



# Biobased economy: inventarisatie primair en voortgezet onderwijs

*13 aug 2013*

**Stichting C3**  
Postbus 158  
2260 AD Leidschendam  
070 337 87 88  
[info@c3.nl](mailto:info@c3.nl)



## Biobased inventarisatie primair en voortgezet onderwijs

Het bewerkstelligen van een algehele transitie van een op olie gebaseerde maatschappij naar een duurzame op biobased gebaseerde maatschappij vergt meer dan alleen goed opgeleide werknemers die werken aan de duurzame productie; het impliceert ook veranderingen voor consumenten en burgers. Dit vereist een bewustzijn bij burgers om duurzame keuzes te kunnen maken over voedsel, consumentenproducten, energiegebruik en het hergebruiken van afval. Dit bewustzijn is essentieel bij de gewenste transitie en vereist voor de geleidelijke acceptatie en benodigde attitudeverandering bij burgers. Om dit te bereiken moet de noodzakelijke bewustwording een onderdeel zijn van het regulier onderwijsprogramma op alle niveaus.

In dit rapport wordt geïnventariseerd wat er momenteel gedaan wordt in het primair en voortgezet onderwijs om jongeren kennis en vaardigheden bij te brengen op het gebied van biobased grondstoffen, processen en producten en hen bewust te maken van de kansen en mogelijkheden die biobased economy biedt. Op basis van deze inventarisatie wordt een advies gepresenteerd over hoe bestaande activiteiten en materialen aangepast kunnen worden.

## Inhoudsopgave

|  |    |
|--|----|
| Aanpak inventarisatie 3  |    |
| 1 Inventarisatie primair onderwijs   | 4  |
| 1.1 Overzicht van materialen en activiteiten in het primair onderwijs                            | 4  |
| 1.2 Methodes voor science in het primair onderwijs   | 4  |
| 1.3 Advies aanpassen bestaande materialen / ontwikkelen nieuwe materialen                        | 4  |
| 2 Inventarisatie voortgezet onderwijs  | 5  |
| 2.1 Overzicht van materialen en activiteiten in het voortgezet onderwijs                         | 5  |
| 2.2 Methodes voor science in het voortgezet onderwijs  | 5  |
| 2.3 Advies hoe Imagine-projecten geschikt gemaakt kunnen worden voor gebruik in VO               | 7  |
| 2.3a Technasium: Advies hoe Imagine-projecten geschikt gemaakt kunnen worden voor het Technasium | 7  |
| 2.3b NLT: Advies hoe Imagine-projecten geschikt gemaakt kunnen worden voor NLT                   | 10 |
| 2.5 Het ontwerpen van een Technasium-project gebaseerd op een Imagine project                    | 12 |
| Bijlage A projectomschrijving Biobased   | 15 |



## Aanpak inventarisatie

In samenspraak met de opdrachtgever is bij deze inventarisatie de volgende definitie van biobased gehanteerd: alle 'materialen' die voor een significant deel zijn afgeleid van hernieuwbare biologische bronnen en de processen om die te produceren. Bij de inventarisatie is gebruik gemaakt van de kenmerken en bijbehorende omschrijvingen zoals vermeld in Tabel 1.

De aanpak van de inventarisatie is als volgt verlopen:

- Internet search, hierbij is informatie van de volgende sites gebruikt (allen zijn bezocht in voorjaar 2013): sciencewijzer, techwijs.nl, onderwijsmiddelen.c3.nl, steunpunten.nl, nieuwescheikunde.nl, natuurkunde.nl, siencespace.nl, nlt.nl, e-nemo.nl, nieuwenatuurkunde.nl, techniektorens.nl, rsoc.org, techniekpromotie.nl, techniektalent.nu, sciencecentra.nl, leermiddelenplein.nl en google search. Op basis van deze verkenning zijn andere relevante bronnen van materiaal en activiteiten bestudeerd en opgenomen in de uiteindelijke lijst.
- De methodes voor natuuronderwijs en de bètavakken die gebruikt worden in zowel het primair onderwijs (PO) als voortgezet onderwijs (VO) zijn geïnventariseerd. Aangezien de methoden in het VO net vernieuwd zijn, heeft de inventarisatie alleen plaatsgevonden voor de onderbouw (klas 1-3) en 4<sup>e</sup> klas boeken van de nieuwe methoden. De boeken voor klas 5 en 6 zijn nog niet uit.

Het is onmogelijk gebleken om een volledig inventarisatie uit te voeren. De voornaamste reden hiervoor is dat er tal van ontwikkelaars van lesmateriaal tot op docentniveau zijn, die lesmateriaal rond biobased gemaakt kunnen hebben. Het ontsluiten van dit soort materiaal was niet altijd mogelijk. Zo bleek materiaal van de WUR niet vindbaar met de gebruikelijke zoekmachines, terwijl het wel op internet was gezet.

**Tabel 1 gehanteerde omschrijving van elk kenmerk.**

| <i>Kenmerk</i>                       | <i>omschrijving</i>  |
|--------------------------------------|--|
| Doelgroep                            | po/vmbo/havo/vwo/mbo/hbo/wo/post tertiair(mbo-hbo-wo-postdoc), onderscheid maken tussen leerling/student en docent                               |
| Leerdoel                             | content, welke kennis en vaardigheden willen we overbrengen  |
| Inhoud                               | welke inhoud wordt behandeld (bv biomassa voor chemical building blocks, biomassa voor energie, societal aspects, 1e/2e generatie, lignine etc.) |
| Didactische aanpak                   | lesboek, e-learning, college, workshop, game etc.  |
| Geschikt voor internationaal gebruik | is het na vertalen geschikt voor gebruik aan buitenlandse universiteiten   |
| Geschikt voor distance learning      | materiaal is of kan aangepast worden voor afstandsonderwijs (digitaal beschikbaar/video colleges/digitale toetsing etc.)                         |
| Geschikt voor interactief gebruik    | als boven maar ook gemaakt worden om studenten/docenten van verschillende locaties te laten communiceren (simultaan of a-simultaan)              |
| Beschikbaar bij                      | wie beheert het materiaal  |
| Mag verspreid worden                 | is het voor anderen wel/niet beschikbaar   |
| Jaartal 1 <sup>ste</sup> gebruik     | om de actualiteit van het materiaal vast te stellen, wat is het jaar van ontwikkeling of eerste gebruik  |
| Outreach                             | hoeveel studenten e.a. hebben daadwerkelijk gebruik gemaakt van het materiaal  |
| Geëvalueerd                          | Is het materiaal ooit geëvalueerd en zo ja, is op basis daarvan e.e.a. aangepast?  |
| Overige info                         | overige opmerkingen  |



# 1 Inventarisatie primair onderwijs

## 1.1 Overzicht van materialen en activiteiten in het primair onderwijs

Uit de inventarisatie van materialen en activiteiten blijkt dat de volgende thema's die gerelateerd kunnen worden aan biobased veelvuldig voorkomen: recyclen (iets creëren uit afval), zuinig met water/energie, duurzame energie (zon, wind en water) en duurzaamheid. Daarnaast is er veel over 'zuinigheid' te vinden, zoals zuinig omgaan met energie en water. Een klein aantal materialen en activiteiten gaat over productie vanuit hernieuwbare biologische bronnen. Veel aspecten van biobased blijven echter onbehandeld en is de theorie vaak beperkt. Dat is logisch op dit onderwijsniveau: het gaat meer om het wauw-effect dan om iets te leren. Daarnaast is hierin ook de link naar biobased vaak niet of onduidelijk aanwezig.

## 1.2 Methodes voor science in het primair onderwijs

De volgende methodes van diverse uitgevers voor het primair onderwijs zijn gebruikt voor de verdere inventarisatie:

- Naut & Argus Clou Natuur en Techniek, beiden van uitgeverij Malmberg,
- Natuniek van uitgeverij Thieme Meulenhoff en
- Leefwereld & Wijzer door natuur en techniek, beiden van uitgeverij Noordhoff.

De methodes voldoen uiteraard aan het behalen van alle kerndoelen (zie SLO.nl voor alle kerndoelen) uit het deel "Oriëntatie op jezelf en de wereld". Kerndoelen geven het gewenste eindniveau aan voor de leerlingen in groep 8.

De inventarisatie is gericht op drie kerndoelen die in verband te brengen zijn met biobased: kerndoel 39: 'De leerlingen leren met zorg om te gaan met het milieu' en de kerndoelen 42 & 44 rondom energie en materiaalgebruik. Schrijvers van de methoden hebben deze laatste twee gebruikt om leerlingen kennis te laten verwerven over duurzaamheid.

Thema's, die voorkomen in de lesmethoden, zijn bijna identiek aan die gevonden zijn in de inventarisatie via internet: Recyclen (iets creëren uit afval), zuinig met water/energie, duurzame energie (zon, wind en water) en duurzaamheid. Biomassa en de mogelijkheden van het gebruik van biomassa en biobased productieprocessen komen nergens aan de orde in alle methoden.

## 1.3 Advies aanpassen bestaande materialen / ontwikkelen nieuwe materialen

Op basis van de inventarisatie en een nadere analyse hiervan wordt het volgende advies geformuleerd over de mogelijkheid om het huidige materiaal aan te passen of nieuw materiaal te ontwikkelen over biobased:

- Ontwikkel nieuw materiaal zodanig dat meer aspecten van biobased aan bod komen dan diegene die nu aanwezig zijn in de methoden. De aspecten die toegevoegd kunnen worden zijn: eigenschappen van (biobased) materialen (bioplastics), processen (vergisting, algengroei) en cradle to cradle (in relatie tot recycling).
- Sluit aan bij ontwikkelingen rond het vak Wetenschap & Technologie nu dit een vast onderdeel in het PO wordt, om materialen en activiteiten (mogelijk een leerlijn) te ontwikkelen rondom biobased die PO-docenten kunnen inzetten bij W&T.
- Zorg in bestaande materialen dat de link met biobased zichtbaar en duidelijk is en leg uit waarom biobased is belangrijk voor nu en de toekomst (zowel voor de leerkracht als leerling).



## 2 Inventarisatie voortgezet onderwijs

### 2.1 Overzicht van materialen en activiteiten in het voortgezet onderwijs

Uit de inventarisatie van het materiaal voor het voortgezet onderwijs blijkt dat veel materiaal gaat over duurzaamheid. De materialen en activiteiten betreffen vooral over bronnen van duurzame energie, zoals biobrandstoffen en zonne-, wind- en waterenergie en de daaraan gekoppelde energieopwekking. In mindere mate is er materiaal of aandacht voor over recyclen. Voorts blijkt dat in het gevonden lesmateriaal de koppeling tussen (duurzame) energie en biobased nauwelijks gemaakt wordt of zichtbaar wordt gemaakt. Een, en binnen deze inventarisatie enige voorbeeld waarin biobased breder zichtbaar wordt, is de leerlijn van BioTechno. Deze leerlijn bestaat uit verschillende projecten waarbij leerlingen aan de slag gaan op het snijvlak tussen biologie en techniek. De leerlingen ontwerpen een zelfvoorzienend huis, maken een tas of een telefoonhoes volgens de principes van Cradle to Cradle. Daarbij leren ze hoe wetenschappers technieken uit de natuur hebben afgekeken, staan ze stil bij de verschillende manieren van transport, bespreken ze de ethische vragen rond biobrandstof, verdiepen ze zich in kwaliteit en aanwezigheid van drinkwater en staan ze stil bij afvalverwerking en het steeds schaarser worden van fossiele bronnen. Jammer genoeg beperkt dit materiaal zich vooral tot de biologische invalshoek en maar één type werkvorm (het maken van een werkstuk en een ontwerpdracht). Biotechno vormt een aantrekkelijke basis om een leerlijn voor biobased op te baseren.

### 2.2 Methodes voor science in het voortgezet onderwijs

Voor de inventarisatie binnen de methodes wordt er onderscheid gemaakt tussen onder- en bovenbouw in het VO.

#### *Onderbouw*

In de onderbouw van het voortgezet onderwijs wordt op dit moment gewerkt aan de kennisbasis science. In de kennisbasis staan de kerndoelen beschreven die het gewenste eindniveau aangeven van de leerlingen aan het eind van de onderbouw. Anders dan de naam doet vermoeden bevat de kennisbasis ook denk- en werkwijzen, zoals systeemdenken, onderzoeken, ontwerpen. Deze kennisbasis moet uiteindelijk de huidige kerndoelen gaan vervangen. Doel is om een betere leerlijn in de keten PO-VO bovenbouw te realiseren. Schrijvers van methoden zullen de kennisbasis gaan gebruiken als basis voor hun nieuwe methoden. Stichting C3 is betrokken bij de formulering van de nieuwe kennisbasis en kan aan biobased gerelateerde elementen voordragen.

In de huidige kerndoelen voor de onderbouw, hebben de voor biobased relevante kerndoelen (28 t/m 33) betrekking op duurzame energie en het duurzaam omgaan met drinkwater. Andere aan biobased gerelateerde onderwerpen komen niet aan bod. Dit blijkt ook het geval te zijn in het voorstel voor de nieuwe kennisbasis.

#### *Bovenbouw*

Vanaf september 2013 wordt in de bovenbouw het nieuwe leerplan natuurkunde, scheikunde en biologie ingevoerd. De vernieuwing bestaat voornamelijk uit een contextrijke benadering en een aanpassing aan de vakinhoud om overladenheid te voorkomen. De nieuwe examenprogramma's zijn bekend en de boeken voor de vierde klas havo en vwo zijn inmiddels verschenen. De boeken voor de vijfde klas havo en vwo en zesde klas vwo zijn nog niet gereed en zullen komende jaren 2015 en 2016 verschijnen. Op dit moment is er dus nog geen compleet zicht op wat er in deze boeken voor klas 5 en 6 over biobased zal staan. De uitgevers zijn benaderd om deze informatie toch te verkrijgen. Voor de nieuwe veranderingen in de bovenbouw is de inventarisatie gericht op vernieuwde examenprogramma's en boeken van biologie, natuurkunde en scheikunde van 4 havo en 4 vwo. De biologie, natuurkunde en scheikunde methodes van de uitgevers Malmberg en Noordhoff zijn bestudeerd. De bevindingen van deze inventarisatie zijn teruggekoppeld met de uitgevers. Het blijkt



dat de uitgevers vooral denken dat biobased-ontwikkelingen gedekt worden door de aandacht voor duurzaamheid (energie) en recycling. Ze bevestigen dat andere aspecten van biobased wetenschap & technologie, processen en economie nog nauwelijks aan bod komen in de methoden.

Aangezien de methoden weinig soelaas bieden, moeten er gekeken worden naar de eindtermen. Dat biedt nog een mogelijkheid dat BE-Basic aspecten terecht kunnen komen in de nieuwe edities van de lesmethoden. De resultaten worden hieronder per vak gepresenteerd.

- *Natuurkunde*: er is in het vernieuwde examenprogramma niets opgenomen over biobased. Ook in de boeken wordt er alleen maar gesproken over duurzame energie(-opwekking).
- *Biologie*: in de eindexamentermen staat kort iets over duurzame ontwikkeling (eindterm B2.5). In de boeken wordt ingegaan op het broeikas-effect, maar weinig over de rol die biomassa kan spelen in het tegen gaan van het broeikas-effect. In enkele gevallen staat er kort iets over de verschillende generaties biobrandstoffen.
- *Scheikunde*: het nieuwe examenprogramma voor havo en vwo bevat verschillende eindtermen rondom biobased. Zo bevat het havo-programma eindtermen<sup>1</sup> over duurzaamheid (E2), duurzame chemische technologie (G3) en groene chemie (G4). In het vwo vinden we vergelijkbare eindtermen terug, namelijk duurzaamheid (E3), onderzoek en ontwerp (E5), groene chemie (F2) en duurzame productieprocessen (F5). In de boeken van de vierde klas komen verschillende onderdelen van deze eindtermen al aan bod, zoals duurzame energie (o.a. brandstoffen), ontwikkelingen, recyclen. Op de havo wordt alleen het energie aspect binnen eindtermen behandeld. Op het vwo komen ook de andere aspecten rondom biobased aan bod en vooral de duurzame kringloop wordt verder uitgediept.
- *Natuur, leven en technologie (NLT)*: In het vak NLT zijn al verschillende modules op het gebied van biobased gemaakt. In het (school)examenprogramma zijn termen rondom biobased te vinden, deze zijn voor vwo expliciet omschreven in domein<sup>2</sup> G (Duurzaam gebruik van grondstoffen, energie en ruimte en in de havo, minder expliciet, in domein F (Verbetering van de kwaliteit van leven). NLT is het vak van het voorgezette onderwijs waarin op dit moment het meeste over biobased is verwerkt.
- *Algemene natuurwetenschappen*: in het examenprogramma staat het subdomein D2 (Duurzame ontwikkeling). Dat subdomein sluit nauw aan bij de hier gebruikte definitie van biobased. Bij dit subdomein gaat het vooral over het effect van ingrepen in de biosfeer (economische, ecologische, sociaal-culturele en mondiale aspecten). Dit is ook wat we terug vinden in de boeken. Op dit moment staat de status van ANW ter discussie. Het vak wordt op dit moment alleen in vwo aangeboden en is in 2007 gereduceerd in aantal uren (200 naar 120 studielasturen).

### Conclusie

De conclusie die uit de inventarisatie van de lesmethoden en eindtermen getrokken kan worden luidt dat vooral NLT een vak is dat zich erg goed leent om leerlingen bekend te maken met biobased. NLT is het meest vooruitstrevende vak op dit moment en biedt veel aanknopingspunten voor BE-Basic aspecten. Daarnaast is in het nieuwe leerplan van de scheikunde het onderdeel groene chemie opgenomen. Met betrekking tot de boeken in klas 5 en 6 is de verwachting dat de uitgevers en schrijvers zich houden aan de uitwerking van de eindtermen zoals die in de syllabus en handreiking verder is gemaakt. Dit betekent dat vooral bij scheikunde en biologie biobased concepten en denkwijzen zoals cradle to cradle, biobased materialen, duurzame processen in de nieuwe methoden terecht kunnen komen.

<sup>1</sup> Een formulering wat de leerling moet kunnen en kennen voor het eindexamen.

<sup>2</sup> Een verzameling eindtermen over een bepaald thema.



### Advies aanpassen bestaande materialen / ontwikkelen nieuwe materialen

Het advies voor het eventueel aanpassen of ontwikkelen van nieuwe materialen, waarin biobased of een biobased economy centraal staat, luidt:

- Ontwikkel activiteiten en/of ontwerp materialen om leerlingen en ook docenten te verduidelijken wat al op het gebied van biobased mogelijk is en wordt.
- Ga in gesprek met Biotech om te kijken wat de mogelijkheden zijn om dit materiaal kosteloos toegankelijk te maken voor alle VO-scholen.
- Voorzie het biotech-materiaal van invalshoeken vanuit andere vakken (scheikunde, natuurkunde, ...) en zorg dat het in te passen is in de les door verschillende werkvormen toe te passen.

### **2.3 Advies hoe Imagine-projecten geschikt gemaakt kunnen worden voor gebruik in VO**

Op verzoek van opdrachtgever is voor het reeds lopende initiatief: "Imagine" onderzocht in hoeverre projecten hieruit geschikt gemaakt kunnen worden voor NLT of O&O.

De werkwijze en didactiek in de vakken O&O en NLT is verschillend. Daarom wordt er een tweeledig advies gegeven gescheiden voor beide onderwijstypen.

Naast NLT biedt ook het Technasium een goede mogelijkheid om wetenschappelijke en technologische facetten van een biobased economy te laten ervaren door leerlingen in het voortgezet onderwijs. Het Technasium is een opleiding voor havo en vwo voor leerlingen met een overwegend technische interesse of talent. De opleiding wordt gekenmerkt door een extra vak dat de leerlingen naast het reguliere programma volgen: Onderzoek & Ontwerpen (O&O). Leerlingen werken gezamenlijk aan projecten. De probleemstellingen waar de leerlingen aan werken zijn afkomstig van bedrijven of instellingen. Het vak O&O kent dus geen vaststaand lesprogramma doordat de probleemstellingen en participerende bedrijven per schooljaar kunnen verschillen. Het examenprogramma O&O onderscheidt zich van andere bèta vakken doordat het accent ligt op te verwerven competenties zoals: onderzoeken, ontwerpen, creativiteit, samenwerken, innovatief denken, reflecterend vermogen en werkzaamheden zoals projectplanning, uitvoering en evaluatie.

#### **2.3a Technasium: Advies hoe Imagine-projecten geschikt gemaakt kunnen worden voor het Technasium**

In de onderbouw havo/vwo (leerjaar 1-3) wordt een Technasium-project gekenmerkt door een opdracht vanuit het bedrijf of een instelling aan de leerlingen, een excursie naar de betreffende plek of het bedrijf/instelling en een eindbeoordeling door de opdrachtgever. Het betreft altijd een onderzoeks- of een ontwerpproject. Een Technasium-project in de onderbouw bevat de onderdelen: waar je werkt, situatiebeschrijving, opdracht en opdrachtgever, uitwerking van de opdracht (in gewenste deelstappen en beoordeling). Alle onderdelen worden door de docent, op basis van het contact met de opdrachtgever, ontworpen/beschreven. De leerlingen werken in groepen aan de taak en geven een eigen uitwerking van de opdracht. Een Technasium-project duurt ongeveer 7-8 weken.

In de bovenbouw van het Technasium (4-h5/v6) vindt het gesprek direct plaats tussen leerlingen en de opdrachtgever, zonder tussenkomst van de docent. In overleg met de opdrachtgever en de docent bepaalt een groepje leerlingen zelf de opdracht, de stappen waarin de opdracht wordt uitgewerkt en presentatiewijze. De situatie of aanleiding voor de opdracht wordt meestal door de opdrachtgever geschetst.

Stichting Imagine Life Sciences verbindt wetenschappelijk onderzoek, onderwijs en ontwikkelings samenwerking door het organiseren van een scholierenwedstrijd. Naast het opwekken van interesse voor de opleidingen in Life sciences gaat het ook om het ervaren van de meerwaarde van technologie om in te zetten bij het oplossen van maatschappelijke vraagstukken. De Imagine-projecten worden door de wetenschappers zelf geschreven en ingediend volgens een bepaald



format. Vwo-leerlingen kunnen hiermee hun profielwerkstuk uitvoeren en afsluiten. Het project dient om de leerlingen te laten 'proeven' aan een technologisch probleem dat speelt in het werkveld rond life, science and technology of iets waar de wetenschapper zelf nog niet aan toe is gekomen. De leerlingen worden uitgedaagd om zelf met een oplossing te komen. Dat format, dat de wetenschapper aanlevert, bestaat uit een projectvoorstel, de gebruikte techniek en benodigde experimenten, de uitvoering, een raming van de kosten en een tijdsplanning. De leerlingen werken in groepen aan het project. De leerlingen moeten een business plan schrijven waarin de technische, maatschappelijke en economische kant van hun idee, richting en plan van aanpak wordt toegelicht. Ter oriëntatie is het mogelijk om een practicum te doen met de wetenschapper en wordt er een workshop over duurzaam ondernemen gegeven. Uiteindelijk schrijven de leerlingen een profielwerkstuk dat moet voldoen aan een aantal vooraf gegeven eisen.

### Een vergelijking

In onderstaande tabel zijn beide formats van Imagine en Technasium naast elkaar gezet en vergeleken. Gezien het complexe inhoudelijke niveau van de Imagine-projecten wordt de vergelijking alleen gemaakt met het format voor de Technasium-projecten in de bovenbouw.

| Format-onderdeel | Imagine  | Technasium bovenbouw  |
|------------------|--|---|
| Beschrijving     | Genoemd als projectvoorstel. Er wordt een context geschetst, waarbinnen een probleem zich voordoet. Het probleem wordt ingekaderd en verkleind.  | Genoemd als situatiebeschrijving. Er wordt een context geschetst, waarbinnen een probleem zich voordoet. Het probleem wordt ingekaderd en verkleind.  |
| Opdracht         | Wordt door de opdrachtgever geformuleerd. Soms al erg gedetailleerd (oploslimonade) soms erg ruim (biologisch-geïnspireerde duurzame materialen, biologische bestrijding van malariamuggen) of gestuurd (magnetische colloïden).   | Wordt door de leerling opgesteld n.a.v. een overleg met de opdrachtgever. De opdracht wordt getoetst op formulering (doel), uitvoerbaarheid en haalbaarheid.  |
| Uitvoering       | Wordt soms ingevuld door de opdrachtgever (oploslimonade), door het geven van een eerste stap van de oplosroute (desinfecterende zeep, Kombucha thee) of doordat de gegeven oplossingsmogelijkheid de ruim geformuleerde opdracht concretiseert (biologisch-geïnspireerde duurzame materialen).<br>Leerlingen moeten een business plan schrijven waarin naast de technische kant ook de maatschappelijke en economische kant moet worden beschreven. | Wordt aan de leerling zelf overgelaten om dit uit te zoeken en een plan van aanpak te formuleren. Het plan van aanpak gaat vooral over de technische kant. Dit wordt besproken met de expert, docent en opdrachtgever.  |
| Beoordeling      | Wordt soms al gegeven (oploslimonade), soms ontbreekt deze component geheel. Inhoudelijke beoordeling wordt gedaan door de opdrachtgever. Er zijn eisen geformuleerd waaraan het profielwerkstuk moet voldoen (vorm, onderdelen), maar geen duidelijke puntentoekenning of waardering. Verwachte niveau van uitwerking is duidelijk vwo.<br><br>Leerlingen worden beoordeeld op hun proefwerkstuk.   | Er is geen eenduidig beoordelingsmodel voor de bovenbouw opdrachten. Inhoudelijke beoordeling wordt gedaan door de opdrachtgever. De procesbeoordeling wordt gedaan door de docent.<br><br>Leerlingen worden beoordeeld op hun ontwerp, onderzoek en het proces (eventuele reflectie daarop) dat ze doorlopen hebben. |





Bij de Imagine-projecten is de technische kant niet altijd direct duidelijk. Soms ligt het accent meer op de maatschappelijk en economische kant. Het niveau van de Imagine-projecten past heel goed in de bovenbouw van het Technasium-onderwijs. Leerlingen kunnen kiezen uit diverse projecten dat is identiek als bij het Technasium.

De Imagine-projecten zijn goed om te zetten naar Technasium-projecten. Daarbij moet vooral het accent gelegd worden op de criteria waaraan het projectvoorstel aan moet voldoen en over datgene dat je 'weggeeft' als opdrachtgever. Met dit laatste wordt bedoeld in welke mate stuur je de leerlingen al richting een bepaalde oplossingsroute of plan van aanpak of geef je juist ruimte voor eigen inbreng en creativiteit.

Daarnaast valt op bij de Imagine-projecten dat de technische kant onder lijkt te sneeuwen t.o.v. de maatschappelijke en economische relevantie. De functie van het practicum (die zit nu in de oriëntatiefase) in de uiteindelijke oplossing bij enkele Imagine-projecten is ook niet altijd helder. Bij het Technasium is deze technische kant veel centraler geplaatst in het uitvoeringsproces.

Het advies m.b.t. het geschikt maken van Imagine-projecten voor het Technasium luidt:

- 1) Zorg voor eenduidige criteria waaraan de projectomschrijving moet voldoen, waarin voldoende ruimte is voor de eigen inbreng van de leerlingen (minder sturing door de opdrachtgever).
- 2) Neem Imagine-projecten waarbij het accent ligt op de sterkere technische component die uiteraard wel een maatschappelijke en of economische relevantie heeft (drinkwaterzuivering in Ghana, biogasinstallatie in Honduras).
- 3) Vermijd de term 'business plan' maar in plaats daarvan wordt de eis gesteld dat de technische oplossing duurzaam, haalbaar en uitvoerbaar moet zijn in de plaatselijke maatschappelijke en economische situatie. Hierdoor wordt het 2<sup>e</sup> advies direct gerealiseerd.



### 2.3b NLT: Advies hoe Imagine-projecten geschikt gemaakt kunnen worden voor NLT

Het vak natuur, leven en technologie (NLT) heeft een modulair karakter en wordt gegeven op havo en vwo in de bovenbouw (klas 4 en hoger). Docenten zijn vrij in hun keuze uit gecertificeerde modules en een kwart van het curriculum mag gevuld worden met niet gecertificeerde modules. Dat kunnen eigen ontwikkelde modules, in ontwikkeling zijnde modules of modules van derden (vb. BE-Basic) zijn.

De Imagine-projecten verbinden wetenschappelijk onderzoek, onderwijs en ontwikkelingssamenwerking met elkaar. Het gaat daarbij om een “Toepassing van een onderzoekstechniek, waarbij gebruik wordt gemaakt van biologisch materiaal of biotechnologische methodes in de breedste zin van het woord (d.w.z. levende organismen, cellen of onderdelen daarvan).’ De onderzoekstechniek biedt een oplossing voor een probleem dat speelt in een ontwikkelingsland”.

Om een advies te kunnen geven wordt eerst onderzocht of Imagine-projecten voldoen aan de examen eisen voor NLT. Die examen eisen zijn vermeld in het examenprogramma NLT. Ten behoeve van het gevraagde advies wordt alleen het vwo-examenprogramma gebruikt. In een tweede stap worden de formats van Imagine-projecten vergeleken met de NLT-modules.

#### *NLT vwo examenprogramma*

Het examenprogramma kent alleen een schoolexamen en bestaat uit de verplichte onderdelen uit de domeinen A ‘vaardigheden’ en B ‘exacte wetenschappen en technologie’. Daarbij gaat het om de vaardigheden onderzoeken, ontwerpen, modelvorming, waarderen en oordelen, interdisciplinaire vraagstukken oplossen, samenwerken, wisselwerking tussen wetenschap en technologie. Daarnaast moet er minimaal één subdomein uit elk van de domeinen C, D, E en F aan bod komen (aarde, gezondheid en heelal; gezondheid en veiligheid; technologische ontwikkeling en fundamentele van natuurwetenschap en technologie). Het totaal van de subdomeinen is minimaal 5. Belangrijk is dat de kandidaat relevante conceptuele kennis en benaderingen uit in ieder geval de aardwetenschappen, de biologie, de natuurkunde, de scheikunde en de wiskunde kan gebruiken om interdisciplinaire vraagstukken te analyseren die betrekking hebben op de domeinen C t/m F. Dus de modules moeten meerdere disciplines bestrijken.

#### *De Imagine-projecten en het NLT vwo examenprogramma*

Voor zover bekend en in te schatten is, hebben alle Imagine-projecten een multidisciplinair karakter. Er wordt vaak een onderzoek of ontwerp gevraagd dat gerelateerd kan worden aan minstens twee mono-vakken.

Duurzaamheid en de relatie met maatschappelijk en economische vraagstukken (de ontwikkelingssamenwerking) zijn te relateren aan de subdomeinen B1 over interdisciplinariteit, C2 over duurzaamheid, D1 de gezonde en zieke mens, E2 over processen en producten en F2 methoden en technieken van onderzoek.

De Imagine-projecten bevatten dus kennis en technologie en vaardigheden die respectievelijk te koppelen zijn aan de domeinen C t/m F en A of B.

De Imagine-projecten kunnen worden ingezet in het NLT-lesprogramma vanwege:

- Het dekken van één of meerdere vereiste subdomeinen uit de domeinen A en B van het examenprogramma NLT vwo.
- Het niveau waarop verwacht wordt dat de leerlingen kunnen handelen.



### *Imagine-projecten en NLT modules*

Bij het vak NLT worden modules gebruikt. Deze modules zijn soms opdracht-gestuurd: er moet een bepaald probleem opgelost worden. In deze NLT-modules wordt kennis aangeboden die niet altijd relevant hoeft te zijn voor de opdracht. In andere NLT-modules wordt er vooral een nieuw onderzoeksgebied of thema aangeboden dat (ver) buiten de lesstof in de monovakken staat (vb. Halografie). De meeste NLT-modules zijn cognitief en analytisch gericht, dat wil zeggen; de leerlingen verwerven nieuwe concepten en moeten die kunnen gebruiken in andere situaties. Deze concepten maken geen deel uit van de reguliere content van de mono-vakken (natuur-, scheikunde of biologie). De NLT-modules zijn meer docent-gestuurd van aard. Door de wijze waarop de NLT-modules zijn ingericht krijg je dus dat de leerlingen een eenduidige geplaveide werkwijze doorlopen, waar pas aan het eind hier en daar ruimte is door een keuze in eindopdrachten. Het doel is dat alle leerlingen een bepaald gewenst hoger conceptueel eindniveau behalen. De practica zijn vaak ondersteunend aan de theorie, ter illustratie of om iets inzichtelijk te maken.

De Imagine-projecten zijn veel meer gericht op een combinatie van vaardigheden en kennis. Dat wordt ingegeven door de projectvorm waarin de leerlingen ruimte krijgen om een eigen invulling te geven aan hun oplossing van het probleem. De Imagine-projecten zijn meer leerlinggestuurd. De combinatie van een projectvoorstel met workshops, hoorcollege en een practicum bevatten al veel onderdelen die ook in een NLT-module aanwezig zijn.

Gezien het conceptuele karakter en het vereiste analytische denkniveau van de leerlingen zijn er duidelijke verschillen tussen Imagine-projecten en de NLT-modules op vwo niveau. De verschillen zijn veelal didactisch van aard, namelijk:

- de werkwijze projectgewijs, leerling gestuurd *versus* klassikaal werken/docent gestuurd,
- de context: technologische problemen in een sociaal maatschappelijke context bij Imagine *versus* wetenschappelijke context van onderzoek en ontwikkeling bij NLT
- het leerdoel: meer ervaren en het maatschappelijk belang van technologie en daarmee gevonden oplossingen bij Imagine *versus* meer weten over moderne technieken en onderzoek bij NLT.

### *Advies*

Om een goed advies te kunnen geven om Imagine-projecten om te zetten of aan te bieden als NLT-modules is bekeken of de Imagine-projecten voldoen aan de gestelde examen eisen en is een vergelijking gemaakt tussen de Imagine-projecten en de NLT-modules zelf. Op het niveau van het examenprogramma zijn er geen belemmeringen geconstateerd. De geconstateerde verschillen zijn meer didactisch van aard. Dat is ook gelijk het grootste struikelblok in deze omzetting: de aard en cultuur in het vwo-onderwijs is meer op kennis gericht dan vraag-gestuurd ('ik leer datgene dat nodig is om het project succesvol af te ronden')

Om Imagine-projecten om te zetten in NLT-modules wordt het volgende geadviseerd:

- Zorg dat de eisen aan het Imagine-eindproduct meer inhoudelijker geformuleerd worden, waardoor leerlingen automatisch meer de focus leggen op de conceptuele kant van hun oplossing. De acceptatie van de Imagine-NLT-modules door docenten vindt dan sneller plaats.
- Voorzie de Imagine-projecten van meer inhoudelijke stukken tekst of referenties zodat leerlingen het gewenste niveau ook zien.
- Blijf vasthouden aan de structuur van projectvoorstel en businessplan (of beter projectplan) en het profielwerkstuk als eindproduct. Leerlingen zijn namelijk veel doelgerichter ingesteld en dat is belangrijk voor de motivatie.
- Behoud de mogelijkheid voor eigen keuzes van leerlingen.
- Zoek uit of de certificering van de eventuele nieuwe Imagine-NLT-modules noodzakelijk is. Dat kan via het Landelijk Coördinatiepunt NLT ([info@betavak-nlt.nl](mailto:info@betavak-nlt.nl)).



## 2.5 Het ontwerpen van een Technasium-project gebaseerd op een Imagine project

Om de geschiktheid van een Imagine project voor het Technasium te testen heeft Stichting C3 heeft een door Imagine geselecteerd project omgezet naar een Technasium-project. Het ging hierom het Imagine-project: Palmleer: leer voor de allerarmsten geschreven door Ed van Hinte (Lightness Studios, DRS22) en Tjeerd Veenhoven (Studio Tjeerd Veenhoven).

Bij een Technasium-project is het gebruikelijk dat de opdrachtgever het project introduceert in de klas, de oplossingen van de leerlingen beoordeelt en eventueel tussentijdse vragen van leerlingen beantwoordt. Door een combinatie van tijdgebrek en een grote reisafstand is het niet mogelijk om de heren van Hinte en Veenhoven bij het project op een school in Breda te betrekken. Er is een andere oplossing gezocht door niet direct palmleer te kiezen, maar ander materiaal dan palmladeren zoals grassen, bamboe e.d. te nemen, waardoor Stichting C3 de opdrachtgever kon zijn.

De opdracht die gegeven is aan de leerlingen is om een verkennend onderzoek uit te voeren naar de mogelijkheid om van een natuurlijke grondstof (bamboe, hooi, grassen) leer te maken dat gebruikt kan worden voor bijvoorbeeld schoenen of jassen. De directeur van Stichting C3 heeft in de klas, namens dhr. Veenhoven de opdracht verstrekt. Een docent van Avans hogeschool: A. van den Dool (te Breda) is gevraagd om als expert/vraagbaak op te treden. Avans hogeschool is gestart met een opleiding biobased technologie, een major rondom biobased technologie en biobased chemistry. De hogeschool Avans is een Centre of Expertise Biobased Economy. Het project heeft gedraaid in de klas (3\*70 minuten per week in Technasium havo 3). Vrijdag 14 juni zijn de eindpresentaties geweest die beoordeeld zijn door de C3-directeur en O&O docent.

### *Evaluatie*

De evaluatie van het project vindt plaats door afzonderlijke semigestructureerde interviews met twee leerlingen-teams, de docent en de expert en een klassikale individuele enquête onder alle leerlingen.

Het project is getest op het Newmancollege in Breda in een klas op niveau van Technasium 3 havo. De klas bestond uit 26 leerlingen (22 man en 4 vrouw). De gemiddelde leeftijd was bijna 15 jaar. De klas werd begeleid door een O&O docent, een O&O-assistent. Een docent scheikunde en de scheikunde-toa hebben soms inhoudelijke ondersteuning geboden op basis van behoefte. De leerlingen hebben in groepen 3 lessen van 70 minuten per week gedurende 7 weken gewerkt aan het project.

### *De uitvoering*

De introductie was duidelijk volgens de leerlingen. Ze vonden het fijn dat hier alvast wat ideeën werden aangedragen. Je ziet ook duidelijk dat de leerlingen dit hebben gebruikt bij de analyse van het probleem. De expert was in de 2<sup>e</sup> week langsgekomen en heeft met elk groepje gesproken. De expert had geholpen door het globale stappen plan te schetsen: je hebt **vezels**, die moet je **weken** en dan weer goed **lijmen**. Elk groepje maakte gebruik van glycerine, wat een tip was van de expert. De leerlingen gaven ook aan dat er geen informatie is te vinden over welke plant geschikt is, heel veel info over planten, maar alleen algemene en niet informatie die ze kunnen toepassen in het onderzoek. Wel vonden ze het leuk om veel vrijheid te krijgen in hun ideeën ook al maakte dit het natuurlijk ook een wat lastigere opdracht.

Het viel op dat veel leerlingen niet bezig zijn met micro of lange vezels: ze blijven bij macro of ze versnipperen alles. Er is een duidelijke informatie behoefte over hoe je lange vezels uit planten kunt halen.



Een tussentijdse terugkoppeling van de docent, 3 lessen na de start: *'Het project loopt goed. De leerlingen zijn er lekker mee bezig hoewel het voor sommige wel echt zoeken is welke richting ze op moeten. Ik vind het als docent wel lastig om ze hierbij te begeleiden omdat dit voor mij nieuw is. Gelukkig krijg ik goede hulp uit de scheikunde-hoek. Op dit moment is een deel nog met literatuuronderzoek bezig en een ander deel al met verschillende materialen. Er is al bamboe in de wijk gesnoeid en er is al een groep naar de Intratuin om planten te gaan voelen dus dat gaat de goede kant op'*.

Uit de enquête en de interviews van de leerlingen blijkt dat de leerlingen het project een gemiddeld cijfer 7,5 geven (met een variantie van 0,5) op een schaal van 1 tot 10. Als reden wordt aangegeven dat ze het project erg leuk vonden en anders was dan 'normaal'. Dit was in feite het eerste onderzoeksproject na een reeks van ontwerpprojecten. Ze moesten er aan wennen dat een onderzoeksopdracht anders is dan een ontwerpopdracht, maar vonden onderzoek doen wel leuk. Dat kwam doordat er veel keuzevrijheid in het project aanwezig was.

Het onderzoek doen werd door de leerlingen als erg leuk ervaren. Vooral omdat deze opdracht ook experimenten met zich meebracht. Dit beeld wordt bevestigd in de interviews. Ook het 'mislukken en opnieuw proberen' vonden ze vernieuwend en geeft een goed beeld van onderzoek doen. Ze geven aan een beter beeld van onderzoek doen te hebben. Wel vonden ze het lastig om een onderzoekspresentatie te geven. Mede doordat ze dit nog nooit hadden gehad en niet duidelijk hadden wat hierin anders is dan een normale presentatie. Dit was ook duidelijk te merken tijdens de presentaties wat meer een presentatie was over datgene dat ze gedaan hadden in plaats van een onderzoekspresentatie bestaande uit tenminste een onderzoeksvraag, resultaten en conclusie.

De tijd werd door de leerlingen krap ervaren. Je moet eigenlijk bij dit project meteen beginnen met doen en proberen en niet te lang theorie/informatie gaan zoeken. Dit kost namelijk veel tijd en er is ook weinig in het Nederlands te vinden. Dit beeld wordt bevestigd in de interviews. Ook moet er aan het einde een presentatie komen, maar iedereen was op dat moment nog bezig met experimenten, waardoor je de presentatie telkens moet aanpassen. Mede door het gebrek aan informatie vonden 17 leerlingen dit een moeilijk project, 5 vonden het een makkelijk project en 3 vonden het niet anders dan normaal.

Leerlingen moeten op dit niveau ook instaat zijn om zelf informatie te vinden en te verwerken. Dat is ook een van de doelstellingen van het Technasium. Maar toegang tot wetenschappelijke bronnen is wel lastig. Dit blijft een punt van zorg.

Een andere reden waarom de leerlingen dit een moeilijk project vonden was dat ze aangaven moeite hadden met het vinden van een goed eindproduct of een goede oplossing. Op deze leeftijd zijn de leerlingen sterk resultaat gericht. Voor hen is het resultaat van een onderzoeksproject ook anders dan van een ontwerpproject.

Leerlingen geven aan dat ze het volgende hebben geleerd van het project:

*'Dat glycerine helpt bij het flexibel maken van materialen'(2x), 'dat je moet testen' (1x), 'dat je natuurlijke materialen kan (her)gebruiken' (5x), 'dat veel producten vezels hebben en dat je daar veel mee kan'(1x), 'dat we moeten veranderen' (1x), 'wat biobased precies is en dat je verschillende bindingen kan maken' (1x).*

Als je echter vraagt naar of hun interesse in het (her)gebruik van natuurlijke grondstoffen is toegenomen of gelijk gebleven geven 20 leerlingen het laatste aan en 6 leerlingen geven aan dat hun interesse is toegenomen. 16 leerlingen geven aan dat hun interesse voor het hergebruiken van materialen is toegenomen, 6 verlaagd en 3 gelijk gebleven (1x geen van beide). De leerlingen die 'verhoogd' aangeven zeggen dat het hen interesseert (6x) of er nooit bij stil hadden gestaan (2x) of er



over is gaan nadenken (3x). Vier anderen geven een inhoudelijke reactie over hun gekozen oplossing of onderzoek. Een leerling zei 'wist niet eens van het bestaan af'.

Twintig leerlingen gaven echter ook aan dat hun bewustzijn t.a.v. milieu en het hergebruik van materialen gelijk is gebleven en niet is toegenomen (6x).

T.a.v. de verhoging of verlaging voor de interesse rond een biobased economie geven 18 leerlingen aan dat er sprake is van een verhoogde interesse. Dat zijn dezelfde leerlingen (op 2 na) die ook al eerder aangaven dat er een toename van hun interesse in het hergebruik van materialen was. Hun argumenten zijn verschillend: 'onverwacht', 'best leuk', 'wist niet dat het bestond', 'want ik kende het nog niet'.

Als geheel ontstaat er een divers beeld van het project:

- qua uitvoerbaarheid gaat het goed maar er is volgens de leerlingen te weinig tijd en een tekort aan informatie
- Leerlingen waren zich nauwelijks bewust van het gebruiken van materialen. Een merendeel is wel aan het denken gezet

Verbeterpunten van het Technasium-project zijn:

- meer informatie ter beschikking stellen over het onderwerp en het maatschappelijk of economisch nut ervan.
- duidelijker in de tekst de termen 'vezels', 'weken' en 'lijmen' benadrukken (of de docent beter instrueren t.a.v. dit punt).



## Bijlage A: projectbeschrijving biobased

### A. Inventarisatie van lesmateriaal en activiteiten.

#### 1. Primair onderwijs: Inventarisatie van materialen en activiteiten in regulair en buitenschoolse educatie voor kinderen (4-12 jaar) en hun leerkrachten.

- a) Een overzicht opstellen van organisaties die betrokken zijn bij de ontwikkeling, het publiceren en het implementeren van biobased gerelateerd promotiematerialen en activiteiten voor kinderen (en hun leerkrachten) in de leeftijd van 4-12 jaar.  
*Notitie: Er is een overzicht opgesteld van biobased materialen /activiteiten en de daarbij horende organisaties. Dit in plaats van een overzicht van alleen organisaties.*
- b) Inventariseren van de reguliere methodes voor science in het primair onderwijs. En kijken of deze methodes content bevatten over biobased.
- c) Een advies waarin naar voren komt of het mogelijk is bestaande materialen aan te passen en/of er nieuwe materialen moeten worden ontwikkeld.
- d) Als de copyright het toestaat: Alle materialen toegankelijk maken voor uitgevers van het primair onderwijs.
- e) Inventarisatie van verschillende gegevens, zie tabel 1.

#### 2. Voorgezet onderwijs: Inventarisatie van materialen en activiteiten in regulier en buitenschoolse educatie voor scholieren en hun docenten.

- a) Een overzicht opstellen van organisaties die betrokken zijn bij de ontwikkeling, het publiceren en het implementeren van biobased gerelateerd promotiematerialen en activiteiten voor de bètavakken in het voorgezet onderwijs.  
*Notitie: Er is een overzicht opgesteld van biobased materialen /activiteiten en de daarbij horende organisaties. Dit in plaats van een overzicht van alleen organisaties.*
- b) Inventariseren van de reguliere methodes voor science in het voorgezet onderwijs. En kijken of deze methodes content bevatten over biobased.
- c) De mogelijkheid onderzoeken om bestaande projecten te vertalen naar NLT-modules.
- d) Een advies waarin naar voren komt of het mogelijk is bestaande materialen aan te passen en/of er nieuwe materialen moeten worden ontwikkeld.
- e) Een advies over hoe Imagine-projecten geschikt gemaakt kunnen worden voor Technasium en/of NLT.
- f) Het bouwen van een Technasium project gebaseerd op een Imagine project. En daarnaast het testen en evalueren van dit project in de klas.
- g) Als de copyright het toestaat: Alle materialen toegankelijk maken voor uitgevers van het voorgezet onderwijs.
- h) Inventarisatie van verschillende gegevens, zie tabel 1.

