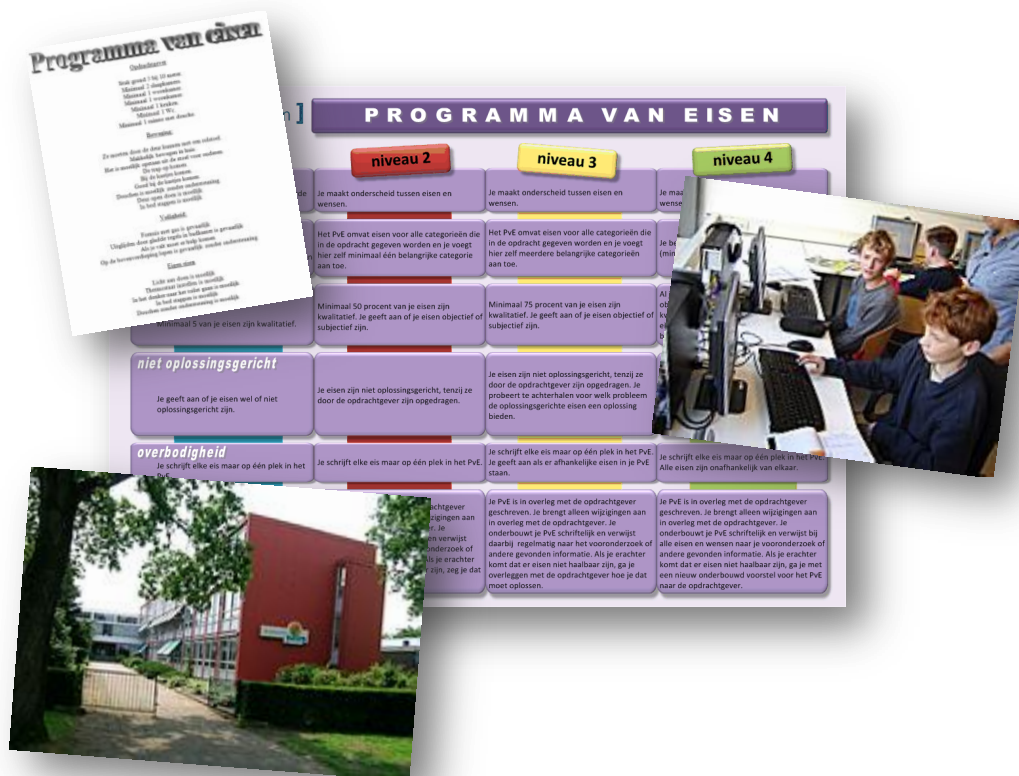


Het ontwerp van de vaardigheidskaart: 'programma van eisen'



Verslag

Onderzoek van onderwijs

Jony Heerink
Augustus 2011

UNIVERSITEIT TWENTE.



[Technasium]

Onderzoek van onderwijs

Het ontwerp van de vaardigheidskaart 'programma van eisen' voor het Technasium.

Jony Heerink

Amersfoort, augustus 2011

Bonhoeffer College, Enschede

Locatie Bruggertstraat

Begeleiders:

Ing. G. M. Thonen

B. L. M. Berendsen

Universiteit Twente

Begeleider:

Dr. Ir. H. J. Pol

Dr. J. T. van der Veen

Samenvatting

Dit verslag beschrijft het ontwerpproces van de vaardigheidskaart 'programma van eisen' voor het Technasium. Deze kaart is ontwikkeld in samenwerking met het Bonhoeffer College, een Technasium in Enschede.

Knelpunten en opdracht

Het Technasium is een onderwijsstroom voor havo en vwo. Naast de reguliere vakken voeren leerlingen onderzoek- en ontwerp opdrachten uit voor bedrijven. Leerlingen gaan zelf aan de slag om oplossingen en antwoorden te vinden voor de bedrijven en verwerven daarbij competenties en vaardigheden die in hun verdere ontwikkeling erg belangrijk zijn. Technasium docenten en leerlingen van 't Bonhoeffer College wensen meer duidelijkheid te krijgen in de ontwikkeling van deze competenties en vaardigheden. Daarnaast willen ze een betere ondersteuning bij het leerproces en meer duidelijkheid in de beoordeling van projecten. Het uitwerken van een competentie- en vaardighedenmatrix voor de te verwerven competenties en vaardigheden zou, volgens Technasium docenten, de basis van de knelpunten kunnen wegnemen. Het doel van deze scriptie is daarom: een begin maken voor de matrix, waarbij één vaardigheid of competentie uit de competentiematrix wordt uitgewerkt in verschillende niveaus, daarnaast moet er voor deze vaardigheid of competentie ondersteunend leermateriaal worden ontwikkeld.

Uitwerking

Er is gekozen om de vaardigheid 'werken met het programma van eisen' uit te werken. Met behulp van Technasium docenten en literatuur is bepaald waar het pve op het Technasium aan moet voldoen. Vervolgens is de vaardigheid uitgewerkt in verschillende niveaus in een rubric. De rubric dient tevens als hulpmiddel bij de beoordeling en als ondersteunend leermateriaal.

Er is een eerste versie van de rubric ontwikkeld met bijgevoegde uitleg, welke samen de vaardigheidskaart voor het programma van eisen (vanaf nu ook pve genoemd)

vormen. Deze vaardigheidskaart is verbeterd met behulp van feedback van docenten, een ervaren ontwerpster en een neerlandicus.

Bij de vaardigheidskaart is een docenthandleiding geschreven. Zowel de rubric als ook de docenthandleiding zijn vervolgens in verschillende situaties getest. De leerlingen uit de testgroep wisten door gebruik van de vaardigheidskaart beter wat het verschil in het niveau van het pve moet zijn tussen de verschillende leerjaren op de middelbare school. Ook scoorden de pve's die zijn gemaakt door leerlingen die met de vaardigheidskaart werkten hoger dan die van leerlingen die niet met de vaardigheidskaart hebben gewerkt. Om tot een consistentere beoordeling te komen hebben docenten waarschijnlijk extra uitleg en training met betrekking tot het pve en de vaardigheidskaart nodig. Tot slot waren de meeste leerlingen en docenten vrij positief over het gebruik van de vaardigheidskaart.

Inhoudsopgave

Voorwoord	5	Algemeen	25
1. Introductie	6	Prioriteit	26
Technasium	6	Volledigheid	26
Knelpunten Bonhoeffer College	6	Toetsbaar	26
Beeldvorming	7	Niet oplossingsgericht	26
Ondersteuning	7	8. Docenthandleiding	30
Aanpak knelpunten	8	Beoordelen	30
Competentiematrix	8	Aanvullende informatie	30
Opdracht	9	9. Test – Onderzoeksvragen en hypothesen	31
2. Keuze competentie / vaardigheid	10	Beoordeling – Onderzoeksvragen en hypothesen	31
Keuze vaardigheid	10	Beoordeling - Deelvraag 1.1 en 1.2	31
3. Programma van eisen	11	Beoordeling - Hypothese 1.1 en 1.2	31
Wat is een programma van eisen	11	Beoordeling - Deelvraag 1.3 en 1.4	31
Programma van eisen volgens de literatuur	11	Beoordeling – Hypothese 1.3 en 1.4	32
Prioriteit	11	Beoordeling – Deelvraag 1.5	32
Volledigheid	11	Beoordeling – Hypothese 1.5	32
Toetsbaar	12	Beeldvorming – Onderzoeksvragen en hypothesen	32
Haalbaar en onderbouwd	12	Beeldvorming – Deelvraag 2.1 en 2.2	32
Geen redundantie / overspecificatie	12	Beeldvorming - Hypothese 2.1	32
Niet oplossingsgericht	12	Beeldvorming – Hypothese 2.2	33
Afgestemd tussen opdrachtgever en uitvoerder	13	Beeldvorming – Deelvraag 2.3	33
Kort en bondig	13	Beeldvorming – Hypothese 2.3	33
4. Beoordelen	15	Kennis- en vaardigheidsoverdracht – Onderzoeksvragen en hypothesen	33
Checklijsten	15	Kennis- en vaardigheidsoverdracht – Deelvraag 3.1	33
Performance lijsten	16	Kennis- en vaardigheidsoverdracht – Hypothese 3.1	33
Rubrics	16	Kennis- en vaardigheidsoverdracht – Deelvraag 3.2	33
5. Rubric	17	Kennis- en vaardigheidsoverdracht – Hypothese 3.2	33
Voor- en nadelen	17	Kennis- en vaardigheidsoverdracht – Deelvraag 3.3	34
Voordeel beoordelen	17	Kennis- en vaardigheidsoverdracht – Hypothese 3.3	34
Voordeel instructie	17	Algemene ervaring - Onderzoeksvragen en hypothesen	34
Overige voordelen	18	Algemene ervaring – Deelvraag 4.1 tot en met 4.5	34
Nadelen	18	Algemene ervaring – Hypothese 4.1, 4.2 en 4.3	34
6. Rubric ontwerpen	20	Algemene ervaring – Hypothese 4.4	34
Leerdoelen	20	Algemene ervaring – Hypothese 4.5	34
Hoogste, laagste en tussenniveaus beschrijven	20	Algemene ervaring – Deelvraag 4.6	34
Voorbeelden van leerlingenwerk	20	Algemene ervaring – Hypothese 4.6	35
Leerlingen vragen	20	10. Test – Methode	36
Niveaubeschrijvingen	21	Beoordeling - Methode	36
Beschrijvingen van vaardigheden	21	Beeldvorming - Methode	36
Positieve beschrijvingen in leerlingentaal	21	Kennis- en vaardigheidsoverdracht – Methode	36
Aanduiding van gradaties	21	Kennis- en vaardigheidsoverdracht - Methode 3.1	36
Aantal niveaus	21	Kennis- en vaardigheidsoverdracht - Methode 3.2	36
7. Ontwerp	22	Kennis- en vaardigheidsoverdracht - Methode 3.3	37
Inhoud rubric	22	Algemene ervaring - Methode	37
Leerdoelen	22	Algemene ervaring - Methode 4.1 tot en met 4.5	37
Niveaubeschrijvingen	22	Algemene ervaring - Methode 4.6	37
Aanpassingen	25	11. Test - Data	38
Uiterlijk	25	Beoordeling - Data	38
		Beoordeling – Data 1.1 en 1.2	38
		Beoordeling – Data 1.3	38
		Beoordeling – Data 1.4 en 1.5	39
		Beeldvorming - Data	39

Beeldvorming – Data	39
Kennis- en vaardigheidsoverdracht – Data	39
Kennis- en vaardigheidsoverdracht – Data 3.1	39
Kennis- en vaardigheidsoverdracht – Data 3.2	40
Kennis- en vaardigheidsoverdracht – Data 3.3	41
Algemene ervaring – Data	42
Algemene ervaring – Data 4.1 tot en met 4.5	42
12. Conclusie, discussie en aanbevelingen.....	43
Conclusie, discussie en aanbevelingen - Beoordeling	43
Conclusie, discussie en aanbevelingen – Beeldvorming..	45
Conclusie, discussie en aanbevelingen – Kennis- en vaardigheidsoverdracht.....	45
Conclusie, discussie en aanbevelingen – Algemene ervaring	46
Leerlingen	46
Docenten	46
Conclusie – Samenvatting	46
Literatuur	48
Bijlage 1: Competenties Technasium.....	50
Bijlage 2: Lijst van vaardigheden	53
Bijlage 3: Aanpassingen rubric	54
Bijlage 4: docenthandleiding	56
Bijlage 5: Programma's van eisen.....	64
Bijlage 6: Enquête vragen – beeldvorming	73
Bijlage 7: Enquête vragen – kennis- en vaardigheidsoverdracht	74
Bijlage 8: Enquête vragen – algemene ervaring	75
Bijlage 9 – Data beoordeling	76
Bijlage 10 - Data rangorde.....	78
Bijlage 11 - Data Beeldvorming	79
Bijlage 12 – Data leerlingenquête.....	80
Bijlage 13 – Data algemene ervaring	84

Voorwoord

Dit verslag is het resultaat van mij onderzoek van onderwijs, het laatste onderdeel om mijn bevoegdheid tot eerstegraads docent natuurkunde te halen.

Tijdens mijn stage op het Bonhoeffer College in Enschede begon ik met deze opdracht. Ik liep stage bij de vakken natuurkunde en onderzoeken & ontwerpen, waar ik veel enthousiaste verhalen hoorde over het Technasium. Echter de docenten wisten ook knelpunten te noemen. Om te helpen bij het aanpakken van die knelpunten wilde ik graag iets ontwikkelen voor het Technasium; een mooie opdracht voor het onderzoek van onderwijs!

Bij deze opdracht heb ik hulp gehad van veel Technasium docenten. Ze vertelden welke problemen zij ondervonden op het Technasium en welke oplossingen zij daarvoor zagen, ze hielpen bij het opzetten van de vaardigheidskaart, ze hebben de kaart getest en uiteindelijk zeer nuttige feedback gegeven op de ontworpen vaardigheidskaart. Natuurlijk hebben alle leerlingen die met de vaardigheidskaart gewerkt hebben ook een heel waardevolle bijdrage geleverd aan de ontwikkeling van de kaart. Ook Jikke Bakker en mevrouw Haijkens hebben hun steentje bijgedragen door zeer bruikbare feedback te geven op de vaardigheidskaart.

De motivatie voor het stage lopen op het Technasium ontstond door Jan van der Veen die mij zeer enthousiast vertelde over het Technasium, vervolgens stimuleerde hij mijn keuze om het onderzoek van onderwijs binnen het Technasium uit te voeren. Henk Pol voorzag mij gedurende het onderzoek van zinvol commentaar, waardoor ik steeds weer met nieuwe motivatie verder kon werken aan mijn verslag.

Allemaal heel erg bedankt!

Juli 2011

Jony

1. Introductie

De Nederlandse overheid wil graag voldoende en kwalitatief goed opgeleide bèta's en technici. Om dit te realiseren zijn er verschillende initiatieven gestart, waarvan het Technasium erg succesvol blijkt te zijn (Platform Bèta Techniek, 2011).

Technasium

Het Technasium is een leerlijn binnen het voortgezet onderwijs voor Havo en VWO leerlingen. Leerlingen werken op het Technasium aan persoonlijke kwaliteiten en vaardigheden die aansluiten bij de praktijk van hoger opgeleide bèta technici.

Naast het volgen van het normale curriculum, voeren leerlingen op het Technasium binnen het vak 'Onderzoek en Ontwerpen' (O&O) actuele, bèta gerelateerde ontwerp- en onderzoeksprojecten uit voor bedrijven. Elke periode (ongeveer 10 weken) doen de leerlingen een onderzoek- of ontwerpopdracht voor een nieuwe opdrachtgever. De leerlingen zien de opdrachtgever minimaal één keer per project, zodat ze vragen kunnen stellen aan, overleg kunnen voeren met en feedback kunnen krijgen van de opdrachtgever. Als het mogelijk is gaan de leerlingen op bezoek bij het bedrijf van de opdrachtgever.

De projecten worden uitgevoerd in de Technasium werkplaats; een onderwijsruimte in de school waar de leerlingen vrijuit kunnen werken aan hun onderzoek of ontwerp. De ruimte beschikt over voldoende computers, plekken voor overleg en een werkplaats om de ontwerpen te maken en onderzoek uit te voeren (zie figuur 1).

Onderzoeken en ontwerpen wordt aangeboden vanaf klas 1 en in de examenklas afgesloten met de meesterproef; de meesterproef wordt uitgevoerd gedurende het hele examenjaar. Tijdens deze proef werken de leerlingen in een team aan een vraagstuk en ze voeren een individuele verdieping uit. Ze krijgen naast de begeleiding van hun

docent, ook begeleiding van een specialist uit het hoger onderwijs (Stichting Technasium, 2011).



figuur 1: Technasium werkplaats, Bonhoeffer College

Knelpunten Bonhoeffer College

Het Bonhoeffer College is een scholengemeenschap voor voortgezet onderwijs bestaande uit zes locaties. De locatie Bruggertstraat, gelegen in west Enschede, heeft een Technasium afdeling voor havo- en vwo-leerlingen. In de schoolgids van het Bonhoeffer College (2009) is te lezen dat leerlingen die het Technasium op deze school volgen zich ontplooiën op het gebied van bèta en techniek. Omdat op het Technasium wordt gewerkt met competenties afkomstig uit de beroepspraktijk en het hoger onderwijs, ontwikkelen leerlingen vaardigheden en eigenschappen die ze in de rest van hun studie en later in de beroepspraktijk nodig hebben om succesvol te zijn. Daarnaast komen ze in aanraking met verschillende vervolgstudies, bedrijven en beroepen.

Docenten erkennen deze positieve punten van het Technasium. Ex-Technasium leerlingen vertelden hen bijvoorbeeld dat ze, door de ervaring opgedaan in Technasium opdrachten, veel voordeel hadden bij het projectwerk op de universiteit. Docenten geven tevens aan dat door de praktijkgerichte opdrachten leerlingen gemotiveerd raken voor technische studies.

Naast deze goede punten van het Technasium zijn er ook verbeterpunten. Volgens verschillende Technasium docenten van het Bonhoeffer College betreft een belangrijk knelpunt de *beeldvorming* van het Technasium; er staat weinig op papier. Een ander knelpunt gaat over de *ondersteuning* van het leerproces van de leerlingen.

Beeldvorming

Volgens de Technasium docenten staat het onvoldoende duidelijk op papier wat de leerlingen exact moeten kennen en kunnen na een periode op het Technasium. Dit levert volgens hen problemen bij de beoordeling van leerlingen en geeft geen goed inzicht wat leerlingen moeten kennen en kunnen.

Beoordeling

Leerlingen worden op het Technasium beoordeeld aan de hand van competenties, de desbetreffende competenties zijn te vinden in bijlage 1. Technasium docenten geven aan erg veel moeite te hebben om de projecten te beoordelen met behulp van de competenties. Volgens de onderwijspsycholoog Thorndike (1912) komt dit door de afwezigheid of imperfectie van eenheden waarin gemeten kan worden, het gebrek aan consistentie in de feiten die gemeten worden en de extreme complexiteit van de te maken beoordelingen. De Technasium docenten ervaren zeker de imperfectie van eenheden waarin gemeten wordt: cijfers. Ze geven aan redelijk tot goed te kunnen vaststellen of leerlingen competent zijn op een bepaald gebied, bijvoorbeeld of leerlingen kunnen samenwerken en wat daarbij hun sterke en zwakke punten zijn, maar ze weten niet welk cijfer daarbij hoort. Ook verwijzen de docenten naar de extreme complexiteit: ze weten bijvoorbeeld niet of

ze, bij het geven van cijfers, moeten kijken naar de vooruitgang van leerlingen of naar het verschil tussen leerlingen. Daarnaast weten ze niet hoe ze bij de beoordeling onderscheid moeten maken tussen leerlingen uit de verschillende leerjaren.

Duidelijkheid

Voor de leerlingen is het niet prettig dat het onduidelijk is wat ze exact kunnen / geleerd hebben na het volgen van het Technasium. Op het Bonhoeffer komen daar zowel vragen over van de leerlingen als van buitenaf. De leerlingen willen weten wat ze leren; voor hun gevoel gebeurt er in elk project hetzelfde. Ze hebben niet door dat ze steeds beter in bepaalde competenties en vaardigheden worden.

Daarnaast zijn er vragen van buiten het Technasium, zoals van de directie van de school, de onderwijsinspectie en de ouders. Ook zij willen weten wat er precies gebeurt op het Technasium en wat de meerwaarde van het Technasium is voor hun kinderen. Als het duidelijk is wat leerlingen leren op het Technasium, is het voor de school gemakkelijker om het Technasium te promoten en kunnen kinderen en ouders hun keuze voor het Technasium beter onderbouwen.

Ondersteuning

Naast tekortkomingen in de beeldvorming is er volgens de docenten gebrek aan ondersteuning voor het leerproces; leerlingen moeten zelf bepalen hoe ze projecten aanpakken en bepalen dus ook in grote mate zelf wat ze leren. Op deze manier kan het voorkomen dat leerlingen keer op keer dezelfde projectdelen aanpakken of overslaan, of telkens dezelfde fouten maken. Een slechte technische tekenaar kan het maken van een technische tekening bijvoorbeeld altijd overlaten aan een groepsgenoot en op die manier elk project doen waar hij wel goed in is. Zo zullen leerlingen bepaalde belangrijke vaardigheden niet leren.

Daarnaast ontbreken de leermiddelen; er is weinig tot geen onderwijsend materiaal beschikbaar. Dit betekent dat de leerlingen zelf alle benodigde informatie voor het project moeten opzoeken of vragen moeten stellen aan de docent.

Als de leerlingen dit niet doen, verwerven zij geen nieuwe kennis.

Tevens geven de docenten aan dat leerlingen moeite hebben de overlap met andere vakken te zien en dat ze gemakkelijk de inhoudelijke verdieping van een project overslaan. Ondersteuning zou leerlingen kunnen motiveren om alle belangrijke vaardigheden te ontwikkelen, kennis van andere vakken toe te passen in het project en zich te verdiepen in de theorie.

Aanpak knelpunten

Om bovengenoemde aspecten te verbeteren moet er een duidelijke beeldvorming zijn van de leerdoelen van het Technasium en moet er ondersteuning komen voor de leerprocessen. Volgens Ebel (1974) is het onmogelijk de problemen met betrekking tot beoordelen (genoemd door Thorndike (1912), pagina 7) helemaal op te lossen. Maar door duidelijke en nauwgezette beoordelingscriteria en definities van cijfers te geven zal de variëteit tussen docenten en verschillende scholen verdwijnen. Daarnaast geeft het docenten meer houvast, omdat het eenduidig is op welke manier de leerlingen beoordeeld moeten worden. Ook zorgt het voor meer duidelijkheid bij de leerlingen en andere betrokkenen.

Competentiematrix

De Technasium docenten van het Bonhoeffer College geven aan, als oplossing voor de knelpunten, een competentie matrix te willen ontwikkelen. Deze competentiematrix moet alle competenties, die leerlingen aan het einde van het Technasium traject horen te bezitten, duidelijk beschrijven. Elke competentie beschrijving moet plaats vinden op verschillende niveaus, zodat het, voor zowel de leerlingen als de docenten, duidelijk is in welke mate leerlingen in elke klas aan een bepaalde competentie moeten voldoen. Zie voor een opzet van de competentie matrix figuur 2. Tevens zou de matrix aan moeten geven hoe de competenties beoordeeld moeten worden.

De competentie matrix kan gemaakt worden aan de hand van de al bestaande competenties voor het Technasium (zie bijlage 1 voor deze bestaande competenties), waarbij de uitwerkingen van de competenties specifieker moeten worden. Volgens de docenten moeten er ook competenties aan de matrix worden toegevoegd.

De docenten zouden graag zien dat de leerlingen de competentiematrix kunnen gebruiken voor de ontwikkeling van een portfolio. Een idee was dat na elk project de behaalde competenties worden afgevinkt in het portfolio, of dat voor elke competentie wordt aangegeven op welk niveau de leerlingen zit. Zo weten leerlingen exact aan welke competenties ze nog moeten werken en welke al voldoende zijn. Leerlingen hebben dan niet meer de mogelijkheid om keer op keer dezelfde projectdelen aan groepsgenoten over te laten. De docenten geven aan dat hierbij wel moet worden opgepast dat de leerlingen niet op teveel aparte 'stukjes' worden beoordeeld, dat is voor zowel de docenten als voor de leerlingen onoverzichtelijk en veel werk.

Naast de competentie matrix, moet er volgens de docenten ook iets ontwikkeld worden om de vaardigheden te beoordelen en eventueel aan te leren of te trainen.

Competentie	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3
Samenwerken	Beschrijving van samenwerken op niveau 1	Beschrijving van samenwerken op niveau 2	Beschrijving van samenwerken op niveau 3
.....			
.....			
Vaardigheid presenteren			
.....			
.....			

figuur 2: competentie en vaardigheden matrix

Opdracht

Het doel van deze opdracht is een begin maken voor de competentiematrix, waarbij één vaardigheid of competentie uit de competentiematrix wordt uitgewerkt in verschillende niveaus. Daarnaast moet er voor deze vaardigheid of competentie ondersteunend materiaal worden ontwikkeld. Dit ondersteunend materiaal moet zorgen voor een duidelijker beeld wat een leerling moet kunnen op het Technasium, helpen bij het leerproces en helpen bij de beoordeling.

Eerst wordt er een competentie of vaardigheid gekozen uit de al bestaande lijsten met competenties en vaardigheden voor het Technasium. Vervolgens wordt er bepaald op welk niveau leerlingen op het Technasium deze competentie of vaardigheid moeten bezitten. Daarna wordt onderzocht wat een geschikte manier is om de gekozen competentie of vaardigheid te beoordelen en hoe geschikt ondersteunend leermateriaal eruit ziet. Met deze kennis wordt het ondersteunende materiaal ontwikkeld waarna het wordt getest in de klas en door docenten.

2. Keuze competentie / vaardigheid

Als eerste moet er een keuze gemaakt worden tussen het uitwerken van een competentie of een vaardigheid. Het Technasium werkt met acht competenties die zijn geformuleerd vanuit de beroepspraktijk. Deze competenties zijn te vinden in bijlage 1 (Stichting Technasium, 2011). Daarnaast heeft de Stichting de belangrijkste vaardigheden voor ontwerpen en onderzoeken samengebracht in twee lijsten, welke te vinden zijn in bijlage 2. Er is gekozen om een vaardigheid van de ontwerplijst uit te werken, om twee verschillende redenen.

De eerste reden is dat na wat experimenteren met enkele verschillende competenties en vaardigheden, bleek dat het duidelijk beschrijven van verschillende niveaus voor competenties veel lastiger is dan voor vaardigheden. Omdat er na het uitwerken van de competentie in verschillende niveaus nog tijd moet zijn om lesmateriaal te ontwikkelen en te testen, ging de voorkeur naar het uitwerken van een vaardigheid.

De tweede reden voor de keuze van een vaardigheid is dat de Stichting Technasium al beschikt over een bescheiden beschrijving van acht verschillende competenties, verdeeld over drie niveaus (zie bijlage 1). Voor de vaardigheden bestaat nog niets op het gebied van beoordeling en niveaubeschrijvingen.

Keuze vaardigheid

Vervolgens is van de lijst met vaardigheden, opgesteld door de stichting Technasium (zie bijlage 2), de ontwerpvaardigheid 'werken met het programma van eisen' gekozen om ondersteunend materiaal voor te ontwikkelen.

Er is gekozen voor een ontwerpvaardigheid, omdat de eigen kennis van ontwerpen groter is dan van onderzoeken.

De lijst met ontwerpvaardigheden is vervolgens gereduceerd tot vaardigheden waar nog helemaal geen materiaal voor beschikbaar is. Van deze vaardigheden ging de voorkeur uit naar een vaardigheid die tijdens het hele ontwerptraject belangrijk is, zodat het ondersteunende materiaal gedurende het hele project een toegevoerde waarde heeft voor de leerlingen. Er bleven daarom drie vaardigheden over, namelijk: 'planmatig ontwerpen via een stappenplan', 'plantmatig ontwerpen via een ontwerpcyclus' en 'werken met het programma van eisen'.

Na overleg met docenten bleek dat de leerlingen niet zoveel moeite hebben met het stappenplan en de ontwerpcyclus, onder andere omdat de te ondernemen stappen al worden aangegeven in de opdrachtbeschrijving en de leerlingen deze stappen kunnen volgen en niet zelf hoeven te bepalen. Leerlingen moeten wel zelf een programma van eisen (vanaf nu ook pve genoemd) ontwikkelen en vinden het vaak erg lastig om een goed pve op te stellen en de meeste docenten hebben ook moeite om de leerlingen daar op de juiste manier bij te ondersteunen. Zowel leerlingen als docenten hebben moeite met het opstellen van goede eisen, terwijl de wijze waarop de eisen zijn geformuleerd bepalend zijn voor het eindresultaat van de ontwerpopdracht. Wanneer er keuzes gemaakt moeten worden tussen verschillende concepten, zorgt het pve voor ondersteuning. Met behulp van het pve kan worden bepaald welke concepten het beste aan de eisen en wensen voldoen en op welke onderdelen de concepten nog verbeterd moeten worden. Ten slotte wordt het pve gebruikt om aan te geven of het eindproduct voldoet aan de eisen die in samenwerking met de opdrachtgever zijn opgesteld. Het pve is dus ook erg belangrijk bij de productevaluatie.

3. Programma van eisen

Zoals in de introductie is beschreven moet het te ontwikkelen ondersteunend materiaal Technasium leerlingen helpen een goed pve op te stellen, het moet duidelijkheid geven waar een pve op het Technasium aan moet voldoen en het moet Technasium docenten helpen bij het beoordelen van deze vaardigheid. In dit hoofdstuk wordt uitgewerkt waaraan het pve op het Technasium moet voldoen. In hoofdstuk 4 wordt verder ingegaan op de beoordeling.

Wat is een programma van eisen

Ontwerpopdrachten binnen het Technasium beschrijven actuele problemen van bedrijven, die moeten worden opgelost. Het pve is de verzameling van criteria die aan de oplossing van het probleem wordt gesteld (Eekels, Roozenburg en Nijhuis, 1989). Het is voor het gehele ontwerptraject erg belangrijk dat er een goed pve wordt opgesteld. Ten eerste fungeert het als contract tussen de ontwerper en de opdrachtgever en het is daarom belangrijk dat beiden het pve accepteren en goed begrijpen (Eger, Bonnema, Lutters, en Van der Voort, 2004). Vervolgens is de wijze waarop de eisen zijn geformuleerd bepalend voor het eindresultaat. Het is daarom belangrijk goede eisen op te stellen.

Programma van eisen volgens de literatuur

De criteria waaraan een pve moet voldoen is onderzocht met behulp van 3 soorten bronnen. De eerste bron bestaat uit twee boeken die door technische ontwerpstudies in Enschede en Delft worden gebruikt, namelijk Productontwerpen (Eger et al., 2004) en Ontwerpmethodologie (Eekels et al., 1989). De tweede bron 'Sturen op ambitie' van Van Meel en Van Ree (2009) heeft betrekking op de beroepspraktijk. Het beschrijft waarom een goed pve voor opdrachtgevers belangrijk is en hoe deze eruit ziet. De laatste bron bevat informatie verkregen van verschillende Technasium docenten, voornamelijk lesgevend

op het Bonhoeffer College te Enschede en het Waardenborg te Holten.

Een samenvatting waaraan het pve volgens bovenstaande bronnen moet voldoen is te vinden in tabel 1 op pagina 14. In de linker kolom staan de criteria waaraan het pve moet voldoen, in de kolommen ernaast staat samengevat hoe het in de desbetreffende bron terugkomt. Deze tabel beschrijft dus hoe een pve er volgende de gebruikte bronnen uit hoort te zien. Omdat de eerste bron van academisch niveau is en de tweede op het niveau van de beroepspraktijk is het niveau in de tabel wellicht te hoog voor leerlingen op de middelbare school. Toch wordt de tabel gebruikt als uitgangspunt. Ten eerste omdat er, naast de informatie van docenten, vrij weinig te vinden is over de kwaliteit van een pve gemaakt door leerlingen van de middelbare school. Daarnaast kunnen deze beschrijvingen eventueel later nog aangepast worden aan het niveau van de desbetreffende scholieren. Hieronder wordt de tabel toegelicht.

Prioriteit

Volgens alle bronnen moet er in een pve onderscheid worden gemaakt in prioriteit. Veelal gebeurt dit door onderscheid te maken tussen eisen, wensen (Eekels et al, 1989) en eventueel bonussen (Eger et al, 2004). Eisen zijn de criteria waaraan het te ontwerpen product minimaal moet voldoen. Wensen zijn criteria waarvan wordt verlangd dat het product er (zo goed mogelijk) aan voldoet, maar het is niet noodzakelijk. Het is zelfs mogelijk dat een ontwerp niet aan bepaalde wensen kan voldoen, omdat deze negatieve gevolgen hebben voor de eisen (Eekels et al, 1989). Bonussen zijn mogelijke extraatjes voor het product, die niet noodzakelijk zijn voor het hoofdgebruik (Eger et al, 2004).

Volledigheid

Vervolgens is het belangrijk dat het pve volledig is. Het is onmogelijk om te controleren of het pve compleet is, maar er kan worden gecontroleerd of er tenminste aan alle aspecten van het probleem aandacht is besteed (Eekels et al, 1989). Volgens Eger et al (2004) is dat als er rekening wordt gehouden met de productfuncties, de afgeleide functies

(ondersteunings-, bedrijfseconomische en maatschappelijke functies) en als het pve alle levensfasen van het product omvat. De productfuncties zijn acties die nodig zijn om het doel van de opdracht / het product te bereiken (bijvoorbeeld koffie zetten). De afgeleide functies hebben betrekking op de context en de omgeving van het ontwerp (denk aan koffiefilters en afmetingen van het aanrecht). Ten slotte moet er rekening gehouden worden met alle levensfasen van het product (ontwerp, productie, distributie, gebruik en verduijning). Ook Eekels en Roozenburg (1989) beschrijven dat het pve volledig moet zijn: *‘De eisen gezamenlijk moeten een adequate weergave van de betekenis van de uiteindelijke doelstellingen zijn’*. Van Meel en van Ree (2009) bevelen tevens aan om integraal te denken. Daarmee bedoelen ze dat er naast de eisen gericht op de realisatie ook rekening moet worden gehouden met bijvoorbeeld het gebruik en onderhoud. Ook docenten noemden het feit dat het pve volledig moet zijn.

Toetsbaar

Een ander belangrijk criterium volgens alle literatuur en de docenten is dat het pve toetsbaar moet zijn. Eger et al. (2004) stellen dat eisen meetbaar moeten zijn en ook van Meel en van Ree (2009) zeggen dat eisen verifieerbaar moeten zijn. Eekels et al. (1989) leggen dat uit als kwalitatieve en kwantitatieve criteria. Volgens hen moeten eisen kwalitatief zijn. Dat betekent dat eisen slechts twee mogelijkheden voor het ontwerp geven: het ontwerp voldoet wel aan de eis, of het ontwerp voldoet niet aan de eis. Wensen mogen echter zowel kwalitatief als kwantitatief zijn. Hierbij bedoelen ze met kwantitatief dat de wens zodanig is geformuleerd dat het mogelijk is de oplossingen op een zinvolle wijze te rang ordenen naar de mate waarin aan het criterium wordt voldaan. Een eis kan dan bijvoorbeeld zijn dat een product minder dan 2 euro moet kosten (kwalitatief (het ontwerp voldoet er wel of niet aan)). De wens kan zijn dat het product minder dan anderhalve euro moet kosten (kwalitatief) of zo goedkoop mogelijk moet zijn (kwantitatief (oplossingen zijn te rang ordenen van hoog naar laag)). Tevens moeten de eisen valide zijn; met de opgestelde eisen moeten adequate doelen van het product

getest kunnen worden. Ten slotte zeggen Eekels et al (1989) dat het pve zo objectief mogelijk moet zijn. Dat wil zeggen dat *‘verschillende personen op basis van eenzelfde programma van eisen dezelfde ontwerpvoorstellen als aanvaardbaar en beter dan andere oplossingen aanwijzen’*. Om dit te bereiken kunnen subjectieve eisen (bijvoorbeeld mooi) verduidelijkt worden door objectieve criteria toe te voegen (bijvoorbeeld de stijl en de kleur toevoegen).

Haalbaar en onderbouwd

Docenten waren het erover eens dat de eisen onderbouwd moeten kunnen worden. De onderbouwing staat niet in het pve, maar staat op papier en vloeit voort uit het vooronderzoek. Eger et al. (2004) en Eekels et al. (1989) schrijven dat het pve voortkomt uit de analyse. De analyse moet leiden tot een duidelijke en aanvaardbare beschrijving van de doelstelling, de hier bedoelde beschrijving van de doelstelling is het pve (Eekels et al., 1989). Het pve geeft aan in welke mate, de in het vooronderzoek gevonden, productfuncties moeten worden vervuld (Eger et al, 2004). Daarnaast moet volgens Eger et al. (2004) onderzocht worden of de eisen haalbaar zijn, omdat de opdrachtgever vaak te strenge eisen stelt. Volgens Van Meel en Van Ree (2009) moet dit gebeuren door tussentijds het ontwerp te toetsen aan de hand van de eisen. Docenten hebben overigens niets gezegd over de haalbaarheid van eisen.

Geen redundantie / overspecificatie

Omdat eisen gedurende het ontwerpproces kunnen worden aangepast, is het gevaarlijk om eisen op verschillende plekken in het pve vast te leggen. De kans bestaat dan dat, als het pve wordt aangepast, een eis op de ene plek wel wordt aangepast en op de andere plek niet; het pve wordt dan inconsistent. Hetzelfde geldt als er afhankelijke eisen in het pve staan, dat betekent dat het veranderen van een eis invloed heeft op een andere eis en dat die dus vervolgens ook veranderd moet worden (Eekels et al., 1989).

Niet oplossingsgericht

Een erg belangrijk aspect van een pve is dat er geen oplossingen worden genoemd, maar functies van het te ontwerpen product. Worden er toch oplossingen

aangegeven, *'dan is er een grote kans dat de ontwerper bewust of onbewust in die richting blijft denken. Een echt creatieve oplossing wordt dan niet gevonden, of ten onrechte op basis van het programma van eisen afgekeurd. Dit komt door de 'psychologische inertie' die het moeilijk maakt een eenmaal ingeslagen (ontwerp)traject te verlaten'* (Eger et al., 2004). Van Meel en Van Ree (2009) noemen dit 'formuleren in prestaties'. Prestatie-eisen schrijven geen *'oplossing voor, maar specificeren wat de oplossing moet kunnen doen of presteren...Het formuleren in prestatie-eisen dwingt een opdrachtgever om kritisch na te denken over achterliggende wensen'*. Eekels et al. (1989) noemen ook nog het vermijden van specificaties. Daarmee bedoelen ze vermeldingen van afzonderlijke onderdelen en geometrie waaruit het ontwerp moet gaan bestaan. Ook dat zorgt voor belemmering van de creativiteit. Het is beter om te kijken naar de effecten die door middel van de bepaalde geometrie worden nagestreefd en daar oplossingen voor te vinden.

Afgestemd tussen opdrachtgever en uitvoerder

Volgens Eger et al. (2004) is het pve een soort contract tussen de opdrachtgever en de ontwerper en is het dus belangrijk dat het door beiden begrepen en geaccepteerd wordt. Ook volgens Van Meel en Van Ree (2009) is het belangrijk dat voor zowel de opdrachtgever als de ontwerper de eisen en wensen duidelijk zijn.

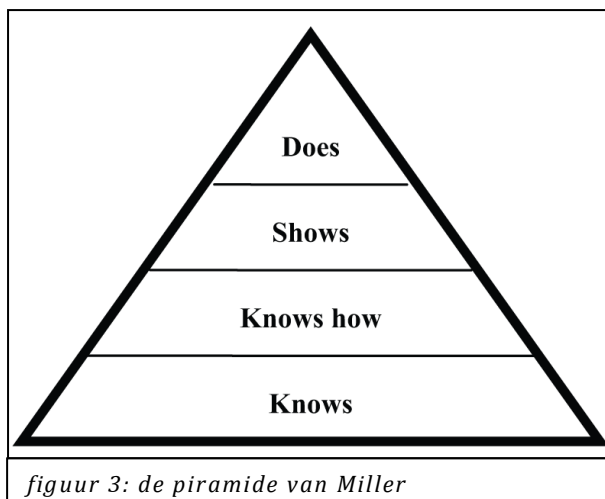
Kort en bondig

Tot slot noemen Eekels en Roozenburg (1989) en Van Meel en Van Ree (2009) nog dat het pve niet te groot moet worden. Het is belangrijk dat het pve volledig is, maar het moet wel zo klein en overzichtelijk mogelijk gehouden worden.

Criteria	Productontwerpen Eger et al. (2004)	Ontwerpmethodologie Eekels et al. (1989)	Sturen op ambitie Van Meel en Van Ree (2009)	Verskillende Technasium docenten
Prioriteit	Maakt onderscheid tussen eisen en wensen (en bonussen).	Maakt onderscheid tussen eisen en wensen.	Stel prioriteiten.	Verschil in prioriteiten aangeven.
Volledigheid	Geeft aan in welke mate de productfuncties moeten worden vervuld. Geeft aan welke afgeleide functies nodig zijn. Omvat alle levensfasen van het product (ontwerp, productie, distributie, gebruik, verdwijning).	Gezamenlijke criteria dekken de doelstelling volledig.	Denk integraal	Compleet
Toetsbaar	Kan gebruikt worden om het product te beoordelen en/of te testen (meetbare criteria).	Eisen zijn kwalitatief, wensen kunnen zowel kwalitatief als kwantitatief zijn. Valide criteria Verschillende personen kiezen op basis van eenzelfde PvE dezelfde ontwerpvoorstellen als aanvaardbaar en beter dan andere oplossingen. Objectieve eisen verduidelijken met subjectieve criteria.	Verifieer ontwerp en PvE	Concrete eisen / meetbaar / toetsbaar
Haalbaar en onderbouwd	Is haalbaar en onderbouwd	Pve komt voort uit analyse	Verifieer ontwerp en PvE	Eisen beargumenteren, eisen baseren op vooronderzoek
Geen redundantie / overspecificatie	Bevat geen overspecificatie: zelfde aspect meerdere keren specificeren of te zwaar specificeren.	Geen redundantie	Wees specifiek	
Niet oplossingsgericht	Is niet op één oplossing gericht.	Vermijd specificaties	Formuleer in prestaties	Geen oplossingen
Afgestemd tussen opdrachtgever en uitvoerder	Is afgestemd tussen opdrachtgever en uitvoerder.		Expliciteer abstracte ambities	Verwoorden wat de opdrachtgever wil en bijkomende eisen van jezelf toevoegen, in overleg met de opdrachtgever.
Kort en bondig		Zo klein mogelijk	Wees specifiek	
tabel 1: het programma van eisen volgens verschillende bronnen				

4. Beoordelen

Om de bekwaamheid van studenten te beschrijven maakt Miller (1990) gebruik van een piramide (zie figuur 3). De basis (knows) van de piramide refereert naar de feitelijke kennis die leerlingen hebben, zoals het kunnen benoemen van feiten en theorieën. De volgende laag (knows how) heeft betrekking op het toepassen van kennis in een context, bijvoorbeeld het oplossen van problemen en beschrijven van procedures. Het derde niveau (shows how) wordt gevormd door hoe een leerling optreedt in een bepaalde nagebootste situatie. Denk hierbij aan computer simulaties of nagebootste klantgesprekken. Het hoogste niveau verwijst naar het gedrag in werkelijke situaties.



Technasium projecten zijn nagebootste situaties van de werkelijkheid, waarbij kennis en vaardigheden in de nagebootste context getoond moeten worden. Dit komt overeen met het shows niveau van Miller (1990). De beoordelingsmethode die gebruikt gaat worden moet valide zijn (Van der Vleuten en Schuwirth, 2005); het moet datgene beoordelen waarvoor het ontworpen is. De leerling moet dus worden beoordeeld op hoe de kennis over het pve wordt toegepast in de context van het project.

Arter en McTighe (2001) delen beoordelingsmethoden op in twee categorieën, namelijk: 'geselecteerde antwoorden / korte antwoorden' en 'geconstrueerde antwoorden'. De eerste categorie vereist dat leerlingen een antwoord selecteren uit een gegeven lijst of een kort antwoord

leveren. Deze beoordelingsmethode beoordeelt kennis en vaardigheden uit de juiste context in een geïsoleerde omgeving. Hierbinnen vallen de onderste twee lagen van Millers pyramide. De tweede categorie vereist van leerlingen dat ze kennis en vaardigheden organiseren en gebruiken om een antwoord te geven of een heel project te volbrengen, in plaats van slechts het herkennen en herinneren van informatie. Dit past zowel binnen het tweede als derde niveau uit Millers pyramide (knows how en shows). Technasium opdrachten vergen dus de beoordelingsmethode *geconstrueerde antwoorden*, die kennis en vaardigheden beoordeelt in de daarbij horende context (Arter & McTighe, 2001).

Volgens McTighe (2001) vereisen *geconstrueerde antwoorden* beoordelingen uitvoeringcriteria. Dit zijn richtlijnen of regels, die beschrijven waaraan het leerlingenwerk moet voldoen, en waarmee het werk kan worden beoordeeld. De moeilijkheden die Technasium docenten ondervinden bij het beoordelen van leerlingen in de nagebootste projectcontext (zie paragraaf *aanpak knelpunten* op pagina 8) kunnen volgens Ebel (1974) niet helemaal overwonnen worden, maar met zulke uitvoeringscriteria wel verminderd worden. Ook schrijven Arter en McTighe (2001) net als Ebel (1974) dat door gebruik te maken van zulke richtlijnen het werk objectiever kan worden beoordeeld.

Arter en McTighe (2001) noemen in hun boek drie verschillende soorten beoordelingsmethoden voor *geconstrueerde antwoorden*, namelijk: checklijsten, performancelijsten en rubrics. Deze worden hieronder toegelicht.

Checklijsten

Checklijsten geven aan welke componenten in het werk van de leerling aanwezig moeten zijn (Arter en McTighe, 2001). Deze lijsten zijn niet erg geschikt voor het Technasium, omdat ze geen beoordeling van de kwaliteit van het werk aangeven, maar slechts wat wel en niet aanwezig is.

Performance lijsten

Met behulp van performance lijsten is het mogelijk van een aantal componenten, welke in het werk van de leerling aanwezig moeten zijn, aan te geven in welke mate deze voldoen (Arter en McTighe, 2001). Dit geeft meer beoordelingsmogelijkheden dan een checklist en de mogelijkheid om bepaalde componenten zwaarder te wegen. Echter geeft het geen uitgebreide beschrijving van de verschillende niveaus, waardoor het om een subjectieve beoordeling gaat, wat niet erg geschikt is voor het Technasium.

Rubrics

De rubric is een beoordelingsmiddel dat wel per component verschillende niveaus beschrijft waaraan het werk moet voldoen (Arter en McTighe, 2001), waardoor de beoordeling objectiever wordt. Daarnaast kan een rubric ook als leermiddel worden ingezet (SLO, 2006) wat de rubric dus erg geschikt maakt als beoordelingsmiddel en als ondersteunend leermateriaal voor het Technasium.

Omdat de rubric het meest geschikte beoordelingsmiddel lijkt en tevens als leermiddel kan worden ingezet, wordt de rubric in het volgende hoofdstuk uitgebreid besproken.

5. Rubric

De rubric is een middel om producten of (deel)vaardigheden te beoordelen. Rubrics richten zich op de processen die naar het eindproduct leiden (SLO, 2006) en zijn zeer nuttig om complexe en subjectieve criteria te beoordelen (Dodge en Pickett, 2007). Rubrics geven leerlingen inzicht in welke criteria van belang zijn voor adequaat handelen en ze maken de ontwikkeling van de leerling duidelijk zichtbaar (SLO, 2006). Rubrics zijn daarom zowel een krachtig leermiddel als een beoordelingsmiddel.

Een rubric beoordeelt één vaardigheid (er wordt gesproken over een vaardigheid, maar het zou ook een ander onderwerp, een product of activiteit kunnen zijn). De inhoud van een rubric varieert voor elke vaardigheid, maar elke rubric bezit een lijst (kolom) met criteria die aan de vaardigheid worden gesteld en bijdragen tot een betere uitvoering van de vaardigheid. Achter de criteria staan beoordelingsschalen met beschrijvingen van de verschillende gradaties in kwaliteit per criterium. Figuur 4 geeft een mogelijke opzet van een rubric weer. In de linkerkolom staan de beoordelingscriteria en rechts daarvan is ruimte voor de beoordelingsschalen (Andrade, 2000 en SLO, 2006).

Voor- en nadelen

Het gebruik van rubrics op het Technasium heeft veel voordelen en helaas ook enkele nadelen, beide worden

hierna besproken.

Voordeel beoordelen

Door gebruik te maken van een rubric zijn de in hoofdstuk 4 genoemde uitvoeringscriteria (welke vereist zijn voor *geconstrueerde antwoorden* beoordelingen (McTighe, 2001)) aanwezig. Rubrics helpen docenten de beoordelingen te verantwoorden (Andrade, 2000) naar leerlingen, maar ook naar ouders, de schoolleiding en anderen. Daarnaast zal de beoordeling objectiever en consistent worden (Dodge, B. & Pickett, N., 2007 en Arter & McTighe, 2001). Waar de beoordeling normaal afhankelijk is van de criteria van de individuele beoordelaar en vaardigheden dus verschillend kunnen worden beoordeeld door verschillende beoordelaars, zorgt een rubric voor een consistente en objectieve beoordeling, omdat er dezelfde criteria gelden (Moskal, 2007). Leerlingen weten met de rubric exact wat er van hen wordt verwacht en hoe ze worden beoordeeld (Andrade, 2000 en Dodge en Pickett, 2007). Ook voor andere betrokkenen bij het Technasium is het door gebruikt te maken van een rubric duidelijk wat de leerlingen leren. Tevens maken rubrics de ontwikkeling van de leerling duidelijk zichtbaar (SLO, 2006).

Voordeel instructie

Volgens Black and Wiliam (1998) is een effectieve beoordeling onafscheidelijk van instructie. De rubric sluit hier goed bij aan, want hoewel de rubric is ontworpen als beoordelingsinstrument, is het belangrijkste doel wellicht leerlingen informatieve feedback geven over hun voortgang evenals leerlingen voorzien van een gedetailleerde evaluatie

Criteria	Beginner	Kenner	Gevorderde	Expert
Beoordelings-criterium 1	Beschrijving van de laagste gradatie van het eerste beoordelingscriterium.	Beschrijving van de op 1 na laagste gradatie van het eerste beoordelingscriterium.	Beschrijving van de op 1 na hoogste gradatie van het eerste beoordelingscriterium.	Beschrijving van de hoogste gradatie van het eerste beoordelingscriterium.
Beoordelings-criterium 2	Beschrijving van de laagste gradatie van het tweede beoordelingscriterium.	Beschrijving van de op 1 na laagste gradatie van het tweede beoordelingscriterium.	Beschrijving van de op 1 na hoogste gradatie van het tweede beoordelingscriterium.	Beschrijving van de hoogste gradatie van het tweede beoordelingscriterium.
Beoordelings-criterium 3	Beschrijving van de laagste gradatie van het derde beoordelingscriterium.	Beschrijving van de op 1 na laagste gradatie van het derde beoordelingscriterium.	Beschrijving van de op 1 na hoogste gradatie van het derde beoordelingscriterium.	Beschrijving van de hoogste gradatie van het derde beoordelingscriterium.
Beoordelings-criterium 4	Beschrijving van de laagste gradatie van het vierde beoordelingscriterium.	Beschrijving van de op 1 na laagste gradatie van het vierde beoordelingscriterium.	Beschrijving van de op 1 na hoogste gradatie van het vierde beoordelingscriterium.	Beschrijving van de hoogste gradatie van het vierde beoordelingscriterium.

figuur 4: opzet van een rubric

over het eindproduct (Andrade, 2000).

Leerlingen die met een rubric werken, weten vanaf het begin van het project wat er van hen verwacht wordt. Ze kunnen zich focussen en hebben controle over het werk (Arter en McTighe, 2001), daardoor zijn ze in staat beter werk te leveren (Andrade, 2000). Een goedgeschreven rubric, één die de goede punten evenals de mogelijke fouten beschrijft die leerlingen maken, geeft waardevolle informatie voor studenten. Omdat de rubric voor alle criteria verschillende niveaus beschrijft, weten leerlingen wat ze in de toekomst moeten verbeteren (Andrade, 2000, Moskal, 2007) en de leerlingen kunnen zichzelf nieuwe leerdoelen stellen (SLO, 2006). Iets wat niet lukt als ze slechts een cijfer zouden krijgen.

Doordat leerlingen bij het gebruik van rubrics vanaf het begin bij het beoordelingsproces worden betrokken, weten ze exact wat er van hen wordt verwacht en waar ze extra aandacht aan moeten besteden. Op die manier dragen rubrics bij tot zelfsturend leren (SLO, 2006). Leerlingen die al ervaring hebben met het werken met rubrics, kunnen zelfs worden betrokken bij het ontwikkelen van rubrics, wat ervoor zorgt dat leerlingen meer zelfverantwoordelijkheid krijgen over en invloed krijgen op het leerproces en wat ervoor zorgt dat ze een beter idee hebben welk gedrag er van hen wordt verwacht gedurende de uitvoering van de vaardigheid (Dodge, B. & Pickett, N., 2007). Wanneer leerlingen zichzelf beoordelen aan de hand van de rubric (zelfevaluatie), zal de leeropbrengst nog hoger zijn. Het is goed als leerlingen daarbij exact, in hun werk, aangeven wat de goede en slechte punten zijn volgens de rubric (Andrade, 2000).

Overige voordelen

Een ander voordeel van het gebruik van rubrics binnen het Technasium is dat de stichting er al bekend mee is. Er zijn namelijk kaarten ontwikkeld voor onderzoek- en ontwerpcompetenties (zie figuur 5 en figuur 6), waarop per deelcompetentie drie verschillende niveaus worden beschreven. Op de achterzijde wordt beschreven hoe een

leerling zich tot goede onderzoeken en ontwerper kan ontwikkelen. Ook zijn er soortgelijke kaarten ontwikkeld speciaal voor docenten. Deze kaarten beschrijven de vaardigheden die een Technasium docent moet hebben / ontwikkelen en de kaarten maken daarbij onderscheid tussen beginnende, gevorderde en expert docenten. Door ook de vaardigheden (in dit geval het pve) te beschrijven in rubrics, wordt dezelfde stijl en werkwijze aangehouden.



figuur 5: competentiekaart onderzoeken



figuur 6: competentiekaart ontwerpen

Nadelen

Naast alle genoemde voordelen kent het gebruik van rubrics helaas ook nadelen. Het grootste nadeel is de tijd die het kost om een rubric te maken en te gebruiken. Er zijn vaak wel voorbeelden van rubrics te vinden, zeker voor algemene vaardigheden als samenwerken en presenteren, maar deze moeten meestal aangepast worden aan de wensen van in dit geval het Technasium (SLO, 2006). Voor veel specifieke

vaardigheden die op de Technasium lijst staan, zijn geen voorbeeld rubrics beschikbaar. Echter wanneer er eenmaal rubrics voor het Technasium beschikbaar zijn, kunnen ze waarschijnlijk wel door alle Technasium scholen worden gebruikt, waardoor het maken van de rubrics een eenmalige tijdrovende, maar waardevolle investering is.

Ook is het gebruik van rubrics tijdsintensief, omdat ze zowel voorafgaand aan een opdracht als achteraf besproken moeten worden en soms is het zinvol om ook tussentijds naar de rubrics te kijken (SLO, 2006). Op het Technasium worden meestal enkele competenties en vaardigheden uitgekozen waar tijdens het project extra aandacht aan wordt besteed. Door alleen die vaardigheden met de rubric te beoordelen wordt de tijd die het werken met rubrics kost beperkt gehouden.

Een ander nadeel van het beoordelen met behulp van rubrics is dat het kan leiden tot discussies tussen de docent en leerling (SLO, 2006), wat veel tijd kan kosten. Daar tegenover staat dat leerlingen wel beargumenteerd krijgen waarom ze een bepaalde beoordeling hebben. Daarnaast kunnen discussies de leeropbrengst vergroten, als het over de kwaliteit van vaardigheid gaat. Het is wel belangrijk dat het duidelijk is wie uiteindelijk het laatste woord heeft over de beoordeling.

Omdat leerlingen een vaardigheid leren volgens de gepresenteerde criteria in de rubric, is het belangrijk dat alle essentiële criteria in de rubric aanwezig zijn en dat alle criteria relevant zijn. Mocht dit niet zo zijn, dan kan het gebeuren dat leerlingen zichzelf als erg goed beoordelen op een vaardigheid, terwijl ze naar irrelevante criteria kijken of terwijl ze essentiële criteria niet hebben meegenomen (Arter & McTighe, 2001).

6. Rubric ontwerpen

Uit hoofdstuk 4 en 5 bleek dat rubrics erg geschikt zijn voor het Technasium: ze kunnen worden ingezet als leermiddel en als middel om vaardigheden te beoordelen. Vanwege de vele voordelen en het beperkte aantal nadelen van de rubric, is er gekozen om een rubric te ontwerpen om de vaardigheid 'werken met het programma van eisen' te ondersteunen.

Bijkomend voordeel van de rubric is dat deze ontwikkeld kan worden voor verschillende vaardigheden. Zo kan er voor alle competenties en vaardigheden die leerlingen op het Technasium moeten verwerven een rubric gemaakt worden. Docenten zouden deze rubric in kunnen zetten voor de ontwikkeling van een portfolio, zoals ze aangaven op pagina 8 (paragraaf competentiematrix).

In dit hoofdstuk wordt besproken hoe rubrics ontworpen dienen te worden. Hoofdstuk 7 beschrijft het ontwerpproces van de rubric voor het pve.

Leerdoelen

Er is veel literatuur en er zijn talrijke internetsites die advies geven over het opstellen van een rubric. Belangrijk is dat eerst de leerdoelen voor de vaardigheid worden opgesteld (Moskal, 2000 en SLO, 2006); de kwaliteit die het werk van de student moet vertonen voor een bekwaame uitvoering (Brookhart, 1999) en vervolgens niveaubeschrijvingen worden gemaakt.

Hieronder worden verschillende manieren genoemd om tot niveaubeschrijvingen van de verschillende leerdoelen te komen.

Hoogste, laagste en tussenniveaus beschrijven

De leerdoelen voor een bepaalde vaardigheid kunnen worden opgesteld door te onderzoeken wat experts zeggen over de specifieke vaardigheid en door bestaande, aan het onderwerp gerelateerde rubrics te gebruiken (Arter en McTighe, 2001). Ook (nationale) standaarden voor het

onderwijs kunnen worden meegenomen (Andrade, 2000). Ontwerpers van rubrics die zelf ervaren zijn op het gebied van de vaardigheid, kunnen een lijst maken met de belangrijkste criteria om de vaardigheid goed uit te voeren (Arter en McTighe, 2001). De verschillende leerdoelen met betrekking tot de vaardigheid vormen de aparte criteria in de rubric en de beschrijvingen ervan vormen de hoogste niveaus van de criteria in de rubric (Moskal, 2000). Als deze hoogste niveaus beschreven zijn, kunnen er definities gezocht worden voor de laagste niveaus en vervolgens voor de niveaus er tussenin. Op die manier zullen er per criteria drie niveaubeschrijvingen ontstaan (Moskal, 2000). Uiteraard is het ook mogelijk meerdere niveaubeschrijvingen te maken. Let daarbij wel op dat het beter is om enkele betekenisvolle niveaus te hebben, dan veel niveaus die zich nauwelijks onderscheiden (Moskal, 2000 en SLO, 2006).

Voorbeelden van leerlingenwerk

Een andere manier om tot de leerdoelen en niveaubeschrijvingen te komen is door voorbeelden van al gemaakt leerlingenwerk, dat de gewenste vaardigheid of het gewenste gedrag vertoont, te verzamelen. Vervolgens moeten deze voorbeelden worden ingedeeld in drie categorieën van verschillende kwaliteit: sterk, gemiddeld en zwak werk. Bij het indelen moeten alle redenen worden opgeschreven waarom het werk in een bepaalde categorie valt; deze redenen onthullen de criteria voor de verschillende niveaus in de rubric. De redenen moeten duidelijk en uitgebreid worden genoteerd. Het is belangrijk dat er wordt doorgegaan totdat er geen nieuwe redenen / criteria meer bovendien zijn (Arter en McTighe, 2001).

Leerlingen vragen

Nog een (aanvullende) manier om aan criteria te komen is leerlingen zelf te vragen op welke aspecten er volgens hen beoordeeld moet worden (Andrade, 2000). Waarschijnlijk ontstaat er op die manier een grote lijst met criteria voor sterk werk, voor middelmatig werk en voor zwak werk. Met deze lijst kan er slechts een overal cijfer gegeven worden voor het leerlingenwerk (Arter en McTighe, 2001). Om het werk op verschillende eigenschappen te beoordelen,

moeten de criteria worden verdeeld in categorieën. Als criteria overlappen of samenvallen, kunnen ze in dezelfde categorie worden gestopt (Andrade, 2000 en Arter en McTighe, 2001). Vervolgens kan er voor elke eigenschap een waarde neutrale beschrijving gegeven worden (Arter en McTighe, 2001). Met behulp van deze definities kunnen verschillende niveaubeschrijvingen gemaakt worden per categorie. Dit kan bijvoorbeeld door weer naar het leerlingenwerk te kijken en het beste werk te gebruiken voor beschrijvingen van het hoogste niveau en het slechtste werk te gebruiken voor beschrijvingen van het laagste niveau. Als de rubric klaar lijkt, moet deze nog verbeterd worden. Door de rubric aan leerlingen en docenten te tonen en door de rubric te gebruiken, zullen verbeterpunten aan het licht komen (Andrade, 2000 en Arter en McTighe, 2001).

Niveaubeschrijvingen

Bij het maken van de niveaubeschrijvingen moet er op een aantal punten worden gelet, deze worden hieronder beschreven.

Beschrijvingen van vaardigheden

Om de categorieën te definiëren moeten beschrijvingen van vaardigheden worden gebruikt en geen oordelen over vaardigheden (Brookhart, 1999). Het oordeel: de berekening is goed, zal dus moeten worden vervangen door bijvoorbeeld: de berekening bevat geen fouten (beschrijving). Op die manier bestaat er geen discussie over wat goed is (Moskal, 2000) en zal de rubric zo objectief mogelijk worden.

Positieve beschrijvingen in leerlingentaal

Volgens SLO (2006) is het verstandig om negatieve beschrijvingen te vermijden, omdat de leerlingen dan gewezen worden op alle zaken die ze nog niet kunnen en dat is slecht voor de motivatie. Volgens Andrade (2000) moet een rubric duidelijk de problemen weergeven die leerlingen kunnen ondervinden, in plaats van beschrijvingen die onherkenbaar zijn of beschrijvingen die de kwaliteit vaag aangeven met begrippen als betekenisvol en saai. Daarnaast is het belangrijk om de beschrijvingen te formuleren in leerlingentaal, zodat de leerlingen de inhoud begrijpen en

daardoor weten wat er van hen verwacht wordt, de rubric kunnen gebruiken voor zelfevaluatie en de rubric kunnen gebruiken bij evaluatiegesprekken (SLO, 2006).

Aanduiding van gradaties

Gradaties per criterium kunnen worden voorzien van een bepaalde aanduiding, bijvoorbeeld getalenteerd, gevorderd, geoefend en beginner zijn synoniemen voor goed, voldoende, twijfel en onvoldoende (SLO, 2006). Volgens Andrade (2000) is het vaak lastig is om toereikende aanduidingen te vinden, daarom kunnen gradaties ook met waardes worden aangegeven, bijvoorbeeld 1 tot en met 4. Het is tevens mogelijk de niveaus niet te benoemen, omdat ze in principe voor zichzelf spreken (SLO, 2006). Door het hoogste niveau in linkerkolom en het laagste niveau in de rechterkolom te plaatsen, is het voor leerlingen direct na het lezen duidelijk wat de verwachtingen zijn (SLO, 2006). Toch wordt er vaak voor gekozen de laagste gradatie links te plaatsen en de hoogste gradatie rechts, bijvoorbeeld in de al bestaande competentiematrices (zie figuur 5 en 6) van het Technasium.

Aantal niveaus

SLO (2006) kiest ervoor om een even aantal niveaus te beschrijven, zodat leerlingen en docenten er niet te gemakkelijk voor kiezen om in het midden te gaan zitten. Anderen kiezen juist voor een oneven schaalverdeling, zodat de middelste schaal een exacte representatie geeft van de balans tussen sterk en zwak (Arter en McTighe, 2001).

7. Ontwerp

Met de informatie over het opstellen van rubrics uit hoofdstuk 6 en de criteria die worden gesteld aan het pve uit hoofdstuk 3, is een eerste opzet voor de inhoud van de rubric gemaakt (zie tabel 2). Deze rubric is aangepast met behulp van het commentaar van experts. In dit hoofdstuk wordt het ontwerpproces van de rubric beschreven.

Inhoud rubric

Leerdoelen

Eerst moeten de leerdoelen voor de vaardigheid worden opgesteld (zie paragraaf leerdoelen op pagina 20). Dit is al gebeurd in hoofdstuk 3. Tabel 1 op pagina 14 toont waar volgens de literatuur en Technasium docenten een pve aan moet voldoen. Voor de criteria in de linkerkolom van de rubric zijn bijna dezelfde categorieën overgenomen als de onderwerpen gebruikt in tabel 1, namelijk: prioriteit, volledigheid, toetsbaar, haalbaar en onderbouwd, niet op één oplossing gericht en geen overspecificatie. Omdat de categorieën onder andere zijn ingevuld door academische bronnen en de beroepspraktijk zijn sommige invullingen van te hoog niveau voor leerlingen van de middelbare school. Daarom zijn in de rubric sommige niveaus iets vergemakkelijkt. Andere niveaus kunnen eventueel later, na overleg met docenten, waar nodig nog worden veranderd.

Niveaubeschrijvingen

Vervolgens zijn de niveaus per criterium beschreven. Er is begonnen met het hoogste niveau welke overeenkomt met het niveau in de vierde klas. In de uiterst rechtse kolom zijn de criteria beschreven van het hoogste niveau zoals beschreven in tabel 1 uit hoofdstuk 3. Er zijn een paar kleine aanpassingen gedaan in de kopjes en de hoogste niveaubeschrijvingen, deze zijn te vinden in bijlage 3.

Hierna zijn er definities geplaatst voor de laagste niveaus en de niveaus er tussenin. De definities voor het beginnergedrag en de niveaus er tussenin zijn bepaald aan de hand van persoonlijke ervaringen op het Technasium

tijdens ontwerpprojecten en in overleg met Technasium docenten.

Het beginnergedrag is links geplaatst en het expertgedrag rechts. Zo is er tot en met klas vier (voor havo dus tot de meesterproef) voor elke klas een niveau beschreven (zie tabel 2). Er is voor deze volgorde gekozen omdat alle matrices die het Technasium momenteel gebruikt op deze manier werken. Over het niveau van het pve in de vijfde klas van het VWO kan nog worden nagedacht.

Om de rubric klein en overzichtelijk te houden, was het helaas nodig om af en toe lastige woorden te gebruiken, zonder uitleg. De uitleg van deze woorden is onderaan de rubric toegevoegd (zie figuur 7).

Criteria	Klas 1	Klas 2	Klas 3	Klas 4
Prioriteit	De leerling onderscheidt eisen en wensen.	De leerling onderscheidt eisen, wensen en bonussen.	De leerling onderscheidt eisen, wensen en bonussen.	De leerling onderscheidt eisen, wensen en bonussen.
Volledigheid	Het PvE geeft aan in welke mate productfuncties vervuld moeten worden. Het PvE omvat eisen en wensen met betrekking tot het gebruik van het product.	Het PvE geeft aan in welke mate productfuncties vervuld moeten worden. Het PvE omvat eisen en wensen met betrekking tot het gebruik en de verdwijning van het product.	Het PvE geeft aan in welke mate product- en ondersteuningsfuncties vervuld moeten worden. Het PvE omvat eisen en wensen met betrekking tot het ontwerpen, het gebruik en de verdwijning van het product. Indien nodig worden er gebruikscontext specifieke eisen opgesteld.	Het PvE geeft aan welke product-, ondersteunings-, bedrijfseconomische- en maatschappelijke functies vervuld moeten worden. Het PvE omvat eisen en wensen van alle levensfasen van het product (ontwerp, productie, distributie, gebruik en verdwijning). Indien nodig worden er gebruikscontext specifieke eisen opgesteld.
Toetsbaar	De eisen zijn kwalitatief. Het PvE bevat objectieve eisen (en wensen).	De eisen zijn kwalitatief en de wensen zijn kwalitatief of kwantitatief. Het PvE bevat objectieve eisen (en wensen).	De eisen zijn kwalitatief en de wensen zijn kwalitatief of kwantitatief. Subjectieve eisen (en wensen) worden verduidelijkt door objectieve criteria te beschrijven. Eisen moeten toetsbaar zijn.	De eisen zijn kwalitatief en de wensen zijn kwalitatief of kwantitatief. Subjectieve eisen (en wensen) worden verduidelijkt door objectieve criteria te beschrijven. Eisen moeten toetsbaar zijn. Verschillende personen kiezen op basis van eenzelfde PvE dezelfde ontwerpvoorstellen als aanvaardbaar en beter dan andere oplossingen.
Haalbaar Onderbouwd	Het PvE wordt door zowel de opdrachtgever als door de ontwerper geaccepteerd. De ontwerper kan onderbouwen waarom er voor de desbetreffende eisen (en wensen) is gekozen.	Het PvE wordt door zowel de opdrachtgever als door de ontwerper geaccepteerd. De ontwerper kan onderbouwen waarom er voor de desbetreffende eisen (en wensen) is gekozen en verwijst daarbij naar het vooronderzoek.	Het PvE wordt door zowel de opdrachtgever als door de ontwerper geaccepteerd. In overleg met de opdrachtgever zijn wijzigingen in het PvE mogelijk. De ontwerper onderzoekt of gestelde eisen haalbaar zijn. De ontwerper kan onderbouwen waarom er voor de desbetreffende eisen (en wensen) is gekozen en verwijst daarbij naar het vooronderzoek.	Het PvE wordt door zowel de opdrachtgever als door de ontwerper geaccepteerd. In overleg met de opdrachtgever zijn wijzigingen in het PvE mogelijk. De ontwerper onderzoekt of gestelde eisen haalbaar zijn. De ontwerper kan onderbouwen waarom er voor de desbetreffende eisen (en wensen) is gekozen en verwijst daarbij naar het vooronderzoek.
Niet op één oplossing gericht	Het PvE bevat geen specificaties tenzij ze door de opdrachtgever zijn opgedragen.	Het PvE bevat geen specificaties tenzij ze door de opdrachtgever zijn opgedragen.	Het PvE bevat geen specificaties. De ontwerper zal proberen in overleg met de opdrachtgever de specificaties te veranderen in eisen die niet op één oplossing gericht zijn.	Het PvE bevat geen specificaties. De ontwerper zal proberen in overleg met de opdrachtgever de specificaties te veranderen in eisen die niet op één oplossing gericht zijn.
Geen overspecificatie / Geen redundantie	Een eis wordt slechts op één plek in het PvE vastgelegd.	Een eis wordt slechts op één plek in het PvE vastgelegd.	Een eis wordt slechts op één plek in het PvE vastgelegd. Bepaalde eigenschappen tellen slechts één keer mee in de waardering van het productontwerp ^{*1} .	Een eis wordt slechts op één plek in het PvE vastgelegd. Bepaalde eigenschappen tellen slechts één keer mee in de waardering van het productontwerp ^{*1} .
tabel 2: rubric van het programma van eisen				

PvE: Programma van eisen

Eis: Een eis geeft aan wat in ieder geval gehaald moet worden: wordt aan een eis niet voldaan, dan is de betreffende oplossing niet aanvaardbaar en dus eigenlijk geen oplossing.

Wens: Een wens geeft aan wat nagestreefd moet worden. Dit kan een strengere variant van een eis zijn, of een extra functie betreffen.

Bonus: Bonussen zijn zaken die tijdens het ontwikkelproces naar voren zijn gekomen en die zonder negatieve bijwerkingen in het product gerealiseerd kunnen worden.

Productfuncties: Productfuncties zijn acties die nodig zijn om het doel van de opdracht / het product te bereiken (bijvoorbeeld koffie zetten).

Ondersteuningsfuncties: Ondersteuningsfuncties zijn middelen die ervoor zorgen dat het product de productie-, distributie- en verdwijningsfase gemakkelijker zal doorlopen (bijvoorbeeld coderingen op kunststofonderdelen die aangeven welke kunststof is gebruikt en die recycling makkelijker maken).

Bedrijfseconomische functies: Bedrijfseconomische functies hebben betrekking op omzet, winst, marktaandeel, continuïteit en capaciteitsbenutting.

Maatschappelijke functies: Maatschappelijke functies gaan over de invloed van het product op de maatschappij, bijvoorbeeld het milieu, ethiek, cultuur, etc. (een televisie heeft bijvoorbeeld een sterke invloed gehad op de vrijetijdsbesteding van en de informatievoorziening onder mensen).

Gebruikscontext specifieke eisen: Dit zijn eisen die ontstaan door de gebruikscontext. Bijvoorbeeld bij het ontwerpen van een nieuw vervoermiddel worden door de infrastructuur en door de wet veel eisen gesteld, ook is het soms nodig een ander product of een andere dienst te ontwikkelen voor het goed functioneren van het product (denk aan koffiefilters voor een koffiezetapparaat).

Gebruiksfuncties: Gebruiksfuncties zijn direct op de gebruikers gericht en vormen de kern van het product.

Ondersteuningsfuncties: Om een product goed, snel en relatief goedkoop te maken, distribueren, onderhouden en demonteren zijn ondersteuningsfuncties noodzakelijk.

Bedrijfseconomische functies: Bedrijfseconomische functies hebben betrekking op omzet, winst, marktaandeel, continuïteit, capaciteitsbenutting van de betrokken bedrijven.

Maatschappelijke functies: Maatschappelijke functies gaan over de invloed van het product op het milieu, de emancipatie, de ethiek, de cultuur, etc.

Kwalitatieve eisen: Een eis is kwalitatief wanneer men op basis van de formulering van de eis en kennis van de werkelijke eigenschappen van de oplossingen slechts twee uitspraken kan doen: een oplossing voldoet aan de eis of niet.

Kwantitatieve eisen: Een eis is kwantitatief wanneer het zodanig geformuleerd is dat het mogelijk is op een zinvolle wijze de oplossingen te ordenen naar de mate waarin aan de eis wordt voldaan.

Objectief: Een eis (of wens) is objectief als er geen meningsverschillen over kunnen ontstaan. Een voorbeeld van een objectieve eis is dat een koffiezetapparaat maximaal 40 cm hoog mag zijn.

Subjectief: Over een subjectieve eis of wens kunnen wel meningsverschillen ontstaan. Een voorbeeld van een subjectieve eis is dat een koffiezetapparaat mooi moet zijn.

Specificaties: Een specificatie is een vermelding van de afzonderlijke onderdelen waaruit een geheel bestaat. Het zijn uitspraken over bijvoorbeeld de geometrie van het materiaal en leggen dus een stukje van het ontwerp vast.

*1: Eisen die aan een fiets gesteld worden zijn bijvoorbeeld klein gewicht, lage rolweerstand, goede houding van de fietser en groot rendement tijdens het fietsen. Deze vier eisen behoren niet allen in een zelfde programma van eisen. De eerste drie zijn middelen om het doel 'groot rendement' te bereiken, en laag gewicht is weer op te vatten als een middel tot een lage rolweerstand. Om te voorkomen dat 'gewicht' min of meer onbewust drie keer meetelt in een kwaliteitsoordeel over de nieuw ontworpen fiets, zal het programma van eisen het tot een niveau van de doelstellingenhiërarchie moeten beperken.

figuur 7: toelichting bij de rubric van het programma van eisen

Aanpassingen

Deze eerste rubric (tabel 2) is een aantal malen besproken met Technasium docenten, een ervaren product ontwerpster, een expert op het gebied van rubrics en een Neerlandicus. Met hun informatie is de rubric verbeterd. De uiteindelijke versie is te vinden in figuur 11 en figuur 12. Hieronder worden de belangrijkste aanpassingen besproken.

Uiterlijk

Ten eerste is het uiterlijk van de rubric aangepast zodat het overeenkomt met de stijl van de andere rubrics die het Technasium al gebruikt (zie figuur 5 en 6). Op de voorkant is de rubric overzichtelijk afgebeeld (figuur 11) en op de achterzijde is toelichting gegeven over het opstellen van een pve (figuur 12). De Technasium docenten gaven in een gesprek aan dat ze graag een op zichzelf staand document hebben; dat is op deze manier verkregen. Verwijzingen en uitleg uit de rubric zijn verplaatst naar de achterzijde waar verdiepende informatie te vinden is over het opstellen van een pve. De lastige woorden die in de rubric staan worden aan de andere zijde in de verdiepende informatie uitgelegd. Om ervoor te zorgen dat de leerlingen de woorden snel op kunnen zoeken, zijn ze in een andere kleur geschreven.

Omdat het ontwikkelde materiaal nu niet meer alleen een rubric is, maar een dubbelzijdig document welke gebruikt kan worden voor het ontwikkelen en beoordelen van de vaardigheid pve, wordt er vanaf nu ook wel gesproken over vaardigheidskaart voor het programma van eisen.

Algemeen

Klas of niveau

Om leerlingen meer ruimte te geven in hun ontwikkeling zijn de kopjes boven de kolommen veranderd van klas in niveau. Het is bijvoorbeeld mogelijk dat er het ene jaar meer ontwerpprojecten zijn dan het andere jaar, waardoor de leerling zich het ene jaar meer ontwikkelt dan een ander jaar. De scheiding tussen niveaus valt dan niet gelijk met de jaarlagen. Daarnaast is het vervelend als een leerling in klas 2 voor (sommige) onderdelen op het niveau van klas 1 zit.

Wanneer dit kopje is veranderd in niveau 1 kan er wat soepeler mee omgesprongen worden. Daarnaast zal het de leerlingen ook motiveren om naar een hoger niveau te gaan. Voor het beoordelen zullen de niveaus waarschijnlijk ook goed werken. Valt het werk van een leerling aan het einde van klas twee overal in niveau 2 dan zal die leerling goed worden beoordeeld, valt het werk af en toe in een hoger niveau, dan wordt de leerling uitstekend beoordeeld, maar valt het werk grotendeels nog in niveau 1 dan is het onder de maat.

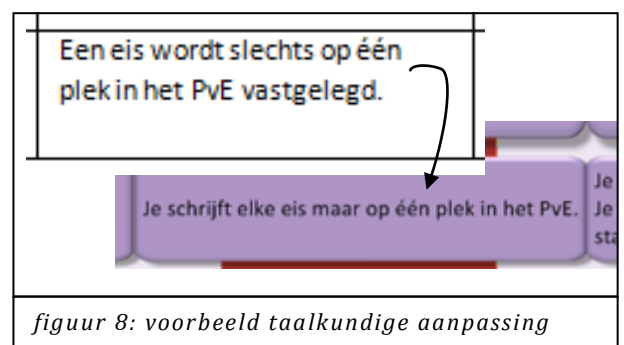
Opdrachtgever

Af en toe wordt er in de rubric over de opdrachtgever gesproken. Tijdens Technasium projecten is er tijdens een project meestal maar een enkele keer tijd om met de opdrachtgever te overleggen, daarom kan de docent de taak als opdrachtgever op zich nemen als het niet mogelijk is om met de echte opdrachtgever te communiceren.

Taalkundig

Na overleg met een Neerlandicus die vaker met rubrics heeft gewerkt, zijn er nog enkele taalkundige aanpassingen gedaan. Zo zijn onder andere passieve zinnen aangepast in actieve zinnen en er zijn een aantal lastige woorden vergemakkelijkt, zowel op de voor- als achterzijde. Zie voor een voorbeeld figuur 8.

Tot slot is de volgende van de categorieën enigszins aangepast, zodat per niveau de onderbouwing van boven naar onderen beter op elkaar aansluit.



Prioriteit

De ontwerpster gaf aan dat er in een goed pve inderdaad onderscheid gemaakt wordt in prioriteit. Meestal komt het uit het gesprek tussen de opdrachtgever en de opdrachtnemer naar voren welke eisen belangrijker zijn dan andere. Vaak zijn eisen met betrekking tot de kosten het belangrijkste. Bonussen worden volgens haar niet speciaal benoemd in het pve; zulke extraatjes vallen onder de wensen. Omdat de bonussen in slechts één bron zijn genoemd, zijn deze van de vaardigheidskaart gehaald.

De Technasium docenten hebben aangegeven dat leerlingen pas vanaf de tweede klas onderscheid hoeven te maken tussen eisen en wensen. Het onderscheiden van eisen en wensen is daarom verplaatst naar niveau 2.

Volledigheid

De Technasium docenten vonden de invulling van de niveaus bij volledigheid erg overdreven (zie figuur 9). Bij de nieuwe invulling moeten docenten bij elk project een aantal categorieën opstellen waarbinnen leerlingen eisen op kunnen stellen. Door leerlingen op deze manier met verschillende categorieën kennis te laten maken, moeten ze in hogere klassen steeds beter in staat zijn zelf de belangrijke categorieën voor de desbetreffende ontwerpopdracht op te stellen (zie figuur 10). Door deze oplossing verdwijnen er een aantal lastige termen uit de rubric en dus ook uit de toelichting.

Het PvE geeft aan welke product-, ondersteunings-, bedrijfseconomische- en maatschappelijke functies vervuld moeten worden. Het PvE omvat eisen en wensen van alle levensfasen van het product (ontwerp, productie, distributie, gebruik en verduurzaming). Indien nodig worden er gebruikscontext specifieke eisen opgesteld. De eisen zijn kwalitatief en de wensen zijn kwalitatief of kwantitatief.
<i>figuur 9: volledigheid eerste versie rubric</i>

Toetsbaar

Volgens de ontwerpster is het belangrijk dat eisen toetsbaar, dus kwalitatief en objectief, zijn. Omdat blijkt dat leerlingen het erg lastig vinden om kwalitatieve eisen op te stellen, is in overleg met Technasium docenten besloten dat op niveau 4 alle eisen kwalitatief hoeven te zijn.

Ook het verschil tussen objectieve en subjectieve eisen is erg lastig voor leerlingen. Daarom is in overleg met Technasium docenten bepaald dat leerlingen vanaf niveau 2 het verschil tussen objectieve en subjectieve eisen en wensen aan kunnen geven en dat ze pas vanaf niveau 4 de subjectieve eisen hoeven te verduidelijken met objectieve criteria.

Volgens de ontwerpster moeten wensen als ze niet kwalitatief zijn, kwantitatief zijn. Dat wil zeggen dat het mogelijk is de oplossingen op een zinvolle wijze te ordenen naar de mate waarin aan de wens wordt voldaan (bijvoorbeeld, de ladder moet zo hoog mogelijk zijn, of groen heeft de voorkeur boven geel en geel boven oranje). Daarom is aan niveau 4 toegevoegd dat wensen kwalitatief of kwantitatief moeten zijn.

Om de rubric overzichtelijk te houden zijn de overige opmerkingen uit de categorie toetsbaarheid in overleg met de deskundigen verwijderd. De verwijderde punten zijn niet heel belangrijk en het kost leerlingen veel tijd om ze goed toe te passen.

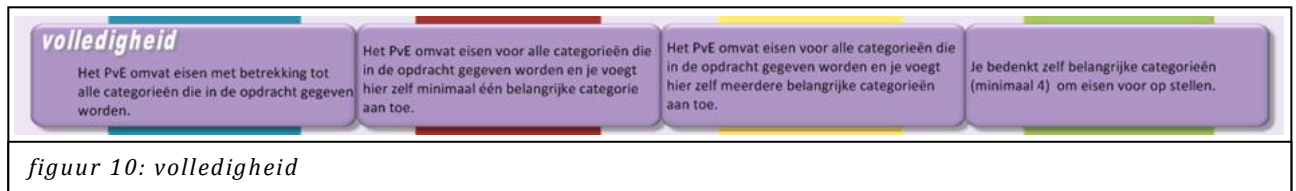
Niet oplossingsgericht

Volgens de ontwerpster is het erg belangrijk dat er geen oplossingen worden genoemd in het pve. Ze geeft daarbij aan dat (beginnende) ontwerpers het vaak lastig vinden om geen oplossingen te beschrijven. Volgens haar moet er geprobeerd worden het probleem te beschrijven en niet de oplossing. Ook als de opdrachtgever al een oplossing geeft, moet de ontwerper proberen te achterhalen waarom de opdrachtgever voor die oplossing kiest en wat dus eigenlijk het achterliggende probleem is. Daarom is op de achterzijde van de vaardigheidskaart toegevoegd dat als de

opdrachtgever al oplossingen geeft, toch het probleem moet worden achterhaald.

omdat dit woord volgens de ontwerper vaak als synoniem voor eisen wordt gebruikt en daardoor voor verwarring kan zorgen.

Het woord specificaties is verwijderd uit deze categorie,



	niveau 1	niveau 2	niveau 3	niveau 4
prioriteit Je schrijft je eisen in willekeurige volgorde op.		Je maakt onderscheid tussen eisen en wensen.	Je maakt onderscheid tussen eisen en wensen.	Je maakt onderscheid tussen eisen en wensen.
volledigheid Het PvE omvat eisen met betrekking tot alle categorieën die in de opdracht gegeven worden.		Het PvE omvat eisen voor alle categorieën die in de opdracht gegeven worden en je voegt hier zelf minimaal één belangrijke categorie aan toe.	Het PvE omvat eisen voor alle categorieën die in de opdracht gegeven worden en je voegt hier zelf meerdere belangrijke categorieën aan toe.	Je bedenkt zelf belangrijke categorieën (minimaal 4) om eisen voor op stellen.
toetsbaar Minimaal 5 van je eisen zijn kwalitatief.		Minimaal 50 procent van je eisen zijn kwalitatief. Je geeft aan of je eisen objectief of subjectief zijn.	Minimaal 75 procent van je eisen zijn kwalitatief. Je geeft aan of je eisen objectief of subjectief zijn.	Al je objectieve eisen zijn kwalitatief. Al je objectieve wensen zijn kwalitatief of kwantitatief. Je verduidelijkt je subjectieve eisen en wensen door objectieve criteria te beschrijven.
niet oplossingsgericht Je geeft aan of je eisen wel of niet oplossingsgericht zijn.		Je eisen zijn niet oplossingsgericht, tenzij ze door de opdrachtgever zijn opgedragen.	Je eisen zijn niet oplossingsgericht, tenzij ze door de opdrachtgever zijn opgedragen. Je probeert te achterhalen voor welk probleem de oplossingsgerichte eisen een oplossing bieden.	Je eisen zijn niet oplossingsgericht, tenzij ze door de opdrachtgever zijn opgedragen. Je achterhaalt voor welk probleem de opgedragen oplossingsgerichte eisen een oplossing bieden. Indien nodig verander je (in overleg) oplossingsgerichte eisen in eisen die niet op één oplossing gericht zijn.
overbodigheid Je schrijft elke eis maar op één plek in het PvE.		Je schrijft elke eis maar op één plek in het PvE.	Je schrijft elke eis maar op één plek in het PvE. Je geeft aan als er afhankelijke eisen in je PvE staan.	Je schrijft elke eis maar op één plek in het PvE. Alle eisen zijn onafhankelijk van elkaar.
haalbaar en onderbouwd Je PvE is in overleg met de opdrachtgever geschreven. Je onderbouwt je PvE mondeling.		Je PvE is in overleg met de opdrachtgever geschreven. Je brengt alleen wijzigingen aan in overleg met de opdrachtgever. Je onderbouwt je PvE schriftelijk en verwijst daarbij af en toe naar het vooronderzoek of andere gevonden informatie. Als je erachter komt dat er eisen niet haalbaar zijn, zeg je dat tegen de opdrachtgever.	Je PvE is in overleg met de opdrachtgever geschreven. Je brengt alleen wijzigingen aan in overleg met de opdrachtgever. Je onderbouwt je PvE schriftelijk en verwijst daarbij regelmatig naar het vooronderzoek of andere gevonden informatie. Als je erachter komt dat er eisen niet haalbaar zijn, ga je overleggen met de opdrachtgever hoe je dat moet oplossen.	Je PvE is in overleg met de opdrachtgever geschreven. Je brengt alleen wijzigingen aan in overleg met de opdrachtgever. Je onderbouwt je PvE schriftelijk en verwijst bij alle eisen en wensen naar je vooronderzoek of andere gevonden informatie. Als je erachter komt dat er eisen niet haalbaar zijn, ga je met een nieuw onderbouwd voorstel voor het PvE naar de opdrachtgever.

figuur 11: vaardigheidskaart programma van eisen, voorkant

Een programma van eisen opstellen

In het programma van eisen (PvE) beschrijf je eisen en wensen die jij en de opdrachtgever stellen aan het product dat jullie gaan ontwerpen. Het PvE is eigenlijk een contract tussen jou en de opdrachtgever. Jullie moeten allebei het PvE goed begrijpen en accepteren. Wil je tijdens de ontwerpfase nog wijzigingen aanbrengen in het PvE, dan moet je dat goed overleggen met de opdrachtgever, want jullie moeten het allebei met de wijzigingen eens zijn.

Tijdens het hele ontwerpproces is het PvE erg belangrijk. Om het PvE op te stellen heb je veel informatie nodig. Door het probleem dat in de opdracht gegeven wordt grondig te onderzoeken, kun je die informatie verzamelen.

Wanneer je keuzes moet maken tussen verschillende concepten, kan het PvE je daarbij goed helpen. Je kunt met behulp van het PvE bepalen welke concepten het beste aan de eisen en wensen voldoen. Het PvE kan ook aangeven op welke delen jouw concept(en) nog verbeterd moet(en) worden.

Ten slotte kan je met behulp van het PvE aangeven of het eindproduct voldoet aan de eisen die je samen met de opdrachtgever hebt opgesteld. Het PvE is dus ook erg belangrijk bij de productevaluatie.

prioriteit

In het PvE beschrijf je **eisen**; dit zijn de criteria waaraan het product dat je gaat ontwerpen minimaal moet voldoen. Naast eisen kun je ook **wensen** beschrijven in het PvE; je wilt graag dat je ontwerp zo goed mogelijk aan alle wensen voldoet, maar het is niet **noodzakelijk** dat je ontwerp er aan voldoet. Soms kan een ontwerp zelfs niet aan bepaalde wensen voldoen, omdat de wensen negatieve gevolgen hebben voor de eisen. De eisen zijn dus belangrijker dan de wensen.

volledigheid

Je PvE is volledig als je met alle belangrijke aspecten van het ontwerpprobleem rekening houdt. Het is erg belangrijk dat jouw PvE volledig is, anders los je misschien niet het juiste probleem op. Als je met een belangrijk aspect geen rekening houdt, dan is de oplossing misschien niet te gebruiken. Ga je bijvoorbeeld een frisdrank verpakking ontwerpen, dan houd je er rekening mee dat er frisdrank in de verpakking kan en dat je de frisdrank gemakkelijk uit de verpakking schenkt. Houd je er geen rekening mee dat het product ook in de koelkast moet passen, dan is het waarschijnlijk niet goed te gebruiken. Helaas is het moeilijk om de volledigheid van je PvE te testen en de inhoud van een PvE is bij elke opdracht anders. Daarom worden in de onderbouw bij elke opdracht **categorieën** aangegeven waarvoor je eisen op moet stellen, zodat je niet zo snel belangrijke aspecten over het hoofd ziet. In de bovenbouw moet je in staat zijn zelf nuttige categorieën te bedenken.

toetsbaar

Om te zorgen dat je het PvE tijdens het hele ontwerpproject kunt gebruiken, moeten de eisen toetsbaar zijn. Als je eisen niet toetsbaar zijn, kan je aan het einde van het project niet controleren (toetsen) of jouw product goed is. Toetsbare eisen zijn **kwalitatief** en **objectief**.

Kwalitatief betekent dat de eis slechts twee mogelijkheden geeft voor het ontwerp: het ontwerp voldoet wel aan de eis, of het ontwerp voldoet niet aan de eis. Stel je bijvoorbeeld als eis: 'het ontwerp moet hoog zijn', dan weet je nooit of je ontwerp hoog genoeg is, omdat de grens niet duidelijk is aangegeven: de eis is niet kwalitatief. Stel je als eis: 'het ontwerp moet minimaal 2 meter hoog zijn', dan kun je exact zeggen of jouw ontwerp wel of niet aan de eis voldoet: de eis is kwalitatief.

Objectief betekent dat er geen meningsverschillen over de eisen kunnen ontstaan. De eis dat jouw ontwerp minimaal 2 meter hoog moet zijn is objectief, want 2 meter is voor iedereen hetzelfde. De eis dat jouw ontwerp mooi moet zijn, noemen we een **subjectieve** eis, omdat meningen van mensen verschillen over wat mooi is. Om subjectieve eisen te verduidelijken kan je objectieve criteria toevoegen, bijvoorbeeld welke stijl of vormen en kleuren je als mooi beschouwt. Heb je als subjectieve eis voor het ontwerp van babyspeeldgoed dat het veilig moet zijn, dan kan je bijvoorbeeld als objectieve criteria toevoegen dat er geen onderdelen kleiner dan 5 cm aan mogen zitten.

Wensen moeten **kwalitatief** of **kwantitatief** zijn. Je moet proberen zo goed mogelijk aan je wensen te voldoen, maar je hoeft ze niet allemaal per se te halen. Daarom mogen wensen ook **kwantitatief** zijn, dat betekent dat je de oplossingen kunt ordenen van beste naar slechtste oplossingen. Als de wens bijvoorbeeld is 'het ontwerp moet zo hoog mogelijk zijn', kun je de wensen ordenen van het hoogst tot steeds minder hoog.

haalbaar en onderbouwd

Het is belangrijk dat je het PvE in overleg met je opdrachtgever hebt geschreven, zodat jullie weten wat er met de eisen wordt bedoeld en het PvE allebei accepteren. Wijzigingen zijn altijd mogelijk, maar wel in overleg met de opdrachtgever. Je moet altijd goed onderbouwen waarom je voor bepaalde eisen en wensen hebt gekozen. Deze argumenten schrijf je niet in het PvE, maar staan ergens anders gedocumenteerd.

Vaak stelt de opdrachtgever een aantal (strengere) eisen aan het product dat je moet ontwerpen. Soms kom je er tijdens het ontwerpen achter dat een eis te streng is en dat je dus niet aan die eis kunt voldoen (de eis is niet **haalbaar**). Het is altijd belangrijk dat je dit vertelt aan de opdrachtgever, zodat jullie samen de eisen kunnen aanpassen en er geen oneenigheid ontstaat over de nieuwe eisen. Op die manier zorg je ervoor dat jullie aan het einde van het project allebei tevreden zijn met het eindresultaat.

niet oplossingsgericht

Het is belangrijk dat er geen **oplossingen** in het PvE staan, maar functies (taken) van het te ontwerpen product. Ga je bijvoorbeeld een stoel voor ouderen ontwerpen, dan kan 'ouderen moeten gemakkelijk uit de stoel kunnen opstaan' een functie van het product zijn. Oplossingen kunnen zijn: een verhoogd zitvlak, een beweegbare stoel die de uitstapbeweging ondersteunt of een handgreep om jezelf uit de stoel te trekken. Zet je in het PvE niet de functie, maar een oplossing: bijvoorbeeld dat de stoel een verhoogd zitvlak moet hebben, dan wordt het lastig echt creatieve oplossingen te vinden of ze worden ten onrechte op basis van het PvE afgekeurd. Schrijft de opdrachtgever oplossingen voor, dan is het belangrijk dat je achterhaalt wat het probleem is waarvoor een oplossing wordt gegeven, zodat je met meerdere oplossingen kunt komen.

overbodigheid

Ten slotte mag je een eis slechts op één plek in het PvE schrijven. Wil je wijzigingen in het PvE aanbrengen en heb je eisen vaker opgeschreven, dan is de kans groot dat je niet alle eisen aanpast en weet je na verloop van tijd niet meer welke eisen de juiste zijn.

Het is ook belangrijk dat eisen **onafhankelijk** zijn. Als er een eis wordt veranderd, mag dat geen invloed hebben op andere eisen. Een voorbeeld van afhankelijke eisen is de volgende. Stel dat een fiets een bepaalde maximale massa, maximale rolweerstand, goede houding van de fietser en een minimaal rendement tijdens het fietsen moet hebben. De massa, de rolweerstand en de houding van de fietser hebben allemaal invloed op het rendement van de fietser en zijn daarom afhankelijk, de massa heeft ook invloed op de rolweerstand van de fiets en is dubbel afhankelijk.

8. Docenthandleiding

Om docenten te ondersteunen bij het gebruik van de vaardigheidskaart is een docenthandleiding ontwikkeld, deze is te vinden in bijlage 4. De docenthandleiding bestaat uit twee delen. Het eerste deel geeft aan hoe docenten met behulp van de kaart een vaardigheid kunnen beoordelen en er een cijfer aan kunnen geven. Het tweede deel geeft aanvullende informatie bij de vaardigheidskaart. De docenthandleiding is zo samengesteld, dat deze gemakkelijk uit te breiden is mochten er vaardigheidskaarten voor andere vaardigheden worden ontwikkeld.

Beoordelen

Leerlingen zijn gewend om beoordeeld te worden met cijfers en de meeste scholen werken met rapporten met cijfers. Daarom wensen docenten een cijfer te hangen aan het leerlingwerk. In de docenthandleiding staat uitgelegd hoe leerlingen beoordeeld en gecijferd kunnen worden voor het pve met behulp van de vaardigheidskaart.

Becijferen met een rubric kan door cijfers te hangen aan bepaalde niveaus. Volgens het SLO (2006) moeten de categorieën ruim vallen: een 3 voor het laagste niveau, gevolgd door een 5, 7 en 9 voor de opeenvolgende hogere niveaus. Echter het nadeel daarvan is dat docenten geneigd zijn om nuance te zoeken in de tussenliggende cijfers waardoor de duidelijkheid van de beoordeling vervaagd (SLO, 2006). Daarnaast is het inconsequent met de cijferschaal die loopt van 1 tot 10, welke gebruikelijk is in Nederland. Omdat het cijfer 8 in Nederland overeenkomt met de beoordeling 'goed', is er voor het Technasium gekozen een 8 toe te kennen als een leerling op het gewenste niveau van de vaardigheidskaart zit. Hier kunnen punten aan worden toegevoegd of afgetrokken als de leerlingen voor een bepaalde categorie van de vaardigheidskaart beter of slechter scoort dan het gewenste niveau. Op deze manier is het dus mogelijk een 10 te scoren als een leerling boven het gewenste niveau werkt en een onvoldoende te scoren als de leerling onder het gewenste niveau werkt. Hoe dit exact werkt, staat beschreven op pagina 3 van de docenthandleiding in bijlage 4.

Aanvullende informatie

De aanvullende informatie in de docenthandleiding gaat over de categorieën die de docent elk ontwerpproject aan de leerlingen moet geven (zie paragraaf volledigheid op pagina 26). En wat er exact wordt bedoeld met de term opdrachtgever op de vaardigheidskaart (zie paragraaf opdrachtgever op pagina 25).

9. Test – Onderzoeksvragen en hypotheses

Het doel van deze opdracht is een vaardigheid uitwerken in verschillende niveaus en daarbij ondersteunend materiaal ontwikkelen voor de vaardigheid. Het materiaal moet helpen bij de beoordeling van de vaardigheid, zorgen voor een duidelijk beeld van wat een leerling moet kunnen op het Technasium met betrekking tot de specifieke vaardigheid en helpen bij het leerproces (zie pagina 9).

De vaardigheidskaart en bijbehorende docenthandleiding zijn vanuit bovenstaand doel ontworpen en worden daarom op de volgende aspecten getest: de beoordeling, de beeldvorming en de kennis- en vaardigheidsoverdracht. Daarnaast is er nog onderzoek gedaan naar de algemene ervaringen van leerlingen en docenten met de vaardigheidskaart.

In dit hoofdstuk worden voor elk testaspect de onderzoeksvragen en bijbehorende hypotheses beschreven. In hoofdstuk 10 zijn de bijbehorende onderzoeksmethodes te vinden en in hoofdstuk 11 de verkregen data. De conclusie, discussie en aanbevelingen zijn te lezen in hoofdstuk 12.

Beoordeling – Onderzoeksvragen en hypotheses

Een belangrijk doel van de vaardigheidskaart is het beoordelen van het pve. Om de huidige knelpunten aan te pakken is er een consistent beoordelingsmiddel nodig met duidelijke eenheden waarin gemeten kan worden (zie hoofdstuk 1, pagina 7). De rubric zorgt voor deze eenheden. Er moet worden onderzocht of de beoordeling echt consistent wordt en of de toegekende cijfers passen bij het werk dat de leerlingen geleverd hebben.

De eerste onderzoeksvraag luidt daarom: *‘Zorgt de vaardigheidskaart voor een juiste en consistente beoordeling’*. Deze hoofdvraag is opgedeeld in 5 deelvragen.

Beoordeling - Deelvraag 1.1 en 1.2

Om bovenstaande onderzoeksvraag te beantwoorden moet er eerst worden onderzocht of de docenten de vaardigheidskaart op de juiste manier gebruiken bij de beoordeling. De docenten kunnen op twee manieren fouten maken bij de beoordeling. De docenten moeten per categorie op de vaardigheidskaart een niveau toekennen aan het leerlingen werk. Hier kunnen ze de verkeerde niveaus kiezen. Daarna moeten de docenten aan de gekozen niveaus een cijfer toekennen, ook dit zou verkeerd kunnen gaan. Dit leidt tot de deelvragen: *‘1.1 Kennen docenten tijdens de beoordeling van het pve bij elke categorie op de vaardigheidskaart het juiste niveau toe?’* en: *‘1.2 Kennen docenten het juiste cijfer toe aan de beoordeling, nadat ze de niveaus per categorie hebben bepaald?’*

Beoordeling - Hypothese 1.1 en 1.2

Het toekennen van het juiste niveau per categorie op de vaardigheidskaart vergt voldoende kennis over het pve van de docent. Daarom is de verwachting dat docenten die veel kennis hebben van het pve hierin weinig fouten zullen maken. Docenten die onervaren zijn in het opstellen van een pve, zullen mogelijk fouten maken bij het toekennen van de niveaus. Als de docenten eenmaal de niveaus hebben bepaald, zullen ze als ze de handleiding goed lezen het juiste bijbehorende cijfer geven voor het pve. In de handleiding staat namelijk exact uitgelegd hoe het cijfer tot stand komt.

Beoordeling - Deelvraag 1.3 en 1.4

Vervolgens moet er worden onderzocht of de nieuwe beoordeling overeenkomt met het cijfer dat leerlingen kregen volgens oude manier van beoordelen. Dit wordt op twee manieren onderzocht. Deelvraag 1.3 gaat over de rangorde bij de cijfers: *‘1.3 Is de rangorde in de beoordeling van de pve’s als er zonder vaardigheidskaart wordt beoordeeld hetzelfde als wanneer er met vaardigheidskaart wordt beoordeeld?’* en deelvraag 4 richt zich op de

verschillen tussen de cijfers: *‘1.4 Wat is het verschil tussen het cijfer dat leerlingen voor het pve krijgen volgens de oude manier van beoordelen en het cijfer verkregen met behulp van de vaardigheidskaart?’*

Beoordeling – Hypothese 1.3 en 1.4

De vaardigheidskaart is samen met docenten opgesteld; de docenten hebben mede bepaald welke categorieën er op de kaart staan en hoe deze categorieën per niveau ingevuld zijn (zie hoofdstuk 3, tabel 1 en hoofdstuk 6). Daarom is de verwachting dat de rangorde in de beoordeling van de pve’s als er zonder vaardigheidskaart wordt beoordeeld gelijk zal zijn als wanneer er met vaardigheidskaart wordt beoordeeld. Het is natuurlijk mogelijk dat docenten zonder de vaardigheidskaart toch op een andere manier beoordeelden, waardoor er verschil in de rangorde ontstaat.

Volgens de docenten moet een pve gemaakt door leerlingen uit de eerste klas op ongeveer niveau 1 van de vaardigheidskaart zitten, een pve gemaakt door leerlingen uit de tweede klas op ongeveer niveau 2, etc. (zie hoofdstuk 7 en 8). Een pve dat op het juiste niveau zit ontvangt het cijfer 8, een beter pve zal een hoger cijfer krijgen en een slechter pve een lager cijfer. Dit komt overeen met de huidige manier van beoordelen en daarom zal het cijfer dat bepaald wordt met de oude manier van beoordelen weinig verschillen ten opzichte van het cijfer dat via de vaardigheidskaart verkregen wordt, tenzij docenten voorheen toch volgens andere criteria beoordeelden.

Beoordeling – Deelvraag 1.5

Tot slot wordt er gekeken naar de consistentie in de beoordeling tussen verschillende docenten: *‘1.5 Zijn de verschillen tussen de docenten bij de beoordeling met behulp van de vaardigheidskaart kleiner dan bij de oude manier van beoordelen?’*

Beoordeling – Hypothese 1.5

De verschillen tussen docenten in de beoordeling met behulp van de vaardigheidskaart zullen kleiner zijn dan in de huidige beoordeling, omdat er sprake is van een

objectievere manier van beoordelen (zie hoofdstuk 4 en 5) door vastgestelde beoordelingscriteria en cijferrichtlijnen.

Beeldvorming– Onderzoeksvragen en hypotheses

Een ander doel van de vaardigheidskaart is het verbeteren van de beeldvorming. Leerlingen willen meer duidelijkheid over wat ze exact moeten kunnen op het Technasium. De vaardigheidskaart moet duidelijkheid geven over het niveau dat leerlingen in elke klas moeten hebben wat betreft het opstellen van een pve (zie hoofdstuk 1, paragraaf duidelijkheid op pagina 7). De onderzoeksvraag: *‘Hebben leerlingen die de vaardigheidskaart gebruiken een beter beeld van wat er van hun pve verwacht wordt?’* is onderverdeeld in drie deelvragen.

Beeldvorming – Deelvraag 2.1 en 2.2

De eerste en tweede deelvraag hebben betrekking op de duidelijkheid over wat leerlingen moeten kunnen op het Technasium. De eerste vraag onderzoekt of het voor de leerlingen duidelijker wordt wat ze moeten kunnen wat betreft het pve: *‘2.1 Denken leerlingen, na het gebruik van de vaardigheidskaart, beter te weten wat er in een pve beschreven staat?’* De tweede vraag onderzoekt of de leerlingen denken met deze informatie ook daadwerkelijk een beter pve op te kunnen stellen: *‘2.2 Denken leerlingen, na het gebruik van de vaardigheidskaart, dat ze een beter pve kunnen schrijven?’*

Beeldvorming – Hypothese 2.1

Leerlingen die niet weten wat er in een pve moet staan, zullen met behulp van de kaart een beter beeld krijgen (zie hoofdstuk 5, paragraaf voordeel instructie op pagina 17/18). Maar leerlingen, die voordat ze de vaardigheidskaart gezien hebben, denken dat ze al weten wat er in een pve moet staan, worden misschien verrast door de hoeveelheid informatie op de vaardigheidskaart waaraan een pve moet voldoen en denken daarom na het zien van de kaart minder goed te weten wat er in het pve moet staan. Leerlingen die vinden dat de vaardigheidskaart geen nieuwe informatie verschaft zullen met de kaart niet beter weten wat er in een pve hoort te staan.

Beeldvorming – Hypothese 2.2

Het is goed mogelijk dat de leerlingen denken dat ze een beter pve opstellen met de kaart, omdat ze meer informatie tot hun beschikking hebben en weten op welke onderdelen ze zullen worden beoordeeld (zie hoofdstuk 5, paragraaf voordeel instructie op pagina 17/18). Het is echter ook mogelijk dat leerlingen verrast zijn door de moeilijkheid en daardoor denken dat ze juist niet in staat zijn een goed pve op te stellen. Leerlingen die vinden dat de vaardigheidskaart geen nieuwe informatie verschaft zullen ook niet denken dat ze een beter pve opstellen met de kaart.

Beeldvorming – Deelvraag 2.3

Naast duidelijkheid over de verwachtingen, willen leerlingen weten wat het verschil in niveau is tussen de verschillende jaarlagen op het Technasium (zie hoofdstuk 1, paragraaf duidelijkheid op pagina 7). Daarom luidt de derde deelvraag: *‘2.3 Denken leerlingen, na het gebruik van de vaardigheidskaart, beter te weten wat de verschillen zijn tussen een pve uit de 1^e, 2^e, 3^e en 4^e klas?’*

Beeldvorming – Hypothese 2.3

De vaardigheidskaart geeft heel duidelijk de verschillen in kwaliteit aan tussen pve's op niveau 1, 2, 3 en 4. Omdat het is aangegeven aan de leerlingen dat ze aan het einde van 1^e klas normaal gesproken op niveau 1 moeten zitten, aan het einde van de 2^e klas op niveau 2, etc, kennen de leerlingen het verwachte niveau. Er kan van dit niveau worden afgeweken als leerlingen in een periode meer of minder ontwerpprojecten doen dan gebruikelijk. Zonder vaardigheidskaart is het niveauverschil tussen jaarlagen nergens aangegeven. De leerlingen zullen daarom, na gebruik van de vaardigheidskaart, beter weten wat de verschillen zijn tussen de pve's uit de verschillende jaarlagen.

Kennis- en vaardigheidsoverdracht – Onderzoeksvragen en hypotheses

Docenten stellen het op prijs als de vaardigheidskaart leerlingen bij het leerproces ondersteunt en hen helpt bij de training van vaardigheden (zie hoofdstuk 1). De vaardigheidskaart dient dus als leermiddel te werken. Er is

onderzocht of leerlingen die de vaardigheidskaart gebruiken ook daadwerkelijk leren een goed pve op te stellen. De derde onderzoeksvraag luidt daarom: *‘Leren leerlingen een goed pve op te stellen met behulp van de vaardigheidskaart?’* Bovenstaande onderzoeksvraag wordt opgedeeld in drie deelvragen.

Kennis- en vaardigheidsoverdracht – Deelvraag 3.1

Om een goed pve op te kunnen stellen moeten leerlingen eerst weten wat de criteria zijn voor goede eisen en een goed pve. Goede eisen zijn toetsbaar (kwalitatief en objectief) en niet oplossingsgericht (zie de vaardigheidskaart in figuur 11). De eerste deelvraag luidt daarom: *‘3.1 Kunnen leerlingen aangeven wat een kwalitatieve, een objectieve en een oplossingsgerichte eis is met behulp van de vaardigheidskaart?’*

Kennis- en vaardigheidsoverdracht – Hypothese 3.1

Op de vaardigheidskaart staat uitgelegd hoe je goede eisen opstelt en wat er allemaal in een pve hoort te staan. Er staat precies beschreven wat een kwalitatieve, een objectieve en een oplossingsgerichte eis is. Leerlingen die de vaardigheidskaart serieus gebruiken zullen weten hoe deze eisen eruit zien.

Kennis- en vaardigheidsoverdracht – Deelvraag 3.2

Vervolgens is het belangrijk dat leerlingen die weten hoe een goede eis eruit ziet, ook daadwerkelijk een goede eis opstellen. Zo ontstaat deelvraag 2: *‘3.2 Stellen de leerlingen die weten wat een kwalitatieve, een objectieve en een oplossingsgerichte eis is, eisen op die kwalitatief, objectief en niet oplossingsgericht zijn?’*

Kennis- en vaardigheidsoverdracht – Hypothese 3.2

Het daadwerkelijk juist formuleren van een goede eis is lastiger dan alleen het herkennen van een goede eis. Het formuleren van een kwalitatieve, objectieve en niet oplossingsgerichte eis zal met behulp van de

vaardigheidskaart waarschijnlijk nog steeds niet foutloos gaan, maar beter dan zonder de vaardigheidskaart.

Kennis- en vaardigheidsoverdracht – Deelvraag 3.3

Hoe een goed pve wordt opgesteld staat beschreven op de vaardigheidskaart (zie figuur 11) en als het pve aan deze beschrijving voldoet, zal het goed beoordeeld worden. De vraag is of leerlingen die de vaardigheidskaart gebruiken ook werkelijk een hoger cijfer scoren dan leerlingen die de kaart niet gebruiken. Deelvraag 3 is daarom volgt: *‘3.3 Scoren leerlingen die de vaardigheidskaart gebruiken een hoger cijfer voor het pve dan leerlingen die de kaart niet gebruiken?’*

Kennis- en vaardigheidsoverdracht – Hypothese 3.3

De vaardigheidskaart is een ondersteunend middel bij het opstellen van het pve. Als het basis niveau van leerlingen gelijk is, scoren leerlingen die de vaardigheidskaart gebruiken waarschijnlijk een hoger cijfer voor het pve dan leerlingen die deze kaart niet gebruiken, omdat ze een hulpmiddel hebben. Het is natuurlijk mogelijk dat leerlingen die de kaart niet gebruiken al meer kennis van het pve hebben of hulp aan de docent vragen waardoor zij een beter pve opstellen.

Algemene ervaring - Onderzoeksvragen en hypotheses

Naast de tests met betrekking tot de beoordeling, de beeldvorming en de kennis- en vaardigheidsoverdracht is er onderzoek gedaan naar de algemene ervaringen van leerlingen en docenten met de vaardigheidskaart. De laatste onderzoeksvraag luidt: *‘Wat zijn de algemene ervaringen van leerlingen en docenten met de vaardigheidskaart?’*

Algemene ervaring – Deelvraag 4.1 tot en met 4.5

Voor leerlingen is deze vraag opgedeeld in vijf deelvragen, namelijk: *‘4.1 Vinden leerlingen het prettig om bij het opstellen van het pve de vaardigheidskaart te gebruiken?’*, *‘4.2 Vinden leerlingen het prettig als de docent bij de*

beoordeling van het pve de vaardigheidskaart gebruikt om aan te geven op welke punten de leerling goed en minder goed scoort?’, *‘4.3 Vinden leerlingen het gebruik van de vaardigheidskaart nuttig?’*, *‘4.4 Is de vaardigheidskaart voor leerlingen goed te begrijpen?’* en *‘4.5 Vinden leerlingen de vaardigheidskaart overzichtelijk?’*

Algemene ervaring – Hypothese 4.1, 4.2 en 4.3

Leerlingen die willen weten waar ze aan toe zijn zullen het prettig vinden om de vaardigheidskaart te gebruiken bij het opstellen van het pve en bij de beoordeling ervan, omdat de kaart exact aangeeft waar het pve aan moet voldoen. De vaardigheidskaart geeft hen houvast. Ze zullen het gebruik dus ook als nuttig ervaren, omdat het hen helpt bij de beeldvorming.

Leerlingen die absoluut niet van lezen houden zullen het waarschijnlijk minder prettig vinden om met de vaardigheidskaart te werken, omdat er redelijk veel tekst op staat.

Algemene ervaring – Hypothese 4.4

De vaardigheidskaart is zo opgesteld dat leerlingen deze zonder hulp moeten kunnen begrijpen. Er staan echter wel nieuwe termen en uitleg op voor leerlingen, dus het kan voorkomen dat ze het niet direct goed begrijpen.

Algemene ervaring – Hypothese 4.5

Er is geprobeerd om de rubric op de vaardigheidskaart klein en overzichtelijk te houden. Per categorie is het direct te zien waar het pve op elk niveau aan moet voldoen. De categorieën worden op de achterzijde duidelijk toegelicht en de lastige woorden uit de rubric zijn er vet en gekleurd afgedrukt, waardoor ze direct opvallen. Leerlingen zullen de rubric hierdoor overzichtelijk vinden. Het is mogelijk dat ze de achterzijde minder overzichtelijk vinden door de grote hoeveelheid tekst.

Algemene ervaring – Deelvraag 4.6

Voor docenten wordt er slechts één vraag onderzocht: *‘4.5 Wat zijn de ervaringen van docenten met de vaardigheidskaart?’*

Algemene ervaring – Hypothese 4.6

De verwachting is dat docenten het gebruik met de vaardigheidskaart als prettig ervaren. Voornamelijk omdat het hen ondersteunt bij de beoordeling van leerlingen en omdat het hun richtlijnen geeft voor de kwaliteit van het leerlingwerk. Daarnaast helpt het docenten ook bij de begeleiding van leerlingen in het aanleren van de vaardigheid.

10. Test – Methode

Beoordeling - Methode

Om de onderzoeksvragen met betrekking tot de beoordeling te beantwoorden zijn er een aantal pve's, gemaakt door leerlingen uit de eerste en de vierde klas, verzameld. Sommige pve's zijn gemaakt met behulp van de vaardigheidskaart en andere zonder.

Negen willekeurige pve's uit bovenstaande verzameling (zes exemplaren gemaakt door leerlingen uit de brugklas havo/vwo en drie gemaakt door leerlingen uit de vierde klas havo) zijn gebruikt voor dit deel van het onderzoek. Deze negen pve's zijn te vinden in bijlage 5.

De pve's zijn aan drie verschillende Technasium docenten voorgelegd. De Technasium docenten kenden de ontwerp opdrachten die bij de pve's horen en wisten uit welk leerjaar de leerlingen kwamen die pve's gemaakt hadden. Aan de docenten is eerst gevraagd welk cijfer ze zouden geven voor de verschillende pve's. Vervolgens kregen ze de vaardigheidskaart en de docenthandleiding te zien. Er is hen gevraagd voor elk pve per categorie op de vaardigheidskaart het juiste niveau aan te geven en vervolgens een cijfer te geven voor het pve met behulp van de docenthandleiding.

De pve's zijn ook op de juiste manier beoordeeld met de vaardigheidskaart en de docenthandleiding. Per pve is per categorie het overeenkomstige niveau bepaald en daarmee is op de manier volgens de docenthandleiding een cijfer toegekend aan elk pve. Deze beoordeling wordt gebruikt om de beoordelingen van docenten mee te vergelijken.

Beeldvorming - Methode

In een tweede klas (vwo) die slechts eenmalig een Technasium project heeft uitgevoerd, beantwoordden 21 leerlingen drie enquête vragen (zie bijlage 6) zonder gebruik te maken van de vaardigheidskaart en zonder uitleg van de docent. Vervolgens gingen de leerlingen een pve opstellen met behulp van de vaardigheidskaart, maar nog steeds

zonder uitleg van de docent. Daarna moesten de leerlingen opnieuw dezelfde enquêtevragen beantwoorden. Door de antwoorden die de leerlingen gaven voordat ze met de vaardigheidskaart hadden gewerkt te vergelijken met de antwoorden die de leerlingen gaven nadat ze met de vaardigheidskaart hadden gewerkt, kan er antwoord gegeven worden op de onderzoeksvragen behorende bij de beeldvorming.

Kennis- en vaardigheidsoverdracht – Methode

Voor de eerste en tweede deelvraag met betrekking tot de kennis- en vaardigheidsoverdracht is, net als bij de methode voor de beeldvorming, een testgroep gebruikt van 21 leerlingen uit de tweede klas (vwo) die eenmalig een Technasium project hebben uitgevoerd.

Eerst is bij de leerlingen een enquête afgenomen (zie bijlage 7 voor de enquêtevragen). De leerlingen hebben van een aantal eisen aangeven of ze kwalitatief zijn, of ze objectief zijn en of ze oplossingsgericht zijn. Daarna hebben ze voor een bepaald scenario een pve opgesteld. Het invullen van de enquête en opstellen van het pve hebben ze eerst gedaan zonder gebruik te maken van de vaardigheidskaart, daarna opnieuw met behulp van de vaardigheidskaart. Ze hebben alles uitgevoerd zonder hulp van een docent.

Kennis- en vaardigheidsoverdracht - Methode 3.1

Door de antwoorden die de leerlingen hebben gegeven op de enquêtevragen voordat ze met de vaardigheidskaart hebben gewerkt, te vergelijken met de antwoorden die ze hebben gegeven nadat ze met de vaardigheidskaart hebben gewerkt, kan deelvraag 3.1 worden beantwoord.

Kennis- en vaardigheidsoverdracht - Methode 3.2

Om deelvraag 3.2 te beantwoorden, zijn pve's gebruikt die gemaakt zijn door leerlingen die via de enquêtevragen hebben laten blijken dat ze (met behulp van de vaardigheidskaart) weten wat een kwalitatieve, een objectieve of een oplossingsgericht eis is. Er is vergeleken of

het pve dat gemaakt is zonder vaardigheidskaart, verbeterd is met behulp van de vaardigheidskaart ten aanzien van de kwalitatieve, objectieve en niet oplossingsgerichte eisen.

Kennis- en vaardigheidsoverdracht - Methode 3.3

In twee Technasium brugklassen (havo/vwo) hebben leerlingen gewerkt aan hetzelfde project. Er is hen verteld dat bij dit project het pve zwaarder meetelt in de beoordeling dan normaal. In de ene klas mochten de leerlingen de vaardigheidskaart als hulpmiddel gebruiken en in de andere klas was dit niet toegestaan. Alle leerlingen konden hulp van de docent inschakelen.

Ook in een vierde klas havo is de vaardigheidskaart gebruikt tijdens een ontwerpproject. Ook hier was de leerlingen verteld dat tijdens het desbetreffende project het pve zwaar mee zou tellen in de beoordeling. Al deze leerlingen hadden de gelegenheid om de vaardigheidskaart te gebruiken en vragen te stellen aan hun docent.

Omdat het mogelijk is dat niet alle leerlingen die toegang hadden tot de vaardigheidskaart deze ook daadwerkelijk hebben gebruikt, is er aan de leerlingen gevraagd of ze de kaart daadwerkelijk gebruikt hebben.

Om deelvraag 3.3 te beantwoorden waren de pve's van beide brugklassen beoordeeld (met de vaardigheidskaart). De cijfers van de klas die zonder de kaart werkte, zijn vergeleken met de cijfers van de klas die met de kaart werkte. Daarnaast zijn de cijfers van de leerlingen die werkelijk met de kaart werkten, vergeleken met de cijfers van de leerlingen die niet met de kaart hebben gewerkt. Dit werd gedaan voor zowel de brugklassers als de vierdeklassers.

Algemene ervaring - Methode

Algemene ervaring - Methode 4.1 tot en met 4.5

Om de deelvragen 4.1 tot en met 4.5 te beantwoorden waren enquêtevragen afgenomen onder brugklassers, tweedeklassers en vierdeklassers die een project lang met de vaardigheidskaart hebben gewerkt. De enquêtevragen zijn weergegeven in bijlage 8.

Algemene ervaring - Methode 4.6

Er zijn gesprekken gevoerd met Technasium docenten die een project hebben begeleid waarbij leerlingen de vaardigheidskaart hebben gebruikt. Er is onder andere gevraagd wat volgens de docenten de voor- en nadelen van de kaart waren, wat ze prettig en minder prettig aan de kaart vonden en hoe ze het gebruik van de kaart in de klas ervoeren.

11. Test - Data

Beoordeling - Data

Beoordeling – Data 1.1 en 1.2

De resultaten van de beoordeling door docenten met behulp van de vaardigheidskaart staan in tabel 3. Deze tabel laat in de derde rij, per pve en per docent, zien hoeveel categorieën van de vaardigheidskaart juist beoordeeld zijn. De tabel geeft in de volgende rij aan hoeveel docenten bij hun beoordeling het juiste cijfers hebben bepaald. Voor pve A geldt bijvoorbeeld dat docent 1 bij vier van vijf categorieën het juiste niveau heeft toegekend, terwijl docent 3 dat slechts bij twee categorieën goed heeft gedaan. Twee van de drie docenten hebben het juiste cijfer toegekend bij de door hun gekozen niveaus voor pve A.

Een specifiek overzicht van de resultaten staat in tabel 15 in bijlage 9. Hier zijn de beoordelingen per categorie te vinden evenals de toegekende cijfers.

Beoordeling – Data 1.3

Tabel 4 toont de rangorde in de beoordeling van de pve's gemaakt door leerlingen uit de eerste klas, tabel 5 toont de

rangorde voor de vierde klas. De pve's zijn telkens geordend in afnemende beoordeling.

In beide tabellen staat in de linker twee kolommen voor elk pve het gemiddelde van de cijfers die de docenten voor het pve hebben gegeven zonder gebruik te maken van de vaardigheidskaart. De cijfers die per docent zijn toegekend aan de pve's, zijn terug te vinden in tabel 16 in bijlage 10.

In beide tabellen staat in de middelste twee kolommen voor elk pve het gemiddelde van de cijfers die de docenten voor het pve hadden moeten geven bij de door hun gekozen niveaus, door gebruik te maken van de vaardigheidskaart. De cijfers die per docent zijn toegekend aan de pve's, zijn terug te vinden in tabel 17 in bijlage 10.

In de rechter drie kolommen van de tabellen staat hoe de juiste beoordeling met kaart had moeten zijn. Pve C had via de juiste beoordeling een 8,5 mogen ontvangen. Om onderscheid te maken tussen dezelfde cijfers in tabel 5 is er aan de pve's ook een puntenaantal toegekend. Door bij elke categorie het bijbehorend niveau als punten toe te kennen scoort pve E bijvoorbeeld 4 punten.

PVE	A			B			C			D			E			F			G			H			I		
Docent	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Aantal categoriën juist beoordeeld (max. 5 categoriën).	4	3	2	4	4	0	2	3	1	3	3	0	2	3	0	4	2	2	4	0	1	5	4	2	2	1	3
Aantal docenten dat het juiste cijfer heeft toegekend bij hun beoordeling van de categoriën. (max. 5 docenten)	2			2			1			1			1			1			1			1			1		

tabel 3: beoordeling met vaardigheidskaart

Beoordeling zonder kaart	Gemiddeld cijfer	Beoordeling met kaart	Gemiddeld cijfer	Juiste beoordeling met kaart	Cijfer	punten
E	7,8	E	9,8	C F B	8,5	5
D	7,5	D	9,7			
A	7,3	C				
F	7,0	A	9,5	A E D	8,0	4
C	6,8	F				
B	5,7	B	9,3			

tabel 4: rangorde in beoordeling van programma's van eisen gemaakt door leerlingen uit de eerste klas.

Beoordeling zonder kaart	Gemiddeld cijfer	Beoordeling met kaart	Gemiddeld cijfer	Juiste beoordeling met kaart	Cijfer	punten
I	8,0	I	5,0	I	3,5	16
G	7,3	G	4,2	G	1,0	11
H	5,7	H	1,8	H	1,0	6,5

tabel 5: rangorde in beoordeling van programma's van eisen gemaakt door leerlingen uit de vierde klas.

	pve	Klas 1						Klas 4			Gemiddelde van de standaarddeviatie
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	
Cijfer zonder vaardigheidskaart	GEM	7,3	5,7	6,8	7,5	7,8	7,0	7,3	5,7	8,0	
	STDEV	0,8	0,6	0,3	0,5	0,8	0,0	0,8	1,2	0,5	0,6
Cijfer met vaardigheidskaart (cijfer door docenten bepaald)	GEM	9,3	9,0	9,3	9,3	9,3	9,0	4,7	3,7	6,8	
	STDEV	0,6	1,0	0,6	0,6	0,6	1,0	3,2	2,3	0,8	1,2
Cijfer met vaardigheidskaart (juiste cijfer bij beoordeling toegekend)	GEM	9,5	9,3	9,7	9,7	9,8	9,5	4,2	1,8	5,5	
	STDEV	0,5	0,6	0,3	0,3	0,3	0,5	2,8	1,4	0,5	0,8

tabel 6: gemiddelde van de standaarddeviaties.

Beoordeling – Data 1.4 en 1.5

In tabel 6 staat voor elk pve het gemiddelde cijfer en daaronder de standaarddeviatie van drie verschillende beoordelingen.

Beeldvorming - Data

Beeldvorming – Data

In bijlage 11 zijn de antwoorden van 21 leerlingen op de enquêtevragen uit bijlage 6 te vinden. Tabel 7 toont de gemiddeldes van deze gegeven antwoorden. In het bovenste deel van de tabel staan de gemiddeldes van de antwoorden die de leerlingen hebben gegeven voordat ze met de vaardigheidskaart hebben gewerkt en in het middelste deel staan de gemiddeldes van de antwoorden nadat ze met de vaardigheidskaart hebben gewerkt. Een 1 geeft het meest positieve antwoord aan en een 4 het meest negatieve. Het antwoord, dat het best bij het gemiddelde past, is te vinden in de rechter kolom van tabel 7.

In het onderste deel van de tabel is het verschil tussen de gemiddeldes aangegeven. Het verschil van 0,5 tussen het gemiddelde antwoord op vraag 1C en vraag 2C betekent dat het gemiddelde antwoord van de leerlingen, na het gebruik van de vaardigheidskaart, neigt naar meer bekendheid met de verschillen tussen een pve van leerlingen uit de 1^e, 2^e, 3^e en 4^e klas, dan voordat ze de kaart gezien hadden.

	Vraag	Gemiddelde	Antwoord corresponderend met gemiddelde
Voor gebruik vaardigheidskaart	1A	1,8	Ik weet ongeveer wat er in een pve staat.
	1B	2,0	Ik kan een redelijk pve schrijven.
	1C	3,3	Ik weet niet echt wat de verschillen zijn tussen een pve van leerlingen uit de 1 ^e , 2 ^e , 3 ^e en 4 ^e klas.
Na gebruik vaardigheidskaart	2A	1,9	Ik weet ongeveer wat er in een pve staat.
	2B	2,0	Ik kan een redelijk pve schrijven.
	2C	2,8	Ik weet niet echt wat de verschillen zijn tussen een pve van leerlingen uit de 1 ^e , 2 ^e , 3 ^e en 4 ^e klas.
Verschil 1A - 2A		0	
Verschil 1B - 2B		0	
Verschil 1C - 2C		0,5	

tabel 7: resultaten leerlingenquête beeldvorming

Kennis- en vaardigheidsoverdracht – Data

Kennis- en vaardigheidsoverdracht – Data 3.1

In de enquête uit bijlage 7 moesten leerlingen in opdracht A aangeven welke eisen kwalitatief zijn, in opdracht B welke

eisen objectief zijn en in opgave C welke eisen oplossingsgericht zijn. De antwoorden van de leerlingen op deze vragen zijn weergegeven in in tabel 19, 20 en 21 in bijlage 12. Tabel 8 toont de gemiddeldes van deze antwoorden. In de tweede kolom van deze tabel staat het gemiddeld aantal correcte antwoorden dat de leerlingen op de drie verschillende vragen hebben gegeven, zonder gebruik van de vaardigheidskaart. In de derde kolom staat het gemiddeld aantal correcte antwoorden dat de leerlingen hebben gegeven, wanneer ze de vaardigheidskaart wel mochten gebruiken. In de laatste kolom staat het verschil ertussen.

Het positieve gemiddelde verschil van 0,2 in tabel 8 betekent dat de leerlingen gemiddeld 0,2 keer vaker een correct antwoord gaven bij het aangeven van kwalitatieve eisen (vraag A) als ze de vaardigheidskaart gebruikten, dan wanneer ze de kaart niet gebruikten.

Vraag	Gemiddeld aantal correcte antwoorden zonder gebruik vaardigheidskaart	Gemiddeld aantal correcte antwoorden met gebruik vaardigheidskaart	Vershil in aantal correcte antwoorden
A	4,7	4,9	0,2
B	1,3	2,5	1,2
C	3,9	3,4	-0,53

tabel 8: leerling enquête kennis

Kennis- en vaardigheidsoverdracht – Data 3.2

Om deelvraag 3.2 te beantwoorden zijn pve's nodig van leerlingen die weten wat een kwalitatieve, een objectie of een oplossingsgerichte eis is.

Voor de kwalitatieve eisen zijn de pve's gebruikt van leerlingen die, met behulp van de vaardigheidskaart, zeven van de acht eisen goed hadden gekozen bij enquête vraag A (geef de kwalitatieve eisen aan) uit bijlage 7. Tevens moesten deze leerlingen, met behulp van de vaardigheidskaart, meer eisen juist hebben beoordeeld dan

zonder de vaardigheidskaart. Deze leerlingen zijn vetgedrukt in tabel 19 in bijlage 12.

Voor de objectieve en niet oplossingsgerichte eisen zijn op dezelfde manier pve's gekozen, maar nu met de informatie uit tabel 20 en 21 uit bijlage 12. De pve's van leerlingen die 4 of meer eisen goed hadden gekozen met behulp van de vaardigheidskaart en die met de vaardigheidskaart meer vragen goed hadden beantwoord dan zonder de kaart (of twee keer alles goed hadden beantwoord) zijn gekozen.

Vervolgens is er informatie uit de pve's van de geselecteerde leerlingen verzameld. Tabel 9 laat zien of de leerlingen wel of niet kwalitatieve eisen opstelden, zowel zonder als met hulp van de vaardigheidskaart. Tabel 10 en 11 laten hetzelfde zien voor objectieve eisen en niet oplossingsgerichte eisen.

Leerling	Zonder vaardigheidskaart	Met vaardigheidskaart
2	Geen kwalitatieve eisen	Geen kwalitatieve eisen
4	1 kwalitatieve eis	1 kwalitatieve eis
6	Wel kwalitatieve eisen	Eisen zijn veranderd in kwantitatieve wensen
10	Geen kwalitatieve eisen	Geen kwalitatieve eisen
13	Geen kwalitatieve eisen	Geen kwalitatieve eisen
14	Geen kwalitatieve eisen	Deels kwalitatieve eisen
21	Geen kwalitatieve eisen	Geen kwalitatieve eisen

tabel 9: kwalitatieve eisen.

Leerling	Zonder vaardigheidskaart	Met vaardigheidskaart
4	Geen objectieve eisen	Objectieve en subjectieve eisen juist aangegeven
8	Geen objectieve eisen	Geen objectieve eisen
11	Geen objectieve eisen	Objectieve en subjectieve eisen juist aangegeven
13	Geen objectieve eisen	Geen objectieve eisen
14	Geen objectieve eisen	Objectieve en subjectieve eisen juist aangegeven
16	Geen objectieve eisen	Geen objectieve eisen

tabel 10: objectieve eisen.

Leerling	Zonder vaardigheidskaart	Met vaardigheidskaart
5	1 oplossingsgerichte eis	Geen oplossingsgerichte eisen
6	1 oplossingsgerichte eis	Geen oplossingsgerichte eisen
7	Geen oplossingsgerichte eisen	Achter eisen verschillende oplossingen genoemd
11	Enkele oplossingsgerichte eisen	Minder oplossingsgerichte eisen
17	Geen oplossingsgerichte eisen	Geen oplossingsgerichte eisen
21	Meerdere oplossingsgerichte eisen	Meerdere oplossingsgerichte eisen
<i>tabel 11: niet oplossingsgerichte eisen.</i>		

Kennis- en vaardigheidsoverdracht – Data 3.3

Tabel 12 toont de beoordeling van de pve's gemaakt door brugklassers en vierdeklassers. In de linker kolommen staan de klassen met groepsnummers. Daarnaast staat of de leerlingen de vaardigheidskaart mochten gebruiken. Helemaal rechts staat of de leerlingen de kaart ook

daadwerkelijk hadden gebruikt en zo ja, welke onderdelen ervan. In de kolom cijfer staat het cijfer volgens de beoordeling met de vaardigheidskaart. In de kolom punten staat het aantal punten; dit aantal is bepaald door bij de beoordeling met de vaardigheidskaart bij elke categorie het bijbehorend niveau als puntenaantal toe te kennen. In de vierde klas is hierbij de categorie haalbaar en onderbouwd niet meegenomen, omdat deze categorie zonder docent niet te beoordelen is.

In tabel 13 zijn de gemiddelde cijfers uitgerekend voor de pve's van brugklassers in drie situaties:

1. gebruik van de kaart was niet toegestaan,
2. de kaart was niet gebruikt,
3. de kaart was serieus gebruikt.

Ook toont de tabel het gemiddelde puntenaantal voor de pve's van vierdeklassers in twee situaties:

1. de kaart was niet gebruikt,
2. de kaart was wel gebruikt.

Groep	Gebruik kaart	Cijfer	Punten	Gebruikt van de kaart
1hv1-1	Niet toegestaan	8,5	5	Niet toegestaan
1hv1-2	Niet toegestaan	7,5	4	Niet toegestaan
1hv1-3	Niet toegestaan	8,5	5	Niet toegestaan
1hv1-4	Niet toegestaan	7,5	4	Niet toegestaan
1hv1-5	Niet toegestaan	7,5	4	Niet toegestaan
1hv1-6	Niet toegestaan	7,5	4	Niet toegestaan
1hv1-7	Niet toegestaan	8,5	5	Niet toegestaan
1hv2-1	Toegestaan	8,5	5	Niveau 1 op de voorkant bekeken en gebruikt
1hv2-2	Toegestaan	8,5	5	Alle niveaus op de voorkant gebruikt, de achterkant slechts voor uitleg als er iets niet begrepen werd
1hv2-3	Toegestaan	8,5	5	Niveau 1 op de voorkant bekeken en gebruikt
1hv2-4	Toegestaan	8,0	4	Niveau 1 op de voorkant bekeken en gebruikt
1hv2-5	Toegestaan	8,5	5	Niveau 1 op de voorkant gebruikt, de achterkant slecht voor uitleg als er iets niet begrepen werd
1hv2-6	Toegestaan	8,5	5	Alle niveaus op de voorkant gebruikt, de achterkant slechts voor uitleg als er iets niet begrepen werd
1hv2-7	Toegestaan	8,0	4	Niveau 1 en 2 op de voorkant gebruikt, de achterkant slechts voor uitleg als er iets niet begrepen werd
1hv2-8	Toegestaan	7,0	3	Niet gebruikt
4h-1	Toegestaan	1,0	4	Niet gebruikt
4h-2	Toegestaan	1,0	3	Niet gebruikt
4h-3	Toegestaan	2,0	9	Niveau 3 en 4 op de voorkant bekeken en gebruikt
4h-4	Toegestaan	3,5	13	Niveau 3 en 4 op de voorkant bekeken en gebruikt
4h-5	Toegestaan	1,0	5,5	Niet gebruikt, wel kort naar gekeken aan het begin van het project
4h-6	Toegestaan	3,5	11	Niveau 3 en 4 op de voorkant bekeken en gebruikt
<i>tabel 12: resultaten pve met en zonder gebruik vaardigheidskaart</i>				

Klas	Gebruik pve	Gemiddeld cijfer	Gemiddeld aantal punten
1	niet toegestaan	7,9	
1	niet gebruikt	7,8	
1	wel gebruikt	8,4	
4	niet gebruikt	1,0	4,2
4	wel gebruikt	3,0	11

tabel 13: gemiddelde cijfers/punten bij wel en geen gebruik vaardigheidskaart

Algemene ervaring – Data

Algemene ervaring – Data 4.1 tot en met 4.5

De resultaten van de enquête uit bijlage 8 staan in tabel 22, 23 en 24 in bijlage 13. Een samenvatting van de resultaten is te vinden in tabel 14. Links in de tabel staan de opmerkingen A tot en met F die in de enquête genoemd worden. Rechts in de tabel staan de gemiddeldes en de standaarddeviaties van de reacties van leerlingen op de opmerkingen uit

respectievelijk 1havo, 2havo en 4havo. Een 1 komt overeen met de meest positieve reactie en een 4 met de meest negatieve reactie. Bijvoorbeeld: het gemiddelde van de reacties van de leerlingen uit klas 1h op opmerking A is 2,0. Dat betekent dat de leerlingen uit 1h gemiddeld matig positief reageren op opmerking A. In dit geval komt een 2 overeen met: 'Ik werk liever met dan zonder de vaardigheidskaart'.

Opmerking	Gemiddelde 1h	Std 1h	Gemiddelde 2h	Std 2h	Gemiddelde 4h	Std 4h
A: Bij het opstellen van het programma van eisen vind ik het prettig om de vaardigheidskaart te gebruiken.	2,0	0,67	2,2	0,67	2,4	0,51
B: Ik vind het prettig als de docent bij de beoordeling van het programma van eisen de vaardigheidskaart gebruikt om aan te geven op welke punten ik goed en minder goed scoor.	2,0	0,32	2,6	0,88	2,3	0,58
C: Ik vond het nuttig om de vaardigheidskaart te gebruiken.	1,6	0,67	2,2	0,67	2,8	0,83
D: Ik begreep alles op de kaart goed (eventueel na het lezen van de toelichting).	1,9	0,48	2,6	0,70	2,2	0,64
E: Op de kaart staan weinig lastige woorden.	1,7	0,66	1,8	0,71	2,1	0,62
F: Ik vond het een overzichtelijke kaart, ik kon de informatie die ik zocht gemakkelijk vinden.	1,5	0,60	2,4	0,86	2,3	0,69

tabel 14: resultaten enquête algemene ervaring

12. Conclusie, discussie en aanbevelingen

Conclusie, discussie en aanbevelingen - Beoordeling

Uit de resultaten van het onderzoek blijkt dat de vaardigheidskaart tijdens het onderzoek niet zorgde voor een juiste en consistente beoordeling.

Deelvraag 1

Tabel 3 laat zien hoe docenten verschillende pve's beoordeelden. Uit de tabel valt af te lezen dat de docenten niet bij elke categorie het juiste niveau toekenden voor de beoordeling. In tabel 15 uit bijlage 9 valt te zien dat bij de categorieën prioriteit, toetsbaar en overbodigheid de minste fouten werden gemaakt. Bij de categorie volledigheid werden de leerlingen vaker verkeerd dan goed beoordeeld. Ook bij de categorie niet oplossingsgericht gingen de docenten vaak de fout in. Opzich is dit niet vreemd, omdat Technasium docenten veelal opgeleid zijn als beta's en niet als ontwerpers. Opvallend is dat docent 3, die veel minder Technasium projecten heeft gedraaid en minder bekend is met het Technasium, veel meer fouten maakte bij het toekennen van niveaus dan de andere twee docenten.

Waarschijnlijk is ervaring met en kennis van het pve dus erg belangrijk om het pve goed te kunnen beoordelen. Om hier achter te komen zou de kennis van de docenten over het pve onderzocht kunnen worden, voordat ze de pve's gaan beoordelen. Belangrijk is in ieder geval dat docenten getraind worden in het gebruik van de vaardigheidskaart en/of in het opstellen van een pve; zodat ze weten hoe een goed pve eruit hoort te zien, voordat hun leerlingen ermee aan de slag gaan en ze de pve's van leerlingen gaan beoordelen. Dit zal vermoedelijk niet alleen leiden tot een consequentere beoordeling zoals het geval was bij onderzoek van Stuhlmann et al (1999), maar mogelijk ook voor betere prestaties van leerlingen (Schafer et al, 2001).

Deelvraag 2

In tabel 3 is tevens te zien dat de docenten meestal niet het juiste cijfer toekenden aan de beoordeling, nadat ze de niveaus per categorie hadden bepaald. Bij de beoordelingen van de pve's gemaakt door leerlingen uit de eerste klas zaten de docenten maximaal een punt naast het juiste cijfer, maar bij de pve's gemaakt door leerlingen uit de vierde klas was dit maximaal 4 punten (tabel 15).

Opvallend is dat docent 3 extra uitleg had gevraagd en ook heeft gekregen over het toekennen van cijfers bij de brugklassers. Deze docent had vervolgens al het werk gemaakt door leerlingen uit de eerste klas correct becijferd. Docent 1 had bij het werk van de brugklassers geen cijfers hoger dan een 9 gegeven, het zou daarom kunnen zijn dat deze docent uit principe geen 10 toekende, zeker omdat deze docent het werk van de vierdeklassers wel correct beoordeelde. Docent 2 heeft duidelijk een fout gemaakt bij het werk van de brugklassers. Als alle categorieën op niveau 1 zitten was er een 8 toegekend. Voor elke categorie erboven was er een punt bij het cijfer opgeteld.

Dit resultaat betekent dat het systeem voor het toekennen van cijfers te lastig te begrijpen was. Er moet een eenvoudiger systeem komen of docenten moeten mondelinge toelichting krijgen en getraind worden om het systeem goed te gebruiken. Daarnaast is het momenteel verwarrend dat sommige categorieën dezelfde invulling hebben voor verschillende niveaus. Docenten weten dan niet welk niveau en welk puntenaantal ze moeten toekennen. Dit geldt bijvoorbeeld voor de categorie prioriteit, waarbij niveau 2, 3 en 4 allemaal hetzelfde zijn.

Deelvraag 3

Tabel 4 toont de rangorde in de cijfers gegeven voor de pve's in de eerste klas. De beoordelingen met kaart verschillen zo weinig van elkaar, dat er geen conclusie getrokken kan worden over de rangorde ertussen.

Voor de pve's gemaakt in de vierde klas geldt dat de rangorde in alle drie de situaties van beoordelen (zonder

kaart, met kaart en correct met kaart) exact hetzelfde was. Dit geeft de indruk dat de rangorde in de beoordeling voor het pve in de vierde klas als er met een vaardigheidskaart beoordeeld wordt, hetzelfde blijft als wanneer er zonder kaart beoordeeld wordt. De testgroep was helaas te klein om hier een echte conclusie uit te kunnen trekken (tabel 5).

Deelvraag 4

In tabel 6 is duidelijk te zien dat voor de pve's gemaakt door leerlingen uit de eerste klas (a tot en met f) de cijfers verkregen met behulp van de vaardigheidskaart (onderste rijen) veel hoger lagen dan de cijfers verkregen zonder de kaart (bovenste rij).

Voor de pve's gemaakt door leerlingen uit de vierde klas (g, h en i) geldt juist dat de beoordeling met de vaardigheidskaart veel lager was dan die zonder vaardigheidskaart.

Dit betekent dat de huidige manier van cijfers toekennen met de vaardigheidskaart te soepel is voor de eerste klas en te streng voor de vierde klas, of dat docenten op de oude manier van beoordelen leerlingen in de vierde klas te soepel beoordelen en leerlingen in de eerste klas te streng. De docenten hebben immers mede bepaald welke categorieën er op de kaart beschreven moesten worden en hoe deze categorieën per niveau ingevuld moesten worden.

Om te onderzoeken wat de oorzaak is van het grote verschil tussen de cijfers, zouden de pve's met cijfers moeten worden voorgelegd aan ervaren Technasium docenten. Zij zullen hun mening moeten geven: vinden zij dat de beoordeling volgens de vaardigheidskaart in de onderbouw te soepel is en in de bovenbouw te streng, dan moeten de niveaus op de vaardigheidskaart in overleg worden aangepast. Het feit dat het niveau van het pve in 5 VWO en tijdens de meesterproef nog niet bepaald kan worden met de vaardigheidskaart, kan hier ook meegenomen worden (zie paragraaf *niveaubeschrijvingen* op pagina 22).

Deelvraag 5

In tabel 6 is te zien dat, wanneer de vaardigheidskaart wordt gebruikt, de verschillen tussen de gegeven cijfers voor een pve door verschillende docenten, groter waren dan wanneer de kaart niet werd gebruikt. Bij het beoordelen zonder vaardigheidskaart was de gemiddelde standaardafwijking van de gemiddelde cijfers slechts 0,6. Bij de beoordeling met vaardigheidskaart waarbij de docent het cijfer heeft uitgerekend was het 1,2 en bij de beoordeling met vaardigheidskaart waar het juiste cijfer was toegekend was het 0,8.

Het grootste verschil tussen de cijfers die docenten geven met behulp van de vaardigheidskaart werden dus veroorzaakt doordat docenten niet het juiste cijfer toekenden aan de gekozen niveaus. Dit betekent dat de docenten nadat ze voor elke categorie op de vaardigheidskaart een niveau bepaald hadden, niet het juiste cijfers berekenden.

Voor een consistentere beoordeling moet er dus worden gezorgd dat docenten het juiste cijfer berekenen bij de gekozen niveaus. Dit kan door het beoordelingssysteem te vergemakkelijken, het te automatiseren of door docenten uitleg te geven over en te trainen in het geven van het juiste cijfer.

Daarnaast is het opvallend dat bij de beoordeling van de pve's in de eerste klas de cijfers met behulp van de vaardigheidskaart wel dicht bij elkaar liggen (dichter dan zonder de kaart), terwijl de cijfers in de vierde klas erg ver uit elkaar liggen.

Waarschijnlijk wordt de beoordeling met behulp van de vaardigheidskaart consequenter als docenten beter getraind zijn in het gebruik van de kaart, waardoor ze minder fouten zullen maken het toekennen van de juiste niveaus voor de beoordeling.

Om te bepalen of de vaardigheidskaart zorgt voor een consistentere beoordeling bij getrainde docenten zou er een

nieuw onderzoek gedaan kunnen worden. Er zouden docenten getraind kunnen worden in het opstellen van een pve en het werken en beoordelen met de vaardigheidskaart. Daarna zouden deze docenten net als in dit onderzoek verschillende pve's op verschillende manieren moeten beoordelen. Het is daarbij belangrijk dat er ook pve's uit klas 2 en klas 3 worden beoordeeld, omdat daar nu nog niets over gezegd kan worden.

Conclusie, discussie en aanbevelingen

– Beeldvorming

Bijna alle leerlingen (18 van de 21), die deelnamen aan dit onderzoek, gaven aan zonder vaardigheidskaart even goed te weten wat er in een pve beschreven staat als wanneer ze met vaardigheidskaart werkten. En ze dachten bijna allemaal (20 van de 21) dat ze een even goed pve op kunnen stellen met en zonder de vaardigheidskaart (zie resultaten op vraag A en B in tabel 18). Echter de helft van de leerlingen gaf aan dat ze, door het gebruik van de vaardigheidskaart, wel beter weten wat de verschillen zijn tussen een pve uit de 1^e, 2^e, 3^e en 4^e klas (zie tabel 18).

Volgens deze leerlingen hielp de vaardigheidskaart dus niet om een beter pve op te stellen, maar wel om de verschillen aan te geven in het niveau van het pve tussen de verschillende klassen. Dit komt waarschijnlijk omdat de leerlingen het idee hadden dat ze zonder vaardigheidskaart al ongeveer wisten wat er in een pve moet staan en ze dachten dat ze al een redelijk pve konden schrijven. Met de vaardigheidskaart kan dit dan niet veel beter worden (overigens schreven niet alle leerlingen een goed pve, zie tabel 8, 9 en 10). De leerlingen gaven aan zonder de vaardigheidskaart niet echt te weten wat de verschillen zijn in het niveau tussen de verschillende klassen. De vaardigheidskaart kon hier dus wel voor verbetering zorgen en heeft dat ook gedaan.

Bij dit resultaat moet echter opgemerkt worden dat het onderzoek is uitgevoerd onder een groep leerlingen die slechts eenmalig hebben gewerkt aan een Technasium

project. Zij hebben dus niet de ervaring om elk project opnieuw een pve op te stellen, wat wellicht invloed heeft op het resultaat van het onderzoek. Daarnaast waren alle leerlingen afkomstig uit de tweede klas. Om een goed antwoord op de onderzoeksvraag over de beeldvorming te geven is het verstandig een onderzoek te doen onder leerlingen uit verschillende klassen die al langer bekend zijn met het Technasium.

Conclusie, discussie en aanbevelingen

– Kennis- en vaardigheidsoverdracht

Leerlingen die hebben deelgenomen aan dit onderzoek hadden zowel zonder als met de vaardigheidskaart veel moeite om aan te geven wat kwalitatieve, objectieve en niet oplossingsgerichte eisen zijn. Hierbij moet worden opgemerkt dat dit leerlingen waren die slechts eenmalig een Technasium project hadden uitgevoerd. Technasium docenten hadden overigens dezelfde ervaring met Technasium leerlingen, maar zij gaven aan dat leerlingen die serieus met de kaart werkten, leerlingen die vragen stelden en leerlingen die door de docent ondersteund werden bij de kaart, wel betere eisen opstelden als ze de kaart gebruikten.

Leerlingen die bij de enquête hadden laten zien dat ze met behulp van de vaardigheidskaart kwalitatieve, objectieve en niet oplossingsgerichte eisen konden herkennen (zie de vetgedrukte leerlingen in tabel 19, 20 en 21), toonden soms verbeteringen bij het opstellen van het pve met behulp van de vaardigheidskaart (zie tabel 9, 10 en 11). Bij het opstellen van kwalitatieve eisen toonde slechts één leerling (nummer 6) een verbetering. De helft van de leerlingen die wisten hoe objectieve eisen eruit zien, hadden dit vervolgens juist aangegeven bij hun pve opgesteld met de vaardigheidskaart. Bijna alle leerlingen die juist aangegeven hadden wat oplossingsgerichte eisen zijn, toonden vooruitgang wat betreft deze eisen bij hun pve opgesteld met de vaardigheidskaart.

De vaardigheidskaart heeft voor deze onderzoeksgroep dus slechts voor een enkeling gewerkt als opzichzelfstaand

leermiddel om de juiste eisen op te stellen, maar kan docenten en leerlingen wel ondersteunen bij het opstellen van betere eisen. Waarschijnlijk zullen de resultaten beter worden als leerlingen mogen overleggen en docenten hen mogen helpen / ondersteunen. Tijdens dit deel van het onderzoek hadden leerlingen namelijk geen vragen gesteld en geen hulp gekregen. Volgens het SLO (2006) is het wel erg belangrijk dat de rubric zowel voorafgaand aan een opdracht als achteraf (en eventueel tussendoor) besproken wordt.

Tabel 12 laat zien dat in dit deel van het onderzoek, waarbij leerlingen de vaardigheidskaart tijdens een ontwerpproject hadden gebruikt en ook vragen mochten stellen aan de docent, leerlingen die de vaardigheidskaart gebruikten bij het opstellen van het pve gemiddeld duidelijk hoger scoorden dan leerlingen die de kaart niet gebruikten. Om te concluderen dat leerlingen die de vaardigheidskaart gebruiken een hoger cijfer voor het pve scoren dan leerlingen die de kaart niet gebruiken, is een grotere testgroep nodig met leerlingen uit meerdere klassen en leerlagen.

Conclusie, discussie en aanbevelingen

– Algemene ervaring

Leerlingen

De ervaringen van de leerlingen die, tijdens een Technasium project, met de vaardigheidskaart hadden gewerkt zijn overwegend positief: de meeste leerlingen gaven aan bij het opstellen van het pve liever met dan zonder de kaart te werken, de meeste leerlingen vonden het prettig om met de vaardigheidskaart beoordeeld te worden, de kaart werd door bijna alle leerlingen ervaren als een beetje nuttig tot nuttig, het begrip van de kaart was redelijk en de meeste leerlingen vonden de kaart redelijk overzichtelijk (zie tabel 14).

Opvallend is dat de groep brugklassers veel positiever over de kaart was dan de tweedeklassers en vierdeklassers (zie tabel 22, 23 en 24 in bijlage 13). De reden hiervoor is onbekend, maar het zou kunnen zijn dat de tweede en

vierdeklassers, nu ze ineens met de vaardigheidskaart moeten werken, het idee hebben dat ze beter moeten presteren of harder moeten werken aan het pve, waardoor hun mening over de kaart negatief is beïnvloed. De eersteklassers hadden nog geen ervaring met het pve.

Docenten

Docenten waren tijdens evaluatiegesprekken erg positief over de vaardigheidskaart. Ze vonden de kaart erg informatief en overzichtelijk voor zowel zichzelf als voor de leerlingen. De kaart gaf hen structuur over hoe een pve er uit moet zien. Ze gebruikten de kaart vooral om aan leerlingen aan te geven wat er van hen verwacht wordt en dit overzichtelijk te maken. Ook vonden ze het prettig om met de kaart te beoordelen, vooral omdat ze de leerlingen met de kaart gemakkelijk feedback konden geven. Als leerlingen de kaart gebruikten werd de kwaliteit van de pve's duidelijk beter. Helaas wisten niet alle leerlingen de kaart op de juiste manier te gebruiken en er waren ook groepjes die de kaart helemaal niet gebruikten. Er stonden een paar dingen op de kaart die de docenten niet helemaal begrepen.

Conclusie – Samenvatting

De vaardigheidskaart zorgt op de huidige manier, zonder verdere uitleg aan docenten, niet voor een consistentere beoordeling. Als het toekennen van cijfers wordt vergemakkelijkt en de docenten training krijgen over het pve en in het toekennen van niveaus bij de verschillende categorieën op kaart is een consistentere beoordeling waarschijnlijk mogelijk. Docenten en leerlingen vinden het overigens wel prettig om de kaart bij de beoordeling te gebruiken.

De vaardigheidskaart verbeterde het beeld dat de leerlingen uit de testgroep van het pve hadden niet, maar zorgde wel dat de leerlingen beter wisten wat het verschil in niveau van het pve moet zijn tussen de verschillende jaarlagen op de middelbare school. De kaart helpt docenten ook bij het aangeven van verwachtingen aan leerlingen.

Zonder hulp van docenten leren leerlingen met de vaardigheidskaart geen betere eisen op te stellen. Maar het pve van de leerlingen wordt tijdens projecten, waar ze wel bij begeleid worden, in het algemeen wel beter; de leerlingen die met de vaardigheidskaart werken scoren hoger voor hun pve dan leerlingen die niet met de kaart werken.

Tot slot zijn de meeste leerlingen en docenten vrij positief over het gebruik van de vaardigheidskaart.

Literatuur

Andrade, H. G., (2000), *Using rubrics to promote thinking and learning*. Educational leadership. 2000-57-5, 1-7. Verkregen via http://wwwf.smallschoolsproject.org/PDFS/coho103/using_rubrics.pdf, geopend op 18 juli 2011.

Arter, J.A., McTighe, J., (2001). *Scoring rubrics in the classroom*. Using performance criteria for assessing and improving student performance. California, USA: Corwin.

Black, P., Wiliam, D., (1998). *Inside the black box: Raising standards through classroom assessment*. London: GL Assessment.

Bonhoeffer College, (2011). *Home*. Verkregen via <http://www.bc-enschede.nl/Contact/locaties/Bruggertstraat/Pages/Bruggertstraat.aspx>, geopend op 7 april 2011.

Bonhoeffer College. (2009). 2009/2010 *Schoolgids*. Verkregen via <http://archieff.bc-enschede.nl/schoolgids/200910/2009%20schoolgids-def.pdf>, geopend op 7 april 2011.

Brookhart, S. M., (1999). *The Art and Science of Classroom Assessment: The Missing Part of Pedagogy*. ASHE-ERIC Higher education report. 1999-27-1. Washington, DC: The George Washington University, Graduate School of Education and Human Development.

Ebel, R. L., (1974). *Marks and Marking Systems*. IEEE Transactions on education. 1971-17-2, 76-92

Eekels, J., Roozenburg, N., Nijhuis, W., (1989). *Ontwerpmethodologie*. Delft, Nederland: Technische Universiteit Delft.

Eger, A.O., Bonnema, G. M., Lutters, D., Van der Voort, M.C., (2004). *Productontwerpen*. Utrecht: Lemma.

Van Meel, J., Van Ree, J., (2009). *Sturen op ambitie*. Het programma van eisen als sturingsmiddel voor opdrachtgevers. De ontwerpmanager. 2009-4, 38-41. Verkregen via <http://www.icop.eu/Publicaties/tabid/65/Default.aspx>.

Miller, G.E., (1990). *The assessment of clinical skills/competence/performance*. Acad Med 1990-65-9, 63-7.

Moskal, B.M., (2000). *Scoring rubrics: what, when and how?* Practical Assessment, Research & Evaluation. 2000-7-3. Verkregen via <http://PAREonline.net/getvn.asp?v=7&n=3>, geopend op 18 juli 2011.

Platform Bèta Techniek. (2011). *Platform Bèta Techniek – Doelstelling*. Verkregen via <http://www.platformbetatechniek.nl/?pid=37&page=Doelstelling>, geopend op 7 april 2011.

Pickett, N., Dodge, D., (2007). *Rubrics for weblessons*. Verkregen via <http://webquest.sdsu.edu/rubrics/weblessons.htm>, geopend op 18 juli 2011.

Schafer, W. D., Swanson, G., Bené, N., Newberry, T., (2001). *Effects of teacher knowledge of rubrics on student achievement in four content areas*. *Applied measurement in education*, 14-2, 151-170.

Van der Scheuten, C. M. P., Schuwirth, L. W. T., (2005). *Assessing professional competence: from methods to programmes*. *Medical education*. 2005–39–3, 309-317. Verkregen via <http://www.mededuc.com/articles/toptenarticles/6AssessingProfessionalCompetence.pdf>.

SLO, (2006). *Rubrics als beoordelingsinstrument voor vaardigheden*. Verkregen via <http://www.slo.nl/downloads/rubricsals.pdf>, geopend op 16 juli 2011.

Stichting Technasium. (2011). *SCHOLEN*. Verkregen via <http://www.technasium.nl/>, geopend op 7 april 2011.

Stullman, J., Daniel, C., Dellinger, A., Kentor, R. Powers, T., (1999). *A generalizability study of the effects of training on teachers' abilities to rate children's writing using a rubric*. *Reading psychology*. Routledge, part of the taylor & francis groep. 20-2, 107-127.

Thorndike, E.L. (1912) *Mental and social measurements*, 2d ed. New York: Columbia University.

Bijlage 1: Competenties Technasium

Competenties onderzoeken

COMPETENTIE	KENNEN & KUNNEN	BEGINNERGEDRAG	EXPERTGEDRAG
INDIVIDUEEL WERKEN Een onderzoeker werkt vaak alleen en moet zijn eigen denkproces kunnen sturen	<i>Zeifreflectie</i>	Heeft feedback nodig Heeft acute aanvallen van 'waar ben ik mee bezig'	Is zelfregulerend Heeft een chronisch kritische grondhouding
	<i>Vragen stellen</i>	Stelt vragen op in samenspraak met begeleider Stelt vragen over wat hij zelf weet	Stelt zelfstandig vragen op Stelt vragen over wat nog niemand weet
	<i>Kritisch bekijken van onderzoeksresultaten</i>	Bijt zich vast in het verkrijgen van onderzoeksresultaten	Schat resultaten op waarde
	<i>Werken zonder eindpunt</i>	Richt zich op het afronden van één onderzoek	Haalt uit een onderzoek een vervolgonderzoek
	<i>Ambitie en Interesse uitstralen</i>	Daagt zichzelf uit met een probleem Treedt naar buiten als er concrete resultaten zijn	Daagt anderen uit met een probleem Komt tussentijds met resultaten naar buiten
	<i>Gebruik maken van basiskennis en specifieke kennis</i>	Gebruikt eenvoudige bronnen Past de kennis toe die hij geleerd heeft	Gebruikt complexe wetenschappelijke bronnen Past de kennis toe die relevant is voor het onderzoek
KENNISGERICHTHEID De onderzoeker is altijd gericht op het verdiepen en verbreden van zijn kennis	<i>Kritische analyse maken van gegevens</i>	Denkprocessen verlopen stapsgewijs in een doorgaand proces Voert analyses uit	Denkprocessen verlopen geïntegreerd met terugkoppeling Plaast analyses in de context
	<i>Hoofd- en bijzaken onderscheiden</i>	Richt zich op details	Richt zich op de hoofdzaak
	<i>De lat hoog leggen</i>	Heeft externe kwaliteitseisen nodig	Stelt eigen kwaliteitseisen
	<i>Positioneren van het eigen onderzoek</i>	Beperkt zich tot eigen onderzoek	Kijkt naar wat andere onderzoekers doen
	<i>Vooruit denken</i>	Denkt een paar stappen vooruit (tactisch) Baseert keuzes op praktische overwegingen	Werkt vanuit een totaalbeeld (tactisch en strategisch) Baseert keuzes op inschatting van vervolgmogelijkheden
	<i>Communiceren</i>	Uit zich direct en concreet Schrjft technisch	Let op verhoudingen en condities Schrjft gericht op de doelgroep
PROCESGERICHT WERKEN Onderzoekers werken met een proces dat een grillig en onvoorspelbaar karakter heeft	<i>Open staan voor nieuwe informatie</i>	Blijft op het voorgenomen pad	Is alert op nieuwe kansen en mogelijkheden
	<i>Presenteren</i>	Presenteert alle details Volgt eigen protocol	Brengt presentatie terug tot essentie Nodigt uit tot interactie
	<i>Documenteren</i>	Beschrijft positieve resultaten in een logboek	Beschrijft alles – ook negatieve resultaten en doodlopende wegen
	<i>Discipline voor het onderhouden van kennis</i>	Werk met aangereikte artikelen Zoekt binnen een beperkt raamwerk wat hij nodig heeft	Zoekt zelf relevante artikelen Oriënteert zich breed
	<i>Omgaan met kritiek</i>	Ervaart kritiek als een aanval	Laat zich niet afschrikken
	<i>Eigen ongeijk erkennen</i>	Is koppig en houdt vast aan eigen idee	Relativeert en maakt nuttig gebruik van kritiek
DOORZETTINGS-VERMOGEN Een onderzoeker is iemand die ook na teleurstellingen de wil heeft om door te gaan	<i>Omgaan met mislukkingen</i>	Raakt gefrustreerd en wordt onzeker van mislukkingen	Put perspectief uit mislukkingen
	<i>Kalm blijven</i>	Beleeft hoge pieken en diepe dalen	Blijft taxeren en rationaliseren

Competenties ontwerpen:

COMPETENTIE	KENNEN & KUNNEN	BEGINNEDRAG	EXPERTGEDRAG
TEAMWORK De ontwerper is in alle fasen van het ontwerpproces aan het samenwerken met de mensen om hem heen	Netwerken	Onderhoudt contacten met mensen met dezelfde interesse	Onderhoudt contacten met mensen die van belang kunnen zijn
	Teambuilding	Doet veel zelf en zoekt eigen oplossingen voor problemen	Heeft vertrouwen in het team en is gericht op samenwerken
	Omgaan met conflicten	Ziet conflicten als verstoring van een korte termijn doel	Houdt einddoel voor ogen en is flexibel in de verwezenlijking
	Omgaan met belangen	Richt zich op deelbelangen, die voortvloeien uit deeltaken of processtappen	Integreert belangen en richt zich op het geheel
	Communiceren met collega's	Praat vanuit zijn eigen standpunt	Legt uit, stemt af en controleert of hij begrepen wordt
PRODUCTGERICHT WERKEN De ontwerper toetst zijn ontwerp regelmatig aan de eisen van de klant	Communiceren met de klant	Heeft aan een half woord genoeg en geeft een eigen interpretatie aan de opdracht	Luistert goed, vraagt door en verifieert wat er besproken en afgesproken is
	Opdracht vertalen naar product	Heeft meerdere controlemiddelen nodig om zijn eigen idee te toetsen	Kan met een enkele controleschets zijn idee toetsen
	Ontwerp verdedigen	Redeneert vanuit het eindproduct	Redeneert naar het eindproduct toe
	Omgaan met druk	Wijkt onder druk af van projectsystematiek	Is stressbestendig en houdt vast aan de projectsystematiek
	Keuzes maken	Maakt keuzes op basis van eigen vakkenkennis en los van de opdracht en opdrachtgever	Kan keuzes onderbouwen in relatie tot de opdracht en opdrachtgever
		Zoekt deskundige hulp om hem te adviseren	Anticipeert op knelpunten
PLANNEN & ORGANISEREN Ontwerpers werken met een strakke planning in een gestructureerd proces	Kennis van ontwerpproces en product	Verliest zich in details	Heeft overzicht
	Projectmatig werken	Overziet een beperkt aantal werkelementen	Heeft overzicht over alle benodigde disciplines
	Faseren	Gaat direct van start en plant ad hoc	Maakt vooraf een planning en steit die onderweg bij
	Analyseren van problemen	Redeneert vanuit de theorie	Houdt goed rekening met de praktijk
		Trekt snel conclusies	Maakt van een groot probleem kleine oplosbare problemen
	Documenteren	Beschrijft positieve resultaten in een logboek	Beschrijft alles in een logboek – ook negatieve resultaten en doodlopende wegen
INVENTIVITEIT De creativiteit van een ontwerper staat altijd in relatie tot het resultaatgericht oplossen van problemen	Openstaan voor andere invalshoeken	Geeft de voorkeur aan (standaard) oplossingen vanuit bestaande kennis	Kijkt naar alternatieve oplossingen of nieuwe oplossingen
	Eigenwijs zijn	Stelt expressiviteit voor functionaliteit	Houdt expressiviteit en functionaliteit in evenwicht met elkaar
		Houdt vast aan zijn oorspronkelijke idee	Houdt de grote lijn vast en gaat flexibel om met kritiek
	Maatschappelijke en culturele interesse	Is meestal gefocust op zijn eigen vakgebied	Zet ontwerp in een breed verband
	Technisch en ruimtelijk inzicht	Ontwerpt te gewaagd of te voorzichtig	Ontwerpt intuïtief realistisch
		Besteedt veel tijd aan het uitwerken van het ontwerp	Lost problemen m.b.t. het ontwerp snel op
	Technisch-creatief vaardig	Maakt mooie vormgeving / presentaties	Maakt functionele vormgeving / presentaties

Competentieontwikkeling

[Technasium]

Competentieontwikkeling bij O&O door leerlingen

Niveau/ontwikkeling → Competenties ↓	Beginner (leerjaar 1-2)	Gevorderde (leerjaar 3-4)	Examenkandidaat (leerjaar 5-6)
Plannen & organiseren	De leerling kan een plan van aanpak voor een korte periode maken.	De leerling kan een plan van aanpak maken voor de hele projectperiode.	De leerling kan een projectplan bedenken, schrijven en uitvoeren.
Kennisgerichtheid	De leerling kan informatie verzamelen en selecteren uit verschillende bronnen.	De leerling kan zijn ontwerp of onderzoek theoretisch onderbouwen en verantwoorden.	De leerling kan zich aantoonbaar verdiepen in de theorie die past bij het ontwerp of onderzoek.
Samenwerken	De leerling kan zijn sterke en zwakke punten benoemen bij het werken in een team.	De leerling kan samen met de teamgenoten een conflict tot een goed einde brengen.	De leerling heeft zicht op de verschillende wensen en belangen en kan daar mee omgaan.
Productgerichtheid	De leerling is gemotiveerd om een kwalitatief goed product te leveren.	De leerling is gemotiveerd om de beste oplossing voor de opdrachtgever te bedenken en te realiseren.	De leerling kan de vraag van de opdrachtgever interpreteren en vertalen naar een gewenst product.
Procesgerichtheid	De leerling kan reflecteren op belangrijke momenten in het werkproces.	De leerling kan in overleg met het team keuzes maken bij onverwachte gebeurtenissen.	De leerling staat open voor informatie, kan vooruit denken en stuurt op tijd bij.
Inventiviteit	De leerling draagt fantasierijke oplossingen aan voor een probleem.	De leerling draagt creatieve oplossingen aan voor een probleem en houdt rekening met de opdrachtgever.	De leerling kan met kennis van bestaande oplossingen een nieuwe oplossing bedenken.
Doorzetten	Met hulp van de docent kan de leerling een tegenslag overwinnen.	In overleg met het team kan de leerling een tegenslag overwinnen.	De leerling kan zichzelf en het team motiveren om bij tegenslag toch door te gaan.
Individueel werken	De leerling kan een deeltaak in het team zelfstandig uitvoeren en afronden.	De leerling kan zichzelf aan het werk zetten ten dienste van het team.	De leerling neemt taken op zich en onderscheidt zich hiermee in het team.

Bijlage 2: Lijst van vaardigheden

Onderzoeksvaardigheden

Planmatig onderzoeker

- Onderzoeksplan
- Situatiebeschrijving
- Procesanalyse
- Probleemanalyse

Vooronderzoek doen

- Deskresearch
- Zoeken op internet
- Literatuurstudie
- Gebruikersanalyse
- Risicoanalyse
- Veiligheidsanalyse

Onderzoek uitvoeren

- Proefopstelling
- Gidsexperiment
- Geluidsmeting
- Observatie
- Veldstudie
- Wensenonderzoek
- Gebruikersonderzoek
- Enquête

Data verwerking

- Statistiek *
- Werken met Excel
- Werken met IP-Coach

Data interpretatie

- Metten en nauwkeurigheid
- Conclusies
- Foutendiscussie *

Documentatie

- Documentatiemap
- Logboek

Presenteren onderzoeksresultaten

- Paper
- Adviesrapport
- Posterpresentatie
- Artikel

* hier is al een training van beschikbaar bij het Expertisecentrum Technasium

Ontwerpvaardigheden

Planmatig ontwerpen

- Stappenplan
- Ontwerpcyclus
- Prioriteitenlijst
- Inventarisatie

Materiaalkennis

- Kunststof, hout, metaal
- Eigenschappen van materialen
- Draag- en trekkracht

Werken met eisen

- Haalbaarheidsstudie
- Milieu, veiligheid en ergonomie
- Programma van Eisen

Brainstormen

- Creatieve denktechnieken
- Moodboard

Werken op schaal

- Schaalmodel
- Prototype
- Maquette
- Demonstratiemodel

Technisch tekenen

- Technische tekening *
- Werktekening
- Detailtekening
- Plattegrond

Digitaal tekenen

- 3D animatie
- Solid Edge *

* hier is al een training van beschikbaar bij het Expertisecentrum Technasium

Bijlage 3: Aanpassingen rubric

Met de informatie waar volgens de literatuur en de Technasium docenten een pve aan moet voldoen is een rubric opgesteld (zie tabel 2). Voor de criteria in de linkerkolom zijn dezelfde kopjes aangehouden als in tabel 1. In de uiterst rechtse kolom zijn de bijbehorende criteria beschreven van het hoogste niveau zoals beschreven in tabel 1. In deze bijlage worden de aanpassingen besproken die gemaakt zijn in de kopjes en de hoogste niveaubeschrijvingen. Figuur 13 geeft een overzicht van de aanpassingen.

1. Bij het kopje 'volledigheid' is de term afgeleide functies vervangen door: 'ondersteuningsfuncties, bedrijfs-economische functies en maatschappelijke functies', zodat het duidelijker is wat afgeleide functies inhouden. Daarnaast is er toegevoegd dat de leerling indien nodig gebruikcontext specifieke eisen op kan stellen.
2. Het kopje 'afgestemd tussen opdrachtgever en uitvoerder' is niet meegenomen. De criteria uit de desbetreffende rij zijn geplaatst bij 'haalbaar en onderbouwd'.
3. Het kopje 'kort en bondig' en de bijbehorende rij zijn helemaal weggelaten, omdat deze rij redelijk overeenkomt met 'geen redundantie / overspecificatie' en de lijst van criteria in de rubric niet onnodig lang moet worden.
4. Bij de overige kopjes zijn alle belangrijke criteria uit tabel 1 meegenomen in de rubric. Bij het kopje 'haalbaar en onderbouwd' is nog toegevoegd dat eisen en wensen ook gedurende het ontwerpproces aangepast kunnen worden, zolang het in overleg met de opdrachtgever gebeurt en de leerlingen de veranderingen kunnen onderbouwen.

Productontwerpen			Ontwerpeisen	
Eger et al. (2004)			Maatstaf	
Prioriteit	Maakt onderscheid tussen eisen en wensen (en bonussen)		Maatstaf	
Volledigheid	Geeft aan in welke mate de productfuncties moeten worden vervuld Geeft aan welke afgeleide functies nodig zijn Omvat alle levensfasen van het product (ontwerp, productie, distributie, gebruik, verdwijning)		Gezamenlijke	
Toetsbaar	Kan gebruikt worden om het product te testen (meetbare criteria)		Eisen	
			Validiteit	
			Verscheidenheid	
Haalbaar en onderbouwd	Is haalbaar en onderbouwd		Programma van eisen komt voort uit analyse	
Geen redundantie / overspecificatie	Bevat geen overspecificatie: zelfde aspect meerdere keren specificeren of te zwaar specificeren		Geen redundantie	
Niet oplossingsgericht	Is niet op één oplossing gericht		Vermijd specificaties	
Afgestemd tussen opdrachtgever en uitvoerder	Is afgestemd tussen opdrachtgever en uitvoerder		Expliciteer abstracte ambities	
Kort en bondig			Wees specifiek	

Criteria	Klas	Klas 4
Prioriteit	De l en	De leerling onderscheidt eisen, wensen en bonussen.
Volledigheid	Het pro wor Het mel van sen	Het PvE geeft aan welke product-, ondersteunings-, bedrijfseconomische- en maatschappelijke functies vervuld moeten worden. Het PvE omvat eisen en wensen van alle levensfasen van het product (ontwerp, productie, distributie, gebruiken, verdwijning). Indien nodig worden er gebruikscontext specifieke eisen opgesteld.
Toetsbaar	De i Het (en	De eisen zijn kwantitatief en de wensen zijn kwalitatief of kwantitatief. Subjectieve eisen (en wensen) worden verduidelijkt door objectieve criteria te beschrijven. Eisen moeten toetsbaar zijn. Verschillende personen kiezen op basis van eenzelfde PvE dezelfde ontwerpvoorstellen als aanvaardbaar en beter dan andere oplossingen.
Haalbaar Onderbouwd	Het opd ont De i de c wer	Het PvE wordt door zowel de opdrachtgever als door de ontwerper geaccepteerd. In overleg met de opdrachtgever zijn wijzigingen in het PvE mogelijk. De ontwerper onderzoekt of gestelde eisen haalbaar zijn. De ontwerper kan onderbouwen waarom er voor de desbetreffende eisen (en wensen) is gekozen en verwijst daarbij naar het vooronderzoek.
Niet op één oplossing gericht	Het ten zijn	Het PvE bevat geen specificaties. De ontwerper zal proberen in overleg met de opdrachtgever de specificaties te veranderen in eisen die niet op één oplossing gericht zijn.
Geen overspecificatie / Geen redundantie	Een pld. in	Een eis wordt slechts op één plek in het PvE vastgelegd. Bepaalde eigenschappen tellen slechts één keer mee in de waardering van het productontwerp ¹ .

figuur 13: aanpassingen rubric

Bijlage 4: docenthandleiding

Docenthandleiding - Vaardigheidskaarten

Inhoudsopgave

Inleiding.....	2
Beoordelen	3
Vaardigheid – Een programma van eisen opstellen.....	5

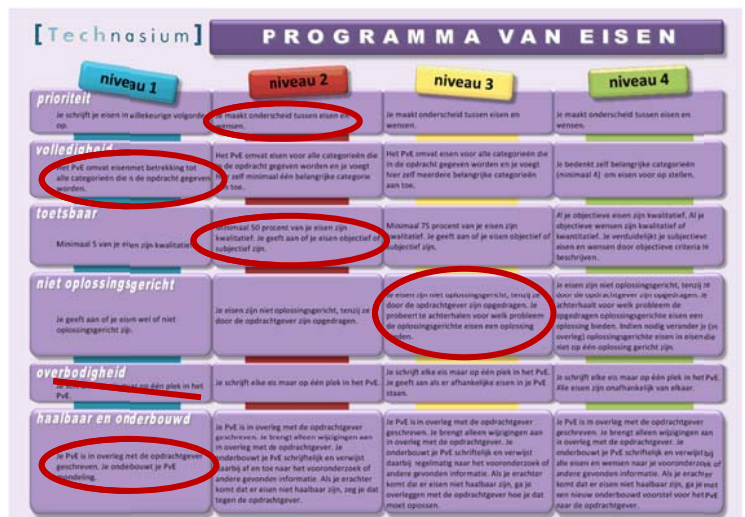
Beoordelen

De projectbeoordeling bestaat uit een product- en procesbeoordeling. Per project (tijdens het schrijven van het project) kiest u welke onderdelen extra aandacht krijgen binnen de beoordeling. Voor deze vaardigheden gebruikt u de vaardigheidskaarten bij de beoordeling. Hieronder wordt beschreven op welke manier u een cijfer kunt geven voor de desbetreffende vaardigheid.

Van leerlingen wordt verwacht dat ze tijdens het laatste project van een jaargang op de corresponderende niveaus werken. Zitten zij voor elk aspect in het juiste niveau, dan scoren ze een 8 voor de vaardigheid. Voor elk aspect dat ze 1 plek onder het juiste niveau scoren, zal de score een punt omlaag gaan. Scoren ze dus voor 3 onderdelen onder de maat, dan is de score onvoldoende. Scoren ze op een bepaald aspect 2 of meer niveaus onder de maat, dan zal de score zelfs met 1,5 punt omlaag gaan. Er zullen ook ijverige leerlingen zijn die hoger scoren dan het bij hun jaargang corresponderende niveau, zij zullen voor elk niveau dat ze hoger scoren, een half punt extra krijgen. Leerlingen die dus bij 2 aspecten boven hun niveau en bij de overige aspecten op het juiste niveau hebben gescoord, verdienen een 9.

Is het project nog niet de laatste van het jaar en wordt de vaardigheid dat jaar dus nog een keer geoefend, dan moeten de leerlingen op weg zijn naar het juiste niveau: 2/3 van de aspecten moet al op het corresponderende niveau zijn voor een 8, verder gelden er dezelfde scoringsregels.

De volgende afbeelding toont een voorbeeld. De rode cirkels geven het niveau van de leerling aan. De streep door overbodigheid geeft aan dat de leerling hier nog niet aan voldoet (dus lager dan niveau 1). In de tabel is aangegeven hoe het cijfer voor de vaardigheid is samengesteld voor leerlingen uit verschillende klassen.



Klas \	Leerling halverwege klas 1 (nog niet het laatste project).	Leerling aan het einde van klas 1.	Leerling halverwege klas 2 (nog niet het laatste project).	Leerling aan het einde van klas 2.
8 als...	2/3 op niveau 1	Alles op niveau 1	2/3 op niveau 2	Alles op niveau 2
Prioriteit	+ ½	+ ½	0 (op niveau)	0
Volledigheid	0 (op niveau)	0	0 (1 ^e aspect onder niveau)	-1
Toetsbaar	+ ½	+ ½	0 (op niveau)	0
Niet oplossingsgericht	+ 1	+1	+ ½	+ ½
Overbodigheid	0 (1 ^e aspect onder niveau)	-1	-1½ (2 niveaus te laag)	- 1,5
Haalbaar en onderbouwd	0 (op niveau)	0	0 (2 ^e aspect onder niveau)	- 1
Cijfer	10	9	7	5

Voorbeeld programma van eisen

Hiernaast is het programma van een groepje brugklassers getoond. De opdracht was het ontwerpen van een ouderenwoning. Onder het programma van eisen staat de beoordeling, welke nu kort wordt toegelicht.

Prioriteit

De leerlingen maken nog geen onderscheid tussen eisen en wensen.

Volledigheid

Het PvE bevat eisen en wensen met betrekking tot alle categorieën die in de opdracht gegeven waren, hoewel sommige categorieën een beetje matig gevuld zijn. Er worden een aantal extra eisen genoemd, maar er is niet een extra categorie aanwezig.

Toetsbaar

Er zijn voldoende kwalitatieve eisen (bijvoorbeeld de eerste zes eisen).

Niet oplossingsgericht

Er is niet aangegeven of de eisen oplossingsgericht zijn.

Overbodigheid

Er is sprake van overbodigheid. De zinnen 'makkelijk kunnen bereiken' en 'makkelijk tussen de meubels door' en 'makkelijk van kamer naar kamer kunnen' hebben overeenkomsten.

Haalbaar en onderbouwd

De leerlingen hebben het PvE in overleg met de opdrachtgever geschreven en kunnen het mondeling toelichten.

Cijfer

Het cijfer voor dit PvE is een 8. Dit project vond plaats aan het begin van het schooljaar in een 1^e klas. Voor een 8 moet 2/3 van de eisen op niveau 1 liggen. Dat is precies het geval.

Programma van eisen - ouderenwoning

Opdrachtgever:

- Het moet passen op een stuk grond van 10 bij 5 meter.
- Minimaal 1 woonkamer
- Minimaal 2 slaapkamers
- Minimaal 1 keuken
- Minimaal 1 toilet
- Minimaal 1 ruimte met een douche

Bewegen:

- De mensen moeten makkelijk op kunnen staan, overal.
- De deur moet ongeveer 1 meter breed zijn.
- Je moet goed naar boven kunnen komen.

Veiligheid:

- Oplossingen zodat je veilig naar het toilet kan.
- Ze moeten 's nachts veilig overal kunnen lopen.
- Er moet iets zijn waardoor de deuren op slot gaan.
- Hij/zij moet iedereen makkelijk kunnen bereiken als hij/zij is gevallen.
- Je moet makkelijk tussen de meubels door kunnen lopen.

Eigen eisen:

- De oudere persoon moet 's nachts andere kamers kunnen vinden.
- De bewoner van het huis hoeft niet zoveel schoon te maken.
- De bewoner moet makkelijk van kamer naar kamer kunnen.

[Technasium] PROGRAMMA VAN EISEN				
	niveau 1	niveau 2	niveau 3	niveau 4
prioriteit	Je schrijft je eisen in welkewijze belangrijk.	Je maakt onderscheid tussen eisen en wensen.	Je maakt onderscheid tussen eisen en wensen.	Je maakt onderscheid tussen eisen en wensen.
volledigheid	Het PvE omvat eisen voor alle categorieën die in de opdracht gegeven worden en je vindt hier zelf minimaal één belangrijke categorie aan toe.	Het PvE omvat eisen voor alle categorieën die in de opdracht gegeven worden en je vindt hier zelf meerdere belangrijke categorieën aan toe.	Het PvE omvat eisen voor alle categorieën die in de opdracht gegeven worden en je vindt hier zelf meerdere belangrijke categorieën aan toe.	Je bedekt zelf belangrijke categorieën (minimaal 4) om eisen voor op stellen, aan toe.
toetsbaar	Minimaal 5 van je eisen zijn kwalitatief.	Minimaal 50 procent van je eisen zijn kwalitatief. Je geeft aan of je eisen objectief of subjectief zijn.	Minimaal 75 procent van je eisen zijn kwalitatief. Je geeft aan of je eisen objectief of subjectief zijn.	Al je objectieve eisen zijn kwantitatief. Als je objectieve wensen zijn kwantitatief of kwalitatief, je verduidelijkt je subjectieve eisen en wensen door objectieve criteria te beschrijven.
niet oplossingsgericht	Je eisen zijn niet oplossingsgericht, tenzij je door de opdrachtgever zijn opgedragen.	Je eisen zijn niet oplossingsgericht, tenzij je door de opdrachtgever zijn opgedragen. Je probeert te achterhalen voor welk probleem de oplossingsgerichte eisen een oplossing bieden.	Je eisen zijn niet oplossingsgericht, tenzij je door de opdrachtgever zijn opgedragen. Je probeert te achterhalen voor welk probleem de oplossingsgerichte eisen een oplossing bieden.	Je eisen zijn niet oplossingsgericht, tenzij je door de opdrachtgever zijn opgedragen. Je probeert te achterhalen voor welk probleem de oplossingsgerichte eisen een oplossing bieden. Indien nodig verander je in overleg oplossingsgerichte eisen in eisen die niet op één oplossing gericht zijn.
overbodigheid	Je schrijft elke eis maar op één plek in het PvE.	Je schrijft elke eis maar op één plek in het PvE.	Je schrijft elke eis maar op één plek in het PvE. Je geeft aan als er afhankelijk eisen in je PvE staan.	Je schrijft elke eis maar op één plek in het PvE. Alle eisen zijn onafhankelijk van elkaar.
haalbaar en onderbouwd	Je PvE is in overleg met de opdrachtgever geschreven. Je brengt alleen wijzigingen aan in overleg met de opdrachtgever. Je onderbouwt je PvE schriftelijk en verwijst daarbij af en toe naar het vooronderzoek of andere gevonden informatie. Als je erachter komt dat er eisen niet haalbaar zijn, zeg je dat tegen de opdrachtgever.	Je PvE is in overleg met de opdrachtgever geschreven. Je brengt alleen wijzigingen aan in overleg met de opdrachtgever. Je onderbouwt je PvE schriftelijk en verwijst daarbij regelmatig naar het vooronderzoek of andere gevonden informatie. Als je erachter komt dat er eisen niet haalbaar zijn, ga je overleggen met de opdrachtgever hoe je dat moet oplossen.	Je PvE is in overleg met de opdrachtgever geschreven. Je brengt alleen wijzigingen aan in overleg met de opdrachtgever. Je onderbouwt je PvE schriftelijk en verwijst bij alle eisen en wensen naar je vooronderzoek of andere gevonden informatie. Als je erachter komt dat er eisen niet haalbaar zijn, ga je met een nieuw onderbouwd voorstel voor het PvE naar de opdrachtgever.	Je PvE is in overleg met de opdrachtgever geschreven. Je brengt alleen wijzigingen aan in overleg met de opdrachtgever. Je onderbouwt je PvE schriftelijk en verwijst bij alle eisen en wensen naar je vooronderzoek of andere gevonden informatie. Als je erachter komt dat er eisen niet haalbaar zijn, ga je met een nieuw onderbouwd voorstel voor het PvE naar de opdrachtgever.

Vaardigheid – Een programma van eisen opstellen

Bij deze vaardigheidskaart zijn er twee punten waar u als docent rekening mee moet houden: namelijk de term ‘categorieën’ die onder het aspect *volledigheid* wordt genoemd en de term ‘opdrachtgever’ die onder de aspecten *niet oplossingsgericht* en *haalbaar en onderbouwd* wordt genoemd.

Categorieën

Eén van de aspecten waar het programma van eisen op beoordeeld wordt is *volledigheid*. Helaas is het onmogelijk om te controleren of het programma van eisen compleet is, maar er kan wel worden gecontroleerd of er tenminste aan alle aspecten van het probleem aandacht is besteed. Er wordt met alle aspecten van het probleem rekening gehouden als er naar alle levensfasen van het product wordt gekeken: ontwerp, productie, distributie, gebruik en verdwijning. Of als er rekening wordt gehouden met zowel de productfuncties als de afgeleide functies. De productfuncties zijn acties die nodig zijn om het doel van de opdracht / het product te bereiken (bijvoorbeeld koffie zetten). De afgeleide functies hebben betrekking op de context en de omgeving van het ontwerp (denk aan koffiefilters en afmetingen van het aanrecht).

Voor Technasium projecten wordt een programma van eisen te uitgebreid als er met alle aspecten van het probleem rekening wordt gehouden, zeker in de onderbouwklassen. Daarnaast is het erg lastig om te bedenken wat er naast het gebruik van het product nog meer meespeelt bij het ontwerpprobleem. Daarom is het belangrijk dat u (elk ontwerpproject) categorieën opgeeft waar de leerlingen eisen voor op moeten stellen. Zo wordt het programma van eisen niet te uitgebreid en leren de leerlingen met meer aspecten rekening houden dan alleen het gebruik. U kunt kiezen uit de hierboven genoemde categorieën (ontwerp, productie, distributie, gebruik en verdwijning), maar u mag natuurlijk ook zelf categorieën (voor afgeleide functies) bedenken (vormgeving, opbergen, recycling, etc). Het is wel belangrijk dat de leerlingen altijd eisen opstellen voor het gebruik (het doel van het product moet in het programma van eisen komen te staan).

Opdrachtgever

In de rubric wordt regelmatig over de opdrachtgever gesproken. Omdat er tijdens projecten vaak beperkt contact mogelijk is met de werkelijke opdrachtgever, kunt u eventueel de taak als opdrachtgever (gedeeltelijk) overnemen. Op die manier krijgen leerlingen de mogelijkheid om vragen te stellen en problemen neer te leggen en ook om eventueel hun programma van eisen aan te passen op de manier die in de rubric staat beschreven. In de werkelijkheid is het net als op het Technasium vaak lastig om regelmatig contact te hebben met de opdrachtgever. Daarom kunt u er voor kiezen dat de leerlingen eerst een speciale afspraak met u moeten maken om u als opdrachtgever te spreken.

Bijlage 5: Programma's van eisen

A, 1^e klas havo/vwo, 1^e periode:

Programma van eisen

Opdrachtgever

Stuk grond 5 bij 10 meter.
Minimaal 2 slaapkamers.
Minimaal 1 woonkamer.
Minimaal 1 woonkamer.
Minimaal 1 keuken.
Minimaal 1 Wc.
Minimaal 1 ruimte met douche.

Beweging:

Ze moeten door de deur kunnen met een rolstoel.
Makkelijk bewegen in huis.
Het is moeilijk opstaan uit de stoel voor ouderen.
De trap op komen.
Bij de kastjes komen.
Goed bij de kastjes komen.
Douchen is moeilijk zonder ondersteuning.
Deur open doen is moeilijk
In bed stappen is moeilijk

Veiligheid:

Fornuis met gas is gevaarlijk
Uitglijden door gladde tegels in badkamer is gevaarlijk
Als je valt moet er hulp komen
Op de bovenverdieping lopen is gevaarlijk zonder ondersteuning

Eigen eisen

Licht aan doen is moeilijk
Thermostaat instellen is moeilijk
In het donker naar het toilet gaan is moeilijk
In bed stappen is moeilijk
Douchen zonder ondersteuning is moeilijk

B, 1^e klas havo/vwo, 1^e periode:

1. keuken:verstelbare keukenblad (automatisch)
=oplossing
2. eventueel lift in huis=oplossing
3. geen drempels= eis
4. automatische lamp op geluid en sensor in vloer in slaapkamer=oplossing
5. beste een bungalow =oplossing
6. breedte gangen ong.2 meter= eis
7. een balkon zou leuk zijn = extra's
8. niet te ver van de bewoonde wereld= eis
9. en zowiezo overal vloerverwarming= oplossing
10. een beugel in de badkamer= oplossing
11. stoel in douche= oplossing
12. alles op tafel hoogte= eis
13. een tuin met bloembakken op borsthoogte =eis
14. ruimte 10X5 M = eis
15. minimaal 1 wc= eis
16. minimaal 1 badkamer met douche = eis
17. minimaal 2 slaapkamers = eis
18. minimaal 1 woonkamer= eis
19. minimaal 1 keuken = eis

C, 1^e klas havo/vwo, 1^e periode:

teun	willem	gijs
eis	Verplicht of wens	Wie stelt de eis
woning 10x5 meter	verplicht	opdrachtgever
2 slaapkamers	verplicht	Opdrachtgever
1 keuken	verplicht	opdrachtgever
1 woonkamer	verplicht	opdrachtgever
1 toilet	verplicht	opdrachtgever
1 ruimte met douche	verplicht	opdrachtgever
Rijdend bed	wens	groepje
Hulp bij lopen in gang	wens	groepje
Afstandsbediening voor ramen deuren en lichten	wens	groepje
Brede deuren	wens	groepje
Plek voor rolator of scootmobile	wens	groepje
Gastel met tijd schakelaar	wens	groepje
Zonne panelen	wens	groepje

D, 1^e klas havo/vwo, 1^e periode:

Veiligheid:

Makkelijk toegankelijk voor het personeel (als er wat aan de hand is).

Er mogen geen schuine hellingen zijn i.v.m de rolstoelen.

Geen drempels in huis.

Als iemand zich een tijdje niet beweegt, komt er hulp. (hoe?) Camera's in het huis zodat alles in de gaten wordt gehouden.

Apparatuur voor in de wc en badkamer dat uitglijden voorkomt.

Een bank waar de oudere niet makkelijk afvalt.

Apparatuur/benodigheden :

De deur moet ongeveer 1,50 meter breed zijn .

Er moet overal minstens 2 meter tussen zitten dat de rolstoel er door kan.

Apparatuur dat laag gebouwd is.

Een open keuken. Van maximaal 2 meter hoog.

Een knop waarmee alle elektriciteit kan worden aangezet en uitgezet.

Minstens 2 banken waar ze op kan uitrusten.

Lage eettafel. (op maat gemaakt).

Handig:

Ervoor zorgen dat het licht makkelijk aan en uit kan.

Een alarm zodat de oudere niet vergeet wanneer ze de pillen moet nemen.

Het huis makkelijk schoon te houden.

Automatische bed voor als de oudere rugklachten enz hebben.

Temperatuur makkelijk te bedienen.

Beelden van degene die aanbelt.

Directe verbinding van slaapkamer naar badkamer

Vloer/stenen in de douch waar ze niet makkelijk op uitglijdt.

PROGRAMMA VAN EISEN

Opdrachtgever:

1. 10 m. x 5m.
2. Geschikt voor ouderen
3. De ouderen moeten makkelijk naar de wc kunnen
4. Makkelijk kunnen douchen

Eigen eisen:

1. Lampen snel en gemakkelijk aan kunnen doen
2. Ze mogen geen koude voeten krijgen
3. Er moet een plaats zijn voor rolstoel of rolator
4. Ze moeten er makkelijk langskunnen (de gangpaden moeten min. 1 meter breed zijn)
5. Ze moeten makkelijk op een stoel kunnen zitten of op de bank of op hun bed

Eisen van ouderen:

1. Zo lang mogelijk op zichzelf blijven wonen
2. Goed kunnen slapen
3. We moeten zich thuis voelen

Oplossingen:

Eisen opdrachtgever:

3. W.C. moet zo dicht mogelijk bij de slaapkamer zijn en hij moet groot zijn met leuningen aan de zijkant
4. Grote badkamer en leuningen bij de douche

Eigen eisen:

1. Lampen met klap aandoen
2. Vloerverwarming
5. Hoge banken, stoelen en het bed moet hoog zijn (dat ze niet zoveel door hun knieën moeten gaan)
4. Geen drempels in huis

Eisen ouderen:

2. Goede temperatuur moet het zijn, niet te warm en niet te koud
3. Het moet gezellig zijn en niet te groot want dan moeten ze zoveel schoonmaken

F, 1^e klas havo/vwo, 1^e periode:

Programma van Eisen

Eisen

wie stelt de eis/ bedacht door

Minimaal 1 woonkamer	opdrachtgever
Minimaal 2 slaapkamers	opdrachtgever
Minimaal 1 keuken	opdrachtgever
Minimaal 1 toilet	opdrachtgever
Minimaal 1 ruimte met een douche	opdrachtgever
Opbergplaats voor rolator/rolstoel/scootmobile+oplader	ouderen
Tuin met kunstgras	ouderen
Beugels in de badkamer	ouderen
Geen drempels	ouderen
Passen op een stuk grond van 10 bij 5 meter.	opdrachtgever

Wensen

1) 2 toiletten	ouderen
2) Twee koelkasten	ouderen
3) Lichten aan/uit met sensor.	ouderen
4) Lichten uit in keuken = gas uit	ouderen
5) knoppen om hulp in te schakelen	ouderen
6) kunstgras	ouderen
7) zitdouche	ouderen
8) rails	ons
9) bedden gaan omhoog met knopje	ons

Plan van eisen

Functionaliteit eisen:

- Alle belangrijke wegen en gebouwen op het terrein moeten makkelijk bereikbaar zijn;
- de wachtrij moet korter worden dan 8 tot 9 minuten;
- de wegen moeten de vrachtwagens makkelijk kunnen houden;
- op de container wisselplaatsen moeten meer als 5 wagens kunnen staan;

Prestatievermogen eisen:

- elke vrachtwagen die binnenkomt moet binnen 20 minuten uitgeladen zijn
- wachttijden bij de weegbrug mogen niet langer zijn dan 15 minuten
- goede leidingen naar andere bedrijven -> in de toekomst GROLSCH
- meer containers proberen te lossen en laden in minder tijd

Implementatie eisen:

- de aanpassingen moeten gebeuren in fasen
- het mag x euro kosten

Veiligheid eisen:

- de wegen moeten breed genoeg zijn voor vrachtwagens
- er moet een snelheidslimiet zijn op de wegen binnen het bedrijf
- er moet een overzichtelijk terrein zijn
- er moeten goede noodtoegangswegen zijn voor de brandweer
- de verkeersaanduidingen moeten engels zijn
- we moeten de kans op ongelukken voorkomen

H, 4^e klas havo, 1^e periode:

Programma van Eisen

kan geen word vinden op deze pc dus zet het even gewoon hierin (sorry daarvoor!)

Programma van Eisen

Er moet meer ruimte komen voor de containerwisselplaats

* Containerwisselplaats op lege grond voorzijde.

Er moet een natuurlijke overgang zijn tussen bedrijfsterrein en omliggende stukken land

*

Er moeten aangepaste wegdelen komen voor de veiligheid

*Drempels, paaltjes.

Er moet duidelijk aangegeven worden wat waar op het terrein ligt zodat buitenlanders het ook begrijpen

*Borden met plaatjes.

De drukte bij de weegbruggen moet minder worden voor een betere doorstroming

*Aparte weegenbrug voor mensen die niet vaak komen.

De ongebruikte ruimte moet beter benut worden

* Containerwisselplaats/ parkeerplaats.

Er moeten meer parkeerplaatsen komen voor werknemers van Twence

* Lege terrein.

Tussen de houtbank en de bec moet een snellere verbinding komen

*

Er moet een aparte plek komen voor de bandenwasinstallatie's

*

De weg van en naar sommige plekken moet veel korter

*

Er moeten snelheidsbeperkingen komen

* Borden

Verkeer moet kunnen worden stopgezet of doorgelaten

*Stoplichten

Er moeten geen rijen gevormd worden doordat verkeer niet kan rijden

* Verbreding bij de compostering.

I, 4^e klas havo, 1^e periode:

Veiligheid

- Er moet een natuurlijke overgang zijn van Twence naar het buitengebied (subjectief).
- Er mag niet harder gereden worden dan 30 km/uur (objectief).
- De blusvijver moet blijven (objectief).
- Op het terrein moeten de verkeersregels moeten worden toegepast (objectief).
- De mensen die rond lopen op het terrein moeten een reflecterende jas aan (objectief).
- Op punten waar meerdere vrachtwagens bij elkaar komen moeten verkeersborden komen (objectief).
- Containers op rails moeten altijd voorrang krijgen (objectief).

Organisatie

- Er moet meer verwerkt worden (subjectief).
- Er mag geen langere wacht rij zijn dan 10 minuten (objectief).
- Ook voor buitenlanders moet het duidelijk zijn waar ze heen moeten en wat ze moeten doen (subjectief).
- Er moet parkeerruimte voor minstens 20 en maximaal 40 vrachtwagens zijn (objectief).
- Er moet parkeerruimte zijn minimaal het zelfde aantal auto's en maximaal 40 extra parkeerplaatsen, voor arbeiders (objectief).

Techniek

- Er mag niets buiten het terrein geplaatst worden (objectief).
- De containers van Twence moeten minimaal 20 cm en maximaal 40 cm breder zijn dan de containers die aan komen (objectief).
- De containers van Twence moeten minimaal 20 cm en maximaal 40 cm langer zijn dan de containers die aankomen (objectief).
- De ingangen van de installaties moeten zo breed worden dat er een rails en een vrachtwagen tegelijk door heen kunnen, minimaal 6 meter maximaal 7 meter (objectief).

Wensen

- Er mag geen afval rondzwerven op het terrein (subjectief).
- De slakenopslag moet vergroot worden (subjectief).

Bijlage 6: Enquête vragen – beeldvorming

Je krijgt nu eerst een paar stellingen die gaan over het programma van eisen (pve). Omcirkel de stelling die het beste bij jou past.

A	Ik weet precies wat er in een pve beschreven staat.	Ik weet ongeveer wat er in een pve beschreven staat.	Ik weet niet zo goed wat er in een pve beschreven staat.	Ik heb geen idee wat er in een pve beschreven staat.
B	Ik kan een goed programma van eisen schrijven.	Ik kan een redelijk programma van eisen schrijven.	Ik kan een programma van eisen schrijven, maar deze is niet goed.	Ik kan geen programma van eisen schrijven.
C	Ik weet precies wat de verschillen zijn tussen een pve van leerlingen uit de 1 ^e , 2 ^e , 3 ^e en 4 ^e klas.	Ik weet globaal wat de verschillen zijn tussen een pve van leerlingen uit de 1 ^e , 2 ^e , 3 ^e en 4 ^e klas.	Ik weet niet echt wat de verschillen zijn tussen een pve van leerlingen uit de 1 ^e , 2 ^e , 3 ^e en 4 ^e klas.	Ik weet helemaal niet wat de verschillen zijn tussen een pve van leerlingen uit de 1 ^e , 2 ^e , 3 ^e en 4 ^e klas.

Bijlage 7: Enquête vragen – kennis- en vaardigheidsoverdracht

De volgende vragen gaan over je kennis van het programma van eisen. Probeer de vragen zo goed mogelijk te beantwoorden. Het kan zijn dat je het antwoord niet zeker weet, probeer dan toch het beste antwoord (of antwoorden) te kiezen.

A. Geef aan welke van de volgende eisen kwalitatief zijn (je mag meerdere vakjes aankruisen).

- ☐ 1. Het huis moet groot zijn.
- ☐ 2. Het dak van de ligfiets moet opvouwbaar zijn.
- ☐ 3. De kast moet zwart zijn.
- ☐ 4. De bal moet mooi zijn.
- ☐ 5. Het huis moet veel ramen hebben voor de lichtinval.
- ☐ 6. De kast mag maximaal 100 euro kosten.
- ☐ 7. De kast mag maximaal 30 kg wegen.
- ☐ 8. Het huis moet veilig zijn.

B. Geef aan welke van de volgende eisen objectief zijn (je mag meerdere vakjes aankruisen).

- ☐ 1. Het dak van de ligfiets moet opvouwbaar zijn.
- ☐ 2. De kast moet zwart zijn.
- ☐ 3. De bal moet mooi zijn.
- ☐ 4. De kast mag maximaal 100 euro kosten.
- ☐ 5. De kast mag maximaal 30 kg wegen.

C. Geef aan welke van de volgende eisen oplossingsgericht zijn (je mag meerdere vakjes aankruisen).

- ☐ 1. Het dak van de ligfiets moet opvouwbaar zijn.
- ☐ 2. De kast moet zwart zijn.
- ☐ 3. De bal moet mooi zijn.
- ☐ 4. De kast mag maximaal 100 euro kosten.
- ☐ 5. Het huis moet veel ramen hebben voor de lichtinval.

Bijlage 8: Enquête vragen – algemene ervaring

A	Bij het opstellen van het programma van eisen vind ik het prettig om de vaardigheidskaart te gebruiken.	 Ik vind het erg prettig om de kaart te gebruiken en wil niet zonder kaart werken.	 Ik werk liever met dan zonder kaart.	 Ik werk liever zonder kaart dan met een kaart.	 Ik wil absoluut niet met een kaart werken
B	Ik vind het prettig als de docent bij de beoordeling van het programma van eisen de vaardigheidskaart gebruikt om aan te geven op welke punten ik goed en minder goed scoor.	 Ik wil alleen nog maar / perse met een kaart worden beoordeeld.	 Ik vind het prettig om met de kaart beoordeeld te worden. Maar als er geen kaart bij de beoordeling is, vind ik dat ook goed.	 Ik vind het niet prettig om met de kaart beoordeeld te worden. Maar als er wel een kaart bij de beoordeling is, vind ik dat ook goed.	 Ik wil niet met de kaart beoordeeld worden.
C	Ik vond het nuttig om de vaardigheidskaart te gebruiken.	 Nuttig	 Redelijk nuttig	 Beetje nuttig	 Niet nuttig
D	Ik begreep alles op de kaart goed (eventueel na het lezen van de toelichting).	 Ik begreep alles.	 Ik begreep veel.	 Ik begreep weinig.	 Ik begreep niets.
E	Op de kaart staan weinig lastige woorden.	 Weinig lastige woorden.	 Een paar lastige woorden.	 Veel lastige woorden.	 Te veel lastige woorden.
F	Ik vond het een overzichtelijke kaart, ik kon de informatie die ik zocht gemakkelijk vinden.	 Overzichtelijk / ik kon alles gemakkelijk vinden.	 Redelijk overzichtelijk / ik kon alles redelijk gemakkelijk vinden.	 Weinig overzichtelijk / ik had soms moeite om iets vinden.	 Niet overzichtelijk / ik kon veel dingen niet vinden.

Bijlage 9 – Data beoordeling

In tabel 15 in deze bijlage staan de resultaten van de beoordeling door docenten met behulp van de vaardigheidskaart.

In de bovenste rij staan links de categorieën waarop het pve beoordeeld is (prioriteit, volledigheid, toetsbaar, niet oplossingsgericht, overbodigheid en haalbaar en onderbouwd). In de linker kolom staan de letters van de pve's zoals deze in bijlage 4 worden genoemd met daaronder de docenten die de pve's beoordeeld hebben. In de tabel is af te lezen op welk niveau (0, 1, 2, 3 of 4) elke docent elke categorie uit elk pve heeft beoordeeld. Deze niveaus zijn te vinden op de vaardigheidskaart. Bijvoorbeeld: docent 1 beoordeelde de categorie prioriteit van pve A op niveau 1 en de categorie volledigheid op niveau 2. De 0 van docent 1 bij de categorie niet oplossingsgericht van pve A betekent dat het pve bij deze categorie nog niet op niveau 1 zit.

In de kolom rechts naast de categorieën staan de cijfers die de docenten hebben toegekend aan de pve's met behulp van de vaardigheidskaart. Zo heeft docent 1 pve A een 9

gegeven. In de uiterst rechtse kolom staan de correcte cijfers die horen bij de door de docenten toegekende niveaus. Docent 2 had een 9,5 toe moeten kennen aan pve A, in plaats van de toegekende 9. Docent 1 had zowel een 9 als een 9,5 toe mogen kennen voor pve A. In dit geval staan er twee verschillende cijfers (9 en 9,5), omdat er bij de categorie overbodigheid geen eenduidige keuze gemaakt kon worden tussen niveau 1 en niveau 2, omdat de inhoud van deze niveaus hetzelfde is.

Onder de rijen voor de beoordeling van docent 1, 2 en 3 staat de rij met de juiste beoordeling. Deze rij (donkergroen) toont de niveaus en het cijfer dat de docenten hadden moeten kiezen als ze het pve op de juiste manier hadden beoordeeld.

De resultaten van de docenten zijn vergeleken met de juiste beoordeling. Als deze overeenkomen zijn de beoordelingen lichtgroen gekleurd. De categorie haalbaar en onderbouwd is hier niet meegenomen, omdat het zonder kennis van het ontwerpproces van de leerlingen niet mogelijk is dit te beoordelen. Het niveau dat voor deze categorie is gekozen bij de juiste beoordeling is het gemiddelde van de andere niveaus.

	Prioriteit	Volledigheid	Toetsbaar	Niet oplossingsgericht	Overbodigheid	Haalbaar en onderbouwd	Cijfer	Gecorrigeerd cijfer (dit cijfer had de docent volgens deze beoordeling moeten toekennen)
Pve A								
Docent 1	1	2	1	0	1 of 2	1	9	9 of 9,5
Docent 2	1	2	1	1	1	1	9	9,5
Docent 3	2	4	4	0	1	1	10	10
Juiste beoordeling	1	0	1	0	1 (of 2)	1	8 (of 8,5)	
Pve B								
Docent 1	1	1	1	1	1 of 2	1	9	9 (of 9,5)
Docent 2	1	1	1	1	1	1	8	9
Docent 3	2	2	3	2	3	2	10	10
Juiste beoordeling	1	0	1	1	1 (of 2)	1	8,5 (of 9)	
Pve C								
Docent 1	1	2	1	1	1 of 2	1	9	9,5 of 10
Docent 2	2	1	1	1	1	1	9	9,5
Docent 3	2	2	2	1	3	2	10	10
Juiste beoordeling	2	0	1	0	1 (of 2)	1	8,5 (of 9)	
Pve D								
Docent 1	1	2	1	1	1 of 2	1	9	9,5 (of 10)
Docent 2	1	2	1	1	1	1	9	9,5
Docent 3	2	3	3	1	3	2	10	10
Juiste beoordeling	1	0	1	0	1 (of 2)	1	8 (of 8,5)	
Pve E								
Docent 1	1	2 of 3	1	3	3	3	9	10
Docent 2	1	2	1	1	1	1	9	9,5
Docent 3	2	4	4	2	3	2	10	10
Juiste beoordeling	1	0	1	0	1 (of 2)	1	8 (of 8,5)	
Pve F								
Docent 1	2	1	1	0	1	2	9	9,5
Docent 2	1	1	1	1	1	1	8	9
Docent 3	2	2	2	3	2	2	10	10
Juiste beoordeling	2	0	1	0	1 (of 2)	1	8,5 (of 9)	
Pve G								
Docent 1	1	2	1	2	2	1	1	1
Docent 2	1	4	4	4	4	3	7	6,5
Docent 3	4	3	2	3	4	2	6	5,0
Juiste beoordeling	1	3	1	2	(1 of) 2	2	1	
Pve H								
Docent 1	1	1	1	0	1	1	1	1
Docent 2	1	1	1	4	2	2	5	1
Docent 3	4	2	2	3	2	2	5	3,5
Juiste beoordeling	1	1,5	1	0	(1 of) 2	1	1	
Pve I								
Docent 1	2, 3 of 4	2,3 of 4	3	3	3	3	6	6
Docent 2	1	4	3	4	3	3	7	5,5
Docent 3	4	4	3	2	3	2	7,5	5
Juiste beoordeling	(2, 3 of) 4	2	3	2	(1 of) 2	3	3,5	

tabel 15: beoordeling door docenten

Bijlage 10 - Data

rangorde

Tabel 16 toont de rangorde in de beoordeling van de pve's gemaakt door leerlingen uit de eerste klas, tabel 17 toont de rangorde voor de vierde klas. De pve's zijn telkens geordend in afnemende beoordeling. Beide tabellen zijn opgedeeld in drie delen.

In beide tabellen staat in het linker deel voor elk pve de cijfers die de docenten (D1, D2 en D3) voor het pve hebben gegeven zonder gebruik te maken van de vaardigheidskaart. Rechts daarnaast (in het linker deel) staat het gemiddelde van deze cijfers. Pve E scoort bijvoorbeeld een 8,5 van docent 1, een 7,0 van docent 2 en een 8,0 van docent 3. Het gemiddelde van deze cijfers voor pve E is een 7,8.

In beide tabellen staat in het middelste deel voor elk pve de cijfers die de docenten voor het pve hadden moeten geven bij de door hun gekozen niveaus, door gebruik te maken van de vaardigheidskaart (de cijfers die in tabel 15 in de meest rechter kolom staan). Rechts in het middelste deel staan de gemiddeldes van deze cijfers. Pve E scoort bijvoorbeeld een 10 van docent 1 en 3 en een 9,5 van docent 2. Het gemiddelde van deze cijfers voor pve E is een 9,8.

In beide tabellen staat in het rechter deel hoe de juiste beoordeling met kaart had moeten zijn. Pve C had via de juiste beoordeling een 8,5 mogen ontvangen. Om onderscheid te maken tussen dezelfde cijfers in tabel 17 is er aan de pve's ook een puntenaantal toegekend. Door bij elke categorie het bijbehorend niveau als punten toe te kennen scoort pve I bijvoorbeeld 16 punten.

Beoordeling zonder kaart	D1	D2	D3	Gemiddeld cijfer	Beoordeling met kaart	D1	D2	D3	Gemiddeld cijfer	Juiste beoordeling met kaart	Cijfer	punten
E	8,5	7,0	8,0	7,8	E	10	9,5	10	9,8	C	8,5	5
D	7,5	8,0	7,0	7,5	D	9,5	9,5	10	9,7	F		
A	6,5	7,5	8,0	7,3	C	9,5	9,5	10		B		
F	7,0	7,0	7,0	7,0	A	9,0	9,5	10	9,5	A	8,0	4
C	7,0	7,0	6,5	6,8	F	9,5	9,0	10		E		
B	5,0	6,0	6,0	5,7	B	9,0	9,0	10	9,3	D		
tabel 16: rangorde in beoordeling van programma's van eisen gemaakt door leerlingen uit de eerste klas.												

Beoordeling zonder kaart	D1	D2	D3	Gemiddeld cijfer	Beoordeling met kaart	D1	D2	D3	Gemiddeld cijfer	Juiste beoordeling met kaart	Cijfer	punten
I	8,5	8,0	7,5	8,0	I	6,0	5,5	5,0	5,0	I	3,5	16
G	8,0	7,5	6,5	7,3	G	1,0	6,5	5,0	4,2	G	1,0	11
H	5,0	5,0	7,0	5,7	H	1,0	1,0	3,5	1,8	H	1,0	6,5
tabel 17: rangorde in beoordeling van programma's van eisen gemaakt door leerlingen uit de vierde klas.												

Bijlage 11 - Data

Beeldvorming

Tabel 18 toont de omcirkelde opmerkingen van 21 leerlingen op de enquêtevragen uit bijlage 6. In de linker kolom staat het nummer van de leerling, in de zes kolommen rechts ervan staan de nummers die horen bij de opmerkingen die de leerlingen hebben gegeven. Opmerking 1A, 1B en 1C corresponderen met de opmerkingen A, B en C die de leerlingen hadden omcirkeld voordat ze de vaardigheidskaart hadden gezien. Opmerking 2A, 2B en 2C corresponderen met de opmerkingen A, B en C die de leerlingen hadden gekozen nadat ze de vaardigheidskaart hadden gebruikt. Een 1 betekent dat de leerling de meest positieve opmerking had gekozen (linker opmerking in bijlage 6) en een 4 betekent dat de leerling de meest negatieve opmerking had gekozen (rechter opmerking in bijlage 6).

In de drie meest rechtse kolommen staat het verschil tussen de de gekozen opmerkingen. Bijvoorbeeld: leerling 3 koos bij opmerking 1C de derde mogelijkheid en bij opmerking 2C de tweede mogelijkheid, dan wordt het verschil aangegeven met een 1. De verschillen zijn rood gekleurd als het beeld van de verwachtingen van leerlingen verslechterd was, en groen als het beeld van de verwachtingen van leerlingen verbeterd was. Onderaan de tabel staat het gemiddelde van alle leerlingen.

Leerling	Opmerking						Verschil		
	1A	1B	1C	2A	2B	2C	A: Ik weet ... wat er in een pve staat	B: Ik kan een ... pve schrijven.	C: Ik weet ... de verschillen tussen klassen.
1	2	2	4	2	2	4	0	0	0
2	2	2	4	2	2	4	0	0	0
3	2	2	3	2	2	2	0	0	1
4	2	3	4	2	3	3	0	0	1
5	1	1	4	1	1	2	0	0	2
6	1	2	2	1	2	2	0	0	0
7	2	3	3	2	2	4	0	1	-1
8	1	2	3	2	2	2	-1	0	1
9	1	2	3	1	2	2	0	0	1
10	3	2	4	2	2	3	1	0	1
11	2	2	3	2	2	3	0	0	0
12	2	2	3	2	2	3	0	0	0
13	1	2	4	2	2	2	-1	0	2
14	2	2	2	2	2	2	0	0	0
15	2	2	3	2	2	3	0	0	0
16	2	2	3	2	2	2	0	0	1
17	2	2	3	2	2	3	0	0	0
18	2	2	4	2	2	4	0	0	0
19	2	2	4	2	2	3	0	0	1
20	2	2	3	2	2	3	0	0	0
21	2	2	3	2	2	2	0	0	1
Gem.	1,8	2	3,3	1,9	2	2,8	0	0	0,5
tabel 18: resultaten leerling enquêtes beeldvorming.									

Bijlage 12 – Data

leerlingenquête

De antwoorden op de enquête vragen (zie bijlage 7) zijn weergegeven in tabel 19, 20 en 21. Tabel 19 toont de antwoorden behorende bij vraag A (geef aan welke eisen kwalitatief zijn), tabel 20 bij vraag B (geef aan welke eisen objectief zijn) en tabel 21 bij vraag C (geef aan welke eisen oplossingsgericht zijn). Bovenaan in de tabel staan de nummers die horen bij de eisen zoals de eisen in bijlage 7 zijn genummerd. Onder elke eis staat een 1 of een 0. Een 1 betekent dat de eis voldoet aan de vraagstelling; in tabel 19 betekent dit dat de eis kwalitatief is. Een 0 betekent dat de eis niet voldoet aan de vraagstelling; in tabel 19 betekent dit dus dat de eis niet kwalitatief is. Daaronder staan links de

antwoorden die de leerlingen op vragen hadden gegeven zonder gebruik te hebben gemaakt van de vaardigheidskaart en rechts met behulp van de vaardigheidskaart. Wanneer het antwoord van de leerling klopt, is het hokje groen gekleurd. In de rechterkolommen is het totaal aantal goede antwoorden van elke leerling, zowel met behulp van de vaardigheidskaart en zonder gebruik van de vaardigheidskaart, te vinden. Het verschil ertussen is terug te vinden in de uiterst rechtse kolom. Onderaan de drie rechterkolommen staan de gemiddeldes. Het positieve gemiddelde verschil van 0,2 in tabel 19 betekent dat de leerlingen gemiddeld 0,2 meer correcte antwoorden gaven in het aangeven van kwalitatieve eisen als ze de vaardigheidskaart gebruikten, dan wanneer ze de kaart niet gebruikten.

Eis nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	Aantal correcte antwoorden zonder gebruik vaardigheidskaart	Aantal correcte antwoorden met gebruik vaardigheidskaart	Verschil in aantal correcte antwoorden
Correcte antwoorden	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0			
Leerling	Antwoord zonder gebruik vaardigheidskaart								Antwoord met gebruik vaardigheidskaart								Aantal correcte antwoorden zonder gebruik vaardigheidskaart	Aantal correcte antwoorden met gebruik vaardigheidskaart	Verschil in aantal correcte antwoorden
1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	3	1	-2
2	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	6	7	1
3	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	5	5	0
4	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	5	8	3
5	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	4	5	1
6	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	5	8	3
7	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	5	3	-2
8	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	5	6	1
9	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	3	2	-1
10	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	5	7	2
11	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	5	1	-4
12	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	4	4	0
13	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	3	7	4
14	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	3	8	5
15	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	5	3	-2
16	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	5	3	-2
17	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	6	5	-1
18	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	7	5	-2
19	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	5	5	0
20	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	3	3	0
21	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	6	7	1
																	4,7	4,9	0,2

tabel 19: resultaten leerling enquête kennis en vaardigheidsoverdracht, A (kwalitatief).

Eis nummer	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	Aantal correcte antwoorden zonder gebruik vaardigheidskaarts	Aantal correcte antwoorden met gebruik vaardigheidskaart	Verschil in aantal correcte antwoorden
Correcte antwoorden	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1			
Leerling	Antwoord zonder gebruik vaardigheidskaart					Antwoord met gebruik vaardigheidskaart							
1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	2	1
2	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	2	1
3	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0
4	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	4	5	1
5	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	3	2
7	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	3	3
8	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	5	4
9	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	3	3
10	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	3	2
11	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	4	3
12	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	3	3	0
13	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	2	4	2
14						1	1	0	1	1	?	5	5
15	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	2	1
16	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	3	4	1
17	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0
18	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	-1
19	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0
20	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	-1
21	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0
											1,3	2,5	1,2

tabel 20: resultaten leerling enquête kennis en vaardigheidsoverdracht, B (objectief).

Eis nummer	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	Aantal correcte antwoorden zonder gebruik vaardigheidskaars	Aantal correcte antwoorden met gebruik vaardigheidskaart	Verschil in aantal correcte antwoorden
Correcte antwoorden	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1			
Leerling	Antwoord zonder gebruik vaardigheidskaart					Antwoord met gebruik vaardigheidskaart							
1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	5	4	-1
2	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	4	2	-2
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	0
4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	4	4	0
5	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	5	5	0
6	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	2	4	2
7	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	2	4	2
8	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	3	2	-1
9	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	5	5	0
10	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	4	2	-2
11	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	3	4	1
12	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	2	2	0
13	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	5	2	-3
14	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	4	2	-2
15													
16	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	5	4	-1
17	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	5	5	0
18	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	4	3	-1
19													
20	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	5	3	-2
21	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	5	5	0
											3,9	3,4	-0,53

tabel 21: resultaten leerling enquête kennis en vaardigheidsoverdracht, C (oplossingsgericht).

Bijlage 13 – Data

algemene ervaring

Tabel 22, 23 en 24 tonen de antwoorden van leerlingen uit respectievelijk de eerste, de tweede en de vierde klas havo. Links in de tabel staan de letters van de vragen die overeenkomen met de vragen in bijlage 8. Daarnaast staat voor elke leerling het antwoord dat op de enquêtevraag was gegeven. Een 1 komt overeen met het meest positieve

antwoord (linker antwoord in bijlage 8) en een 4 met het meest negatieve antwoord. Bijvoorbeeld: leerling 1, uit de eerste klas havo, had bij vraag A het tweede antwoord gekozen, dat betekent dat leerling 1 liever met dan zonder de vaardigheidskaart werkt (zie bijlage 8 voor de enquêtevragen en antwoorden).

In de rechterkolommen van de tabel staan de gemiddeldes en de standaarddeviaties van de antwoorden van de leerlingen, per vraag weergegeven.

Leerling Vraag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	gemiddelde	std
A	2	3	2	2	2	3	2	1	2	2	2	2	1	2	1	2	1	1	3	2	3		2,0	0,67
B	2	2	2	2	2	2	3	2	2		2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2		2,0	0,32
C	1	3	2	2	2	3	1	1	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1	2	1	2		1,6	0,67
D	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2	3	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2		1,9	0,48
E	1	1	1	1	1	2	2	1	2	2	3	1	2	2	2	2	2	2	3	1	1		1,7	0,66
F	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	3	1	2	1	1		2	2	2	2	2		1,5	0,60

tabel 22: algemene ervaring 1 havo.

Leerling Vraag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	gemiddelde	std
A	2	2	2	2	1	3	3	2	3	2,2	0,67
B	2	4	4	2	2	2	2	2	3	2,6	0,88
C	2	2	1	2	2	3	3	2	3	2,2	0,67
D	2	3	4	2	2	2	2,5	3	3	2,6	0,70
E	1	2	1	2	1	2	2	2,5	3	1,8	0,71
F	2	3	4	2	1	2	2	2,5	3	2,4	0,86

tabel 23: algemene ervaring 2 havo.

Leerling Vraag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	gemiddeld	std
A	3	3	3	2	2	2	2	3	2	2	3	3	2	2	3	2	2	2,4	0,51
B	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	3	2,5	2	2	2	2	4	2,3	0,58
C	4	3	4	2	3	3	2	2	2	3	4	4	3	2	2	2	2	2,8	0,83
D	3	2	3	3	2	2	2	2	2	2	1	3	3	2	2	1	2	2,2	0,64
E	2		2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	1	4	2,1	0,62
F	2	2	3	3	3	2	1	2	2	2	2	3	2	2	2	2	4	2,3	0,69

tabel 24: algemene ervaring 4 havo.