met wie ze interageert en de verschillende dingen waarmee ze werkt. De eigen fascinatie en interesse voor het onderzoek in het bedrijf uiten.



ASO en TSO, 3<sup>de</sup> graad, STEM richtingen.  
Lerarenopleiding BaSO en SLO, STEM-vakken, in het bijzonder fysica.



Link met eindtermen en leerplannen:

- Contextualiseren van Leren onderzoeken en Onderzoekskompetentie
- Specifieke Eindtermen Wetenschappen: Wetenschap en Samenleving

- Mogelijke inhoudelijke koppeling:

**vak (toegepaste) fysica:** kernfysica en

in ASO: module elementaire deeltjesfysica, links met modules elektromagnetische golven, medische fysica, kwantummechanica

in TSO: elektronica – halfgeleiders, diode.

Interdisciplinaire elementen: **Nederlands** (schrijfoefening)

Daarbij geeft dit scenario de mogelijkheid om specifieke **STEM-gerelateerde functies** te leren kennen: wetenschappelijk onderzoeker in een bedrijf, maar ook gespecialiseerde techniek en onderzoekerstechniek, onderzoekmanager en functies i.v.m. verkoop en klanten.

### 3.3. Oefeningen met voorbeeldantwoorden en tips

#### 3.3.1 Werkdag



Doel: de complexiteit en diversiteit van de praktijk van een onderzoekster in een hoogtechnologisch bedrijf exploreren.

De drukke werkdag van de onderzoekster verkennen. De diverse activiteiten in haar werk ontdekken en haar job met eigen woorden beschrijven.

In deze oefening maken leerlingen kennis met de werkwereld van Jytte. Ze zullen ontdekken dat ze heel veel verschillende dingen doet in één werkdag. Haar to-do lijst is lang en haar dag is vol. De focus van haar werkwereld zijn de detectoren.

Leerlingen gaan Jytte volgen terwijl ze beweegt tussen het testlabo, het bureau, de productiezaal. Ze zullen zien dat ze een aantal grotere activiteiten doet, die bestaan uit veel kleinere handelingen. En daartussen gaat Jytte ook e-mails van klanten beantwoorden, documenten opstellen, met collega's overleggen, andere collega's proberen te bellen... De werkdag is rijk gevuld, met een complexe structuur. Diverse activiteiten komen aan bod.

Ook wanneer Jytte alleen werkt, is ze niet alleen in haar onderzoekslocaties.

In oefening 2 zal er verder ingezoomd worden op al de mensen die in haar werkdag verschijnen. Jytte werkt ook met een heleboel materiaal en instrumenten. Op al deze dingen zal er verder gefocust worden in oefening 3.



Ingeschatte tijd: 25 min + 10 min bespreking.



Werkvorm en materiaal

Leerlingen werken in groepjes van 2-3 met een computer per groepje. Ze noteren hun bevindingen<sup>7</sup>. De leerkracht moedigt de groepjes aan en ondersteunt hen door vragen te

---

<sup>7</sup> Men kan hiervoor het werkblad gebruiken dat te vinden is op de website *Onderzoek in Beweging* onder Materiaal, ook voor oefeningen 2 en 3. In onze try-out hebben leerlingen digitaal notities genomen in dit werkblad tijdens de activiteit.



stellen en tips te geven, met de bedoeling om hun aandacht telkens terug te brengen naar de exploratie van de werkdag van Jytte. De bevindingen van de verschillende groepjes worden dan samen besproken.

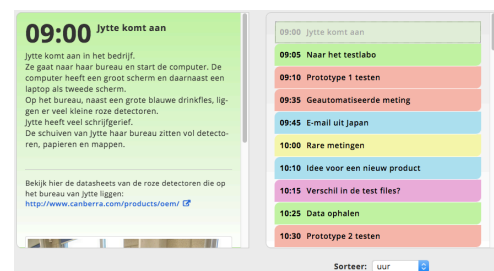
Leerlingen gebruiken de **explooreerbare tijdlijn**, die bestaat uit 56 gebeurtenissen in de werkdag van Jytte, tussen 9u en 17u30. Als men op een gebeurtenis klikt, krijgt men meer informatie in de vorm van tekst, links en beeld.



Het is belangrijk dat de leerlingen de beelden ook bekijken. Daar verschijnen immers mensen en dingen waarmee Jytte werkt. Deze mensen en dingen komen terug in oefeningen 2 en 3, en het zal dan vlotter gaan als de leerlingen de mensen en dingen al een keer hebben gezien in de beelden van oefening 1.

In de tijdlijn hebben we een kleurcode gebruikt voor verschillende soorten activiteiten van Jytte. Deze code geven we hieronder *voor de leerkracht*:

Groen: werkrouetine, interne verplaatsingen  
 Rood: uittesten  
 Geel: data-analyse  
 Blauw: alles wat te maken heeft met klanten  
 Paars: intern overleg en communicatie  
 Oranje: informatie opzoeken (internet)



De gebeurtenissen kunnen gesorteerd worden volgens uur, titel en kleurcode. Gebeurtenissen die al bekeken zijn, worden grijs in de tijdlijn.



*Het is interessant om leerlingen zelf de kleurcode te laten ontdekken, samen met de mogelijkheid om op basis hiervan te sorteren. Als er een leerling vraagt waarvoor de kleuren staan, kan men de vraag terugspelen naar de groep. In de try-out gaven leerlingen aan dat de kleurcode hen geholpen heeft bij de opdracht.*



*Men kan het scenario inleiden met enkele vragen voor de leerlingen, bv.: waar vindt onderzoek plaats? Indien bedrijven niet vermeld worden: wordt er ook aan onderzoek gedaan in bedrijven? Wat soort onderzoek zal in bedrijven plaatsvinden? Kunnen jullie een voorbeeld geven (van bedrijf en van soort onderzoek)? Wie gaat onderzoek doen in bedrijven? ...*



*Ook mogelijk bij de inleiding is om de website van het bedrijf Mirion Technologies kort te laten zien of te laten bekijken: <https://www.mirion.com/>*



*Sommige gebeurtenissen bevatten specifiek jargon i.v.m. detectoren en de manier waarop ze geproduceerd en uitgetest worden. Het is niet nodig om deze woorden op te zoeken of uit te klaren om verder te kunnen in de oefening. Het doel van de opdracht is immers om de verschillende activiteiten van de onderzoekster te verkennen, en niet om specifieke inhoud te leren i.v.m. detectoren, hoewel dit natuurlijk niet uitgesloten is. De leerkracht kan uiteraard ook kiezen om dit scenario te combineren met een STEM-leeractiviteit met focus op detectoren.*

## Beschrijving van de taak met voorbeeldantwoorden, aandachtspunten en tips:

### Werkdag

Jytte werkt als onderzoekster in het bedrijf Mirion Technologies in Olen.

We hebben Jytte tijdens een werkdag gevolgd.

Ontdek hieronder wat ze allemaal heeft gedaan!

Noteer eerst de verschillende activiteiten in haar werk.

Schrijf dan een conclusie in een paar zinnen: Wat doet Jytte als onderzoekster in het bedrijf?



*Tijdens onze try-out hebben we bijvoorbeeld onderstaande antwoorden verzameld in een klas Industriële Wetenschappen. Deze antwoorden bespreken we, exemplarisch, onderaan.*

### Groepje 1:

#### Activiteiten van Jytte:

- Metingen van prototypes
- Test van de min-type detector bespreken
- Data van metingen ophalen
- Data verwerken
- Tot-do lijst nakijken
- Mail over custom detector
- Powerpoint aanpassen aan de feedback
- Mail van validatierapport
- Zoekt het batchnummer van de wafers
- Tot-do lijst aanvullen
- Reageren op mail



*Wat doet Jytte als onderzoekster in het bedrijf?*

*Niet ingevuld.*

### Groepje 2:

#### Activiteiten van Jytte:

*‘Ze test de prototypes van de detectoren, verzorgt de bestellingen van de klanten en helpt ze als ze problemen hebben. Ze helpt ook bij de ontwikkeling van nieuwe producten.’*

*Wat doet Jytte als onderzoekster in het bedrijf?*

*‘Ze test de prototypes van nieuwe detectoren en evalueert deze.’*

### Groepje 3:

#### Activiteiten van Jytte:

*‘Prototypes testen, metingen doen, data ontvangen/verwerken, wafers analyseren, problemen beantwoorden.’*

*Wat doet Jytte als onderzoekster in het bedrijf?*

*‘Data analyseren/verwerken, testen uitvoeren.’*

*Het is de bedoeling van deze oefening om eerst een waaier aan activiteiten en handelingen te identificeren en op te lijsten, en daarna tot een synthese te komen over de job van Jytte.*

*Sommige leerlingen schrijven veel activiteiten of handelingen op, maar hebben daarna moeite om tot een synthese te komen (zie groepje 1). Andere leerlingen formuleren direct een synthese over de job (zie groepje 2: hun lijst van activiteiten is eigenlijk al een beschrijving van de job), maar schenken weinig aandacht aan de diversiteit van activiteiten in de werkdag van Jytte. Het is de kunst van de leerkracht om de groepjes via vraagstelling te 'drukken' naar meer synthese of naar meer detail, om ervoor te zorgen dat alle leerlingen een globaal beeld krijgen van de job van Jytte en tegelijk de diversiteit erin kunnen appreciëren.*

*De job van Jytte heeft twee duidelijk te onderscheiden componenten: Jytte levert een bijdrage aan het ontwerpen van nieuwe detectoren, en ze volgt de contacten met klanten op voor 'custom-made' detectoren, unieke detectoren die specifiek voor een bepaalde klant zijn ontworpen. Deze tweede component van de job wordt vaak over het hoofd gezien door leerlingen (zie groepje 3). Via vraagstelling en het verwijzen naar specifieke gebeurtenissen in de dag, kan men leerlingen laten beseffen dat dit ook een belangrijk onderdeel is van de job van Jytte.*

*Of deze tweede component ook deel uitmaakt van het werk van Jytte als onderzoekster, is een interessant punt te bespreken met leerlingen. Terwijl groepje 3 het contact met klanten niet vermeldt, neemt groepje 2 dit wel op onder de activiteiten, maar bij de beschrijving van wat Jytte doet als onderzoekster verdwijnt die component. De beschrijving van Jytte haar werk als onderzoekster is beperkt tot het testen en evalueren. Dit is misschien niet onverwacht in het kader van de onderzoeksactiviteiten die leerlingen kennen op school. Juist daarom zou het interessant zijn om verduidelijkingen te vragen aan groepje 2 i.v.m. hun antwoord, en om de kwestie te bespreken met de hele klas.*

*In verband met de kleurcode, merkte een leerling op dat de twee gebeurtenissen '15:20 Marijke komt binnen' en '15:35 Een techniker komt binnen', een verschillende kleur hebben, paars en groen. Hij vroeg zich af waarom de kleur verandert als het Marijke (de bazin) is of een techniker die binnenkomt. De leerling leek dit verschil hiërarchisch te interpreteren, maar zo is het niet. De kleur is gewoon afhankelijk van het type activiteit. We speelden de vraag terug naar de groep, en vroegen om te gaan kijken naar wat Marijke en de techniker precies hebben gedaan in het bureau van Jytte. Snel werd het verschil en de betekenis van de twee kleuren duidelijk voor de leerlingen.*



*Hieronder lijsten we interessante elementen op die de aandacht van leerlingen kunnen aantrekken.*

- het gebruik van het Engels, bij internationale contacten en klanten. Bv. werkt Jytte samen met onderzoekster Gabriela die in Amerika is.
- de figuur van de 'bazin' Marijke: ze is inhoudelijk bezig, heeft duidelijk veel expertise in de detectoren en kijkt samen met de onderzoekers naar grafieken en problemen.
- de trotsheid op de resultaten van het geleverde werk. Men ziet dit duidelijk bij het feestje voor de realisatie van de detector Falcon.
- de frustratie wanneer dingen niet lukken, zie bv. Dominique en het kapje van de detector.
- de 'onderzoekende job': men moet kunnen omgaan met obstakels en problemen, en dit geldt niet alleen voor de onderzoekers, maar ook voor de technikers en de bazin!

- *de grote aandacht en zorg die naar de individuele detector gaat: Jytte als 'dokter' die de 'dode detector' onderzoekt en die handschoenen gebruikt bij de inspectie van de wafers om deze niet te beschadigen; de zorg van Marijke dat de wafers, die 'zo mooi' zijn, beschadigd zouden kunnen worden tijdens een meting. Dit lijkt verder te gaan dan de zuivere economische waarde van de individuele detector.*
- *specialisatie van de techniekers: als Joy ziek is, is het niet evident om iemand anders te vinden die de erg delicate meting op de detector kan uitvoeren. Elk individueel personeelslid heeft een specifieke rol en een eigen verantwoordelijkheid in de realisatie van de detector, die een collectief product is.*
- *de waarderende interactie tussen onderzoekster Jytte en de R&D-technieker Dominique. Ze tonen belangstelling en interesse voor elkaars werk.*

### 3.3.2 Werkcontacten



Doel: aandacht schenken aan het feit dat onderzoekster Jytte niet alleen werkt: tijdens de werkdag interageert ze immers met veel verschillende mensen. De verbindingen tussen Jytte en al deze mensen expliciteren in relatie tot de verschillende activiteiten van Jytte. Daarbij, verschillende STEM-gerelateerde functies leren kennen.

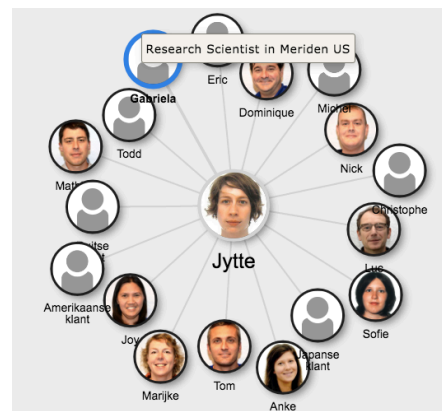
In deze oefening wordt er ingezoomd op het netwerk van contacten van Jytte in haar werk. Uiteraard gaat het niet over alle werkcontacten van Jytte, maar alleen over diegene die aan bod zijn gekomen op de specifieke werkdag die we geobserveerd hebben. En toch gaat het over heel veel mensen, met veel verschillende functies, locaties, en met een verschillend verband met Jytte. Sommigen zijn heel dichtbij, anderen heel ver. Sommigen doen een gelijkaardige job, anderen een verschillende job. Wat hen allemaal verenigt, **wat in het midden ligt** voor deze groep mensen, is **de aandacht naar de detectoren**: de ene heeft een specifieke detector nodig, de andere gaat er een (deel van) maken, iemand gaat de detector testen of nieuwe elementen ervan ontwerpen, iemand moet de bestelling opvolgen, terwijl er iemand anders nieuwe detectoren adverteert naar mogelijke klanten...

Het gaat over verschillende collega's in het bedrijf in Olen - onderzoekers, onderzoeks- en gespecialiseerde techniekers, leidinggevendenden... - maar ook over collega's in de zetels van het bedrijf in het buitenland en in de verschillende 'sales' kantoren, en uiteraard over de klanten die zich in verschillende soorten instellingen overal in de wereld bevinden. Hoewel al deze 'personages' al verschenen zijn in oefening 1, gaat deze tweede oefening de aandacht van leerlingen specifiek richten op de mensen, hun functies en hun onderlinge verbanden in het bedrijf.



#### Werkvorm en materiaal

Leerlingen werken in groepjes van 2-3 met een computer per groepje. De leerkracht moedigt de groepjes aan en ondersteunt hen door vragen te stellen en tips te geven, met de bedoeling om hun aandacht telkens terug te brengen naar de exploratie van het **netwerk van werkcontacten** van Jytte. Na de oefening worden de bevindingen van de verschillende groepen samen besproken.



Als men met de muis op een bolletje klikt, verschijnt er een pop up met de officiële benaming van de functie van de persoon. Dit is in het Engels, aangezien het bedrijf een multinationale onderneming is.

Het digitale netwerk is flexibel: men kan de bolletjes met de muis verslepen en de positie van de verschillende mensen rond Jytte veranderen. Leerlingen gaan dit gebruiken om de mensen te groeperen.

Leerlingen bespreken eerst het verband tussen Jytte en de verschillende mensen in het netwerk en ze noteren hun ideeën kort en puntsgewijs. Daarna bedenken ze met hun groepje een principe op basis waarvan ze de mensen willen groeperen. Ze schuiven dan de bolletjes en nemen een schermafdruck of foto van het resultaat.<sup>8</sup> Ten slotte delen de groepjes hun bevindingen met elkaar en met de leerkracht.



*Onderaan op dezelfde pagina vindt men de werkdag terug. Indien nodig kunnen leerlingen de contacten van Jytte hier terug opzoeken zonder het reeds gedane werk te verliezen.*



Ingeschatte tijd: 10 min + 10 min bespreking.

### **Beschrijving van de taak met voorbeeldantwoorden, aandachtspunten en tips:**

#### **Werkcontacten**

In haar werk van onderzoekster in het bedrijf, is Jytte verbonden met veel mensen. Op de werkdag die wij gevolgd hebben, ging het over de mensen in het schema hieronder. Door welke activiteiten is Jytte verbonden met deze personen? Bespreek. Groepeer de mensen door de bolletjes op het scherm te verslepen. Indien nodig, kan je nog informatie opzoeken in de werkdag onderaan.



*Er zijn verschillende groeperingen mogelijk. We geven hieronder een aantal voorbeelden.*

- *Op basis van de functie: onderzoekers samen, techniekers samen, leidinggevendenden samen, verkoopverantwoordelijken samen ...*
- *Op basis van de activiteiten tijdens de werkdag: wie heeft feitelijk samen gewerkt rond een bepaald onderwerp?*
- *Afstand t.o.v. Jytte: dichtbij vs. ver, geografisch maar ook menselijk, eventueel ook 'aantal' interacties, werkt Jytte vaak of zelden samen met deze persoon?*
- *Geslacht: mannen en vrouwen. Hoe zit het met de balans tussen mannen en vrouwen in de groep van werkcontacten van Jytte? Dit kan globaal bekeken worden, en daarna ook per type functie.*



*Het kan gebeuren dat alle groepjes de werkcontacten eerst organiseren volgens type functie (de tool suggereert dit ook een beetje...), maar dit is geen probleem. De leerkracht kan dan verder vragen om andere manieren van groeperen te bedenken.*

<sup>8</sup> Als de leerkracht ervoor kiest om het digitale werkblad te gebruiken, kunnen de leerlingen hun schermafdruck daarin plakken.



### 3.3.3 Werkdingen



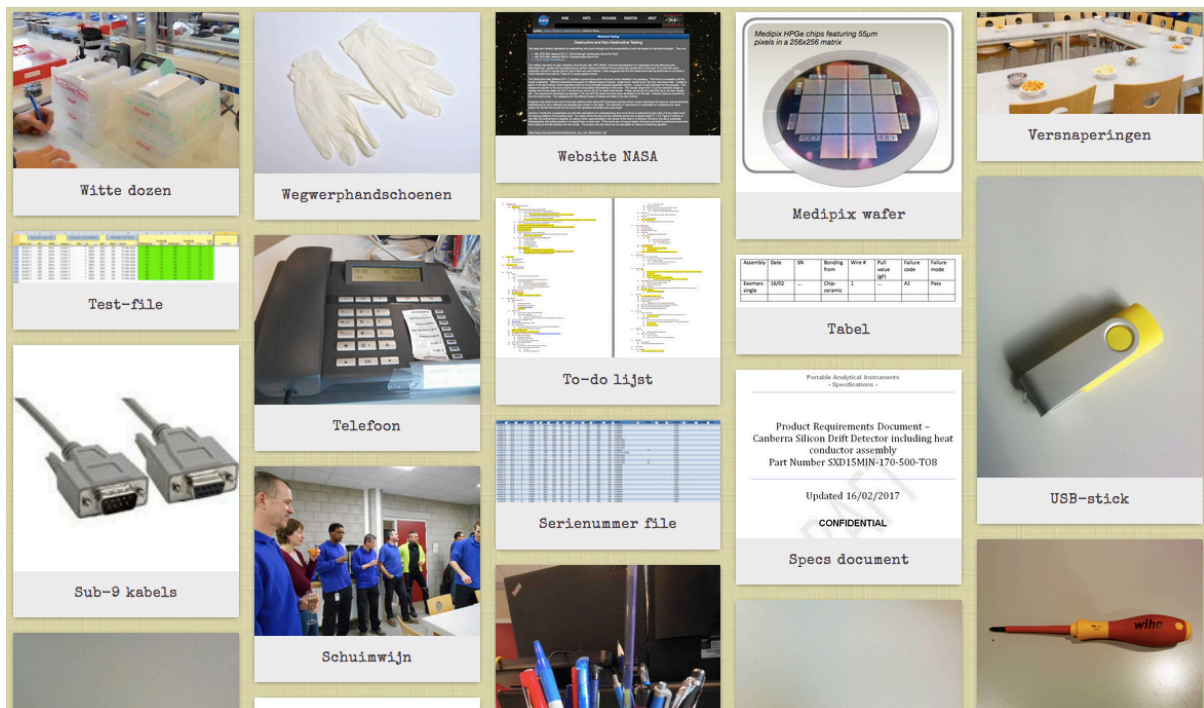
Doel: aandacht schenken aan de dingen waarmee onderzoekster Jytte werkt. De onderlinge verbindingen tussen deze dingen, en het verband tussen de dingen en Jytte, reconstrueren in relatie tot de verschillende activiteiten van Jytte. Reflecteren over de centrale rol van bepaalde dingen in het onderzoek van Jytte.



Werkvorm en materiaal

Leerlingen werken in groepjes van 2-3 met een computer per groepje. Ze noteren hun bevindingen. De leerkracht moedigt de groepjes aan en ondersteunt hen door vragen te stellen en tips te geven, met de bedoeling om hun aandacht telkens terug te brengen naar de dingen waarmee Jytte werkt.

Leerlingen gebruiken een **digitale tool die 57 dingen voorstelt** waarmee Jytte in haar werkdag heeft gewerkt. In de schermafdruk hieronder ziet men een deel ervan.



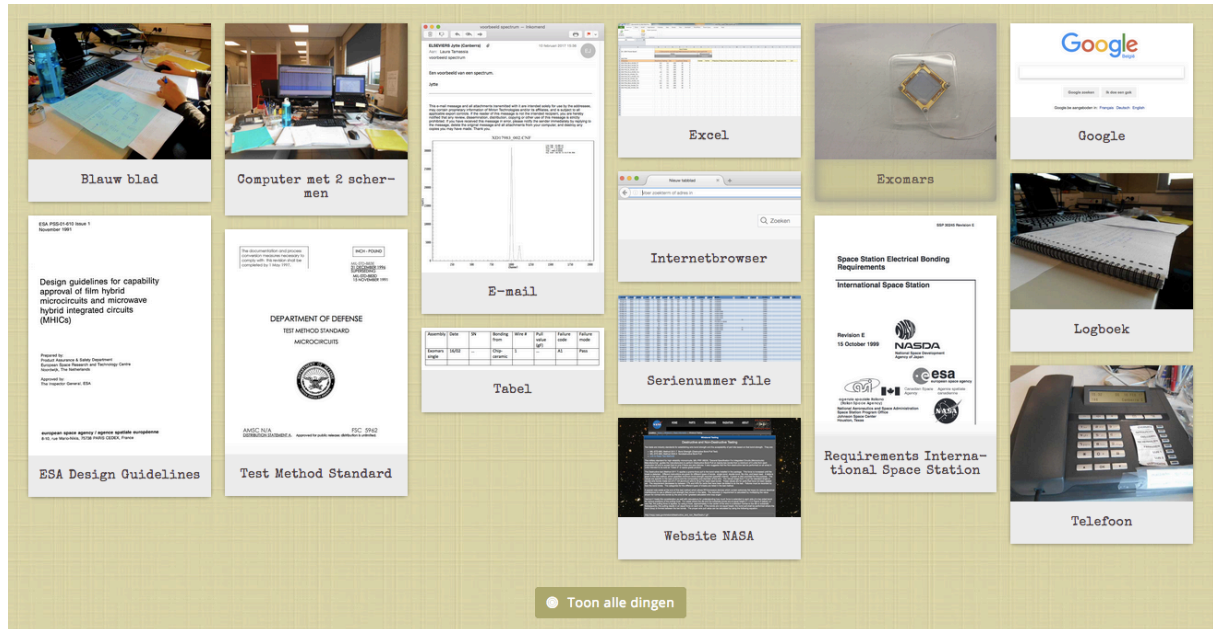
Dit lijkt op het eerste zicht een chaotische mix van dingen die voor de leerlingen al dan niet gewoon zijn: Jytte gebruikt een schroevendraiver en een radioactieve bron, gewone wegwerphandschoenen en een krachtige microscoop, Excel en de engineering software Inventor... Sommige dingen gebruikt ze in haar onderzoek (tools, meetapparaten, bronnen, software), andere dingen zijn haar onderzoeksobjecten en/of haar onderzoeksproducten (detectoren en hun onderdelen, samen met de informatiedocumenten die erbij horen).

Om leerlingen te helpen zich te oriënteren in deze verscheidenheid aan dingen, hebben we de dingen in de tool verder georganiseerd in kleinere netwerkjes: als men op een ding klikt, verschijnen de dingen waarmee dat ding direct verbonden is in de werkdag,

zie bv. het netwerkje van de detector Exomars hieronder. ‘Exomars’ flinkt en dit toont dat het gaat over het netwerkje van dat ding.

Om verder te gaan, kan men:

- klikken op een ander ding, en zo direct doorspringen naar een ander netwerkje
- klikken op ‘Toon alle dingen’ onderaan, en zo teruggaan naar het scherm met alle dingen samen.



Leerlingen gaan deze kleinere netwerkjes bestuderen, op zoek naar de verbindingen tussen de dingen en de activiteiten van Jytte.



*Het was voor deze oefening technisch niet mogelijk om de werkdag op dezelfde pagina weer te geven onderaan, voor leerlingen die de dingen daar nog willen opzoeken. De leerkracht kan wel suggereren om de pagina van de werkdag op een ander tabblad te openen en om daar de dingen te zoeken indien nodig.*



*Bij tijdsgebrek kan de leerkracht ervoor kiezen om aan elk groepje een of twee netwerkjes toe te wijzen, afhankelijk van hoe groot ze zijn. Zo kan men ervoor zorgen dat de meest interessante netwerkjes zeker aan bod komen in de klas, terwijl de werktijd van de groepjes beperkt blijft. Met deze organisatie wordt de gezamenlijke bespreking van de bevindingen echter cruciaal voor de laatste vraag (grote en kleine netwerkjes) en ook om samen met de hele klas een globaal beeld van het werk van Jytte te kunnen vormen.*



*Een interessante slotvraag bij deze oefening is: zijn de dingen gebruikt door Jytte op één werkdag veel of weinig? Het antwoord van de leerlingen kan verrassend zijn! Hun perceptie zal voor een deel ook afhankelijk zijn van de studierichting.*



**Ingeschatte tijd: 25 min + 10 min bespreking**  
(als de leerkracht zelf netwerkjes toewijst aan de groepjes leerlingen).

## Beschrijving van de taak met voorbeeldantwoorden, aandachtspunten en tips:

### Werkdingen

Jytte werkt niet alleen met mensen, maar ook met dingen.

Tijdens de werkdag die wij gevolgd hebben, hebben we de dingen in de lijst hieronder opgespoord.

Als je op één ding klikt, zie je andere dingen die hiermee verbonden zijn in Jytte haar werkdag.

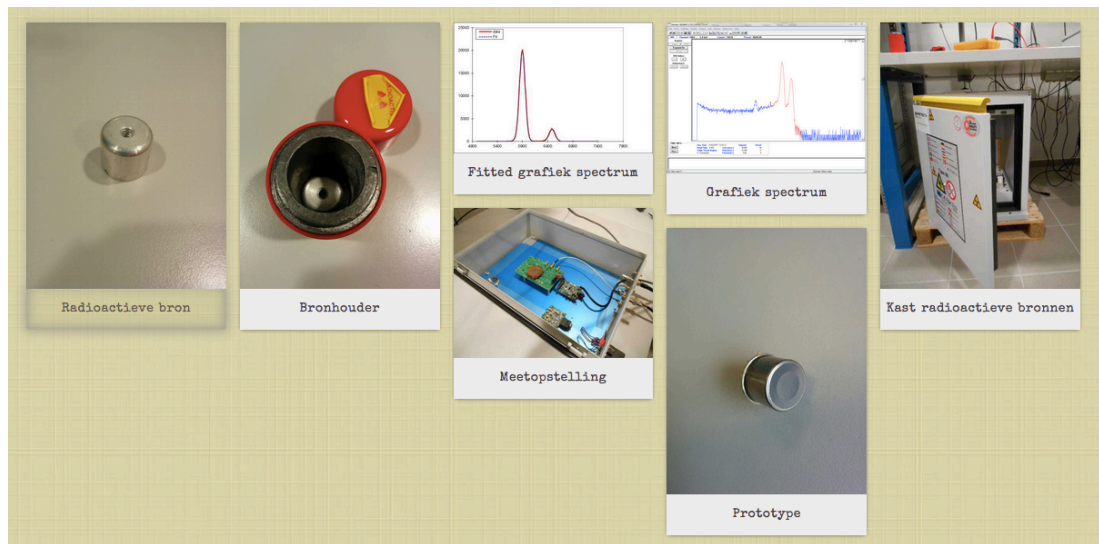
Bekijk deze 'dingennetwerken'. Hoe zijn de dingen verbonden met elkaar en met Jytte? Bespreek.

Sommige dingen hebben een groter netwerk dan andere. Hoe komt dat?



*Als voorbeeld, bespreken we hieronder vier met elkaar verbonden dingennetwerkjes van verschillende grootte. Voor de andere netwerkjes kan men een gelijkaardige analyse uitvoeren en telkens andere facetten van het werk van Jytte blootleggen.*

### 1. Netwerkje van de **radioactieve bron**



*Jytte heeft de radioactieve bron gebruikt om de prestatie van het prototype uit te testen. Ze heeft beide prototype en bron in de meetopstelling gelegd en ze heeft gekeken naar hoe de detector het radioactief spectrum van deze bron heeft 'gezien' ('ruwe' grafiek van het spectrum en verwerkte, fitted grafiek van het spectrum). Omdat de bron radioactief is, moet deze normaal in de loden bronhouder zitten, en dan in de speciale kast voor radioactieve bronnen. Jytte heeft de bron in het begin hieruit moeten halen.*

*Dit netwerkje plaats zich in het kader van de activiteit van Jytte 'meten van nieuwe detectoren'. Het laat ook zien wat de **rol van radioactiviteit** is in het werk van Jytte: dit fysisch verschijnsel is voor haar geen onderzoeksobject (zoals het bij Marie*



*Curie of andere fysici is geweest en nog is...), maar een onderzoekstool! Uiteraard meet Jytte de radioactieve straling van de bron met het prototype, maar met het onderzoeksdoel om de prestatie van het prototype te bepalen. Wat ze echt wil bestuderen is het prototype, en hiervoor gebruikt ze een radioactieve bron waarvan het spectrum goed gekend is.*

*Dit netwerkje is niet groot (7 elementen). De radioactieve bron per se staat niet centraal in het werk van Jytte, maar het is nodig om prototypes van detectoren uit te testen.*

## 2. Netwerkje van de **bronhouder**



*Jytte haalt de radioactieve bron die ze nodig heeft bij het testen van prototype-detectoren, uit de loden bronhouder. De bronhouder met de bron erin haalt ze uit de speciale kast voor radioactieve bronnen.*

*Dit netwerkje is verbonden met een specifieke handeling van Jytte tijdens haar activiteit 'meten van nieuwe detectoren': het **beschermen** van haarzelf en haar werkomgeving **tegen de radioactieve straling**, die noodzakelijk 'beschikbaar' moet zijn in het testlabo, aangezien de detectoren deze straling moeten kunnen meten.*

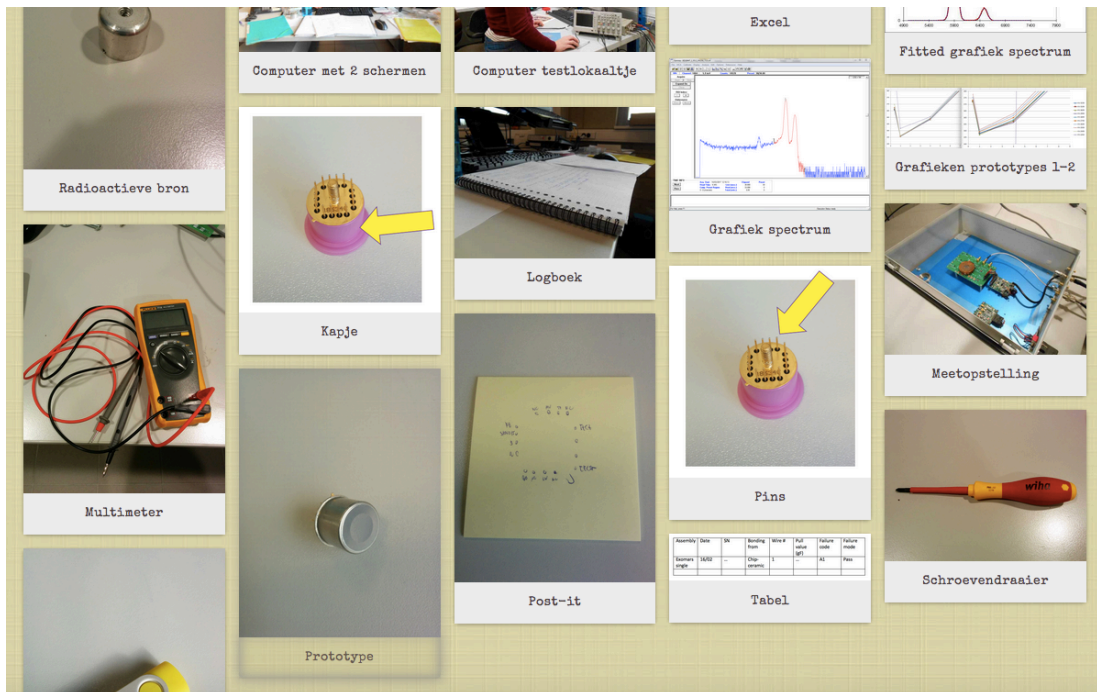
*Dit netwerkje is erg klein (3 elementen), maar zeker niet onbelangrijk in het werk van Jytte! De bronhouder neemt wel geen centrale plaats in haar werk: ze moet dit object gebruiken in relatie tot één van haar onderzoekstools, de radioactieve bron.*



*Leerlingen gaven tijdens de try-out als feedback aan dat sommige netwerkjes volgens hen niet 'compleet' zijn. Ze kennen uiteraard het principe niet waarmee deze netwerkjes zijn samengesteld. We hebben door een analyse van de handelingen van Jytte eerst het netwerk gebouwd van alle dingen samen, en daarna hebben we sub-netwerkjes geïsoleerd door alleen te kijken naar de eerste verbindingen vanuit een ding. Op die manier gebeurt het dat dingen die alleen in één specifieke handeling worden gebruikt (bv. de*

bronhouder), een kleiner netwerkje hebben dan dingen die in meer handelingen worden gebruikt (bv. de bron), maar ze kunnen in grotere netwerkjes wel verschijnen! De laatste vraag van de oefening: 'Sommige dingen hebben een groter netwerk dan andere. Hoe komt dat?' is hiermee verbonden. Hoe groter het netwerkje, hoe centraler staat dat ding in het werk van Jytte, ze gebruikt het in veel verschillende handelingen.

### 3. Netwerkje van het **prototype**



Jytte plaatst het prototype samen met de radioactieve bron in de meetopstelling voor de meting in het labo. Daarvoor gebruikt ze de schroevendraaier (vastmaken), samen met de multimeter (indirect meten van de temperatuur). Jytte kijkt naar het kapje waar er een *T* geschreven staat, en meet direct op de detector pins, waarvoor ze de post-it als geheugensteuntje gebruikt. Op de computer van het testlokaaltje bekijkt ze de grafiek van het spectrum.

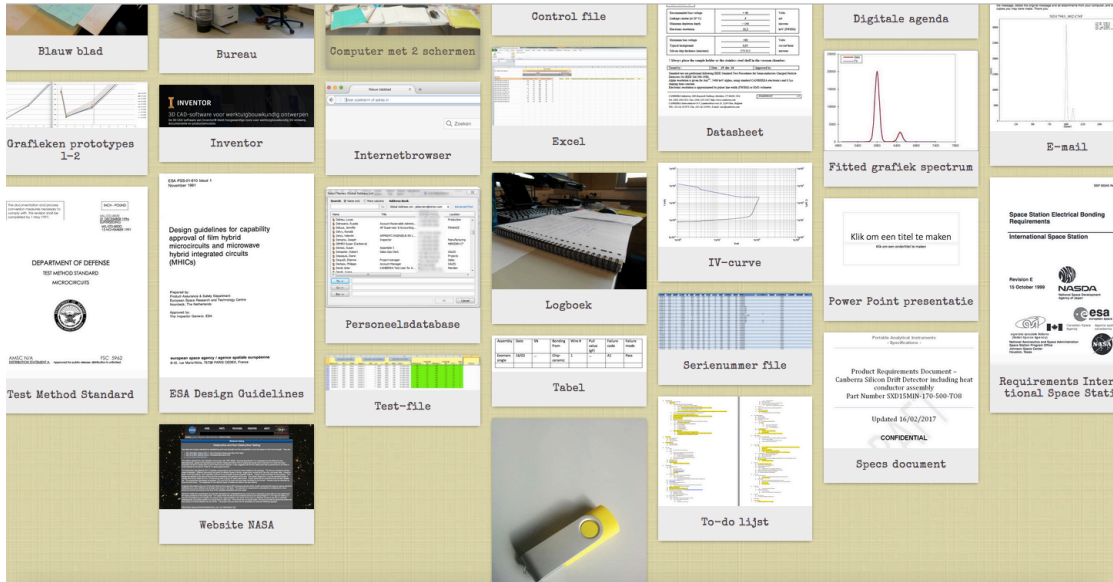
Met de USB-stick verplaatst ze dan de data vanuit het testlabo naar haar bureau. Daar verwerkt ze de data op de computer met 2 schermen. Met Excel verwerkt ze de data in de fitted grafiek van het spectrum en de grafieken van prototypes 1-2, vanuit de tabel die ze heeft op het linkse scherm. Ze noteert een vreemde zaak in haar logboek.

Dit netwerkje plaats zich in het kader van de grotere activiteit van Jytte '**testen van nieuwe detectoren**', dat is 'meten' (in het labo) plus 'data verwerken' (op het bureau). Het prototype verbindt als onderzoeksobject deze twee sub-activiteiten en locaties, terwijl de USB-stick verbindt ze in de concrete handelingen van Jytte.

Dit netwerkje is redelijk groot (17 elementen). Dit laat zien dat het prototype nogal centraal staat in het werk van Jytte: prototypes van nieuwe detectoren zijn haar onderzoeksobject, het is haar job om deze mee te ontwikkelen en te testen voor het bedrijf.



#### 4. Netwerkje van de **computer met 2 schermen**



*De computer met 2 schermen staat op het bureau van Jytte.*

*Ze heeft deze computer gebruikt voor de **verwerking van data** van de 3 prototypes, USB-stick, Excel, Fitted grafiek spectrum, Grafieken prototypes 1-2, en van de bondtesten van de detector exomars: Blauw blad, Tabel. En ook om de Test-file te bekijken voor de nieuwe detector Min. En dan ook om de IV-curve te bekijken doorgestuurd door de techniekers voor de 20 detectoren met problemen.*

*Ze heeft deze computer gebruikt voor het **zoeken van informatie**, Internetbrowser, Requirements International Space Station, Test Method Standard, Website NASA, ESA Design Guidelines, en ook van collega's, Personeelsdatabase.*

*Ze heeft de computer gebruikt voor **communicatie** met klanten en collega's: Email. En voor het **opstellen van documenten en presentaties**: Datasheet, Specs document, Ppt presentatie.*

*Ze was van plan om de software Inventor op de computer te gebruiken om een nieuw kapje te **tekenen**.*

*Ze heeft de computer ook telkens gebruikt voor de **organisatie en rapportering** van het (eigen) werk: Digitale agenda, Serienummer file, To-do lijst, Logboek, Control file.*

*Dit netwerkje is erg groot (26 elementen). Dit laat zien dat de computer erg centraal staat in het werk van Jytte: ze gebruikt dit immers **in al haar activiteiten**! Ze spendeert dus ook veel werktijd aan de computer.*

### 3.3.4 Werkverbeelden



Doel: de eigen fascinatie voor een functie of aspect van het werk in het bedrijf uiten, via een specifieke persoon die in het bedrijf werkt. Zich inbeelden hoe de werkdag van dit personeelslid in het bedrijf er zal uitzien.



#### Werkvorm en materiaal

In deze slotoefening worden leerlingen uitgenodigd om een persoon te kiezen uit de werkcontacten van Jytte die hen aanspreekt. Het is belangrijk dat deze keuze *individueel* gebeurt. Daarna moeten de leerlingen uitdrukken waarom deze persoon of functie hen aanspreekt en ze moeten zich inbeelden hoe de werkdag van deze persoon er zal uitzien.

Deze oefening is in het bijzonder bedacht als een **schrijfoefening** voor leerlingen uit STEM-studierichtingen, die dan over een thema kunnen schrijven dat sterk samenhangt met hun studiedomein. De oefening kan eventueel ook mondeling gedaan worden, na een eerste individuele reflectie met notities.



Een **samenwerking met de leerkracht Nederlands** is hier sterk aanbevolen. De leerkracht Nederlands kan de schrijfoefening eventueel ook koppelen aan een stuk theorie dat hij of zij geeft, bv. over het schrijven van een essay.



Een mogelijke valkuil kan dan zijn dat leerlingen zich volledig focussen op de vereiste eigenschappen voor de tekst. De interessevorming die deze oefening beoogt, zou dan in gedrang kunnen komen. De interdisciplinariteit van de opdracht wordt ten volle gerealiseerd als leerlingen kunnen ervaren dat de kennis uit de les Nederlands hen juist ondersteunt bij het uitdrukken van hun ideeën en gevoelens i.v.m. het onderzoek in het bedrijf.



De tijd nodig voor deze (schrijf)oefening moet bepaald worden door de leerkrachten, ook afhankelijk van mogelijke taaldoelstellingen die men via deze oefening ook wil bereiken.



Bij gebrek aan tijd, kan men ervoor kiezen om het schrijven van de tekst als huiswerk te laten gebeuren. Op deze manier beperkt men de gebruikte klastijd tot een uitleg in het begin en feedback na het verbeteren van de teksten.

### Beschrijving van de taak

#### Werkverbeelden

Kies een persoon uit de werkcontacten van Jytte die je aanspreekt of interesseert.

Bespreek je keuze: wat is het precies dat je aanspreekt of interesseert?

Probeer je in te beelden hoe de werkdag van deze persoon er zal uitzien. Welke activiteiten zou hij of zij doen? Met wie zou hij of zij interageren? Met welke dingen zou hij of zij werken?



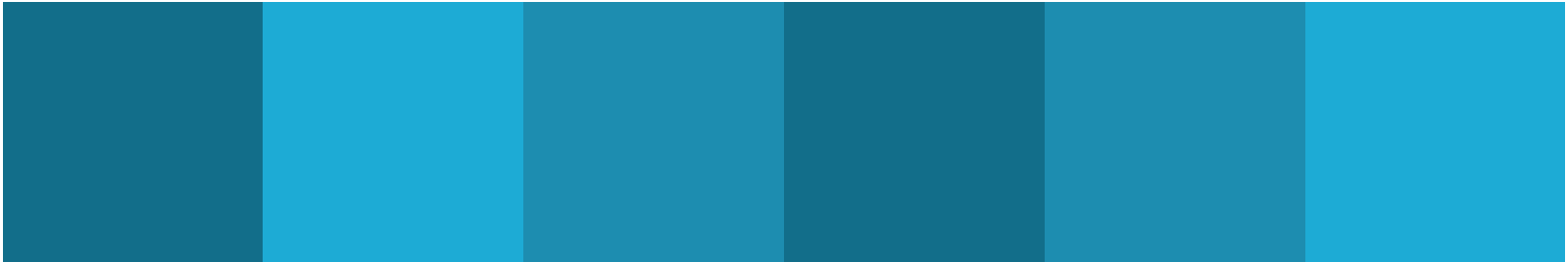
*In onze try-out hebben we deze oefening in schriftelijke vorm uitgetest met leerlingen van het 6<sup>e</sup> leerjaar Industriële Wetenschappen. De leerlingen hebben tijdens 1 lesuur gewerkt aan hun schriftelijke antwoorden op de vragen.*

*Hieronder delen we enkele ervaringen tijdens deze try-out.*

- *Opvallend was dat de jongens allemaal gekozen hebben voor een mannelijke persoon uit de werkcontacten terwijl het enige meisje in de klas gekozen heeft voor een vrouwelijke persoon.*
- *Leerlingen moeten bespreken waarom ze voor een specifieke persoon (of functie) gekozen hebben. De leerkracht vond dit deel van de tekst vooral interessant. Op deze manier is hij soms ook te weten gekomen waar de interesses van zijn leerlingen liggen wat betreft hun studiekeuze voor het hoger onderwijs.*
- *Hoewel dit niet expliciet gevraagd wordt, hebben leerlingen vaak ook goed nagedacht over de vaardigheden die belangrijk zijn voor de gekozen functie: stressbestendig zijn, communicatief zijn, leiding kunnen geven, ordelijk werken... Deze reflectie kan eventueel ook gestimuleerd worden door dit aspect expliciet te benadrukken in de uitleg van de leerkracht in het begin van de oefening.*



*Het is voor de leerlingen niet evident om zich een hele werkdag in te beelden. Een mogelijke suggestie is om eerst grote lijnen van activiteiten te 'bedenken' zonder te veel op details in te gaan. Daarna kunnen leerlingen **voor slechts een klein deel van de dag meer details geven, bv. door een kleine dialoog of een e-mail te schrijven** tussen de door hen gekozen persoon en andere collega's of klanten. In deze context kan men ook vragen om aan **enkele werkdingen** een duidelijke rol te geven in de dialoog of e-mail.*



**De Black Box Onderzoek in Bedrijf is een project gerealiseerd met financiering van de hogeschool UCLL en met de betrokken samenwerking van het bedrijf Mirion Technologies in Olen en van het THHI in Tessengerlo.**

**In het bijzonder willen we Jytte Elseviers, Marijke Keters en David Serré met zijn leerlingen van harte bedanken.**

**Onderzoek in Beweging is een realisatie van het project Onderzoek als Authentieke Leerinhoud van het expertisenetwerk School of Education Associatie KU Leuven.**