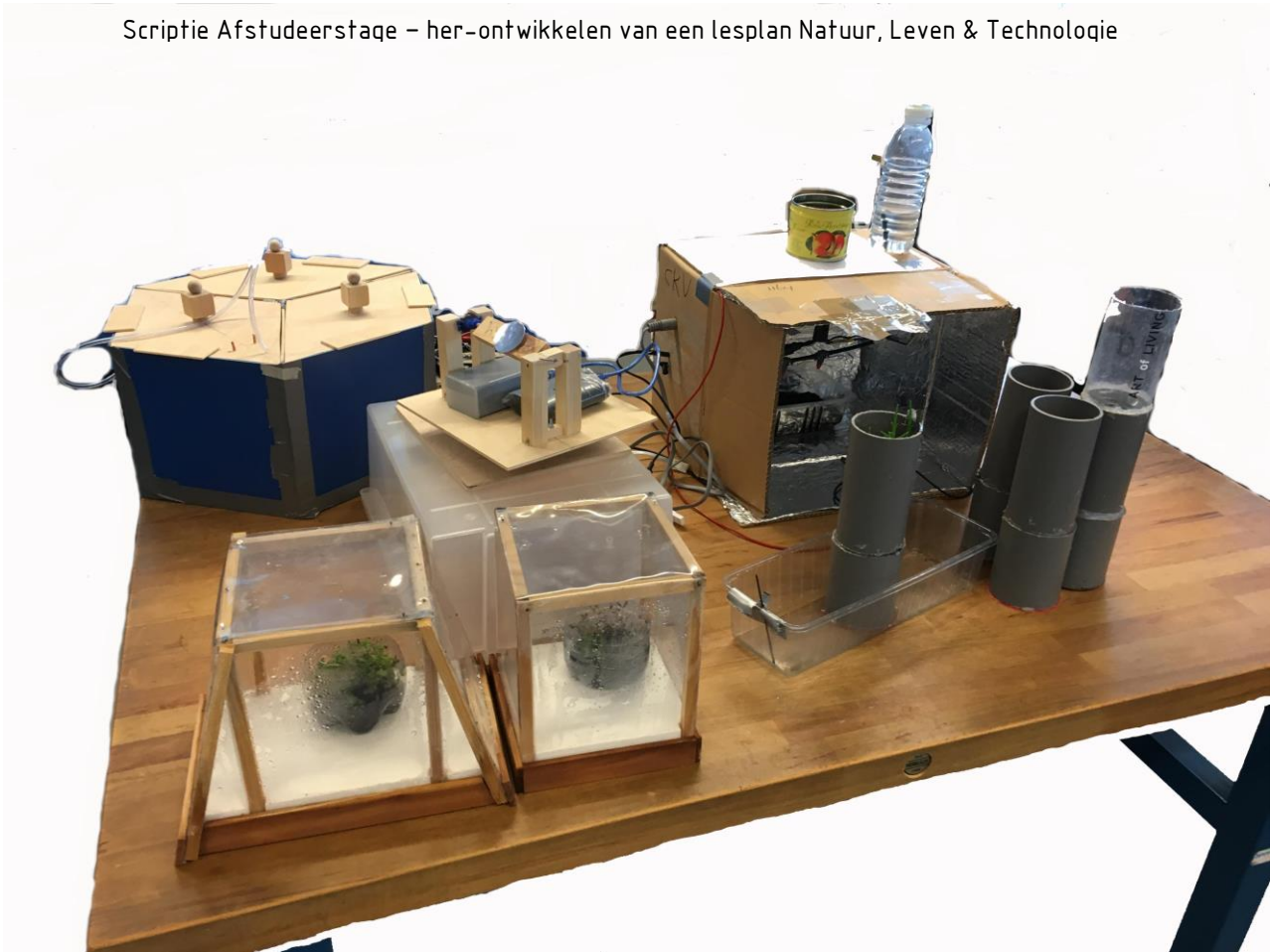


Juli | 2016

'High impact learning' in het technisch hoger algemeen voortgezet onderwijs

Scriptie Afstudeerstage – her-ontwikkelen van een lesplan Natuur, Leven & Technologie



T.J.G. Oranje
Kloosterstraat 4
4361 AL Westkapelle
06 - 29 05 23 54
oranjetamar@live.nl

Scriptie Lesplan her-ontwikkelen Natuur, Leven & Technologie – Afstudeerstage

Auteur:

T.J.G. Oranje (studentnr. 63150)

Begeleider:

HZ University of Applied Sciences, de heer J.C.W. Haak

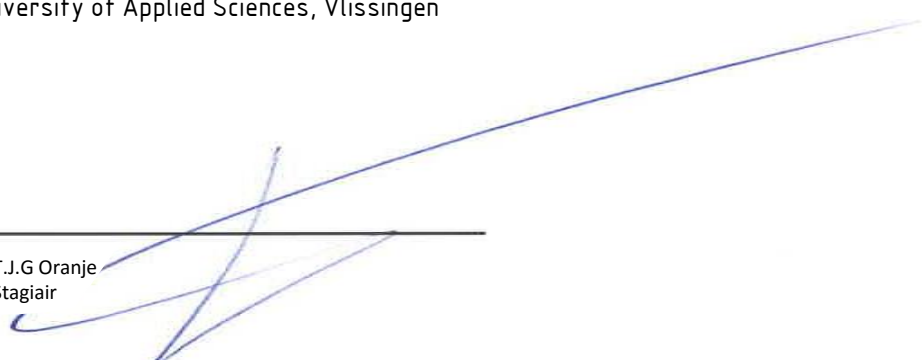
Opdrachtgever/bedrijfsbegeleider:

Nehalennia, de heer M.A. Mersie

07-07-2016, Versie 3

HZ

University of Applied Sciences, Vlissingen



T.J.G Oranje
Stagiair



M.A. Mersie
Docent/Bedrijfsbegeleider

J.C.W. Haak
Docent/stagebegeleider

Voorwoord

Voor u ligt de scriptie *'High impact learning' in het technisch hoger algemeen voortgezet onderwijs*. Deze scriptie is geschreven naar aanleiding van mijn afstudeeropdracht voor de opleiding Engineering aan de HZ University of Applied Sciences te Vissingen.

Stedelijke scholengemeenschap Nehalennia te Middelburg vroeg mij het technische lesplan 'Glastuinbouw en energie' als onderdeel van het vak Natuur, Leven en Technologie (NLT) voor havo 4 leerlingen te her-ontwikkelen met als belangrijkste toevoeging het aanleren van *'21st Century skills'* om zodoende beter aan te sluiten bij het *'High impact learning'* van het HBO. Deze afstudeeropdracht heb ik onder meer aangenomen, omdat ik wilde onderzoeken of lesgeven iets voor mij is.

Samen met mijn bedrijfsbegeleider van de scholengemeenschap, Marco Mersie, heb ik de onderzoeksvraag geformuleerd. Daarnaast heeft hij mij in het gehele proces ondersteund en feedback gegeven. Peter van der Heide en Gide Wattez hebben mij geholpen om de excursie naar de HZ University of Applied Sciences te organiseren.

Bij deze wil ik graag mijn begeleiders bedanken voor de fijne begeleiding en hun ondersteuning tijdens dit traject. Ook wil ik alle respondenten en leerlingen bedanken die hebben meegewerkt aan dit onderzoek. En niet te vergeten mijn collega's bij Nehalennia voor de fijne samenwerking. Ik heb vaak met hen op effectieve wijze kunnen sparren over de uitdagingen die ik tijdens mijn onderzoek tegenkwam. Ook van mijn vrienden heb ik wijze raad mogen ontvangen. Bovendien hebben zij mij moreel ondersteund tijdens het schrijfproces. Tot slot wil ik mijn ouders in het bijzonder bedanken. Hun wijsheid en motiverende woorden hebben mij geholpen deze scriptie tot een goed einde te brengen.

Ik wens u veel leesplezier.

Tàmar Oranje

Inhoudsopgave

Voorwoord.....	
Figuren- en tabellen lijst	
Lijst met afkortingen	
1. Inleiding (probleemstelling)	1
Hoofdvraag (probleemstelling)	1
Deelvragen	2
2. Theoretisch kader.....	3
2.1. Kernbegrippen.....	3
Leerdoelen.....	3
Didactische werkvorm	3
Lesplan.....	4
2.2. Conceptueel model.....	5
2.3. Spanningsveld	5
2.4. Ontwerpvisie	5
2.5. Geraadpleegde experts, literatuur en wetenschappelijke artikelen	5
2.6. deelconclusies.....	8
3. Methode en fasering / Aanpak	9
3.1. Methode:.....	9
Fasering project.....	10
Fasering HZ.....	10
4. Resultaten.....	12
4.1 Analysefase	12
4.1.1 Welke methoden van lesgeven sluiten goed aan op het HBO?	12
4.1.2 Wat zijn de belangrijke theorieën over didactische werkvormen en didactiek in het middelbaaronderwijs?	15
4.1.3 Hoe zien andere lesplannen er uit, wat zijn problemen en oplossingen van anderen? ..	17
4.1.4 Recente ontwikkelingen in de glastuinbouw.....	23
4.1.5 Leerdoelen:	23
4.1.6 Gewicht leerdoelen	25
4.1.7 Programma van eisen	26
4.2 Idee fase: een integraal idee van het lesplan.....	26
4.3 Conceptfase: van het integrale idee naar globaal lesplan	32
4.4 Materialisatie fase	35
4.5 Toetsing van het gedetailleerde lesplan	43
4.5.1 Leerlingenhandleiding.....	43
4.5.2 Docentenhandleiding	45
4.5.3 Excursie HZ.....	48
4.5.4 Toetsing aan de hand van de behaalde cijfers.....	50
4.6 Deelconclusies	52
5. Discussie	57
6. Conclusies en aanbevelingen	60
7. Bibliografie	65
Bijlage 1 Leerlingenhandleiding	67
Bijlage 2 Docentenhandleiding	80
Bijlage 3 Leerlingen handleiding excursie Engineering	120

<i>Bijlage 4 Evaluatie van excursie Engineering</i>	<i>124</i>
<i>Bijlage 5 Enquête competenties O&O en NLT</i>	<i>129</i>
<i>Bijlage 6 Interview Marco Mersie</i>	<i>133</i>
<i>Bijlage 7 Resultaten enquête</i>	<i>136</i>
<i>Bijlage 8 Programma van eisen / keuze matrix</i>	<i>139</i>

Figuren- en tabellen lijst

Figuur 1 Conceptueel model lesplan	5
<i>Figuur 2 Het didactisch model van Geerligs & Van der Veen</i>	<i>15</i>
<i>Figuur 3 Behoeftepiramide van Maslow</i>	<i>16</i>
<i>Figuur 4 De vier leerstijlen van Kolb</i>	<i>16</i>
<i>Figuur 5 De leerpiramide van Bale</i>	<i>17</i>
Figuur 6 Programma van eisen (belangrijkste eisen)	26
Figuur 7 Brainstorm sessies.....	28
Figuur 8 Grafische weergave verschillen tussen de integrale ideeën	29
Figuur 9 Integraal idee 1.....	30
Figuur 10 integraal idee 2.....	31
Figuur 11 Schematische weergave leerlingen handleiding.....	34
Figuur 12 Schematische weergave docentenhandleiding.....	36
Figuur 13 Leerlingen bouwen een spuugmodel	37
Figuur 14 Leerlingen aan het werk in de werk plaats van de opleiding engineering	38
Figuur 15 Testopstelling	38
<i>Figuur 16 Vergelijkingstabel meest en minst nuttige competenties</i>	<i>40</i>
<i>Figuur 17 Vergelijkingstabel van het gemiddeld aangeleerd niveau van de competenties en het gebruik hiervan op de HZ.....</i>	<i>41</i>
<i>Figuur 18 Tabel 21st Century skills die de studenten graag beter hadden aangeleerd.</i>	<i>41</i>
Figuur 19 Cijfer overzicht van de leerlingen die het herschreven lesplan hebben gevolgd	50
Figuur 20 Cijfer overzicht van het oude lesplan, leerjaar 2014-2015	50
Figuur 21 Cijfer overzicht van het oude lesplan, leerjaar 2013-2014	51
Figuur 21 Testopstelling	125
Figuur 22 Leerlingen bouwen een spuugmodel	126
Figuur 23 Leerlingen aan het werk in de werk plaats van de opleiding engineering	127
<i>Figuur 24 De wieken die werd gebruikt om de opstelling te testen, daarnaast zie je de andere motoren die werden getest.</i>	<i>127</i>

Lijst met afkortingen

ELO	Elektronische leer omgeving
HAVO	Hoger algemeen voortgezet onderwijs
HBO	Hoger beroepsonderwijs
ICT	Informatie- en communicatietechnologie
LOB	Loopbaan Oriëntatie Begeleiding
MAVO	Middelbaar algemeen voortgezet onderwijs
NLT	Natuur leven en technologie
O&O	Onderzoeken en ontwerpen
PAP	Persoonlijk actie plan
POP	Persoonlijk ontwikkelingsplan
PTA	Programma van toetsing en afsluiting
Pva	Plan van aanpak
Pve	Programma van eisen
STARRT	Situatie taak actie resultaat reflectie transfer
VMBO	Vorbereidend middelbaar beroepsonderwijs
VWO	Vorbereidend wetenschappelijk onderwijs
WKK	Warmte krachtkoppeling

1. Inleiding (probleemstelling)

Nehalennia Stedelijke Scholengemeenschap heeft in het kader van de opleiding Engineering opdracht gegeven tot het onderzoeken en her-ontwikkelen van het reeds bestaande lesplan voor de module 'Glastuinbouw en energie' van het vak Natuur, Leven en Technologie (NLT), waarin gebruik zal worden gemaakt van *21st Century skills*, waardoor wordt aangesloten bij het *High impact learning* van het HBO. Daarnaast dient de waarde van de vakken NLT en Onderzoeken en Ontwerpen (O&O) met betrekking tot vervolgopleidingen te worden onderzocht.

De wereld om ons heen is continu in verandering en ontwikkelt zich steeds sneller. Dat vraagt andere vaardigheden van huidige en toekomstige werknemers. Van hen wordt verwacht dat ze daar kundig, efficiënt en flexibel in mee kunnen gaan.

Bij *High impact learning* wordt lesgeven met het oog op deze sterk veranderde arbeidsmarkt. Dit vraagt werknemers die met name op het gebied van kennis flexibel zijn. Volgens de *21st Century skills* moeten jongeren daarom vooral competenties ontwikkelen als bijvoorbeeld: creativiteit, kritisch denken, probleem oplossend vermogen, samenwerking en ICT geletterdheid.

In het HBO probeert men de studenten daarom van het begin af aan deze 'nieuwe' vaardigheden aan te leren zodat de opleidingen goed aansluiten op de beroepspraktijk. Nehalennia erkent deze noodzaak en wil hier op inspelen door haar leerlingen in een vroeg stadium kennis te laten maken met deze vaardigheden.

In deze scriptie worden in dit hoofdstuk ten eerste de afstudeeropdracht en probleemstelling omschreven. Tevens worden hierin de deelvragen uiteengezet. In hoofdstuk 2 wordt het theoretisch kader geschetst. Hoofdstuk 3 beschrijft de gekozen methode gekozen en de fasering van het onderzoek. Hoofdstuk 4 geeft de resultaten van het onderzoek weer. Hoofdstuk 5 bevat de discussie. Tenslotte worden in hoofdstuk 6 de conclusies en enkele aanbevelingen weergegeven.

De afstudeeropdracht bestaat uit drie onderdelen.

Het eerste en tevens belangrijkste onderdeel van de afstudeeropdracht houdt in dat een bestaand lesplan met 'Glastuinbouw en energie' als onderwerp zal worden herschreven aan de hand van *21st Century skills*. Hetgeen inhoudt dat kennis wordt aangeleerd door het aanleren van vaardigheden in plaats van door middel van de huidige manier van klassikaal frontaal lesgeven. Bij klassikaal frontaal lesgeven ligt de nadruk meer op het overbrengen van kennis, dan op het aanleren van vaardigheden om zelf kennis te vergaren.

Ten tweede moeten de leerlingen aan het einde van het project een duidelijk beeld hebben van wat de opleiding Engineering aan de HZ University of Applied Sciences inhoudt.

In het derde empirische gedeelte wordt onderzoek gedaan naar de waarde van de vakken O&O en NLT in het vervolgonderwijs. Dit zal worden getoetst door middel van het enquêteren van leerlingen die in het verleden O&O of NLT aan Nehalennia hebben gevolgd en die nu aan de HZ studeren. De uitkomst van deze enquête, welke verkregen vaardigheden worden als nuttig ervaren en welke niet, zal worden vastgelegd.

Hoofdvraag (probleemstelling)

Hoe kunnen havo 4 leerlingen voorbereid worden op het *High impact learning* in het HBO waarbij gebruik wordt gemaakt van een lesplan met *Glastuinbouw en energie* als onderwerp?

De deelvragen zijn opgesteld om de hoofdvraag te kunnen beantwoorden. Dit stageonderzoek wordt aan de hand van de Delftse ontwerpmethodode uitgevoerd. Ieder kopje betreft een fase van de Delftse design methode. De keuze voor het gebruik van deze methode wordt gespecificeerd in hoofdstuk 3. Alle verschillende fasen moeten worden doorlopen en de daaronder hangende deelvragen beantwoord om uiteindelijk een zo volledig mogelijk antwoord te kunnen geven op de hoofdvraag. De resultaten van het onderzoek naar deze deelvragen worden in hoofdstuk 4 uiteengezet.

- Wat zijn de methoden van lesgeven die een goede aansluiting vormen met het lesgeven in HBO? Wat zijn *21st Century skills*?
Wat houdt *High impact learning* in?
- Wat zijn belangrijke theorieën over didactische werkvormen en didactiek in het middelbaaronderwijs?
- Hoe zien andere lesplannen er uit, wat zijn problemen en oplossingen van anderen?
- Wat zijn (nieuwe) ontwikkelingen in de glastuinbouw?
- Wat zijn realistische leerdoelen voor Havo 4 NLT leerlingen?
- Wat is het gewicht van elk leerdoel?
- Wat zijn de eisen die aan het lesplan worden gesteld? (Programma van eisen)

- Hoe krijgen de leerlingen een duidelijk beeld van het probleem dat ze moeten oplossen tijdens het project en van welke (deel)producten ze moeten opleveren in het project?
- Wat moet het portfolio van de leerlingen bevatten?
- Wat zijn de eisen die worden gesteld aan de eindpresentatie?
- Hoe krijgen de leerlingen een goed beeld van de inhoud van de opleiding Engineering?
- Hoe kan het project glastuinbouw aan de praktijk worden gekoppeld?

- Hoe ziet het globale lesplan van dit integrale idee eruit?
 - o Welke problemen zijn er gekoppeld aan dit integrale idee?
 - o Wat zijn de (beste) oplossingen voor deze problemen?

- Wat zijn de problemen die moeten worden opgelost om het globale lesplan succesvol te kunnen uitvoeren?
- Hoe kunnen deze problemen worden opgelost?
- Hoe ziet het gedetailleerde lesplan eruit?
- Wat zijn verbeterpunten van dit gedetailleerde lesplan?
- Onderzoek naar door HZ studenten nuttig bevonden vaardigheden:
 - o Welke studenten die nu aan de HZ studeren (1^e t/m 3^e jaars studenten HBO) hebben NLT/O&O gevolgd op Nehalennia?
 - o Welke vaardigheden zijn destijds aangeleerd tijdens NLT/O&O?
 - o Hoe kan worden getoetst welke vaardigheden nuttig zijn bevonden door de studenten die nu aan de HZ studeren?
 - o Hoe kan deze toetsing efficiënt en effectief worden uitgevoerd?
 - o Welke vaardigheden die de oud O&O en NLT studenten hebben geleerd zijn door hen als nuttig ervaren?
 - o Welke vaardigheden zouden moeten worden toegevoegd aan het vak NLT om de doorstroom naar het HBO te versoepelen?

2. Theoretisch kader

In dit hoofdstuk worden enkele kernbegrippen met betrekking tot het schrijven van een goed lesplan en het conceptueel model uiteen gezet. Daarnaast worden mogelijke spanningsvelden beschreven. Tenslotte volgt een lijst van belangrijke geraadpleegde literatuur en wetenschappelijke artikelen met betrekking tot het onderzoek.

2.1. Kernbegrippen

In deze paragraaf worden de belangrijkste begrippen gedefinieerd. Bij sommige begrippen zullen meerdere relevante definities naast elkaar worden gezet en zal hiertussen een onderbouwde keuze worden gemaakt.

Leerdoelen

Geerlings & Van der Veen definiëren het begrip leerdoel als volgt: “Leerdoelen bezitten twee aspecten: een inhoudsaspect en een gedragsaspect. Het inhoudelijke aspect is de leerstof (oefenstof), het gedragsaspect is datgene wat de leerling met de leerstof moet kunnen doen”.¹

N. Gladbeek geeft een specifiekere definitie: “Een leerdoel beschrijft het eindpunt van een leertraject. Een doel is een gewenst resultaat, niets algemeen, maar zeer specifiek en realiseerbaar.”²

Volgens Gladbeek zijn er drie regels om gewenste resultaten te formuleren:

- Formuleer het gedrag dat je aan het einde van het leerproces moet vertonen in een observeerbare activiteit.
- Benoem de inhoud (dus de leerstof waar het overgaat) zo concreet mogelijk.
- Formuleer een leerdoel in de tegenwoordige tijd, als gewenst resultaat dus. Het gaat hier om de omschrijving van een eindpunt van een leertraject. In een leerdoel beschrijf je niet dat traject zelf. Dus liever niet: ik ga..., ik wil..., ik zou... Beter is: ik kan... (met een werkwoord), ik heb de vaardigheid om... (met een werkwoord).

In dit onderzoek zullen beide definities worden gecombineerd, aangezien deze elkaar niet uitsluiten maar die van Gladbeek die van Geerlings & Van der Veen juist aanvult.

De volgende omschrijving wordt daarom gehanteerd. Het begrip *leerdoel* heeft een inhoudelijk en een gedragsaspect en beschrijft het eindpunt van een leertraject. Het is van belang het gedrag te formuleren dat de leerling aan het einde van het leerproces moet vertonen in een observeerbare activiteit en daarbij de inhoud, dus de leerstof waar het overgaat, zo concreet mogelijk te benoemen.

Aangezien de leerdoelen de essentie van het lesplan vormen, zullen deze in het lesplan duidelijk moeten worden beschreven.

Didactische werkvorm

Hogeveen en Winkels definiëren het begrip didactische werkvormen als volgt: “Een principiële weg die een docent en leerling samen bewandelen, om de in het lesplan omschreven onderwijsdoelen (leerdoelen) -voor wat betreft vormgeving en opvoeding- te bereiken en om de in het lesplan omschreven inhoud over te dragen, respectievelijk zich eigen te maken, op een doelgerichte en effectieve wijze.”³

Zij delen de didactische werkvormen in in 6 categorieën:

- Onderwijsaspect (bijvoorbeeld opdrachten geven)
- Leeraspect (bijvoorbeeld antwoord geven)

¹ (Geerlings & Van der Veen, 2011, p. 204)

² (N.Gladbeek, 2013, p. 187)

³ (Hogeveen & Winkels, 2011, p. 21)

- Vormingsaspect (bijvoorbeeld het eigen maken van kennis)
- Opvoedingsaspect (leerdoel bijvoorbeeld zelfstandigheid)
- Objectief aspect (de inhoud van het onderwijs wordt bepaald door de inhoud en het doel van het onderwijs)
- Subjectief aspect (heeft betrekking op de manier hoe de docent de werkvorm invult)

Volgens Bakermans, Franzen en van Hoof houdt dit begrip in “hoe je leerlingen in aanraking brengt met de leerinhouden en hoe de leerlingen zich deze leerinhoud eigen gaan maken.”⁴ Tevens verdelen zij de didactische werkvormen in drie categorieën:

- Voordrachtsvormen
- Gespreksvormen
- Opdrachtsvormen

In dit onderzoek wordt uitgegaan van de definitie van Hogeveen en Winkels, omdat die gedetailleerder ingaat op de manier van lesgeven en de resultaten daarvan en daarom nauw aansluit op de onderzoeksopdracht.

Lesplan

Het begrip lesplan zoals bedoeld in dit onderzoek, wordt duidelijk beschreven door Boekaerts en Simons en luidt als volgt: “Het didactisch model (zie figuur 2) schrijft voor dat docenten zich in de planningsfase moeten bezinnen op de leerdoelen die ze met een les of lessenreeks willen nastreven. Over het algemeen is een set algemene doelen bekend. Hieraan moeten docenten meer concrete inhoud geven, dat wil zeggen ze moeten de algemene doelen concretiseren in functie van wat de doelgroep aan kan.”⁵

Volgens deze schrijvers moet het lesplan de volgende vragen kunnen beantwoorden:

- Welke wenselijke en haalbare concrete doelstellingen kan ik aan de algemene doelen verbinden, gegeven de beginsituatie van de leerling en van de leerstof?
- Hoe vertaal ik de concrete doelstellingen naar specifieke leerervaringen en leerwegen?
- Hoe evalueer ik of de doelstellingen zijn bereikt, en hoe beoordeel ik de leerprestatie?

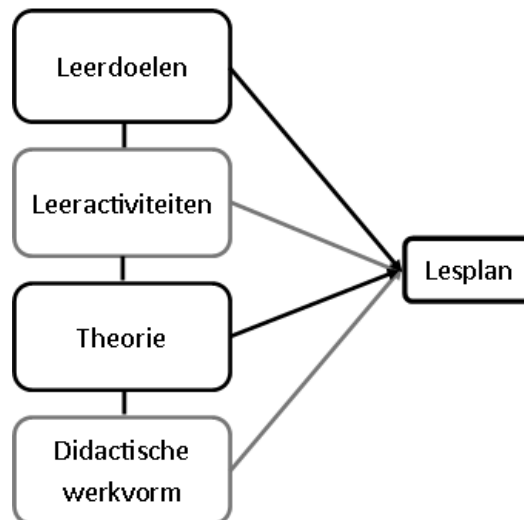
Het integrale idee wordt aan de hand van de bovenstaande vragen getoetst.

⁴ (Bakermans, Franzen, & van Hoof, 1997, p. 82)

⁵ (Boekaerts & Simons, 2010, p. 179)

2.2. Conceptueel model

Dit conceptueel model geeft weer wat de verwachte verbanden zijn tussen de variabelen en hoe deze tot elkaar in relatie staan. Dit model is opgesteld aan de hand van de handleiding van Scribbr.⁶



Figuur 1 Conceptueel model lesplan

2.3. Spanningsveld

Er zal een spanningsveld bestaan tussen de kwaliteit van het her-ontwikkelde lesplan en de bestaande middelen en capaciteit in de vorm van bijvoorbeeld het beschikbaar aantal lesuren, aantal docenten (per leerling) en aanwezige lesmateriaal.

Daarnaast kan er een spanningsveld ontstaan tussen gewenste vaardigheden op het HBO en de realiseerbare aan te leren vaardigheden in de daarvoor beschikbare tijd op de middelbare school.

2.4. Ontwerpvisie

Het lesplan moet de leerlingen voorbereiden op het onderwijs in het HBO. Het realiseren van een lesplan met een zo hoog mogelijke kwaliteit staat voorop in het ontwerpproces. Daarnaast moet in het lesplan de opleiding engineering worden geïntroduceerd aan de leerlingen.

2.5. Geraadpleegde experts, literatuur en wetenschappelijke artikelen

In deze paragraaf worden de geraadpleegde experts, literatuur en wetenschappelijke artikelen benoemd. De wetenschappelijke artikelen zijn gekozen aan de hand van de handleiding om wetenschappelijke artikelen te zoeken, te vinden en te lezen.⁷

In het onderzoek is gebruik gemaakt van de kennis en mening van experts. Deze kennis is gebruikt om het opgeleverde product te beoordelen en verbeteringen door te voeren. Om de gewenste literatuur te vinden is gebruik gemaakt van de bibliotheek, mediatheek en het internet.

Analyse fase

Literatuur

- Bakermans, J., Franzen, Y., & van Hoof, M. (1997). Effectieve instructie in het voortgezet onderwijs. Amersfoort: CPS.
- Boekaerts, M., & Simons, R.-J. (2010). Leren en instructie. Assen: Van Gorcum.
- Brandhof, J.-W. v. (2004). Leer als een speer. Maastricht: Brainware.
- Geerligs, T., & van der Veen, T. (2011). Lesgeven en zelfstandig leren. Assen: Van Gorcum.
- Hoogeveen, P., & Winkels, J. (2011). Het didactische werkvormenboek. Assen: Van Gorcum.

⁶ (Scribbr.nl, 2015).

⁷ (Ikink, 2016)

- N. Gladbeek. (2013). Succesvol Studeren Communiceren en onderzoeken, Alfabetisch naslagwerk voor het hoger onderwijs. Vlissingen: Pearson.
- Timmers, J., & Waals, M. v. (2009). Het ontwerpproces in de praktijk. Benelux: Pearson
- Langeveld, M. J. (1979). Beknopte theoretische pedagogiek. Groningen: Wolters-Noordhoff.
- Gladbeek, Noortje; HZ University of Applied Sciences. (sd). Student- en procesgericht onderwijs in praktijk. Vlissingen, Zeeland, Nederland : HZ. *(Zal worden gebruikt bij het opstellen van het programma van eisen.)*
- Scholengemeenschap Nehalennia . (2008). NLT3-H017_Glastuinbouw en energie . Middelburg: Nehalennia.
- van der Maas, A. A. (2015). Duurzaam water in de glastuinbouw, alternatieve waterbronnen in en om de kas. Wageningen: Universiteit Wageningen.
- www.expertisecentrum-mm.v. (2016, 02 19). LESPLANNEN MAATSCHAPPIJWETENSCHAPPEN EXAMENTRAINING2 HAVO/VWO. Opgehaald van expertisecentrum-mm.v: http://www.expertisecentrum-mm.v/cms_data/MAW_h_v_Lesplannen.pdf
- www.tno.nl. (2016, 02 26). duurzame easy to clean coating voor kastuinbouw. Opgehaald van www.tno.nl: <https://www.tno.nl/nl/aandachtsgebieden/leefomgeving/buildings-infrastructures/glastuinbouw-efficiëntie-door-inzet-van-innovatieve-technologieen/duurzame-easy-to-clean-coating-voor-kastuinbouw/>
- www.tno.nl. (2016, 02 26). FLOWDECK MAAKT KASSEN ENERGIEZUINIG. Opgehaald van www.tno.nl: <https://www.tno.nl/nl/aandachtsgebieden/leefomgeving/buildings-infrastructures/glastuinbouw-efficiëntie-door-inzet-van-innovatieve-technologieen/flowdeck-maakt-kassen-energiezuinig/>

Wetenschappelijke artikelen

- blariacumcollege. (2016, 02 23). Lesplan Bewegen, Sport & Maatschappij . Opgehaald van www.blariacum.nl: http://www.blariacum.nl/fileadmin/uploads/pta/pta_2010/vwo-4/bsm_lesplan_bsm_compleet.pdf
- Dochy, F. (2015, 04). High impact learning anno 2022: model voor de toekomst - Over aanpak en sturing.
- Edmondson, A. (2012). Teaming: How Organizations Learn, Innovate, and Compete in the Knowledge Economy. . Harvard Business School.: Harvard Business School.
- Geerligs, T., & Van der Veen, T. (2011). Lesgeven en zelfstandig leren. Assen: Van Gorcum.
- Rutgers, J. H. (2009). VHDL voor het voortgezet onderwijs. Universiteit Twente: Universiteit Twente.
- Weldink, G. (2012). Het KeCo systeem. Twente: University of Twente.
- Voogt, J., & Roblin, N. P. (2010). 21st century skills. Discussienota. Zoetermeer: The Netherlands: Kennisnet. *(Zal worden gebruikt in het analyse fase verslag.)*
- Westhoff, G. (1996). Zelfstandig leren en zelfstandig leren is vier; Over de didactiek van zelfstandigheidsbevordering. Levende Talen Magazine, 83(510), 253-257. *(Zal worden gebruikt in het analyse fase verslag.)*

Experts

- Marco Mersie docent aardrijkskunde en NLT op Stedelijke scholengemeenschap Nehalennia. (Is geraadpleegd om
- Bert Molenkamp (medewerker aan de Universiteit Twente, verzorgt verscheidene vakken voor studenten en cursussen voor bedrijven)
- Nico van Diepen (vakdidacticus voor informatica aan de Universiteit Twente)

Integrale ideeën

Literatuur

- Timmers, J., & Waals, M. v. (2009). Het ontwerpproces in de praktijk. Benelux: Pearson

Wetenschappelijke artikelen:

Niet gebruikt voor dit opleverpunt.

Experts

- Marco Mersie, docent aardrijkskunde en NLT op Stedelijke scholengemeenschap Nehalennia. (Is periodiek geraadpleegd om te bepalen of het onderzoek de goede richting op ging en bleef gaan. Ook is in overleg bepaald welk integrale idee moest worden gekozen.)

Leerlingen handleiding

Tijdens het op stellen van de leerlingenhandleiding is gebruikgemaakt van de in eerdere fasen doorgenomen literatuur en wetenschappelijke artikelen.

Experts

- Marco Mersie, docent aardrijkskunde en NLT op Stedelijke scholengemeenschap Nehalennia. *(is periodiek geraadpleegd om te bepalen of de leerlingenhandleiding bevatte wat hij verwachtte. Ook het lesplan is door hem beoordeeld.)*
- Marissa van der Sanden, docent O&O en aardrijkskunde in de onderbouw op de Stedelijke scholengemeenschap Nehalennia. *(heeft het gedetailleerde lesplan beoordeeld)*
- Lisette Schreijenberg, heeft een universitaire master gedaan in didactiek. (heeft het gedetailleerde lesplan beoordeeld)

Docentenhandleiding

Tijdens het op stellen van de docentenhandleiding is gebruikgemaakt van de in eerdere fasen doorgenomen literatuur en wetenschappelijke artikelen.

Experts

- Marco Mersie, docent aardrijkskunde en NLT op Stedelijke scholengemeenschap Nehalennia. *(is periodiek geraadpleegd om te bepalen of de leerlingenhandleiding bevatte wat hij verwachtte. Ook het lesplan is door hem beoordeeld.)*
- Marissa van der Sanden, docent O&O en aardrijkskunde in de onderbouw op de Stedelijke scholengemeenschap Nehalennia. *(heeft het gedetailleerde lesplan beoordeeld)*
- Lisette Schreijenberg, heeft een universitaire master gedaan in didactiek. (heeft het gedetailleerde lesplan beoordeeld)

Excursie naar de HZ

Literatuur

- Quaschnig, V. (2004). Understanding Renewable Energy Systems. Francis Ltd: Taylor & Amp.
- Ouwehand, J., & Papa, T. (2009). Toegepaste energietechniek / 2 Duurzame energie. Amsterdam: Academic Service.
- N. Gladbeek. (2013). Succesvol Studeren Communiceren en onderzoeken, Alfabetisch naslagwerk voor het hoger onderwijs. Vlissingen: Pearson.
- Timmers, J., & Waals, M. v. (2009). Het ontwerpproces in de praktijk. Benelux: Pearson

Wetenschappelijke artikelen

- Schubel, P. J., & Crossley, R. J. (2012). Wind Turbine Blade Design . Nottingham: University of Nottingham.

Experts

- Peter van der Heide, hoofddocent op de HZ University of Applied Sciences (heeft feedback gegeven op de excursie, tevens heeft hij geholpen de excursie op te zetten)
- Marco Mersie, docent aardrijkskunde en NLT op Stedelijke scholengemeenschap Nehalennia. (zal feedback geven op de excursie)
- Lisette Schreijenberg, heeft een universitaire master gedaan in didactiek. (heeft het gedetailleerde lesplan beoordeeld)

Onderzoek competenties NLT/O&O

In het onderzoek naar competenties is geen gebruik gemaakt van wetenschappelijke artikelen en experts.

Literatuur

- Baarda, B. (2014). Dit is onderzoek! Houten: Noordhoff Uitgevers B.V.

2.6. deelconclusies

Het begrip *leerdoel* heeft een inhoudelijk en een gedragsaspect en beschrijft het eindpunt van een leertraject. Het is van belang het gedrag te formuleren dat de leerling aan het einde van het leerproces moet vertonen in een observeerbare activiteit en daarbij de inhoud, dus de leerstof waar het overgaat, zo concreet mogelijk te benoemen. Aangezien de leerdoelen de essentie van het lesplan vormen, zullen deze in het lesplan duidelijk worden beschreven.

De 6 categorieën didactische werkvormen genoemd door Hoogeveen & Winkels: het onderwijsaspect (opdrachten geven), leeraspect (antwoord geven), vormingsaspect (het eigen maken van kennis), opvoedingsaspect (bijv. zelfstandigheid), objectief aspect (de inhoud van het onderwijs wordt bepaald door de inhoud en het doel van het onderwijs) en het subjectief aspect (heeft betrekking op de manier hoe de docent de werkvorm invult). Het integrale idee wordt hieraan getoetst.

Het lesplan moet vervolgens wenselijke en haalbare concrete doelstellingen aan algemene doelen verbinden en de concrete doelstellingen moeten worden vertaald naar specifieke leerervaringen en leerwegen. Tenslotte moet kunnen worden geëvalueerd of de doelstellingen zijn bereikt, en hoe de leerprestatie worden beoordeeld.

Er zal een spanningsveld bestaan tussen de kwaliteit van het her-ontwikkelde lesplan en de bestaande middelen en capaciteit in de vorm van bijvoorbeeld het beschikbaar aantal lesuren, aantal docenten (per leerling) en aanwezige lesmateriaal.

3. Methode en fasering / Aanpak

In dit hoofdstuk wordt de gekozen methode voor het afstudeeronderzoek –de Delftse ontwerpmethode- kort omschreven. Ook wordt de koppeling tussen de fasering gebruikt door de HZ en de fasering van de uitvoering van het onderzoek geschetst.

3.1. Methode:

Om dit onderzoek succesvol te laten verlopen moest vooraf een onderbouwde keuze worden gemaakt voor de gebruikte methode. De twee methoden die uitbundig zijn besproken tijdens de opleiding Engineering: het V-model en de Delftse ontwerpmethode, kunnen als volgt worden samengevat.

Bij het V-model wordt het systeem opgedeeld in sub systemen, de sub systemen in sub-sub systemen enzovoort tot dat je je op detail niveau bevindt, dit zijn tevens de fasen die doorlopen moeten worden. Deze zullen ook in de bovenstaande volgorde worden doorlopen. In elke fase worden de problemen opgelost op het niveau waarop het zich bevindt. Dus in de Systeem ontwerp fase worden de problemen opgelost op het systeem niveau. Als het detail niveau is bereikt zal het testen van de systemen beginnen. Dit gebeurt aan de hand van testplannen. Als eerste zal het detail niveau worden getest, als laatste het systeemniveau. Tijdens het testen worden er telkens aanpassingen gedaan aan de systemen.

De Delftse ontwerpmethode gaat uit van een probleem, dat moet worden opgelost. Om dit probleem op te lossen zullen 4 fasen moeten worden doorlopen. De analysefase, ideefase, conceptfase en materialisatiefase. In elke fase worden voor de problemen zoveel mogelijk oplossingen gezocht (convergeren), uit deze oplossingen worden de beste gekozen (divergeren). In de analysefase wordt de benodigde theoretische kennis opgehaald door de deelproblemen op te lossen. In de ideefase worden alle mogelijke oplossingen voor de hier opgestelde deelvragen bedacht. De beste oplossingen van de verschillende deelvragen zullen samen worden gevoegd tot integrale ideeën. De integrale ideeën zullen gelijkwaardig worden uitgewerkt. Hieruit zal de beste oplossing worden gekozen als concept. Van dit concept wordt in de conceptfase aangetoond dat het concept te realiseren is. En in de materialisatiefase zal het concept worden uitgewerkt tot een prototype (eindproduct).

De V-methode leek mij minder geschikt voor producten die niet op eenduidige wijze te testen zijn, zoals het effect van een (deels immaterieel product zoals een) lesplan op leerlingen. Gekozen is voor de Delftse design methode, omdat deze de meeste structuur biedt voor mijn probleemstelling, de kracht van deze methode zit namelijk in het constante convergeren en divergeren.

Dat is achteraf gezien goed van pas gekomen, omdat hierdoor veel opties tegen elkaar werden afgewogen en aan het einde van de fase telkens werd teruggekeken naar de probleemstelling. Daarmee werd de kans op een beter eindproduct groter.

Hierbij wordt opgemerkt dat deze ontwerpmethode gebruikelijk is voor technische ontwerpen en er dus een vertaalslag moest worden gemaakt voor het gebruik hiervan bij het ontwikkelen van een lesplan. Omdat dit voor mij de eerste keer was dat ik de Delftse ontwerpmethode op een ander soort product toepaste, was dit soms een lastig maar uitdagend proces.

Fasering project

De onderstaande fasering is gebruikt tijdens de stageperiode

Fasering HZ

De hieronder toegevoegde fasering is door de HZ gehanteerd.

Analyse fase: Onderzoek voorstel Analyse verslag - Antwoorden op de deelvragen - Programma van eisen - Zoekvelden Idee fase Portfolio	Fase 0: Onderzoek voorstel / Project plan Portfolio assessment 1
Idee fase: Idee fase verslag - Verschillende ideeën genereren naar zoekvelden - Integrale ideeën vormen - Zoekvelden opstellen concept fase Portfolio	Fase 1: Concept van het onderzoeksrapport Tussentijdse presentatie Portfolio assessment 2
Concept fase: Globaal lesplan Portfolio Tussentijdse presentatie	Fase 2: Beoordeling functioneren binnen bedrijf
Materialisatie fase: Gedetailleerd lesplan Eindverslag - Analyse verslag - Idee fase verslag - Onderzoeksrapport vaardigheden - Gedetailleerd lesplan Eindpresentatie& verdediging Portfolio	Fase 3: Eind assessment portfolio Onderzoeksrapport Presentatie& verdediging

3.2. Deelconclusie

Er is voor gekozen het onderzoek uit te voeren volgens de Delftse ontwerpmethode omdat deze de meeste structuur bood voor de probleemstelling. Het constante convergeren en divergeren is achteraf gezien goed van pas gekomen, omdat hierdoor veel opties tegen elkaar werden afgewogen en aan het einde van de fase telkens werd teruggekeken naar de probleemstelling. Daarmee is naar mijn mening een beter eindproduct verkregen. Hierbij wordt opgemerkt dat deze ontwerpmethode gebruikelijk is voor technische ontwerpen en er dus een vertaalslag moest worden gemaakt voor het gebruik hiervan bij het ontwikkelen van een lesplan.

4. Resultaten

De Delftse ontwerpmethodologie gaat volgens Timmers & Waals⁸ uit van een probleem, dat moet worden opgelost. Om dit probleem op te lossen zullen 4 fasen moeten worden doorlopen. De analysefase, ideefase, conceptfase en materialisatiefase. In elke fase worden voor de problemen zoveel mogelijk oplossingen gezocht (convergeren), uit deze oplossingen worden de beste gekozen (divergeren).

4.1 Analysefase

In de analysefase wordt de benodigde theoretische kennis verzameld door de deelvragen te beantwoorden. De antwoorden op de deelvragen worden hieronder beschreven.

4.1.1 Welke methoden van lesgeven sluiten goed aan op het HBO?

Om met een lesplan goed aan te kunnen sluiten op het HBO moet je eerst weten waar het HBO zich in de toekomst op wil richten, op deze manier kun je daar op aan sluiten. De heer Mersie heeft nauw contact met de HZ University of Applied Science met de bedoeling een dergelijke goede aansluiting te ontwikkelen tussen de hogeschool en Nehalennia. Hij heeft zodoende verstand van de ontwikkelingen op en de wensen van de hogeschool en de door hem aangereikte informatie is in dit onderzoek daarom als gegeven beschouwd. Hij gaf aan dat de toekomst van de hogeschool ligt in *21st Century skills* en *High impact learning*. In deze paragraaf zal daarom onderzoek worden gedaan naar deze twee begrippen.

Wat zijn '21st Century skills'?

De *21st Century skills* zijn volgens de discussienota van Voogt & Roblin⁹ gericht op de toekomstige maatschappij. Zij gaan ervan uit dat in de toekomst complexe taken worden uitgevoerd door mensen, waarbij ze worden ondersteund door informatie van computers. Om jongeren goed voor te bereiden op deze arbeidsmarkt moeten zij de volgende competenties ontwikkelen:

- Creativiteit
- Kritisch denken
- Probleem oplossend vermogen
- Ontwikkelen van hoogwaardige producten / Productiviteit
- Samenwerking
- Communicatie
- ICT geletterdheid
- Sociaal en/of culturele vaardigheden; Burgerschap

Het rapport geeft de volgende aanbevelingen om deze competenties te verweven in het onderwijs:

- Bij de inrichting van het curriculum moet rekening worden gehouden met de diverse rollen van ICT in het curriculum en de wijze waarop deze onderscheiden rollen bijdragen aan de verwerving van *21st Century skills*.
- Creëer bij docenten eigenaarschap van *21st Century skills*, te beginnen bij de discussie over het belang van *21st Century skills*, de bepaling van de plaats in het curriculum en de beoordeling van *21st Century skills*.
- *Begin met implementeren op kleine schaal*. Spoor aan tot kleinschalige projecten om zo te werken aan het bewustzijn en een groeiend begrip over de wijze waarop *21st Century skills* kunnen worden geïntegreerd in de vakken. Deze projecten zullen wellicht leiden tot een beter begrip van docenten over de leerwinsten en uitdagingen die verbonden zijn aan de implementatie van *21st Century skills*. De factoren die het succes en het falen beïnvloeden kunnen in kaart gebracht worden en bijdragen aan de ontwikkeling van nieuwe initiatieven.

⁸ (Timmers & Waals, 2009)

⁹ (Voogt & Roblin, 2010)

- In interdisciplinaire thema's kunnen kernvakken gekoppeld worden aan actuele maatschappelijke thema's, terwijl tegelijkertijd wordt bijgedragen aan de verwerving van generieke vaardigheden. Deze thema's zijn voortdurend in verandering aangezien zij een afspiegeling zijn van hedendaagse maatschappelijke vraagstukken.

Wat houdt *High impact learning* in?

High impact learning is lesgeven dat gericht is op de arbeidsmarkt, die in deze tijd erg flexibel is. Deze flexibiliteit zorgt ervoor dat de medewerker in de toekomst ook flexibel op het gebied van kennis moet zijn. Prof. dr. Filip Dochy, hoogleraar Onderwijskunde & Corporate Training, zegt "Je bent regisseur van je eigen job en je maakt deel uit van een flexibel team."¹⁰, hiermee impliceert hij dat de toekomstige beroepsprofessional de capaciteit moet hebben om adaptief te zijn en zelf nieuwe kennis kan opdoen in een korte tijd. Volgens Dochy moeten leerlingen in de toekomst de volgende competenties beheersen: probleemoplossend werken, kritische zin (vermogen om kritische vragen te stellen), reflectievermogen en zelfverantwoordelijkheid. Om leerlingen deze competenties te kunnen aanleren moet er volgens Dochy ruimte zijn voor de volgende 7 aspecten:

- Urgentie/hiaat/probleem:

"Elk leerproces dat het potentieel tot 'High Impact Learning that Lasts' wil aanwakken dient ons inziens te vertrekken van een duidelijk beargumenteerd probleem, een ervaren uitdaging, een hiaat, en/ of een item dat een zekere mate van hoogdringendheid creëert ('sense of urgency')."¹¹ Dochy geeft daarbij het voorbeeld van een verpleegster die een bepaald logistiek probleem vaak tegenkomt, maar ook vanuit een sterke interesse in een bepaald fenomeen kan er een hoogdringendheid gecreëerd worden. Het gaat er eigenlijk om dat de persoon uiterst betrokken is bij het onderwerp.

- Zelf management/learner control:

De veelheid van factoren maakt het moeilijk om alles volgens plan te laten lopen in een proces. Het is daarom belangrijk dat alle onderdelen inzichtelijk worden gehouden en bijgesteld kunnen worden als het nodig is, door de leerling zelf. De leerling moet dus wel de mogelijkheid hebben om mee te bepalen in zijn leerproces en de leraar moet ervoor openstaan om veranderingen te accepteren.

- Collaboratie & coaching

Degene die tot *High impact learning* wil komen zal ondersteuning en coaching nodig hebben vanuit zijn omgeving. Collaboratie is divers: dit kan betekenen dat de persoon in een groep samenwerkt, of dat de persoon feedback krijgt van medeleerlingen maar ook dat de persoon feedback ontvangt van een coach die de leerling ondersteunt in zijn leerproces. Bij al deze processen wordt er op basis van kennisdeling gehandeld, die wordt gevolgd door constructieve conflicten.

- Hybride leren

Het principe hybride leren gelooft in het idee dat leren niet eenmalig is maar door je gehele leven heen een continue gebeurtenis is waarbij online leren en face to face interactie onlosmakelijk aan elkaar verbonden zijn. Dit is dus een combinatie van het nieuwe leren en het werkplek leren. Het gaat dus om een doordachte en slimme opzet van het fenomeen werken-lernen, om op deze manier leren boeiend te maken.

- Actie & kennisdeling

Tijdens acties die worden ondernomen in het uitvoeren van een project zal kennis worden gedeeld om problemen op te lossen. Dit is het moment dat de kennis ook echt nodig is, op deze momenten zullen door middel van overleg mogelijke oplossingen worden besproken en de beste worden gekozen. Er bestaat natuurlijk de mogelijkheid dat er fouten worden gemaakt. Als je bij de gemaakte fouten goede feedback krijgt resulteert dit in een uitzonderlijke leerkans¹². Er moet dus ruimte zijn voor het maken van fouten, tevens moet hier goed op worden gereflecteerd.

- Flexibiliteit: Formeel en informeel

¹⁰ (Dochy, 2015, p. 7)

¹¹ (Dochy, 2015, p. 1)

¹² (Edmondson, 2012)

Doordat leerlingen toevallig met elkaar ervaringen op doen tijdens formele en informele activiteiten wordt er kennis opgedaan. Dit is informeel leren en moet niet door de school worden gestuurd. Wel kan de school de leerlingen prikkelen dergelijke activiteiten uit te voeren. Een voorbeeld is dat de leraar een zelf (uitgevoerd) project upload op de Elektronische leer omgeving (ELO).

- Assessment

Met name het leren van toetsen en vooral van feedback krijgen en geven zou een nog groter aandeel kunnen en moeten innemen in het proces. Elke toets moet een motiverende uitkomst hebben, in elk geval na de feedback. Belangrijk is om de helft van de feedback positief te houden. De leerling moet namelijk erkenning en bevestiging krijgen van zijn talent, aldus Dochy in zijn rapport 'High impact learning anno 2022'.

Deelconclusies

De *21st Century skills* zijn gericht op de toekomstige maatschappij waarin complexe taken worden uitgevoerd door mensen, ondersteund door informatie van computers. Daarom moeten vaardigheden als creativiteit, kritisch denken, probleem oplossend vermogen en ICT geletterdheid al in een vroeg stadium worden geïntegreerd in het lesprogramma van jongeren.

Doordat de *21st Century skills* het beste kunnen worden aangeleerd door middel van een interdisciplinair thema is het vak NLT een uitstekende kans om dit concept op kleine schaal te kunnen testen. Daarbij moeten de leerlingen in staat worden gesteld om een project uit te voeren dat ze echt leuk vinden. De leraar en het lesplan moeten capabel zijn om de leerling te steunen in het *High impact learning*.

High impact learning gaat ervan uit dat de toekomstige beroepsprofessional de capaciteit moet hebben om adaptief te zijn en zelf nieuwe kennis kan opdoen in een korte tijd. Van belang zijn daarbij vaardigheden als probleemoplossend werken, kritische zin (vermogen om kritische vragen te stellen), reflectievermogen en zelfverantwoordelijkheid.

De docent moet opbouwende feedback geven, openstaan voor veranderingen en in staat zijn de leerlingen te prikkelen voor het vakgebied. Werken in groepen is essentieel bij het principe van *High impact learning*, leerlingen moeten met elkaar over leggen en over en weer feedback geven en kunnen ontvangen. De leerling moet kunnen reflecteren tijdens en na de activiteit.

De *21st Century skills* sluiten goed aan bij het concept *High impact learning*. De insteek is hetzelfde. Beide leerstukken zijn gericht op het opleiden van jongeren voor de flexibele huidige en toekomstige arbeidsmarkt. De beide principes gaan er van uit dat de leerling zijn eigen leerproces in handen heeft en de docent hierbij slechts een coach is om dit leerproces te doorlopen. De leerling leert de vaardigheden het beste aan door het uitvoeren van een praktijk opdracht, dat een levensecht probleem simuleert.

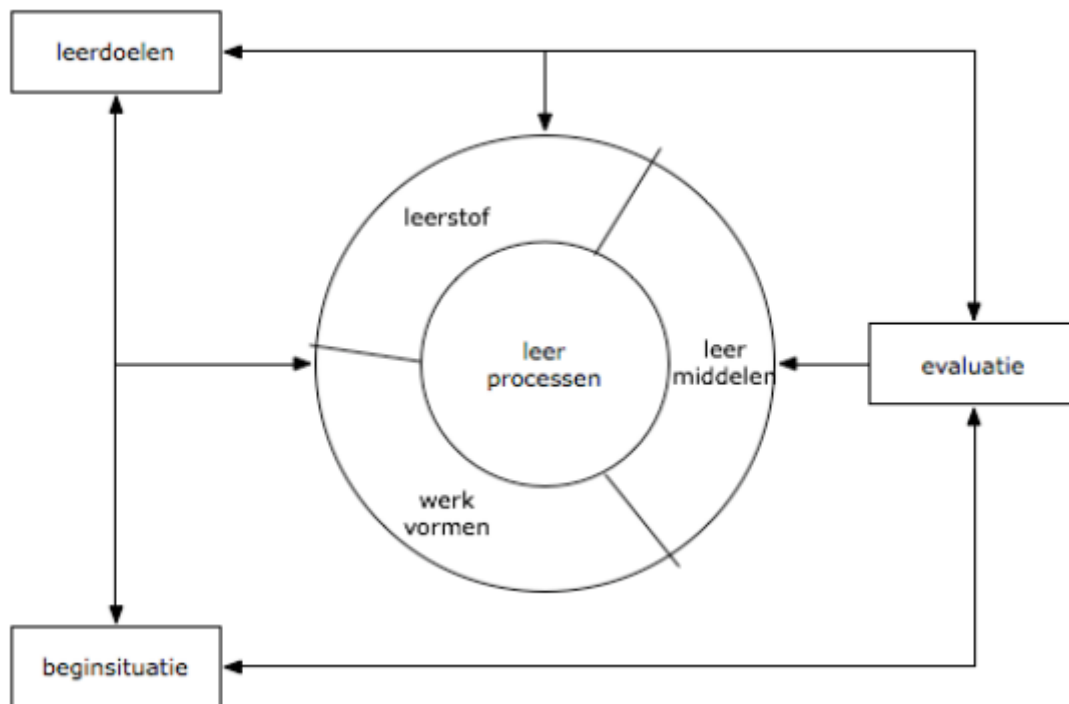
4.1.2 Wat zijn de belangrijke theorieën over didactische werkvormen en didactiek in het middelbaaronderwijs?

Didactiek is een doelgerichte en effectieve wijze van lesgeven met als doel de leerling de inhoud van het lesplan en de bijbehorende vaardigheden bij te brengen. Onderstaande theorieën zijn volgens een aantal geraadpleegde leraren aan de Stedelijke Scholengemeenschap Nehalennia belangrijke theorieën om les te kunnen geven. De eerste drie gaan uit van het idee van klassikaal frontaal lesgeven. Het laatste model is toegevoegd om duidelijk te maken waarom het juist voor het bijbrengen van de benodigde vaardigheden goed zou zijn dat scholen in de toekomst meer aandacht voor praktijk gericht onderwijs hebben.

Didactisch model¹³

Volgens Geerlings & Van der Veen verschilt het lesgeven van vak tot vak, van school tot school en van leerkracht tot leerkracht. Iedere onderwijs situatie is dus uniek. Ze hebben de gemeenschappelijke elementen samen gevat in het onderstaande didactische model.

Het didactisch model (zie figuur 2) kan worden gebruikt om een lesplan te maken met een goede en duidelijke samenhang, zodat de koppeling tussen de leerdoelen en het lesplan duidelijk zijn voor de leerlingen. Dit model kan worden gebruikt in de idee-, concept- en materialisatiefase.



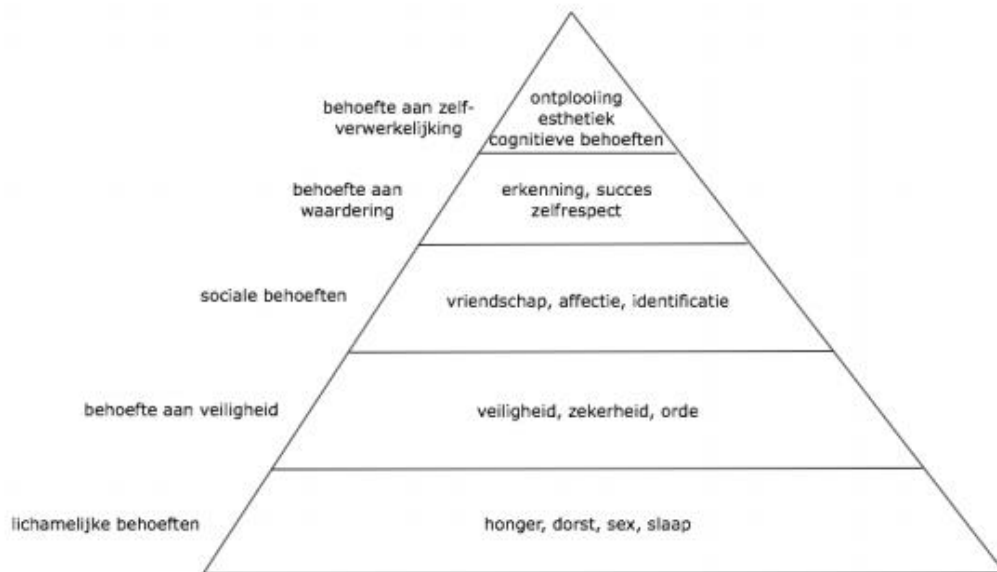
Figuur 2 Het didactisch model van Geerlings & Van der Veen

De behoefte piramide van Maslow

De behoefte piramide van Maslow (zie figuur 3) bestaat uit verschillende hiërarchieën, met behoeften die mensen motiveren. Volgens de psycholoog is er pas een drang om aan de volgende hiërarchie te voldoen, als aan alle behoeften op de lagere niveaus zijn voldaan. Als niet alle behoeften zijn voldaan, zal dit een obstakel vormen voor het leergedrag tijdens de les. Als er bijvoorbeeld geen orde is in de klas zal er dus minder worden geleerd tijdens de les.

¹³ (Geerlings & Van der Veen, 2011, p. 28)

Dit model zal vooral worden gebruikt tijdens de voorbereiding en uitvoering van de lessen. Bekeken zal worden aan welke behoeften zal moeten worden voldaan om een zo effectief mogelijke les te geven. Dit model kan worden gebruikt in de materialisatiefase.



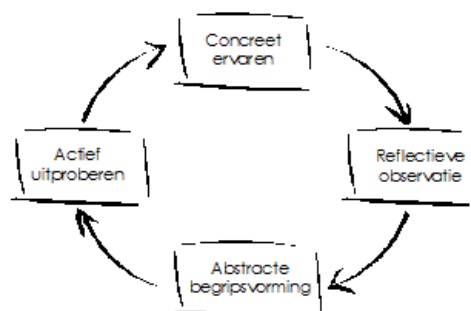
Figuur 3 Behoeftepiramide van Maslow

De leercirkel van Kolb

De leercirkel van Kolb (zie figuur 4) bestaat uit 4 delen: de doener, dromer, denker en beslisser. Met deze theorie toont Kolb aan dat verschillende mensen voorkeur hebben voor verschillende werkvormen, maar dus ook voor bepaalde leerstijlen. De verschillende leerstijlen zullen we hier (in het kort) bespreken:

- De doener: Zal eerst uitproberen en daarna pas denken, hij houdt van improviseren.
- De dromer: Wil eerst informatie verzamelen waarna hij goed gaat nadenken, hierna gaat hij pas handelen.
- De denker: Wil graag duidelijke doelen en goed gestructureerde leermiddelen, hij houdt niet van improviseren en werkt graag alleen.
- De beslisser: Is vooral gericht op het plannen en uitvoeren van de taak en minder op de theorie.

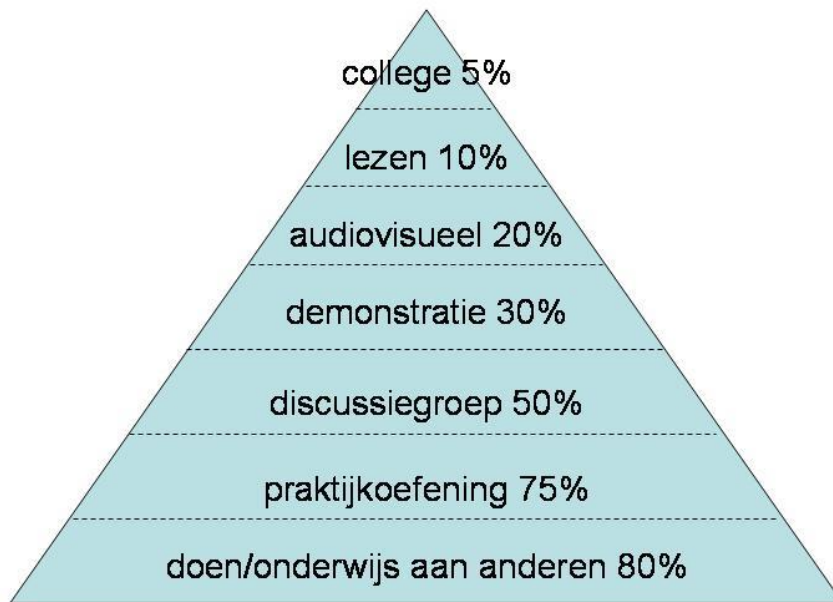
Om een pakkend lesplan te ontwikkelen waarin alle leerlingen het naar hun zin hebben zal er dus een evenwicht moeten worden gevonden tussen deze vier leerstijlen. Met dit model kan rekening worden gehouden tijdens de idee fase en conceptfase.



Figuur 4 De vier leerstijlen van Kolb

De leerpiramide van Bale:

De piramide van Bale (figuur 5) laat zien dat het klassikaal frontaal lesgeven het minst effectief is om kennis en vaardigheden op te doen. Uitleggen aan anderen en het doen van practica, is een effectievere vorm.¹⁴ NLT is vooral gericht op het doen, daarnaast werken de leerlingen veel in groepen waardoor er veel wordt overlegd en uitgelegd aan anderen. Deze vorm van onderwijs is dus uiterst effectief. Dit model sluit heel goed aan bij *High impact learning* en de *21st Century skills* en zal voornamelijk worden gebruikt in de conceptfase en materialisatie fase.



Figuur 5 De leerpiramide van Bale

Deelconclusie:

De meest effectieve vorm van onderwijs is het onderwijs dat praktijkgericht te werk gaat en waarbij in groepjes gewerkt wordt. Dit zijn de twee onderste delen uit de piramide van Bale. Het lijkt dus logisch om veel aandacht te besteden aan praktijkgericht onderwijs. Toch moeten de andere modellen niet worden vergeten in dit onderzoek. Ze hebben vele jaren hun dienst bewezen en kunnen worden gebruikt om bijvoorbeeld een effectieve groepsindeling te maken en de leerlingen in staat te stellen om zich te kunnen ontplooiën.

4.1.3 Hoe zien andere lesplannen er uit, wat zijn problemen en oplossingen van anderen?

Om een lesplan op te kunnen stellen zal eerst een beeld moeten worden gevormd over hoe andere lesplannen zijn opgebouwd. Tegen welke problemen werd aangelopen en wat waren de oplossingen hiervoor. Deze bevindingen kunnen worden gebruikt om van te leren en zo al worden onderzocht welke hoofdstukken noodzakelijk zijn voor een goed lesplan.

Lesplan 1 *Lesplan Bewegen, Sport & Maatschappij* (blariacumcollege, 2016)

Dit is een lesplan opgesteld om leerlingen in contact te brengen met de verschillende soorten beweging om op deze manier de leerlingen bewust te maken welke sporten er bestaan, hen bewust te maken van hun gezondheid en hoe ze deze kunnen verbeteren. Deze is gekozen, omdat sportlessen ook erg gericht zijn op de praktijk, daarnaast is dit een behoorlijk uitgebreid lesplan waarin elke les gedetailleerd is voorbereid. Dit lesplan is ook geschreven voor een volledig jaar, zo kan er van dit lesplan worden geleerd hoe er over een lang termijn kan worden gepland en hoe de opbouw van een lesplan er dan uitziet.

¹⁴ (Weldink, 2012)

Het lesplan is als volgt opgebouwd:

- Inhoudsopgave
- Visie & doel
- Domeinen(Hoofdonderwerpen worden besproken)
- PTA
- Planning
- Theorie
- Uitvoering
 - o Domein 1 Uitvoering Bewegen
 - Lessenreeks
 - o Domein 2 Uitvoering Regelen & Bewegen en gezondheid
 - Lessenreeks
 - Organiseren
 - Programma
 - o Domein 3 Uitvoering Bewegen en maatschappij
 - Onderzoeksopdracht
 - o Domein 4 Uitvoering Handelingsdelen
 - Sportautobiografie
 - Evaluatie 1, 2 & 3
 - Wedstrijd bezoek
 - Stage

In het hoofdstuk *Visie en doel*, wordt besproken wat het doel is dat de school wil bereiken met deze lessenserie. Dit lijkt een nuttig onderdeel van het lesplan, omdat je op deze manier de leerling het nut laat inzien van de cursus of het vak. Maar aan de andere kant is de kans groot dat de leerling dit hoofdstuk overslaat, zonder het te lezen.

In het hoofdstuk *Domeinen* worden de onderwerpen besproken die worden behandeld en de leerdoelen besproken. Dit is een belangrijk onderdeel, een hoofdstuk dat de leerling goed zal moeten bestuderen om een voldoende te halen. Hij of zij zal namelijk op deze punten worden beoordeeld. Buitenom de inhoud is de benaming van dit hoofdstuk niet duidelijk.

In het hoofdstuk *PTA* staat duidelijk hoe het cijfer dat voor het vak kan worden behaald wordt opgebouwd, hoeveel procent een bepaald onderdeel waard is en de studielast hiervan. Dit onderdeel is nuttig voor de leerling, omdat op deze manier afwegingen kunnen worden gemaakt wat belangrijker is en wat minder. Zo leren de leerlingen prioriteiten stellen.

De *Planning*, dit is een globale planning waarin alleen de opleverpunten zijn benoemd en hoeveel uur er aan wordt (of moet worden besteed). Hier staat niet duidelijk in op welke dag wat gebeurt, daarom is deze planning niet handig en zal de leerling deze waarschijnlijk nooit gebruiken. Een verbetering zou zijn om deze planning uit te breiden naar een dagelijkse planning waarin duidelijk wordt beschreven wat er wanneer zal (dienen te) gebeuren.

In het hoofdstuk *Theorie* wordt er verwezen naar de benodigde theorie, op deze manier weet de leraar wat de benodigde achtergrond informatie is.

In het hoofdstuk *Uitvoering* worden de lessen in detail beschreven in lessenreeksen, die elk een verschillend onderwerp hebben. Deze lessenreeksen worden elk los van elkaar getoetst. Elke les is als volgt opgebouwd:

- Inleiding (verwachting van de les)
- Kern (leerdoelen uitleggen)
- Afsluiting

In de laatste les van de lessenreeks zullen de leerdoelen worden besproken(reflectie) en zal een cijfer worden gegeven.

De structuur van de lessen is duidelijk en overzichtelijk. Aangegeven wordt wat er die les van de leerlingen wordt verwacht en dit onderwerp wordt dan ook uitgelegd. Dit is een goede opbouw.

Lesplan 2 VHDL voor het voortgezet onderwijs (Rutgers, 2009)

Dit lesplan dient ertoe om VWO 5 leerlingen in 8 -10 weken de basis principes van informatica te leren. Dit lesplan is getest en bekeken door professionals (hoogleraren van de universiteit Twente), die hun mening geven. Daarnaast vertelt de schrijver zijn eigen ervaring over het lesplan. Van dit rapport kan dus veel worden geleerd.

Het lesplan is als volgt opgebouwd:

- Overzicht
- Voorbereiding: enquête
- Les inhoud 1-8
- Lesvoorbereiding 1-8
- Uitvoering - Stappenplannen docent

In het hoofdstuk *Overzicht* worden uitgangspunten vastgelegd, zodat op voorhand duidelijk is wat er van bepaalde zaken wordt verwacht. Dit is makkelijk voor andere docenten die in de toekomst het lesplan moeten toepassen. Zo wordt er met dezelfde mindset begonnen aan het lesplan.

De *Voorbereiding*, in dit hoofdstuk wordt er aan de hand van een enquête bepaald wat de begin kennis is van de leerlingen. Zo kan er worden besloten om meer over een bepaald onderwerp uit te leggen of juist minder. Dit is een handige manier om het niveau van de leerlingen te bepalen, dit zal een klassikaal gemiddelde geven van de kennis, maar dit garandeert niet dat alle leerlingen verstand hebben van dit bepaalde onderwerp.

De *Les inhoud* geeft bij elke les aan wat behandeld gaat worden en wat de theoretische kennis daar achter is. Er is nagedacht over een tactische indeling van de les, tijdsindeling en tot hoe diep de kennis zal worden overgedragen. Daarnaast zijn belangrijke zaken die moeten worden verteld zoals deadlines en huiswerk opgeschreven. Dit is uitgewerkt voor alle 8 de lessen.

In de *Lesvoorbereiding* wordt het doel van de les duidelijk gemaakt, het onderwerp besproken, de voorkennis bepaald en de benodigde hulpmiddelen opgesomd. Daarnaast is bepaald hoeveel tijd er wordt gestoken in de activiteiten van de leerlingen en van de leraar. In deze les voorbereiding staan eigenlijk de belangrijkste activiteiten uit de les inhoud. Dit is een belangrijk gedeelte van het lesplan. Hierin wordt concreet gemaakt hoeveel tijd wordt besteed aan een bepaalde activiteit. Hierin wordt dus bepaald wat de belangrijkste onderdelen zijn van de les.

In het hoofdstuk *Uitvoering* wordt verwezen naar het materiaal dat de leraar nodig heeft om de lessenreeks succesvol te doorlopen, zoals PowerPoint presentaties (met notities wat er verteld moet worden) en stappenplannen over hoe simulaties moeten worden opgestart e.d.. Daarnaast is een stappenplan gemaakt voor de leraar over hoe het lesplan moet worden voorbereid, bijvoorbeeld bepaalde programma's op computers installeren en welke lesstof de leraar moet doornemen. Op deze manier wordt er zo goed mogelijk voor gezorgd dat het lesplan uitvoerbaar is.

Reflectie van de schrijver zelf:

De schrijver zelf heeft gereflecteerd op zijn werk en hoe het lesplan is bevallen na de praktische uitvoering hiervan. Zijn bevindingen zijn onder meer:

- De leerlingen blijven voornamelijk passief zitten in afwachting tot het antwoord van de leraar komt en gebruiken geen wiskundige of natuurkundige kennis om vragen van de leraar te beantwoorden.
- Het bleek dat huiswerk nauwelijks wordt gemaakt en dat men maar wat antwoorden gokt.
- Vanwege het informatieve karakter met hoge informatiedichtheid van de instructie hebben de leerlingen veel moeten luisteren en weinig kunnen doen. Een verbetering kan zijn om meer (kleine) opdrachten te geven om de theoretische stof al doende toch op te doen.

Reactie van de professionals:

Nico van Diepen (vakdidacticus voor informatica aan de Universiteit Twente) zegt: “Aanpak en opzet van de module is in grote lijnen ok. Het materiaal heeft echter een ontzettend grote informatiedichtheid. Dit levert voor mij twee vragen op:

- Is het uitvoerbaar in de geplande acht lessen?
- Kunnen leerlingen er zelfstandig mee aan de slag?

Op beide vragen tendeert mijn antwoord, louter op basis van het gepresenteerde materiaal, naar de negatieve kant.”

Bert Molenkamp (medewerker aan de Universiteit Twente, verzorgt verscheidene vakken voor studenten en cursussen voor bedrijven) zegt: “Op basis van het materiaal is het eerder te zwaar dan te licht. Dat betekent dus dat de docent een selectie moet maken. Je geeft zelf al aan dat de ZPU niet echt aan bod komt. Dat lijkt me ook niet mogelijk met slechts acht lesuren.”

Ook uit de reactie van de professionals bevestigt de eigen ervaring van de docent.

Lesplan 3 NLT3-H017 Glastuinbouw en energie (Scholengemeenschap Nehalennia , 2008)

Dit is het lesplan dat moet worden herschreven. Dit lesplan is al eerder uitgevoerd op de Stedelijke scholengemeenschap Nehalennia maar dan zonder het accent op de vaardigheden die bij het ‘High impact learning’ centraal staan. De heer Mersie is gevraagd naar zijn ervaring met dit lesplan. Dit lesplan is geschreven voor Havo 4-5 met het profiel N&G of N&T, waardoor deze goed kan worden gebruikt om het niveau te bepalen van de leerlingen. Dit is dus een belangrijke bron van informatie voor het onderzoek.

Het lesplan is als volgt opgebouwd:

- Inleiding
- De module in één oogopslag
- Leerdoelen
- Contexten
- Concepten
- Vaardigheden
- Vakkennis
- Leerplan
- Toelichting bij leerling-opdrachten
- Bronnen bij leerling-materiaal
- Toetsing
- Achtergrondinformatie

De *Inleiding*, hierin wordt de huidige situatie in de glastuinbouw uitgelegd en wat de problemen zijn waar deze sector mee kampt. Daarnaast worden de gedachten achter het lesplan uitgelegd (de visie).

In de *Module in een oogopslag* worden de specificaties van de module besproken. Hier staat wat je nodig hebt om het lesplan op een juiste manier uit te voeren. Dit hoofdstuk is handig voor een docent zodat hij kan bepalen of hij dit lesplan uit kan voeren of niet, zonder al te veel tijd te verspelen. De naam zal overigens wel worden aangepast naar het project in een oog opslag, op deze manier wordt er een duidelijk verschil gemaakt tussen het project en de module.

In het hoofdstuk *Leerdoelen* wordt beschreven welke leerdoelen de leerlingen moeten bewijzen aan het einde van elk hoofdstuk van de module. Het is nuttig om dit hoofdstuk toe te voegen. In het nieuwe lesplan moet echter de nadruk liggen op de vaardigheden en leerdoelen die de leerlingen op doen door samen te werken.

Het hoofdstuk *Contexten*, is eigenlijk een aanvulling op de inleiding. Hier wordt nog een keer de huidige situatie uitgelegd. Eerlijk gezegd wordt er niet veel dieper op in gegaan dan wat er al in de inleiding wordt gedaan. Dit hoofdstuk zou weg kunnen worden gelaten als de inleiding iets wordt aangevuld.

De *Concepten*, hierin worden de belangrijkste ontwikkelingen en innovaties in de glastuinbouw benoemd. Dit hoofdstuk fungeert eigenlijk als een handvat voor de leraar, zodat hij makkelijker vat

op de stof krijgt. Het lijkt mij een nuttig hoofdstuk, het heeft veel weg van het hoofdstuk *Theorie* uit lesplan 1.

Het hoofdstuk *Vaardigheden* bespreekt de aan de leerlingen aan te leren vaardigheden en hoe deze getoetst worden. Het wordt heel oppervlakkig besproken. In het nieuwe lesplan moet dit juist uitgebreider, omdat het aanleren van '21st century skills' een van de belangrijkste leerdoelen is. Het hoofdstuk *Vakkennis* gaat over de benodigde voorkennis van de leerlingen. Hier worden ook literatuur en websites benoemd waarnaar kan worden verwezen. De leerlingen kunnen hier gebruik van maken om eventuele missende kennis op te doen. Het is een goed hoofdstuk maar het is lastig om van tevoren te voorzien waar het gebrek aan kennis zit bij de leerlingen.

In het hoofdstuk *Leerplan* worden de gehanteerde didactische werkvormen en de differentiatie mogelijkheden besproken. Dit is handig voor de docent, zodat hij weet wat er wel en niet kan. Zo weet hij ook hoe hij zijn lessen in kan delen en voorbereiden.

Hoofdstuk *Toelichting bij leerling-opdrachten*, is opgesteld om toelichting te kunnen geven bij de practica en het bouwen van de kas. Als de leraar zelf geen natuurkundige of technische achtergrond heeft zou het makkelijk kunnen zijn dit bij te voegen.

Het hoofdstuk *Bronnen bij leerling-materiaal* geeft de antwoorden op de vragen uit de module. Hiermee kunnen de antwoorden van de leerlingen gemakkelijk en juist worden gecontroleerd. Dit onderdeel is nuttig, zo kan de leraar veel tijd besparen.

Het hoofdstuk *Toetsing* is opgesteld om duidelijk te maken hoe het cijfer wordt opgebouwd. Dit hoofdstuk komt overeen met het hoofdstuk *PTA* van lesplan 1.

In het laatste hoofdstuk *Achtergrondinformatie*, wordt deze module gekoppeld aan opleidingen en toekomstige werkvelden waarin de geleerde theorie toegepast kan worden. Dit geeft zowel de docent als de leerling inzicht in wat het nut is van de module.

Reflectie op dit leerplan van een ervaringsdeskundige:

Tijdens een interview met de heer Mersie (docent NLT en Aardrijkskunde) die dit lesplan ook meerdere malen heeft uitgevoerd hebben we de hoofdstukken kritisch bekeken en bepaald welke nuttig zijn gebleken en welke niet. Hieronder volgt een opsomming van de belangrijkste en onmisbare hoofdstukken:

- *Leerdoelen*
- *Context*, moet vervangen worden door toekomstbeeld (innovaties en trends)
- *Leerplan* is een belangrijk hoofdstuk, hierin wordt duidelijk gemaakt hoe de lessen moeten worden voorgedragen.
- Toelichting bij de opdrachten is belangrijk zeker voor de practica, zodat de leraar weet wat er nodig is om deze uit te voeren.

Opzet van het nieuwe lesplan Glastuinbouw en energie

Door het bestuderen en onderling vergelijken van bovenstaande lesplannen ben ik tot de conclusie gekomen dat voor een goed Lesplan de volgende hoofdstukken noodzakelijk zijn.

- Inhoudsopgave
- Visie
- Module in een oog opslag(specificaties)
- Domeinen(leerdoelen en vaardigheden)
- Planning
- Theorie (les inhoud)
- Leerplan
- Uitvoering (lesvoorbereiding)
- Bronnen bij leerling-materiaal
- Cijfer opbouw(toetsing)
- Stappenplan practica

Een hoofdstuk *Visie* is goed om in de handleiding voor de leerlingen te zetten, zodat ze het nut van de module kunnen inzien.

De *Module in een oog opslag*, geeft aan wat er nodig is om de module uit te voeren en wat het nut ervan is. Dit is een belangrijk onderdeel, zo kan een docent snel bepalen of hij geïnteresseerd is in de module of niet.

Het hoofdstuk *Domeinen* worden de onderwerpen die worden behandeld en de leerdoelen die moeten worden behaald besproken. Dit zal duidelijk moeten zijn voor de leerlingen, zodat zij weten waar hun focus moet liggen bij de uitvoering van de diverse activiteiten.

In de *Planning* voor de leerlingen moet duidelijk zijn wat er wanneer gaat gebeuren, daarnaast moeten de te behalen deadlines hierin zijn vastgesteld.

De *Theorie*, de les inhoud van de lessen uitwerken maakt onder meer duidelijk voor de leraar wat de theoretische inhoud moet zijn en hoe diep die kennis gaat. Zo weet de leraar goed wat hij moet voorbereiden en wat hij moet vertellen in de les en wordt voorkomen dat er te diep op een bepaald onderwerp in wordt gegaan. Om de leraar duidelijk te maken wat de benodigde informatie is, zou er een lijst kunnen worden gemaakt met de te kennen literatuur en theorieën.

Het hoofdstuk *Leerplan* wordt toegevoegd om de gebruikte didactische werkvormen uit een te zetten voor de leraar. Op deze manier zal hij beter in staat zijn de nieuwe methoden te kunnen hanteren zonder terug te vallen op zijn vertrouwde methode.

De *Uitvoering*. Het is overzichtelijk en biedt structuur voor de leraar wanneer elke les vooraf wordt uitgewerkt in een Lesvoorbereiding. Duidelijk moet zijn wat de benodigdheden zijn, wat het leerdoel is, welke activiteiten zullen plaatsvinden en hoeveel tijd daarvoor is gereserveerd. De voorbereiding van de lessen is een goed idee, omdat het de leraar helpt de belangrijkste dingen niet vergeten te vertellen. Daarnaast is het makkelijk om van tevoren vast te stellen hoelang elk onderdeel ongeveer moet duren. Op deze manier wordt geprobeerd om de lessen niet uit te laten lopen. De structuur van de lessen moet duidelijk zijn en wat er die les van de leerlingen wordt verwacht. Vervolgens moet dit ook worden uitgelegd in de les.

Bronnen bij leerling-materiaal: Met de antwoorden op de vragen uit de module kan de docent makkelijk, snel en juist antwoord geven op vragen op vragen van de leerlingen.

Cijferopbouw: Een PTA of iets dergelijks maakt duidelijk aan de leraar en leerlingen hoe de cijfers zijn opgebouwd. Dit is belangrijk omdat op deze manier prioriteiten kunnen worden bepaald. Een volledige PTA is voor één lesplan voor één module overbodig. Wel zal worden omschreven hoe het cijfer wordt opgebouwd.

Stappenplan practica: In dit hoofdstuk zullen de practica stap voor stap worden beschreven, daarnaast zal er een overzicht in moeten staan van de benodigdheden. Dit werd aanbevolen door meneer Mersie.

Bij het schrijven van het lesplan wordt rekening gehouden met de bevindingen van de schrijver van het 2^{de} lesplan, namelijk dat de leerlingen een passieve houding hebben en geen huiswerk doen. Daarnaast geeft hij de tip om meer op de praktijk te richten. Aan de hand van diverse reflecties, heb ik de conclusie getrokken dat goed moet worden gelet op de dichtheid van de informatie. Er moet dus veel rekening worden gehouden met het niveau, de hoeveelheid en de diepgang van de informatie die per les wordt overgebracht.

Deelconclusie

Voor een goed lesplan zijn de volgende hoofdstukken noodzakelijk: inhoudsopgave, visie, module in een oog opslag(specificaties), domeinen (leerdoelen en vaardigheden), planning, theorie (les inhoud), leerplan, uitvoering (lesvoorbereiding), bronnen bij leerling-materiaal, cijfer opbouw(toetsing) en een stappenplan voor de practica. Deze hoofdstukken worden dan ook opgenomen in het lesplan. Daarnaast heeft praktijkgericht onderwijs een actievere houding van de leerlingen. Tenslotte is van belang goed aan te sluiten bij het niveau van de jongeren.

4.1.4 Recente ontwikkelingen in de glastuinbouw

Om diepgang te creëren in de inhoud van het lesplan zal onderzoek moeten worden gedaan naar de laatste innovaties en trends en eventuele andere ontwikkelingen in de glastuinbouw. In het geval van deze module staat het thema Energie centraal. De leerlingen zullen zelf ook onderzoek doen naar de ontwikkelingen en zoals algemeen bekend is moet de docent boven de stof staan. Dit betekent dat hij van de laatste ontwikkelingen op de hoogte moet zijn. De leraar dient zijn vakgebied bij te houden. Hieronder worden de resultaten van het onderzoek getoond.

Duurzame easy to clean coating¹⁵:

Een groot probleem in de glastuinbouw is dat na verloop van tijd het glas van de kassen vervuilt raakt, waardoor de lichtdoorlatendheid (transmissie) van het glas afneemt. “Bij metingen in de glastuinbouwpraktijk blijkt dat er na de jaarlijkse reiniging van het kasdak (binnen en buitenkant) ongeveer 5% meer lichttransmissie is.” beweert TNO.nl ¹⁶. Hieruit volgt dat 1% lichtverlies = 1% minder opbrengst. Het blijkt dus van groot belang dat de lichtdoorlatendheid zo goed mogelijk blijft voor een zo lang mogelijke periode. Het schoonmaken ervan is namelijk geen eenvoudig klusje. Het innovatie onderzoekend bedrijf TNO doet verslag over hun onderzoek dat de transmissie zo hoog mogelijk probeert te houden door middel van een nieuwe coating. Het bedrijf heeft onderzoek gedaan naar de problemen rond de afname van transmissie en komt tot de conclusie dat dit door twee factoren wordt veroorzaakt, namelijk: de toenemende vervuiling van het glas na verloop van tijd en het afnemen van de effectiviteit van de reflecterende laag op het glas. Ze zijn op dit moment nog volop bezig met de ontwikkeling van deze coating.

Flowdeck Energy System¹⁷:

De kas op temperatuur houden kost veel energie zowel in de zomer als in de winter. De kas moet namelijk een ideale temperatuur behouden. Te koud is slecht maar te warm ook. Het bedrijf TNO heeft in samenwerking met Climeco Engineering en Maurice Kassenbouw een prijswinnende oplossing bedacht voor dit probleem. Zij hebben een dubbelwandig dak ontwikkeld, tussen de wanden in kan 's zomers water stromen om zo de kas af te koelen. Het water wordt opgeslagen in een ondergrondse aardlaag en kan weer op worden gepompt om de kas weer te verwarmen bijvoorbeeld in de nacht. 's Winters zorgt de dubbele laag er voor dat de kas op temperatuur blijft, in de holle ruimte bevindt zich nu lucht.

Bruikbaarheid van aanvullende waterbronnen¹⁸

In de kassen wordt veelal regenwater gebruikt om de planten mee te besproeien. Vaak is dit niet genoeg, de teler heeft dus externe waterbronnen nodig. Er wordt tegenwoordig onderzoek naar alternatieve waterbronnen gedaan zoals het her gebruik van condenswater van de warmte kracht koppeling (wkk).

Deelconclusie

De docent dient altijd van de laatste ontwikkelingen op het gebied van het onderwerp *Energie* op de hoogte te zijn, zeker omdat ook van de leerlingen wordt verwacht hier actief onderzoek naar te doen.

4.1.5 Leerdoelen:

Met bovenstaand onderzoek in het achterhoofd en rekening houdend met de '21st Century skills' en het principe van 'High impact learning' zijn uiteindelijk de volgende noodzakelijke leerdoelen gestedilleerd.

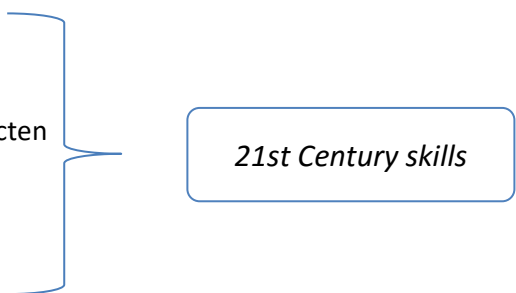
¹⁵ (www.tno.nl, 2016)

¹⁶ (www.tno.nl, 2016)

¹⁷ (www.tno.nl, 2016)

¹⁸ (van der Maas, 2015)

- Reflecteren (Ook tijdens een activiteit, 'ben ik goed bezig?')
- Onderzoek vaardigheden ontwikkelen
- Jezelf vaardigheden en kennis aan leren
- Instaat zijn feedback te ontvangen en dit vervolgens te verwerken
- Kennis opdoen uit de module
- Betrokkenheid bij het project
- Feedbackgeven aan teamgenoten
- Jezelf kennis aanleren, wanneer je het nodig hebt
- Modelleren in Coach 7
- Kennis op doen over de praktijk situatie
- Kennis op doen over energie
- Studie oriëntatie
- Kennis toepassen in de praktijk
- Creativiteit
- Kritisch denken
- Probleemoplossend vermogen
- Ontwikkelen van hoogwaardige producten
- Samenwerking
- Communicatieve vaardigheden
- ICT geletterdheid
- Sociale vaardigheden; Burgerschap



21st Century skills

Vervolgens zijn deze leerdoelen als volgt in de docentenleiding geformuleerd, allen getoetst aan de definitie van Gladbeek. De leerdoelen luiden als volgt.

- De leerling kan productief te werk gaan.
- De leerling heeft het vermogen te reflecteren.
- De leerling kan sociale vaardigheden toepassen.
- Het vermogen om een planning te maken is verbeterd.
- De leerlingen kunnen op een opbouwende manier feedback aan elkaar geven en ontvangen. (Peer to peer feedback)
- De leerling is in staat informatie op meerdere manieren te vergaren (hybride leren).
- Het onderzoekend vermogen van de leerling is aangesproken en vergroot.
- De leerlingen zijn instaat kritische vragen te stellen aan zichzelf en/of aan hun teamgenoten.
- De leerling vergroot zijn capaciteit om samen te werken.
- De leerling is in staat creatieve oplossingen te bedenken.
- Het probleem oplossend vermogen van de leerling wordt vergroot.
- Communicatieve vaardigheden worden geactiveerd.
- ICT geletterdheid van de leerling wordt verbreed.

Deelconclusie

De leerdoelen zijn geformuleerd op basis van de *21st Century skills* en het principe van *High impact learning* en aangevuld met andere op basis van het onderzoek noodzakelijk geachte leerdoelen.

4.1.6 Gewicht leerdoelen

In overleg met de heer Mersie is de waarde van elk leerdoel bepaald. Zij vormen het fundament van de integrale ideeën.

Leerdoel	Waarde	Waar komt het doel vandaan?
Plannen	1	
Reflecteren (Ook tijdens een activiteit, 'ben ik goed bezig?')	3	High impact learning
Onderzoek vaardigheden ontwikkelen	3	High impact learning
Jezelf vaardigheden en kennis aan leren	3	High impact learning
Instaat zijn feedback te ontvangen en dit vervolgens te verwerken	3	High impact learning
Kennis opdoen uit de module	2	Module
Betrokkenheid bij het project	3	High impact learning
Feedback geven aan teamgenoten	3	High impact learning
Jezelf kennis aanleren, wanneer je het nodig hebt	3	High impact learning
Modelleren in Coach 7	1	Module
Kennis op doen in de praktijk situatie	2	High impact learning
Kennis op doen over energie, gericht op het onderzoek	2	
Studie oriëntatie	1	
Kennis toepassen in de praktijk	3	High impact learning
Creativiteit	3	21 st Century skill
Kritisch denken	3	21 st Century skill
Probleemoplossend vermogen	3	21 st Century skill
Productiviteit	2	21 st Century skill
Samenwerking	3	21 st Century skill
Communicatie	1	21 st Century skill
ICT geletterdheid	1	21 st Century skill
Sociale vaardigheden	1	21 st Century skill
Totaal	50	

Deelconclusie

De leerdoelen die voortkomen uit het *High impact learning* en de *21st Century skills* nemen de belangrijkste plaats in.

4.1.7 Programma van eisen

Aan de hand van de gestelde eisen van de opdrachtgever aan het is het programma van eisen opgesteld. Daarnaast heb ik zelf een aantal eisen aangedragen. De belangrijkste eisen zijn hieronder weergegeven. Het volledige programma is te vinden in bijlage 8

Eisen aan het lesplan	afkomst	
In het lesplan moet duidelijk worden gemaakt aan de leerlingen dat wat de opleiding engineering inhoudt.	opdracht gever	Eis
Er wordt een uitstapje naar de opleiding engineering georganiseerd.	opdracht gever	Eis
Het lesplan moet didactisch verantwoord zijn.	Zelf	Eis
Leerlingen moeten uitgedaagd worden om een onderzoekende en ondernemende houding te ontwikkelen	opdracht gever	Eis
Er moet duurzame begeleiding worden geboden, zodat studenten zichzelf blijven ontwikkelen	opdracht gever	Eis
Er moet een constructief leerklimaat worden gerealiseerd	opdracht gever	Eis
Het leerproces van de studenten moet worden gestimuleerd door middel van activerende werkvormen en toetsvormen	opdracht gever	Eis
Er moeten feedback worden gegeven en verwerkt tijdens de uitvoering van de lessen serie	opdracht gever	Eis
Het lesplan moet gericht zijn op beroepstaken en rollen.	opdracht gever	Eis
De leerlingen moet in contact worden gebracht met het werkveld	opdracht gever	Eis
Toetsen moeten aantonen dat de studenten op het gewenste niveau zitten	opdracht gever	Eis
Materialen moeten op tijd besteld kunnen worden door de leerlingen	Zelf	Eis
In het lesplan moet rekening worden gehouden met high impact learning	opdracht gever	Eis
Het moet duidelijk zijn voor de leerlingen wat ze moeten doen tijdens het project	Zelf	Eis
De praktijk wordt gekoppeld aan het lesplan.	opdracht gever	Eis

Figuur 6 Programma van eisen (belangrijkste eisen)

4.2 Idee fase: een integraal idee van het lesplan

In de ideefase worden alle mogelijke oplossingen voor de opgestelde deelvragen bedacht. De beste oplossingen van de verschillende deelvragen zullen samen worden gevoegd tot integrale ideeën. De integrale ideeën dienen gelijkwaardig te zijn uitgewerkt.

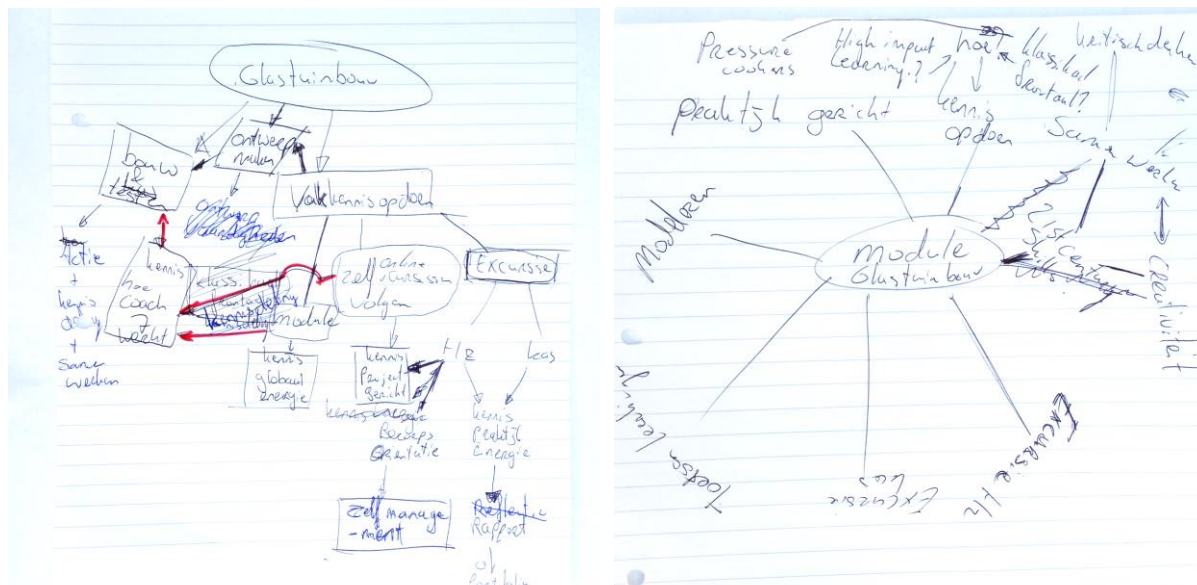
Hoe breng je de opdracht over op de leerlingen?

Om ervoor te zorgen dat de leerlingen een duidelijk beeld van het probleem krijgen dat ze moeten oplossen tijdens het project en wat ze aan (deel)producten moeten opleveren is nagedacht over de mogelijkheden om leerlingen duidelijk te maken wat er van ze wordt verwacht. Een eerste mogelijkheid is een PowerPoint presentatie te houden, waarin het probleem duidelijk wordt omschreven en uitgelegd. Een tweede mogelijkheid om de opdracht over te brengen is door een overzichtelijke leerlingenhandleiding te schrijven, waarin duidelijk wordt uitgelegd wat de opdracht inhoudt en wat er van de leerlingen wordt verwacht tijdens het project. Tijdens het uitdelen van de handleiding kan een korte uitleg worden gegeven over de opdracht, waarna de leerlingen zelf actief te werk kunnen gaan. Het idee is dat ze zelf de handleiding doornemen, het werk onderling verdelen, waarbij sprake is van kennisdeling en samenwerking. Op deze manier wordt dus rekening gehouden met het principe van *High impact learning*, daarnaast scheelt het veel tijd. De voorkeur gaat daarom ook uit naar het tweede idee.

Een bijkomend voordeel van een leerlingen handleiding is dat duidelijk kan worden omschreven wat het portfolio moet bevatten en welke eisen worden gesteld aan de eindpresentatie.

Opleiding Engineering koppelen aan lesplan

Tijdens een brainstorm sessie met meneer Mersie, waarin we de vraag 'Hoe krijgen de leerlingen een goed beeld van de inhoud van de opleiding Engineering?' hebben besproken, zijn vele opties naast elkaar gehouden. We onderzochten wat er allemaal mogelijk is op de HZ en wat er binnen een dag kan worden gedaan door de leerlingen. We keken naar het uitvoeren van een taak in de werkplaats, zoals het draaien van een bout. Dit is ook een opdracht in het 1ste jaar van de opleiding Engineering. Daarna hebben we gekeken of de leerlingen een warmte wisselaar kunnen bouwen die de kas zou verwarmen, maar dit bleek te complex te zijn. Daarnaast zou dit niet bij elke kas een toegevoegde waarde hebben. Toen kwamen we op het idee om een masterclass te geven waarin de leerlingen de



Figuur 7 Brainstorm sessies

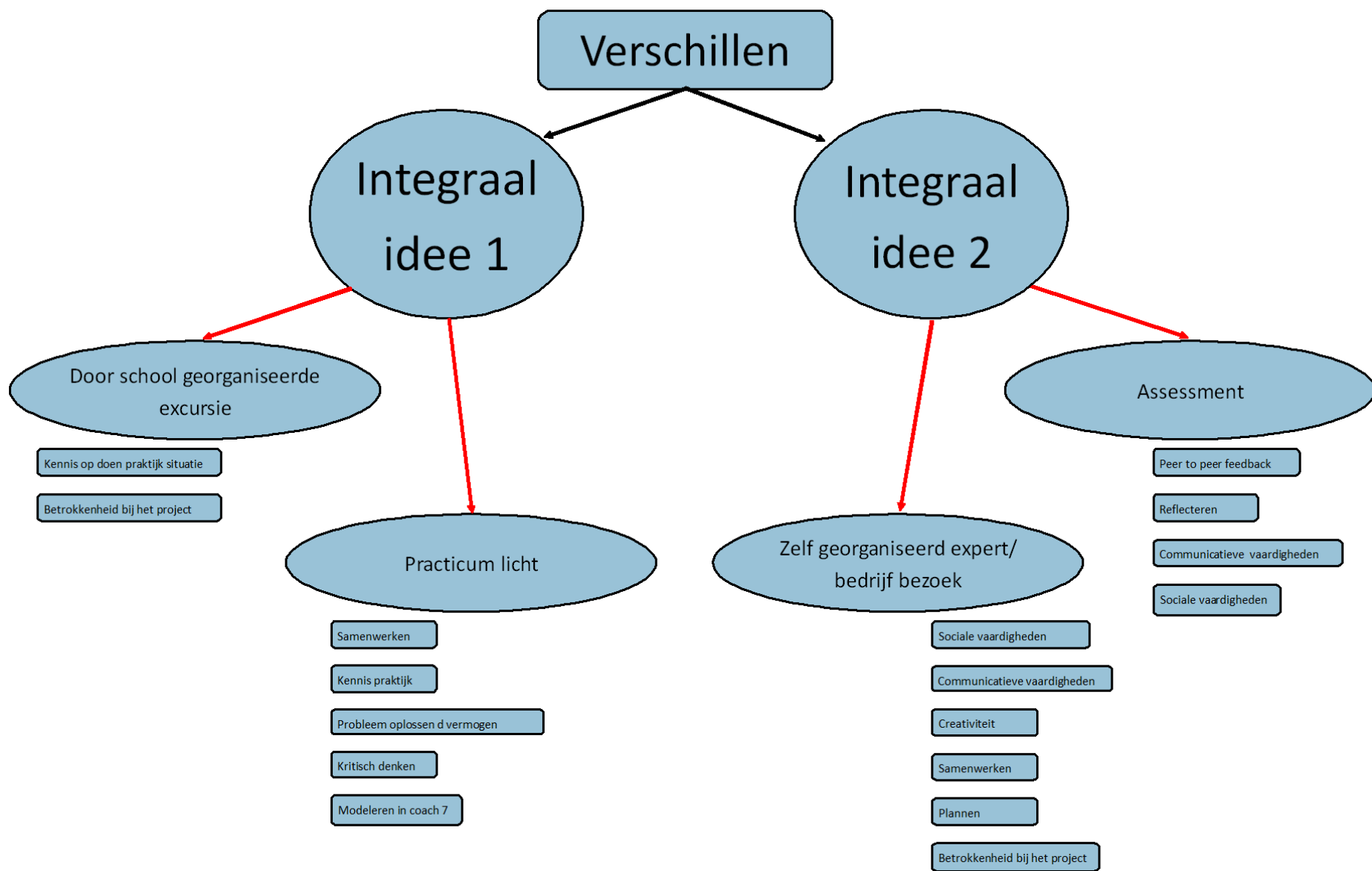
Gezien het feit dat het lesplan haalbaar moest zijn binnen de vastgestelde beschikbare lesuren, de beperkte financiële middelen, de organisatorische beperkingen en vanwege de korte voorbereidingstijd bleven er slechts twee ideeën over die konden worden uitgewerkt tot integraal idee. Deze zijn uitgewerkt tot twee integrale ideeën.

In beide ideeën wordt uitgegaan van de 7 pilaren van *High impact learning*: probleem, zelfmanagement, coaching, hybride leren, actie & kennisdeling, flexibiliteit en assessment met als doelstelling de 21st Century skills aan te leren, zoals: productiviteit, creativiteit, samenwerken, kritisch denken, sociale vaardigheden, communiceren en probleemoplossend vermogen.

De integrale ideeën zijn even verder uitgewerkt en zijn beide haalbaar. De integrale ideeën zijn schematisch weergegeven in de figuren 9 en 10. De grootste verschillen tussen de ideeën zijn gemarkeerd door een groene opvulling van de tekstballonnetjes.

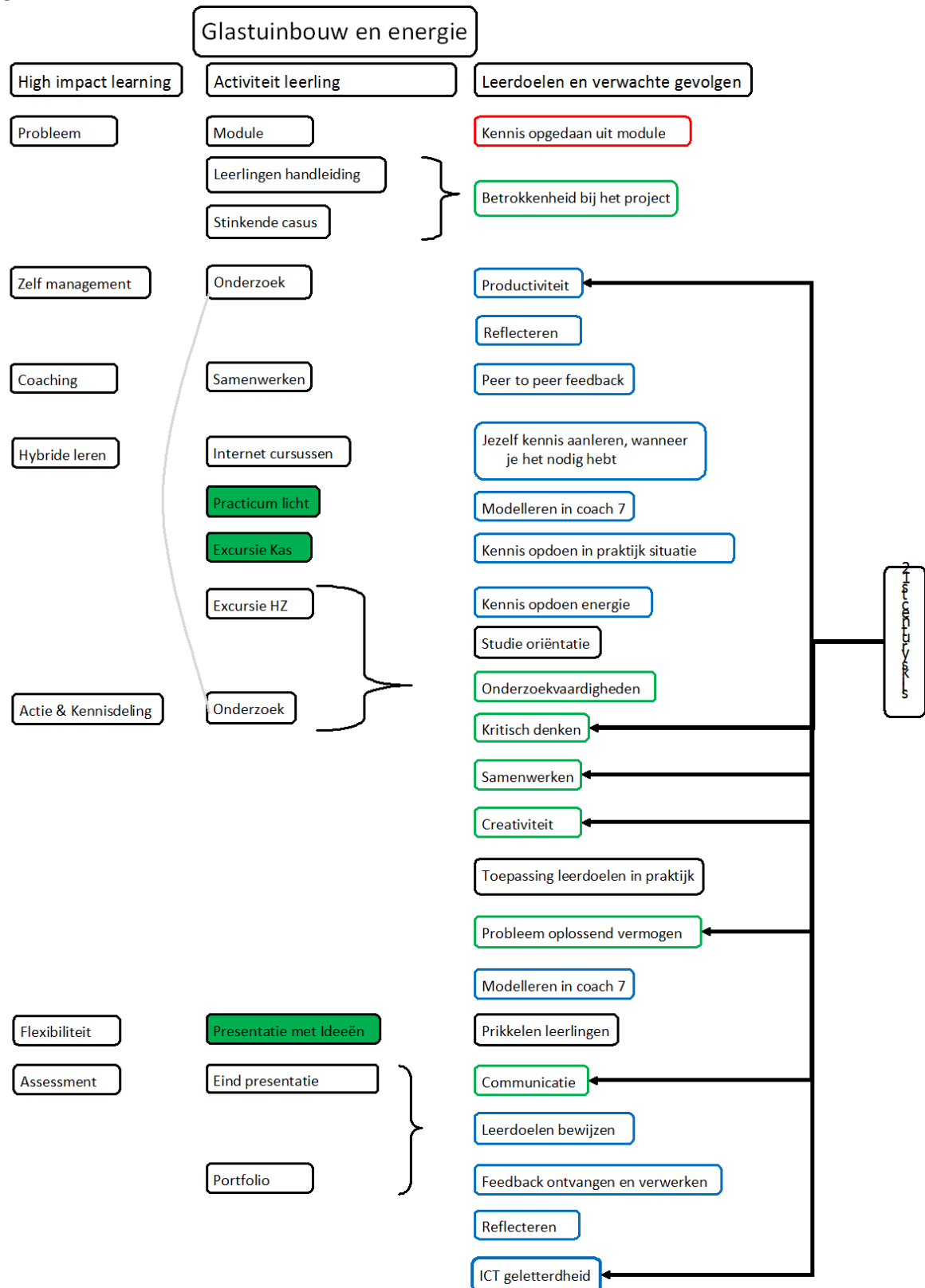
Bij het eerste integrale idee (figuur 9) is uitgegaan van een door school georganiseerde excursie naar een kas en is een practicum opgenomen. Het practicum volgde uit het voorgaande lesplan en was daarom toegevoegd aan het eerste integrale idee. In dit practicum maken de leerlingen kennis met verschillende vormen van licht en het effect daarvan. Omdat het practicum groepsgewijs uitgevoerd wordt, leren de leerlingen samenwerken, hun probleem oplossend vermogen wordt aangesproken en leren ze kritisch te denken.

Bij het tweede integrale idee (figuur 10) is dat uitgangspunt verlaten en vervangen door activiteiten die meer initiatief van de leerlingen verlangen. Ze moeten bijvoorbeeld zelf een bedrijfsbezoek organiseren en plannen en ze maken kennis met een assessment. Er wordt meer actie van de leerlingen zelf gevraagd. Door het assessment leren de leerlingen feedback te geven en te ontvangen, ze vergroten hierdoor hun sociale en communicatieve vaardigheden. Ze leren reflecteren en samenwerken. Door het organiseren van een bedrijfsbezoek worden vaardigheden aangesproken als organiseren, plannen en wederom communicatieve en sociale vaardigheden. (zie bijgevoegde keuze matrix, bijlage 8)



Figuur 8 Grafische weergave verschillen tussen de integrale ideeën

Integraal idee 1



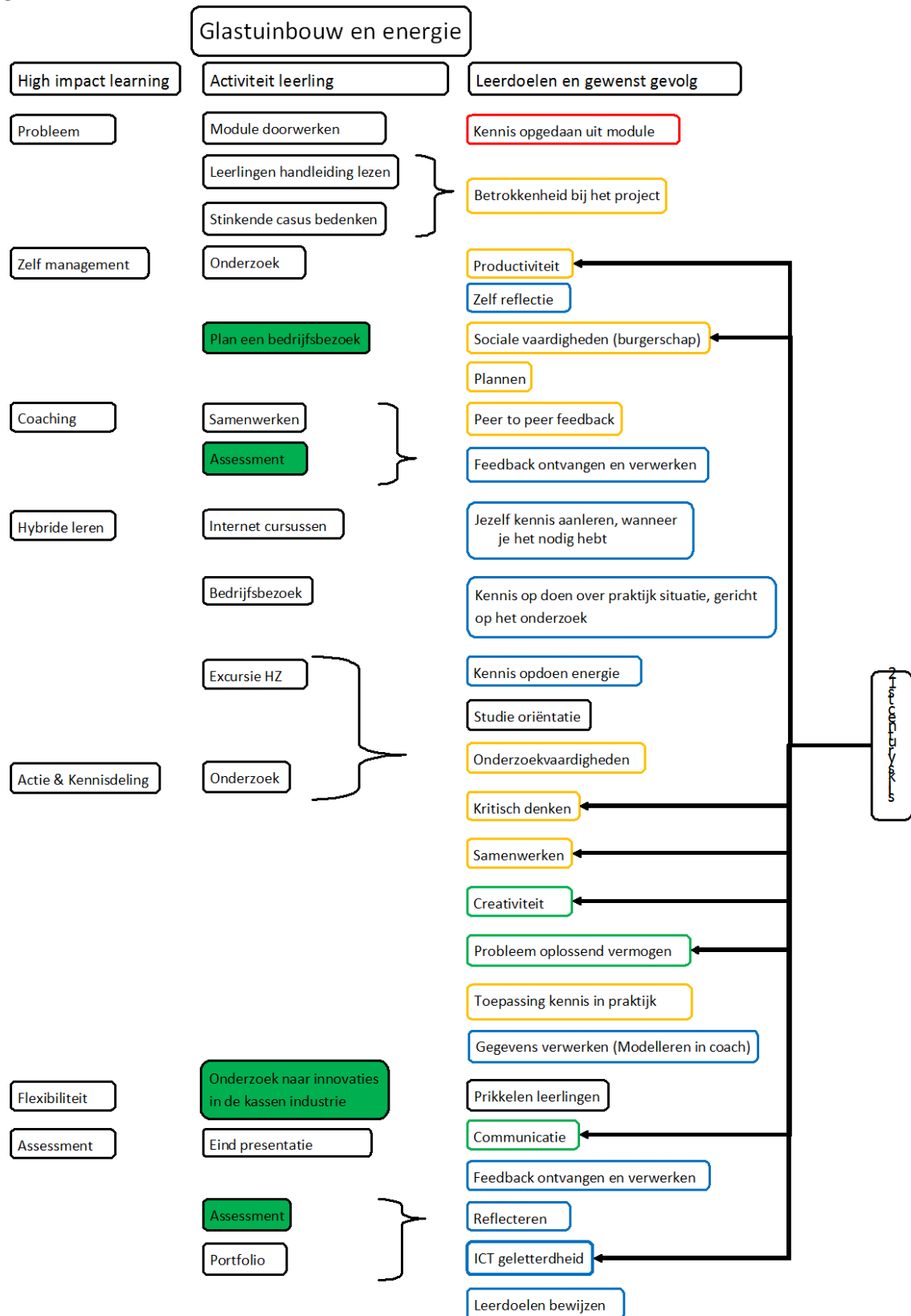
De **rode** leerdoelen worden getoetst op de repetitie.

De **blauwe** leerdoelen worden getoetst aan de hand van het portfolio.

De eindpresentatie wordt getoetst aan de hand van de **groene** leerdoelen.

Figuur 9 Integraal idee 1

Integraal idee 2



De **rode** leerdoelen worden getoetst op de repetitie.

De **gele** leerdoelen worden getoetst tijdens de het assessment

De **blauwe** leerdoelen wordt getoetst aan de hand van het portfolio.

De eindpresentatie wordt getoetst aan de hand van de **groene** leerdoelen.

Figuur 10 integraal idee 2

Beide integrale ideeën zijn getest aan de hand van een keuzematrix, waarin wordt getoetst aan het programma van eisen (bijlage 8).

In overleg met de bedrijfsbegeleider is het tweede integrale idee als beste beoordeeld, omdat daarin meer de nadruk wordt gelegd op sociale en communicatieve vaardigheden. Deze vaardigheden zullen van pas komen bij het plannen van een excursie/bedrijfsbezoek met een expert. Daarnaast is dit integrale idee beter te richten op hun eigen onderzoek, de leerlingen hebben dus meer mogelijkheden om hun eigen (leer)proces in te richten. Ook wordt door het voeren van een assessment meer aandacht besteed aan hun leerdoelen en hun persoonlijke ontwikkeling hierin. Het geven van feedback aan elkaar is een belangrijk onderdeel hiervan.

Dit tweede integrale idee wordt uitgewerkt tot een globaal lesplan.

Deelconclusies

De waarde van elk leerdoel is bepaald. Zij vormen het fundament van de integrale ideeën. Gekozen is voor het tweede integrale idee waarbij meer initiatief van de leerlingen wordt verlangd. Er wordt een overzichtelijke leerlingenhandleiding geschreven, waarin duidelijk wordt uitgelegd wat de opdracht inhoudt en wat van de leerlingen wordt verwacht tijdens het project. Doordat de leerlingen deze handleiding zelf doornemen en het werk onderling verdelen, is tevens sprake van kennisdeling en samenwerking. Daarnaast moeten de leerlingen zelf een bezoek aan een expert organiseren. De leerling kan hierdoor zijn eigen leerproces in richten. Dit gekozen integrale idee wordt uitgewerkt tot een globaal lesplan.

Om de leerlingen een goed beeld te geven van de opleiding Engineering aan de HZ University of Applied Sciences is gekozen voor een praktijkopdracht die deels op de scholengemeenschap en deels op de hogeschool moet worden uitgevoerd. De leerlingen moeten zelf windturbine ontwerpen, bouwen en testen. Dit sluit goed aan op de opleiding Engineering, ze zullen namelijk eerst onderzoek moeten doen, dan ideeën bedenken en als laatste moeten ze het product gaan realiseren en testen.

4.3 Conceptfase: van het integrale idee naar globaal lesplan

Het beste integrale idee is gekozen als concept. In de conceptfase wordt aangetoond dat het concept te realiseren is.

Aan het begin van mijn onderzoek ben ik direct begonnen met het meedraaien van de lessen, variërend van havo 1 tot en met havo 5. Door hiermee ervaring op te doen werd een goed beeld verkregen van hoe de leerlingen effectief kunnen worden benaderd, wat hun niveau is en wat ze voor vaardigheden bezitten. Daarnaast was ik in deze fase bezig met het opstellen van het globale lesplan. Het globale lesplan houdt in: de leerlingenhandleiding en een globale leerlingenplanning met alle deadlines.

De eerste activiteit die de leerlingen moeten uitvoeren is de module doorwerken, dit is een theoretisch leerboek bedoeld als basiskennis voor de leerlingen. Gezien het aantal beschikbare lesuren heb ik de leerstof en de toets enigszins aangepast met het oog op een meer adequate tijdsbesteding.

Leerlingenhandleiding

In de weken dat de leerlingen bezig waren met het doorwerken van de module, heb ik de leerlingen handleiding geschreven. De leerlingen handleiding fungeert als een rode draad voor de leerlingen. In het hoofdstuk *opdracht*, staat beschreven wat de opdracht inhoudt en waar de leerlingen rekening mee moeten houden tijdens het kiezen van hun onderwerp.

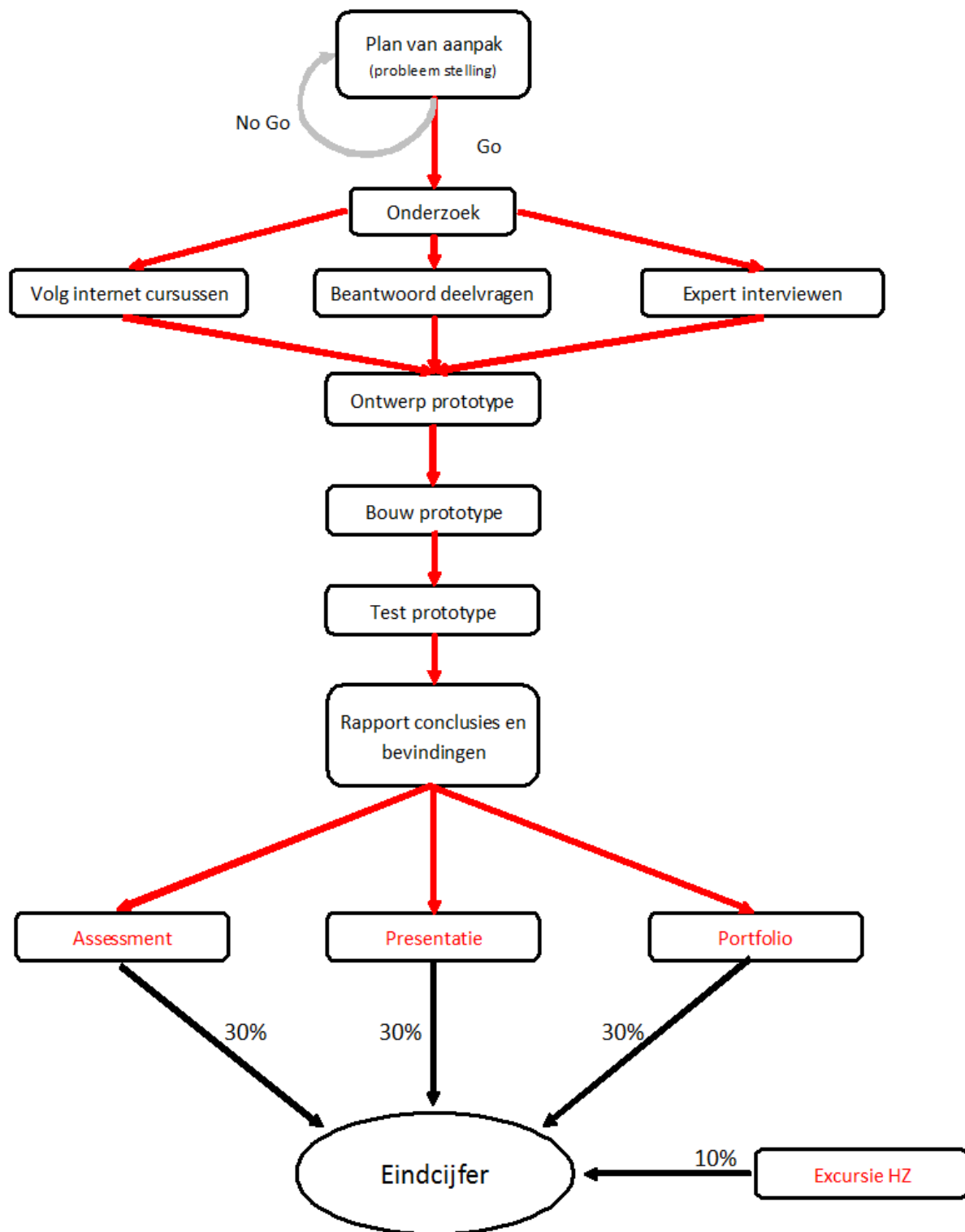
De opdracht luidt als volgt:

“Ontwikkel en test een (onderdeel van een) kas, die bijdraagt aan het behalen van een hoger energierendement.”

De opleverpunten worden besproken, waar deze aan moeten voldoen en wat ze moeten bevatten. Tevens wordt uitgelegd hoe het cijfer wordt opgebouwd. Om de leerlingen te prikkelen *out of the box* te denken, is het hoofdstuk *literatuur en websites* toegevoegd zodat de leerlingen een onderwerp kiezen dat zij interessant vinden. Dit hoofdstuk bevat tevens een collage van innovaties in de kassen industrie en links die verwijzen naar andere interessante vernieuwingen op dit gebied. Daarnaast zijn beoordelingsformulieren toegevoegd, zodat de leerlingen weten hoe elk onderdeel wordt beoordeeld en wat het de opleverpunten moet bevatten.

De eerste les na het afnemen van de repetitie is de leerlingenhandleiding aan de leerlingen uitgedeeld. Hierbij is het project kort geïntroduceerd. Na enige uitleg hebben de leerlingen de handleiding groepsgewijs doorgenomen. De bedoeling is dat ze zelf een interessant onderwerp uitzoeken voor hun onderzoek om de kassen industrie een hoger energie rendement te laten halen. In figuur 11 zijn de activiteiten die de leerlingen tijdens dit project moeten uitvoeren schematisch weergegeven. De volledige versie van de leerlingen handleiding is aan dit verslag toegevoegd als bijlage 1

Omdat het lesplan ervan uitgaat dat de leerlingen hun proces zelf inrichten en het probleem aanwezig is dat ze de hoofdlijnen uit het oog verliezen is ervoor gekozen deadlines op te nemen voor de belangrijkste opleverpunten. De leerlingen moeten daarom zelf een planning maken waarin deze deadlines worden gewaarborgd. De globale planning van het hele project wordt met de leerlingen besproken. Nadat de leerlingen een onderwerp hebben gekozen, moeten ze zelf in hun plan van aanpak een planning opnemen. Daarnaast moet daarin een probleemstelling (hoofd- en deelvragen) worden geformuleerd en een lijst met de benodigde materialen worden toegevoegd. Op de inhoud van het plan van aanpak wordt feedback gegeven, als deze niet voldoende is moet het worden aangepast voordat daadwerkelijk kan worden begonnen met het onderzoek.



Figuur 11 Schematische weergave leerlingen handleiding

Deelconclusie

In deze fase is het globale lesplan geschreven. Dit houdt in dat de leerlingenhandleiding is geschreven en de te behalen deadlines zijn vastgesteld. In de leerlingenhandleiding, wordt de opdracht als volgt geformuleerd: “Ontwikkel en test een (onderdeel van een) kas, die bijdraagt aan het behalen van een hoger energierendement”. Nadat de leerlingen een onderwerp hebben gekozen, moeten ze zelf in hun plan van aanpak een planning opnemen. Een probleemstelling moet worden geformuleerd en een lijst met de benodigde materialen worden toegevoegd.

4.4 Materialisatie fase

In de materialisatie fase wordt het concept uitgewerkt tot een prototype (eindproduct), het gedetailleerde lesplan.

Gedetailleerd lesplan

In een continu proces van het in de praktijk uitvoeren van het globale lesplan, het evalueren en aanpassen/aanscherpen van de handleidingen ontstond het gedetailleerde lesplan. Het gedetailleerde lesplan bestaat uit: een docentenhandleiding, een aangescherpte versie van de leerlingenhandleiding en de excursie naar de HZ.

Aanpassingen in de leerlingenhandleiding:

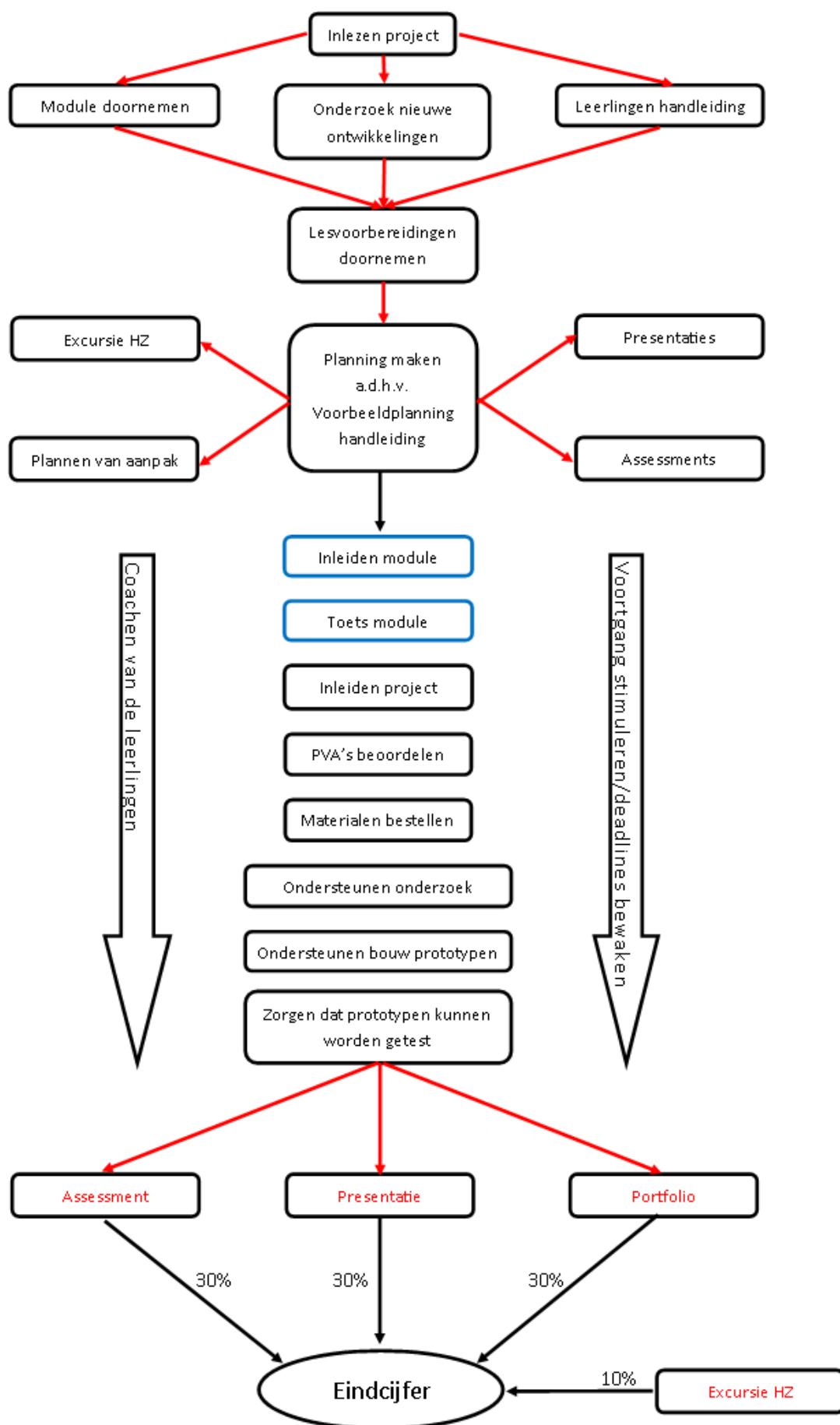
Tijdens de uitvoering bleek dat er veel moest gebeuren in korte tijd. De planning was dus krap, waardoor sommige onderdelen van het lesprogramma moesten worden vereenvoudigd of zelfs geheel moesten worden weggelaten. Zo is er gekozen voor het weglaten van de twee wekelijkse assessments en zijn deze vervangen door 1 assessment aan het einde van het project. Hierdoor is de reflectie die de leerlingen hierop zouden schrijven voor het portfolio vervallen. Daarvoor in de plaats moeten ze een reflectie op de excursie naar de HZ schrijven. Daarnaast bleek het te complex om de leerlingen een *proof of concept* te laten uitvoeren. De oorzaak hiervan was dat de leerlingen het lastig vonden een goed onderwerp te vinden dat ze leuk vonden om te onderzoeken, waardoor de benodigde tijd voor het opstellen van het plan van aanpak uitliep. De beschrijving van de bevindingen van het *proof of concept* is daarom ook verwijderd uit het portfolio, in plaats daarvan moet een ontwerpsschets van het prototype worden toegevoegd. Door deze wijzigingen heb ik ook de cijfer opbouw aangepast. Er is iets minder gewicht gegeven aan het assessment en iets meer aan de eindpresentatie. Tenslotte is een schematisch stappenplan voor de leerlingen toegevoegd.

Docentenhandleiding

De docentenhandleiding is opgesteld om aan de toekomstige docent die het lesplan gaat uitvoeren uit te leggen wat het lesplan inhoudt, hoe dit moet worden uitgevoerd en waar de nadruk op moet liggen.

De ervaringen die ik heb opgedaan tijdens het begeleiden en coachen van de leerlingen tijdens de lessen, heb ik doorgesproken met collega's en later verwerkt in de docentenhandleiding. Hierin is met name aandacht gevraagd voor het op een andere wijze benaderen van de leerlingen aan de hand van het concept van 'High impact learning'. Meer coachen, de leerlingen helpen antwoorden te vinden, vragen te stellen, op constructieve wijze feedback geven.

De docentenhandleiding bevat alle informatie die de docent nodig heeft om deze lessenserie succesvol te kunnen uitvoeren. Alle concept-lesvoorbereidingen zijn in de praktijk getest en in definitieve vorm in dit gedetailleerde lesplan samengevoegd. Daarnaast geeft de handleiding een opdrachtomschrijving en de aandachtspunten daarbij voor de docent, een planning en de opleverpunten voor de leerlingen weer. Daarnaast wordt uitgelegd hoe de lessen moeten worden gegeven en hoe de resultaten van het project worden beoordeeld. Hieronder is een schematische weergave van de docentenhandleiding opgenomen (zie figuur 12). De docentenhandleiding is in zijn geheel bijgevoegd als bijlage 2.



Figuur 12 Schematische weergave docentenhandleiding

Deelconclusie

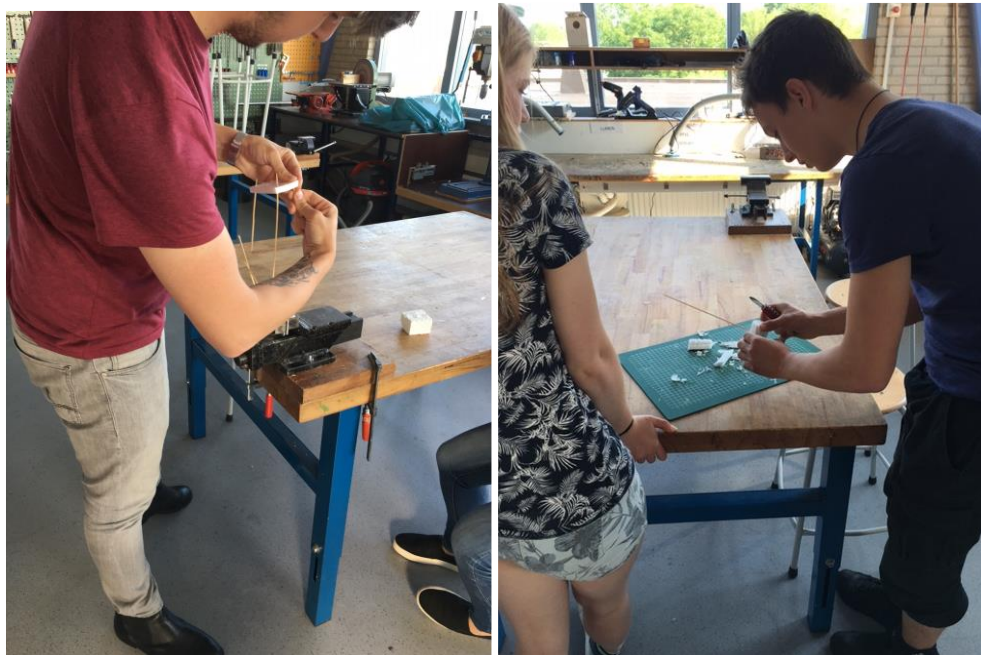
De docentenhandleiding bevat alle informatie die de docent nodig heeft om deze lessenserie succesvol te kunnen uitvoeren. Alle concept-lesvoorbereidingen zijn in de praktijk getest en in definitieve vorm in dit gedetailleerde lesplan samengevoegd.

Excursie naar de HZ

Het derde onderdeel van de afstudeeropdracht, dat inhoudt dat er een activiteit moet worden georganiseerd waarmee de leerlingen kennis maken met de opleiding Engineering als Loopbaan oriëntatie begeleiding (LOB) activiteit. Om deze activiteit op het project 'Glastuinbouw en energie' te laten aansluiten is een excursie naar de HZ georganiseerd met als onderwerp Energie. Om de excursie interactief en voor de leerlingen aantrekkelijk te maken moesten de leerlingen een windturbine ontwikkelen. Hierdoor komen de leerlingen op een leuke en realistische manier in aanraking met de opleiding Engineering.

In de *leerlingenhandleiding excursie engineering* wordt beschreven wat de leerlingen moeten doen om de excursie en de daaraan verbonden praktijkopdracht succesvol af te ronden.

Als voorbereiding op de excursie hebben de leerlingen de speciaal daarvoor geschreven handleiding (bijlage 3) doorgenomen en ontwerpen gemaakt van de windturbine die ze wilden bouwen. Ze deden onderzoek naar bestaande windturbines, schetsten en maakten tekeningen om dit ontwerp uit te werken. De leerlingen maakten spuugmodellen om te kijken of bepaalde ideeën werken.



Figuur 13 Leerlingen bouwen een spuugmodel

De excursie zelf was een groot succes. Peter van der Heide introduceerde de opleiding Engineering en deelde flyers uit. Daarna begonnen de leerlingen met de bouw van hun prototype. Om half 4 was het praktijklokaal weer schoon en konden we alle windturbines testen voor 4 uur. Het testen van de windturbines, verliep redelijk goed. De leerlingen waren enthousiast en benieuwd hoe hun windturbine uit de test zou komen. Hieronder is de testopstelling te zien (figuur 15).



Figuur 14 Leerlingen aan het werk in de werk plaats van de opleiding engineering



Figuur 15 Testopstelling

Deelconclusie

De praktijkopdracht in het kader van de excursie naar de HZ was een groot succes. De leerlingen waren enthousiast, deden actief mee en hebben daardoor een goed beeld gekregen van de opleiding Engineering en hebben het *High impact learning* principe van de HZ zodoende van dichtbij ervaren.

Onderzoek nuttige vaardigheden

Dit onderzoek richt zich op de vraag welke vaardigheden, die de studenten hebben aangeleerd tijdens de O&O en NLT lessen op de middelbare school, ze waardevol konden toepassen in hun vervolgstudie aan het HBO en welke niet. Dit is getoetst aan de hand van een enquête, zoals omschreven in de deelvragen in hoofdstuk 3.

Aangeleerde competenties

Ten eerste is onderzoek gedaan naar welke vaardigheden eigenlijk zijn aangeleerd tijdens de O&O en NLT lessen. Dit is overgenomen uit de beoordeling op competenties in het technasium¹⁹. Het betreft de volgende competenties:

- Samenwerken
- Productgerichtheid
- Inventiviteit
- Plannen en organiseren
- Doorzettingsvermogen
- Individueel werken
- Procesgerichtheid
- Kennisgerichtheid

Deze competenties zijn vervolgens omgezet naar vragen in de enquête.

Er is gekozen voor het houden van een enquête, omdat de opdrachtgever hieraan de voorkeur gaf. Daarnaast zegt het boek *Dit is onderzoek!*²⁰ dat, wanneer de onderzoeksvraag gesloten is en vast ligt, kwantitatief onderzoek de beste keus is. Voor het opstellen van de enquête is eveneens gebruik gemaakt van dit boek van Baarda²¹. Hierin stond beschreven dat een enquête moet zijn opgebouwd uit de volgende onderdelen:

- Introductie
- Opbouw
- De vragen en antwoordmogelijkheden

In de introductie moet volgens Baarda uitgelegd worden wie je bent en waarom je informatie nodig hebt van de respondenten, daarnaast moet zijn beschreven wat het doel is van het onderzoek en wat er met de informatie gaat gebeuren.

De opbouw houdt in dat de enquête begint met het centrale thema en geleidelijk steeds dieper op de persoonlijke ervaring van de respondent in gaat. Daarnaast moet rekening worden gehouden met vraagvolgorde effecten. Dit houdt in dat er geen vragen in mogen zitten waarin de respondent zichzelf kan tegen spreken. Voor de vragen geldt dat deze helder, concreet en neutraal moeten zijn.

Naast deze informatie is ook op internet onderzoek gedaan naar waarop moet worden gelet bij het houden van een enquête.²² Hier zijn praktische tips vandaan gehaald zoals:

- Punten op de schaal moeten verschillend zijn. Vermijd het hebben van twee antwoordmogelijkheden die dicht bij elkaar liggen en voor de respondent te weinig verschillend zijn.
- Gebruik schalen om één aspect per keer te meten. Een 5-puntsschaal gaat bijvoorbeeld van “zeer tevreden” tot en met “zeer ontevreden” met daartussen niet tevreden/niet ontevreden. Dus niet “gemiddeld” of “voldoende” als middelpunt. Deze hebben hun eigen schaal zoals “boven gemiddeld”.

¹⁹ (Bogerman, 2014)

²⁰ (Baarda, 2014, p. 19)

²¹ (Baarda, 2014, pp. 89-93)

²² Een voorbeeld van een webpagina is (25 tips voor een perfecte online enquête, 2016).

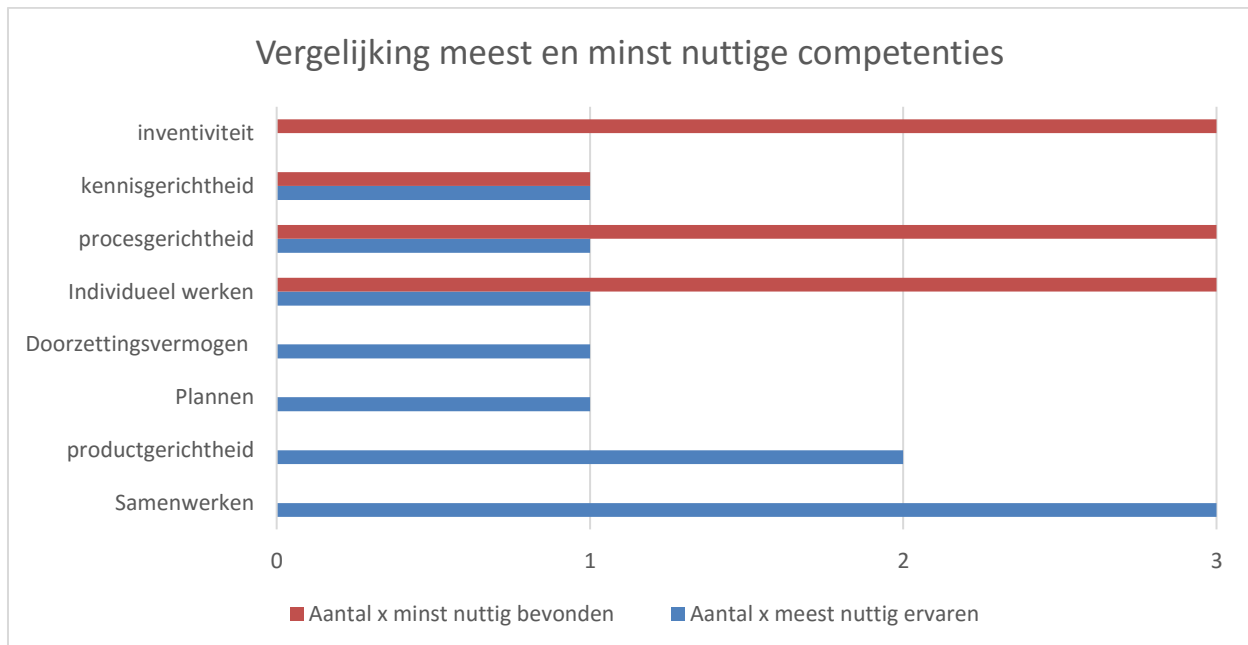
- Houd het onderzoek zo kort mogelijk. Kijk goed naar welke vragen je wilt stellen en daar ook echt iets mee kan doen. Kijk ook of er geen overlap in de vragen aanwezig is. Niets is zo frustrerend als respondenten moeten denken “dat werd zojuist ook al gevraagd”. Een onderzoek zou niet langer dan 10 minuten mogen duren.

Aan de hand van de bovenstaande informatie is een enquête opgezet (Bijlage 5).

Resultaten uit het onderzoek

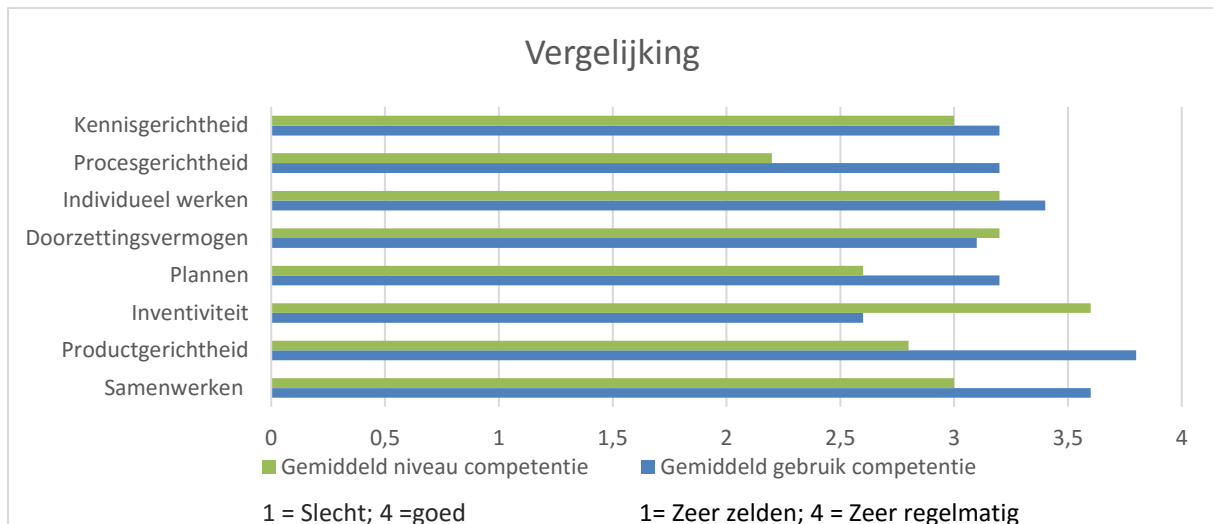
De populatie is bepaald door alle leerlingen die NLT/O&O hebben gevolgd op Nehalennia in de afgelopen 3 jaar in een tabel te zetten. Daarna zijn de leerlingen die naar de HZ zijn gegaan eruit gefilterd. Het bleek toen dat de gehele populatie 15 personen bevatte. Deze 15 overgebleven personen zijn gemaild met de vraag of ze de bijgevoegde enquête in wilden vullen. Van de 15 ondervraagden reageerden 10 personen, dit is 2/3^e van de gehele populatie. De volledige resultaten van de enquête zijn bijgevoegd in bijlage 7.

Op basis van de resultaten van vraag 2 en 3 is een vergelijkingstabel (figuur 16) opgesteld. Hierin wordt bepaald wat de studenten zelf de meest en minst nuttige competentie vinden.



Figuur 16 Vergelijkingstabel meest en minst nuttige competenties

Uit de vergelijkingstabel (figuur 16) kan worden geconcludeerd dat de studenten *inventiviteit* de minst nuttige competentie vinden. Daarna volgen de competenties *procesgerichtheid* en *individueel werken* als minst nuttig. De meest nuttige competentie vinden ze *samenwerken*. Dan volgt *productgerichtheid*, even nuttig vinden ze *plannen* en *doorzettingsvermogen*.



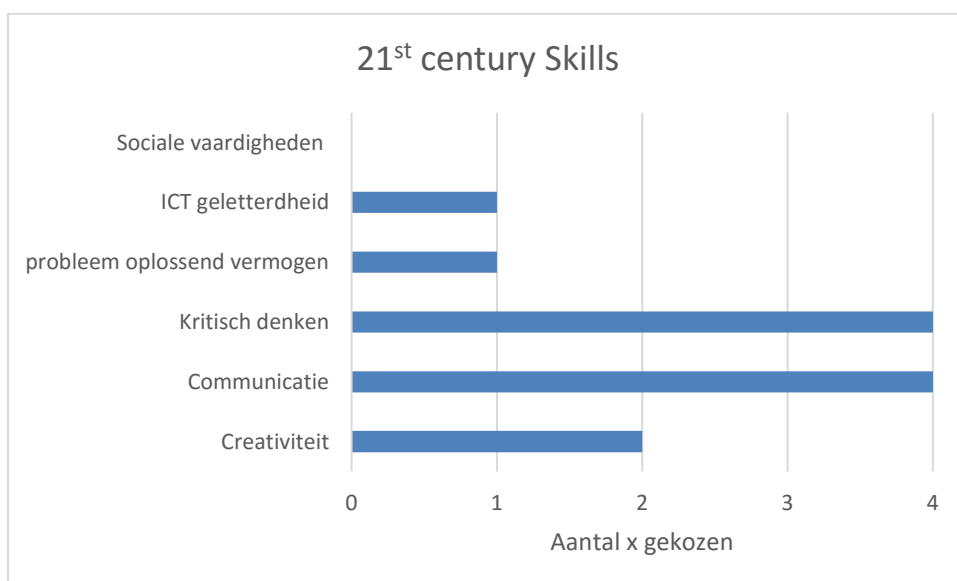
Figuur 17 Vergelijkingstabel van het gemiddeld aangeleerd niveau van de competenties en het gebruik hiervan op de HZ.

Op basis van vraag 1 en 4 van de enquête is de bovenstaande vergelijkingstabel (figuur 17) samengesteld. De Vergelijkingstabel laat zien dat de meest gebruikte competenties op de HZ zijn *samenwerken*, *productgerichtheid* en *individueel werken*. De best aangeleerde competenties zijn *inventiviteit*, *individueel werken* en *doorzettingsvermogen*. Hieruit kan de conclusie worden getrokken dat meer aandacht moet worden besteed aan *samenwerken* en *productgerichtheid*.

Andere regelmatig gebruikte competenties zijn *plannen*, *procesgerichtheid* en *kennisgerichtheid*. De voldoende aangeleerde competenties zijn *kennisgerichtheid* en *samenwerken*. De minst gebruikte competenties op de HZ zijn *inventiviteit* en *doorzettingsvermogen*. En de slechtst aangeleerde competenties zijn *procesgerichtheid*, *plannen* en *productgerichtheid*.

Hieruit kan worden geconcludeerd dat meer aandacht moet worden besteed aan *plannen*, *productgerichtheid* en *procesgerichtheid*.

Vraag 5 en 6 richten zich op competenties die de leerlingen beter hadden willen beheersen toen ze begonnen met hun huidige opleiding op de HZ maar waarop NLT en O&O niet direct zijn gericht. Vraag 5 vraagt naar de *21st Century skills*, waarbij de respondenten meerdere antwoorden konden aanvinken. Het resultaat hiervan wordt getoond in de tabel hieronder (figuur 18).



Figuur 18 Tabel 21st Century skills die de studenten graag beter hadden aangeleerd.

Uit deze tabel kan worden afgeleid dat de studenten graag hadden geleerd om beter te *communiceren* en *kritisch te denken*. *Creativiteit* (2 van de 10 personen), *ICT geletterdheid* (1 persoon) en *probleem oplossend vermogen* (1 persoon) zijn in mindere mate gekozen en worden dus als voldoende aangeleerd ervaren. *Sociale vaardigheden* werd door iedereen als voldoende aangeleerd beschouwd. Aangezien telkens 4 personen hebben aangegeven dat ze de competenties *kritisch denken* en *communicatie* beter hadden willen beheersen, kan worden geconcludeerd dat aan deze competenties meer aandacht moet worden besteed.

Vraag 6 was een open vraag en niet verplicht om te beantwoorden. Hierin werd gevraagd welke vaardigheden, die de studenten misten, die niet werden benoemd. Hieronder zijn de competenties die ze misten weergegeven:

- Leiding geven
- Coachen van een team
- Zelfstandigheid
- Project matig werken
- Communicatie in de zin van elicitatie
- Direct contact met de opdrachtgever

Deelconclusie:

Uit de resultaten van het onderzoek naar nuttig bevonden vaardigheden blijkt dat de studenten *samenwerken* de meest nuttige competentie vinden en *inventiviteit* de minst nuttige. De meest gebruikte competenties op de HZ zijn *samenwerken*, *productgerichtheid* en *individueel werken*. De best aangeleerde competenties op Nehalennia zijn *inventiviteit*, *individueel werken* en *doorzettingsvermogen*. Andere regelmatig op de HZ gebruikte competenties zijn *plannen*, *procesgerichtheid* en *kennisgerichtheid*. De studenten vonden de competenties *kennisgerichtheid* en *samenwerken* voldoende aangeleerd. Ondanks dat de competentie *samenwerken* voldoende is aangeleerd, volgt uit de enquête dat hier nog meer aandacht naar uit moet gaan, omdat studenten dit de meest nuttige competentie blijken te vinden. Ook is er behoefte aan meer aandacht voor productgerichtheid. Andere regelmatig gebruikte competenties zijn *plannen*, *procesgerichtheid* en *kennisgerichtheid*. *Plannen* en *procesgerichtheid* zijn slecht aangeleerde vaardigheden op Nehalennia. Hier zal veel aandacht aan moeten worden besteed. Daarnaast gaven de studenten aan dat ze graag meer *communicatieve vaardigheden* hadden ontwikkeld en beter *kritisch* hadden willen kunnen *denken*.

Op grond van de uitslag van de enquête wordt aanbevolen in het vervolg meer aandacht te besteden aan de volgende vaardigheden:

- Plannen
- Procesgerichtheid
- Productgerichtheid
- Samenwerken
- Communicatie
- Kritisch denken

4.5 Toetsing van het gedetailleerde lesplan

4.5.1 Leerlingenhandleiding

Relatie met de theorie

Bij het schrijven van de leerlingenhandleiding is rekening gehouden met de didactische werkvormen genoemd door Hooegeveen en Winkels: onderwijsaspect (bijv. opdrachten geven), leeraspect (bijv. antwoord geven), vormingsaspect (bijv. het eigen maken van kennis), opvoedingsaspect (leerdoel bijv. zelfstandigheid) en het objectief aspect (inhoud van het onderwijs wordt bepaald door de inhoud en het doel van het onderwijs). Zo is sprake van een duidelijke opdrachtoomschrijving. De leerlingen moeten zelfstandig onderzoek doen naar het onderwerp *Glastuinbouw en energie* en antwoord zoeken op de door hen zelf opgestelde hoofd- en deelvragen. Daarnaast is het doel van de opdracht niet alleen het verwerven van inhoudelijke kennis over het gegeven onderwerp, maar ook het aanleren van de *21st Century skills*, beide doelen van dit lesplan, waarmee aan het objectief aspect is voldaan.

Ervaring in de praktijk

De leerlingen gaven aan de leerlingenhandleiding overzichtelijk te vinden. Een klein aantal gaf aan dat ze de leerlingenhandleiding nauwelijks hebben gelezen. Dit kan ermee te maken hebben dat ze nooit eerder met een handleiding hebben gewerkt. Tijdens het lesgeven was dit ook te merken want de opleverpunten en deadlines moesten vaak worden herhaald.

De kwaliteit van de plannen van aanpak was wisselend. De hoofd- en deelvragen werden vaak te algemeen geformuleerd. Wellicht was de opdracht te vrij of te ruim, in ieder geval waren ze dit niet gewend. Ze hadden veel sturing nodig bij het zoeken van hun onderzoeksonderwerp. Het zoeken van een goed onderwerp heeft bij een aantal groepjes dan ook langer geduurd dan van te voren was verwacht en ingepland. De vrijheid had ook een goede kant, want daardoor hebben de leerlingen voor het eerst echt *out of the box* kunnen denken. Ze gaven aan dat dit het eerste project was waarin ze een opdracht kregen die niet was voorgekauwd.

In de praktijk is weinig gebruik gemaakt van het benaderen van experts. Er was maar één groepje dat daadwerkelijk een expert heeft benaderd. De tijd die het kostte en het punt (via het indienen van het portfolio) dat het uiteindelijk oplevert is wellicht niet in verhouding. Daarnaast zag niet iedereen de activiteit als een nuttige aanvulling van hun onderzoek. De vraag is of er meer punten voor deze activiteit zouden moeten worden toegekend of dat het juist goed is dat de leerlingen zelfstandig kiezen waar ze de benodigde kennis vandaan halen.

De internetcursussen zijn wel door iedereen gevolgd, maar werden niet door iedereen nuttig gebruikt. Een groot deel van de leerlingen vond de internetcursussen echter wel nuttig omdat ze deze goed konden gebruiken om hun onderwerp te bepalen. Eén groepje is bijvoorbeeld door een filmpje van een arduino (een micro-controller) die zo geprogrammeerd is dat deze een spiegel de zon kon laten volgen, geïnspireerd geraakt. Ze hebben dit principe vervolgens in hun eigen ontwerp gebruikt.

Een terugkerend probleem in het lesplan is dat er weinig tijd beschikbaar is. Wellicht moet het aantal activiteiten toch gereduceerd worden. Aan de andere kant geeft dit de leerlingen de vrijheid keuzes te maken die bij hun eigen onderzoek passen. De een heeft meer behoefte aan de mening van een expert, en de ander zal meer internetcursussen volgen of boeken raadplegen. Het gaat er niet om hoe ze aan hun kennis komen, maar dat ze die weten te vinden. Het gaat er juist om vertrouwen te hebben in de vindingrijkheid van de leerlingen en dat zoveel mogelijk te stimuleren.

Reactie en aanbevelingen leerlingen

De leerlingen vonden het over het algemeen een leuk project, met goede begeleiding. Ze vonden het leuk zelf iets te kunnen bouwen. Sommige groepjes werkten zelfs in eigen tijd aan het project. Ze

gaven aan meer te hebben geleerd door de vrijheid die ze hadden gekregen. *Anders hadden we nooit zo'n leuk onderwerp gehad*, gaven ze aan. Anderen gaven aan moeite te hebben met het formuleren van een goede hoofdvraag en de vrijheid die de opdracht bood. Ze vonden het juist lastig veel vrijheid te krijgen. Een aantal leerlingen gaf aan dat ze voor het eerst de vrijheid voelde om vragen te stellen, terwijl zij dat eerder nooit durfden. Dit zal te maken hebben met de veilige leeromgeving die is geprobeerd te creëren.

De leerlingen gaven aan dat ze de handleiding eerder hadden willen ontvangen, namelijk tegelijk met de theoretische module die ze eerst door moesten nemen, zodat ze hadden geweten wat de opdracht van het project zou zijn. Ze hadden dan op een andere manier de module bekeken en doorgenomen, alvast met het oog op het zoeken van een geschikt onderwerp.

Reactie en aanbevelingen experts

Marissa van der Sanden heeft de leerlingenhandleiding doorgenomen. Ze gaf aan het een hele duidelijke handleiding te vinden met nuttige informatie erin. Ze vond de internetcursussen leuk en vond het ook handig dat de beoordelingsformulieren zijn toegevoegd. Ze meende dat het leerdoel sociale vaardigheden moeilijk te toetsen is, omdat je dit in een context moet zien. Niet elke leerling is hetzelfde en dus ook niet even sociaal vaardig. Daarnaast is haar het probleem voorgelegd, dat de leerlingen *het interviewen van een expert/plannen van een bedrijfsbezoek* voornamelijk achterwege hebben gelaten. Ze zei dat je hier misschien meer begeleiding bij moet bieden, als je echt wil dat de leerlingen dat gaan doen. Het is voor hun een hele grote stap als ze een onbekend persoon moeten benaderen.

Marco Mersie gaf aan dat hij de handleiding erg overzichtelijk vond. Met name het overzicht van het project is een goede hulp voor de leerlingen, zo kunnen ze in één plaatje zien wat er tijdens het hele project moet gebeuren. Ze zullen dat zeker gaan gebruiken. Daarnaast is het handig dat de beoordelingsformulieren zijn bijgevoegd. Als tip gaf hij mee deze formulieren nog iets uit te breiden door een vakje te maken voor de naam van de leerling en de datum. Over het beoordelingsformulier voor de presentatie, zei hij dat het kopje *opmerkingen* nog kon worden opgesplitst in opbouwende en positieve feedback.

Lisette Schreijenbergh vindt de leerlingenhandleiding netjes en goed. Ze zei dat duidelijk is beschreven wat de leerlingen moeten doen en gaf aan dat dit waarschijnlijk komt doordat ik qua leeftijd dichterbij de leerlingen sta dan andere docenten. Ze meent dat de assessments beter halverwege het project plaats kunnen vinden, omdat de leerlingen dan aan het einde van het project in hun portfolio kunnen reflecteren op het assessment. Ze vond ook dat alleen de vijf belangrijkste leerdoelen in de leerlingenhandleiding moeten worden geplaatst, zodat de leerlingen duidelijker begrijpen wat het doel is van het project, daarnaast leren de leerlingen daardoor leerdoelen te koppelen aan uitgevoerde activiteiten. Ze vond hoofdstuk *overzicht van het project* een goede toevoeging en dacht dat de leerlingen dit zeker zullen gebruiken. Op deze manier kunnen de leerlingen direct op een overzichtelijke manier zien wat er in dit project moet worden gedaan. Ze vindt de gedachte achter het hoofdstuk *voorgestelde literatuur en websites* goed, maar denkt wel dat dit het risico met zich meebrengt dat meerdere leerlingen hetzelfde onderwerp kiezen. Ze gaf de aanbeveling deze te vervangen door zoektermen.

Deelconclusies

Bij het schrijven van de leerlingenhandleiding is rekening gehouden met de didactische werkvormen genoemd door Hoogeveen en Winkels. Zo is sprake van een duidelijke opdrachtschrijving. De leerlingen moeten zelfstandig onderzoek doen naar het onderwerp *Glastuinbouw en energie* en antwoord zoeken op de door hen zelf opgestelde hoofd- en deelvragen.

De leerlingen gaven aan de leerlingenhandleiding overzichtelijk te vinden. De opdracht was inderdaad vrijer dan ze gewend waren, waardoor meer sturing nodig was bij het zoeken van een onderzoeksonderwerp. Door deze vrijheid konden de leerlingen echter voor het eerst echt *out of the box* denken. De leerlingen vonden het een leuk project, met goede begeleiding. Sommige groepjes werkten zelfs in eigen tijd aan het project.

Uit de toetsing van de leerlingenhandleiding blijkt dat een terugkerend probleem in het lesplan is dat er weinig tijd beschikbaar is. Het aantal activiteiten zou daarom gereduceerd kunnen worden. Aan de andere kant geeft dit de leerlingen de vrijheid keuzes te maken die bij hun eigen onderzoek passen. Van belang is niet hoe ze aan de benodigde kennis komen, maar dat ze die weten te vinden. Het is belangrijk om vertrouwen te hebben in de vindingrijkheid van de leerlingen en hen in hun onderzoek zo veel mogelijk te stimuleren.

De leerlingen hadden de handleiding graag eerder hadden ontvangen, tegelijk met de theoretische module, zodat ze bij het doornemen van de theoretische module al hadden geweten wat de opdracht van het project zou zijn.

De experts vonden de handleiding overzichtelijk, netjes en nuttig. Met name het overzicht van het project en de beoordelingsformulieren worden gezien als een goede hulp voor de leerlingen. Aanbevolen wordt de leerlingen meer begeleiding te bieden bij *het interviewen van een expert/plannen van een bedrijfsbezoek*. Het is voor hun een hele grote stap als ze een onbekend persoon moeten benaderen.

Daarnaast wordt aanbevolen het assessment naar halverwege het project te verplaatsen, omdat de leerlingen dan aan het einde van het project in hun portfolio kunnen reflecteren op het assessment. Verder wordt geadviseerd alleen de vijf belangrijkste leerdoelen in de leerlingenhandleiding op te nemen, zodat de leerlingen duidelijker begrijpen wat het doel is van het project, daarnaast leren de leerlingen daardoor leerdoelen te koppelen aan uitgevoerde activiteiten.

Een expert gaf aan de gedachte achter het hoofdstuk *voorgestelde literatuur en websites* goed te vinden, maar dat dit het risico met zich meebrengt dat meerdere leerlingen hetzelfde onderwerp kiezen en gaf de aanbeveling deze te vervangen door zoektermen.

4.5.2 Docentenhandleiding

Relatie met de theorie

Bij het opstellen van de docentenhandleiding is uitgegaan van de definitie die Gladbeek hanteert van het begrip *leerdoel*. Het leerdoel heeft een inhoudelijk en een gedragsaspect en beschrijft het eindpunt van een leertraject. De leerdoelen zoals geformuleerd in § 4.1.6 omschrijven allen het gedrag dat aan het einde van het leerproces vertoond moet worden in een observeerbare activiteit, de leerstof is zo concreet mogelijk verwoord, in de tegenwoordige tijd en als gewenst resultaat.

Bij het schrijven van de leerlingenhandleiding is rekening gehouden met de 5 in de § hierboven reeds beschreven didactische werkvormen genoemd door Hoogeveen en Winkels. Daarnaast is tevens rekening gehouden met de laatstgenoemd didactische werkvorm: het subjectief aspect, dat betrekking heeft op de manier waarop de docent de werkvorm invult. In het hoofdstuk *Leerplan van de docentenhandleiding* wordt het principe van *High impact learning* uitgelegd en vertaald naar een didactische werkvorm.

Het lesplan is vervolgens getoetst aan de vragen van Boekaerts en Simons genoemd in § 2.1.

De doelstellingen zijn concreet benoemd in de leerdoelen. Deze leerdoelen zijn gekoppeld aan een opdracht waarbij door de leerlingen specifieke activiteiten moeten worden uitgevoerd. Ten slotte zijn er verschillende beoordelingsformulieren opgesteld aan de hand van de vastgestelde leerdoelen.

Met de behoefte piramide van Maslow is in het hele lesplan rekening gehouden in die zin dat er veel aandacht uitgaat naar het creëren van een veilige, vriendschappelijke, respectvolle omgeving, waarin de leerling zich vrij genoeg voelt om vragen te stellen en *out of the box* denken. In de docentenhandleiding wordt uitgegaan van een coachende opbouwende rol van de docent. Dit wordt keer op keer benadrukt.

Omdat de leerpiramide van Bale aangeeft dat klassikaal frontaal lesgeven het minst effectief is om kennis en vaardigheden op te doen is er voor gekozen deze vorm van lesgeven zoveel mogelijk te vermijden. Zo is er bijvoorbeeld voor gekozen de leerlingen de leerleerlingenhandleiding zelfstandig te laten doornemen in plaats van dit klassikaal te presenteren.

De in § 4.1.4. geïnventariseerde noodzakelijke hoofdstukken voor een goed lesplan zijn stuk voor stuk opgenomen in de docentenhandleiding.

De leerstukken *High impact learning* en de *21st Century skills* vormen vanaf het begin van het onderzoek de spil van het lesplan. De aanbevelingen van Voogt & Roblin zijn meegenomen in het opstellen van het hele lesplan. Zo is rekening gehouden met ICT en de rol die zij speelt bij het vergaren van kennis ten behoeve het onderzoek. Bij de docenten is eigenaarschap geprobeerd te creëren door *High impact learning* en de *21st Century skills* centraal te stellen als leerdoelen in het leerplan en daarnaast door achtergrondinformatie over de leerstukken op te nemen in de handleiding. Daarnaast is op kleine schaal begonnen met het implementeren van *High impact learning* in slechts 1 klas met een project van ca. 4 maanden en zal daarmee hopelijk bijdragen aan de ontwikkeling van nieuwe initiatieven. Met het onderwerp over het behalen van een hoger energie rendement wordt aangesloten bij het maatschappelijke thema duurzaamheid, terwijl de leerlingen tegelijkertijd de *21st Century skills* aanleren.

Ervaring in de praktijk

De heer M. Mersie

In een interview met de heer Mersie, die nauw betrokken was bij het testen van dit lesplan is geprobeerd in kaart te brengen hoe succesvol het her-ontwikkelde lesplan was in vergelijking met voorgaande jaren. Het gehele interview is bijgevoegd als bijlage 6. De heer Mersie gaf aan dat de prototypen dit jaar verder afgebouwd waren dan voorgaande jaren. Voorheen hadden de leerlingen minder tijd over om hun prototype te bouwen, waardoor ze niet allemaal af waren. Daarnaast meent hij dat de verschillen in kwaliteit groot waren. Hij denkt dat dit komt doordat sommige leerlingen meer motivatie hebben dan andere. De leerlingen met een zwakkere motivatie kiezen voor de weg van de minste weerstand. Daarnaast ligt bij sommige leerlingen de interesse op een ander gebied. Doordat het vak NLT zo varieert in lesstof is het niet mogelijk dat iedereen elk project leuk vindt. De online cursussen bleken zo nuttig dat ze zeker bij meer projecten gebruikt zullen worden.

Het *High impact learning* heeft echt een toegevoegde waarde gehad in dit lesplan. Dat was bijvoorbeeld duidelijk te zien bij het groepje dat een arduino heeft geprogrammeerd en het groepje die infrarood foto's maakte van de kas. Het was dus duidelijk dat echt een open opdracht is gegeven die de leerlingen zelf met veel vrijheid in mochten vullen. Het was tijdens de lessen te zien dat deze leerlingen veel betrokkenheid hadden bij het project, sommige groepjes werkten zelfs in tussenuren aan de prototypen. Dit was duidelijk het resultaat van het *High impact learning* en dat hier in het nieuwe lesplan meer op wordt gestuurd.

Reactie experts

Marissa van der Sanden heeft de docentenhandleiding doorgenomen. Ze gaf aan het een hele duidelijke handleiding te vinden met nuttige informatie erin. De hoofdstukken *het project in een oog opslag* en *overzicht van het project* vond ze met name enorm handig. Ze tekende daarbij aan dat er heel veel wordt voorgekauwd voor de docent en dat zij het project zou uitvoeren op haar eigen manier en daarbij mijn lesvoorbereidingen niet persé nodig zou hebben. Daarnaast zou ze in het hoofdstuk *het project in een oog opslag* graag de excursie opleiding Engineering naar de HZ terug willen zien onder het kopje *bijbehorende LOB activiteit* en de docent ook aan te raden deze excursie uit te voeren.

Marco Mersie gaf aan dat het goed zou zijn nog dieper in te gaan op de context van het onderwerp Glastuinbouw dan nu al wordt gedaan in de docentenhandleiding. Goed vond hij de voorbeelden van de innovaties en de daarbij behorende links voor docenten. Hij was blij met het hoofdstuk *overzicht van het project*, maar miste daarin een verwijzing naar de beoordelingsformulieren. Verder gaf hij aan dat meer structuur geboden zou kunnen worden voor de testfase, bijvoorbeeld door hiervoor een stappenplan aan te reiken.

Lisette Schreijenberg vindt de docentenhandleiding enorm praktisch. Volgens haar staat heel duidelijk beschreven waar de docenten op moeten letten. Daarnaast wordt het *High impact learning* duidelijk omschreven en is de koppeling naar het project duidelijk. Wel gaf ze aan het logischer te vinden om het hoofdstuk Theorie eerder in de handleiding te plaatsen, namelijk achter het hoofdstuk overzicht van het project.

Deelconclusies

Bij het opstellen van de docentenhandleiding is rekening gehouden met de verschillende beschreven didactische werkvormen genoemd in § 4.1.2. De leerstukken *High impact learning* en de *21st Century skills* vormen vanaf het begin van het onderzoek de spil van het lesplan. Zo is er rekening gehouden met het belang van ICT, aandacht voor eigenaarschap bij de docenten en is er op kleine schaal geïmplementeerd. In het lesplan is rekening gehouden met de piramide van Maslow in die zin dat er veel aandacht uitgaat naar het creëren van een veilige, vriendschappelijke, respectvolle omgeving, waarin de leerling zich vrij genoeg voelt om vragen te stellen en *out of the box* denken. In de docentenhandleiding wordt telkens weer uitgegaan van een coachende opbouwende rol van de docent. Omdat klassikaal frontaal lesgeven volgens Bale het minst effectief is om kennis en vaardigheden op te doen is er voor gekozen deze vorm van lesgeven in het lesplan te vermijden.

Uit het interview met de heer Mersie over de uitvoering van het project komt naar voren dat de leerlingen dit jaar meer tijd hadden om hun prototypen te bouwen in vergelijking met voorgaande jaren. De verschillen in kwaliteit waren groot doordat sommige leerlingen meer motivatie hebben dan andere. Uit het feit dat sommige groepjes zelfs in tussenuren aan hun project werkten, blijkt dat de betrokkenheid bij het project groot was. De online cursussen bleken zo nuttig dat ze zeker bij meer projecten gebruikt zullen worden. Uit de resultaten bleek duidelijk dat echt een open opdracht is gegeven die met veel vrijheid werd ingevuld. Dit was duidelijk het resultaat van het *High impact learning*. De leerlingen hadden meer vernieuwende ideeën, waarschijnlijk doordat hier in het nieuwe lesplan meer op wordt gestuurd.

De experts gaven aan de docentenhandleiding duidelijk, praktisch en nuttig te vinden. Met name de hoofdstukken *het project in een oog opslag* en *overzicht van het project* vonden ze erg handig.

Een expert gaf aan de lesvoorbereidingen niet persé nodig te hebben. Daarnaast werd aanbevolen in het hoofdstuk *het project in een oog opslag* graag de excursie opleiding Engineering naar de HZ op te nemen onder het kopje *bijbehorende LOB activiteit* en de docent ook aan te raden deze excursie uit te voeren. Aangeraden werd verder het hoofdstuk Theorie eerder in de handleiding te plaatsen,

namelijk achter het hoofdstuk overzicht van het project. Tenslotte werd het idee aangedragen de leerlingen meer structuur in de testfase te bieden door ze een stappenplan aan te reiken.

4.5.3 Excursie HZ

Relatie met de theorie

Bij het schrijven van de *Leerlingenhandleiding voor de excursie Engineering* is gebruik gemaakt van volgende didactische werkvormen: het onderwijsaspect (bijv. opdrachten geven), het leeraspect (bijv. antwoord geven), het vormingsaspect (bijv. het eigen maken van kennis) en het objectief aspect (inhoud van het onderwijs wordt bepaald door de inhoud en het doel van het onderwijs) zoals gedefinieerd door Hogeveen en Winkels. De drie eerst genoemde werkvormen door een duidelijk opdracht te beschrijven, waarop de leerlingen een antwoord moeten zoeken, waarbij de leerlingen zich nieuwe kennis eigen moeten maken. Het objectief aspect is bereikt omdat de leerlingen op een praktische duidelijke wijze kennis hebben gemaakt met en een goed beeld hebben verkregen van de opleiding Engineering.

Ervaring in de praktijk

Zoals eerder reeds beschreven was de excursie zelf een groot succes. De naar aanleiding van de excursie naar de HZ geschreven evaluatie is bijgevoegd als bijlage 4.

Uit deze reflectie zijn enkele verbeterpunten te destilleren. Ten aanzien van de voorbereidende lessen betekent dit dat een langere voorbereidingstijd ingepland moet worden van 3-4 lessen, omdat de leerlingen wegens tijdgebrek niet aan toe kwamen de opdrachten uit de leerlingenhandleiding voor de excursie te maken en gelijk begonnen met het ontwerpen van de ideeën. Daarnaast kozen alle leerlingen voor het weerstandsprincipe in plaats van voor het liftprincipe, dat eigenlijk veel effectiever is. Dit kwam doordat ze zich niet hadden verdiept in de twee verschillende werkingsprincipes. Als de leerlingen in de toekomst meer voorbereidingstijd krijgen, zullen er waarschijnlijk meer leerlingen voor het liftprincipe kiezen.

Bij het bouwen van het prototype waren er een aantal groepjes die geen rekening hadden gehouden met het monteren van de as op hun windturbine. Tijdens de voorbereidende lessen was hier toch veel aandacht aan besteed, maar op de een of andere manier was hier bij een aantal groepjes niet goed over nagedacht. In het vervolg zal dus nog meer aandacht moeten worden besteed aan de uitleg van de montage van de rotor op de as.

Helaas draaiden de meeste windturbines te zacht om de stroom te kunnen meten. Hierdoor kon alleen spanning worden gemeten en was het dus onmogelijk om het vermogen te bepalen. Tijdens het testen van de opstelling had ik hier eigenlijk geen problemen mee gehad, maar de wieken die ik gebruikte als test waren dan ook gebaseerd op het liftprincipe. Deze draaide dus vele malen sneller dan de wieken van de leerlingen. Er van uitgaande dat de leerlingen volgende keer ook geen liftprincipe zullen toepassen zal de volgende keer een andere motor moeten worden gekozen met een lager nominaal toerental, waardoor er eerder stroom zal worden opgewekt. De motor moet rond kunnen draaien met heel weinig kracht (het liefst een zonder versnellingsbak of sterke magneten), omdat de wieken anders niet genoeg koppel kunnen leveren om de as rond te draaien.

Doordat sommige prototypen niet goed konden worden bevestigd op de as raakte soms een onderdeelje los. Daarnaast konden de windmolens kapot gaan door de krachten die de windturbine creëert. Een aandachtspunt voor het vervolg is dan ook de bescherming van de omstanders. Hierbij kan worden gedacht aan het dragen van beschermingsbrillen of een plexiglazenruit waar de leerlingen achter kunnen staan.

Reactie experts

Marissa van der Sanden vond de leerlingenhandleiding voor de excursie erg overzichtelijk. Daarnaast heb ik een aantal problemen die tijdens de uitvoering naar voren kwamen met haar besproken. Ze gaf als oplossing voor het probleem dat de leerlingen de theoretische opdracht niet hadden uitgevoerd voordat ze begonnen te schetsen: “Je moet aangeven dat de leerlingen eerst de vragen moeten hebben beantwoord, voordat ze mogen ontwerpen”. Daarnaast zou er meer aandacht moeten worden besteed op de bevestiging van de rotor op de as. Ze gaf als oplossing voor dit probleem dat je bij de groepjes langs loopt en de as laat zien en uitlegt hoe de wieken er op kunnen worden bevestigd.

Peter van der Heide vond dat de excursie was geslaagd. Hij was met name te spreken over het enthousiasme van de leerlingen en de manier hoe de opleiding werd neergezet. Over de uitvoering werden wel een aantal verbeterpunten aangekaart. De veiligheid, aangeleerde theoretische kennis van de leerlingen en de testopstelling waren volgens de heer Van der Heide punten die de volgende keer zullen moeten worden aangescherpt. Als oplossing voor het kennisprobleem, dat zijn oorzaak vond in het niet maken van de theoretische opdracht gaf hij de aanbeveling, een interactieve instructie les te geven over de verschillende werkingsprincipes van windturbines. Wel vertelde hij dat hij deze excursie vaker zal gaan uitvoeren en ook voor andere scholen gaat gebruiken.

Lisette Schreijenbergh is de vraag voorgelegd hoe in de toekomst kan worden voorkomen dat de leerlingen gelijk gaan ontwerpen. Zij gaf als aanbeveling een lijst met vragen op te zetten, waar de leerlingen 2 vragen uit moeten kiezen die ze willen beantwoorden voordat ze mogen beginnen met het ontwerpen.

Deelconclusies

Bij het schrijven van de *Leerlingenhandleiding voor de excursie Engineering* is gebruik gemaakt van de didactische werkvormen zoals gedefinieerd door Hogeveen en Winkels door een duidelijk opdracht te beschrijven, waarop de leerlingen een antwoord moeten zoeken, waarbij de leerlingen zich nieuwe kennis eigen moeten maken. Het objectief aspect is bereikt omdat de leerlingen op een praktische duidelijke wijze kennis hebben gemaakt met en een goed beeld hebben verkregen van de opleiding Engineering.

De excursie naar de HZ was een succes. Met name het enthousiasme van de leerlingen en de manier waarop de opleiding werd neergezet werd door de HZ erg gewaardeerd. Wel kwamen er uit de ervaring in de praktijk een aantal knelpunten naar voren. Zo bleek in de praktijk dat de leerlingen wegens tijdgebrek niet toekwamen aan het maken van de opdrachten uit de leerlingenhandleiding voor de excursie en gelijk begonnen met het ontwerpen van de ideeën. Daarnaast waren er bij het bouwen van het prototype een aantal groepjes die geen rekening hadden gehouden met het monteren van de as op hun windturbine. Helaas draaiden de meeste windturbines te zacht om de stroom te kunnen meten. Hierdoor kon alleen spanning worden gemeten en was het dus onmogelijk om het vermogen te bepalen.

De experts vonden de *Leerlingenhandleiding voor de excursie Engineering* handig en overzichtelijk.

Daarnaast gaven ze nog een aantal aanbevelingen. Een expert droeg als oplossing voor het probleem dat de leerlingen de theoretische opdracht niet hadden uitgevoerd voordat ze begonnen te schetsen aan dat je moet aangeven dat de leerlingen eerst de vragen moeten hebben beantwoord, voordat ze mogen ontwerpen. Daarnaast zou er meer aandacht moeten worden besteed op de bevestiging van de rotor op de as. Bijvoorbeeld door bij de groepjes langs te lopen en te laten zien hoe de wieken op de as kunnen worden bevestigd. Als oplossing voor het kennisprobleem, dat zijn oorzaak vond in het

niet maken van de theoretische opdracht werd aanbevolen, een interactieve instructie les te geven over de verschillende werkingsprincipes van windturbines.

De HZ was tevreden over de excursie en wil deze activiteit in het vervolg aan meerdere scholen aanbieden.

4.5.4 Toetsing aan de hand van de behaalde cijfers

Mede door de cijfers van de voorgaande twee jaar te vergelijken met de cijfers van dit jaar wordt onderzocht in hoeverre het herschreven lesplan is verbeterd ten opzichte van de oude versie. De namen van de leerlingen zijn weg gelaten om anonimiteit te kunnen garanderen. Uit de lijsten zijn de leerlingen verwijderd die zijn blijven zitten, langdurig ziek zijn geweest of van school af zijn gegaan. Dit met de achterliggende gedachte dat deze leerlingen weinig of geen motivatie zullen hebben om hoge cijfers te halen. Daarnaast zijn alleen de cijfers van eindpresentatie en de repetitie meegenomen, omdat alleen deze onderdelen in allebei de lesplannen werden gebruikt als becijferingsmethode. Op deze manier is een testgroep gecreëerd die eerlijk kan worden vergeleken.

2015-2016	Repetitie	Presentatie	Eindcijfer	Jaar gemiddelde	Cijfer verschil t.o.v jaar gemiddelde
leerling	50%	50%	100%		
1	7,8	7,5	7,7	6,9	0,8
2	6,3	8,5	7,4	7,6	-0,2
3	7,4	6	6,7	7,5	-0,8
4	7,6	6	6,8	6,5	0,3
5	6,7	7	6,9	6,8	0,0
6	4,9	6	5,5	5,9	-0,5
7	6,9	7,5	7,2	7	0,2
8	8,3	8,5	8,4	8,3	0,1
9	6	6	6,0	6,5	-0,5
10	6,3	8,5	7,4	7,5	-0,1
11	7,8	7,5	7,7	7,2	0,5
12	7,2	7	7,1	7,2	-0,1
13	7,4	7	7,2	7,2	0,0
14	6	8,5	7,3	7	0,3
15	7,6	7,5	7,6	6,9	0,6
16	7,4	6	6,7	6,7	0,0
17	6,9	6	6,5	7,1	-0,6
18	7,2	7,5	7,4	6,9	0,4
19	7,2	8,5	7,9	7,1	0,8
20	6,5	7	6,8	6,9	-0,2
21	8,3	8,5	8,4	7,3	1,1
22	6,3	6	6,2	6,6	-0,4
23	6,3	8,5	7,4	7	0,4
24	6,9	6	6,5	6,5	0,0
gem	7,0	7,2	7,1	7,0	0,1

Figuur 19 Cijfer overzicht van de leerlingen die het herschreven lesplan hebben gevolgd

2014-2015	Repetitie	Presentatie	Eindcijfer	Jaar gemiddelde	Cijfer verschil t.o.v jaar gemiddelde
leerling	50%	50%	100%		
1	6,1	6,1	6,1	6	0,1
2	4,7	7	5,9	6,5	-0,7
3	5,8	6	5,9	6,6	-0,7
4	7,4	8	7,7	7,4	0,3
5	4,7	3	3,9	5,4	-1,6
6	5,8	6	5,9	6,1	-0,2
7	5,8	6,5	6,2	5,8	0,4
8	5,8	6,5	6,2	7	-0,9
9	6,8	8	7,4	5	2,4
10	6,3	8	7,2	6,8	0,4
11	5,8	3	4,4	5,7	-1,3
gem	5,5	6,86	6,1	5,7	0,4

Figuur 20 Cijfer overzicht van het oude lesplan, leerjaar 2014-2015

2013-2014	Repetitie	Presentatie	Eindcijfer	Jaar gemiddelde	Cijfer verschil t.o.v jaar gemiddelde
leerling	50%	50%	100%		
1	4,5	6,5	5,5	6,0	-0,5
2	5	8	6,5	7,4	-0,9
3	6,5	7,8	7,2	5,1	2,1
4	7,5	8	7,8	7,8	0,0
5	3,5	7,8	5,7	5,2	0,5
6	7	8	7,5	6,9	0,6
7	5	7	6,0	6,5	-0,5
8	5,5	7,8	6,7	6,8	-0,1
9	6,5	6,5	6,5	7,2	-0,7
10	5	5	5,0	6,0	-1,0
11	7,5	6,5	7,0	6,2	0,8
12	5,5	5	5,3	4,6	0,7
13	3	7,8	5,4	3,3	2,1
gem	5,5	6,9	5,9	6,1	-0,2

Figuur 21 Cijfer overzicht van het oude lesplan, leerjaar 2013-2014

Het gemiddelde cijfer dat de leerlingen hebben gehaald over het gehele jaar gezien (zie: het jaar gemiddelde in de figuren 19 t/m 21) voor het vak NLT is vergeleken met het gecombineerde cijfer van dit project (zie: eindcijfer 100% in de figuren 16 t/m 18). Zo wordt bepaald hoe de leerlingen scoren ten opzichte van het jaargemiddelde voor dit specifieke project. Deze waarde is in de meest rechtse kolom geplaatst (van de figuren 19 t/m 21). Dit wordt gedaan voor alle 3 de leerjaren, deze 3 waarden worden met elkaar vergeleken.

Het eerste dat opvalt als je de cijfers gaat bekijken is dat het aantal leerlingen meer is dan de voorgaande jaren. Daarnaast valt op dat het gemiddelde van de leerlingen van dit jaar vele malen hoger is als het gemiddelde van de leerlingen van de voorgaande jaren. Hieruit kan worden opgemaakt dat deze klas gemiddeld gezien beter scoort dan voorgaande jaren. In vergelijking tot de voorgaande leerjaren liggen de behaalde cijfers ook veel dichter bij elkaar.

Leerjaar	afwijking negatief	afwijking positief	verschil
2015-16	-0,8	+1,1	1,9
2014-15	-1,6	+2,4	4,0
2013-14	-1,0	+2,1	3,1

Hieruit kan worden opgemaakt dat de hele klas zijn best heeft gedaan voor het project. Gezien het feit dat de klas ongeveer 2x zo groot is en de interesses van een aantal leerlingen waarschijnlijk op een geheel ander gebied liggen is dit een goede prestatie. Dit wil dus zeggen dat bij de uitvoering de hele klas beter dan vorige jaren betrokken was bij dit project. Blijkbaar wisten we iedereen te binden en te boeien, en niet alleen iemand die toch al geïnteresseerd is in het vakgebied. Daarnaast zijn geen onvoldoendes gehaald. Zeker gezien het feit dat alle jaren op dezelfde manier is getoetst en de onvoldoendes van de zittenblijvers van de vorige jaren er allemaal uit zijn gefilterd.

Als we dan vervolgens kijken naar de gemiddelde afwijking van het eindcijfer ten opzichte van het jaargemiddelde, valt het op dat deze kleiner is dan de afwijking van het jaar hiervoor, maar groter is dan de afwijking van het leerjaar 2013-14.

Leerjaar	afwijking
2015-16	+0,1
2014-15	+0,4
2013-14	-0,2

Gesteld wordt hoe dichter de afwijking bij nul uit komt hoe beter het niveau van het lesplan aansluit op het niveau van de leerlingen. Daarnaast kan worden geconcludeerd dat hoe meer de leerlingen

hun best doen voor het project hoe groter de betrokkenheid is onder de leerlingen. Deze betrokkenheid vloeit voort uit het interesse gebied van de leerlingen en hoe ze deze kunnen toepassen in het project ten opzichte van de voorgaande projecten. Geconcludeerd kan worden dat het lesplan voldoet aan wat werd verwacht. Het lesplan is op niveau en heeft betrokkenheid gecreëerd.

Expert

Marco Mersie vindt dat de uitkomsten van de toetsing aan de hand van de behaalde cijfers overeenkomen zijn ervaring tijdens de lessen in vergelijking met die van voorgaande jaren. Hij vindt dat de enorm goede dynamiek van de groep die hij heeft waargenomen tot uiting komt in de toetsing.

Deelconclusie

Uit de toetsing aan de hand van de behaalde cijfers blijkt dat de hele klas zijn best heeft gedaan voor het project. Gezien het feit dat de klas ongeveer 2x zo groot is en de interesses van een aantal leerlingen waarschijnlijk op een geheel ander gebied liggen is dit een goede prestatie. Daarnaast zijn geen onvoldoendes gehaald. Geconcludeerd kan worden dat het lesplan voldoet aan wat werd verwacht. Het lesplan is op niveau en heeft betrokkenheid gecreëerd. De heer Mersie meent dat de enorm goede dynamiek van de groep die hij heeft waargenomen tot uiting komt in de toetsing.

4.6 Deelconclusies

Analyse fase

De *21st Century skills* zijn gericht op de toekomstige maatschappij waarin complexe taken worden uitgevoerd door mensen, ondersteund door informatie van computers. Daarom moeten vaardigheden als creativiteit, kritisch denken, probleem oplossend vermogen en ICT geletterdheid al in een vroeg stadium worden geïntegreerd in het lesprogramma van jongeren.

Doordat de *21st Century skills* het beste kunnen worden aangeleerd door middel van een interdisciplinair thema is het vak NLT een uitstekende kans om dit concept op kleine schaal te kunnen testen. Daarbij moeten de leerlingen in staat worden gesteld om een project uit te voeren dat ze echt leuk vinden. De leraar en het lesplan moeten capabel zijn om de leerling te steunen in het *High impact learning*. ‘

High impact learning gaat ervan uit dat de toekomstige beroepsprofessional de capaciteit moet hebben om adaptief te zijn en zelf nieuwe kennis kan opdoen in een korte tijd. Van belang zijn daarbij vaardigheden als probleemoplossend werken, kritische zin (vermogen om kritische vragen te stellen), reflectievermogen en zelfverantwoordelijkheid.

De docent moet opbouwende feedback geven, openstaan voor veranderingen en in staat zijn de leerlingen te prikkelen voor het vakgebied. Werken in groepen is essentieel bij het principe van *High impact learning*, leerlingen moeten met elkaar overleggen en over en weer feedback geven en kunnen ontvangen. De leerling moet kunnen reflecteren tijdens en na de activiteit.

De *21st Century skills* sluiten goed aan bij het concept *High impact learning*. De insteek is hetzelfde. Beide leerstukken zijn gericht op het opleiden van jongeren voor de flexibele huidige en toekomstige arbeidsmarkt. De beide principes gaan er van uit dat de leerling zijn eigen leerproces in handen heeft en de docent hierbij slechts een coach is om dit leerproces te doorlopen. De leerling leert de vaardigheden het beste aan door het uitvoeren van een praktijk opdracht, dat een levensecht probleem simuleert.

De meest effectieve vorm van onderwijs is het onderwijs dat praktijkgericht te werk gaat en waarbij in groepjes gewerkt wordt. Dit zijn de twee onderste delen uit de piramide van Bale. Het lijkt dus logisch om veel aandacht te besteden aan praktijkgericht onderwijs. Toch moeten de andere modellen zoals, de behoefte piramide van Maslov, de leercirkel van Kolb en het didactisch model van Geerligs & van der Veen niet worden vergeten in dit onderzoek. Ze hebben vele jaren hun dienst bewezen en kunnen worden gebruikt om bijvoorbeeld een effectieve groepsindeling te maken en de leerlingen in staat te stellen om zich te kunnen ontplooiën.

Voor een goed lesplan zijn de volgende hoofdstukken noodzakelijk: inhoudsopgave, visie, project in een oog opslag (specificaties), domeinen (leerdoelen en vaardigheden), planning, theorie (les inhoud), leerplan, uitvoering (lesvoorbereiding), bronnen bij leerling-materiaal, cijfer opbouw (toetsing) en een stappenplan voor de practica. Daarnaast vraagt praktijkgericht onderwijs een actievere houding van de leerlingen. Tenslotte is van belang goed aan te sluiten bij het niveau van de jongeren.

De docent dient altijd van de laatste ontwikkelingen op het gebied van het onderwerp Energie op de hoogte te zijn, zeker omdat ook van de leerlingen wordt verwacht hier actief onderzoek naar te doen.

De leerdoelen die voortkomen uit het *High impact learning* en de *21st Century skills* nemen de belangrijkste plaats in.

Ideefase

De waarde van elk leerdoel is bepaald. Zij vormen het fundament van de integrale ideeën. Gekozen is voor het tweede integrale idee waarbij meer initiatief van de leerlingen wordt verlangd. Dit gekozen integrale idee wordt uitgewerkt tot een globaal lesplan. Er is een overzichtelijke leerlingenhandleiding geschreven, waarin duidelijk wordt uitgelegd wat de opdracht inhoudt en wat van de leerlingen wordt verwacht tijdens het project. Doordat de leerlingen deze handleiding vervolgens zelfstandig doornemen en actief met het project aan de slag gaan, is tevens sprake van kennisdeling en samenwerking. Daarnaast moeten de leerlingen zelf een bezoek aan een expert organiseren. Het is de bedoeling dat de leerling zijn eigen proces inricht.

Om de leerlingen een goed beeld te geven van de opleiding Engineering aan de HZ University of Applied Sciences is gekozen voor een praktijkopdracht die deels op de scholengemeenschap en deels op de hogeschool moet worden uitgevoerd. De leerlingen moeten zelf een wind turbine ontwerpen, bouwen en testen. Dit sluit goed aan op de opleiding Engineering, ze zullen namelijk eerst onderzoek moeten doen, dan ideeën bedenken en als laatste moeten ze het product gaan realiseren en testen.

Conceptfase

In deze fase is het globale lesplan geschreven. Dit houdt in dat de leerlingenhandleiding is geschreven en de te behalen deadlines zijn vastgesteld. In de leerlingen handleiding, wordt de opdracht als volgt geformuleerd: "Ontwikkel en test een (onderdeel van een) kas, die bijdraagt aan het behalen van een hoger energierendement." . Nadat de leerlingen een onderwerp hebben gekozen, moeten ze zelf in hun plan van aanpak een planning opnemen. Een probleemstelling moet worden geformuleerd en een lijst met de benodigde materialen worden toegevoegd.

Materialisatiefase

De docentenhandleiding bevat alle informatie die de docent nodig heeft om deze lessenserie succesvol te kunnen uitvoeren. Alle concept-lesvoorbereidingen zijn in de praktijk getest en in definitieve vorm in dit gedetailleerde lesplan samengevoegd.

De docentenhandleiding vormt samen met de leerlingenhandleiding het lesplan, het fysieke eindproduct van dit afstudeeronderzoek.

De praktijkopdracht in het kader van de excursie naar de HZ was een groot succes. De leerlingen waren enthousiast, deden actief mee en hebben daardoor een goed beeld gekregen van de opleiding Engineering en hebben het *High impact learning* principe van de HZ zodoende van dichtbij ervaren.

Bij het schrijven van de leerlingenhandleiding is rekening gehouden met de didactische werkvormen genoemd door Hoogeveen en Winkels. Zo is sprake van een duidelijke opdrachtschrijving. De leerlingen moeten zelfstandig onderzoek doen naar het onderwerp Glastuinbouw en energie en antwoord zoeken op de door hen zelf opgestelde hoofd- en deelvragen.

De leerlingen gaven aan de leerlingenhandleiding overzichtelijk te vinden. De opdracht was vrijer dan ze gewend waren, waardoor meer sturing nodig was bij het zoeken van een onderzoeksonderwerp. Door de vrijheid konden de leerlingen voor het eerst echt *out of the box* denken. De leerlingen vonden het een leuk project, met goede begeleiding. Sommige groepjes werkten zelfs in eigen tijd aan het project.

Uit de resultaten van het onderzoek naar nuttig bevonden vaardigheden blijkt dat de studenten *samenwerken* de meest nuttige competentie vinden en *inventiviteit* de minst nuttige. De meest gebruikte competenties op de HZ zijn *samenwerken*, *productgerichtheid* en *individueel werken*. De best aangeleerde competenties op Nehalennia zijn *inventiviteit*, *individueel werken* en *doorzettingsvermogen*. Andere regelmatig op de HZ gebruikte competenties zijn *plannen*, *procesgerichtheid* en *kennisgerichtheid*. De studenten vonden de competenties *kennisgerichtheid* en *samenwerken* voldoende aangeleerd. Ondanks dat de competentie *samenwerken* voldoende is aangeleerd volgt uit de enquête dat hier nog meer aandacht naar uit moet gaan, omdat studenten dit de meest nuttige competentie blijken te vinden. Ook is er behoefte aan meer aandacht voor productgerichtheid. Andere regelmatig gebruikte competenties zijn *plannen*, *procesgerichtheid* en *kennisgerichtheid*. *Plannen* en *procesgerichtheid* zijn slecht aangeleerde vaardigheden op Nehalennia. Hier zal veel aandacht aan moeten worden besteed. Daarnaast gaven de studenten aan dat ze graag meer *communicatieve vaardigheden* hadden ontwikkeld en beter *kritisch* hadden willen kunnen *denken*.

Op grond van de uitslag van de enquête wordt aanbevolen in het vervolg meer aandacht te besteden aan de volgende vaardigheden:

- Plannen
- Procesgerichtheid
- Productgerichtheid
- Samenwerken
- Communicatie
- Kritisch denken

Uit de toetsing van de leerlingenhandleiding blijkt dat een terugkerend probleem in het lesplan is dat er weinig tijd beschikbaar is. Het aantal activiteiten zou daarom gereduceerd kunnen worden. Aan de andere kant geeft dit de leerlingen de vrijheid keuzes te maken die bij hun eigen onderzoek passen. Van belang is niet hoe ze aan de benodigde kennis komen, maar dat ze die weten te vinden. Het is belangrijk om vertrouwen te hebben in de vindrijkheid van de leerlingen en hen in hun onderzoek zo veel mogelijk te stimuleren.

De leerlingen hadden de handleiding graag eerder hadden ontvangen, tegelijk met de theoretische module, zodat ze bij het doornemen van de theoretische module al hadden geweten wat de opdracht van het project zou zijn.

De experts vonden de handleiding overzichtelijk, netjes en nuttig. Met name het overzicht van het project en de beoordelingsformulieren worden gezien als een goede hulp voor de leerlingen.

Aanbevolen wordt de leerlingen meer begeleiding te bieden bij *het interviewen van een expert/plannen van een bedrijfsbezoek*. Het is voor hun een hele grote stap als ze een onbekend persoon moeten benaderen.

Daarnaast wordt aanbevolen het assessment naar halverwege het project te verplaatsen, omdat de leerlingen dan aan het einde van het project in hun portfolio kunnen reflecteren op het assessment. Verder wordt geadviseerd alleen de vijf belangrijkste leerdoelen in de leerlingenhandleiding op te nemen, zodat de leerlingen duidelijker begrijpen wat het doel is van het project, daarnaast leren de leerlingen daardoor leerdoelen te koppelen aan uitgevoerde activiteiten.

Een expert gaf aan de gedachte achter het hoofdstuk *voorgestelde literatuur en websites* goed te vinden, maar dat dit het risico met zich meebrengt dat meerdere leerlingen hetzelfde onderwerp kiezen en gaf de aanbeveling deze te vervangen door zoektermen.

Bij het opstellen van de docentenhandleiding is rekening gehouden met de verschillende beschreven didactische werkvormen genoemd in § 4.1.2. De leerstukken *High impact learning* en de *21st Century skills* vormen vanaf het begin van het onderzoek de spil van het lesplan. Zo is er rekening gehouden met het belang van ICT, aandacht voor eigenaarschap bij de docenten en is er op kleine schaal geïmplementeerd. In het lesplan is rekening gehouden met de piramide van Maslow in die zin dat er veel aandacht uitgaat naar het creëren van een veilige, vriendschappelijke, respectvolle omgeving, waarin de leerling zich vrij genoeg voelt om vragen te stellen en *out of the box* denken. In de docentenhandleiding wordt telkens weer uitgegaan van een coachende opbouwende rol van de docent. Omdat klassikaal frontaal lesgeven volgens Bale het minst effectief is om kennis en vaardigheden op te doen is er voor gekozen deze vorm van lesgeven in het lesplan te vermijden.

Uit het interview met de heer Mersie over de uitvoering van het project komt naar voren dat de leerlingen dit jaar meer tijd hadden om hun prototypen te bouwen in vergelijking met voorgaande jaren. De verschillen in kwaliteit waren groot doordat sommige leerlingen meer motivatie hebben dan andere. Uit het feit dat sommige groepjes zelfs in tussenuren aan hun project werkten, blijkt dat de betrokkenheid bij het project groot was. De online cursussen bleken zo nuttig dat ze zeker bij meer projecten gebruikt zullen worden. Uit de resultaten bleek duidelijk dat echt een open opdracht is gegeven die met veel vrijheid werd ingevuld. Dit was duidelijk het resultaat van het *High impact learning*. De leerlingen hadden meer vernieuwende ideeën, waarschijnlijk doordat hier in het nieuwe lesplan meer op wordt gestuurd.

De experts gaven aan de docentenhandleiding duidelijk, praktisch en nuttig te vinden. Met name de hoofdstukken *het project in een oog opslag* en *overzicht van het project* vonden ze erg handig.

Een expert gaf aan de lesvoorbereidingen niet persé nodig te hebben. Daarnaast werd aanbevolen in het hoofdstuk *het project in een oog opslag graag* de excursie opleiding Engineering naar de HZ op te nemen onder het kopje *bijbehorende LOB activiteit* en de docent ook aan te raden deze excursie uit te voeren. Aangeraden werd verder het hoofdstuk Theorie eerder in de handleiding te plaatsen, namelijk achter het hoofdstuk overzicht van het project. Tenslotte werd het idee aangedragen de leerlingen meer structuur in de testfase te bieden door ze een stappenplan aan te reiken.

Bij het schrijven van de *Leerlingenhandleiding voor de excursie Engineering* is gebruik gemaakt van de didactische werkvormen zoals gedefinieerd door Hogeveen en Winkels door een duidelijk opdracht te beschrijven, waarop de leerlingen een antwoord moeten zoeken, waarbij de leerlingen zich

nieuwe kennis eigen moeten maken. Het objectief aspect is bereikt omdat de leerlingen op een praktische duidelijke wijze kennis hebben gemaakt met en een goed beeld hebben verkregen van de opleiding Engineering.

De excursie naar de HZ was een succes. Met name het enthousiasme van de leerlingen en de manier waarop de opleiding werd neergezet werd door de HZ erg gewaardeerd. Wel kwamen er uit de ervaring in de praktijk een aantal knelpunten naar voren. Zo bleek in de praktijk dat de leerlingen wegens tijdgebrek niet toekwamen aan het maken van de opdrachten uit de leerlingenhandleiding voor de excursie en gelijk begonnen met het ontwerpen van de ideeën. Daarnaast waren er bij het bouwen van het prototype een aantal groepjes die geen rekening hadden gehouden met het monteren van de as op hun windturbine. Helaas draaiden de meeste windturbines te zacht om de stroom te kunnen meten. Hierdoor kon alleen spanning worden gemeten en was het dus onmogelijk om het vermogen te bepalen.

De experts vonden de *Leerlingenhandleiding voor de excursie Engineering* handig en overzichtelijk.

Daarnaast gaven ze nog een aantal aanbevelingen. Een expert droeg als oplossing voor het probleem dat de leerlingen de theoretische opdracht niet hadden uitgevoerd voordat ze begonnen te schetsen aan dat je moet aangeven dat de leerlingen eerst de vragen moeten hebben beantwoord, voordat ze mogen ontwerpen. Daarnaast zou er meer aandacht moeten worden besteed op de bevestiging van de rotor op de as. Bijvoorbeeld door bij de groepjes langs te lopen en te laten zien hoe de wieken op de as kunnen worden bevestigd. Als oplossing voor het kennisprobleem, dat zijn oorzaak vond in het niet maken van de theoretische opdracht werd aanbevolen, een interactieve instructie les te geven over de verschillende werkingsprincipes van windturbines.

De HZ was tevreden over de excursie en wil deze activiteit in het vervolg aan meerdere scholen aanbieden.

Uit de toetsing aan de hand van de behaalde cijfers blijkt dat de hele klas zijn best heeft gedaan voor het project. Gezien het feit dat de klas ongeveer 2x zo groot is en de interesses van een aantal leerlingen waarschijnlijk op een geheel ander gebied liggen is dit een goede prestatie. Daarnaast zijn geen onvoldoendes gehaald. Geconcludeerd kan worden dat het lesplan voldoet aan wat werd verwacht. Het lesplan is op niveau en heeft betrokkenheid gecreëerd. De heer Mersie meent dat de enorm goede dynamiek van de groep die hij heeft waargenomen tot uiting komt in de toetsing.

5. Discussie

Het **eerste** en tevens belangrijkste onderdeel van de afstudeeropdracht een bestaand lesplan met 'Glastuinbouw en energie' als onderwerp te herschrijven aan de hand van *21st Century skills* waarbij aangesloten wordt bij het *High impact learning* van het HBO is weergegeven in de **hoofdvraag** van dit onderzoek:

Hoe kunnen havo 4 leerlingen voorbereid worden op het *High impact learning* in het HBO waarbij gebruik wordt gemaakt van een lesplan met *Glastuinbouw en energie* als onderwerp?

De met het oog daarop geschreven docentenhandleiding vormt samen met de leerlingenhandleiding en de handleiding excursie Engineering **het lesplan**, het fysieke eindproduct van dit afstudeeronderzoek. Hiermee is tevens invulling gegeven aan het **tweede** deel van de onderzoeksopdracht dat de leerlingen aan het einde van het project een duidelijk beeld moeten hebben van wat de opleiding Engineering aan de HZ University of Applied Sciences inhoudt.

Er bestaat een spanningsveld tussen de kwaliteit van het her-ontwikkelde lesplan en de bestaande middelen en capaciteit in de vorm van bijvoorbeeld het beschikbaar aantal lesuren, aantal docenten (per leerling) en aanwezige lesmateriaal. Toch heeft de toetsing in de praktijk met de onderzoeksgroep (1 havo 4 klas) aangetoond dat zelfs met een uitzonderlijk grote klas een prima prestatie kan worden bereikt. De leerlingen toonden een grotere betrokkenheid dan voorgaande jaren en er zijn geen onvoldoendes behaald. Ook waren de leerlingen zelf erg enthousiast over de vrijere didactische werkvorm.

Enkele uitgangspunten, voordelen en beperkingen van het afstudeeronderzoek:

1. Aan de hand van het onderzoek van Joke Voogt & Natalie Pareja Roblin zijn de competenties gekozen die volgens hun onderzoek naar de verschillende onderzoeken over *21st century skills* overeenkomsten van vaardigheden en competenties in deze onderzoeken. In dit onderzoek is alleen gebruik worden gemaakt van de competenties die overeen kwamen in meer dan 3 van de door hen onderzochte onderzoeken.
2. De heer Mersie heeft nauw contact met de HZ University of Applied Sciences en zodoende verstand van de ontwikkelingen op en de wensen van de hogeschool. Hij gaf aan dat de toekomst van het onderwijs aan de hogeschool ligt in de '21st Century skills' en het 'High impact learning'. De door hem aangereikte informatie is in dit onderzoek daarom als gegeven beschouwd.
3. Het onderzoek is op kleine schaal geïmplementeerd. In één klas van 24 leerlingen, daarmee zijn de conclusies die aan dit onderzoek zijn verbonden relatief. Een voordeel van dit toepassen en testen op kleine schaal is dat het lesplan eenvoudig kon worden bijgeschaafd, waardoor dit lesplan in het vervolg op grotere schaal kan worden toegepast.
4. Van de 15 geënquêteerden in het onderzoek naar nuttige vaardigheden reageerden 10 personen, dit is 2/3e van de gehele populatie. Dit levert een foutmarge van 16% bij een betrouwbaarheidsniveau van 90%. Volgens de calculatie van (SurveyMonkey.com, 2016). Dit wil zeggen dat de kans 90% is dat voor andere proefpersonen de antwoorden maximaal 16% afwijken van de gemeten waarde.

Uit de toetsing van het gedetailleerde lesplan blijkt dat de handleiding excursie Engineering en de leerlingen- en docentenhandleiding in de ogen van de geraadpleegde experts voldoen.

De beoordeling van de belangrijkste aanbevelingen die uit de toetsing naar voren kwamen luidt als volgt:

Leerlingenhandleiding

1. De leerlingenhandleiding eerder, namelijk tegelijk met de theoretische module aan de leerlingen uitreiken, zodat ze eerder weten wat de opdracht van het project is en op een andere manier de module kunnen doornemen, alvast met het oog op het zoeken van een geschikt onderwerp. Ik raad aan deze aanbeveling van de leerlingen over te nemen, omdat de leerlingen daarmee tevens 3 weken langer na kunnen denken over een geschikt onderwerp. Bovendien kunnen ze de theorie in hun hoofd gelijk aan de praktijk koppelen, waardoor die theorie gaat leven.
2. Sommige leerlingen wilden meer structuur of houvast om hun onderzoek goed uit te kunnen voeren. Ik denk dat het later toegevoegde hoofdstuk *overzicht van het project* dit probleem heeft ondervangen. Hierdoor zien de leerlingen precies wat moet worden gedaan tijdens het project.
3. Een terugkerend probleem in het lesplan is dat er weinig tijd beschikbaar is. Het aantal activiteiten kan daarom gereduceerd worden. Aan de andere kant geeft dit de leerlingen de vrijheid keuzes te maken die bij hun eigen onderzoek passen. Van belang is in mijn ogen niet hoe ze aan de benodigde kennis komen, maar dat ze die weten te vinden. Het is belangrijk om vertrouwen te hebben in de vindingrijkheid van de leerlingen en hen in hun onderzoek zo veel mogelijk te stimuleren. Geadviseerd wordt daarom de leerlingenhandleiding niet aan te passen maar de leerlingen de ruimte en het vertrouwen te geven hun eigen keuzes te maken binnen de aangeboden activiteiten, dit past juist heel goed binnen het principe van *High impact learning*.
4. De aanbeveling leerlingen meer begeleiding te bieden bij het organiseren van een bedrijfsbezoek of interview met een expert omdat het voor hen een grote stap is om onbekende personen te benaderen, zal ik zeker overnemen. Het is misschien wel erg veel verwacht van leerlingen op die leeftijd. Het is ook niet de bedoeling de leerlingen in het diepe te gooien. De leraar kan bijvoorbeeld suggesties doen voor een aantal experts en met hen meedenken.
5. Het assessment verplaatsen naar halverwege het project is een aanbeveling die eveneens wordt overgenomen, omdat dit de docent de mogelijkheid geeft de werkhouding van de leerlingen bij te sturen en dit de leerlingen tevens in staat stelt beter te reflecteren in het portfolio. Daarnaast kan op deze manier beter worden waargenomen of de leerlingen zijn verbeterd ten aanzien van een bepaald leerdoel.
6. De aanbeveling alleen de 5 belangrijkste leerdoelen in de leerlingenhandleiding op te nemen wordt overgenomen omdat dit de leerlingen duidelijker maakt wat het doel is van het project.
7. De links in de leerlingenhandleiding vervangen door zoektermen is een goed advies en wordt overgenomen omdat trefwoorden tijdlozer zijn dan links. Overigens zijn er tijdens de uitvoering van het project geen groepjes geweest met hetzelfde onderzoek. Daarnaast is het de rol van de docent te sturen naar welk onderwerp de leerlingen onderzoek gaan doen.

Docentenhandleiding

8. Een expert gaf aan de bij de docentenhandleiding behorende lesvoorbereidingen niet perse nodig te hebben. Deze beschrijven inderdaad tot in detail hoe het lesplan succesvol kan worden uitgevoerd en zijn voor een ervaren docent wellicht overbodig, maar bieden wel structuur voor een beginnend docent en de opmerking dat deze niet worden gebruikt door een ervaren docent is daarom geen reden om de lesvoorbereidingen uit de handleiding weg te laten.
9. De aanbeveling om de leerlingen meer structuur in de testfase te bieden door ze een stappenplan aan te reiken wordt eveneens overgenomen.

Excursie opleiding Engineering

10. Een expert droeg als oplossing voor het probleem dat de leerlingen de theoretische opdracht niet hadden uitgevoerd voordat ze begonnen te schetsen aan dat je moet aangeven dat de leerlingen eerst de vragen moeten hebben beantwoord, voordat ze mogen gaan ontwerpen. Deze aanbeveling is in mijn ogen in strijd met het principe van *High impact learning* en wordt daarom niet overgenomen. Van belang in dit stadium is voornamelijk hun interesse te wekken en betrokkenheid te creëren. De aanbeveling als oplossing voor dit probleem een lijst met vragen op te stellen, waar de leerlingen 2 vragen uit moeten kiezen die beantwoord moeten worden voordat ze mogen beginnen met het ontwerpen, sluit wel goed aan op het *High impact learning*. De leerlingen kunnen zo zelf een keuze maken en hiermee sturen in hun onderzoek (learner control). Hieraan wordt toegevoegd dat de antwoorden op de 2 vragen terug moeten komen in hun portfolio. Een derde mogelijke oplossing voor het kennisprobleem was de aanbeveling een interactieve instructieles te geven over de verschillende werkingsprincipes van windturbines. Dit is in mijn ogen de beste aanbeveling en wordt daarom overgenomen. Daarmee is tevens de kans groter dat meer gekozen wordt voor het liftprincipe. De oplossing kan ook gezocht worden in een combinatie van de twee laatste oplossingen.
11. Een veel genoemd aandachtspunt voor het vervolg is de bescherming van de omstanders tijdens de uitvoering in de praktijk. Om de veiligheid te vergroten kan ervoor worden gekozen alle leerlingen een veiligheidsbril te geven. In het vervolg zullen inderdaad veiligheidsbrillen moeten worden uitgedeeld.
12. Tevens moet nog meer aandacht worden besteed aan de uitleg van de montage van de rotor op de as. In de praktijk had ik hieraan al veel aandacht besteed, maar blijkbaar was dat nog niet voldoende. Er zal dus nog meer aandacht naar dit onderdeel uit moeten gaan.
13. Omdat de testopstelling in de praktijk onvoldoende stroom bleek te meten, waardoor er geen vermogen kon worden berekend, kan in de toekomst gebruik worden gemaakt van nog nauwkeurigere meetapparatuur of een andere elektromotor (dynamo). Om in de toekomst wel het vermogen te kunnen berekenen wordt aanbevolen hiervan gebruik te maken.

In het **derde** empirische gedeelte van de afstudeeropdracht is onderzoek gedaan naar de waarde van de vakken O&O en NLT in het vervolgonderwijs. Dit is getoetst door middel van het enquêteren van leerlingen die in het verleden O&O of NLT aan Nehalennia hebben gevolgd en die nu aan de HZ studeren. De uitkomst van deze enquête, welke verkregen vaardigheden worden als nuttig ervaren en welke niet, zijn vastgelegd in § 4.4. onder het kopje *Onderzoek nuttige vaardigheden*.

Uit de resultaten van het onderzoek naar nuttig bevonden vaardigheden blijkt dat de studenten *samenwerken* de meest nuttige competentie vinden en *inventiviteit* de minst nuttige. Op grond van de uitslag van de enquête wordt aanbevolen in het vervolg meer aandacht te besteden aan de volgende vaardigheden: plannen, procesgerichtheid, productgerichtheid, samenwerken, communicatie en kritisch denken.

6. Conclusies en aanbevelingen

Gezien de resultaten kom ik tot de volgende conclusies.

Dit afstudeeronderzoek is uitgevoerd volgens de Delftse ontwerpmethode, omdat deze de meeste structuur bood voor de probleemstelling. Het constante convergeren en divergeren is achteraf gezien goed van pas gekomen, omdat hierdoor veel opties tegen elkaar werden afgewogen en aan het einde van de fase telkens werd teruggekeken naar de probleemstelling. Daarmee is naar mijn mening een beter eindproduct verkregen.

Het begrip *leerdoel* heeft een inhoudelijk en een gedragsaspect en beschrijft het eindpunt van een leertraject. Aangezien de leerdoelen de essentie van het lesplan vormen, zijn deze in het lesplan duidelijk beschreven.

Het integrale idee en in een later stadium ook de leerlingenhandleiding en de docentenhandleiding zijn getoetst aan de 6 categorieën didactische werkvormen genoemd door Hooegeveen & Winkels: het onderwijsaspect (opdrachten geven), leeraspect (antwoord geven), vormingsaspect (het eigen maken van kennis), opvoedingsaspect (bijv. zelfstandigheid), objectief aspect (de inhoud van het onderwijs wordt bepaald door de inhoud en het doel van het onderwijs) en het subjectief aspect (heeft betrekking op de manier hoe de docent de werkvorm invult). Daarnaast moet kunnen worden geëvalueerd of de doelstellingen zijn bereikt, en hoe de leerprestatie worden beoordeeld. In het lesplan is de beoordeling van de opleverpunten daarom duidelijk omschreven.

De *21st Century skills* vormen samen met het *High impact learning* de belangrijkste leerdoelen van het her-ontwikkelde lesplan. De *21st Century skills* zijn gericht op de toekomstige maatschappij waarin complexe taken worden uitgevoerd door mensen, ondersteund door informatie van computers. Daarom moeten vaardigheden als creativiteit, kritisch denken, probleem oplossend vermogen en ICT geletterdheid al in een vroeg stadium worden geïntegreerd in het lesprogramma van jongeren. Doordat de *21st Century skills* het beste kunnen worden aangeleerd door middel van een interdisciplinair thema bleek het vak NLT een uitstekende kans om dit concept op kleine schaal te kunnen testen. Daarbij moeten de leerlingen geholpen worden om een onderzoek uit te voeren dat ze echt leuk vinden. Van belang is dat de leraar capabel is om de leerling te steunen in het *High impact learning* en moet het lesplan met het oog daarop zijn geschreven. *High impact learning* gaat ervan uit dat de toekomstige beroepsprofessional de capaciteit moet hebben om adaptief te zijn en zelf nieuwe kennis kan opdoen in een korte tijd. Van belang zijn daarbij vaardigheden als probleemoplossend werken, kritische zin (vermogen om kritische vragen te stellen), reflectievermogen en zelfverantwoordelijkheid. De docent moet opbouwende feedback geven, openstaan voor veranderingen en in staat zijn de leerlingen te prikkelen voor het vakgebied. Werken in groepen is essentieel bij het principe van *High impact learning*, leerlingen moeten met elkaar overleggen en over en weer feedback geven en kunnen ontvangen. De leerling moet kunnen reflecteren tijdens en na de activiteit.

De *21st Century skills* sluiten goed aan bij het concept *High impact learning*. De beide principes gaan er van uit dat de leerling zijn eigen leerproces in handen heeft en de docent hierbij slechts een coach is om dit leerproces te doorlopen. De leerling leert de vaardigheden het beste aan door het uitvoeren van een praktijkopdracht dat een levensecht probleem simuleert.

Volgens Bale is onderwijs dat praktijkgericht te werk gaat en waarbij in groepjes gewerkt wordt het meest effectief. Dit idee past prima in het leerstuk van *High impact learning* en staat dan ook centraal in het lesplan. Toch is het lesplan ook getoetst aan de andere modellen zoals, de behoefte piramide van Maslow, de leercirkel van Kolb en het didactisch model van Geerligs & van der Veen.

Onderzocht is welke hoofdstukken van belang zijn voor een goed lesplan, deze zijn vervolgens verwerkt in de docentenhandleiding. De leerdoelen die voortkomen uit het *High impact learning* en de *21st Century skills* nemen de voornaamste plaats in het lesplan in.

In de ideefase is de waarde van elk leerdoel bepaald. Zij vormen het fundament van de integrale ideeën. Gekozen is voor het tweede integrale idee waarbij meer initiatief van de leerlingen wordt verlangd. Dit gekozen integrale idee is uitgewerkt tot een globaal lesplan

Om de leerlingen een goed beeld te geven van de opleiding Engineering aan de HZ University of Applied Sciences is gekozen voor een praktijkopdracht die deels op de scholengemeenschap en deels op de hogeschool moet worden uitgevoerd. De leerlingen moeten zelf een windturbine ontwerpen, bouwen en testen, hetgeen goed aansluit op de opleiding Engineering.

In de conceptfase is het globale lesplan opgezet. Dit houdt in dat de leerlingenhandleiding is geschreven en de te behalen deadlines zijn vastgesteld. In deze fase is een overzichtelijke leerlingenhandleiding geschreven, waarin duidelijk wordt uitgelegd wat de opdracht inhoudt en wat van de leerlingen wordt verwacht tijdens het project. Doordat de leerlingen deze handleiding vervolgens zelfstandig doornemen en actief met het project aan de slag gaan, is tevens sprake van kennisdeling en samenwerking. Het is de bedoeling dat de groep zijn eigen proces inricht. In de leerlingenhandleiding, wordt de opdracht als volgt geformuleerd: “Ontwikkel en test een (onderdeel van een) kas, die bijdraagt aan het behalen van een hoger energierendement”. Nadat de leerlingen een onderwerp hebben gekozen, moeten ze zelf in hun plan van aanpak een planning opnemen. Een probleemstelling moet worden geformuleerd en een lijst met de benodigde materialen worden toegevoegd.

In de materialisatiefase is het concept, het globale lesplan, uitgewerkt tot het gedetailleerde lesplan. Het gedetailleerde lesplan bestaat uit: een docentenhandleiding, een aangescherpte versie van de leerlingenhandleiding en de excursie naar de HZ.

Materialisatiefase

De docentenhandleiding bevat alle informatie die de docent nodig heeft om deze lessenserie succesvol te kunnen uitvoeren. Alle concept-lesvoorbereidingen zijn in de praktijk getest en in definitieve vorm in dit gedetailleerde lesplan samengevoegd.

De docentenhandleiding vormt samen met de leerlingenhandleiding het lesplan, het fysieke eindproduct van dit afstudeeronderzoek.

De praktijkopdracht in het kader van de excursie naar de HZ was een groot succes. De leerlingen waren enthousiast, deden actief mee en hebben daardoor een goed beeld gekregen van de opleiding Engineering en hebben het *High impact learning* principe van de HZ zodoende van dichtbij ervaren.

Bij het schrijven van de leerlingenhandleiding is rekening gehouden met de didactische werkvormen genoemd door Hoogeveen en Winkels. Zo is sprake van een duidelijke opdrachtschrijving. De leerlingen moeten zelfstandig onderzoek doen naar het onderwerp Glastuinbouw en energie en antwoord zoeken op de door hen zelf opgestelde hoofd- en deelvragen.

De leerlingen gaven aan de leerlingenhandleiding overzichtelijk te vinden. De opdracht was vrijer dan ze gewend waren, waardoor meer sturing nodig was bij het zoeken van een onderzoeksonderwerp. Door de vrijheid konden de leerlingen voor het eerst echt *out of the box* denken. De leerlingen vonden het een leuk project, met goede begeleiding. Sommige groepjes werkten zelfs in eigen tijd aan het project.

Uit de resultaten van het onderzoek naar nuttig bevonden vaardigheden blijkt dat de studenten *samenwerken* de meest nuttige competentie vinden en *inventiviteit* de minst nuttige. De meest gebruikte competenties op de HZ zijn *samenwerken*, *productgerichtheid* en *individueel werken*. De best aangeleerde competenties op Nehalennia zijn *inventiviteit*, *individueel werken* en *doorzettingsvermogen*. Andere regelmatig op de HZ gebruikte competenties zijn *plannen*, *procesgerichtheid* en *kennisgerichtheid*. De studenten vonden de competenties *kennisgerichtheid* en *samenwerken* voldoende aangeleerd. Ondanks dat de competentie *samenwerken* voldoende is aangeleerd volgt uit de enquête dat hier nog meer aandacht naar uit moet gaan, omdat studenten dit de meest nuttige competentie blijken te vinden. Ook is er behoefte aan meer aandacht voor productgerichtheid. Andere regelmatig gebruikte competenties zijn *plannen*, *procesgerichtheid* en *kennisgerichtheid*. *Plannen* en *procesgerichtheid* zijn slecht aangeleerde vaardigheden op Nehalennia. Hier zal veel aandacht aan moeten worden besteed. Daarnaast gaven de studenten aan dat ze graag meer *communicatieve vaardigheden* hadden ontwikkeld en beter *kritisch* hadden willen kunnen *denken*. Op grond van de uitslag van de enquête wordt aanbevolen in het vervolg meer aandacht te besteden aan de volgende vaardigheden: plannen, procesgerichtheid, productgerichtheid, samenwerken, communicatie en kritisch denken.

Uit de toetsing van de leerlingenhandleiding blijkt dat een terugkerend probleem in het lesplan is dat er weinig tijd beschikbaar is. Het aantal activiteiten zou daarom gereduceerd kunnen worden. Aan de andere kant geeft dit de leerlingen de vrijheid keuzes te maken die bij hun eigen onderzoek passen. Van belang is niet hoe ze aan de benodigde kennis komen, maar dat ze die weten te vinden. Het is belangrijk om vertrouwen te hebben in de vindingrijkheid van de leerlingen en hen in hun onderzoek zo veel mogelijk te stimuleren.

De leerlingen hadden de handleiding graag eerder hadden ontvangen, tegelijk met de theoretische module, zodat ze bij het doornemen van de theoretische module al hadden geweten wat de opdracht van het project zou zijn.

De experts vonden de handleiding overzichtelijk, netjes en nuttig. Met name het overzicht van het project en de beoordelingsformulieren worden gezien als een goede hulp voor de leerlingen.

Aanbevolen wordt de leerlingen meer begeleiding te bieden bij *het interviewen van een expert/plannen van een bedrijfsbezoek*. Het is voor hun een hele grote stap als ze een onbekend persoon moeten benaderen.

Daarnaast wordt aanbevolen het assessment naar halverwege het project te verplaatsen, omdat de leerlingen dan aan het einde van het project in hun portfolio kunnen reflecteren op het assessment. Verder wordt geadviseerd alleen de vijf belangrijkste leerdoelen in de leerlingenhandleiding op te nemen, zodat de leerlingen duidelijker begrijpen wat het doel is van het project, daarnaast leren de leerlingen daardoor leerdoelen te koppelen aan uitgevoerde activiteiten.

Een expert gaf aan de gedachte achter het hoofdstuk *voorgestelde literatuur en websites* goed te vinden, maar dat dit het risico met zich meebrengt dat meerdere leerlingen hetzelfde onderwerp kiezen en gaf de aanbeveling deze te vervangen door zoektermen.

Bij het opstellen van de docentenhandleiding is rekening gehouden met de verschillende beschreven didactische werkvormen genoemd in § 4.1.2. De leerstukken *High impact learning* en de *21st Century skills* vormen vanaf het begin van het onderzoek de spil van het lesplan. Zo is er rekening gehouden met het belang van ICT, aandacht voor eigenaarschap bij de docenten en is er op kleine schaal geïmplementeerd. In het lesplan is rekening gehouden met de piramide van Maslow in die zin dat er veel aandacht uitgaat naar het creëren van een veilige, vriendschappelijke, respectvolle omgeving, waarin de leerling zich vrij genoeg voelt om vragen te stellen en *out of the box* denken. In de

docentenhandleiding wordt telkens weer uitgegaan van een coachende opbouwende rol van de docent. Omdat klassikaal frontaal lesgeven volgens Bale het minst effectief is om kennis en vaardigheden op te doen is er voor gekozen deze vorm van lesgeven in het lesplan te vermijden.

Uit het interview met de heer Mersie over de uitvoering van het project komt naar voren dat de leerlingen dit jaar meer tijd hadden om hun prototypen te bouwen in vergelijking met voorgaande jaren. De verschillen in kwaliteit waren groot doordat sommige leerlingen meer motivatie hebben dan andere. Uit het feit dat sommige groepjes zelfs in tussenuren aan hun project werkten, blijkt dat de betrokkenheid bij het project groot was. De online cursussen bleken zo nuttig dat ze zeker bij meer projecten gebruikt zullen worden. Uit de resultaten bleek duidelijk dat echt een open opdracht is gegeven die met veel vrijheid werd ingevuld. Dit was duidelijk het resultaat van het *High impact learning*. De leerlingen hadden meer vernieuwende ideeën, waarschijnlijk doordat hier in het nieuwe lesplan meer op wordt gestuurd.

De experts gaven aan de docentenhandleiding duidelijk, praktisch en nuttig te vinden. Met name de hoofdstukken *het project in een oog opslag* en *overzicht van het project* vonden ze erg handig.

Een expert gaf aan de lesvoorbereidingen niet persé nodig te hebben. Daarnaast werd aanbevolen in het hoofdstuk *het project in een oog opslag graag* de excursie opleiding Engineering naar de HZ op te nemen onder het kopje *bijbehorende LOB activiteit* en de docent ook aan te raden deze excursie uit te voeren. Aangeraden werd verder het hoofdstuk Theorie eerder in de handleiding te plaatsen, namelijk achter het hoofdstuk overzicht van het project. Tenslotte werd het idee aangedragen de leerlingen meer structuur in de testfase te bieden door ze een stappenplan aan te reiken.

Bij het schrijven van de *Leerlingenhandleiding voor de excursie Engineering* is gebruik gemaakt van de didactische werkvormen zoals gedefinieerd door Hogeveen en Winkels door een duidelijk opdracht te beschrijven, waarop de leerlingen een antwoord moeten zoeken, waarbij de leerlingen zich nieuwe kennis eigen moeten maken. Het objectief aspect is bereikt omdat de leerlingen op een praktische duidelijke wijze kennis hebben gemaakt met en een goed beeld hebben verkregen van de opleiding Engineering.

De excursie naar de HZ was een succes. Met name het enthousiasme van de leerlingen en de manier waarop de opleiding werd neergezet werd door de HZ erg gewaardeerd. Wel kwamen er uit de ervaring in de praktijk een aantal knelpunten naar voren. Zo bleek in de praktijk dat de leerlingen wegens tijdgebrek niet toekwamen aan het maken van de opdrachten uit de leerlingenhandleiding voor de excursie en gelijk begonnen met het ontwerpen van de ideeën. Daarnaast waren er bij het bouwen van het prototype een aantal groepjes die geen rekening hadden gehouden met het monteren van de as op hun windturbine. Helaas draaiden de meeste windturbines te zacht om de stroom te kunnen meten. Hierdoor kon alleen spanning worden gemeten en was het dus onmogelijk om het vermogen te bepalen.

De experts vonden de *Leerlingenhandleiding voor de excursie Engineering* handig en overzichtelijk.

Daarnaast gaven ze nog een aantal aanbevelingen. Een expert droeg als oplossing voor het probleem dat de leerlingen de theoretische opdracht niet hadden uitgevoerd voordat ze begonnen te schetsen aan dat je moet aangeven dat de leerlingen eerst de vragen moeten hebben beantwoord, voordat ze mogen ontwerpen. Daarnaast zou er meer aandacht moeten worden besteed op de bevestiging van de rotor op de as. Bijvoorbeeld door bij de groepjes langs te lopen en te laten zien hoe de wieken op de as kunnen worden bevestigd. Als oplossing voor het kennisprobleem, dat zijn oorzaak vond in het niet maken van de theoretische opdracht werd aanbevolen, een interactieve instructie les te geven over de verschillende werkingsprincipes van windturbines.

De HZ was tevreden over de excursie en wil deze activiteit in het vervolg aan meerdere scholen aanbieden.

Uit de toetsing aan de hand van de behaalde cijfers blijkt dat de hele klas zijn best heeft gedaan voor het project. Gezien het feit dat de klas ongeveer 2x zo groot is en de interesses van een aantal leerlingen waarschijnlijk op een geheel ander gebied liggen is dit een goede prestatie. Daarnaast zijn geen onvoldoendes gehaald. Geconcludeerd kan worden dat het lesplan voldoet aan wat werd verwacht. Het lesplan is op niveau en heeft betrokkenheid gecreëerd. De heer Mersie meent dat de enorm goede dynamiek van de groep die hij heeft waargenomen tot uiting komt in de toetsing.

Eindconclusie

Het **eerste** en tevens belangrijkste onderdeel van de afstudeeropdracht: een bestaand lesplan met 'Glastuinbouw en energie' als onderwerp te herschrijven aan de hand van *21st Century skills*, waarbij aangesloten wordt bij het *High impact learning* van het HBO is weergegeven in de **hoofdvraag** van dit onderzoek: Hoe kunnen havo 4 leerlingen voorbereid worden op het *High impact learning* in het HBO waarbij gebruik wordt gemaakt van een lesplan met *Glastuinbouw en energie* als onderwerp?

De docentenhandleiding vormt samen met de leerlingenhandleiding en de handleiding excursie Engineering het **lesplan**, het fysieke eindproduct van dit afstudeeronderzoek, waarmee tevens invulling gegeven is aan het **tweede** deel van de onderzoeksopdracht dat de leerlingen aan het einde van het project een duidelijk beeld moeten hebben van wat de opleiding Engineering aan de HZ University of Applied Sciences inhoudt.

Gezien de overwegingen uit hoofdstuk 5 met betrekking tot het Lesplan wordt het volgende aanbevolen:

1. De leerlingenhandleiding in het vervolg tegelijk met de theoretische module aan de leerlingen uit te reiken.
2. De leerlingen meer begeleiding te bieden bij het organiseren van een bedrijfsbezoek of interview met een expert.
3. Het assessment te verplaatsen naar halverwege het project.
4. Alleen de 5 belangrijkste leerdoelen in de leerlingenhandleiding op te nemen.
5. De links in de leerlingenhandleiding te vervangen door zoektermen.
6. De leerlingen meer structuur in de testfase te bieden door ze een stappenplan aan te reiken.
7. Een interactieve instructieles te geven over de verschillende werkingsprincipes van windturbines als voorbereiding op de excursie opleiding Engineering.
8. Veiligheidsbrillen te gebruiken tijdens de excursie opleiding Engineering.
9. Nog meer aandacht te besteden aan de uitleg van de montage van de rotor op de as tijdens de voorbereidende les op de excursie opleiding Engineering.
10. In de toekomst gebruik te maken van nog nauwkeurigere meetapparatuur of een andere elektromotor (dynamo) voor de excursie opleiding Engineering.

In het **derde** empirische gedeelte van de afstudeeropdracht is onderzoek gedaan naar de waarde van de vakken O&O en NLT in het vervolgonderwijs. Dit is getoetst door middel van het enquêteren van leerlingen die in het verleden O&O of NLT aan Nehalennia hebben gevolgd en die nu aan de HZ studeren. Uit de resultaten van het onderzoek naar nuttig bevonden vaardigheden blijkt dat de studenten *samenwerken* de meest nuttige competentie vinden en *inventiviteit* de minst nuttige. Op grond van de uitslag van de enquête wordt aanbevolen in het vervolg meer aandacht te besteden aan de volgende vaardigheden: plannen, procesgerichtheid, productgerichtheid, samenwerken, communicatie en kritisch denken.

7. Bibliografie

- Ikink, G. (2016, Februari 7). <http://inzichtvooruitzicht.blogspot.nl>. Opgehaald van wetenschap inzicht vooruitzicht: <http://inzichtvooruitzicht.blogspot.nl/2013/10/wetenschappelijke-artikelen-zoeken-vinden-lezen.html>
- 25 tips voor een perfecte online enquête. (2016, 06 7). Opgehaald van marketingfacts.nl: http://www.marketingfacts.nl/berichten/25_tips_voor_een_perfecte_online
- Baarda, B. (2014). *Dit is onderzoek!* Houten: Noordhoff Uitgevers B.V.
- Bakermans, J., Franzen, Y., & van Hoof, M. (1997). *Effectieve instructie in het voortgezet onderwijs*. Amersfoort: CPS.
- blariacumcollege. (2016, 02 23). *Lesplan Bewegen, Sport & Maatschappij*. Opgehaald van www.blariacum.nl: http://www.blariacum.nl/fileadmin/uploads/pta/pta_2010/vwo-4/bsm_lesplan_bsm_compleet.pdf
- Boekaerts, M., & Simons, R.-J. (2010). *Leren en instructie*. Assen: Van Gorcum.
- Bogerman. (2014, 09 01). *Technasium - beoordeling op competenties*. Opgeroepen op 07 05, 2016, van bogerman.nl: <http://www.bogerman.nl/wp-content/uploads/2014/09/Leerling-competenties-en-kaarten.pdf>
- Brandhof, J.-W. v. (2004). *Leer als een speer*. Maastricht: Brainware.
- Dochy, F. (2015, 04). *High impact learning anno 2022: model voor de toekomst - Over aanpak en sturing*.
- Edmondson, A. (2012). *Teaming: How Organizations Learn, Innovate, and Compete in the Knowledge Economy*. . Harvard Business School.: Harvard Business School.
- Geerligs, T., & Van der Veen, T. (2011). *Lesgeven en zelfstandig leren*. Assen: Van Gorcum.
- Gladbeek, Noortje; HZ University of Applied Sciences. (sd). Student-en procesgericht onderwijs in praktijk. Vlissingen, Zeeland, Nederland : HZ.
- HAN. (2015, Februari 4). *specials.han.nl*. Opgehaald van HAN: <http://specials.han.nl/themasites/studiecentra/verwerken-en-delen/bronnen-vermelden/apa-normen-citeren-en-par/#comp00004b902de60000000bbc453d>
- Hoogeveen, P., & Winkels, J. (2011). *Het didactische werkvormenboek*. Assen: Van Gorcum.
- HZ University of Applied Sciences. (2015). *Studentenhandleiding afstuderen Academie voor Technologie en Innovatie / Opleiding Engineering*. Vlissingen: HZ University of Applied Sciences.
- HZ University of applied sciences. (2016, Januari 27). www.hz.nl. Opgehaald van HZ: <http://hz.nl/nl/Pages/Homepage.aspx>
- Langeveld, M. J. (1979). *Beknopte theoretische pedagogiek*. Groningen: Wolters-Noordhoff.
- N.Gladbeek. (2013). *Succesvol Studeren Communiceren en onderzoeken, Alfabetisch naslagwerk voor het hoger onderwijs*. Vlissingen: Pearson.
- Oost, H. B. (2002). Naar een didactiek van de probleemstelling. *Pedagogische studien*, 18-36.
- Ouwehand, J., & Papa, T. (2009). *Toegepaste energietechniek / 2 Duurzame energie*. Amsterdam: Academic Service.
- Quaschnig, V. (2004). *Understanding Renewable Energy Systems*. Francis Ltd: Taylor & Amp.
- Rutgers, J. H. (2009). *VHDL voor het voortgezet onderwijs*. Universiteit Twente: Universiteit Twente.
- Scholengemeenschap Nehalennia . (2008). *NLT3-H017_Glastuinbouw en energie*. Middelburg: Nehalennia.
- Schubel, P. J., & Crossley, R. J. (2012). *Wind Turbine Blade Design*. nottingham: University of Nottingham.

- Scribbr.nl. (2015, Februari 3). *www.scribbr.nl*. Opgehaald van *www.scribbr.nl*:
[ps://www.scribbr.nl/](https://www.scribbr.nl/)
- Surveymonkey.com. (2016, 7 6). *Margin of error calculator*. Opgehaald van
 Surveymonkey.com: <https://www.surveymonkey.com/mp/margin-of-error-calculator/>
- Timmers, J., & Waals, M. v. (2009). *Het ontwerpproces in de praktijk*. Benelux: Pearson.
- van der Maas, A. A. (2015). *Duurzaam water in de glastuinbouw, alternatieve waterbronnen in en om de kas*. Wageningen: Universiteit Wageningen.
- Van Merriënboer, J. J. (2005). *Het ontwerpen van leertaken binnen de wetenschappen: 'Four Components Instructional Design' als generatief ontwerpmodel*. Hasselt: Open Universiteit Nederland .
- Voogt , J., & Roblin, P. N. (2010). *21st CENTURY SKILLS discussie nota*. Twente: Universiteit Twente.
- Weldink, G. (2012). *Het KeCo systeem*. Twente: University of Twente.
- Westhoff, G. (1996). Zelfstandig leren en zelfstandig leren is vier; Over de didactiek van zelfstandigheidsbevordering. *Levende Talen Magazine*, 253-257.
- www.expertisecentrum-mm.v.nl*. (2016, 02 19). *LESPLANNEN MAATSCHAPPIJWETENSCHAPPEN EXAMENTRAINING2 HAVO/VWO*. Opgehaald van expertisecentrum-mm.v: http://www.expertisecentrum-mm.v.nl/cms_data/MAW_h_v_Lesplannen.pdf
- www.tno.nl*. (2016, 02 26). *duurzame easy to clean coating voor kastuinbouw*. Opgehaald van *www.tno.nl*: <https://www.tno.nl/nl/aandachtsgebieden/leefomgeving/buildings-infrastructures/glastuinbouw-efficientie-door-inzet-van-innovatieve-technologieen/duurzame-easy-to-clean-coating-voor-kastuinbouw/>
- www.tno.nl*. (2016, 02 26). *FLOWDECK MAAKT KASSEN ENERGIEZUINIG*. Opgehaald van *www.tno.nl*: <https://www.tno.nl/nl/aandachtsgebieden/leefomgeving/buildings-infrastructures/glastuinbouw-efficientie-door-inzet-van-innovatieve-technologieen/flowdeck-maakt-kassen-energiezuinig/>

Bijlage 1 Leerlingenhandleiding

Glastuinbouw & energie

Tàmar Oranje

NEHALENNIA SSG | HZ, UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Inhoud

<i>Inleiding.....</i>	<i>70</i>
<i>Achtergrond</i>	<i>70</i>
<i>Opdracht</i>	<i>71</i>
<i>Opleverpunten.....</i>	<i>71</i>
Plan van aanpak.....	71
Onderzoek.....	72
Rapport met conclusies en bevinding	72
Eindpresentatie.....	72
Portfolio	72
<i>Begeleiding.....</i>	<i>Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.</i>
<i>Cijfer opbouw</i>	<i>73</i>
<i>Voorgestelde literatuur en websites</i>	<i>74</i>
<i>Bijlage 1 Beoordeling formulieren.....</i>	<i>76</i>

Inleiding

In het vorige project hebben jullie kennis gemaakt met de begrippen *energie* en *duurzaamheid*. In dit project, Glastuinbouw en energie, gaan jullie in groepjes onderzoek doen naar energiebesparing in de kassenindustrie. In dit proces zal gebruik gemaakt moeten worden van verschillende informatiebronnen over het door jullie zelf gekozen onderwerp. In deze module staan de volgende leerdoelen centraal:



Achtergrond

Nederland is koploper en trendsetter in de kassenindustrie over de hele wereld gezien. De tuinders halen hier een zeer hoge opbrengst per hectare. Het is van groot belang om voorop te blijven lopen in de ontwikkelingen en op die manier koploper te blijven. Het grootste probleem waar de tuinders nu mee kampen zijn de hoge energiekosten van de kassen. De door jullie te bedenken ontwikkeling zal hier een oplossing voor moeten bieden.

Opdracht

Ontwikkel en test een (onderdeel van een) kas of een onderdeel van een kas, die bijdraagt aan het behalen van een hoger energierendement.

Houd bij het bedenken van jullie onderzoeksvraag rekening met de volgende aspecten:

- Zorg dat jullie het gekozen onderwerp interessant vinden.
- Wat jullie gaan ontwikkelen moet innovatief (vernieuwend) zijn.
- Jullie moeten een uitstapje plannen naar een bedrijf dat betrekking heeft op jullie onderzoek, zorg dus dat dat mogelijk is bij het onderwerp. Het mag ook een interview met een ervaringsdeskundige of andere professional zijn op het onderzoeksgebied.
- Uiteindelijk moet er een testbaar prototype worden gebouwd, zorg dus dat je onderzoek niet te complex is.



Opleverpunten

Plan van aanpak

Om te beginnen met het onderzoek zal eerst een plan van aanpak moeten worden opgesteld. Hierin beschrijven jullie de hoofdvraag en hoe jullie deze denken te gaan beantwoorden (d.m.v. deelvragen). Daarnaast zullen jullie een proefje moeten beschrijven om aan te tonen dat het principe dat jullie willen onderzoeken werkt zoals jullie verwachten. Voeg hier ook een materialenlijst aan toe. Daarnaast moeten de projectactiviteiten worden besproken en een planning worden toegevoegd.

Toetsing: Het plan van aanpak zal door de docent worden beoordeeld, met een 'go' of een 'no go' aan de hand van de beoordelingscriteria, zie bijlage.

Onderzoek

Het onderzoek dat jullie uitvoeren kunnen jullie zelf inrichten, maar de volgende activiteiten moeten wel zijn uitgevoerd:

- Plan een bedrijfsbezoek naar een bedrijf dat betrekking heeft op jullie onderzoek, of houdt een interview/bespreking met een ervaringsdeskundige of andere professional over jullie idee.
- Volg een internetcursus of meerdere kleine over jullie onderzoeksgebied, van in totaal 30-40 minuten.
- Vervaardig een model dat te testen is op het gebied van energiebesparing.
- Test het model op het gebied van energie besparing door middel van coach 7.
- Schrijf een rapport met de conclusies en bevindingen van het onderzoek.

Rapport met conclusies en bevindingen

De kwaliteit van het onderzoek zal worden bepaald aan de hand van het onderzoeksrapport, deze wordt aan het persoonlijke portfolio (zie bijlage) toegevoegd en moet aan de volgende eisen voldoen:

- De aanpak van het onderzoek is duidelijk beschreven (plan van aanpak + uitwerkingen/aanvullingen)
- De resultaten van de test zijn aannemelijk en foto's van de testopstelling zijn toegevoegd
- Conclusies zijn gebaseerd op feiten en de bevindingen zijn omschreven

Eindpresentatie

In de eindpresentatie wordt het onderzoek gepresenteerd. Hierin wordt het volgende besproken:

- Omschrijving van het onderzoek (probleemstelling)
- De gemaakte keuzes
- Hoe het prototype werkt
- De testresultaten
- De conclusies van het rapport

Toetsing: De eindpresentatie wordt beoordeeld op basis van het vermogen om te presenteren, innovativiteit, de diepgang van het project, de testresultaten en de conclusies (bijlage).

Portfolio

Het portfolio is een persoonlijk digitaal archief van het project dat door de leraar kan worden ingezien c.q. beoordeeld. Hieraan worden alle opleverpunten toegevoegd.

Het portfolio moet het volgende bevatten:

- Plan van aanpak.
- Antwoorden op vragen module Glastuinbouw & energie.
- Ontwerp/schets prototype.
- Samenvatting van het bedrijfsbezoek, of het interview met de ervaringsdeskundige of andere professional.
- Reflectie op de excursie naar de HZ.
- Samenvatting en links van gevolgde internetcursus(sen). Let op: de video die je bekijkt moet wel geloofwaardig zijn.
- Testresultaten van het gebouwde prototype.

- Rapport met de conclusies en bevindingen van het onderzoek.
- Presentatie (powerpoint als pdf of worddocument opgeslagen).

Toetsing: Het portfolio zal worden getoetst aan de hand van het beoordelingsformulier (zie bijlage).

Assessment

Toetsing: Het resultaat van het onderzoek zal mede worden beoordeeld door een assessment met de leraar. Hierin zullen de onderzoek vaardigheden en jullie vermogen **als groep** om: samen te werken, te plannen, productief te werken, kritisch te denken, (onderling) feedback te geven en te ontvangen, en kennis toe te passen in de praktijk worden beoordeeld. Daarnaast worden de betrokkenheid bij het onderzoek en de sociale vaardigheden beoordeeld (zie bijlage).

Daarnaast zal worden gekeken naar:

- de samenwerking
- het op schema lopen van de planning
- de productiviteit (wat hebben jullie gedaan?)
- het vermogen om kritisch te denken
- de toepassen van de verworven kennis in de praktijk
- de betrokkenheid bij het onderzoek
- de persoonlijke inbreng van de individuele groepsleden
- de onderlinge feedback

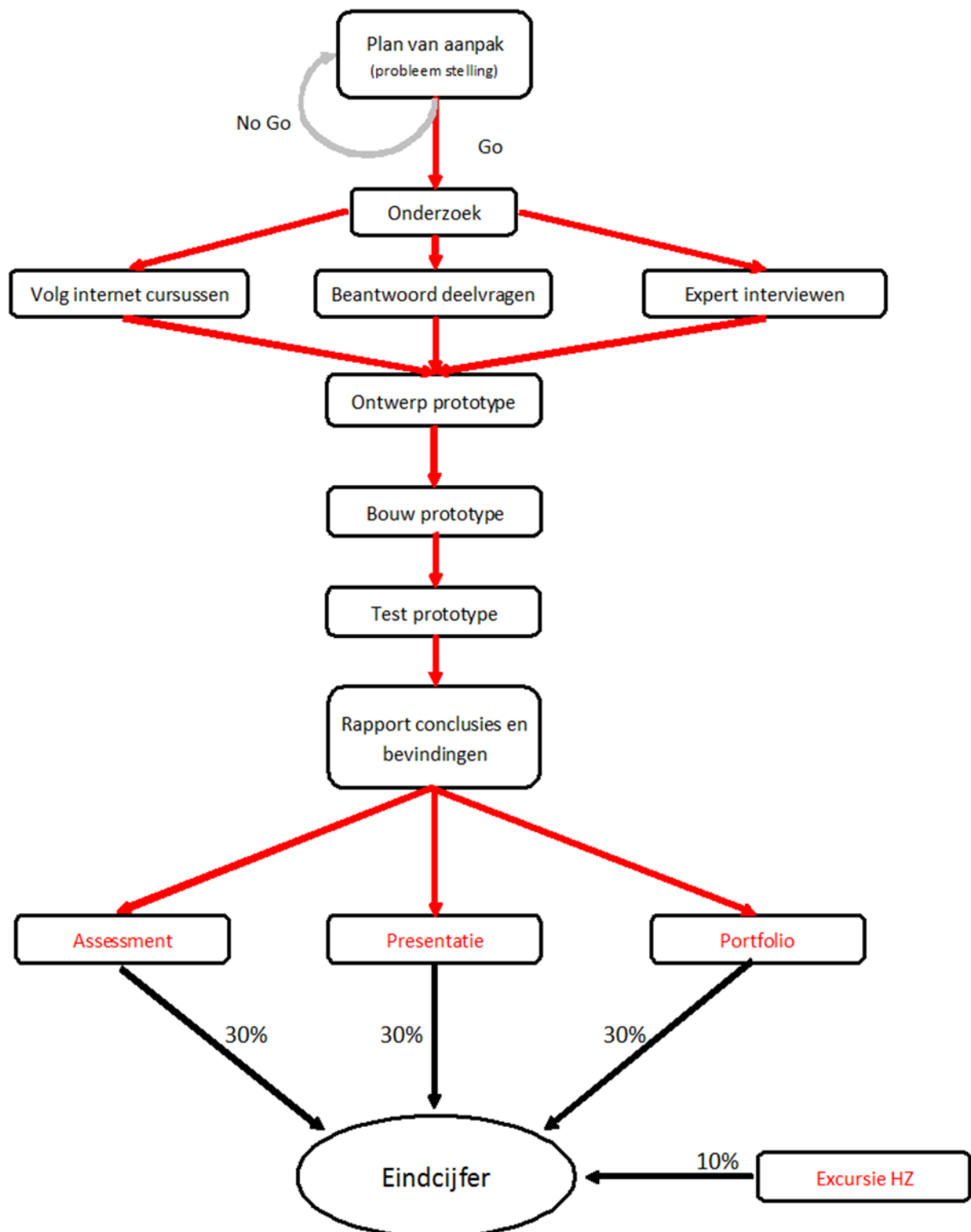
Bereid je als groep en individu dus voor op het gesprek, zo dat je de documenten die je wilt bespreken bij de hand hebt.

Cijfer opbouw

Onderdeel	Weging
Assessment	30%
Excursie HZ opleiding Engineering ²³	10%
Eindpresentatie	30%
Portfolio	30%

²³ Aparte activiteit, staat los van dit onderzoek, maar weegt wel mee in het eindcijfer.

Overzicht van het project



Voorgestelde literatuur en websites

Om en een goed idee te krijgen van de nieuwste ontwikkelingen in de kassenindustrie, volgen hier een aantal tips voor interessante websites. Aan de hand van deze informatie kan je een duidelijk beeld krijgen van welk onderwerp je interesseert. Dit is slechts een hulpmiddel dat je kan gebruiken om onderzoek te doen. Je hoeft hiervan geen gebruik te maken.

- <https://www.tno.nl/nl/aandachtsgebieden/leefomgeving/buildings-infrastructures/glastuinbouw-efficiëntie-door-inzet-van-innovatieve-technologieen/>
- https://www.wageningenur.nl/upload_mm/6/d/9/943c4d9b-1b2c-4552-9a80-96fc227d546d_FLYER%20LED%20NL%20LR.pdf
- <http://www.tudelft.nl/zakelijk/contact/samenwerking-mkb/glastuinbouw/innovatief-onderzoek/>
- http://www.tombrabant.nl/download/257/templates/default/files/documenten/Plan_water_emissieloze_kassen.pdf
- <https://www.drones.nl/nieuws/2015/11/studenten-hogeschool-inholland-ontwikkelen-drone-met-camera-en-geurtechnologie>



Bijlage Beoordeling formulieren

NLT Havo 4

Beoordelingsaspect		Ja	Nee
Plan van aanpak	Hoofdvraag (probleemstelling) en deelvragen duidelijk omschreven		
	De materialen lijst is zover mogelijk compleet		
	Onderzoek is haalbaar		
	Projectactiviteiten zijn beschreven		
	Planning, beschreven is wanneer welke activiteit wordt uitgevoerd en door wie		

Opmerkingen

Go/No go

Als alle bovenstaande vakjes met ja zijn in gevuld kan het vakje go worden omcirkeld

Handtekening
docent:

NLT Havo 4

Beoordelingsaspect	1	2	3	4	5
Portfolio					
Samenvatting van het bedrijfsbezoek /interview: - heeft betrekking op het onderzoek - conclusies en bevindingen zijn duidelijk beschreven					
Rapport met bevindingen en conclusies uit het onderzoek: - beschrijft de werking van het systeem - test is beschreven en uitgevoerd - testresultaten zijn weergegeven - de conclusies zijn gebaseerd op feiten					
Samenvatting van de internet cursus: - Beschrijft een (aantal) video(s) met een totale duur van 30-40 min - Heeft toegevoegde waarde voor het onderzoek					
Reflectie op excursie naar de HZ					
Opmaak en taalgebruik in het portfolio oogt professioneel.					
Totaal aantal punten	30 punten = 10 16,5 punten=5,5				

NLT Havo 4

Beoordelingsaspect		1	2	3	4	5
Assessment	Samenwerking					
	Productiviteit					
	Plannen					
	Betrokkenheid bij het project					
	Toepassing kennis in de praktijk					
	Kritisch denken					
	Sociale vaardigheden					
	Feedback					
	Onderzoek vaardigheden					
Totaal aantal punten	45 punten = 10 25 punten=5,5					

Opmerkingen

Handtekening docent:

NLT Havo 4

Beoordelingsaspect		1	2	3	4	5
Eindpresentatie	Presentatie vaardigheden					
	Probleemstelling: probleembeschrijving. Bespreek de hoofd- en deelvragen. Welk probleem lossen jullie op?					
	Oplossing wordt uitgelegd aan de hand van een model of prototype.					
	Diepgang, ze hebben achtergrond kennis over het onderwerp. Welke fimples hebben jullie bekeken en was dit nuttig voor het onderzoek?					
	Innovativiteit. Waarom is het ontwerp vernieuwend.					
	Testresultaten worden besproken en de conclusies en aanbevelingen zijn logisch. Waarom zijn jullie resultaten betrouwbaar?					
Totaal aantal punten	35 punten = 10 20 punten = 5,5					

Opmerkingen

Handtekening docent:

Bijlage 2 Docentenhandleiding

Glastuinbouw & energie

Tàmar Oranje

NEHALENNIA SSG | HZ, UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Inhoud

Inleiding	83
Visie	83
Het project in één oogopslag	84
Uitvoering	86
Module	86
Project: Opdrachtschrijving en aandachtspunten	86
Lesvoorbereidingen	87
Planning	88
Opleverpunten	90
Begeleiding	92
Cijfer opbouw project	92
Theorie	93
Wat zijn de huidige ontwikkelingen in de glastuinbouw?	93
Links	94
Leerplan	95
Beschrijving	95
Differentiatie	95
Werkvormen en didactiek	95
Excursie HZ opleiding Engineering	95
Test fase:	96
Presentaties:	91
Assessments:	91
Bibliografie	97

Inleiding

In het vorige project hebben de leerlingen kennis gemaakt met de begrippen *energie* en *duurzaamheid*. In dit project, glastuinbouw en energie, gaan ze onderzoek doen naar energiebesparing in de kassenindustrie. In dit proces zal gebruik gemaakt moeten worden van verschillende informatiebronnen die de leerlingen zelf zullen raadplegen over het door hen zelf gekozen onderwerp.

Visie

Dit project volgt een speciale didactiek genaamd ‘High impact learning’. Deze werkvorm opgebouwd door Prof. dr. Filip Dochy (hoogleraar Onderwijskunde & Corporate Training) is gericht op een betere aansluiting bij de huidige en toekomstige de arbeidsmarkt. Dochy is van mening dat de toekomstige beroepsprofessional de capaciteit moet hebben om adaptief te zijn en zelf in staat is nieuwe kennis op te doen in een korte tijd. Meer informatie over deze didactiek is te vinden in het hoofdstuk Leerplan en bijlage 2

In dit project staan de volgende leerdoelen centraal:



Het project in één oogopslag

Titel	Glastuinbouw en energie
Code	nlt3-h017
Status	Eindversie
Afdeling	Havo
Beoogd leerjaar	4 of 5 Havo (N&G/N&T)
Omschrijving	Energie in de glastuinbouw: tuinbouwkassen staan algemeen bekend als energiegrootverbruiker. Ondernemers willen een optimale productie met een zo'n evenwichtig mogelijk kostenplaatje. Energie is een van de grootste kosten posten. Energiebesparing, efficiënter omgaan met inkomende en uitgaande energie in de kas, vormt de rode draad in de module. De groepjes leerlingen gaan zelf een hedendaags probleem oplossen met betrekking tot de kassenindustrie. Ze zullen zelf bepalen waar een probleem ligt dat hen interesseert en onderzoek doen naar de oplossingen hiervoor. Daarna zullen ze een oplossing uitwerken tot een prototype en dat testen.
Leerdoelen	- De leerling kan productief te werk gaan. - De leerling heeft het vermogen te reflecteren. - De leerling kan sociale vaardigheden toepassen. - Het vermogen om een planning te maken is verbeterd. - De leerlingen kunnen op een opbouwende manier feedback aan elkaar geven en ontvangen. (Peer to peer feedback) - De leerling is in staat informatie op meerdere manieren te vergaren (hybride leren). - Het onderzoekend vermogen van de leerling is aangesproken en vergroot. - De leerlingen zijn in staat kritische vragen te stellen aan zichzelf en/of aan hun teamgenoten. - De leerling vergroot zijn capaciteit om samen te werken. - De leerling is in staat creatieve oplossingen te bedenken. - Het probleem oplossend vermogen van de leerling wordt vergroot. - Communicatieve vaardigheden worden geactiveerd. - ICT geletterdheid van de leerling wordt verbreed.
Domeinen	Domein A: Vaardigheden sub domein A1 - A13 Domein C: Processen in levende natuur, aarde en ruimte & Duurzaamheid Domein E: Technologische ontwikkeling
Context	Energiebesparing, efficiënter omgaan met inkomende en uitgaande energie in de kas, vormt de rode draad in het project. De groepjes leerlingen moeten zelf een oplossing zoeken voor een hedendaags probleem in de kassenindustrie dat hen interesseert.

Vaardigheden	Inzicht verwerven in de verschillende vormen van energie , onderzoek vaardigheden ontwikkelen, hybride leren, zelfmanagement en het vermogen te reflecteren op activiteiten die zijn uitgevoerd.								
Vakkennis TF	De benodigde vakkennis is verschillend per groep. Het is de bedoeling dat de leerlingen de benodigde vakkennis vergaren. Dus in principe is de vakkennis onderbouw klas 1 t/m 3 havo voldoende.								
Studielast	52 slu 10% instructie en 90% (deels begeleide) zelfwerktijd								
Leerling-activiteiten	Instructie, zelfwerkzaamheid, groepswerk.								
Faciliteiten	Bij het bouwen van de prototypen is het van belang dat dit gebeurt onder toezicht van een technisch onderwijs assistent (toa). Daarnaast zal het uitvoeren van de tests met het prototype moeten gebeuren onder toezicht van een docent of toa met kennis van het betreffende vakgebied.								
Toets vormen en weging	<table> <tr> <td>Assessment</td><td>30%</td></tr> <tr> <td>Excursie HZ (opleiding Engineering)</td><td>10%</td></tr> <tr> <td>Eindpresentatie</td><td>30%</td></tr> <tr> <td>Portfolio</td><td>30%</td></tr> </table> (Beoordelingsformulieren zijn bijgevoegd in de bijlagen)	Assessment	30%	Excursie HZ (opleiding Engineering)	10%	Eindpresentatie	30%	Portfolio	30%
Assessment	30%								
Excursie HZ (opleiding Engineering)	10%								
Eindpresentatie	30%								
Portfolio	30%								
Aansluitende modules	Energiehuis								

Uitvoering

Theoretische module

Voor het doorwerken van de module is een periode van 3 weken uitgezet die wordt afgesloten met een repetitie. In deze module die de leerlingen in groepjes doorwerken zullen ze de basiskennis opdoen die nodig is om te weten hoe kassen werken.

De toetsing van de module sluit deze fase af. De toets bevat 18 vragen, waarvan 2 open vragen en 16 multiplechoicevragen. De leerlingen krijgen 45 minuten de tijd om de toets te maken.

Project: Opdrachtschrijving en aandachtspunten

Opdracht: *Ontwikkel en test een kas, of een onderdeel van een kas, dat bijdraagt aan het behalen van een hoger energierendement.*

Als de leerlingen de onderzoeksvraag bedenken is het van belang dat de volgende aspecten goed in de gaten worden gehouden:

- Zorg dat de leerlingen een onderwerp kiezen dat zij interessant vinden, dit zorgt voor meer interesse in en betrokkenheid bij het te onderzoeken onderwerp. Dit is van groot belang voor het slagen van 'High impact learning'.
- Het probleem dat de leerlingen willen oplossen moet innovatief zijn, maar ook haalbaar. Het is dus van belang dat de opdracht naar inzicht van de docent wordt bijgestuurd zodat het onderzoek niet te simpel is, maar ook niet te moeilijk.
- Het plan van aanpak moet voldoen aan alle eisen die zijn gesteld in het beoordelingsformulier (zie bijlagen). De belangrijkste punten waarop moet worden gelet zijn de materialenlijst en de probleemstelling. Bij het beoordelen van de materialenlijst moet worden gekeken hoelang de levertijd en wat de prijs is van de speciale materialen die niet in het magazijn op voorraad zijn. Als deze bijvoorbeeld te lang is of te duur zal de leraar samen met de leerling moeten nadenken over een goed alternatief voor dit materiaal. Als de probleemstelling niet concreet vraagt naar wat wordt onderzocht, is niet duidelijk wat de leerling gaat onderzoeken. Dit betekent dat de leerling geen idee heeft wat het daadwerkelijke probleem is dat opgelost moet worden. De groep zal de probleemstelling moeten herschrijven.
- De groepjes leerlingen moeten zelf een uitstapje plannen naar een professional op hun betreffende onderzoeksgebied. De leerlingen moeten deze persoon interviewen en van dit interview een samenvatting maken en deze toevoegen aan het portfolio (1 interview per groep is voldoende). Het doel hiervan is dat de leerlingen leren om zelf te plannen en sociale vaardigheden verbeteren, daarnaast is dit een vorm van 'hybride leren'. De leerlingen zouden bijvoorbeeld langs een kas in de buurt kunnen gaan, een docent met betrekking tot het betreffende vakgebied kunnen benaderen of een technicus van een bepaald bedrijf kunnen bezoeken. Dit zijn enkel een aantal voorbeelden van de mensen die ze zouden kunnen benaderen, zolang de professional betrekking heeft op hun onderzoeksgebied is het een nuttige activiteit.
- Om de leerlingen te motiveren op meerdere manieren onderzoek te doen naar problemen (hybride learning), wordt in dit lesplan verplicht dat de leerlingen gebruik maken van MOOC's (massive open online courses). Van de groepjes leerlingen wordt verwacht dat zij een cursus van 30-40 min volgen met betrekking tot hun onderzoek. Dit kan op allerlei verschillende websites: coursera.org, youtube.com, EDX.org enz.

De leerlingen zullen een korte samenvatting schrijven over de online cursus die zij hebben gevolgd.

- Uiteindelijk zullen de leerlingen een prototype bouwen, deze moeten ze testen. Tijdens deze test zullen ze gaan bepalen of het prototype daadwerkelijk een goede oplossing biedt voor het probleem. De leerlingen zullen conclusies trekken uit de test(s) die zij hebben gedaan. Voorbeelden van vragen die de leerlingen ze zouden moeten stellen zijn:
 - Is de test die uitgevoerd is geloofwaardig?
 - Wat heb ik geleerd van de uitkomsten van de test?
 - Waarom werkt het prototype niet zoals ik had verwacht?
 - Wat was de oorzaak van dit probleem?
 - Hoe zou dit in een volgend prototype kunnen worden voorkomen?
 - Wat zou moeten gebeuren om dit prototype daadwerkelijk in gebruik te nemen?
 - Wat zou dit prototype nog beter maken?

Lesvoorbereidingen

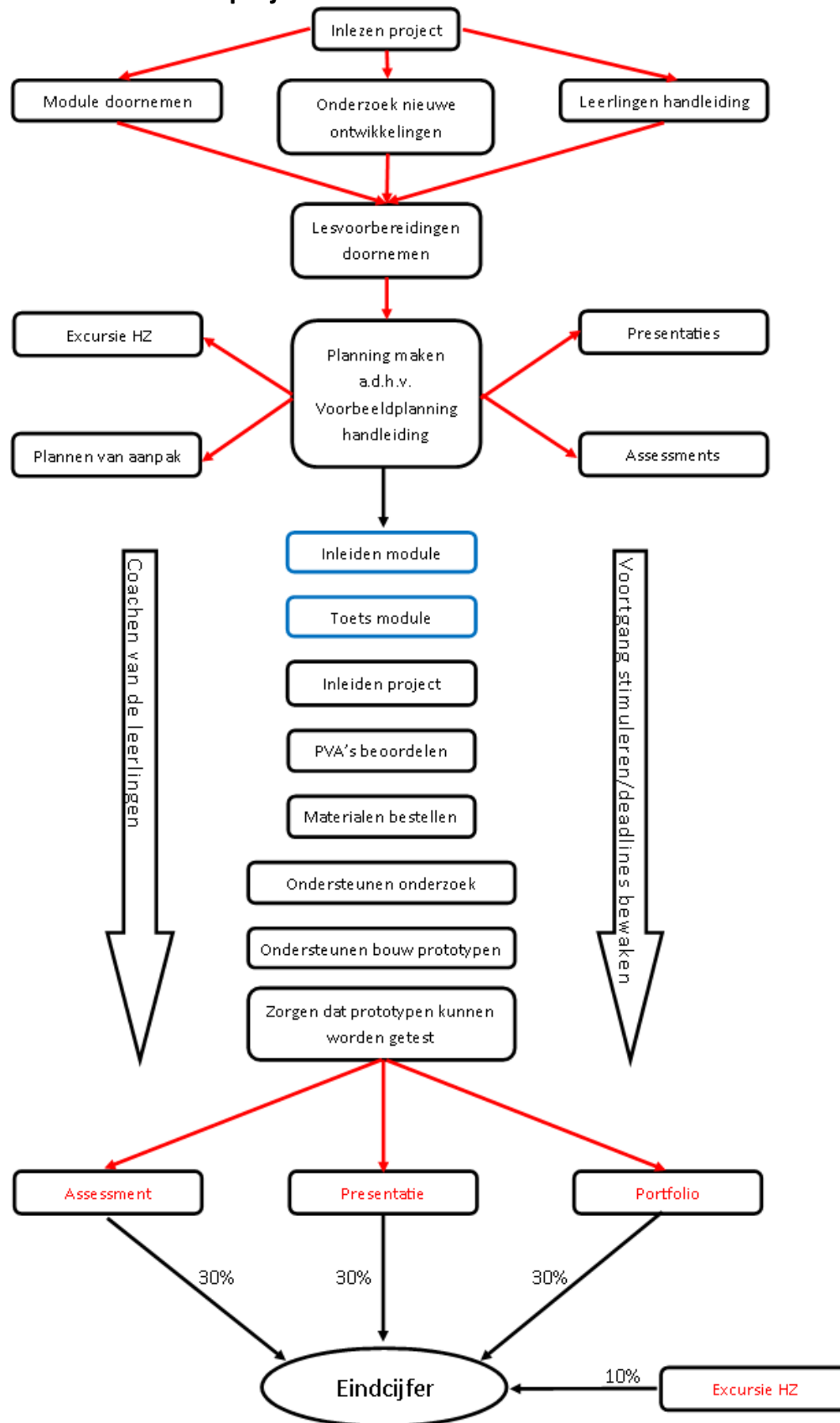
Om de lessen zo goed mogelijk uit te kunnen voeren zijn er lesvoorbereidingen toegevoegd deze lesvoorbereidingen leggen per les uur uit wat er moet gebeuren. Deze lesvoorbereidingen hangen samen met de planning, belangrijk is dus dat eerst wordt gekeken naar de lesvoorbereidingen voordat je de onderstaande planning aanpast. Deze zijn namelijk al eens getest, zo kan dus goed worden bepaald hoe veel tijd elk onderdeel inneemt. De les voorbereidingen kun je vinden in bijlage 3.

activiteit uitvoeren		Week 11								Week 12								Week 13							
Acties Leerlingen		14-3	15-3	16-3	17-3	18-3	19-3	20-3	21-3	22-3	23-3	24-3	25-3	26-3	27-3	28-3	29-3	30-3	31-3	1-4	2-4	3-4			
Project wordt uitgelegd																									
Excursie kas																									
Repetitie																									
Plan van aanpak																									
Onderzoek(m.b.v. interview, filmpjes en ontwerp)																									
Model bouwen																									
Les als voorbereiding op excursie HZ																									
Excursie naar de HZ																									
KAS AF1																									
Kas Testen																									
Rapport met conclusies en bevindingen/presentatie																									
Presentaties																									
Portfolio inleveren																									
Assessments																									

activiteit uitvoeren		Week 14								Week 15								Week 16							
Acties Leerlingen		4-4	5-4	6-4	7-4	8-4	9-4	10-4	11-4	12-4	13-4	14-4	15-4	16-4	17-4	18-4	19-4	20-4	21-4	22-4	23-4	24-4			
Project wordt uitgelegd																									
Excursie kas																									
Repetitie																									
Plan van aanpak																									
Onderzoek(m.b.v. interview, filmpjes en ontwerp)																									
Model bouwen																									
Les als voorbereiding op excursie HZ																									
Excursie naar de HZ																									
KAS AF1																									
Kas Testen																									
Rapport met conclusies en bevindingen/presentatie																									
Presentaties																									
Portfolio inleveren																									
Assessments																									

activiteit uitvoeren		Week 17								Week 18								Week 19							
Acties Leerlingen		25-4	26-4	27-4	28-4	29-4	30-4	1-5	2-5	3-5	4-5	5-5	6-5	7-5	8-5	9-5	10-5	11-5	12-5	13-5	14-5	15-5			
Project wordt uitgelegd																									
Excursie kas																									

Overzicht van het project



Opleverpunten

Plan van aanpak

Om te beginnen met het onderzoek zal eerst een plan van aanpak moeten worden opgesteld. Hierin beschrijven de leerlingen de hoofdvraag en hoe ze deze denken te gaan beantwoorden (d.m.v. deelvragen). Daarnaast zullen ze een proefje moeten bedenken en beschrijven om aan te tonen dat het principe dat wordt onderzocht onderzoeken. Ze moeten hier ook een materialenlijst aan toe voegen. Daarnaast moeten de projectactiviteiten worden besproken en een planning worden toegevoegd.

Toetsing: Het plan van aanpak zal door de docent worden beoordeeld, met een 'go' of een 'no go' aan de hand van de beoordelingscriteria, zie bijlage 1.

Onderzoek

Het onderzoek dat zal worden uitgevoerd kunnen de leerlingen zelf inrichten, maar de volgende activiteiten moeten wel zijn uitgevoerd:

- Plan een bedrijfsbezoek naar een bedrijf dat betrekking heeft op jullie onderzoek, of houdt een interview/bespreking met een ervaringsdeskundige of andere professional over jullie idee.
- Volg een internetcursus of meerdere kleine over jullie onderzoeksgebied, van in totaal 30-40 minuten.
- Vervaardig een model dat te testen is op het gebied van energiebesparing.
- Test het model op het gebied van energie besparing door middel van coach 7.
- Schrijf een rapport met de conclusies en bevindingen van het onderzoek.

Rapport met conclusies en bevindingen

De kwaliteit van het onderzoek zal worden bepaald aan de hand van het onderzoeksrapport, deze wordt aan het persoonlijke portfolio (zie bijlage) toegevoegd en moet aan de volgende eisen voldoen:

- De aanpak van het onderzoek is duidelijk beschreven (plan van aanpak + uitwerkingen/aanvullingen)
- De resultaten van de test zijn aannemelijk en foto's van de testopstelling zijn toegevoegd
- Conclusies zijn gebaseerd op feiten en de bevindingen zijn omschreven

Portfolio

Het portfolio is een persoonlijk digitaal archief van het project dat door de leraar kan worden ingezien c.q. beoordeeld. Hieraan worden alle opleverpunten toegevoegd.

Het portfolio moet het volgende bevatten:

- Plan van aanpak.
- Antwoorden op vragen module Glastuinbouw & energie.
- Ontwerp/schets prototype.
- Samenvatting van het bedrijfsbezoek, of het interview met de ervaringsdeskundige of andere professional.
- Reflectie op de excursie naar de HZ.
- Samenvatting en links van gevolgde internetcursus(sen). Let op: de video die je bekijkt moet wel geloofwaardig zijn.
- Testresultaten van het gebouwde prototype.

- Rapport met de conclusies en bevindingen van het onderzoek.
- Presentatie (PowerPoint als pdf of word document opgeslagen).

Toetsing: Het portfolio zal worden getoetst aan de hand van het beoordelingsformulier (zie bijlage).

Presentaties:

Tijdens de presentaties dienen de leerlingen hun onderzoek te presenteren. De presentaties duren maximaal 10 min. De leerlingen kunnen bijvoorbeeld gebruik maken van een, PowerPoint, Prezi, of een posterpresentatie. Hierin leggen ze uit:

- Voor welk probleem ze een oplossing hebben bedacht.
- Hoe het prototype werkt.
- Hoe ze hebben getest, of hun prototype ook daadwerkelijk het probleem oplost.
- Wat de resultaten zijn van de test.
- Wat de conclusies zijn die kunnen worden getrokken uit de test resultaten.

Daarnaast moeten ze d.m.v. de presentatie aantonen dat:

- Ze technische diepgang hebben gecreëerd in hun onderzoek (door te verwijzen naar MOOC's en gesprekken met experts)
- Waarom hun idee vernieuwend is. (Innovativiteit)

Toetsing: De eindpresentatie wordt beoordeeld op basis van het vermogen om te presenteren, innovativiteit, de diepgang van het project, de testresultaten en de conclusies (bijlage...).

Assessment:

Tijdens het assessment worden de door de leerlingen verworven competenties getoetst aan hun portfolio. Hier moeten dus kritische vragen worden gesteld over de leerdoelen in verband met de activiteiten die de leerlingen hebben uitgevoerd. De tijdens het assessment te beoordelen activiteiten zijn dus:

- Plan een bedrijfsbezoek naar een bedrijf dat betrekking heeft op jullie onderzoek, of houdt een interview/bespreking met een ervaringsdeskundige of andere professional over jullie idee.
- Volg een internetcursus of meerdere kleine over jullie onderzoeksgebied, van in totaal 30-40 minuten.
- Vervaardig een prototype dat te testen is op het gebied van energiebesparing.
- Test het model op het gebied van energie besparing door middel van coach 7.
- Schrijf een rapport met de conclusies en bevindingen van het onderzoek.

Het assessment zal plaats vinden op groepsniveau en zal 15 min. duren per groepje.

Voorbeelden van vragen die kunnen worden gesteld zijn:

- Wat vonden jullie van het project?
- Wat hebben jullie eigenlijk geleerd?
- Welke professional hebben jullie geïnterviewd?
- Waar gingen de internetcursussen over die jullie hebben gevolgd? Hoe hebben deze betrekking op jullie onderzoek? Wat hebben jullie hiervan geleerd?
- Wat hebben jullie geleerd van de excursie naar de HZ?
- Waren de werkzaamheden tijdens het project eerlijk verdeeld?

- Wat zouden jullie het volgende project anders doen?
- Wat zouden jullie het volgende project het zelfde doen?

Als je merkt dat de leerling moeite heeft met het beantwoorden van een bepaalde vraag, probeer dan door te vragen. Hierdoor kan je erachter komen hoe het komt dat de leerlingen op dat bepaalde gebied weinig aandacht hebben besteed.

De volgende leerdoelen worden getoetst tijdens het assessment:

- De leerling kan productief te werk gaan.
- De leerling heeft het vermogen te reflecteren.
- De leerlingen kunnen op een opbouwende manier feedback aan elkaar geven en ontvangen. (Peer to peer feedback)
- De leerlingen zijn in staat kritische vragen te stellen aan zichzelf en/of aan hun teamgenoten.
- De leerling vergroot zijn capaciteit om samen te werken.

Begeleiding

Tijdens het project is het van belang dat je als begeleider (coach) ten alle tijden probeert de leerling te helpen in zijn/haar ontwikkeling. Zet de leerling dus aan het denken in plaats van zelf met de oplossing te komen. Stel bijvoorbeeld kritische vragen zoals: Wat zou er gebeuren als het hard gaat waaien op het dak? Door zo'n vraag zal de leerling na gaan denken over de gebruiker scenario's en leert hij/zij dus verder te kijken. Geef daarnaast evenveel positieve als negatieve feedback. Door de leerlingen positief te benaderen creëer je een goede sfeer waarin de leerling meer vertrouwen krijgt in zichzelf.

Cijfer opbouw project

Onderdeel	Weging
Assessment	30%
Excursie HZ opleiding engineering ²⁴	10%
Eindpresentatie	30%
Portfolio	30%

²⁴ Aparte activiteit, staat los van dit onderzoek, maar weegt wel mee in het eindcijfer.

Theorie

Wat zijn de huidige ontwikkelingen in de glastuinbouw?

Om diepgang te creëren in de inhoud van het lesplan zal onderzoek moeten worden gedaan naar de laatste innovaties en trends en eventuele andere ontwikkelingen in de glastuinbouw. In het geval van dit project staat het thema Energie besparing centraal. De leerlingen zullen zelf ook onderzoek doen naar de ontwikkelingen en zoals algemeen bekend is moet de docent boven de stof staan. Dit betekent dat hij van de laatste ontwikkelingen op de hoogte moet zijn. De leraar dient zijn vakgebied bij te houden er moet dus rekening worden gehouden met veroudering van de onderstaande informatie. Hieronder worden de resultaten van het onderzoek getoond.

Duurzame easy to clean coating²⁵:

Een groot probleem in de glastuinbouw is dat na verloop van tijd het glas van de kassen vervuult raakt, waardoor de lichtdoorlatendheid (transmissie) van het glas afneemt. “Bij metingen in de glastuinbouwpraktijk blijkt dat er na de jaarlijkse reiniging van het kas dak (binnen en buitenkant) ongeveer 5% meer lichttransmissie is.” beweert TNO.nl ²⁶. Hieruit volgt dat 1% lichtverlies = 1% minder opbrengst. Het blijkt dus van groot belang dat de lichtdoorlatendheid zo goed mogelijk blijft voor een zo lang mogelijke periode. Het schoonmaken ervan is namelijk geen eenvoudig klusje.

Het innovatie onderzoekend bedrijf TNO doet verslag over hun onderzoek dat de transmissie zo hoog mogelijk probeert te houden door middel van een nieuwe coating. Het bedrijf heeft onderzoek gedaan naar de problemen rond de afname van transmissie en komt tot de conclusie dat dit door twee factoren wordt veroorzaakt, namelijk: de toenemende vervuiling van het glas na verloop van tijd en het afnemen van de effectiviteit van de reflecterende laag op het glas. Ze zijn op dit moment nog volop bezig met de ontwikkeling van deze coating.

Flowdeck Energy System²⁷:

De kas op temperatuur houden kost veel energie zowel in de zomer als in de winter. De kas moet namelijk een ideale temperatuur behouden. Te koud is slecht maar te warm ook. Het bedrijf TNO heeft in samenwerking met Climeco Engineering en Maurice Kassenbouw een prijswinnende oplossing bedacht voor dit probleem. Zij hebben een dubbelwandig dak ontwikkeld, tussen de wanden in kan 's zomers water stromen om zo de kas af te koelen. Het water wordt opgeslagen in een ondergrondse aardlaag en kan weer op worden gepompt om de kas weer te verwarmen bijvoorbeeld in de nacht. 's Winters zorgt de dubbele laag er voor dat de kas op temperatuur blijft, in de holle ruimte bevindt zich nu lucht.

Bruikbaarheid van aanvullende waterbronnen²⁸

In de kassen wordt veelal regenwater gebruikt om de planten mee te besproeien. Vaak is dit niet genoeg, de teler heeft dus externe waterbronnen nodig. Er wordt tegenwoordig onderzoek naar alternatieve waterbronnen gedaan zoals het her gebruik van condenswater van de warmte kracht koppeling (wkk).

²⁵ (www.tno.nl, 2016)

²⁶ (www.tno.nl, 2016)

²⁷ (www.tno.nl, 2016)

²⁸ (van der Maas, 2015)

Links

Om een goed idee te krijgen van de nieuwste ontwikkelingen in de kassenindustrie, staan hier een aantal tips voor leerlingen met interessante websites. Aan de hand van deze informatie kan de leerling een duidelijk beeld krijgen van welk onderwerpen hij interessant vindt. Dit is een hulpmiddel dat de leerlingen kunnen gebruiken om onderzoek te doen naar innovaties in de kassen industrie. Ze hoeven hier geen gebruik van te maken, het is alleen om hen te helpen een onderwerp te vinden.

- <https://www.tno.nl/nl/aandachtsgebieden/leefomgeving/buildings-infrastructures/glastuinbouw-efficientie-door-inzet-van-innovatieve-technologieen/>
- https://www.wageningenur.nl/upload_mm/6/d/9/943c4d9b-1b2c-4552-9a80-96fc227d546d_FLYER%20LED%20NL%20LR.pdf
- <http://www.tudelft.nl/zakelijk/contact/samenwerking-mkb/glastuinbouw/innovatief-onderzoek/>
- http://www.tombrabant.nl/download/257/templates/default/files/documenten/Plan_water_emissieloze_kassen.pdf
- <https://www.drones.nl/nieuws/2015/11/studenten-hogeschool-inholland-ontwikkelen-drone-met-camera-en-geurtechnologie>



Leerplan

Beschrijving

Dit project verschaft kennis en inzicht in de werking van tuinbouwkassen. Energiebesparing in de kas vormt de rode draad in dit project. Daarnaast is dit project bedoeld om de leerlingen voor te bereiden op het HBO, door High impact learning toe te passen en 21st Century skills aan te leren.

Differentiatie

Om zo goed mogelijk op het High impact learning in te spelen, zal er veel ruimte moeten worden gegeven voor differentiatie. Wat centraal moet staan tijdens de uitvoering van het lesplan is 'learner control', wat inhoudt dat de leerling zelf grotendeels moet kunnen bepalen hoe hij/zij een bepaald doel wil bereiken. Als docent is het dan aan jou de taak dit zo goed als mogelijk is te begeleiden en de leerling hier zo min mogelijk in te beperken.

Werkvormen en didactiek

In dit project werken we volgens het principe van 'High impact learning'. In High Impact learning staan 7 pilaren centraal namelijk:

- Probleem (hiaat)
- Zelfmanagement
- Coaching
- Hybride learning
- Actie& kennisdeling
- Flexibiliteit
- Assessment

Als je meer wil weten over het principe van High impact learning kun je een samenvatting hierover vinden in bijlage 2.

Didactische opbouw: de leerlingen kunnen zich de theorie, indien gewenst, individueel of in groepjes eigen maken. Ze zullen zelf onderzoek doen naar de theoretische kennis die ze nodig hebben om hun eigen onderzoek te kunnen doen. Dit doen ze op verschillende manieren, namelijk video's met betrekking tot hun onderwerp bekijken, een professional interviewen met veel kennis op het bepaalde gebied waar ze meer over willen weten en door op internet onderzoek te doen. Hiernaast mogen ze natuurlijk ook andere bronnen raadplegen.

In de module komen activerende, open en complexe opdrachten voor. Je kunt denken aan practica, rekenen aan een rekenmodel en simulatiesoftware.

Practica en onderzoek kunnen plaatsvinden in een practicumlokaal, laboratorium of eventueel op een bedrijf.

Excursie HZ opleiding Engineering:

Tijdens de excursie naar de opleiding Engineering aan de HZ University of Applied Sciences, maken de leerlingen kennis met de inhoud en de werkwijze van deze opleiding. Om hen een idee te geven wat de opleiding precies inhoudt en wat ze hiervan kunnen verwachten, is dit uitstapje bedacht. Tijdens de excursie gaan de leerlingen een windturbine ontwerpen, bouwen en testen. Meer over deze excursie is te vinden in het bestand: Excursie HZ_Leerlingenhandleiding_TamarOranje_05_06_2016

Test fase:

Als de deadline is bereikt voor het bouwen van het prototype, is het tijd om de kassen te testen. Als docent moet je goed contact hebben met de toa's en andere betrokkenen om de kassen te kunnen testen. Er moeten namelijk een aantal voorbereidingen worden getroffen voordat we de tests kunnen uitvoeren. Het volgende moet duidelijk zijn:

- Welke sensoren elk groepje nodig heeft en hoeveel. Er zijn namelijk een beperkt aantal aansluitingen op het dak.
- Waar elk groepje wil testen (bijvoorbeeld op het dak²⁹ of binnen).
- Wanneer en hoelang elk groepje gaat meten.

Geef deze informatie tijdig door aan de toa, minimaal 3 weken voor aanvang van de testfase.

²⁹ Mocht een groepje hun kas op het dak willen zetten moeten ze we hebben nagedacht hoe deze wordt bevestigd. De kas of onderdelen hiervan mogen niet van het dak kunnen waaien.

Bibliografie

- Dochy, F. (2015, 04). *High impact learning anno 2022: model voor de toekomst - Over aanpak en sturing*.
- Edmondson, A. (2012). *Teaming: How Organizations Learn, Innovate, and Compete in the Knowledge Economy*. . Harvard Business School.: Harvard Business School.
- van der Maas, A. A. (2015). *Duurzaam water in de glastuinbouw, alternatieve waterbronnen in en om de kas*. Wageningen: Universiteit Wageningen.
- www.tno.nl. (2016, 02 26). *duurzame easy to clean coating voor kastuinbouw*. Opgehaald van www.tno.nl: <https://www.tno.nl/nl/aandachtsgebieden/leefomgeving/buildings-infrastructures/glastuinbouw-efficientie-door-inzet-van-innovatieve-technologieen/duurzame-easy-to-clean-coating-voor-kastuinbouw/>
- www.tno.nl. (2016, 02 26). *FLOWDECK MAAKT KASSEN ENERGIEZUINIG*. Opgehaald van www.tno.nl: <https://www.tno.nl/nl/aandachtsgebieden/leefomgeving/buildings-infrastructures/glastuinbouw-efficientie-door-inzet-van-innovatieve-technologieen/flowdeck-maakt-kassen-energiezuinig/>

Bijlage 1 Beoordeling formulieren

NLT Havo 4

Beoordelingsaspect		Ja	Nee
Plan van aanpak	Hoofdvraag (probleemstelling) en deelvragen duidelijk omschreven		
	Is de materialen lijst zover mogelijk compleet		
	Projectactiviteiten zijn beschreven		
	Planning, beschreven is wanneer welke activiteit wordt uitgevoerd en door wie		
	Onderzoek is haalbaar		

Opmerkingen

Go/No go

Als alle bovenstaande vakjes met ja zijn in gevuld kan het vakje go worden omcirkeld

Handtekening
docent:

NLT Havo 4

Beoordelingsaspect		1	2	3	4	5
Portfolio	Samenvatting van het bedrijfsbezoek /interview: - heeft betrekking op het onderzoek - conclusies en bevindingen zijn duidelijk beschreven					
	Rapport met bevindingen en conclusies uit het onderzoek: - beschrijft de werking van het systeem - test is beschreven en uitgevoerd - testresultaten zijn weergegeven - de conclusies zijn gebaseerd op feiten					
	Samenvatting van de internet cursus: - Beschrijft een (aantal) video(s) met een totale duur van 30-40 min - Heeft toegevoegde waarde voor het onderzoek					
	Reflectie op de excursie naar de HZ.					
	Opmaak en taalgebruik in het portfolio oogt professioneel.					
Totaal aantal punten	30 punten = 10 16,5 punten=5,5					

NLT Havo 4

Beoordelingsaspect		1	2	3	4	5
Assessment	Samenwerking					
	Productiviteit					
	Plannen					
	Betrokkenheid bij het project					
	Toepassing kennis in de praktijk					
	Kritisch denken					
	Sociale vaardigheden					
	Feedback					
	Onderzoek vaardigheden					
	Totaal aantal punten	45 punten = 10 25 punten=5,5				

Opmerkingen

Handtekening docent:

NLT Havo 4

Beoordelingsaspect		1	2	3	4	5
Eindpresentatie	Presentatie vaardigheden					
	Probleem beschrijving, bespreek de hoofd- en deelvragen. Welk probleem lossen jullie op?					
	Oplossing wordt uitgelegd aan de hand van een model of prototype.					
	Diepgang, ze hebben achtergrond kennis over het onderwerp. Welke filmpjes jullie hebben bekeken en was dit nuttig voor het onderzoek?					
	Innovativiteit, waarom is het ontwerp vernieuwend?					
	Test resultaten worden besproken en de conclusies en aanbevelingen zijn logisch. Waarom zijn jullie resultaten betrouwbaar?					
Totaal aantal punten	30 punten = 10 16,5 punten = 5,5					

Opmerkingen

Handtekening docent:

Bijlage 2 High impact learning en 21st century skills

Welke methoden van lesgeven sluiten goed aan op het HBO?

Om met een lesplan goed aan te kunnen sluiten op het HBO moet je eerst weten waar het HBO zich in de toekomst op wil richten, op deze manier kun je daar op aan sluiten. De heer Mersie heeft nauw contact met de HZ University of Applied Science met de bedoeling een dergelijke goede aansluiting te ontwikkelen tussen de hogeschool en Nehalennia. Hij heeft zodoende verstand van de ontwikkelingen op en de wensen van de hogeschool en de door hem aangereikte informatie is in dit onderzoek daarom als gegeven beschouwd. Hij gaf aan dat de toekomst van de hogeschool ligt in '21st Century skills' en 'High impact learning'. In deze paragraaf zal daarom onderzoek worden gedaan naar deze twee begrippen.

High impact learning

High impact learning is lesgeven dat gericht is op de arbeidsmarkt, die in deze tijd erg flexibel is. Deze flexibiliteit zorgt ervoor dat de medewerker in de toekomst ook flexibel op het gebied van kennis moet zijn. Prof. dr. Filip Dochy (hoogleraar Onderwijskunde & Corporate Training) zegt "Je bent regisseur van je eigen job en je maakt deel uit van een flexibel team."³⁰, hiermee impliceert hij dat de toekomstige beroepsprofessional de capaciteit moet hebben om adaptief te zijn en zelf nieuwe kennis kan opdoen in een korte tijd. Volgens Dochy moeten leerlingen in de toekomst de volgende competenties beheersen: probleemoplossend werken, kritische zin (vermogen om kritische vragen te stellen), reflectievermogen en zelfverantwoordelijkheid. Om leerlingen deze competenties te kunnen aanleren moet er volgens Dochy ruimte zijn voor de volgende 7 aspecten:

- Urgentie/hiaat/probleem:

"Elk leerproces dat het potentieel tot 'High Impact Learning that Lasts' wil aanwakken dient ons inziens te vertrekken van een duidelijk beargumenteerd probleem, een ervaren uitdaging, een hiaat, en/ of een item dat een zekere mate van hoogdringendheid creëert ('sense of urgency')."³¹ Dochy geeft daarbij het voorbeeld van een verpleegster die een bepaald logistiek probleem vaak tegenkomt, maar ook vanuit een sterke interesse in een bepaald fenomeen kan er een hoogdringendheid gecreëerd worden. Het gaat er eigenlijk om dat de persoon uiterst betrokken is bij het onderwerp.

- Zelf management/learner control:

De veelheid van factoren maakt het moeilijk om alles volgens plan te laten lopen in een proces. Het is daarom belangrijk dat alle onderdelen inzichtelijk worden gehouden en bijgesteld kunnen worden als het nodig is, door de leerling zelf. De leerling moet dus wel de mogelijkheid hebben om mee te bepalen in zijn leerproces en de leraar moet ervoor openstaan om veranderingen te accepteren.

- Collaboratie & coaching

Degene die tot high impact learning wil komen zal ondersteuning en coaching nodig hebben vanuit zijn omgeving. Collaboratie is divers: dit kan betekenen dat de persoon in een groep samenwerkt, of dat de persoon feedback krijgt van medeleerlingen maar ook dat de persoon feedback ontvangt van een coach die de leerling ondersteunt in zijn leerproces. Bij al deze processen wordt er op basis van kennisdeling gehandeld, die wordt gevolgd door constructieve conflicten.

- Hybride leren

Het principe hybride leren gelooft in het idee dat leren niet eenmalig is maar door je gehele leven heen een continue gebeurtenis is waarbij online leren en face to face interactie onlosmakelijk aan elkaar verbonden zijn. Dit is dus een combinatie van het nieuwe leren en het werkplek leren. Het gaat dus om een doordachte en slimme opzet van het fenomeen werken-leren, om op deze manier leren boeiend te maken.

- Actie & kennisdeling

Tijdens acties die worden ondernomen in het uitvoeren van een project zal kennis worden gedeeld om problemen op te lossen. Dit is het moment dat de kennis ook echt nodig is, op deze momenten

³⁰ (Dochy, 2015, p. 1)

³¹ (Dochy, 2015, p. 7)

zullen door middel van overleg mogelijke oplossingen worden besproken en de beste worden gekozen. Er bestaat natuurlijk de mogelijkheid dat er fouten worden gemaakt. Als je bij de gemaakte fouten goede feedback krijgt resulteert dit in een uitzonderlijke leerkans³². Er moet dus ruimte zijn voor het maken van fouten, tevens moet hier goed op worden gereflecteerd.

- Flexibiliteit: Formeel en informeel

Doordat leerlingen toevallig met elkaar ervaringen op doen tijdens formele en informele activiteiten wordt er kennis opgedaan. Dit is informeel leren en moet niet door de school worden gestuurd. Wel kan de school de leerlingen prikkelen dergelijke activiteiten uit te voeren. Een voorbeeld is dat de leraar een zelf (uitgevoerd) project upload op de Elektronische leer omgeving (ELO).

- Assessment

Met name het leren van toetsen en vooral van feedback krijgen en geven zou een nog groter aandeel kunnen en moeten innemen in het proces. Elke toets moet een motiverende uitkomst hebben, in elk geval na de feedback. Belangrijk is om de helft van de feedback positief te houden. De leerling moet namelijk erkenning en bevestiging krijgen van zijn talent, aldus Dochy in zijn rapport 'High impact learning anno 2022'.

Wat zijn '21st Century skills'?

De '21st Century skills' zijn volgens de discussienota van Voogt & Roblin³³ gericht op de toekomstige maatschappij. Zij gaan ervan uit dat in de toekomst complexe taken worden uitgevoerd door mensen, waarbij ze worden ondersteund door informatie van computers. Om jongeren goed voor te bereiden op deze arbeidsmarkt moeten zij de volgende competenties ontwikkelen:

- Creativiteit
- Kritisch denken
- Probleem oplossend vermogen
- Ontwikkelen van hoogwaardige producten / Productiviteit
- Samenwerking
- Communicatie
- ICT geletterdheid
- Sociaal en/of culturele vaardigheden; Burgerschap

Het rapport geeft de volgende aanbevelingen om deze competenties te verweven in het onderwijs:

- Bij de inrichting van het curriculum moet rekening worden gehouden met de diverse rollen van ICT in het curriculum en de wijze waarop deze onderscheiden rollen bijdragen aan de verwerving van *21st Century skills*.
- Creëer bij docenten eigenaarschap van *21st Century skills*, te beginnen bij de discussie over het belang van *21st Century skills*, de bepaling van de plaats in het curriculum en de beoordeling van *21st Century skills*.
- *Begin met implementeren op kleine schaal*. Spoor aan tot kleinschalige projecten om zo te werken aan het bewustzijn en een groeiend begrip over de wijze waarop *21st Century skills* kunnen worden geïntegreerd in de vakken. Deze projecten zullen wellicht leiden tot een beter begrip van docenten over de leerwinsten en uitdagingen die verbonden zijn aan de implementatie van *21st Century skills*. De factoren die het succes en het falen beïnvloeden kunnen in kaart gebracht worden en bijdragen aan de ontwikkeling van nieuwe initiatieven.
- In interdisciplinaire thema's kunnen kernvakken gekoppeld worden aan actuele maatschappelijke thema's, terwijl tegelijkertijd wordt bijgedragen aan de verwerving van generieke vaardigheden. Deze thema's zijn voortdurend in verandering aangezien zij een afspiegeling zijn van hedendaagse maatschappelijke vraagstukken.

³² (Edmondson, 2012)

³³ (Voogt & Roblin, 2010)

Bijlage 3 Lesvoorbereidingen

Les voorbereiding:

Les 1-4 (week 9)

Onderwerp: Module Glastuinbouw doornemen en opdrachten uit laten voeren

Doelstelling: Voorkennis vergaren over het onderwerp *energie*

Hulpmiddelen: Module NLT3-H017-Glastuinbouw-Iln-04-03-2009-site

leerdoelen	Docent	Leerling	Tijd
Activeren leerlingen	Introduceren van de nieuwe module. Uitleggen welke hoofdstukken moeten worden gemaakt. (Hfdstk. 2, 4, 5 ,6, 7& 8) Tevens op de ELO aangeven welke hoofdstukken moeten worden gemaakt.)	Groepen van 4 samenstellen. Starten met doornemen module.	Eerste les 0-50 min.
Activeren kennis samenwerken Plannen	Kijken of alle groepjes goed bezig zijn, langs lopen en vragen stellen. Is alles duidelijk. Snappen de leerlingen wat de bedoeling is? Zo niet, verwijzen naar hulpmiddelen of tips geven waar ze verder mee kunnen.	Werk onderling verdelen en beginnen met het maken van de opdrachten.	Tweede les 50-100min.
Productiviteit Kritisch denken Samenwerken Probleem oplossend vermogen Feedback ontvangen en verwerken	Probeer de leerlingen de gehele les te ondersteunen. Dit bevordert het leerproces van de leerlingen. Werken ze goed samen? Zijn er vragen over de lesstof?	Opdrachten maken. Vragen stellen aan medeleerlingen of aan de docent. Medestudenten helpen en samen proberen tot oplossingen te komen.	Derde les: 0-50 min Vierde les: 0-50 min

Les voorbereiding:
Les 5-8 (week 10)

Onderwerp: Module Glastuinbouw verder doornemen en opdrachten maken

Doelstelling: Voorkennis vergaren over het onderwerp *energie*

Hulpmiddelen: Module: NLT3-H017-Glastuinbouw-IIn-04-03-2009-site

Docenten handleiding: NLT_Docenten handleiding_TamarOranje_2016_05_31

leerdoelen	Docent	Leerling	Tijd
Productiviteit Kritisch denken Samenwerken Probleem oplossend vermogen Feedback ontvangen en verwerken	Lees de docenten handleiding Glastuinbouw door. Probeer daarnaast blijvend een ondersteunende en coachende rol te vervullen voor de leerlingen. Dit bevordert het leerproces van de leerlingen. Werken ze goed samen? Zijn er vragen over de lesstof? Help de leerlingen met antwoorden te zoeken, niet door het antwoord te geven, maar door mogelijke wegen aan te geven, zodat ze tot het antwoord kunnen komen.	Opdrachten maken. Vragen stellen aan medeleerlingen of aan de docent. Medestudenten helpen en samen proberen tot oplossingen te komen.	Vijfde les: 0-50 min Zesde les: 0-50 min Zevende les: 0-50 min Achtste les: 0-50 min

Les voorbereiding:
Les 9-12 (week 11)

Onderwerp: Project introductie en excursie inleiden.

Doelstelling: Kennis vergaren over het onderwerp *energie*

Hulpmiddelen: Module: NLT3-H017-Glastuinbouw-IIn-04-03-2009-site

Leerlingen handleiding: NLT_Leerlingen
handleiding_TamarOranje_2016_03_13

leerdoelen	Docent	Leerling	Tijd
Opdracht duidelijk maken Betrokkenheid bij het project Prikkelen leerlingen	Introduceer het project aan de hand van de leerlingen handleiding, en de belangrijkste punten uit de docentenhandleiding. Vertel hier duidelijk dat ze zelf een onderwerp moeten bedenken dat hen interesseert en dat ze hier alvast over kunnen nadenken. Ondersteun de leerlingen bij het beginnen van het maken van de opdrachten.	Leerlingen handleiding door nemen. Opdrachten maken module Glastuinbouw.	Negende les 0-50 min Tiende les 0-50 min
Productiviteit Kritisch denken Samenwerken Probleem oplossend vermogen Feedback ontvangen en verwerken	Bepaal hoe ver de leerlingen zijn met het doornemen en uitvoeren van de opdrachten uit de module. Vertel dat aan het einde van de week de hele module uitgevoerd moet zijn.	Opdrachten maken. Vragen stellen aan medeleerlingen of aan de docent. Medestudenten helpen. Taken verder onderling verdelen.	11 ^e les: 0-50 min
Kritisch denken Samenwerken Probleem oplossend vermogen Feedback ontvangen en verwerken	Vertel klassikaal waar de excursie plaatsvindt, welk bedrijf ze gaan bezoeken en waar en hoe laat ze daar moeten zijn. Attendeer de leerlingen erop dat ze goede vragen moeten bedenken als voorbereiding op de excursie over <i>energie</i> in de kassen industrie. Bevestig deze informatie nog een keer schriftelijk via de mail naar alle leerlingen.	Opdrachten maken. Vragen stellen aan medeleerlingen of aan de docent. Medestudenten helpen. Module moet nu doorgenomen en uitgevoerd zijn. Vragen bedenken over het onderwerp <i>energie</i> in de kassen industrie voor tijdens de excursie.	12 ^e les: 0-50 min

Les voorbereiding:
Les 13-16 (week 12)

Onderwerp: Project introductie en excursie inleiden.

Doelstelling: Kennis vergaren over het onderwerp *energie in de kassen industrie*, opdracht uitleggen, betrokkenheid creëren bij het project en het prikkelen van de leerlingen.

Hulpmiddelen: Module: NLT3-H017-Glastuinbouw-IIn-04-03-2009-site

Leerlingen handleiding: NLT_Leerlingen

handleiding_TamarOranje_2016_03_13

leerdoelen	Docent	Leerling	Tijd
Communicatie Sociale vaardigheden Kritisch denken	Zorg dat je vroeg aanwezig bent bij de kas, vang de leerlingen op, stel jezelf voor aan de contactpersoon die de rondleiding gaat geven. Vertel hem/haar in het kort wat het doel is van deze excursie. Als alle leerlingen zijn aangekomen vertel je in het kort waar ze zich bevinden en wie de persoon is die de rondleiding geeft. Daarnaast probeer je de leerlingen enthousiast te maken en vragen te laten stellen. Stel zelf vragen om het goede voorbeeld te geven en de leerlingen te laten zien dat het niet gek is om vragen te stellen.	Aantekeningen maken, vragen stellen en interesse tonen.	13 ^e les 0-50 min 14 ^e les 0-50 min
Creativiteit Productiviteit Kritisch denken Samenwerken Probleem oplossend vermogen Feedback ontvangen en verwerken	Vraag wat de leerlingen vonden van de excursie. Laat ze de leerlingen handleiding doorlezen, en zelf onderzoeken wat ze nu moeten gaan doen.	Leerlingen handleiding doornemen. Onderzoek doen naar interessante onderwerpen m.b.t energie besparing in de kassen industrie.	15 ^e les: 0-50 min
Kritisch denken Samenwerken Probleem oplossend vermogen Feedback ontvangen en verwerken	Vertel de leerlingen wanneer het plan van aanpak af moet zijn. Houd daarnaast weer de coachende rol aan en ga de klas rond om te kijken of iedereen begrijpt wat de bedoeling is. Probeer de leerlingen te sturen, zodanig dat ze onderzoek doen naar innovatieve onderwerpen.	Leerlingen handleiding doornemen. Onderzoek doen naar interessante onderwerpen m.b.t energie besparing in de kassen industrie.	16 ^e les: 0-50 min

Les voorbereiding:
Les 17-20 (week 13)

Onderwerp: Onderzoek uitvoeren project

Doelstelling: Kennis vergaren over de innovatieve oplossingen om energie te besparen, betrokkenheid creëren bij het project en het prikkelen van de leerlingen om onderzoek te doen.

Hulpmiddelen: Leerlingen handleiding: NLT_Leerlingen
handleiding_TamarOranje_2016_03_13

leerdoelen	Docent	Leerling	Tijd
Kritisch denken Creativiteit Samenwerken Onderzoek vaardigheden Kennis toepassen in de praktijk Productiviteit	Houd de coachende rol aan en ga de klas rond om te kijken of iedere groep begrijpt wat ze moet doen. Probeer de leerlingen te ondersteunen bij het opstellen van het PVA en de onderzoeksvraag en deelvragen. door bijv. te verwijzen naar de links in de leerlingen handleiding.	Opzetten PVA.	17 ^e les: 0-50 min 18 ^e les: 0-50 min 19 ^e les: 0-50 min
Kritisch denken Creativiteit Samenwerken Onderzoek vaardigheden Kennis toepassen in de praktijk Productiviteit	Vertel de leerlingen opnieuw wanneer het plan van aanpak ingeleverd moet zijn en wat deze moet bevatten. Wijs daarbij vooral op de materialen lijst. Let op de coachende rol.	Onderzoek doen naar interessante onderwerpen m.b.t energie besparing in de kassen industrie.	20 ^e les: 0-50 min

Les voorbereiding:

Les 21-24 (week 15)

Onderwerp: Onderzoek uitvoeren project

Doelstelling: Kennis vergaren over de innovatieve oplossingen om energie te besparen, betrokkenheid creëren bij het project en het prikkelen van de leerlingen om onderzoek te doen.

Hulpmiddelen: Leerlingen handleiding: NLT_Leerlingen

handleiding_TamarOranje_2016_03_13

Beoordeling formulier PVA

leerdoelen	Docent	Leerling	Tijd
Kritisch denken Creativiteit Samenwerken Onderzoek vaardigheden Kennis toepassen in de praktijk Productiviteit	Vertel de leerlingen dat vrijdag het PVA moet zijn ingeleverd. Wijs de leerlingen op het beoordelingsformulier uit de leerlingenhandleiding leg de nadruk op de hoofdvraag en deelvragen en de materialen lijst. Let op de coachende rol.	PVA aanpassen Antwoorden zoeken op de deelvragen uit het PVA. Doormiddel van meerdere bronnen(hybride leren), zoals docenten, internet cursussen en boeken.	21 ^e les 0-50 min. 22 ^e les 0-50 min 23 ^e les: 0-50 min
Feedback ontvangen en verwerken Kritisch denken Creativiteit Samenwerken Onderzoek vaardigheden Kennis toepassen in de praktijk Productiviteit	Vertel de leerlingen dat deze les het PVA moet zijn ingeleverd. Kijk alvast ingestuurde PVA's na en beoordeel deze met een Go of No Go. Aan de hand van het beoordelingsformulier, let hierbij vooral op de hoofdvraag en deelvragen en de materialen lijst. Als je klaar bent met het beoordelen, roep je het groepje leerlingen er bij en bespreek je wat er indien nodig nog moet worden aangepast.	PVA afmaken en inleveren.	24 ^e les: 0-50 min

Les voorbereiding:
Les 25-28 (week 16)

Onderwerp: Onderzoek uitvoeren project

Doelstelling: Kennis vergaren over de innovatieve oplossingen om energie te besparen, betrokkenheid creëren bij het project en het prikkelen van de leerlingen om onderzoek te doen.

Hulpmiddelen:

Leerlingen handleiding: NLT_Leerlingenhandleiding_TamarOranje_2016_03_13
Beoordeling formulier PVA

leerdoelen	Docent	Leerling	Tijd
Kritisch denken Creativiteit Samenwerken Onderzoek vaardigheden Kennis toepassen in de praktijk Productiviteit Feedback ontvangen en verwerken	Kijk de resterende PVA's na en beoordeel deze met een Go of No Go. Doe dit aan de hand van het beoordelingsformulier, let hierbij vooral op de hoofdvraag en deelvragen en de materialen lijst. Als je klaar bent met het beoordelen, roep je het groepje leerlingen erbij en bespreek je wat er, indien nodig, nog moet worden aangepast. Geef positieve en eventueel negatieve feedback. Geef aan dat het PVA de volgende les moet worden ingeleverd.	PVA aanpassen Antwoorden zoeken op de deelvragen uit het PVA. Doormiddel van meerdere bronnen(hybride leren), zoals docenten, internet cursussen en boeken.	25 ^e les 0-50 min. 26 ^e les: 0-50 min
Kritisch denken Creativiteit Samenwerken Onderzoek vaardigheden Kennis toepassen in de praktijk Productiviteit	Coach de leerlingen bij het beantwoorden van de deelvragen. Stimuleer de leerlingen meerdere bronnen te gebruiken in hun onderzoek, verwijs hierbij naar de leerlingen handleiding. Laat de leerlingen de materialen lijsten bespreken met de toa, zodat deze besteld kunnen worden (voor de vakantie). Let er wel op dat de materialen niet te duur zijn, zoek dan samen met de leerlingen een ander goedkoper alternatief.	Antwoorden zoeken op de deelvragen uit het PVA. Doormiddel van meerdere bronnen(hybride leren), zoals docenten, internet cursussen en boeken. Materialen lijsten bespreken met de toa.	27 ^e les: 0-50 min 28 ^e les: 0-50 min

Les voorbereiding:
Les 29-32 (week 19)

Onderwerp: Onderzoek uitvoeren project

Doelstelling: Kennis vergaren over de innovatieve oplossingen om energie te besparen, betrokkenheid creëren bij het project en het prikkelen van de leerlingen om onderzoek te doen.

Hulpmiddelen: Leerlingen handleiding:
NLT_Leerlingenhandleiding_TamarOranje_2016_03_13
Beoordeling formulier PVA

leerdoelen	Docent	Leerling	Tijd
Kritisch denken Creativiteit Samenwerken Onderzoek vaardigheden Kennis toepassen in de praktijk Productiviteit Plannen	Vertel de leerlingen dat ze in principe volgende week moeten gaan bouwen. Coach de leerlingen bij het beantwoorden van de deelvragen. Stimuleer de leerlingen meerdere bronnen te gebruiken in hun onderzoek, verwijs hierbij naar de leerlingen handleiding.	PVA aanpassen Antwoorden zoeken op de deelvragen uit het PVA. Doormiddel van meerdere bronnen(hybride leren), zoals docenten, internet cursussen en boeken.	29 ^e les 0-50 min.
Kritisch denken Creativiteit Samenwerken Onderzoek vaardigheden Kennis toepassen in de praktijk Productiviteit Plannen	Vraag naar de voortgang en check of alles volgens planning verloopt. Zo niet help ze bij te sturen. Coach de leerlingen bij het beantwoorden van de deelvragen. Stimuleer de leerlingen meerdere bronnen te gebruiken in hun onderzoek, verwijs hierbij naar de leerlingen handleiding.	Antwoorden zoeken op de deelvragen uit het PVA. Doormiddel van meerdere bronnen (hybride leren), zoals docenten, bedrijven, internet cursussen en boeken.	30 ^e les: 0-50 min 31 ^e les: 0-50 min 32 ^e les: 0-50 min

Les voorbereiding:
Les 33-36 (week 20)

Onderwerp: Ontwerpen van het model en bouwen

Doelstelling: Actie en kennis deling

Hulpmiddelen:

Leerlingen handleiding: NLT_Leerlingen handleiding_TamarOranje_2016_03_13

leerdoelen	Docent	Leerling	Tijd
Kritisch denken Creativiteit Samenwerken Probleem oplossend vermogen Kennis toepassen in de praktijk Productiviteit Plannen	Vertel de leerlingen dat ze in principe moeten beginnen met het maken van de schetsen en maattekeningen voor hun prototype. Coach de leerlingen bij het maken van de schetsen en maattekeningen, door activerende vragen te stellen. Met als doel dat de leerlingen gaan na denken over de werking van hun prototype en de mogelijke problemen die nog moeten worden opgelost.	Maattekeningen/sc hetsen maken van prototype.	33 ^e les 0-50 min.
Kritisch denken Creativiteit Samenwerken Probleem oplossend vermogen Kennis toepassen in de praktijk Productiviteit Plannen	Vraag naar de voortgang en check of alles volgens planning verloopt. Zo niet help ze bij te sturen. Coach de leerlingen bij het maken van de schetsen en maattekeningen, door activerende vragen te stellen. Met als doel dat de leerlingen gaan na denken over de werking van hun prototype en de mogelijke problemen die nog moeten worden opgelost. Mochten er al leerlingen zijn die zijn begonnen met bouwen, kan je ze ondersteunen door vragen te stellen als, hebben jullie nagedacht over ... en wat gebeurt er als... Help de leerlingen met oplossingen te bedenken als ze geen antwoord weten te geven op deze vragen.	Maattekeningen/sc hetsen maken van prototype. Bouwen van prototype.	34 ^e les: 0-50 min 35 ^e les: 0-50 min 36 ^e les: 0-50 min

Les voorbereiding:
Les 37-40 (week 21)

Onderwerp: Ontwerpen van het model en bouwen

Doelstelling: Actie en kennis deling

Hulpmiddelen: Leerlingen handleiding: NLT_Leerlingen
handleiding_TamarOranje_2016_03_13

leerdoelen	Docent	Leerling	Tijd
Kritisch denken Creativiteit Samenwerken Probleem oplossend vermogen Kennis toepassen in de praktijk Productiviteit Plannen	De leerlingen zijn begonnen met bouwen. Vraag naar de voortgang en check of alles volgens planning verloopt. Ondersteun ze door vragen te stellen als, hebben jullie nagedacht over ... en wat gebeurt er als... Help de leerlingen met oplossingen te bedenken als ze geen antwoord weten te geven op deze vragen. Daarnaast kan je checken of ze de juiste materialen en verbindingstechnieken gebruiken. Geef indien nodig tips.	Bouwen van prototype.	37 ^e les 0-50 min. 38 ^e les: 0-50 min 39 ^e les: 0-50 min 40 ^e les: 0-50 min

Les voorbereiding:
Les 41-44 (week 22)

Onderwerp: Ontwerpen van het model en bouwen

Doelstelling: Actie en kennis deling

Hulpmiddelen: Leerlingen handleiding: NLT_Leerlingen
handleiding_TamarOranje_2016_03_13

leerdoelen	Docent	Leerling	Tijd
Kritisch denken Creativiteit Samenwerken Probleem oplossend vermogen Kennis toepassen in de praktijk Productiviteit Plannen	Vertel leerlingen dat volgende week de excursie naar de HZ plaats zal vinden en dus 3 lessen niet kunnen worden gebruikt om te bouwen. Vertel dat daarnaast volgende week vrijdag de kas af moet zijn Vraag naar de voortgang en check of alles volgens planning verloopt. Ondersteun ze door vragen te stellen als, hebben jullie nagedacht over ... en wat gebeurt er als... Help de leerlingen met oplossingen te bedenken als ze geen antwoord weten te geven op deze vragen. Daarnaast kan je checken of ze de juiste materialen en verbindingstechnieken gebruiken. Geef indien nodig tips.	Bouwen van prototype.	41 ^e les 0-50 min. 42e les: 0-50 min 43e les: 0-50 min
Kritisch denken Creativiteit Samenwerken Probleem oplossend vermogen Kennis toepassen in de praktijk Productiviteit Plannen	Herinner de leerlingen dat volgende week de excursie naar de HZ plaats zal vinden en dus 3 lessen niet kunnen worden gebruikt om te bouwen. Vertel dat daarnaast volgende week vrijdag af moet zijn. Vraag daar naast bij elk groepje welke sensors ze willen gebruiken en of ze binnen of op het dak willen testen. Geef deze informatie door aan de toa's, zodat zij de benodigde voorbereidingen kunnen treffen.	Bouwen van prototype	44e les: 0-50 min

Les voorbereiding:
Les 45-48 (week 23)

Onderwerp: Excursie naar de HZ en Ontwerpen van het model en bouwen

Doelstelling: Actie en kennisdeling

Hulpmiddelen: NLT_Leerlingen handleiding_TamarOranje_2016_03_13
Excursie HZ_Leerlingenhandleiding_TamarOranje_05_06_2016.

leerdoelen	Docent	Leerling	Tijd
Kritisch denken Creativiteit Samenwerken Probleem oplossend vermogen Kennis toepassen in de praktijk Productiviteit Plannen	Zorg dat je voor de les begint de handleiding hebt doorgenomen. Deel de leerlingenhandleiding uit, vertel dat de leerlingen vandaag de handleiding moeten doorlezen en de opdrachten moeten maken. Vertel duidelijk aan welke eisen het ontwerp van de windmolen moet voldoen, en zeg dat het ontwerp vandaag af moet zijn! Leg daarbij de nadruk op de bevestiging op de as en gebruik van materialen. Vertel duidelijk hoe laat de leerlingen op de HZ moeten zijn en waar we verzamelen.	Handleiding doorlezen en opdrachten maken. Ontwerp maken van de windmolen, mogelijk spuugmodel maken om de werking aan te tonen.	45 ^e les 0-50 min. 46e les: 0-50 min
Kritisch denken Creativiteit Samenwerken Probleem oplossend vermogen Kennis toepassen in de praktijk Productiviteit Plannen	Neem van school een aantal te bewerken materialen mee, zoals schuimblokken, rietjes, satéprikkers, kunststof platen en karton. Voordat de leerlingen, aangekomen zijn zorg je dat je de werkplaats bent door gelopen met de toa en hem vertelt hebt wat zijn rol is in deze excursie, namelijk de leerlingen technisch advies geven en ondersteunen bij het bouwproces. Daarnaast test je de windtunnel voor de laatste keer en kijk je of alles het naar behoren doet. Als alle leerlingen op het verzamel punt zijn aangekomen, vertrek dan naar de test locatie. Laat daar de test opstelling zien en vertel hoe de windturbines zullen worden opgesteld en getest. Vertrek daarna naar de werkplaats. Hier houdt je een kort gesprek over welke machines hier staan welke materialen ze mogen gebruiken, waar deze liggen en hoe laat hun prototype af moet zijn. Introduceer dan de opleidingscoördinator, die een	Bouwen en testen van prototype	47 ^e les: 13:00 – 16:00 Instructie: 13:00 – 13:20 Bouwen: 13:20 – 15:15 Opruimen: 15:15 – 15:30 Testen: 15:30 – 16:00

	gesprekje houdt over de opleiding engineering en een aantal folders uitdeelt. Na dit gesprek moeten de leerlingen gelijk aan de slag. Wijs elk groepje een tafel aan of laat ze dit deze zelf kiezen. Als de leerlingen gaan bouwen is het jou taak te zorgen dat ze op schema blijven lopen. Door constant te blijven vragen of alles goed gaat en hulp te bieden als iets niet lukt. Daarnaast moet je goed opletten of ze na hebben gedacht hoe de winturbine op de as wordt gemonteerd. Als hier niet goed over is nagedacht moet je ze helpen hier toch iets op te verzinnen. De leerlingen die snel klaar zijn met bouwen kan je helpen hun prototype alvast een keertje te testen, zodat ze kunnen nadenken wat er beter kan. De overgebleven tijd kunnen ze gebruiken om windturbine te optimaliseren. Als het 15:00 is laat je de leerlingen weten dat ze nog een kwartier tijd hebben. Om 15:15 spreek je de leerlingen toe en zeg je dat we moeten opruimen. Om half 3 is alles opgeruimd en neem je iedereen mee naar de test opstelling. Test de turbines, op 20, 40, 60, 80 en 100% van het vermogen van de windtunnel. Herinner de leerlingen dat ze een reflectie over de excursie moeten schrijven. Dus ze moeten de resultaten opschrijven van de test. Als alle groepjes zijn geweest mogen de leerlingen naar huis.		
Kritisch denken Creativiteit Samenwerken Probleem oplossend vermogen Kennis toepassen in de praktijk Productiviteit Plannen	De leerlingen moeten in principe het prototype deze les afbouwen, let er op dat iedereen de sensors goed installeert. De eerste leerlingen kunnen de kas alvast op de test locatie mits ze klaar zijn.	Bouwen/testen van prototype	48e les: 0-50 min

Les voorbereiding:
Les 49-52 (week 24)

Onderwerp: Ontwerpen van het model en bouwen

Doelstelling: Actie en kennis deling

Hulpmiddelen: Leerlingen handleiding: NLT_Leerlingen
handleiding_TamarOranje_2016_03_13

leerdoelen	Docent	Leerling	Tijd
Kritisch denken Creativiteit Samenwerken Probleem oplossend vermogen Kennis toepassen in de praktijk Productiviteit Plannen	Alle kassen zijn als het goed is af. Deze les zullen de leerlingen de kassen gaan testen. De leerlingen gaan de sensoren koppelen aan de coach stations, samen met de toa's. De groepjes die de kas nog niet af hebben kunnen deze les de laatste	Testen van prototype.	48 ^e les 0-50 min. 49e les: 0-50 min
Kritisch denken Creativiteit Samenwerken Probleem oplossend vermogen Kennis toepassen in de praktijk Productiviteit Plannen	De metingen lopen, de leerlingen zullen moeten checken of er geen problemen zijn met de metingen. Is dit het geval dan moeten ze deze oplossen. Alle prototypen hangen als het goed is aan de testopstellingen. De overige prototypen zullen deze les gekoppeld worden aan de coach stations. Daarnaast kunnen de leerlingen het rapport schrijven en het portfolio aanvullen.	Testen van prototype Eindverslag Portfolio	50e les: 0-50 min 51e les: 0-50 min

Les voorbereiding:
Les 53-56 (week 25)

Onderwerp: Excursie naar de HZ en Ontwerpen van het model en bouwen

Doelstelling: Actie en kennisdeling

Hulpmiddelen: NLT_Leerlingen handleiding_TamarOranje_2016_03_13

leerdoelen	Docent	leerling	Tijd
Kritisch denken Creativiteit Samenwerken Probleem oplossend vermogen Kennis toepassen in de praktijk Productiviteit Plannen	De metingen van de leerlingen kunnen worden gestopt en de resultaten kunnen worden verwerkt in het verslag worden gezet. Ze zullen het verslag af moeten maken en de presentatie voorbereiden. Daarnaast kunnen ze het portfolio aanvullen.	Eindverslag Portfolio Presentatie	53 ^e les 0-50 min. 54e les: 0-50 min 55e les 0-50 min. 56e les: 0-50 min

Les voorbereiding:
Les 57-60 (week 26)

Onderwerp: Ontwerpen van het model en bouwen

Doelstelling: Actie en kennis deling

Hulpmiddelen: Leerlingen handleiding: NLT_Leerlingen
handleiding_TamarOranje_2016_03_13

leerdoelen	Docent	Leerling	Tijd
Kritisch denken Creativiteit Samenwerken Probleem oplossend vermogen Kennis toepassen in de praktijk Productiviteit Plannen	De leerlingen gaan vandaag de eind presentaties van het project houden. Hierin vertellen ze : - de probleemstelling - hun oplossing hiervoor - welke internetcursus ze hebben gevolgd - de testresultaten en conclusies Elk groepjes heeft ongeveer 10 min. om de presentatie te houden. Hierbij komen 5 min voor vragen te stellen door leerlingen of de docent.	Presentaties	57 ^e les 0-50 min. 58 ^e les: 0-50 min
Kritisch denken Creativiteit Samenwerken Probleem oplossend vermogen Kennis toepassen in de praktijk Productiviteit Plannen	Tijdens de assessments worden de leerlingen getoetst op hun vaardigheden die ze hebben aangeleerd. Je zult moeten vragen naar deze vaardigheden en waar ze deze hebben aangetoond. Daarnaast is het de bedoeling dat je de leerlingen leert reflecteren op hun zelf maar ook op team genoten. Deze assessments kosten 10min. per groepje. Vertel aan het einde van de laatste les wat je vond van de klas en wens ze een fijne vakantie.	Assessments Afsluiting	59 ^e les 0-50 min 60 ^e les: 0-50 min

Bijlage 3 Leerlingen handleiding excursie Engineering

Excursie engineering

HZ University of applied sciences



Inleiding

Tijdens de excursie naar de opleiding Engineering aan de HZ University of Applied Sciences, maken jullie kennis met de inhoud en de werkwijze van deze opleiding. Om jullie een idee te geven wat de opleiding precies inhoudt en wat je hiervan kunt verwachten, is dit uitstapje bedacht. Jullie gaan een windturbine ontwerpen, bouwen en testen.

Achtergrond

De opleiding Engineering houdt zich voornamelijk bezig met het ontwerpen en ontwikkelen van producten die de wereld om ons heen verbeteren en/of vergemakkelijken. Tijdens deze opleiding leer je hoe je zulk soort apparaten en producten kan ontwikkelen en waar rekening mee moet worden gehouden.

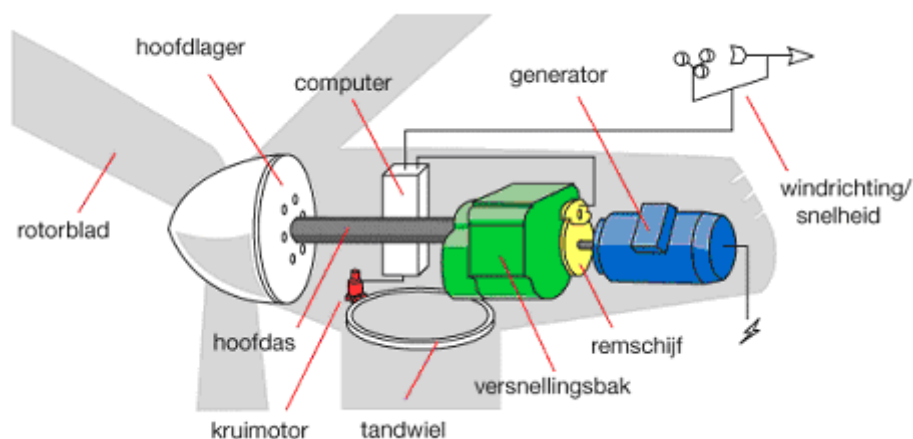
Opdracht

Ontwerp en bouw een innovatieve windturbine voor de consumenten markt. Bij het ontwerp moet rekening worden gehouden met het feit dat jullie deze windmolen zelf moeten bouwen in beperkte tijd. Houd het ontwerp dus simpel. Daarnaast is het van belang dat jullie rekening houden met de materialen en machines die beschikbaar zijn. Jullie krijgen een dynamo (generator) om de stroom op te wekken en hoeven dus geen rekening te houden met de opwekking van de stroom of de opslag daarvan. De nadruk ligt op het zo efficiënt mogelijk opvangen van de wind. De ontwerpfase vindt plaats op Nehalennia en de bouw en test fase op de HZ. De werking van jullie ontwerp zal aan het einde van de excursie worden getest in een windtunnel waardoor kan worden bepaald wat het rendement van de windturbine is.

Theorie en aanpak

Voordat jullie een goed werkend prototype van een windturbine kunnen ontwerpen, zal eerst onderzoek moeten worden gedaan naar de theorieën omtrent de werking van een windturbine. Hier onder volgt de theorie die jullie moeten doorlezen:

Windmolens zijn molens die windenergie omzetten in een ronddraaiende beweging. Vroeger werd deze ronddraaiende beweging direct omgezet in een andere beweging, zoals het malen van graan of het oppompen van water. Deze molen noemen we de traditionele windmolen. De nieuwe generatie windmolens, industriële windmolens, zetten deze ronddraaiende beweging om in elektriciteit. De rotorbladen of wieken worden bevestigd aan de hoofdas die op zijn beurt is bevestigd aan de versnellingsbak die zorgt voor een hoger toerental zodat de generator deze kan omzetten in elektriciteit. Hieronder wordt een schematische weergave gegeven van een windturbine.



De belangrijkste specificatie van een windmolen is het vermogen (in Watt). Om duidelijk te maken hoe het vermogen kan worden bepaald, zullen de verbanden in kaart moeten worden gebracht. Het vermogen kan op drie manieren worden bepaald:

- aan de hand van de elektrotechnische formule $P = U \times I$
- aan de hand van de mechanische formule $P = F \times v$
- aan de hand van de aandrijf-technische formule $P = \tau \times \omega$ (tau staat voor koppel, koppel is de kracht die nodig is om een bepaald object rond te laten draaien, ω is de hoeksnelheid waarmee een object rond draait.).)

1. Welke verschillende soorten windturbines zijn er? Welke 2 principes worden hierbij onderscheiden?
2. Houd bij het ontwerpen van de windturbine rekening met het volgende:
 - a. De maximale afmetingen zijn 30 x 30 x 30 cm (l x b x h)
 - b. Zorg dat de windturbine kan worden vastgemaakt op de dynamo, bevestiging is een m6 bout (6mm dik) met een lengte van 5 cm (zie bijgevoegde foto).
 - c. De windturbine moet worden vervaardigd uit simpel te bewerken materialen, zoals polystyreen schuim, karton, lasdraden, papier, hout enz.
 - d. De generator zal op 5 verschillende windsnelheden draaien met een max. van 28 m/s en een minimale windsnelheid van 6 m/s.
3. Schets een aantal ideeën om deze omzetting te realiseren.
4. Kies het beste idee en maak een maattekening van dit concept.

De volgende stappen worden uitgevoerd op de HZ University of Applied Sciences.

5. Bouw het prototype, houd bij het bouwen van het prototype rekening met de vormgeving, dus ga netjes te werk. Verdeel het werk goed!

Test het prototype



Bijlage 4 Evaluatie van excursie Engineering

Vorbereiding op de excursie naar de HZ

Als voorbereiding op de excursie naar de HZ is eerst een plan gemaakt waarin staat omschreven wat de leerlingen moeten doen op de excursie (zie de leerlingenhandleiding bijlage ...). Dit resulteerde in een handleiding waarin wordt beschreven wat de leerlingen moeten doen om de excursie en de daaraan verbonden praktijk opdracht succesvol af te ronden. Als de leerlingen de stappen in de handleiding volgen maken ze eerst de opdrachten die staan beschreven in deze handleiding. Door de opdrachten te maken krijgen de leerlingen een goed beeld van de 2 principes waarop windturbines werken. Je hebt namelijk het weerstandsprincipe en het lift principe. Daarnaast is de opstelling opgebouwd op de HZ, waar de windturbines op getest zullen worden.

De test opstelling is opgebouwd uit:

- 2 multimeters (één voor het ingaande vermogen naar de windtunnel en één voor het opgewekte vermogen van de gebouwde windturbine.)
- 2 stroomtangen (één voor gelijkstroom en één voor wisselstroom)
- Een variabele weerstand (100ohm)
- Een verloopstekker van kracht stroom naar losse aders, zodat de stroom over 3 fasen kan worden gemeten.
- Een windtunnel, met opzet stuk.
- Electromotor(generator), met een opmaat gemaakte as om de wind turbines op te bevestigen.
- Standard om de elektromotor(generator) aan te bevestigen.
- Draden om een schakeling te maken van de elektromotor, naar de variabele weerstand om daarover de spanning te meten en daardoor de stroom.

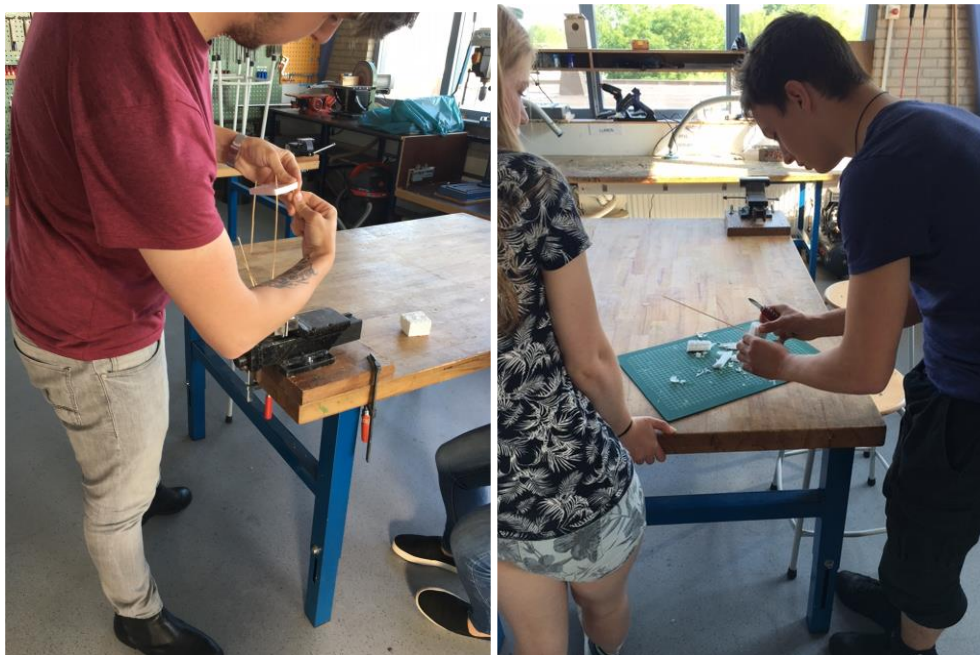


Figuur 22 Testopstelling

Reflectie op de excursie naar de HZ

Tijdens de les als voorbereiding op de excursie hebben de leerlingen de handleiding doorgenomen en ontwerpen gemaakt van de windmolen die ze wilde bouwen. Eerst deden ze onderzoek naar bestaande windmolens, later schetsten ze en maakten ze tekeningen hoe ze dit ontwerp konden uitwerken. De leerlingen maakten spuugmodellen om te kijken of bepaalde ideeën werken. Binnen de gestelde 2 lesuren hadden alle leerlingen aan het einde een duidelijk beeld van wat ze op de excursie wilden bouwen en wat ze daarvoor nodig hadden.

Het was echter wel jammer dat de leerlingen niet eerst de opdrachten hadden gemaakt die in de opdrachtbeschrijving waren beschreven. Maar hier was ook niet genoeg tijd voor, in een volgende uitvoering van deze excursie zou ik daarom zeker aanbevelen een langere voorbereidingstijd in te plannen van 3 - 4 lesuren. Daarnaast hebben alle leerlingen voor het weerstandsprincipe gekozen in plaats van voor het lift principe, wat eigenlijk veel effectiever is. Doordat ze zich niet hadden verdiept in de twee verschillende werkingsprincipes wisten ze dit niet, als de leerlingen in de toekomst meer voorbereidingstijd krijgen zullen er waarschijnlijk meer leerlingen voor het lift principe kiezen.



Figuur 23 Leerlingen bouwen een spuugmodel

De excursie zelf was een groot succes. We verzamelden bij de ingang van de HZ waar Peter van der Heide ons opwachtte. We vertrokken met z'n allen naar de test locatie waar de windgenerator klaar stond, zodat de leerlingen een idee kregen van de situatie. Vervolgens gaf ik in de werkplaats een korte instructie over de opdracht en legde uit waar ze alles konden vinden. Peter van der Heide introduceerde de opleiding Engineering en deelde flyers uit.

Eerst stond iedereen stil en te praten tot ik ingreep en vertelde dat iedereen zijn eigen tafel had waaraan ze mochten werken en dat ik verwachtte dat we om half 4 gingen testen. Iedereen schoot daarna in actie en de leerlingen begonnen hun prototype te bouwen. Bij het bouwen van het prototype waren er een aantal groepjes die geen rekening hadden gehouden met het monteren van de as op hun windturbine. Tijdens de voorbereidende lessen was hier toch veel aandacht aan besteed, maar op de een of andere manier was hier bij een aantal groepjes niet goed over nagedacht. In het vervolg zal dus nog meer aandacht moeten worden besteed aan de uitleg van de montage van de rotor op de as.

Ter plaatse moesten dus snelle oplossingen voor de montage worden bedacht. Daarnaast waren sommige groepjes veel sneller dan andere groepjes, omdat hun ontwerp eenvoudiger was en dus minder tijd kostte om te bouwen. Door alvast groepjes een test te laten doen en na te laten denken over hoe ze hun prototype kunnen verbeteren konden we toch de bouwfase uitrekken zonder dat de

leerlingen zich gingen vervelen. Om er zeker te zijn dat de werkplaats schoon zou worden achtergelaten, hebben we om kwart over 3 gezegd dat gestart moest worden met het opruimen van de werkplaats. Hierdoor was de werkplaats om half 4 schoon en konden we alle windturbines testen voor 4 uur.



Figuur 24 Leerlingen aan het werk in de werkplaats van de opleiding engineering

Het testen van de windturbines, verliep redelijk goed. De leerlingen waren enthousiast en benieuwd hoe hun windturbine uit de test zou komen.. Door de windgenerator op 5 verschillende standen te laten draaien, konden we goed bepalen waar het optimum lag van elke windgenerator. Het was alleen jammer dat de meeste windturbines te zacht draaiden om de stroom te kunnen meten. Waardoor er alleen spanning kon worden gemeten en het dus onmogelijk was om het vermogen te bepalen.

Tijdens het testen van de opstelling had ik hier eigenlijk geen problemen mee gehad, maar de wieken die ik gebruikte als test waren dan ook gebaseerd op het lift principe. Deze draaide dus vele malen sneller dan de wieken van de leerlingen. Er van uitgaande dat de leerlingen volgende keer ook geen lift principe zullen toepassen zal de volgende keer een andere motor moeten worden gekozen met een lager nominaal toerental, waardoor er eerder stroom zal worden opgewekt. De motor moet rond kunnen draaien met heel weinig kracht (het liefst een zonder versnellingsbak of sterke magneten), omdat de wieken anders niet genoeg koppel kunnen leveren om de as rond te draaien.



Figuur 25 De wieken die werd gebruikt om de opstelling te testen, daarnaast zie je de andere motoren die werden getest.

Doordat sommige prototypen niet goed konden worden bevestigd op de as vloog er soms een moertje weg. Daarnaast konden de windturbines kapot gaan door de krachten die de windgenerator creëert. Er was niet gedacht aan bescherming voor de omstanders. De volgende keer zullen er

beschermende maatregelen moeten worden getroffen om op de kans te verkleinen dat er mensen gewond raken. Hierbij kan worden gedacht aan het dragen van beschermingsbrillen of een plexiglazenruit bouwen waar de leerlingen achter kunnen staan.

Enkele reacties van de leerlingen

Vraag: wat vond je van de excursie?

“Ik vond de excursie leuk, misschien ga ik de opleiding ook wel volgen, ik twijfel nog tussen Engineering en Bouwkunde.”

“Ik vond de excursie heel leuk, omdat wij de beste windturbine hadden gebouwd”

“Ik vond de excursie heel leuk, omdat we echt iets mochten bouwen”

Bijlage 5 Enquête competenties O&O en NLT

Onderzoek competenties NLT/O&O

Hallo,

Voor mijn afstudeerstage van de opleiding Engineering aan de HZ, loop ik stage bij de stedelijke scholengemeenschap Nehalennia als stagiaire Docent NLT/O&O. Een deel van mijn opdracht houdt in dat ik een onderzoek uitvoer naar het doostromen van HAVO naar het HBO en welke rol de bij O&O en NLT aangeleerde competenties hierin spelen. Dus kort gezegd welke competenties gebruik je vaak en welke nooit. Omdat jullie de ervaringsdeskundige zijn op dit gebied heb ik jullie benaderd om een enquête in te vullen over dit specifieke onderwerp.

Hopelijk willen jullie mij helpen dit onderzoek te doen!

Met vriendelijke groet,

Tàmar Oranje



Start de vragenlijst

1. Hoe vaak maak je gebruik van de volgende competenties bij je huidige opleiding?

	Ze er z eld en	Z eld en	R eg el ma tig	Z e er r eg el ma tig
Samenwerken*	☐	☐	☐	☐
Productgerichtheid*	☐	☐	☐	☐
Inventiviteit*	☐	☐	☐	☐
Plannen*	☐	☐	☐	☐
Doorzettingsvermogen*	☐	☐	☐	☐
Individueel werken*	☐	☐	☐	☐
Procesgerichtheid*	☐	☐	☐	☐
Kennisgerichtheid*	☐	☐	☐	☐

2. Welke onderstaande competentie wordt door jou als MEEEST nuttig ervaren?*

Kies een optie ▾

3. Welke onderstaande competentie wordt door jou als MINST nuttig ervaren?*

Kies een optie ▾

4. Kies het antwoord dat volgens jou op de stipjes hoort te staan.

Goed	Voldoende	Onvoldoende	Slecht
☐	☒	☐	☐
Toen ik op mijn huidige opleiding begon kon ik ..., omgaan met conflicten en tegenstrijdige belangen.*			
☐	☐	☐	☐
Toen ik op mijn huidige opleiding begon kon ik ..., luisteren naar opdrachtgever en goede vragen stellen.*			
☐	☐	☐	☐
Toen ik op mijn huidige opleiding begon kon ik ..., communiceren met de rest van de klas.*			
☐	☐	☐	☐
Toen ik op mijn huidige opleiding begon kon ik ..., een opdracht vertalen naar een door de opdracht gever gewenst product.*			
☐	☐	☐	☐
Toen ik op mijn huidige opleiding begon had ik ..., ruimtelijk inzicht.*			
☐	☐	☐	☐
Toen ik op mijn huidige opleiding begon kon ik mijn werk..., opdelen en tijd inschatten.*			
☐	☐	☐	☐
Toen ik op mijn huidige opleiding begon kon ik..., probleem analyseren en oplossen.*			
☐	☐	☐	☐
Toen ik op mijn huidige opleiding begon kon ik ..., leren van mijn eigen fouten.*			
☐	☐	☐	☐
Toen ik op mijn huidige opleiding begon kon ik ..., discipline opbrengen om opnieuw te beginnen als ik een fout had gemaakt.*			
☐	☐	☐	☐
Toen ik op mijn huidige opleiding begon kon ik mezelf ..., aan het werk houden door kritisch te zijn op mijn eigen werk.*			
☐	☐	☐	☐
Toen ik op mijn huidige opleiding begon kon ik ..., reflecteren.*			
☐	☐	☐	☐
Toen ik op mijn huidige opleiding begon kon ik ..., de motivatie opbrengen om een logboek bij houden.*			
☐	☐	☐	☐
Toen ik op mijn huidige opleiding begon kon ik ..., vooruit kijken om te zien wat er moet gebeuren.*			
☐	☐	☐	☐
Toen ik op mijn huidige opleiding begon kon ik ..., hoofd- en bijzaken van elkaar scheiden.*			
☐	☐	☐	☐
Toen ik op mijn huidige opleiding begon kon ik..., verbanden leggen.*			
☐	☐	☐	☐

5. Welke van de onderstaande aanvullende competenties had je beter willen beheersen toen je aan je huidige opleiding begon?

- ☐ creativiteit
- ☐ Kritisch denken
- ☐ Probleem oplossend vermogen
- ☐ Sociale vaardigheden
- ☐ ICT geletterdheid
- ☐ Communicatie

6. Had je nog andere dan eerder genoemde competenties willen beheersen toen je aan je huidige opleiding begon?

Bijlage 6 Interview Marco Mersie

De heer M. Mersie

In een interview met de heer Mersie, die nauw betrokken was bij het testen van dit lesplan is geprobeerd in kaart te brengen hoe succesvol het her-ontwikkelde lesplan was in vergelijking met voorgaande jaren. Voorafgaand aan dit interview is vastgesteld welke onderwerpen zouden worden besproken. Tijdens het interview werd naar deze onderwerpen gevraagd, afhankelijk van de antwoorden werd dieper doorgevraagd over de onderwerpen.

De volgende onderwerpen zijn besproken:

- Verschil tussen dit lesplan en de voorgaande
- Onderzoek
 - o Experts benaderen
 - o Internetcursussen (MOOC's)
- Het High impact learning
- Excursie HZ

Het interview:

Welke verschillen vallen u op tijdens de uitvoering van dit lesplan in vergelijking tot dat van voorgaande jaren?

De prototypen waren dit jaar ver afgebouwd. Voorgaande jaren hadden de leerlingen minder tijd om hun prototype te bouwen, waardoor ze niet allemaal af waren.

Wat viel u op aan de prototypen die werden gebouwd?

De verschillen in kwaliteit waren heel groot.

Hoe komt dit denkt u? Er is namelijk tijdens de uitvoering enorm geprobeerd alle groepjes verder te laten denken en diepgaand onderzoek te doen.

Ik denk dat dit komt doordat sommige leerlingen meer motivatie hebben dan andere. De leerlingen met een zwakkere motivatie kiezen voor de weg van de minst weerstand. De leerlingen die het project interessant vonden kiezen er eerder voor om dieper onderzoek te doen waardoor er uiteindelijk een prototype wordt gebouwd met een hogere kwaliteit.

Daarnaast ligt bij sommige leerlingen de interesse op een ander gebied. Doordat het vak NLT zo varieert in lesstof is het niet mogelijk dat iedereen elk project leuk vindt.

Je zou dus eigenlijk kunnen zeggen dat er niet genoeg betrokkenheid is gecreëerd bij het project?

Bij sommige leerlingen is dit inderdaad het geval, doordat de leerlingen niet goed weten wat ze interessant vinden. Maar als je kijkt naar de andere, wel goed presterende groepjes is dit juist wel goed gelukt.

De leerlingen hadden toch elk onderwerp kunnen kiezen dat zij interessant vonden, zolang er maar een verband ligt tussen de glastuinbouw energie. Hoe is het dan mogelijk dat de leerlingen toch een onderwerp kiezen dat ze niet interessant vinden?

Ik denk dat dit komt doordat de leerlingen niet goed weten wat zij interessant vinden. Ze kiezen dan een onderwerp wat hun makkelijk lijkt, niet waar hun interesse ligt.

Hoe vindt u dat de massive open online courses (MOOC's) zijn gebruikt door de leerlingen?

De MOOC's bleken nuttig te zijn, alle leerlingen hadden deze uitgevoerd. Deze ga ik zeker bij meer projecten gebruiken.

Heeft het *High impact learning* een toegevoegde waarde gehad in dit lesplan?

Tijdens de uitvoering was duidelijk zichtbaar dat de ideeën flink uit elkaar liepen. Er was een groepje dat een arduino hebben geprogrammeerd en een groepje die infrarood foto's maakte van de kas. Het was dus duidelijk dat we echt een open opdracht hebben gegeven die ze zelf met veel vrijheid in

mochten vullen. Het was tijdens de lessen te zien dat deze leerlingen veel betrokkenheid hadden bij het project, sommige groepjes werkten zelfs in tussenuren aan de prototypen. Dit was duidelijk het resultaat van het 'High impact learning'.

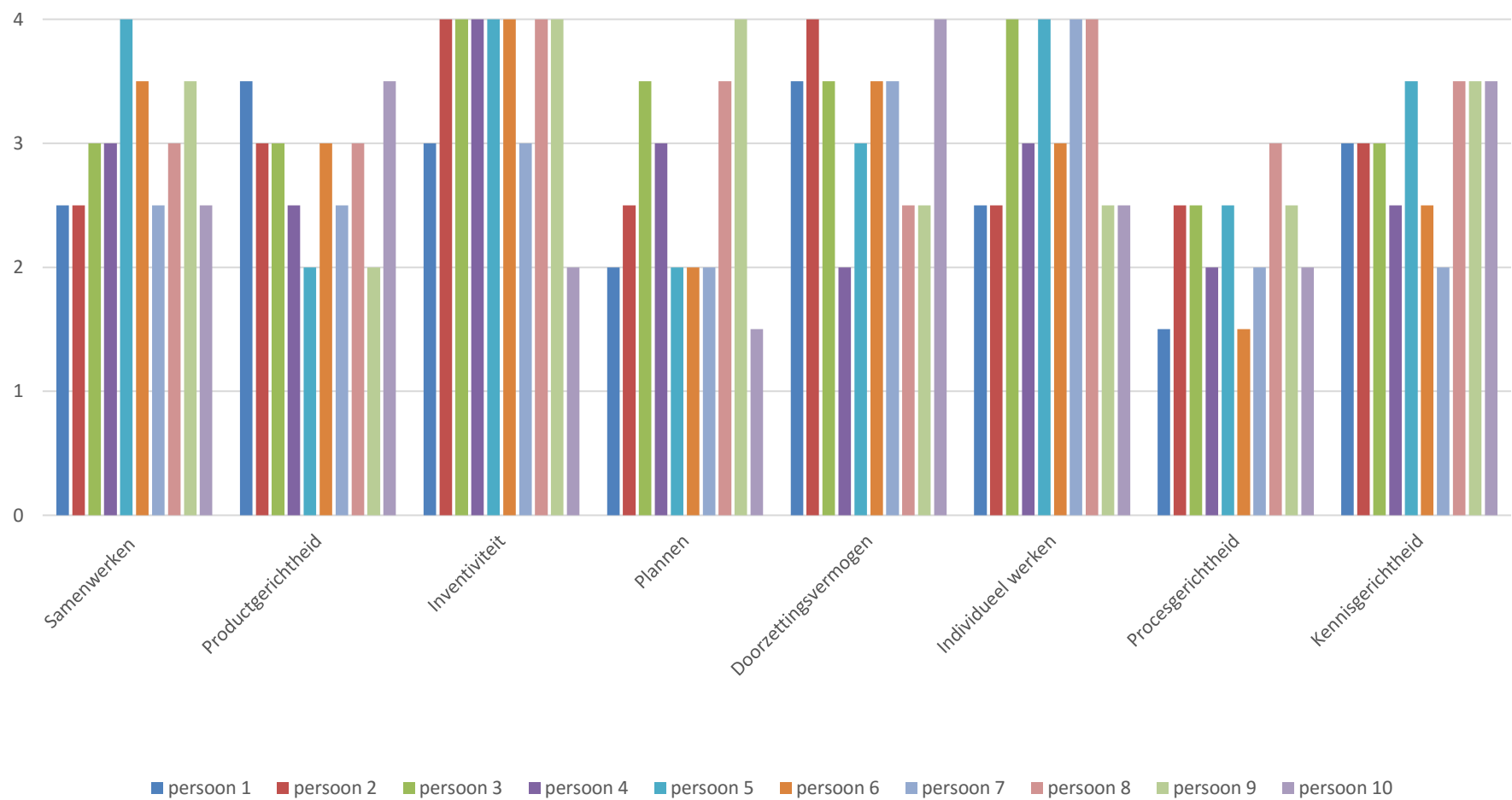
Wat zijn de verschillen tussen de uitvoering van het nieuwe lesplan ten opzichte van de vroegere uitvoering?

Het is moeilijk te duiden wat het de verschillen zijn tussen deze uitvoeringen. Dit komt doordat ik altijd al met het 'High impact learning' in mijn achterhoofd het lesplan uitvoerde. Ik volgde dus eigenlijk niet de docentenhandleiding die bij het oude lesplan hoorde. Het is wel zo dat de leerlingen in dit project meer vernieuwende ideeën hebben gehad. Ik denk dat dit komt doordat in het nieuwe lesplan hier meer op wordt gestuurd.

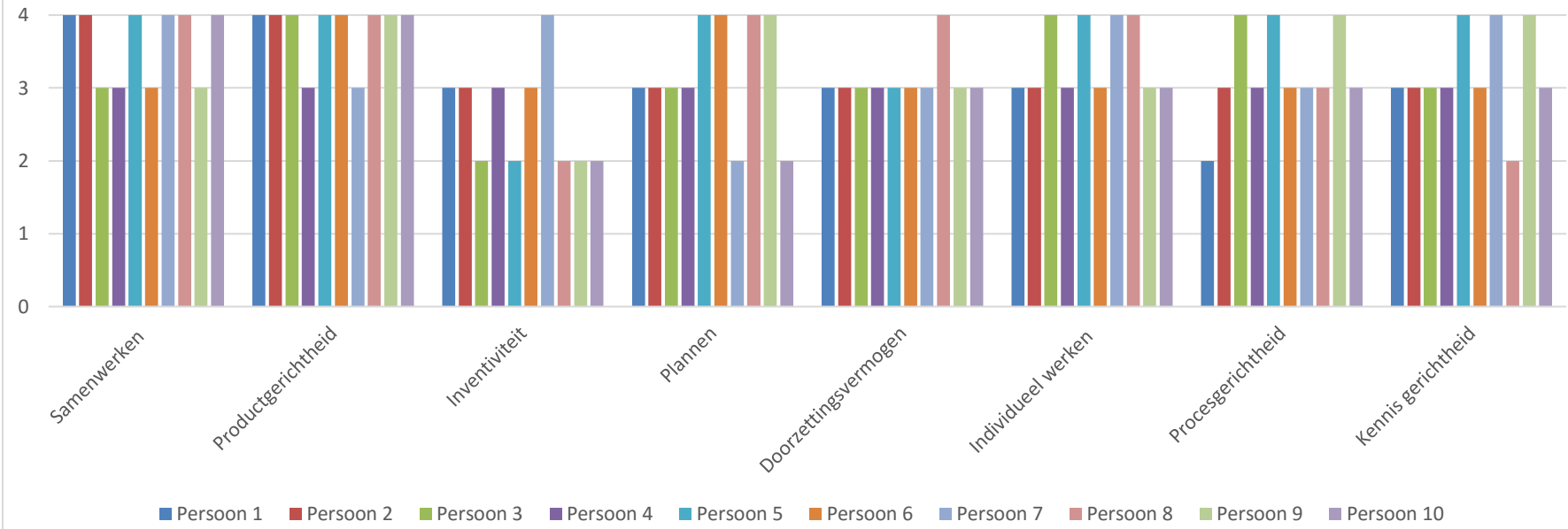
Bijlage 7 Resultaten enquête

	Vraag							Persoon 1	Persoon 2	Persoon 3	Persoon 4	Persoon 5	Persoon 6	Persoon 7	Persoon 8	Persoon 9	Persoon 10
	1	Hoe vaak maak je gebruik van de volgende competenties bij je huidige opleiding:															
		Samenwerken						4	4	3	3	4	3	4	4	3	4
		Productgerichtheid						4	4	4	3	4	4	3	4	4	4
		Inventiviteit						3	3	2	3	2	3	4	2	2	2
		Plannen						3	3	3	3	4	4	2	4	4	2
		Doorzettingsvermogen						3	3	3	3	3	3	3	4	3	3
		Individueel werken						3	3	4	3	4	3	4	4	3	3
		Procesgerichtheid						2	3	4	3	4	3	3	3	4	3
		Kennis gerichtheid						3	3	3	3	4	3	4	2	4	3
	2	Welke competentie wordt door jou het meest nuttig ervaren.						samenwerken	doorzettingsvermogen	procesgerichtheid	productgerichtheid	kennisgerichtheid	samenwerken	individueel werken	plannen	samenwerken	productgerichtheid
	3	Welke competentie wordt door jou het minst nuttig ervaren.						procesgerichtheid	procesgerichtheid	individueel werken	inventiviteit	inventiviteit	inventiviteit	kennisgerichtheid	individueel werken	procesgerichtheid	individueel werken
	4	Kies het antwoord dat volgens jou op de stipjes hoort te staan.															
		Toen ik mijn huidige opleiding begon kon ik ... omgaan met conflicten en tegenstrijdige belangen. (Samenwerken)						2	3	3	3	4	4	2	3	3	3
		Toen ik mijn huidige opleiding begon kon ik ... luisteren naar de opdrachtgever en goede vragen stellen. (Productgerichtheid)						4	3	3	3	2	4	2	3	2	4
		Toen ik mijn huidige opleiding begon kon ik ... communiceren met de rest van de klas. (Samenwerken)						3	2	3	3	4	3	3	3	4	2
		Toen ik mijn huidige opleiding begon kon ik ... een opdracht vertalen naar een door de opdrachtgever gewenst product. (Productgerichtheid)						3	3	3	2	2	2	3	3	2	3
		Toen ik mijn huidige opleiding begon had ik ... ruimtelijkinzicht. (Inventiviteit)						3	4	4	4	4	4	3	4	4	2
		Toen ik op mijn huidige opleiding begon kon ik mijn werk ... opdelen en tijd inschatten. (Plannen)						1	2	4	3	2	3	1	4	4	1
		Toen ik op mijn huidige opleiding begon kon ik ... probleem analyseren en oplossen. (Plannen)						3	3	3	3	2	1	3	3	4	2
		Toen ik op mijn huidige opleiding begon kon ik ..., leren van mijn eigen fouten. (Doorzettingsvermogen)						4	4	4	2	3	3	3	4	2	4
		Toen ik op mijn huidige opleiding begon kon ik ... discipline opbrengen om opnieuw te beginnen als ik een fout had gemaakt. (Doorzettingsvermogen)						3	4	3	2	3	4	4	1	3	4
		Toen ik op mijn huidige opleiding begon kon ik mezelf ... aan het werk houden door kritisch te zijn op mijn eigen werk. (Individueel werken)						1	2	4	3	4	3	4	4	3	1
		Toen ik op mijn huidige opleiding begon kon ik ... Reflecteren. (Individueel werken)						4	3	4	3	4	3	4	4	2	4
		Toen ik op mijn huidige opleiding begon kon ik ... de motivatie opbrengen een logboek bij te houden. (Procesgerichtheid)						1	2	2	1	3	1	1	2	2	2
		Toen ik op mijn huidige opleiding begon kon ik ... vooruitkijken om te zien wat er moet gebeuren. (Procesgerichtheid)						2	3	3	3	2	2	3	4	3	2
		Toen ik op mijn huidige opleiding begon kon ik ... hoofd en bijzaken scheiden. (Kennisgerichtheid)						3	3	3	2	4	2	2	4	4	3
		Toen ik op mijn huidige opleiding begon kon ik ... verbanden leggen. (Kennisgerichtheid)						3	3	3	3	3	3	2	3	3	4
	5	Welke van de onderstaande competenties had je beter willen beheersen toen je aan je huidige opleiding begon?						Kritisch denken	Kritisch denken	Communicatie	Communicatie	Creativiteit	Communicatie	Kritisch denken	probleem oplossend vermogen	creativiteit,Kritisch denken,ICT geletterdheid	Communicatie
	6	Had je nog andere dan eerder genoemde competenties willen beheersen toen je aan je huidige opleiding begon?						Leiding geven	Coachen van een team		Zelfstandigheid		Project matig werken				Communicatie in de zin van elicitatie. En direct contact met de opdrachtgever

Niveau van aangeleerde competenties



Gebruik aangeleerde competenties HZ



Bijlage 8 Programma van eisen / keuze matrix

nr.	Eisen aan het lesplan		Eis/wens	Waarde	Integraal idee 1	Integraal idee 2	opmerking
1	In het lesplan moet duidelijk worden gemaakt aan de leerlingen dat wat de opleiding engineering inhoudt.	opdracht gever	Eis	3	3	3	
2	Een practicum moet worden uitgevoerd.	opdracht gever	Eis	2	2	2	
3	Er wordt een uitstapje naar de opleiding engineering georganiseerd.	opdracht gever	Eis	3	3	3	
4	Het lesplan moet didactisch verantwoord zijn.	Zelf	Eis	3	3	3	
5	Het lesplan moet beroepsorienterd deel bevatten zijn.	opdracht gever	Eis	1	1	1	
6	Het lesplan moet voor het grootste aantal leerlingen interessant zijn.	Zelf	Eis	1	1	1	
7	Leerlingen moeten uitgedaagd worden om een onderzoekende en ondernemende houding te ontwikkelen	opdracht gever	Eis	3	3	3	
8	Er moet duurzame begeleiding worden geboden, zodat studenten zichzelf blijven ontwikkelen	opdracht gever	Eis	3	1	3	Bij integraal idee 2 wordt dit doormiddel van de assessments betere begeleiding geboden.
9	Er moet een constructief leerklimaat worden gerealiseerd						Door middel van de assessments wordt er een constructiever leerklimaat gerealiseerd, hierdoor kunnen de leerlingen beter reflecteren op hun eigen acties.
		opdracht gever	Eis	3	1	3	
10	Het leerproces van de studenten moet worden gestimuleerd door middel van activerende werkvormen en toetsvormen						Doordat de leerlingen zelf een bedrijfsbezoek moeten plannen biedt het tweede integrale idee een meer activerende werkvorm.
		opdracht gever	Eis	3	2	3	
11	Er moeten feedback worden gegeven en verwerkt tijdens de uitvoering van de lessen serie						In het tweede integrale idee gebeurt dit meer consistent, door de assessments. In het eerste integrale idee zou dit ook gebeuren maar met minder regelmaat.
		opdracht gever	Eis	3	2	3	
12	Het lesplan moet gericht zijn op beroepstaken en rollen.						Het lesplan is gericht op technisch beroepstaken, maar de leerling kan zelf bepalen op welk exact gebied.
		opdracht gever	Eis	3	2	2	
13	De leerlingen moet in contact worden gebracht met het werkveld	opdracht gever	Eis	3	3	3	
14	Toetsen moeten aantonen dat de studenten op het gewenste niveau zitten	opdracht gever	Eis	3	3	3	
15	Materialen moeten op tijd besteld kunnen worden door de leerlingen	Zelf	Eis	3	3	3	
16	In het lesplan moet rekening worden gehouden met high impact learning	opdracht gever	Eis	3	3	3	
17	De module moet worden gebruikt om de leerlingen theorie te leren.	opdracht gever	Eis	2	2	2	
18	Er moet ruimte zijn voor het maken van fouten van de studenten.	Zelf	Wens		0	0	Dit ligt aan de methode hoe de docent les geeft
19	Creëer bij docenten eigenaarschap van 21st century skills (uitleg geven over deze vaardigheden in het lesplan)						De 21st Century skills zijn door gevoerd in het integrale idee
		Zelf	Eis	1	1	1	
20	De leerlingen moeten geprikkeld worden onderzoek te doen naar hun onderwerp.						Dit wordt in het tweede integrale idee gedaan door een bedrijfsbezoek te plannen. En in het eerste door een practicum te doen naar licht.
		Zelf	Eis	2	2	2	
21	Het moet duidelijk zijn voor de leerlingen wat ze moeten doen tijdens het project	Zelf	Eis	3	3	3	Leerlingen handleiding zorgt daarvoor.
22	In het project zitten verschillende leerprocessen verweven.	Zelf	Eis	2	2	2	
23	De praktijk wordt gekoppeld aan het lesplan.						Door het oplossen van een daadwerkelijk probleem in de kassen industrie wordt hiervoor gezorgd.
		opdracht gever	Eis	3	3	3	
24	De leerlingen leren reflecteren op feedback dat ze ontvangen.						in het tweede integrale idee gebeurt dit meer doordat hier assessments plaatsvinden.
		Zelf	Eis	2	1	2	
25	De leerlingen leren modelleren in coach 7						het tweede lesplan is hier minder op gericht, omdat hier geen practicum plaatsvindt. Alleen bij het testen van de kassen zal hier gebruik van worden gemaakt.
		opdracht gever	Eis	2	2	1	
26	De leerlingen leren materialen en productie methoden kennen en hier over na te denken in hun ontwerp.	Zelf	Eis	1	1	1	
27	De leerlingen kunnen creativiteit gebruiken in het project.	Zelf	Eis	2	2	2	
28	De leerlingen leren kritisch te zijn op zichzelf en hun teamgenoten.	Zelf	Eis	2	1	2	
29	Het lesplan moet de leerlingen helpen probleem oplossend vermogen te ontwikkelen.	Zelf	Eis	2	2	2	
30	De leerlingen leren plannen tijdens het project.	Zelf	Eis	2	2	2	
31	De leerlingen kunnen de kennis opgedaan uit de module toepassen in de praktijk.	Zelf	Eis	1	1	1	
32	De leerlingen komen in contact met programma's als word, excel en powerpoint.	Zelf	Eis	1	1	1	
33	De leerlingen worden gestimuleerd om een document netjes en overzichtelijk op te stellen.	Zelf	Eis	1	1	1	
				72	63	70	