

“EFFECTONDERZOEK ROBOT TECHNIEK LAB; DE NULMETING”

Student: T. Padmoes – s0205214

Begeleider Atlas Advies: S. ter Haar

Begeleider UT 1: Dr. H.G.M. Oosterwijk

Begeleider UT 2: Dr. M. van Gerven-Haanpää

VOORWOORD

Dit verslag is het eindproduct van mijn bacheloropdracht voor Technische Bedrijfskunde. In dit verslag heb ik geprobeerd de nulmeting van het effectonderzoek zo goed mogelijk uit te voeren. Ik ben benieuwd wat de uiteindelijke conclusies over de effecten van het project RTL zijn na de nameting. Ik wens de volgende persoon in ieder geval veel succes met de uitvoering daarvan.

Via deze weg wil ik de personen bedanken die mij hebben geholpen bij de totstandkoming van dit verslag. Allereerst wil ik mijn externe begeleider Sabine ter Haar van Atlas Advies en mijn interne begeleider Herman Oosterwijk van de Universiteit Twente bedanken. Daarnaast wil ik ook Eefje van Dijken van de Saxion Hogescholen bedanken, regelmatig kon ik bij haar terecht voor nuttige tips. Ook Minna van Gerven wil ik bedanken voor haar optreden als meelezer. Als laatste wil ik ook Geert Wieffer van Techno Centrum Flevoland bedanken omdat hij mij van veel informatie heeft voorzien en geholpen heeft bij de data verzameling van het onderzoek.

SAMENVATTING

Enige tijd geleden is men in Flevoland begonnen met het project Robot Techniek Lab (RTL). Dit project heeft als doel de kennisontwikkeling op het gebied van robotica in het onderwijs en bedrijfsleven te bevorderen. Onderdeel van dit project zijn enkele onderwijskundige interventies en het oprichten van een fysiek Robot Techniek Lab. Het Robot Techniek Lab is een omgeving waar studenten van verschillende onderwijsinstellingen samen met het bedrijfsleven kunnen werken aan robot gerelateerde projecten. Op deze manier beoogt men de kennis over het vakgebied robotica te vergroten. Voor dit project krijgt men overheidssubsidie en een voorwaarde is dat er een effectonderzoek dient plaats te vinden bestaande uit een nul- en nameting. Dit verslag betreft de nulmeting van het effectonderzoek.

Een effectonderzoek bestaat uit een uitgangssituatie (= nulmeting) en een één-situatie (= nameting). Door deze twee situaties van voor- en na het project met elkaar te vergelijken kunnen de effecten van het project RTL bepaald worden. Bij de nulmeting is het daarvoor van belang om geschikte indicatoren vast te stellen die de uitgangssituatie en de één-situatie kunnen meten. Daarom staan de volgende twee onderzoeksvragen centraal in dit verslag:

- 1. Welke kernindicatoren zijn geschikt om de situatie van het project RTL tijdens de nul- en nameting te bepalen?*
- 2. Wat zijn de waardes van deze kernindicatoren tijdens de nulmeting?*

Om geschikte kernindicatoren te vinden is er gekeken naar de beoogde effecten van het project. Daarnaast is er gekeken wat er in de literatuur wordt aangedragen over kennisontwikkeling van robotica in het onderwijs. Aan de hand daarvan zijn negen verschillende kernindicatoren opgesteld.

1. Mate van aantrekkingskracht robot techniek onderwijs
2. Attitude tegenover het vakgebied robotica
3. Mate van kennis over het vakgebied robotica
4. Mate van aantrekkingskracht technische vervolgopleiding of baan
5. Informatie over robot gerelateerde projecten
6. Mate van Action Based Learning in het onderwijs
7. Studiemateriaal en onderwijsvoorzieningen voor robotica onderwijs
8. Koppeling tussen bedrijfsleven – onderwijs
9. Verwachtingen van het project RTL

Deze kernindicatoren zijn verdeeld over drie onderzoekspopulaties: studenten, docenten en bedrijven. De data verzameling heeft vervolgens plaatsgevonden door vragenlijsten/interviews af te nemen.

Uit de resultaten komt naar voren dat er op het huidige moment in de uitgangssituatie relatief weinig robotica projecten plaatsvinden. Op dat gebied kan het project RTL vooruitgang boeken om zo de kennisontwikkeling op het gebied van robotica in het onderwijs te bevorderen. Hierdoor zal dan ook de koppeling tussen het bedrijfsleven-onderwijs verbeterd worden en worden de opleidingen meer praktijkgericht. Voor de voortgang van het project is van belang dat de betrokken partijen, onderwijsinstellingen en het bedrijfsleven, op één lijn zitten. Het blijkt dat beide partijen niet helemaal wat ze van elkaar kunnen en van het project RTL kunnen verwachten.

INHOUD

Voorwoord.....	1
Samenvatting.....	2
1 Inleiding.....	5
1.1 Achtergrond.....	5
1.2 Aanleiding van het onderzoek.....	6
1.3 Doelstelling van het onderzoek.....	6
1.4 Probleemstelling en onderzoeksvragen.....	7
1.5 Beoogde effecten van project RTL.....	8
2 Theoretisch kader.....	9
2.1 Beleidsgericht leren.....	9
2.2 Theorie achter beleidsevaluatie.....	10
2.3 Onderzoeksontwerp.....	11
2.4 Robotica in het onderwijs.....	13
2.5 Kernindicatoren.....	14
3 Operationalisering.....	15
4 Onderzoeksontwerp.....	21
4.1 Onderzoekspopulatie.....	21
4.1.1 Onderwijsinstellingen.....	21
4.1.2 Bedrijven.....	21
4.2 Data verzameling.....	21
4.3 Data analyse.....	22
5 Resultaten en analyse.....	23
5.1 Responsgegevens per onderzoekspopulatie.....	23
5.2 Mate aantrekkingskracht robot techniek onderwijs.....	24
5.2.1 Top 3 redenen voor keuze van de opleiding.....	24
5.2.2 Verwachtingen en realiteit opleidingen.....	25
5.2.3 Beleving technisch onderwijs.....	26
5.2.4 In- en uitstroomgegevens.....	27
5.3 Attitude tegenover het vakgebied robotica.....	28
5.3.1 Studenten.....	28
5.3.2 Docenten.....	29
5.3.3 Bedrijven.....	32
5.4 Mate van kennis over robotica.....	35
5.5 Aantrekkingskracht technische vervolgopleiding of baan.....	36

5.5.1	Keuze: technische vervolgopleiding op HBO	37
5.5.2	Stoppen met studeren en een baan zoeken.....	38
5.6	Informatie over robot gerelateerde projecten	38
5.7	Mate van Action Based Learning in het onderwijs	39
5.8	Studiemateriaal en onderwijsvoorzieningen voor robotica in het onderwijs	40
5.9	Koppeling bedrijfsleven – onderwijs.....	43
5.10	Verwachtingen van het project RTL	43
5.10.1	Docenten.....	43
5.10.2	Bedrijven	44
6	Conclusie en aanbevelingen.....	45
6.1	Conclusie	45
6.2	Aanbevelingen.....	50
7	Discussie.....	51
8	Bibliografie.....	52
	Bijlage 1 – Projectplan RTL.....	55
	Bijlage 2 – Vragenlijst MBO leerlingen.....	56
	Bijlage 3 – Vragenlijst docenten.....	65
	Bijlage 4 – Vragenlijsten bedrijven	73
	Bijlage 5 – Resultaten	83

1 Inleiding

1.1 ACHTERGROND

Robotica speelt een steeds grotere rol in de samenleving en in de toekomst zal dit alleen nog maar toenemen. Verwacht wordt dat het Nederlandse industriële productieproces zich op de langere termijn zal ontwikkelen tot een 24/7 inrichting waarbij de mens grotendeels vervangen wordt door robots. De omzet in de robot markt zal naar verwachting in het jaar 2025 verdrievoudigd zijn vergeleken met het jaar 2010 (RoboNed, 2011). Niet alleen het bedrijfsleven maar ook de consument zal steeds meer in aanraking komen met robotica. De belangrijkste roboticaspelers van Europa zien een grote rol weggeld voor robots op medisch gebied (met het oog op vergrijzing), in de beveiliging en in militair aspect (Visie Europa op toekomst robot, 2009).

Er is geen twijfel over mogelijk dat het vakgebied robotica veel potentie heeft. Het probleem is echter dat bedrijven weinig kennis in huis hebben over het toepassen van robottechnologie in de bedrijfsvoering. In het bijzonder in de provincie Flevoland, waar veel MKB bedrijven gevestigd zijn, geldt voor veel bedrijven dat het lastig is om robottechnologie toe te passen. Dit wordt voornamelijk veroorzaakt door de complexiteit van het vakgebied op operationeel en financieel gebied. Daarnaast blijft het aanbod van technisch personeel achter bij de vraag. Verwacht wordt dat er een tekort dreigt aan goed opgeleid technisch personeel (Automobiel Management, 2011). De huidige technische opleidingen kampen met een stoffig imago wat de instroom van technisch personeel ook niet bevordert (Stichting voor Industriebeleid en Communicatie, 2002). Robotica heeft juist een bijzondere aantrekkingskracht op jongeren waardoor de belangstelling voor technische opleidingen gestimuleerd kan worden (Linde, 2010). Verder hebben bedrijven behoefte aan werknemers opgeleid met het nieuwe denken; productgericht ¹ i.t.t. productiegericht² (Kansen voor robotica, 2012).

Al deze zaken waren reden genoeg voor het bedrijfsleven en verschillende onderwijsinstellingen om te beginnen aan het project genaamd Robot Techniek Lab (RTL). Het doel van project RTL is om de kennisontwikkeling op het gebied van robotica bij het onderwijs en bedrijfsleven te stimuleren. Het project omvat enkele onderwijsvernieuwingen op het MBO en HBO en daarnaast is men ook van plan een fysiek Robot Techniek Lab op te richten. Dit lab is een veelzijdige praktijkomgeving waar studenten de mogelijkheid krijgen om robot gerelateerde projecten in samenwerking met het bedrijfsleven uit te voeren. In deze omgeving worden vele aspecten van robottechnologie gebruikt om te leren, demonstreren, ontwikkelen en te onderzoeken. Werknemers van verschillende sectoren kunnen door het RTL worden bijgeschoold in nieuwe robottechnieken. Dit alles dient ervoor te zorgen dat er meer vakkundig technisch personeel opgeleid wordt en bovendien leidt tot een betere kennisontwikkeling op het gebied van robotica in het onderwijs en bedrijfsleven. In

¹ Productgericht: product vanuit nieuwe techniek optimaliseren.

² Productiegericht: producten vanuit het productieproces optimaliseren.

Bijlage 1 – Projectplan RTL staat het project plan en de beoogde effecten van project RTL uitgebreid beschreven.

In het kort komt robotica neer op de kennis en kunde over alles wat met robots te maken heeft. Daarbij wordt kennis uit verschillende vakgebieden gecombineerd, waaronder elektrotechniek, werktuigbouwkunde en ICT. In het project RTL is de definitie van een robot als volgt geformuleerd:

‘Een robot is een geautomatiseerde mechaniek, die semiautonom of volledig autonoom fysieke taken (op basis van sensoren of lerende algoritmen) kan volbrengen.’

1.2 AANLEIDING VAN HET ONDERZOEK

Subsidieverlener van het project is het Platform Beroepsonderwijs (HPBO). Een voorwaarde van HPBO is dat er een onderzoek wordt uitgevoerd naar de effecten van het project RTL bestaande uit een nul- en nameting, m.a.w. een evaluatie van de beleidseffecten. Het doel van een dergelijke evaluatie van de beleidseffecten is het voorzien van een geloofwaardige en overtuigende presentatie van de werkelijke effecten van een beleidsinterventie of –instrument. Dit kan dan als basis dienen voor een oordeel over de voortzetting of beëindiging van die interventie of instrument (van de Graaf & Hoppe, 1996). In het verleden is er al het nodige onderzoek gedaan naar effectonderzoek. In complexe situaties kan het bijzonder ingewikkeld zijn om een bepaalde oorzaakgevolg relatie te isoleren uit een web van variabelen. Het is van belang in dit onderzoek dat de causale toerekening van het effect aan de beleidsinterventie (= het project RTL) correct geïdentificeerd wordt. Om de causale toerekening op wetenschappelijk verantwoorde wijze aan te tonen dient men in de praktijk situaties te zoeken of condities te scheppen waarin het wetenschappelijke experiment zo dicht mogelijk wordt benaderd (Campbell & Stanley, 1966).

1.3 DOELSTELLING VAN HET ONDERZOEK

Men krijgt op basis van het “innovatiearrangement” van het Platform Beroepsonderwijs (HPBO) subsidie voor dit project. Deze regeling heeft als doel om de samenwerking tussen het beroepsonderwijs en het bedrijfsleven te bevorderen via innovatiearrangementen. Het effectonderzoek dient gegevens op te leveren over de effectiviteit van de gebruikte methodes/interventies ten aanzien van de doelstellingen van het project. Het onderzoek moet op vier niveaus gegevens op leveren:

1. Op het vlak van sturing van het proces: de mate waarin condities van effectief innoveren (mate van eigenaarschap³, inspirerend concept⁴, professionele aanpak, duidelijke resultaten⁵ en expliciet leren) zijn gerealiseerd. Het gaat hierbij om het monitoren van de projectaanpak en –sturing.
2. Op het vlak van inhoud van innovatie: de mate waarin nieuwe praktijken (aanpakken, producten, processen) zijn gerealiseerd. De inhoud van de activiteiten staat hier centraal.
3. Op het vlak van effecten van de innovatie: de mate waarin kwantitatieve en kwalitatieve effecten op het niveau van de doelgroepen (deelnemers, docenten, managers, bedrijven) zijn bereikt. Dit is het effectonderzoek en richt zich op de effectiviteit van de gebruikte interventies/handelingen/methodes voor de deelnemers en in hoeverre daarbij de doelstellingen zijn behaalt.

³ De mate waarin betrokkenen van het project zich eigenaar van het proces voelen.

⁴ De mate waarin er bezieling en bevoegenheid van de betrokkenen in het proces zit.

⁵ De mate waarin het er duidelijkheid gecreëerd is over wat een project moet opleveren.

4. Op het vlak van de samenhang tussen 2 en 3: de mate waarin er aantoonbare relaties zijn tussen de nieuwe praktijken en de beoogde effecten.⁶

Het effectonderzoek bestaat uit twee metingen; een nul- en een nameting. Het is de bedoeling om de situatie van het project RTL tijdens de nul- en nameting te bepalen en vervolgens deze met elkaar te vergelijken. Op die manier kunnen zo de effecten van het project RTL vastgesteld worden. Dit verslag beslaat alleen de nulmeting en de nameting zal waarschijnlijk in april 2013 plaatsvinden. Bij de nulmeting is het van belang om kernindicatoren vast te stellen die de situatie tijdens de nul- en nameting kunnen bepalen. Het doel van de dit onderzoek luidt daarom als volgt:

‘Het vaststellen van geschikte kernindicatoren en vervolgens deze te meten tijdens de nulmeting.’

1.4 PROBLEEMSTELLING EN ONDERZOEKSVRAGEN

Het vaststellen van geschikte indicatoren is niet eenvoudig. Het project RTL is een omvangrijk project waar veel factoren invloed hebben op de effecten. De kernindicatoren die gekozen worden moeten aan twee eisen voldoen: 1. De indicatoren moeten de effecten kunnen meten die aan het project RTL toe te schrijven zijn 2. De indicatoren moeten de situatie van het project RTL tijdens de nul- en nameting kunnen bepalen. Het gaat hier om een beschrijvend probleem. De probleemstelling van dit onderzoek luidt als volgt:

“Hoe kunnen de effecten van het project RTL bepaald worden ten aanzien van kennisontwikkeling op het gebied van robotica in het onderwijs?”

Het effectonderzoek dient daarnaast rekening te houden met de voorwaarden die het HPBO aan het onderzoek heeft gesteld, zie paragraaf 1.3. De probleemstelling valt vervolgens onder te verdelen in de volgende twee deelvragen:

‘Q1: Welke kernindicatoren zijn geschikt om de situatie van het project RTL tijdens de nul- en nameting te bepalen?’

‘Q2: Wat zijn de waardes van deze kernindicatoren tijdens de nulmeting?’

⁶ Het aantonen van de relaties tussen 2 en 3 zal nog niet kunnen aangezien het project RTL nog in de opstartfase zit. Echter kan er wel onderzocht worden hoe het project ingericht kan worden om deze relatie tijdens de nameting zo goed mogelijk te onderzoeken.

1.5 BEOOGDE EFFECTEN VAN PROJECT RTL

In het projectplan heeft men kort de beoogde effecten geformuleerd van het project RTL. Deze luiden als volgt (Atlas Advies, 2011):

Jongeren leren samenwerken aan praktisch robotgerelateerde vraagstukken (Action Based Learning) in MBO en HBO.	Output: jaarlijks minimaal 10 (groeïend naar 20) projecten waarin vraagstukken vanuit bedrijven (gerelateerd aan robottechniek) worden opgepakt door studenten in een onderwijstraject.
Input en inzet van jongeren leidt tot anders kijken en 'cross-overs'.	Output: er worden praktisch toepasbare oplossingen gevonden in een combinatie van hardware en software en 'human interaction/human interface' in vele toepassingsgebieden (industrie, zorg, agrarisch)
Samenwerking tussen bedrijfsleven en onderwijs versterkt vernieuwing in bedrijven en onderwijs.	Output: kennis vanuit bedrijven wordt toegankelijk en gebruikt in het creëren van oplossingen. Bij meer dan 50% van de projecten zijn min. 3 partijen actief.
Vorming en instandhouding van een multidisciplinaire robottechniek omgeving waarin deskundigheid en middelen van vele partijen samenkomen.	Output: een aantrekkelijk en goed geoutilleerd Robot Techniek Lab die gonst van de bedrijvigheid.
Jongeren voelen zich zodanig aangetrokken tot aantrekkelijke vormen van multidisciplinair en toepassingsgericht (robot) techniek onderwijs.	Output: de instroom van in de relevante opleidingen stijgt met minimaal 30%.
Bedrijven voelen zich aangetrokken tot deze robottechniek omgeving.	Output: trainingen, demonstraties, ontwikkeling- en onderzoeksprojecten voor bedrijven maken een substantieel onderdeel uit van de exploitatie.

Tabel 1: Beoogde effecten van het project RTL zoals ze geformuleerd staan in het projectplan.

Samengevat komen de beoogde effecten van het project RTL neer op de volgende punten:

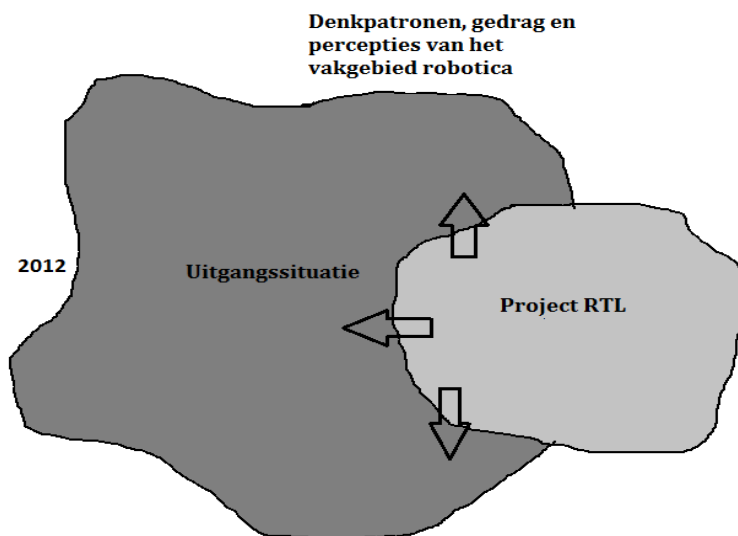
- Het uitvoeren van robot gerelateerde projecten in samenwerking met bedrijven
- Robot techniek onderwijs d.m.v. Action Based Learning
- Intensieve samenwerking tussen bedrijfsleven en onderwijs
- Een omgeving met (onderwijs)voorzieningen waar studenten en bedrijven samen aan robot gerelateerde vraagstukken kunnen werken
- Vergroten van de aantrekkingskracht van (robot) techniek onderwijs

2 THEORETISCH KADER

Alvorens te beginnen met het vaststellen van de kernindicatoren, is het van belang om te bekijken wat er in de literatuur wordt aangedragen betreffende beleid en effectonderzoek. In dit hoofdstuk wordt daarom als eerst gesproken over beleidsgericht leren; de manier waarop beleid veranderingen teweeg probeert te brengen. Vervolgens wordt de theorie over beleidsevaluatie en het gekozen onderzoeksontwerp besproken. Daarna wordt besproken wat men in de literatuur aandraagt over kennisontwikkeling van robotica in het onderwijs. In de laatste paragraaf worden uiteindelijk de kernindicatoren, die tijdens het effectonderzoek gebruikt gaan worden, vastgesteld.

2.1 BELEIDSGERICHT LEREN

‘Beleid is een (politiek bekrachtigd) plan voor de aanpak, liefst een oplossing, van een maatschappelijk probleem. Men heeft een probleem als men een kloof ‘ziet’ tussen een maatstaf (beginsel, ideaal, norm, criterium) en een voorstelling van een bestaande of toekomstige situatie’ (Hoppe, Jeliaskova, van de Graaf, & Grin, 1998, p. 14). Het uiteindelijk doel van beleid is een gedragsverandering te veroorzaken en daarvoor zijn prikkels (= beleidsinterventie) nodig om dat te bewerkstelligen. Dit proces noemt men beleidsgericht leren en door de leereffecten van een project zal het gewenste gedrag optreden. In het project RTL wordt het maatschappelijk probleem gevormd door het feit dat er een groeiende vraag naar robotica zal zijn en er te weinig kennis in huis is bij bedrijven (en onderwijs) om aan die vraag te voldoen. Daarom heeft het project RTL als doel om de kennisontwikkeling over robotica in het onderwijs en het bedrijfsleven te bevorderen. Bij het project RTL probeert men dit te bereiken door de deelnemers nieuwe achtergrondinzichten bij te leren. Dit houdt in dat de deelnemers nieuwe denk- en werkwijzen leren over het vakgebied robotica. Hierdoor zal hun kader van denkbeelden en werkwijzen over robotica veranderen. Figuur 1 illustreert dit proces.



Figuur 1: Illustratie van het kader van denkpatronen, gedrag en perceptie van het vakgebied robotica.

Het kader van de beleidsmakers van het project RTL verschilt in het begin sterk van die van de deelnemers. Door de leereffecten van het project zal dit veranderen. De kennis over robotica zal toenemen en daarnaast zorgt het project RTL voor feedbackloops met betrekking tot de effectiviteit van toepassingen van robotica. Op deze manier tracht het project RTL de

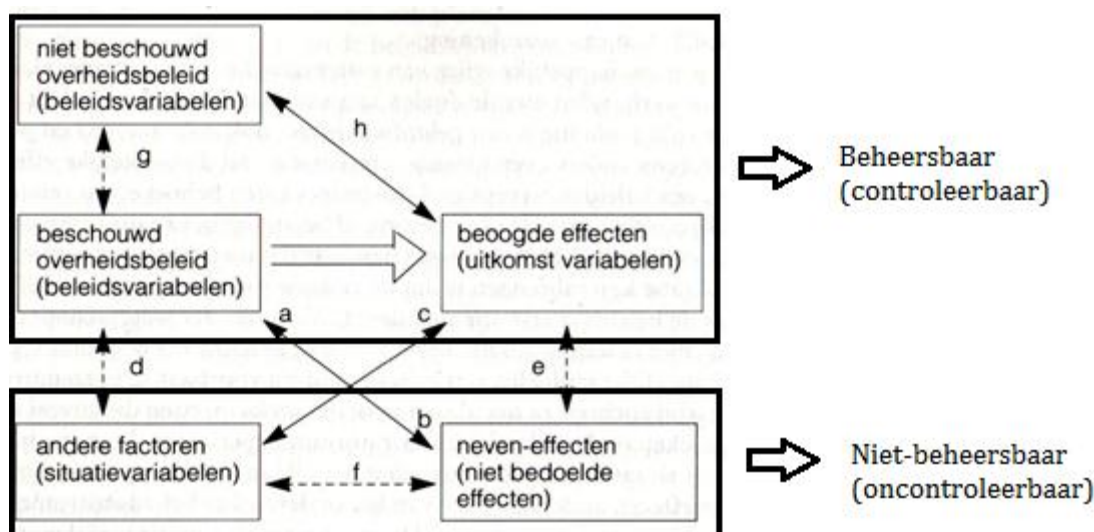
denkbeelden en werkwijzen van de deelnemers te beïnvloeden wat uiteindelijk leidt tot ander gedrag. Op het eind van het project zal het kader van de deelnemers waarschijnlijk veranderd zijn in vergelijking met het begin.

2.2 THEORIE ACHTER BELEIDSEVALUATIE

Effectonderzoek betreft in essentie een evaluatie van de beleidseffecten van het RTL. Volgens van de Graaf & Hoppe (1996) is het doel van een dergelijke evaluatie een geloofwaardige en overtuigende presentatie van de effecten van een beleidsinterventie, ten behoeve van een oordeel over de voortzetting of beëindiging van die interventie of instrument (van de Graaf & Hoppe, 1996).

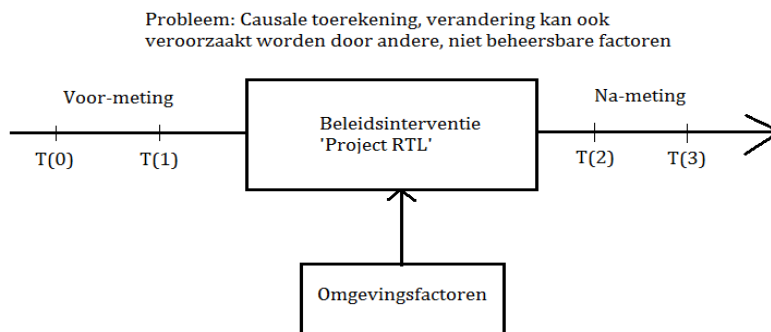
Er bestaan zes stappen in beleidsevaluatie: (1) theoretische onderbouwing (theorie achter het beleid), (2) conceptualisatie (concepten gerelateerd aan het proces van implementatie), (3) operationalisatie, (4) data verzameling, (5) analyse van resultaten en (6) bevindingen en conclusies (Simon, Public Policy: Preferences and Outcomes, 1968). De theoretische onderbouwing betreft de theorie achter het beleid dat tot een bepaalde verandering zou moeten leiden. In het geval van het project RTL betreft dat de theorie over kennisontwikkeling van robotica in het onderwijs en hoe dit het beste toegepast zou moeten worden om zo de gewenste effecten te bereiken. Conceptualisatie gaat over de theorieën en concepten over de implementatie van het beleid. Een voorbeeld hiervan is het organisatorische ontwerp van het beleid, de coördinatie van activiteiten onder het personeel enz. Over de implementatie van het beleid bij het project RTL liggen echter geen theorieën of concepten aan ten grondslag en zal ook niet worden behandeld. Operationalisatie betreft het opstellen van indicatoren die de situatie moeten kunnen meten. Deze indicatoren worden afgeleid uit de theoretische onderbouwing. Vervolgens dienen de indicatoren tijdens de data verzameling gemeten en daarna geanalyseerd te worden. Uiteindelijk volgen hieruit de conclusies en aanbevelingen.

Bij elke beleidsevaluatie heeft men te maken met verschillende variabelen die een rol spelen in het geheel, namelijk beleidsvariabelen, situatievariabelen en uitkomstvariabelen. Elk van deze variabelen heeft een bepaalde relatie met elkaar, dit wordt weergegeven in de variabelen kluwen, zie Figuur 2.



Figuur 2: Variabelen kluwen bij een effectonderzoek (van de Graaf & Hoppe, 1996).

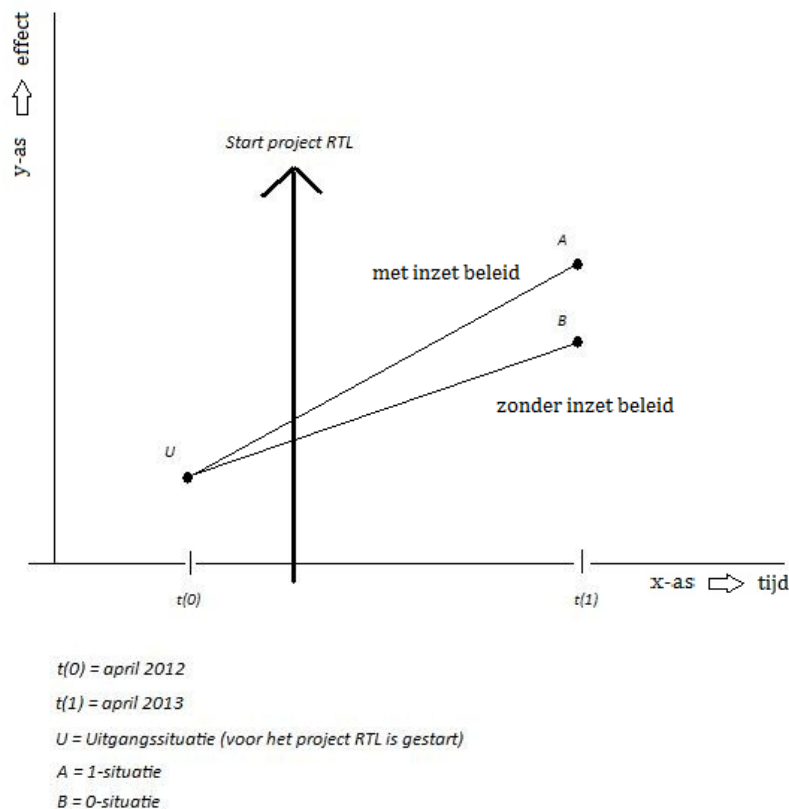
De situatievariabelen zijn variabelen waar de beleidsmakers geen invloed op kunnen uitoefenen, bijv. de groei van de robotica markt in de komende jaren. De beleidsvariabelen komen voort uit het project RTL en deze kunnen de beleidsmakers uiteraard wel controleren. Uitkomstvariabelen zijn het resultaat van de beleidsvariabelen en situatievariabelen. Om de bereikte effecten te verklaren, zal er onderscheid gemaakt moeten worden tussen de bijdrage van beleidsvariabelen en die van de situatievariabelen. Het probleem kan echter zijn dat bijv. de beleids- en situatievariabelen samenhangen waardoor het moeilijk te onderscheiden is wat de bijdrage is van het beleidsinstrument (relatie d), daarnaast kunnen er ook neveneffecten optreden of niet-beschouwde beleidsvariabelen kunnen een rol spelen. De variabelen kluwen illustreert de problematiek rond de causale toerekening (oorzaakgevolg relatie) van een bepaald beleid. Het kan in complexe situaties bijzonder ingewikkeld zijn om een bepaalde oorzaakgevolg relatie te isoleren uit een web van variabelen om zo de effecten te meten die toe te wijzen zijn aan het gevoerde beleid.



Figuur 3: Beleidsevaluatie onderzoek en het probleem van causale toerekening.

2.3 ONDERZOEKSONTWERP

Om de causale toerekening op wetenschappelijk verantwoorde wijze aan te tonen zijn er verschillende onderzoeksmethodes ontwikkeld. Belangrijk is dat de gekozen onderzoeksmethode ook uitvoerbaar is in de praktijk. Het rapport 'Heeft beleid effect?' van de afdeling Beleidsanalyse van het Ministerie van Financiën introduceert een aantal praktijkgerichte onderzoeksmethodes voor beleidsevaluatie. Dit rapport wijst ook op het feit dat er in sommige gevallen rekening gehouden dient te worden met autonome ontwikkelingen. Autonome ontwikkelingen zijn ontwikkelingen die hoe dan ook plaats hadden gevonden, met of zonder beleidsinterventie. In het geval van het project RTL is dit waarschijnlijk ook van toepassing. Bedrijven/onderwijs zullen wellicht ook zonder het project RTL innoveren op het gebied van robotica. Het onderzoeksontwerp '*effectenonderzoek*' dat door het rapport 'Heeft beleid effect?' naar voren wordt geschoven houdt hier rekening mee en is de meest geschikte methode om te toe te passen bij het project RTL. Figuur 4 toont het model van dit onderzoeksontwerp.



Figuur 4: Model van het effectenonderzoek voor project RTL (van de Graaf & Hoppe, 1996).

Voordat het project RTL begint bestaat de uitgangssituatie U en deze wordt gemeten tijdens de nulmeting in april 2012. Nadat het project RTL heeft plaatsgevonden bestaat er de één-situatie A en deze wordt op zijn beurt gemeten tijdens de nameting in april 2013. Door beide metingen met elkaar te vergelijken kunnen de effecten van het project RTL bepaald worden. Om rekening te houden met de autonome ontwikkelingen die ook plaatsvinden zonder de inzet van het beleid bestaat er een hypothetische nul-situatie B . De hypothetische nul-situatie B kan niet gemeten worden maar dient voorspeld te worden op basis van theorie. In complexe situaties zoals in het project RTL is het echter moeilijk om de hypothetische nul-situatie te voorspellen. Bij dit effectonderzoek staan er eigenlijk twee vragen centraal die beantwoord dienen te worden:

1. Is er een verandering opgetreden in de situatie?
2. Is die verandering toe te rekenen aan het gevoerde beleid?

Vraag 1 kan beantwoord worden door de uitgangssituatie te meten en deze te vergelijken met de één-situatie. Op deze manier kan geconstateerd worden of er inderdaad een verandering is opgetreden. Bij vraag 2 moet vervolgens bepaald worden of deze verandering toe rekenen is aan het project RTL. Vraag 2 draait dus om de causale toerekening van het project RTL. Om beide vragen zo goed mogelijk te beantwoorden dienen er kernindicatoren opgesteld te worden die de uitgangssituatie en de één-situatie correct kunnen meten. Geschikte kernindicatoren kunnen afgeleid worden uit de beoogde doelen/effecten van het project RTL.

2.4 ROBOTICA IN HET ONDERWIJS

Het voornaamste doel van het project RTL is om de kennisontwikkeling van robotica met name in het onderwijs te bevorderen. In de literatuur gebruikt men hiervoor de term '*educational robotics*'. Educational robotics heeft de laatste jaren aan populariteit gewonnen in het onderwijs. Het heeft namelijk niet alleen als doel kennis over robotica te vergroten, maar is tegelijkertijd ook een onderwijsmethode die leerlingen in staat stelt om bepaalde belangrijke vaardigheden te beoefenen (Denis & Hubert, 2001). Dit zijn vaardigheden zoals logisch redeneren, plannen, ontwerpen en creatief denken. Robotica leent zich uitstekend als vakgebied voor leerlingen om deze vaardigheden en concepten zich eigen te maken (Maia, da Silva, & de S. Rosa, 2009). Dit komt mede doordat robotica een multidisciplinair vakgebied is. Bij robotica kan men een systeem/machine ontwerpen waarbij kennis uit de werktuigbouwkunde, elektrotechniek en mechatronica gecombineerd wordt. Daarnaast is robotica in het onderwijs zo geschikt omdat de nadruk ligt op het fysieke/visuele aspect. Robots zijn namelijk de fysieke weergave van een stel geïntegreerde systemen (Weinberg & Yu, 2003).

Educational robotics is eigenlijk een vorm van Action Based Learning toegespitst op robotica. Action Based Learning (ABL) is een van de speerpunten van het project RTL en staat ook vermeld in de beoogde effecten van het project, zie 1.5. ABL is een methode om de leerling op een actieve manier kennis te laten opdoen over een bepaald onderwerp (Pedler, 2011). Dit gebeurt door de jongeren echte praktijkgerichte problemen te laten oplossen (in de literatuur noemt men dit zogenaamde '*real world problems*'). Dit zijn dan meestal projecten waar leerlingen in groepsverband samen aan werken. Gedurende het uitvoeren van deze projecten beoefenen de leerlingen dan een scala aan vaardigheden zoals research-, planning-, critical thinking- en problem-solving skills (Congdon & Congdon, 2011).

Het toepassen van educational robotics in het onderwijs kent een groot aandeel voordelen. Het is een veel gehoord geluid dat technische opleidingen niet praktijkgericht genoeg zouden zijn (Onderwijsraad, 2011). Omdat bij educational robotics de projecten real world problems betreffen ligt de focus erg op de praktijk en bedrijven hechten daar waarde aan. De vaardigheden die de leerlingen opdoen kunnen van groot belang zijn als ze later aan de slag willen in het bedrijfsleven. Met andere woorden: de koppeling tussen het bedrijfsleven en onderwijs wordt beter daardoor.

Daarnaast is het bij technisch onderwijs vaak moeilijk om de leerlingen te motiveren (Maia, da Silva, & de S. Rosa, 2009). ABL is een onderwijsmethode die leerlingen juist op een krachtige wijze weet te motiveren (Karahoca, Karahoca, & Uzunboylub, 2011). Doordat de koppeling tussen theorie en praktijk zichtbaar gelegd worden komen de leerlingen in een tastbare en veel werkelijkere omgeving terecht. Gevolg is dat ze meer belangstelling tonen en een betere houding ontwikkelen tegenover het vakgebied robotica. Het is bewezen dat beter gemotiveerde leerlingen kennis ook sneller tot zich nemen (Vansteenkiste, Soenens, Sierens, & Lens, 2005). Educational robotics maakt technisch onderwijs dus aantrekkelijker voor jongeren. Gevolg hiervan kan zijn dat wellicht meer jongeren kiezen voor een bèta opleiding.

Samenvattend komen er een aantal kenmerken en aspecten naar voren waar educational robotics bekend om staat, namelijk:

- Het toepassen van Action Based Learning als onderwijsmethode
- Het vergroten van de motivatie en belangstelling voor het vakgebied robotica

- Het uitvoeren van praktijk gericht robotica projecten
- Het bevorderen van de (basis)kennis over robotica
- Het dichten van het gat tussen theorie en praktijk
- Het bevorderen van de koppeling tussen onderwijs en bedrijfsleven

2.5 KERNINDICATOREN

Om de uitgangssituatie en de één-situatie te kunnen meten dienen er kernindicatoren opgesteld te worden. Een deel van de kernindicatoren kan afgeleid worden uit de theorie over educational robotics, een andere deel uit de beoogde effecten van het project (zie paragraaf 1.5). Uiteindelijk kunnen er 8 kernindicatoren opgesteld worden die de effecten van het project dienen te meten:

1. Mate van aantrekkingskracht robot techniek onderwijs
2. Attitude tegenover het vakgebied robotica
3. Mate van kennis over het vakgebied robotica
4. Mate van aantrekkingskracht technische vervolgopleiding of baan
5. Informatie over robot gerelateerde projecten
6. Mate van Action Based Learning in het onderwijs
7. Studiemateriaal en onderwijsvoorzieningen voor robotica onderwijs
8. Koppeling tussen bedrijfsleven – onderwijs

3 OPERATIONALISERING

In de operationalisering fase dienen de geselecteerde indicatoren meetbaar gemaakt te worden. In dit hoofdstuk wordt uiteengezet hoe de kernindicatoren getoetst worden. Er is ook nog een 9^e indicator: de verwachtingen die deelnemers hebben van het project RTL. Deze kernindicator is niet zozeer bedoeld om de effecten van het project te meten, maar eerder om belangrijke punten ten aanzien van de voortgang van het project naar boven te halen.

1. Mate aantrekkingskracht robot techniek onderwijs

Het project RTL dient ervoor te zorgen dat het technisch onderwijs leuker en aantrekkelijker wordt voor jongeren. Op die manier hoopt men meer bètatechnici aan zich te binden. Door de aantrekkingskracht van het technisch onderwijs te meten in de nul- en nameting kan vastgesteld worden of het project RTL daarop invloed heeft gehad. Sub indicatoren die daarbij gemeten worden zijn:

- *Reden van keuze voor de opleiding:* De reden waarom studenten voor een bepaalde technische opleiding hebben gekozen. Het Platform Bèta Techniek heeft naar hetzelfde onderwerp ook onderzoek gedaan en zij hebben toen een lijst met redenen opgesteld (Warps, Wartenbergh, Hogeling, Pass, Kurver, & Muskens, 2010).
- *Verwachtingen en waardering van de opleiding:* De verwachtingen die studenten hebben bij aanvang van de opleiding en vervolgens hoe ze dezelfde aspecten beoordelen tijdens de opleiding. Deze aspecten zijn voor een gedeelte afgeleid van een onderzoek van het Platform Bèta Techniek naar de verwachtingen die studenten hadden van hun opleiding (Warps, Wartenbergh, Hogeling, Pass, Kurver, & Muskens, 2010). Bij deze vraag wordt ook ingegaan op de gebruikte werkvormen en leermethoden en hoe de studenten dat ervaren. Werkvormen bestaan er in verschillende variaties zoals teamverband/individueel en praktijk/theorie (Oomen, 2008).
- *Beleving van het technisch onderwijs:* De beleving van het technische onderwijs wordt getoetst. Hierbij wordt er voornamelijk aandacht gegeven aan typische kenmerken van technisch onderwijs zoals praktijkgericht onderwijs en bètavakken.
- *In- en uitstroomgegevens:* Analyse van de in- en uitstroomgegevens van de afgelopen 5 jaar kunnen een goed beeld geven van de in- en uitstroom van de relevante opleidingen.

2. Attitude tegenover het vakgebied robotica

Het project RTL heeft als doel deelnemers enthousiast te maken voor het vakgebied robotica. Men hoopt met het project RTL de attitude/houding van deelnemers tegenover het vakgebied robotica te veranderen. Door de attitude van deelnemers te meten tijdens de nul- en nameting kan vastgesteld worden of het project daar invloed op heeft gehad. De attitude is een persoonlijke, psychologische neiging om een bepaald object positief of negatief te evalueren. Deze neiging bestaat uit gedachten, gevoelens of gedragsmatige componenten (Researchcentrum voor Onderwijs en Arbeidsmarkt, 2008). Door het meten van ten minste (één) van die drie componenten kan de houding tegenover het vakgebied robotica vastgesteld worden:

- *Gevoel:* Beschrijft of iemand bepaalde emoties heeft bij een bepaald object, bijv. een persoon kan robotica leuk of interessant vinden.

- *Gedachten:* Gedachten zijn denkpatronen over een object, dat kan bijv. zijn dat iemand robotica moeilijk vindt.
- *Gedrag:* Gedrag is of een persoon ook actie onderneemt naar aanleiding van het object, bijv. of men later een baan in het vakgebied robotica wil.

Naast het meten van gevoel, gedachten en gedrag is het ook interessant om te weten wat voor definitie de deelnemers hebben van een robot. Er is daar namelijk veel onenigheid over in de literatuur. Een werkgroep van de Internationale Standard Organization (ISO) die zich buigt over robot standaardisatie heeft in twee jaar nog geen definitie van sociale robots kunnen geven (van de Linde, 2010). Door te kijken wat het perspectief van de deelnemers op de definitie van een robot voor en na het project is, kan gekeken worden of het project RTL daar iets aan veranderd heeft. Er zijn eigenlijk twee type definities van een robot te onderscheiden:

- *Definitie 1:* Een machine is al een robot als het een computergestuurd apparaat is dat in staat is om verschillende taken semiautonoom of volledig autonoom uit te voeren. De machine hoeft niet per se in staat te zijn om te kunnen reageren op de omgeving.
- *Definitie 2:* Een machine is een robot als het een computer gestuurd apparaat is dat in staat is om taken semiautonoom of volledig autonoom uit te voeren waarbij ze hun doen en laten afstemmen op basis van sensoren of leren algoritmen. Tot deze categorie behoren de automatische piloot van een vliegtuig, een auto met automatische achteruitparkeerinstallatie, complexe productierobots in fabrieken en robots in de zorg (bijv. een robot voor in de thuiszorg die bepaalde huishoudelijke taken kan overnemen).

De definitie van een robot kan o.a. bepaald worden door de respondenten te vragen welke machines zij tot een robot zouden rekenen.

3. Mate van kennis over robotica

Eén van de belangrijkste beoogde effecten van het project RTL is de kennis over robotica onder studenten (en bedrijven) te vergroten. Kennis in het algemeen is het geheel van persoonsgebonden deskundigheid (vaardigheden, ervaring, houding, etc.) en vastgelegde gegevens en informatie (documenten, theorieën, procedures, etc.) (Stam, 2004). Kennis is er in twee soorten: theoretische kennis en praktijk kennis (= ervaring). Robotica is een heel breed vakgebied waar veel disciplines uit andere vakgebieden samen komen. Het toetsen van kennis kan het beste gebeuren d.m.v. een assesment maar dit is echter niet mogelijk aangezien de studenten uit verschillende opleidingen komen. Hun kennis zal daardoor erg verschillend zijn. De studenten kunnen echter wel zelf schatten hoe het met hun kennis op de belangrijkste onderdelen van robotica gesteld is. Dit brengt natuurlijk wel enige onzekerheid met zich mee hoe het daadwerkelijk met hun kennis gesteld is.

Robotica bestaat in het kort drie gebieden: 1. Ontwerp en bouw van een robot. 2. Creëren en installeren van computergestuurde systemen. 3. Interactie met de mens d.m.v. sensoren en software enz. (McKee, 2007). Dit valt weer onder te verdelen in de volgende punten (van de Linde, 2010):

- *Metten, regelen, testen van robots*
- *Software/computer systemen*
- *Sensoren en elektronicasystemen*
- *Installatietechniek*

- *Elektrotechniek*
- *Metaaltechniek*
- *Assemblage*

4. Aantrekkingskracht technische vervolgopleiding of baan

Het project RTL wil niet alleen de houding van de deelnemers veranderen en het technisch onderwijs aantrekkelijker maken, uiteindelijk is het doel om ook de deelnemers actief te laten worden in het vakgebied robotica. Door te onderzoeken wat de keuze van de deelnemers is na het MBO en het motief erachter kan gekeken worden of het project RTL hierop invloed heeft gehad. Het Platform Bèta Techniek heeft onderzoek gedaan naar de beweegredenen van studenten om te kiezen voor een vervolgopleiding (Warps, Wartenbergh, Hogeling, Pass, Kurver, & Muskens, 2010). Voor de studenten zijn er drie keuzes mogelijk:

- *Keuze voor een technische vervolgopleiding:* Gekeken wordt welke technische vervolgopleiding de student van plan is te gaan doen en waarom.
- *Keuze voor atechnische vervolgopleiding:* Gevraagd wordt waarom de student besluit om voor een atechnische vervolgopleiding te kiezen.
- *Stoppen met studeren en werken:* Hierbij wordt er gekeken in welke sector de studenten aan de slag willen.

5. Informatie over robot gerelateerde projecten

Educational robotics bestaat uit het uitvoeren van echte praktijk gericht projecten in groepsverband. Het Robot Techniek Lab wil de samenwerking tussen onderwijsinstellingen en het bedrijfsleven stimuleren om samen kennis over robottechnologie te ontwikkelen, demonstreren en te onderzoeken. Dit betekent voor onderwijsinstellingen dat studenten in samenwerking met bedrijven gaan werken aan robot gerelateerde projecten. Daarom is het noodzaak om bij de nulmeting te inventariseren hoeveel en wat voor robot projecten er nu plaatsvinden. Deze indicator dient informatie op de volgende punten op te leveren:

- *Aantal robot gerelateerde projecten binnen het MBO/HBO onderwijs*
- *Aantal betrokken MBO/HBO leerlingen aan robot gerelateerde projecten*
- *Aantal bedrijven betrokken bij robot gerelateerde projecten*
- *Aantal robot gerelateerde projecten in samenwerking met bedrijven*
- *Type project (advies, ontwerp, onderzoek)*
- *Omvang project (aantal studielast uren)*

6. Mate van Action Based Learning in het onderwijs

Een van de effecten die het project RTL te weeg wil brengen is het introduceren van Action Based Learning in het onderwijs. Action Based Learning (ABL) is een methode die tegenwoordig veel gebruikt wordt om de leerling op een actieve manier kennis te laten opdoen.

ABL kent een aantal specifieke kenmerken. Zo worden de opdrachten in groepsverband uitgevoerd en betreffen de problemen/vraagstukken die de leerlingen moeten oplossen meestal 'real world problems'. ABL wordt gekenmerkt door systematisch doorlopen van cycli van plannen, uitvoeren, waarnemen en reflecteren waarbij steeds kritisch nagedacht (=critical thinking) wordt. Leerlingen worden gemotiveerd om kritisch na te denken door het stellen en

herformuleren van vragen, bespreken van ideeën, maken van voorspellingen, verzamelen en analyseren van data, het trekken van conclusies en het communiceren van hun kennis naar anderen (Karahoca, Karahoca, & Uzunboylub, 2011). ABL omvat ook kenmerken van andere bekende leermethoden zoals collaborative learning en peer learning: “the action learning process was designed therefore to entail collaborative and peer learning activities, and participatory, interactive and interdisciplinary learning, all cited as models of good educational practice” (Congdon & Congdon, 2011, p. 222). Globaal komt ABL op het volgende neer:

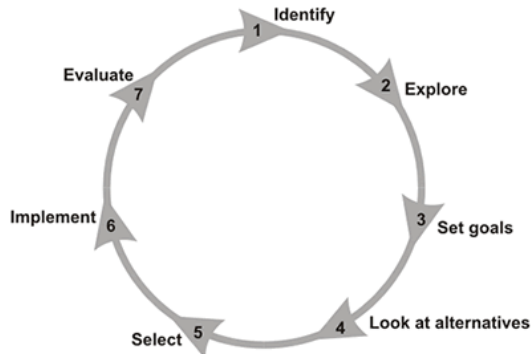
- Vraagstukken/problemen uit de praktijk
- Uitvoeren van opdrachten in teamverband
- Cycli van plannen, uitvoeren, waarnemen en reflecteren
- Critical thinking: stellen en herformuleren van vragen, bespreken van ideeën, voorspellingen maken, verzamelen en analyseren van data, het trekken van conclusies en het communiceren van kennis naar anderen
- Actieve deelname van leerlingen
- Kennis is multidisciplinair
- Peer learning: delen van ideeën, kennis en ervaringen tussen de deelnemers waarbij het doel is van elkaars ervaringen te leren

Karahoca, Karahoca, & Uzunboylub (2011) geven een aantal stappen om Action Based Learning toe te passen in onderwijs in combinatie met robotica. Door te meten in welke mate deze acht stappen toegepast worden, kan gekeken worden in welke mate ABL wordt toegepast. De acht stappen luiden als volgt (Karahoca, Karahoca, & Uzunboylub, 2011, p. 1426):

1. “Engage students in real-world problems; if possible, the students select and define issues or problems: Line tracking robotics development is main problem.
2. Requires students to use inquiry, research, planning skills, critical thinking, and problem-solving skills as they complete the project.
3. Requires students to learn and apply content-specific skills/standards and knowledge in a variety of contexts as they work on the project.
4. Provides opportunities for students to learn and practice interpersonal skills as they work in cooperative teams and, whenever possible, with adults in workplaces or the community.
5. Gives students practice in using the array of skills needed for their adult lives and careers (how to allocate time/resources; individual responsibility, interpersonal skills, learning through experience, etc.) .
6. Includes expectations regarding accomplishments/learning outcomes.
7. Incorporates reflection activities that lead students to think critically about their experiences and to link those experiences to specific learning standards.
8. Ends with a presentation or product that demonstrates learning and is assessed; the criteria could be decided upon by the students.”

Bij punt 2 worden enkele vaardigheden genoemd die de leerlingen dienen te gebruiken. Deze vaardigheden vragen om nader inzicht.

Inquiry en research skills: Inquiry en research skills betreffen ongeveer hetzelfde. Het zijn allebei onderzoeksvaardigheden. Inquiry skills kennen eigenlijk een aantal basic skills: waarnemen, meten, voorspellen, classificeren en communiceren. Inquiry skills worden gebruikt in combinatie met critical thinking, problem solving en creative thinking. Research skills bevatten o.a. het verzamelen en analyseren van data.



Figuur 5: Problem solving (University of South Australia, 2011).

Problem solving skills: Problem solving wordt gekenmerkt door 7 stappen, namelijk: probleem identificatie, probleem onderzoek, doelen opstellen, alternatieven bekijken, alternatief selecteren, implementeren en evalueren.

Critical thinking: Critical thinking is het kritisch nadenken en analyseren van vraagstukken. Critical thinkers staan daarnaast open voor nieuwe ideeën en perspectieven (Kurland, 2000).

7. Studiemateriaal en onderwijsvoorzieningen voor robotica onderwijs

Een van de doelstellingen van het project RTL is om een fysiek Robot Techniek Lab op te richten. Daarmee wil men het studiemateriaal en de faciliteiten om robotica onderwijs te beoefenen verbeteren. Deze indicator dient daarom informatie op te leveren over de kwaliteit van het studiemateriaal over robotica en de onderwijsvoorzieningen voor en na het project. De sub indicatoren zijn dus:

- *Studiemateriaal*
- *Onderwijsvoorzieningen*

8. Koppeling tussen bedrijfsleven – onderwijs

Het project RTL streeft naar een intensieve samenwerking tussen bedrijven en onderwijsinstellingen. Een indicator die de koppeling tussen het bedrijfsleven – onderwijs toetst ligt daarbij voor de hand. Een dergelijke koppeling tussen het bedrijfsleven-onderwijs kan op verschillende manieren bestaan, bijv. beschikbaarheid van stageplaatsen, bezoeken van en aan scholen of het uitvoeren van robot gerelateerde projecten in samenwerking met onderwijsinstellingen. Ook de vraag in hoeverre pasafgestudeerden van het MBO of HBO kunnen meedraaien in het bedrijfsleven is interessant.

- *Beschikbaarheid van stageplaatsen voor MBO/HBO studenten*
- *Bezoeken van scholen aan bedrijven of andersom*
- *Robot gerelateerde projecten in samenwerking met bedrijven*
- *Ervaringen met pasafgestudeerden van MBO/HBO*
- *Perspectief van de bedrijven op de opleidingen*

9. Verwachtingen van het project RTL

Een indicator die minder met de effecten van het project te maken heeft maar wel handig is voor de verdere voortgang van het project zijn de verwachtingen die deelnemers hebben van het

project RTL. Bij een project als deze is het belangrijk dat alle partijen op één lijn zitten en weten wat ze van het project en elkaar kunnen verwachten. Daarom worden er op drie vlakken de verwachtingen van de deelnemers getoetst:

- *De samenwerking tussen het bedrijfsleven en onderwijsinstellingen*
- *De rol die de deelnemers zelf verwachtten te gaan spelen in het project*
- *De resultaten/uitkomsten van het project*

4 ONDERZOEKSONTWERP

In dit hoofdstuk wordt het gehanteerde onderzoeksontwerp besproken. Het onderzoeksontwerp moet zo ingericht zijn zodat er een duidelijk beeld geschetst kan worden van de uitgangssituatie en later ook de één-situatie. Allereerst wordt beschreven hoe de onderzoekspopulatie eruit ziet en daarna wordt de manier van data verzameling besproken. Op het eind wordt de data analyse behandeld.

4.1 ONDERZOEKSPOPULATIE

De twee hoofdpartijen die betrokken zijn bij dit project zijn het bedrijfsleven en de onderwijsinstellingen. Hieronder volgt een nadere toelichting op die twee groepen.

4.1.1 ONDERWIJSINSTELLINGEN

De onderwijsinstellingen die betrokken zijn bij het project zijn het ROC Friese Poort, ROC Flevoland en HBO Windesheim Flevoland. De onderzoekspopulatie van de onderwijsinstellingen is op te delen in twee groepen: studenten en docenten. Van de drie onderwijsinstellingen spelen de volgende opleidingen een rol in het project:

ROC Friese Poort	ROC Flevoland	HBO Windesheim Flevoland
▪ Elektrotechniek niveau 4 ▪ Werktuigbouw niveau 4 ▪ Mechatronica niveau 4	▪ Elektrotechniek niveau 4 ▪ Werktuigbouw niveau 4	▪ Werktuigbouw

Tabel 2: De relevante opleidingen van de onderwijsinstellingen.

4.1.2 BEDRIJVEN

Uit het Beheerstructuur Innovatiearrangement Robot Techniek Lab blijkt dat 13 bedrijven betrokken zijn bij het project RTL (Atlas Advies, 2011). Hun betrokkenheid bestaat uit het inbrengen van vraagstukken vanuit het bedrijfsleven, deelname aan de pilot van het RTL of ze functioneren als kennisbron rond eindfuncties en eisen vanuit het bedrijfsleven.

4.2 DATA VERZAMELING

Er is gekozen om de dataverzameling op vier verschillende manieren plaats te laten vinden onder de drie onderzoekspopulaties. Op deze manier kan er een compleet beeld geschetst worden van de uitgangssituatie tijdens de nulmeting:

1. Studenten

Er is gekozen om klassikaal vragenlijsten af te nemen onder 1^e/2^e/3^e/4^e jaars MBO studenten van de relevante opleidingen van het ROC Friese Poort en ROC Flevoland. De HBO opleidingen zijn buiten beschouwing gelaten omdat volgens een aantal betrokkenen deze opleidingen nog maar pas bestonden en geen relevante informatie voor dit onderzoek zouden opleveren. De volgende kernindicatoren zijn bij de leerlingen gemeten:

1. *Mate aantrekkingskracht robot techniek onderwijs*
2. *Attitude tegenover het vakgebied robotica*
3. *Mate van kennis over robotica*
4. *Aantrekkingskracht technische vervolgopleiding of baan*

2. Docenten

Er is gekozen om aan de hand van gestructureerde vragenlijsten de docenten van de drie onderwijsinstellingen te interviewen. De reden om het aan de hand van gestructureerde vragenlijsten te doen is om de nul- en nameting zo identiek mogelijk te laten plaatsvinden aangezien beide metingen door verschillende personen worden uitgevoerd. De reden dat de vragenlijsten mondeling zijn afgenomen is vanwege de complexiteit van enkele vragen met betrekking tot de robotica projecten. Bij het ROC Friese Poort is het uiteindelijk ook gelukt om interviews af te nemen, dit is echter bij het ROC Flevoland en HBO Windesheim Flevoland niet gelukt. Daarom zijn er bij het ROC Flevoland en HBO Windesheim Flevoland digitale vragenlijsten afgenomen. Bij het HBO Windesheim Flevoland heeft er maar één robotica project plaatsgevonden afgelopen jaar en een digitale vragenlijst was daar voldoende. Bij het ROC Friese Poort bleek het plannen van de interviews erg moeizaam te gaan waardoor er besloten is om daar ook digitale vragenlijsten af te nemen. De volgende indicatoren zijn bij de docenten gemeten:

1. *Attitude tegenover het vakgebied robotica*
2. *Informatie over robot gerelateerde projecten*
3. *Mate van Action Based Learning in het onderwijs*
4. *Studiemateriaal en onderwijsvoorzieningen voor robotica in het onderwijs*
5. *Verwachtingen van het project RTL*

3. Bedrijven

Onder de betrokken bedrijven is ervoor gekozen om digitale vragenlijsten rond te sturen. De volgende kernindicatoren zijn bij de bedrijven gemeten:

1. *Attitude bedrijven tegenover vakgebied robotica*
2. *Verwachtingen van het project RTL*
3. *Koppeling bedrijfsleven – onderwijs*

4. Analyse in- en uitstroom gegevens

De in- en uitstroom gegevens van de relevante technische opleidingen is bestudeerd. De volgende kernindicator is daarbij gemeten:

1. *Mate aantrekkingskracht robot techniek onderwijs*

4.3 DATA ANALYSE

De data analyse heeft plaatsgevonden door de vragenlijsten in te voeren met Parantion en vervolgens te exporteren naar SPSS. Bij vragen met een 5-punts schaal zijn de gemiddelden en de standaardafwijking berekend. Om verschillen tussen de gemiddelde scores van twee dezelfde steekproeven te ontdekken (zoals bij de verwachtingen en de daadwerkelijke situatie) is de Wilcoxon analyse gebruikt (2-related samples). Om de homogeniteit van samengestelde vragen aan te tonen is de Cronbach's alpha gebruikt. Cronbach's alpha dient minimaal 0.80 te zijn. Er geldt: des te meer Cronbach's alpha bij 1 ligt, des te homogener de samengestelde vragen zijn.

5 RESULTATEN EN ANALYSE

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de nulmeting gepubliceerd en geanalyseerd. De belangrijkste uitkomsten worden in dit hoofdstuk besproken. In Bijlage 5 – Resultaten staan alle resultaten van de nulmeting gepresenteerd.

5.1 RESPONSGEGEVENS PER ONDERZOEKSPOPULATIE

MBO leerlingen

School	n	Percentages (%)
ROC Flevoland	35	61.4
ROC Friese Poort	22	38.6

Tabel 3: Responsgegevens van de MBO leerlingen per onderwijsinstelling.

Jaar	Opleiding			Totaal
	Werktuigbouwkunde	Elektrotechniek	Mechatronica	
1 ^e jaar	7	16	1	24
2 ^e jaar	0	11	0	11
3 ^e jaar	5	2	11	18
4 ^e jaar	0	0	4	4
Totaal	12	29	16	57

Tabel 4: Responsgegevens van de MBO leerlingen per jaar en per opleiding.

In totaal zijn er bij 57 studenten van de scholen ROC Friese Poort en ROC Flevoland vragenlijsten afgenomen. 12 van deze studenten betroffen Werktuigbouwkunde studenten, 16 van de opleiding Mechatronica en 29 studenten van Elektrotechniek. De studenten kwamen vooral uit het 1^e en 3^e jaar, met 24 studenten uit het 1^e jaar, 11 uit het 2^e jaar, 18 uit het 3^e jaar en 4 uit het 4^e jaar.

Docenten

School	Vakgebieden		Totaal
	Werktuigbouwkunde	Elektrotechniek	
ROC Friese Poort	3	1	4
ROC Flevoland	1	1	2
HBO Windesheim Flevoland	1	0	1
Totaal	5	2	7

Tabel 5: Responsgegevens van de docenten.

In totaal zijn er bij 7 docenten de vragenlijsten afgenomen. 5 docenten waren van het vak Werktuigbouwkunde en 2 van Elektrotechniek. De meeste docenten kwamen van het ROC Friese Poort (n = 4). Omdat de totale respons (n = 7) klein is, is de statistische analyse beperkt.

Bedrijven

In totaal waren er 13 bedrijven betrokken bij het project die in aanmerking kwamen voor de vragenlijst. 8 bedrijven hebben de vragenlijst uiteindelijk ook ingevuld. De bedrijven zijn actief in verschillende sectoren, waaronder de bouw, metaalbewerking, opslag/vestigingen,

productiebedrijven. Ook hier is de responds (n = 8) laag, en daarom geldt dat in beperkte mate een statische analyse kan plaatsvinden.

5.2 MATE AANTREKKINGSKRACHT ROBOT TECHNIEK ONDERWIJS

5.2.1 TOP 3 REDENEN VOOR KEUZE VAN DE OPLEIDING

Top 3 redenen voor de keuze van de opleiding		
	n	Percentages (%)
1. De opleiding geeft brede beroepsmogelijkheden	33	57.9
2. De opleiding geeft een grote kans op een baan	26	45.6
3. De opleiding is interessant	25	43.9

Tabel 6: Top 3 redenen voor de keuze van de opleiding, alle opleidingen, n = 57.

Dat de opleiding brede beroepsmogelijkheden biedt is de nr. 1 reden voor studenten om voor de opleiding te kiezen. Een grote kans op een baan staat op de 2^e plek en kort daarna wordt dat gevold door de reden dat de opleiding interessant is.

Als men kijkt naar de top 3 van de opleidingen apart genomen valt op dat bij de opleiding Mechatronica 100% (n = 16) van de studenten brede beroepsmogelijkheden als reden voor de keuze van hun opleiding hebben aangegeven. Evenals bij Werktuigbouwkunde is dat de nr. 1 reden voor studenten om voor de opleiding te kiezen. Bij de opleiding Elektrotechniek is dit opvallend genoeg een stuk minder. Dezelfde reden staat pas op de vijfde plaats met maar 34.5% (n = 10). Op de nr. 1 plek van Elektrotechniek staat de reden 'de opleiding sluit aan bij het beroep dat ik wil doen' op gedeelde eerste plek met 'de opleiding geeft een grote kans op een baan'.

Dit verschil valt te verklaren vanwege het feit dat de opleidingen Mechatronica en Werktuigbouwkunde van nature brede studies zijn waarbij meerdere disciplines uit een aantal vakgebieden tot de stof behoren. Vooral bij de opleiding Mechatronica is dit van toepassing. Blijkbaar is dat dan ook een belangrijke reden voor de studenten om voor die opleiding te kiezen. Elektrotechniek is, vergeleken met Werktuigbouwkunde en Mechatronica, een minder brede studie.

5.2.2 VERWACHTINGEN EN REALITEIT OPLEIDINGEN

Bij de meeste aspecten zijn er tussen de verwachtingen en realiteit nauwelijks verschillen te ontdekken. Echter komen er vijf aspecten naar voren die opvallen. Door middel van de Wilcoxon test is aangetoond dat bij deze vijf aspecten een significant verschil is ontdekt tussen de verwachtingen en de realiteit.

Verwachtingen en realiteit van de opleidingen					
1 = heel weinig, 2 = weinig, 3 = neutraal, 4 = veel, 5 = heel veel					
Verwachting			Realiteit		Wilcoxon test
SD	M		M	SD	
0.623	3.40	Aandeel theorie in de opleiding	4.09	0.763	Z = -4.629, p = 0.000
0.710	3.53	Aandeel praktijk in de opleiding	2.61	0.959	Z = -5.378, p = 0.000
0.593	2.93	Hoeveelheid bezoeken aan bedrijven	2.25	0.987	z = -3.855, p = 0.000
0.641	3.02	Contact met bedrijven	2.47	1.002	Z = -3.955, p = 0.000
0.620	3.39	Begeleiding van docenten	3.04	0.801	Z = -2.941, p = 0.003

Tabel 7: Verwachtingen en realiteit, n = 57.

Er is een significant verschil tussen de verwachtingen en de realiteit van het aandeel theorie en het aandeel praktijk in de opleiding. In werkelijkheid beoordelen de studenten het aandeel theorie in de opleiding als veel en het aandeel praktijk als weinig. Dit geeft aan dat de studenten meer praktijk verwacht hadden en minder theorie. Bij technische opleidingen is het een vaker gehoord geluid dat het te weinig praktijkgericht zou zijn.

Verder is het opvallend dat de studenten de hoeveelheid bezoeken aan bedrijven als weinig beoordelen, en daarnaast scoort het contact met bedrijven ook niet hoog. Overigens waren de verwachtingen van de studenten op deze aspecten al minder hoog gespannen.

Als men kijkt naar de resultaten onderling tussen de opleidingen, dan ziet hier men dezelfde trend. De studenten van de opleiding Mechatronica zijn nog het meest overtuigd dat het aandeel theorie groot is en het aandeel praktijk klein is.

5.2.3 BELEVING TECHNISCH ONDERWIJS

Beleving praktijk-theorie in opleiding		
1 = helemaal mee oneens, 2 = mee oneens, 3 = neutraal, 4 = mee eens, 5 = helemaal mee eens		
	M	SD
De opleiding heeft voldoende praktijk opdrachten	3.25	0.931
Het uitvoeren van de praktijk gerichte projecten vind ik leuk	4.09	0.830
Het aandeel praktijk in de opleiding is voldoende	3.19	1.141
Het aandeel theorie in de opleiding is voldoende	3.74	0.955
De koppeling tussen theorie en praktijk is goed	3.18	1.020

Tabel 8: Stellingen omtrent praktijk - theorie in de opleiding, n = 57.

De studenten zijn over het algemeen vrij positief gestemd over de beleving van het technisch onderwijs met een gemiddelde van $M = 3.44$. De homogeniteit van de samengestelde scores is goed, Cronbach's alpha had voor de beleving van het technisch onderwijs een waarde van 0.831 (zie uitleg Cronbach's alpha paragraaf 4.3). De studenten vinden de opleiding interessant en het uitvoeren van praktijkgerichte projecten vinden de studenten leuk. Interessant zijn de stellingen die van toepassing zijn op het praktijk-theorie gedeelte in de opleiding. Met de stelling 'het aandeel theorie in de opleiding is voldoende' zijn de studenten het eens. Dit is opvallend want bij de indicator verwachtingen & realiteit beoordeelden de studenten het aandeel theorie als veel. Reden hiervoor kan zijn dat studenten deze stelling misschien interpreteren als 'het aandeel theorie is meer dan voldoende', en daarmee wordt bedoeld dat het aandeel theorie in de opleiding niet groter moet worden. Over het aandeel praktijk, koppeling tussen praktijk-theorie en het aantal praktijk opdrachten binnen de opleiding zijn de studenten neutraal. Wel is bij die punten de standaardafwijking groter dan bij de andere punten, wat duidt op onenigheid onder de studenten over deze drie aspecten.

Als men kijkt naar de stellingen van het praktijk-theorie gedeelte bij de opleidingen onderling valt bij Mechatronica op dat dezelfde stellingen stuk voor stuk iets slechter dan het gemiddelde beoordeeld worden. Dit is in overeenstemming met de indicator verwachtingen en realiteit waar het aandeel praktijk als kleinste werd bestempeld en het theorie gedeelte als grootst.

5.2.4 IN- EN UITSTROOMGEGEVENS

ROC Flevoland

Onderstaande tabel toont de leerlingaantallen van de opleidingen Elektrotechniek en Werktuigbouwkunde van het ROC Flevoland. Zoals men kan zien schommelt het aantal leerlingen van Werktuigbouwkunde rond de 200 per jaar. Bij Elektrotechniek schommelt de leerlingaantallen rond de 60 per jaar.

Opleiding	2007	2008	2009	2010	2011
Elektrotechniek	142	221	199	224	183
Werktuigbouwkunde	53	59	73	71	48

Tabel 9: Leerlingaantallen per opleiding per jaar van ROC Flevoland.

ROC Friese Poort

Bij het ROC Friese Poort waren geen gegevens beschikbaar over de opleidingen Elektrotechniek, WB en Mechatronica apart. Alleen de leerlingaantallen van Middenkader Engineering niveau 4 waren bekend. Middenkader Engineering niveau 4 bestaat uit de drie opleidingen.

Opleiding	2007	2008	2009	2010	2011
Middenkader Engineering niveau 4 (Elektrotechniek, WB en Mechatronica)	-	-	26	19	20

Tabel 10: Leerling aantallen middenkader engineering niveau 4.

HBO Windesheim Flevoland

De relevante opleidingen van HBO Windesheim Flevoland zijn kort geleden opgericht. De eerste studenten zijn afgelopen jaar ingestroomd. Bij Werktuigbouwkunde waren dat er 10 afgelopen jaar.

5.3 ATTITUDE TEGENOVER HET VAKGEBIED ROBOTICA

De kernindicator attitude is gemeten onder alle drie de onderzoekspopulaties. Eerst worden de resultaten van de studenten besproken, daarna de resultaten van de docenten en als laatste de bedrijven.

5.3.1 STUDENTEN

Bij de studenten zijn hun gevoelens, gedachten en gedrag tegenover het vakgebied robotica getoetst door middel van stellingen. De gemiddelden en standaardafwijking staan hieronder:

Attitude studenten tegenover vakgebied robotica			
1 = helemaal mee oneens, 2 = mee oneens, 3 = neutraal, 4 = mee eens, 5 = helemaal mee eens			
	M	SD	Cronbach's alpha
Gevoelens	3.49	1.008	0.950
Gedachten	3.79	0.861	-
Gedrag	3.34	1.169	0.916

Tabel 11: Attitude studenten tegenover vakgebied robotica bestaande uit gevoelens, gedachten en gedrag, n = 57.

De resultaten laten zien dat de studenten een vrij positieve houding tegenover het vakgebied robotica hebben. Vooral de gedachten van studenten tegenover het vakgebied robotica (zoals gedachten over het toekomstperspectief van robotica) zijn als positief te bestempelen. Echt actie ondernemen in het vakgebied robotica (het component gedrag) zijn de studenten vooralsnog niet van plan. De resultaten laten echter wel zien dat de studenten in ieder geval geen negatieve houding hebben tegenover het vakgebied robotica en ervoor openstaan.

Ook is er gekeken of de houding tegenover het vakgebied robotica veranderd is in de loop der schooljaren. Hieronder staan de tabellen van het 1^e/2^e en 3^e/4^e jaar. Het blijkt dat de gedachten over robotica onder de 3^e/4^e jaars studenten een stuk beter zijn dan die van de 1^e/2^e jaars studenten. Dit kan verklaard worden door het feit dat de 3^e/4^e jaars studenten meer in aanraking zijn gebracht met het vakgebied robotica en daardoor een betere houding ontwikkeld hebben. Verwacht wordt dat de houding tegenover het vakgebied robotica zich nog verder zal verbeteren naarmate het project vordert. Studenten zullen dan vaker in aanraking komen met het vakgebied robotica.

Attitude studenten tegenover vakgebied robotica - 1e/2e jaar		
	M	SD
Gevoelens	3.46	0.946
Gedachten	3.54	0.780
Gedrag	3.34	1.047

Tabel 12: Attitude van 1e/2e jaars studenten tegenover vakgebied robotica, n = 35.

Attitude studenten tegenover vakgebied robotica - 3e/4e jaar		
	M	SD
Gevoelens	3.56	1.115
Gedachten	4.18	0.853
Gedrag	3.33	1.364

Tabel 13: Attitude van 3e/4e jaars studenten tegenover vakgebied robotica, n = 22.

5.3.2 DOCENTEN

Bij de docenten zijn hun gedachten getoetst tegenover het vakgebied robotica. Het gemiddelde en de standaardafwijking staan hieronder:

Attitude docenten tegenover vakgebied robotica			
1 = helemaal mee oneens, 2 = mee oneens, 3 = neutraal, 4 = mee eens, 5 = helemaal mee eens			
	M	SD	Cronbach's alpha
Gedachten	4.3	0.762	0.863

Tabel 14: Attitude docenten tegenover vakgebied robotica, n = 7.

Er kan vastgesteld worden dat de docenten duidelijk positieve gedachten tegenover het vakgebied robotica hebben met een gemiddelde van $M = 4.3$. Vooral over de toepassingen van robotica in het bedrijfsleven en het feit dat er meer aandacht voor robotica in het onderwijs zou moeten komen zijn de docenten zeer positief gestemd. Op de vraag of er te weinig wordt geïnvesteerd in robotica hebben drie van de zeven docenten geen antwoord kunnen geven omdat ze geen zicht hadden in het investeringsbeleid van de overheid in robotica. Over het algemeen zien de docenten een toekomst vol met potentie weggelegd voor het vakgebied robotica.

De docenten werd ook gevraagd in welke drie sectoren zij de grootste toepassingsmogelijkheden van robotica zien. Hieronder staat de top 3:

Top 3 sectoren voor toepassingen van robotica		
Sectoren	n	Percentages (%)
Maakindustrie	5	71.4
Zorg sector	4	57.1
Agricultuur	3	42.9

Tabel 15: Top 3 sectoren voor toepassingen van robotica, n = 7.

De maakindustrie is duidelijk de sector waar de docenten de grootste toepassingsmogelijkheden zien. Dat is ook niet gek want docenten van Elektrotechniek en Werktuigbouwkunde hebben de

meeste raakvlakken met die sector. Op de tweede plaats staat de zorgsector en de derde plaats de agricultuur sector.

De rol van robotica over 15 jaar in het bedrijfsleven:

In overeenstemming met de attitude van docenten tegenover het vakgebied robotica, verwachten de docenten dat er een zeer belangrijke rol voor robotica in het bedrijfsleven is weggelegd. De docenten benadrukken dat ze verwachten dat er veel meer automatisering gaat plaatsvinden in het bedrijfsleven. Werk dat nu nog handmatig uitgevoerd wordt, kan overgenomen worden door robots. Hierdoor zal het werk nog efficiënter uitgevoerd worden.

De maatschappelijke rol van robotica in de samenleving in de toekomst:

Over het algemeen denken de docenten dat robotica op veel gebieden in de samenleving een positieve invloed zal hebben. De rol van robotica in de samenleving zal zich echter langzamer ontwikkelen dan de rol van robotica in het bedrijfsleven. In het bedrijfsleven zal het werk vergemakkelijkt worden door robotica en in de samenleving zal robotica in bepaalde behoeften/hulpmiddelen kunnen voorzien, bijv. in de zorg of huishouding.

Gebieden van progressie binnen de robotica:

De docenten hadden moeite om op deze vraag antwoord te geven. Twee docenten konden geen antwoord geven omdat ze naar hun mening onmogelijk konden voorspellen op welke gebieden robotica vooruitgang zou boeken. Robotica is namelijk een vakgebied dat zich te snel ontwikkelt daarvoor. De docenten die wel antwoord gaven zien vooral in de zorgsector en in de maakindustrie grote vooruitgang van robotica. Veel werk binnen die sectoren zal geautomatiseerd worden verwachtten zij.

Definitie robot

Definitie van een robot volgens de docenten		
	n	Percentages (%)
1. Een robot is een computer gestuurd apparaat dat bepaalde handelingen uitvoert.	5	71.4
2. Een robot is een machine die reageert op signalen uit de omgeving.	2	28.6

Tabel 16: Definitie van een robot volgens de docenten, n = 7.

In de definitie van het project RTL wordt ook gesproken van een machine dat semiautonoom of volledig autonoom fysieke taken kan uitvoeren. Perspectief 1 komt dus overeen met de definitie van het project RTL, perspectief 2 gaat nog verder dan dat. Bij perspectief 2 is er ook nog de eis dat machines moet kunnen reageren op de omgeving.

Welke apparaten zijn een robot?		
Wel een robot volgens project RTL	n	Percentage docenten dat deze machines tot een robot rekent (%)
<i>Automatische piloot van vliegtuig</i>	5	71.4
<i>Klimaatregelingsysteem</i>	1	14.3
<i>Speelgoedbeestje dat reageert op stem en aanraking</i>	4	57.1
<i>Automatische achteruitparkeerinstallatie</i>	5	71.4
<i>Lasrobot in een autofabriek</i>	7	100.0
<i>Een automatische machine dat producten inpakt</i>	4	57.1
Geen robot volgens project RTL		
<i>Koffieautomaat</i>	1	14.3
<i>Wasmachine</i>	2	28.6
<i>Onbemand vliegtuig dat op afstand bestuurbaar is</i>	3	42.9

Tabel 17: De apparaten die de docenten tot een robot rekenen, n = 7.

Op de vraag welke machines de docenten tot een robot rekenen komen verrassende resultaten naar voren. Ook onder de docenten blijkt er onenigheid te bestaan welke machines men tot een robot rekent, ondanks ongeveer dezelfde definities (zie Tabel 16). Een speelgoedbeestje dat reageert op stem en aanraking wordt bijvoorbeeld maar door 4 van 7 respondenten tot een robot gerekend, terwijl dit juist bij uitstek een robot is.

Uit de opmerkingen van de docenten komt wel naar voren dat ze bepaalde machines in sommige gevallen wel tot een robot zouden rekenen. Bijvoorbeeld een wasmachine: eenvoudige wasmachines van de afgelopen jaren rekent men niet tot een robot. Tegenwoordig worden er echter wasmachines geproduceerd die zo geavanceerd zijn dat men deze wel tot een robot rekent. Het ligt er dus maar net aan hoe complex de machine is die wordt bedoeld in het voorbeeld. Ook het voorbeeld 'automatische machine dat producten inpakt' is erg breed. Als de machine elke dag drie dezelfde handelingen uitvoert is het geen robot, maar als het verschillende producten herkent door middel van sensoren en op basis daarvan verschillende handelingen uitvoert dan is het wel een robot. Enkele respondenten gaven daarnaast aan een klimaatregelingsysteem wel tot een robot te rekenen als het een complex geavanceerd systeem zou zijn.

5.3.3 BEDRIJVEN

Bij de bedrijven is de attitude tegenover het vakgebied robotica ook gemeten. Het gemiddelde en de standaardafwijking staan hieronder:

Attitude docenten tegenover vakgebied robotica			
	M	SD	Cronbach's alpha
Gedachten	3.92	1.240	0.923

Tabel 18: Attitude docenten tegenover vakgebied robotica, n = 7.

Met een gemiddelde M = 3.92 is duidelijk dat de bedrijven positieve gedachten tegenover het vakgebied robotica hebben. De standaardafwijking SD = 1.240 is wel hoog. Dit kan verklaard worden doordat de bedrijven onderling qua type bedrijf erg verschillen.

Top 3 sectoren voor toepassingen van robotica		
Sectoren	n	Percentages (%)
Maakindustrie	6	75.0
Zorgsector	6	75.0
Agricultuur	5	62.5
Logistiek	5	62.5

Tabel 19: Top 3 sectoren van toepassingen van robotica volgens de bedrijven, n = 8.

Ook de bedrijven zien bij de maakindustrie en zorgsector grote toepassingsmogelijkheden voor robotica weggelegd. Logistiek en agricultuur staan vervolgens op de gedeelde derde plek.

De rol van robotica over 15 jaar in het bedrijfsleven:

De helft van de bedrijven verwacht dat robotica een steeds grotere rol gaat spelen doordat robots steeds meer taken van de mens zullen overnemen. Verder denkt één bedrijf dat robotica een rol gaat spelen in de reductie van het gebruik van fossiele brandstoffen. Een ander bedrijf verwacht dat robotica een rol gaat spelen in kostenefficiënte oplossingen voor in de zorgondersteuning.

De maatschappelijke rol van robotica in de samenleving in de toekomst:

37.5% (n = 3) van de bedrijven heeft geen idee wat de maatschappelijke rol van robotica in de samenleving zal zijn. 25% (n = 2) van de bedrijven denkt dat de rol van automaten zal toenemen en de functies van mensen steeds meer worden vervangen. Verder verwacht een bedrijf meer intelligente oplossingen en een ander bedrijf verwacht dat in de zorg mensen met een handicap het leven gemakkelijker gemaakt wordt.

Gebieden van progressie binnen de robotica:

Over de gebieden van progressie zijn de meningen erg verdeeld, zie hieronder de punten:

- Aansturing meer en meer door middel van sensoren
- Het rekenvermogen en lagere kostprijs
- Industrie / dagelijks leven
- Lastechnieken maar ook de chirurgie
- Nano techniek
- Staal/RVS/Aluminium producten
- Zorg, onderwijs, techniek

Definitie robot

Bij de bedrijven valt als eerste op dat hun definitie van een robot niet zo technisch geformuleerd is. De nadruk wordt gelegd op het feit dat een robot een machine is dat de taken van de mens kan overnemen. Hieronder de verschillende definities die te onderscheiden zijn:

Definitie van een robot volgens de bedrijven		
	n	Percentages (%)
Een robot is een apparaat dat bepaalde menselijke handelingen kan overnemen.	5	62.5
Systeem met vrij programmeerbare assen en kan verschillende handelingen uitvoeren.	1	12.5
Het volledig geautomatiseerd werken aan een product.	1	12.5
Niks ingevuld	1	12.5

Tabel 20: Definitie van een robot volgens de bedrijven, n = 8.

De bedrijven hanteren dus een vrij brede definitie van een robot. Interessant is om te zien welke apparaten de bedrijven tot een robot rekenen:

Welke apparaten zijn een robot?		
Wel een robot volgens definitie project RTL	n	Percentage docenten dat deze machines tot een robot rekenen (%)
<i>Automatische piloot van vliegtuig</i>	5	62.6
<i>Klimaatregelingsysteem</i>	1	12.5
<i>Speelgoedbeestje dat reageert op stem en aanraking</i>	2	25.0
<i>Automatische achteruitparkeerinstallatie</i>	3	37.5
<i>Lasrobot in een autofabriek</i>	6	75.0
<i>Een automatische machine dat producten inpakt</i>	3	37.5
Geen robot volgens definitie project RTL		
<i>Koffieautomaat</i>	0	0.0
<i>Wasmachine</i>	0	0.0
<i>Onbemand vliegtuig dat op afstand bestuurbaar is</i>	2	25.0

Tabel 21: De apparaten die bedrijven tot een robot rekenen vergeleken met de apparaten die volgens de definitie van het project RTL tot een robot gerekend worden, n = 8.

Duidelijk is te zien dat de apparaten die niet zozeer de mens vervangen (speelgoedbeestje, klimaatregelingsysteem enz.) niet tot een robot gerekend worden. Over het geheel genomen levert het verrassende resultaten op. Veel machines die volgens de definitie van het project RTL wel tot een robot gerekend worden, rekenen de meeste bedrijven tot een robot. Ondanks dat vijf bedrijven ongeveer dezelfde definitie van een robot erop na houden, is het toch heel wisselend welke machines zij nou tot een robot rekenen. Dit komt mede vanwege de ruime definitie die zij erop na houden. Door die definitie zijn de grenzen heel erg vaag wat wel tot een robot wordt gerekend en wat niet. Een wasmachine neemt in essentie ook de taken van de mens over, want anders zou de mens zelf zijn was moeten doen. Hieronder staan de resultaten van de stelling in welke mate de bedrijven het eens zijn met de definitie van een robot in het project RTL.

5.4 MATE VAN KENNIS OVER ROBOTICA

De mate van kennis is gemeten door de studenten zelf hun eigen niveau van kennis te laten schatten op 7 aspecten van robotica. Het echt daadwerkelijk toetsen van kennis (d.m.v. van een assessment bijv.) is niet mogelijk omdat de studenten uit verschillende opleidingen komen. Hierdoor brengen de resultaten wel een mate van onzekerheid met zich mee (de daadwerkelijke kennis van de studenten over de 7 onderwerpen kan verschillen).

Over het algemeen schatten de studenten hun eigen kennis op alle 7 onderwerpen enigszins matig in. De Cronbach's alpha bedraagt 0.944 en dus is de homogeniteit van de samengestelde vragen gewaarborgd. Over alle opleidingen gezien is het gemiddelde 2.76 met standaardafwijking 1.125, dat zit tussen matig en voldoende in. De standaardafwijking is uiteraard zo hoog omdat de respondenten uit verschillende opleidingen en verschillende jaren komen en dat veroorzaakt verschillen in kennis.

Omdat de opleidingen Elektrotechniek, Werktuigbouwkunde en Mechatronica onderling van elkaar verschillen qua stof is het dus handiger te kijken hoe de studenten hun kennis schatten per opleiding. Kijkt men per opleiding naar het 1e/2e jaar van Elektrotechniek en Werktuigbouwkunde (Mechatronica had te weinig respons voor het 1e/2e jaar) dan krijg men de volgende gemiddelden:

Kennis over robotica - 1e/2e jaars			
1 = onvoldoende, 2 = matig, 3 = voldoende, 4 = goed, 5 = uitstekend			
	n	M	SD
Elektrotechniek	27	2.81	1.052
Werktuigbouwkunde	7	2.45	1.168

Tabel 22: Mate van kennis over robotica onder 1e/2e jaars, n = 34.

De 1e/2e jaars van Elektrotechniek schatten hun kennis over het algemeen als voldoende op het gebied van robotica, de studenten van Werktuigbouwkunde zitten tussen matig en voldoende in.

Bekijkt men de gemiddelden van de 3e/4e jaars studenten van Werktuigbouwkunde en Mechatronica (Elektrotechniek had te weinig respons voor 3e/4e jaar) dan krijgt men de volgende gemiddelden:

Kennis over robotica - 3e/4e jaars			
	n	M	SD
Werktuigbouwkunde	5	1.63	0.770
Mechatronica	15	2.97	0.766

Tabel 23: Mate van kennis over robotica 3e/4e jaars studenten, n = 20.

Tussen de 3e/4e jaars studenten van Werktuigbouwkunde en Mechatronica zit een groot verschil. De studenten van Mechatronica schatten hun kennis over robotica als voldoende in en

de studenten van Werktuigbouwkunde als matig. Dit is ook te verwachten omdat Mechatronica een opleiding is die veel meer gericht is op het vakgebied robotica.

5.5 AANTREKKINGSKRACHT TECHNISCHE VERVOLGOPLEIDING OF BAAN

Keuze na het MBO		
	n	Percentages (%)
Technische vervolgopleiding op HBO	20	35.1
Niet-technische vervolgopleiding op HBO	2	3.5
Stoppen met studeren en een baan zoeken	8	14.0
Ik weet het nog niet	27	47.4

Tabel 24: De keuze na het MBO, n = 57.

Bijna de helft van de studenten weet nog niet wat hij/zij na het MBO gaat doen. Dit komt voornamelijk doordat 62.9% (n = 22) van de 1e/2e jaars studenten het nog niet weten. Voor hen is deze keuze nog ver weg uiteraard.

Opvallend is dat de studenten die het wel weten voor het overgrote deel verder willen studeren op het HBO. Maar 3.5% (n = 2) van de studenten kiest ervoor om een niet-technische opleiding te kiezen. 14.0% (n = 8) kiest ervoor om na het MBO te stoppen met studeren en te gaan werken. Dat er zo weinig studenten meteen willen werken na het MBO kan komen door de slechte arbeidsmarkt op dit moment. Een andere reden kan zijn dat de studenten die het nog niet weten zitten te twijfelen om na het MBO meteen te gaan werken.

5.5.1 KEUZE: TECHNISCHE VERVOLGOPLEIDING OP HBO

Top 3 redenen voor keuze van een technische vervolgopleiding op het HBO

	n	Percentages (%)
1. Ik krijg daarmee betere toegang tot interessante beroepen	14	73.7
2. Ik ga dan meer verdienen	13	68.4
3. Ik heb dan meer kans op een baan	8	42.1
3. Ik wil meer theoretische kennis opdoen	8	42.1

Tabel 25: Top 3 redenen voor de keuze van een technische vervolgopleiding op het HBO, n = 20.

De twee belangrijkste redenen voor studenten om verdere te studeren na het MBO is betere toegang tot interessante beroepen en daarnaast het perspectief op een beter salaris. Op de gedeelde derde plek staat meer kans op een baan en de mogelijkheid om meer theoretische kennis op te doen.

Welke technische vervolgopleiding? (Top 3)

	n	Percentages (%)
HBO Elektrotechniek	6	30.0
HBO Werktuigbouwkunde	4	20.0
Ik weet het nog niet	7	35.0

Tabel 26: Top 3 technische vervolgopleidingen op het HBO, n = 20.

35% (n = 7) van de studenten die van plan zijn verder te studeren na het MBO weten nog niet welke technische vervolgopleiding ze gaan doen. Diegene die het wel weten kiezen voornamelijk voor Elektrotechniek of Werktuigbouwkunde.

Waar de technische vervolgopleiding doen?

Op welke plek de studenten hun technische vervolgopleiding willen doen weet 70% (n = 14) van de studenten nog niet. Diegene die het wel weten kiezen of voor Windesheim Almere (15%, n = 3) of voor Windesheim Zwolle (10%, n = 2).

5.5.2 STOPPEN MET STUDEREN EN EEN BAAN ZOEKEN

Top 3 sectoren		
	n	Percentages (%)
1. Machinebouw	4	50.0
2. Metaalbewerking	4	50.0
3. Fijnmechanische techniek	4	50.0

Tabel 27: Top 3 sectoren waar de studenten aan de slag willen gaan na het MBO, n = 8.

De top 3 sectoren waar de studenten die stoppen met studeren aan de slag willen staan allemaal op de gedeelde 1^e plek. De sectoren bestaan vooral uit sectoren in het vakgebied van Mechatronica en Werktuigbouwkunde. Dit valt te verklaren omdat van de 8 respondenten er 4 van Mechatronica en 3 van Werktuigbouwkunde afkomstig zijn.

5.6 INFORMATIE OVER ROBOT GERELATEERDE PROJECTEN

De docenten is ook gevraagd informatie aan te leveren over robot gerelateerde projecten. Hieronder staat per onderwijsinstelling informatie vermeld over de robotica projecten.

ROC Friese Poort

Bij het ROC Friese Poort hebben er in de afgelopen twee jaar ongeveer 5 tot 6 robot gerelateerde projecten binnen de drie opleidingen plaatsgevonden. Dit betroffen eindprojecten in het 4^e jaar waar met groepjes van ongeveer 5 man aan gewerkt werd. In het schooljaar 2011-2012 hebben er 3 projecten plaatsgevonden die als robot gerelateerd konden worden bestempeld. Gedurende 6 maanden zijn de studenten ong. 16 u per week bezig met project, wat op een totaal van 96 u studielasturen uitkomt. Bij elk van de projecten was 1 extern bedrijf betrokken. De projecten varieerden van advies tot ontwerp tot realisatie van een product. Gedurende de 6 maanden vinden er regelmatig overleg momenten plaats met het bedrijf, maar het meeste werk voeren de studenten uit op school. Soms als het nodig is voeren de studenten het werk uit bij het bedrijf. Bij deze projecten wordt altijd kennis uit meerdere vakgebieden gebruikt.

Er is ook gevraagd of er klassikale robot gerelateerde projecten plaatsvinden. In het 1^e/2^e jaar van Elektrotechniek blijken er drie van zulke projecten te bestaan. Deze projecten worden uitgevoerd zonder samenwerking met het bedrijfsleven en de studielasturen per leerling zijn ong. 30 u per project. Er wordt alleen kennis uit vakgebied elektrotechniek gebruikt en de groepen bestaan uit 2 personen.

Het lijkt er dus op dat de jongeren in het 4^e jaar pas in aanraking gebracht worden met echte praktijkgerichte robotica projecten. Het is maar net toevallig of er een bedrijf is dat een robot gerelateerd project naar voren schuift. Lang niet alle jongeren komen zo in aanraking met praktijkgerichte robotica projecten.

ROC Flevoland

Op het ROC Flevoland zegt men maar 1 robot gerelateerd project te hebben gehad in het afgelopen schooljaar. Dit betrof een soortgelijk eindproject als bij het ROC Friese Poort. Bij het ROC Flevoland heeft men aangegeven dit aantal wel te willen vergroten de komende jaren.

HBO Windesheim Flevoland

Bij het HBO Windesheim zegt men ook maar 1 robot gerelateerd project te hebben gehad. Wel is men op dit moment bezig met andere robotica projecten maar daar wilde men geen informatie over prijsgeven i.v.m. privacy van de bedrijven.

In Bijlage 5 – Resultaten staan de omschrijvingen van de robotica projecten die hebben plaatsgevonden.

5.7 MATE VAN ACTION BASED LEARNING IN HET ONDERWIJS

De docenten zijn enkele stellingen voorgelegd waarin getoetst werd in welke mate Action Based Learning (ABL) toepast wordt bij robot techniek onderwijs. ABL heeft bepaalde specifieke kenmerken die onderverdeeld kunnen worden in de volgende 7 punten:

- 1) *Engage students in real-world problems; if possible, the students select and define issues or problems.*
- 2) *Requires students to use inquiry, research, planning skills, critical thinking, and problem-solving skills as they complete the project.*
- 3) *Requires students to learn and apply content-specific skills/standards and knowledge in a variety of contexts as they work on the project*
- 4) *Provides opportunities for students to learn and practice interpersonal skills as they work in cooperative teams and, whenever possible, with adults in workplaces or the community.*
- 5) *Gives students practice in using the array of skills needed for their adult lives and careers (how to allocate time/resources; individual responsibility, interpersonal skills, learning through experience, etc.)*
- 6) *Includes expectations regarding accomplishments/learning outcomes.*
- 7) *Incorporates reflection activities that lead students to think critically about their experiences and to link those experiences to specific learning standards.*

Over het algemeen geven de docenten aan dat veel van deze punten al toegepast worden in het onderwijs. Enkele opvallendheden worden hieronder opgesomd:

- Over het feit dat de leerlingen hun eigen opdrachten kunnen formuleren en kiezen wordt aangegeven dat dit in minder mate het geval is. Dit komt natuurlijk omdat bedrijven de opdrachten inbrengen en de studenten kunnen daar weinig invloed op uitoefenen.
- Inquiry skills (vaardigheden waarmee de leerlingen zaken leren waar te nemen, te meten en te voorspellen) worden in enigszins mindere mate toegepast dan de andere vaardigheden zoals planning en problem solving skills.
- Bij de stellingen over problem solving skills valt op dat de docenten het unaniem eens zijn dat dit wordt toegepast.
- De mate waarin leerlingen leren samenwerken zijn de docenten nog het meest positief over. De docenten geven aan het hier helemaal mee eens te zijn.

- Reflectie activiteiten worden ook in zekere mate toegepast. Alleen over het punt dat leerlingen ook feedback aan elkaar moeten geven zijn de docenten iets minder positief.

Concluderend geven de docenten aan dat ABL al in zekere mate wordt toegepast in het onderwijs. Hier moeten echter wel enkele kanttekeningen bij geplaatst worden. Zo worden veel van deze punten alleen toegepast op het moment dat een student zijn eindproject/afstudeer project doet. Veel punten van ABL worden dus maar op 1 moment van de opleiding beoefend door de studenten. Dit geeft dus een vertekend beeld van ABL in het onderwijs.

5.8 STUDIEMATERIAAL EN ONDERWIJSVOORZIENINGEN VOOR ROBOTICA IN HET ONDERWIJS

Over de onderwijsvoorzieningen en het studiemateriaal voor robotica zijn de docenten minder te spreken. Hieronder staan de stellingen weergegeven:

1 = helemaal mee oneens, 2 = mee oneens, 3 = neutraal, 4 = mee eens, 5 = helemaal mee eens		
Stelling	M	SD
Het vakgebied robotica komt voldoende aanbod in de lesstof.	2.71	0.756
De onderwijsvoorzieningen om robotica opdrachten uit te voeren zijn toerijkend.	2.14	0.378
De lesstof over robotica is up to date.	2.86	0.900
Gezien het toekomst potentieel van robotica, zou robotica een grotere rol moeten spelen in het onderwijs.	4.00	0.577

Tabel 28: Stellingen over studiemateriaal en onderwijsvoorzieningen voor robotica in het onderwijs, n = 7.

Bij de stelling 'De onderwijsvoorzieningen om robotica opdrachten uit te voeren zijn toerijkend' zijn de docenten het ronduit mee oneens. De onderwijsvoorzieningen om robotica opdrachten uit te voeren beoordelen de docenten daarmee als ontoereikend. Opvallend is ook dat de standaardafwijking erg laag is, de docenten hebben op dat punt dus overwegend dezelfde mening.

De lesstof over robotica vinden de docenten niet helemaal up to date, de standaardafwijking is hierbij iets hoger. De docenten gaven tijdens de interviews aan dat ze niet 100% zicht op hadden of de stof wel of niet up to date was. Verder zijn de docenten het erover eens dat er meer aandacht voor robotica in het onderwijs zou moeten komen.

	n	Percentages (%)
Er zijn stageplaatsen voor MBO studenten beschikbaar	5	71.4
Er zijn stageplaatsen voor HBO studenten beschikbaar	4	57.1
Onderwijsinstellingen brengen bezoeken aan ons bedrijf	3	42.9
Er vinden robot gerelateerde projecten plaats in samenwerking met HBO studenten	1	14.3
Er vinden robot gerelateerde projecten plaats in samenwerking met HBO studenten	0	0.0

Tabel 29: Koppeling bedrijfsleven - onderwijs, n = 7.

Aandachtspunten voor MBO/HBO opleidingen

De bedrijven vinden over het algemeen dat de opleidingen zich meer moeten richten op de behoeften van het bedrijfsleven. Dat betekent o.a. een praktijkgericht opleiding. Verder zijn er nog een aantal aandachtspunten volgens de bedrijven:

- Meer aandacht voor domotica toepassingen en besturingstechniek
- Efficiency
- Koppeling tussen ICT en Techniek
- Het bieden van innovatieoplossingen voor het bedrijfsleven
- Aandacht voor hydrauliek, PLC besturingsystemen en motoren.

Verbeterpunten voor technische MBO/HBO opleidingen

Enkele verbeterpunten die bedrijven hebben aangedragen:

- Betere afstemming op praktijk
- Discipline
- Gezellen systeem als leermodel weer invoeren
- Meer doen en minder vergaderen
- Klassieke denken van in onderwijskolom doorbreken en gebruik maken van real time equipment in leerwerk omgevingen of bij bedrijven
- Meer aandacht voor construeren/middenkader opleidingen i.p.v. het centraal stellen van productieberoepen

Pasafgestuudeerden van MBO/HBO

Er zijn ook enkele stellingen voorgelegd aan de bedrijven over pasafgestuudeerden van het MBO en HBO.

1 = helemaal mee oneens, 2 = mee oneens, 3 = neutraal, 4 = mee eens, 5 = helemaal mee eens					
MBO			HBO		
SD	M	Stelling	M	SD	
0.753	2.83	Pasafgestuudeerden kunnen gemakkelijk meedraaien in het bedrijf	3.57	0.535	
0.632	2.00	Pasafgestuudeerden hebben voldoende praktijk ervaring	2.43	0.976	
0.632	2.00	Pasafgestuudeerden hebben niet tot weinig bijscholing nodig	2.43	0.787	

Tabel 30: Stellingen over pasafgestuudeerden van MBO/HBO.

De resultaten geven aan dat de bedrijven niet geheel tevreden zijn over pasafgestuudeerden van het MBO en HBO. Vooral het MBO lijkt op alle punten slecht te scoren in vergelijking met het HBO. Op alle drie de punten is er ruimte voor verbetering. Dit geeft duidelijk aan dat de koppeling tussen het bedrijfsleven – onderwijs beter kan. Een meer praktijkgerichte opleiding is de oplossing.

Samenwerking tussen bedrijven

	n	Percentages (%)
Het delen van kennis met andere bedrijven	3	37.5
Heeft uw bedrijf wel eens samengewerkt met andere bedrijven aan robot gerelateerde vraagstukken	4	50.0

Tabel 31: Samenwerking tussen bedrijven onderling, n = 8.

37.5% (n = 3) van de ondervraagde bedrijven geven aan wel eens kennis te delen met andere bedrijven. 50% (n = 4) van de bedrijven heeft wel eens met andere bedrijven aan robot gerelateerde vraagstukken gewerkt.

5.9 KOPPELING BEDRIJFSLEVEN – ONDERWIJS

Het blijkt dat 71.4% (n = 5) van de ondervraagde bedrijven stageplaatsen voor MBO studenten beschikbaar heeft en 57.1% (n = 4) van de bedrijven heeft stageplaatsen voor HBO studenten beschikbaar. 42.9% (n = 3) van de bedrijven geeft aan dat onderwijsinstellingen wel eens een bezoek aan hun bedrijf brengen. Echter, maar één bedrijf zegt dat er in het verleden wel eens robot gerelateerde projecten hebben plaatsgevonden in samenwerking met HBO studenten. De stageplaatsen die beschikbaar zijn lijken dus niet robot gerelateerd, maar betreffen iets anders.

5.10 VERWACHTINGEN VAN HET PROJECT RTL

5.10.1 *DOCENTEN*

Onder de docenten was nog niet geheel duidelijk wat het project RTL precies inhield. Na uitleg hebben de docenten hun verwachtingen over het project geuit.

Verwachtingen van het Robot Techniek Lab ten aanzien van samenwerking met het bedrijfsleven

Docenten zijn over het algemeen positief maar tegelijkertijd ook enigszins sceptisch tegenover het project. Het is een positieve ontwikkeling om een Robot Techniek Lab op te richten waar studenten en het bedrijfsleven samen kunnen werken aan robot gerelateerde opdrachten. Het Robot Techniek Lab kan dan als schakel tussen het bedrijfsleven en het onderwijs werken. Echter hebben de docenten wel kanttekeningen bij het project. Enkele docenten hebben er niet geheel vertrouwen in dat het fysieke RTL uiteindelijk ook echt van de grond komt. Dit komt voornamelijk omdat ze weinig vertrouwen in het bedrijfsleven hebben. De core business van bedrijven is uiteindelijk om winst te maken. Gebrek aan tijd, geld of mankracht bij het bedrijfsleven zijn bijvoorbeeld factoren die het project schade kunnen doen verwachten de docenten.

De docenten leggen daarom de nadruk op het feit dat de school de stabiliserende factor moet zijn in het project. Daarmee wordt bedoeld dat de verantwoordelijkheid voornamelijk bij de school ligt en dat de school een leidende rol moeten spelen in het project. Belangrijk volgens de docenten is ook afstemming tussen beide partijen, wat men van elkaar kan verwachten enz.

De rol van de studenten in het Robot Techniek Lab

De docenten hopen dat de leerlingen van meerdere soorten robots kennis kunnen opdoen. Daarbij zijn ze niet meer beperkt tot de robots die toevallig bij een bedrijf staan. De basiskennis van de leerlingen wordt daardoor verbreed. De leerlingen leren deze kennis dan vervolgens ook daadwerkelijk toe te passen in de praktijk (koppeling theorie – praktijk).

Voordelen project Robot Techniek Lab voor de opleiding

De docenten denken over het algemeen dat de leerlingen door het project extra gemotiveerd worden voor het vakgebied robotica. Dit komt doordat de leerlingen in een veel werkelijker omgeving terechtkomen waar een duidelijke koppeling tussen theorie en praktijk zal zijn. De docenten verwachten dat de studenten ook meer belangstelling voor het vakgebied robotica zullen ontwikkelen.

5.10.2 *BEDRIJVEN*

Verwachtingen van het Robot Techniek Lab ten aanzien van samenwerking met onderwijsinstellingen

De verwachtingen van de bedrijven van het fysieke Robot Techniek Lab zijn wisselend. De meeste bedrijven hebben positieve verwachtingen maar er zijn ook enkele bedrijven die hun bedenkingen hebben. Twee bedrijven hebben geen antwoord op deze vraag gegeven.

Enkele bedrijven geven aan dat ze hopen dat het project RTL ervoor kan zorgen dat de aansluiting van de opleidingen op het bedrijfsleven beter wordt. Daarnaast hoopt een bedrijf ook dat het project ervoor kan zorgen dat de jongeren enthousiast voor het vakgebied robotica gemaakt worden. Een aantal bedrijven zijn enigszins pessimistisch over het project. Ze denken dat het misschien moeizaam wordt om de juiste invulling en kwaliteiten te krijgen in het fysieke Robot Techniek Lab.

De rol van het bedrijfsleven in het Robot Techniek Lab

Over de rol van het bedrijfsleven in het RTL zijn de bedrijven nogal terughoudend. De volgende concrete zaken worden opgesomd:

- Een soort experience center om (zakelijke)bezoekers te laten zien wat het niveau is van onderwijs gerelateerd aan het bedrijfsleven.
- Het leveren van een robot voor het Robot Techniek Lab
- Verzorgen van bedrijfstrainingen en techniekpromotieactiviteiten.
- Een ander bedrijf geeft aan om hun lasrobot af en toe beschikbaar kunnen stellen voor studenten.

Voordelen project Robot Techniek Lab voor het bedrijf

Over het algemeen geven de bedrijven aan dat ze hopen dat het project RTL tot beter onderwijs leidt en daardoor uiteindelijk tot beter geschoolde werknemers. Het project RTL functioneert als een verlengstuk tussen scholen en bedrijfsleven. Het zorgt voor een betere koppeling tussen bedrijfsleven – onderwijs verwachten de bedrijven.

Twee bedrijven zijn concreter: een bedrijf geeft aan dat het hoopt op handige tools voor servicedoeleinden en een ander bedrijf hoopt dat het project zal leiden tot nieuwe bedrijven en nieuwe arbeidsplaatsen (incl. leerplaatsen).

6 CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de nulmeting, gepresenteerd in het voorgaande hoofdstuk, besproken. Allereerst worden de onderzoeksvragen van dit onderzoek beantwoord. Ook wordt er ingegaan op de leereffecten van het project RTL. Op het eind wordt afgesloten met enkele aanbevelingen naar aanleiding van dit onderzoek.

6.1 CONCLUSIE

In dit onderzoek stonden er twee deelvragen en één centrale vraag centraal:

Q1: Welke kernindicatoren zijn geschikt om de situatie van het project RTL tijdens de nul- en nameting te bepalen?

Uit de literatuur over effectonderzoek komt naar voren dat de uitgangssituatie en de één-situatie aan de hand van kernindicatoren gemeten dienen te worden om zo de effecten van het project RTL te bepalen. Belangrijk is dat de kernindicatoren de causale toerekening van het project RTL kunnen meten en daarnaast moeten de kernindicatoren ook meetbaar kunnen zijn tijdens de nul- en nameting. De kernindicatoren kunnen afgeleid worden uit de beoogde effecten/doelen van het project RTL. Het belangrijkste doel van het project RTL is de kennisontwikkeling van robotica in het onderwijs te bevorderen. In de literatuur noemt men dit 'educational robotics'. Door bepaalde aspecten van educational robotics te meten kan er een beeld van de uitgangssituatie van het project RTL geschetst worden. Uiteindelijk zijn er zo acht kernindicatoren vast te stellen die geschikt zijn om de uitgangssituatie en de één-situatie te bepalen:

1. Mate van aantrekkingskracht robot techniek onderwijs
2. Attitude tegenover het vakgebied robotica
3. Mate van kennis over het vakgebied robotica
4. Mate van aantrekkingskracht technische vervolgopleiding of baan
5. Informatie over robot gerelateerde projecten
6. Mate van Action Based Learning in het onderwijs
7. Studiemateriaal en onderwijsvoorzieningen voor robotica onderwijs
8. Koppeling tussen bedrijfsleven – onderwijs

Door bovenstaande kernindicatoren te meten kan de uitgangssituatie (voor de inzet van het beleid) en de één-situatie (na de inzet van het beleid) bepaald worden.

Q2: Wat zijn de waardes van deze kernindicatoren tijdens de nulmeting?

De acht kernindicatoren zijn verdeeld over drie onderzoekspopulaties (studenten, docenten en bedrijven) gemeten. Hieronder volgt per kernindicator de conclusies over de indicatoren in de uitgangssituatie.

Aantrekkingskracht van robot techniek onderwijs

De belangrijkste reden voor studenten om voor de opleiding te kiezen is omdat de opleiding brede beroepsmogelijkheden biedt. Dit is een interessant gegeven want een onderdeel van het project RTL is het samenvoegen van enkele opleidingen tot één brede opleiding. Dit zou een extra stimulans kunnen zijn voor jongeren om voor die opleiding te kiezen.

Uit de resultaten komt verder naar voren dat de studenten het aandeel theorie in de opleiding lager en het aandeel praktijk in de opleiding hoger hadden geschat dan in werkelijkheid het geval is. De studenten hadden bij aanvang van de opleiding verwacht meer praktijkgericht onderwijs te krijgen. Daarnaast komt ook naar voren dat de studenten het contact en bezoeken aan bedrijven als weinig beschouwen. De koppeling tussen het bedrijfsleven en onderwijs beoordelen de studenten dus niet als optimaal. Op deze punten is er ruimte voor verbetering bij de opleidingen. Qua beleving van het technisch onderwijs zijn de studenten vrij positief gestemd. Over het algemeen zijn daar geen bijzonderheden te ontdekken.

Attitude tegenover het vakgebied robotica

De resultaten uit de nulmeting tonen aan dat de studenten, docenten en bedrijven allen een positieve houding tegenover het vakgebied robotica hebben. Alle deelnemers zien veel potentie in het vakgebied robotica en denken dat robotica steeds belangrijker zal worden in de samenleving. Echt actie ondernemen in het vakgebied robotica, zoals een robot gerelateerde baan, spreekt de studenten vooralsnog niet aan. De maakindustrie en de zorgsector beschouwen de docenten en bedrijven als de sectoren met de grootste toepassingsmogelijkheden voor robotica in de toekomst. In de zorgsector kan robotica veel hulpmiddelen bieden voor patiënten en ouderen. In de maakindustrie voorspellen beide partijen een sterk toenemende mate van automatisering in het bedrijfsleven. Veel werk dat met de hand wordt gedaan zal geautomatiseerd worden.

Over de definitie van een robot verschillen de meningen enigszins. De bedrijven op hun beurt zien een robot vooral uit het perspectief van een arbeidskracht: een robot is een machine die de taken van de mens kan overnemen. De docenten hebben een meer specifieke en technische definitie van een robot: een robot is een computer gestuurd apparaat dat bepaalde handelingen uitvoert. Beide definities zijn vrij ruim en nog steeds blijft de vraag wat men nou precies onder een robot verstaat. Is een koffieautomaat ook een robot? Als men kijkt naar de definities dan zou dit wel moeten, echter blijkt geen één van de ondervraagden dit tot een robot te rekenen. Dat is ook logisch want een koffieautomaat spreekt niet tot de verbeelding van een robot. Het geeft wel aan hoe complex het vakgebied robotica is. Het is een vrij nieuw vakgebied dat zich enorm snel ontwikkeld heeft. Misschien is het een kwestie van tijd voordat universeel duidelijk wordt wat men nou onder een robot verstaat en wat niet.

Kennis over robotica

De mate van kennis over robotica schatten de studenten zelf als enigszins matig in. Op geen enkel vlak lijken de studenten te excelleren. Kijkt men alleen naar Mechatronica dan lijkt die opleiding het wat beter te doen dan de andere opleidingen.

Aantrekkingskracht technische vervolgopleiding of baan

De resultaten laten zien dat de meeste studenten nog niet weten wat ze gaan doen na het MBO. Dit komt voornamelijk omdat een groot deel van de respondenten 1^e/2^e jaars leerlingen zijn en voor hen is de keuze nog ver weg. De meerderheid van de studenten die het wel weten zijn van plan te kiezen voor een technische vervolgopleiding op het HBO. Maar een klein deel kiest ervoor na het MBO meteen te gaan werken. Dat dit deel zo klein is kan misschien komen door de slechte arbeidsmarkt op dit moment. De reden voor MBO studenten om door te stromen naar het HBO is vooral vanwege de voordelen die een HBO diploma biedt, zoals interessantere beroepen en een hoger salaris. De technische vervolgopleiding die studenten kiezen is in de

meeste gevallen een opleiding die voortborduurde op de MBO opleiding, zoals Elektrotechniek of Werktuigbouwkunde. Waar de studenten hun vervolgopleiding willen doen, weten ze nog niet.

Robot gerelateerde projecten in het onderwijs

De gegevens over robot gerelateerde projecten in het onderwijs laten zien dat met name 4^e jaars studenten hiermee in aanraking komen. Het feit of een student wel of niet een dergelijk project uitvoert is puur toeval van de beschikbaarheid van een dergelijk project door het bedrijfsleven. Het aantal robot gerelateerde projecten toont aan dat lang niet alle studenten praktijkgerichte kennis over robotica opdoen. De mogelijkheid om voor 1^e/2^e/3^e jaars studenten praktijkgerichte kennis over robotica op te doen is er een stuk minder en daardoor komen studenten pas vrij laat in de opleiding in aanraking met praktijkgerichte opdrachten van robotica.

Dat er vrij weinig robot gerelateerde projecten hebben plaatsgevonden, komt omdat er voorheen nog geen speciale aansturing voor was. Een goede koppeling tussen het bedrijfsleven en onderwijs kan ervoor zorgen dat er meer praktijk opdrachten beschikbaar komen. Juist op dit gebied wil het project RTL verandering brengen. Door de koppeling tussen het bedrijfsleven en het onderwijs vorm te geven en te stimuleren kunnen er meer robot gerelateerde projecten plaatsvinden. Op deze manier wordt er voor meer studenten de mogelijkheid geboden om praktijkervaring op te doen op het gebied van robotica.

Mate van Action Based Learning

Volgens de docenten wordt ABL in zekere mate al toegepast in het onderwijs. Dit is voornamelijk in combinatie met robot gerelateerde projecten. Zoals eerder gezegd vinden er maar weinig robot gerelateerde projecten plaats en de projecten die plaatsvinden, vinden plaats in het 4^e jaar van de opleiding. De aspecten van ABL worden dus pas laat in opleiding beoefend. Indien er meer robotica projecten zouden plaatsvinden dan kan ABL intensiever toegepast worden in het onderwijs en misschien ook al eerder in de opleiding.

Studiemateriaal en onderwijsvoorzieningen ten aanzien van robotica

De resultaten tonen aan dat de docenten het studiemateriaal en onderwijsvoorzieningen als ontoereikend beoordelen. De lesstof is niet geheel up to date en de onderwijsvoorzieningen om robot gerelateerde opdrachten uit te voeren beoordelen de docenten als onvoldoende.

Koppeling bedrijfsleven – onderwijs

De gegevens over de beoordelingen van bedrijven over pasafgestudeerden van het MBO en HBO tonen aan dat pasafgestudeerden over het algemeen tekort schieten op verschillende vlakken. Bedrijven zijn van mening dat pasafgestudeerden onvoldoende praktijk ervaring hebben en ze vinden ook dat pasafgestudeerden meestal bijscholing nodig hebben. Dit geeft aan dat er ruimte voor verbetering is voor de koppeling tussen bedrijfsleven – onderwijs. De bedrijven wensen een betere afstemming van het onderwijs op de behoeften van het bedrijfsleven. Volgens de bedrijven kan dit bereikt worden door praktijkgerichte opleidingen.

Verwachtingen van het project RTL

Beide partijen, docenten en bedrijven, vinden het concept van een fysieke Robot Techniek Lab een goed initiatief om kennisontwikkeling van robotica te bevorderen en de koppeling tussen het bedrijfsleven en onderwijs te stimuleren. De docenten verwachten dat de leerlingen door praktijkgericht onderwijs extra gemotiveerd worden. Dit komt omdat de leerlingen dan in een veel werkelijker omgeving terechtkomen waar een duidelijke koppeling tussen praktijk en

theorie gelegd wordt. Door robotica projecten zullen de leerlingen meer enthousiasme voor het vakgebied robotica ontwikkelen. De bedrijven verwachten dat het tot beter onderwijs en uiteindelijk tot beter geschoolde werknemers leidt. Echter hebben beide partijen ook zo hun bedenkingen tegenover het fysieke Robot Techniek Lab. De docenten hebben hun twijfels over de inzet van het bedrijfsleven. Ze verwachten dat een gebrek aan tijd, geld of mankracht aan de kant van de bedrijven de reden zal zijn dat het Robot Techniek Lab niet zal slagen op termijn. Om dit te voorkomen geven de docenten aan dat een onafhankelijke partij, bijvoorbeeld de onderwijsinstellingen, de stabiliserende factor moet zijn van het project. De leiding en verantwoordelijkheid liggen dan niet bij de bedrijven. Een goede afstemming tussen het onderwijs en het bedrijfsleven omtrent het project kan ook veel helpen. Enkele bedrijven hebben ook twijfels over de haalbaarheid van een fysiek Robot Techniek Lab geuit omdat ze denken dat het moeizaam zal zijn een juiste invulling en kwaliteit in het Robot Techniek Lab te krijgen.

Over de rol van de studenten in het fysieke Robot Techniek Lab en de rol van de bedrijven in het Robot Techniek Lab is een verschil van perceptie te ontdekken tussen de docenten en bedrijven. De docenten hopen dat de studenten in het lab met meerdere soorten robots kunnen oefenen en (in samenwerking met bedrijven) praktijkgerichte opdrachten kunnen uitvoeren. Hierdoor kan de basiskennis van de studenten over robotica vergroot worden. De bedrijven hebben zich ook kunnen uitlaten over hun eigen rol in het lab, en in die visie worden de studenten iets meer op de achtergrond gelaten. De bedrijven hebben het over een omgeving waar o.a. bedrijfstrainingen en techniekpromotieactiviteiten gehouden kunnen worden. De bedrijven hameren op een goede koppeling tussen het bedrijfsleven en onderwijs. De bedrijven verwachten dat het project RTL op dat vlak veel vooruitgang kan boeken.

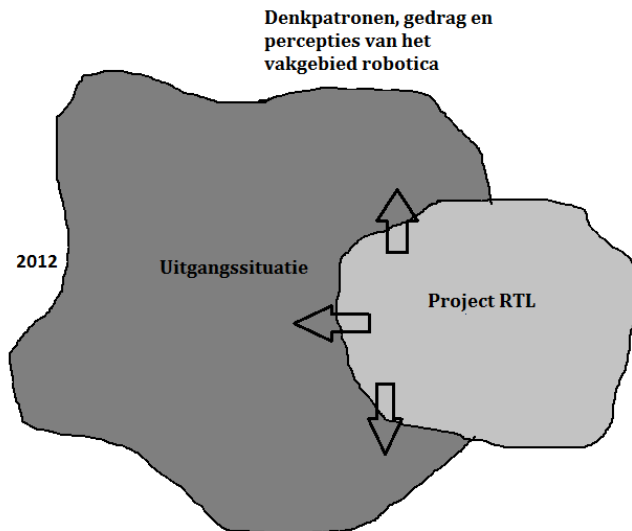
Bovenstaande geeft aan dat er nog aansturing nodig is voor een goede uitvoering van het project. Beide partijen zitten nog niet helemaal op één lijn.

Centrale vraag: Hoe kunnen de effecten van het project RTL bepaald worden ten aanzien van kennisontwikkeling op het gebied van robotica in het onderwijs?

Er zijn, zoals bekend, acht indicatoren opgesteld die de uitgangssituatie en de één-situatie dienen te meten. Uiteindelijk zullen beide situaties met elkaar vergeleken worden waardoor bepaald kan worden of er een verandering is opgetreden. Belangrijk bij effectonderzoek is om te bepalen of de verandering die geconstateerd is ook aan het project RTL te wijden is. Als dat het geval is, dan is het effect van het project RTL bepaald. De aantrekkingskracht van technische opleidingen kan bijvoorbeeld ook beïnvloed worden door andere factoren. Action Based Learning is een onderwijsmethode die op zichzelf staat en ook toegepast kan worden zonder het project RTL. Het is daarom van belang om de bijdrage van de beleidsvariabelen aan de effecten van het project RTL te onderscheiden van situatievariabelen. Een aanbeveling voor vervolgonderzoek is daarom om ook de hypothetische nul-situatie te bepalen, dit zal later nog besproken worden.

Leereffecten project RTL

Beleid heeft als doel om gedragsveranderingen te laten optreden en dit gebeurt door het proces van beleidsgericht leren (zie paragraaf 2.1). In het project RTL gebeurt dit door het leren van nieuwe denk- en werkwijzen waardoor er een nieuw kader van denkbeelden en werkwijzen over robotica ontstaat. Figuur 6 laat dit proces nog een keer zien.



Figuur 6: Illustratie van het kader van denkpatronen, gedrag en perceptie van het vakgebied robotica.

De resultaten uit de nulmeting tonen aan dat het kader van de deelnemers in de uitgangssituatie vrij breed is. Over de definitie van een robot wordt vanuit verschillen perspectieven naar toe gekeken. De bedrijven zien een robot vooral als arbeidskracht dat het werk kan vervangen van de mens en de docenten zien een robot vooral als een machine dat bepaalde handelingen kan uitvoeren. Uiteindelijk zijn beide definities zo breed dat de apparaten die men tot een robot rekent sterk verschilt. Het project RTL zou hierin verandering kunnen brengen en de definities dichter bij elkaar brengen. De verwachting is dat aan het eind van het project RTL de deelnemers ongeveer dezelfde apparaten tot een robot rekenen. Verder zien de deelnemers vooral in de zorgsector en de maakindustrie een groot toekomst potentieel voor robotica. In de zorgsector kan robotica hulpmiddelen bieden voor de verzorging van patiënten en in de maakindustrie kan veel handwerk geautomatiseerd worden. Dit zijn ook gebieden waar inderdaad de grootste potentie ligt voor robotica. Verder is de houding tegenover robotica positief. Alle deelnemers zien robotica als een veelbelovend vakgebied met veel toekomst potentieel. De studenten geven alleen aan nog niet echt warm te lopen om actie te ondernemen in het vakgebied robotica. Door de jongeren nog meer enthousiast te maken voor robotica kan het project RTL wellicht daar verandering in brengen. Vooral het verhogen van de robotica projecten helpt hier enorm bij omdat de jongeren daardoor de koppeling tussen theorie en praktijk zien. De kennis over robotica is op dit moment nog enigszins laag onder studenten. Door dit te verhogen is te verwachten dat de studenten uiteindelijk meer werkwijzen en toepassingen voor het vakgebied robotica ontdekken. Action Based Learning in combinatie met robotica zou dit goed kunnen stimuleren. Wellicht dat studenten daardoor in staat zijn innovatieve oplossingen met robotica te bedenken voor het bedrijfsleven.

6.2 AANBEVELINGEN

De nulmeting is volbracht en de uitgangssituatie van het effectonderzoek van het project RTL is bepaald. Het effectonderzoek is daarmee echter nog niet afgerond maar juist begonnen. Uit de bevindingen van de nulmeting komen een aantal aanbevelingen naar voren omtrent de voortgang van het effectonderzoek en het project RTL.

Aanbevelingen ten aanzien van het effectonderzoek

Om het effectonderzoek van het project RTL tot een goed einde te brengen zijn er een aantal op- en aanmerkingen te plaatsen. Als eerste dient de nameting zo identiek mogelijk plaats te vinden als de nulmeting. Dezelfde indicatoren dienen gemeten te worden op dezelfde wijze. De reden hiervoor is zodat men resultaten krijgt die niet onderhevig zijn aan veranderingen in de dataverzameling. Uiteindelijk krijgt men zo op dezelfde manier (als tijdens de uitgangssituatie) een beeld van één-situatie.

Daarnaast is het raadzaam voor het effectonderzoek om niet alleen volgend jaar een nameting te laten plaatsvinden, maar een jaar later nog een keer. Het project RTL is een omvangrijk project waarvan het een tijdje kan duren voordat de totale effecten van het project zich sorteren. De 1^e/2^e jaars leerlingen die nu meedoen aan het project studeren pas over 2-3 jaar af. Als men de volledige effecten van het project RTL in kaart willen brengen is het aan te bevelen om in het jaar 2014 nog een nameting te laten plaatsvinden.

Verder is het aan te bevelen eventueel ook studenten van andere onderwijsinstellingen die niet betrokken zijn bij het project RTL te ondervragen. Op deze manier kan op een relatief eenvoudige wijze een goed beeld gevormd worden van de hypothetische nul-situatie waarbij rekening wordt gehouden met de autonome ontwikkelingen zonder inzet van het beleid. Hierdoor krijgt men een echt goed beeld wat de impact van het project RTL is. Bij het project RTL is het mogelijk dat er zonder inzet van het beleid veranderingen ten goede van de kennisontwikkeling van robotica zullen optreden. Een meting onder studenten (van andere onderwijsinstellingen) die niet betrokken zijn bij het project RTL tijdens de nameting is daarom aan te raden.

7 DISCUSSIE

In dit hoofdstuk wordt er gereflecteerd op de data verzameling en de resultaten van de nulmeting. Het is de bedoeling dat hieruit lessen worden getrokken voor de nameting.

De data verzameling tijdens de nulmeting verliep hier en daar moeizaam. Dit kwam mede omdat er soms weinig enthousiasme was om mee te werken aan het onderzoek waardoor de nulmeting niet geheel volgens plan verliep. De responsgegevens tonen aan dat de respons over alle drie de onderzoekspopulaties enigszins laag is. Bij de MBO leerlingen was het was de bedoeling om vragenlijsten bij alle 1^e/2^e/3^e/4^e jaars leerlingen af te nemen maar dit is helaas niet gelukt. Voor een deel kwam dit omdat een gedeelte van de ouderejaars (met name 4^e jaars) leerlingen stage had en daardoor niet op school was. Daardoor hebben relatief veel 1^e/2^e jaars leerlingen de vragenlijsten ingevuld in vergelijking met 3^e/4^e jaars leerlingen. Dit heeft wel enige invloed op de resultaten want er is wel een verschil qua kennis, beleving en houding tegenover het vakgebied robotica tussen 1^e/2^e jaars en 3^e/4^e jaars leerlingen. Dit probleem kan tijdens de nameting voorkomen worden door de leerlingen misschien ook een digitale versie te sturen of de onderzoeksperiode langer te maken. Bij de nulmeting werd er maar in een periode van 2 weken de vragenlijsten afgenomen. Door dit langer te maken (bijv. 3-4 weken) is er een grotere kans dat alle leerlingen aanwezig zijn op school. Bij het ROC Flevoland was er daarnaast ook net de pech dat de docenten die de vragenlijsten bij alle klassen zou afnemen ziek was.

Wat betreft de docenten was het de bedoeling om bij allen mondeling de vragenlijsten af te nemen. Zoals bekend is dit niet gebeurd omdat het inplannen van interviews met de docenten van het ROC Flevoland moeizaam ging. Qua uitkomsten van de vragenlijsten heeft dit niet eens zoveel uitgemaakt. Alleen de open vragen werden wat minder uitgebreid beantwoord. Het vergaren van informatie over robotica projecten had misschien via een interview wel meer opgeleverd. Wat betreft de bedrijven kunnen we met een respons van 8 (van de 13) bedrijven tevreden zijn. Geert Wieffer heeft meerdere malen de bedrijven vriendelijk doch dringend verzocht mee te doen en daardoor is het onderste uit de kan gehaald.

Raadzaam is om bij de nameting duidelijke en concrete afspraken met de betrokkenen te maken omtrent de data verzameling. Dit zijn dan afspraken met tijd en datum over wanneer en hoe de data verzameling zal plaatsvinden. Hierdoor zal de nameting waarschijnlijk soepeler verlopen en dit zal de data verzameling ten goede komen. Daarnaast kan het nuttig zijn voor het effectonderzoek om in de nameting ook de HBO opleidingen te betrekken aangezien deze toch wel een significante rol spelen in het project RTL. Wat betreft de doorstroom van studenten van het MBO naar HBO kan dat nuttige informatie opleveren.

8 BIBLIOGRAFIE

Atlas Advies. (2011). *Beheersstructuur Innovatiearrangement Robot Techniek Lab*.

Automobiel Management. (2011, November 28). *MKB luidt noodklok over tekort technisch personeel*. Opgeroepen op 29 Maart, 2012, van Automobiel Management: <http://www.automobielmanagement.nl/nieuws/auto-economie-binnenland/nid13114-mkb-luidt-noodklok-over-tekort-technisch-personeel.html>

Campbell, D. T., & Stanley, J. C. (1966). *Experimental and Quasi-experimental designs for research*. Chicago.

Congdon, G. J., & Congdon, S. (2011). Engaging students in a simulated collaborative action research project: an evaluation of a participatory approach to learning. *Journal of Further and Higher*, 221-231.

Denis, B., & Hubert, S. (2001). Collaborative learning in an educational robotics environment. *Computers in Human Behaviour*, 465-480.

Heerkens, H. (2010). Methodologische checklist.

Hoppe, R., Jeliaskova, M., van de Graaf, H., & Grin, J. (1998). *Beleidsnota's die doorwerken*. Bussum: Coutinho.

(2011). *Innovatiearrangement*.

Internet Teaching Learning Resource Center. (2006, July 7). *What are Scientific Inquiry Skills*. Opgeroepen op April 13, 2012, van Internet Teaching Learning Resource Center: http://www.itlrc.com/science/methodology/what_are_scientific_inquiry_skills/what_are_scientific_inquiry_skills.htm

(2012). *Kansen voor robotica*.

Karahoca, D., Karahoca, A., & Uzunboylub, H. (2011). Robotics teaching in primary school education by project based learning for supporting science and technology courses. *Procedia Computer Science* 3, 1425-1431.

Kurland, D. J. (2000). *What is Critical Thinking?* Opgeroepen op April 13, 2012, van Critical Reading: http://www.criticalreading.com/critical_thinking.htm

Linde, E. J. (2010). *Quick scan robotica, onderwijs en arbeid*. Stichting Toekomstbeeld der Techniek.

Maia, L. D., da Silva, V. J., & de S. Rosa, R. E. (2009). An Experience to use Robotics to Improve Computer Science Learning. *Frontiers in Education Conference*.

McKee, G. T. (2007). The Robotics Body of Knowledge. *IEEE Robotics & Automation Magazine*, 18-19.

Onderwijsraad. (2011). *Om de kwaliteit van het beroepsonderwijs*. Den Haag: Onderwijsraad.

Oomen, M. (2008). *Inventariserend onderzoek havo-didactiek voor bèta- en techniekonderwijs*. Utrecht: Oberon.

Pedler, M. (2011). *Action learning in practice*. Surrey: Gower Publishing Limited.

Researchcentrum voor Onderwijs en Arbeidsmarkt. (2008). *Technotopics III*. Maastricht: Platform Beta Techniek.

RoboNed. (2011). *Dutch Robotics Analysis: Strategic Agenda RoboNED part 1*.

Robot Magazine. (2009, September 17). *Wat maakt een robot tot een robot?* Opgeroepen op Maart 21, 2012, van robotmagazine: <http://www.robotmagazine.nl/redactioneel/wat-maakt-een-robot-tot-een-robot>

Robotics the intelligent connection of the perception to action. In *Robotics - Introduction*.

Robotics the intelligent connection of the perception to action. (sd). Opgeroepen op Maart 21, 2012, van University Ottawa: <http://www.site.uottawa.ca/~petriu/CEG4392-IntroRobotics-History.pdf>

Simon, A. C. (1968). *Public Policy: Preferences and Outcomes*. Pearson Education.

Simon, A. C. (1968). *Public Policy: Preferences and Outcomes*. Pearson Education.

Stam, C. (2004). Kennismanagement: van theorie naar de praktijk van kennisproductiviteit. In C. Stam, *Productiviteit van de kenniswerker. Wegwijzer in kennismanagement* (pp. 1-11). Noordwijk: de Baak.

Stichting voor Industriebeleid en Communicatie. (2002). *Positionpaper mei 2002*. Amsterdam.

The Free Dictionary. (sd). *Robot*. Opgeroepen op Maart 21, 2012, van The Free Dictionary: <http://www.thefreedictionary.com/robot>

University of South Australia. (2011, Mei 12). *Problem solving*. Opgeroepen op April 13, 2012, van University of South Australia: <http://www.unisa.edu.au/counsellingservices/balance/problem.asp>

University of Texas at Austin. (sd). Opgeroepen op 3 20, 2012

van Breugel, G., Cörvers, F., & van Thor, J. (2010). *De arbeidsmarkt voor bètatechnici: vooruit- en terugblik*. 's-Hertogenbosch: Henk Grafimedia Center.

van de Graaf, H., & Hoppe, R. (1996). *Beleid en politiek: Een inleiding tot de beleidswetenschap en de beleidskunde*. Bussum: Dick Coutinho.

van de Linde, E. J. (2010). Stichting Toekomstbeeld der Techniek.

van de Linde, E. J. (2010). Stichting Toekomstbeeld der Techniek.

Vansteenkiste, M., Soenens, B., Sierens, E., & Lens, W. (2005). Hoe kunnen we leren en presteren bevorderen? Een autonomie-ondersteunend versus controlerend schoolklimaat. *Caleidoscoop*, pp. 18-25.

Visie Europa op toekomst robot. (2009, Oktober 27). Opgeroepen op Maart 29, 2012, van Robots Nu: <http://www.robots.nu/visie-europa-op-toekomst-robot/>

Warps, J., Wartenbergh, F., Hogeling, L., Pass, J., Kurver, B., & Muskens, M. (2010). *Een goede start in bètatechniek: studiekeuze, studiesucces en studieuitval in hoger beta technisch onderwijs*. Nijmegen: ResearchNED.

Weinberg, J. B., & Yu, X. (2003). Robotics in education: Low-cost platforms for teaching integrated systems. *IEEE Robotics & Automation Magazine* , 4-6.

Wietmarschen, v. H. (2006, Maart 24). *Robots tegen de vergrijzing*. Opgeroepen op Maart 29, 2012, van Ravage Digitaal: <http://www.ravagedigitaal.org/2006/maart/robot.htm>

Wikipedia. (sd). *Robotica*. Opgeroepen op Maart 21, 2012, van Wikipedia: <http://nl.wikipedia.org/wiki/Robotica>

BIJLAGE 1 – PROJECTPLAN RTL

In deze bijlage wordt het projectplan van het Robot Techniek Lab besproken om duidelijkheid te scheppen over de doelstellingen en de uitvoering van het project.

In het projectplan van het project Robot Techniek Lab staan twee hoofddoelstellingen geformuleerd (Atlas Advies, 2011):

1. Afgestudeerden van het MBO en HBO zijn in staat om vernieuwing in het bedrijfsleven o.b.v. robotisering te verkennen en vorm te geven. Hiervoor worden kennis en vragen van bedrijven gebruikt in een wederzijds waardevolle interactie.
2. Realisatie en exploitatie van een veelzijdige praktijkomgeving met grote uitstraling. In deze omgeving worden vele aspecten van robottechnologie gebruikt voor leren, demonstreren, ontwikkelen en onderzoeken.

Men wil deze doelstellingen bereiken op twee verschillende manieren: het oprichten van een fysiek Robot Techniek Lab en het doorvoeren van enkele onderwijsvernieuwingen. Het fysieke Robot Techniek Lab wordt een omgeving waar studenten en bedrijven samen kunnen werken aan robot gerelateerde projecten. In het lab wordt apparatuur beschikbaar gesteld waarmee deelnemers kennis over robotica kunnen ontwikkelen en onderzoeken. Verschillende bedrijven zullen robot gerelateerde vraagstukken naar voren schuiven waar met de hulp van studenten aan gewerkt kan worden. De bedrijven vergaren op hun beurt zo kennis over het toepassen en integreren van robotica in bedrijfsprocessen, studenten kunnen zo praktijkervaring op het gebied van robotica opdoen.

De onderwijsvernieuwingen richten zich vooral op manier van lesgeven. Men wil met dit project Action Based Learning (ABL) toepassen als onderwijsmethode in de technische opleidingen. Studenten leren dan meer praktijkgericht bezig te zijn door samen te werken aan echte robot gerelateerde projecten. Verder wil men ook nog enkele aanpassingen binnen de opleidingen doorvoeren. Zo wil men een verkorte leerroute tussen technische opleidingen van het MBO naar HBO bewerkstelligen. Ook wil men een nieuwe opleiding creëren die meer op robotica is gericht door enkele opleidingen samen te voegen.

Bij het project zijn drie onderwijsinstellingen betrokken, namelijk ROC Friese Poort, ROC Flevoland en HBO Windesheim Flevoland. Van deze onderwijsinstellingen doen verschillende technische opleidingen mee aan het project. De opleidingen Elektrotechniek, Werktuigbouwkunde en Mechatronica zijn daarvan de belangrijkste. Verder zijn er verschillende bedrijven uit de omgeving van Flevoland en omstreken betrokken bij het project.

In januari 2011 is men begonnen met de eerste opzet van het project. In september 2012 zal het Robot Techniek Lab voor het eerst operationeel worden. Jaarlijks zullen er dan minimaal 10 (uiteindelijk groeiend naar 20) projecten worden uitgevoerd waarin vraagstukken vanuit bedrijven door studenten in een onderwijstraject worden behandeld.

BIJLAGE 2 – VRAGENLIJST MBO LEERLINGEN

Voor de leerling

De vragenlijst duurt ongeveer 10 minuten. Denk niet te lang na over elk antwoord maar vul in wat je eerste reactie is.

Voor de docent

Deze vragenlijst dient klassikaal afgenomen worden. In totaal zal het uitdelen en invullen van de vragenlijsten ongeveer een kwartier duren. De leerlingen dienen de vragenlijst geheel in hun eentje in te vullen.

Succes!

1. Onderwijsinstelling:

- ☐ ROC Flevoland
- ☐ ROC Friese Poort
- ☐ Anders namelijk.....

2. Schooljaar:

- ☐ 1^e jaar
- ☐ 2^e jaar
- ☐ 3^e jaar
- ☐ 4^e jaar
- ☐ Anders namelijk.....

3. Opleiding:

- ☐ Elektrotechniek
- ☐ Werktuigbouw
- ☐ Mechatronica
- ☐ Anders namelijk.....

4. Geef aan waarom jij voor deze opleiding hebt gekozen, **meerdere antwoorden mogelijk**:

- ☐ De opleiding is interessant
- ☐ De opleiding sluit goed aan bij wat ik kan
- ☐ De opleiding sluit aan bij het beroep dat ik wil doen
- ☐ De opleiding geeft bredere beroepsmogelijkheden
- ☐ De opleiding geeft een grote kans op een baan
- ☐ De opleiding geeft veel mogelijkheden om praktijkervaring op te doen

- ☐ De opleiding is niet te moeilijk
- ☐ De opleiding heeft veel aandacht voor theorie
- ☐ De opleiding heeft veel aandacht voor praktijk
- ☐ Aansluitende beroepen hebben een goed salaris
- ☐ Familie of vrienden werken in hetzelfde beroepenveld
- ☐ De opleiding is mij aangeraden door anderen
- ☐ Anders namelijk

5. Geef aan wat je verwachtingen waren van de volgende aspecten bij aanvang van de opleiding en geef daarnaast aan hoe je de aspecten nu beoordeelt:

	Verwachting					Realiteit				
	Heel weinig	Weinig	Neutraal	Veel	Heel veel	Heel weinig	Weinig	Neutraal	Veel	Heel veel
Aandeel theorie in de opleiding	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Aandeel praktijk in de opleiding	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Hoeveelheid stages bij bedrijven	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Hoeveelheid bezoeken aan bedrijven	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Hoeveelheid projecten	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Hoeveelheid huiswerk	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Werken in groepsverband	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Individueel werken	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Contact met docenten	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Contact met mede-leerlingen	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Contact met bedrijven	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Begeleiding van docenten	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Mate van zelfstandig werken	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Reflectie op eigen leren	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Variatie in werkvormen tussen praktijk/theorie/groepsverband/ individueel leren	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

6. Geef aan in welke mate je het eens ben met de volgende stellingen:

	1	2	3	4	5
	Helemaal mee oneens	Mee oneens	Neutraal	Mee eens	Helemaal mee eens
De opleiding is inhoudelijk interessant	☐	☐	☐	☐	☐
De opleiding heeft voldoende praktijk opdrachten	☐	☐	☐	☐	☐
Het uitvoeren van praktijk gerichte projecten vind ik leuk	☐	☐	☐	☐	☐
Ik vind de exacte vakken (bijv. wiskundige of natuurkundige vakken) interessant.	☐	☐	☐	☐	☐
Het aandeel theorie in de opleiding is voldoende	☐	☐	☐	☐	☐
Het aandeel praktijk in de opleiding is voldoende	☐	☐	☐	☐	☐
De koppeling tussen theorie en praktijk is goed	☐	☐	☐	☐	☐
Ik vind de opleiding moeilijk	☐	☐	☐	☐	☐
De kwaliteit van de onderwijsvoorzieningen (zoals pc-zalen of werkplaats) is voldoende	☐	☐	☐	☐	☐

Nu volgen er vragen over je houding ten opzichte van robotica. Robotica gaat over de kennis en kunde over alles wat met robots te maken heeft, van ontwerp tot constructie en besturing. Een machine wordt tot een robot gerekend als het een computergestuurd apparaat is dat in staat is om taken gedeeltelijk of volledig zelf uit te voeren. Hun doen en laten stemmen ze af op basis van signalen uit de omgeving of lerende algoritmen. Voorbeelden van robots zijn:

- Klimaatregelingsystemen zoals airco.
- Geavanceerde productierobots in fabrieken.

7. Geef aan in welke mate je het eens ben met de volgende stellingen:

	1	2	3	4	5
	Helemaal mee oneens	Mee oneens	Neutraal	Mee eens	Helemaal mee eens
Lesstof over robotica vind ik interessant	☐	☐	☐	☐	☐
Robot gerelateerde opdrachten vind ik leuk	☐	☐	☐	☐	☐
Ik ben leergierig wat betreft kennis over robotica	☐	☐	☐	☐	☐
Robotica is een vakgebied met veel toekomst	☐	☐	☐	☐	☐
Lesstof over robotica vind ik makkelijk	☐	☐	☐	☐	☐
Kennis over robotica toepassen in de praktijk vind ik makkelijk	☐	☐	☐	☐	☐
Een baan in de richting van robotica lijkt mij leuk	☐	☐	☐	☐	☐
Het vakgebied robotica spreekt mij aan	☐	☐	☐	☐	☐
Ik wil meer robot gerelateerde opdrachten binnen de opleiding	☐	☐	☐	☐	☐
Ik wil graag een robot gerelateerde stage	☐	☐	☐	☐	☐

8. Schat je eigen kennis in over robotica op de volgende aspecten:

	1	2	3	4	5
	Slecht	Matig	Voldoende	Goed	Uitstekend
Programmeren van software voor robots	☐	☐	☐	☐	☐
Metten, regelen en testen van robots	☐	☐	☐	☐	☐
Design en ontwerp van robots	☐	☐	☐	☐	☐
Bouwen van sensoren en elektronicasystemen voor robots	☐	☐	☐	☐	☐
Assemblage/metaaltechniek van robots	☐	☐	☐	☐	☐
Installatietechniek van elektronische systemen van robots	☐	☐	☐	☐	☐
Praktijkervaring op het gebied van robotica	☐	☐	☐	☐	☐

9. Wat wil je na je huidige opleiding doen?:

- ☐ A. *Technische* vervolgopleiding op HBO >>> **(GA NAAR VRAAG 10)**
- ☐ B. *Niet-technische* vervolgopleiding op HBO >>> **(GA NAAR VRAAG 13)**
- ☐ C. Stoppen met studeren en een baan zoeken >>> **(GA NAAR VRAAG 16)**
- ☐ D. Ik weet het nog niet >>> **(EINDE VRAGENLIJST)**

Indien keuze A: Technische vervolgopleiding HBO

10. Waar wil je een technische vervolgopleiding doen?

- ☐ HBO Windesheim Almere
- ☐ HBO Windesheim Zwolle
- ☐ Weet ik nog niet
- ☐ Anders
namelijk.....

11. Welke technische vervolgopleiding wil je doen?

- ☐ HBO elektrotechniek
- ☐ HBO werktuigbouwkunde
- ☐ HBO (technische) informatica
- ☐ HBO industrieel ontwerpen
- ☐ HBO technisch bedrijfskunde
- ☐ Weet ik nog niet.
- ☐ Anders namelijk
.....

12. Waarom wil je een technische vervolgopleiding doen? **(meerdere antwoorden mogelijk)**

- ☐ Ik krijg daarmee beter toegang tot interessante beroepen
- ☐ Ik heb dan meer kans op een baan
- ☐ Ik ga dan meer verdienen
- ☐ Ik wil meer theoretische kennis opdoen
- ☐ Ik krijg dan meer maatschappelijk aanzien/status
- ☐ Ik ben nog niet klaar met leren
- ☐ Er is een doorstroomprogramma naar het HBO
- ☐ Ik krijg vrijstellingen in het HBO
- ☐ Mijn vrienden op het MBO studeren ook verder
- ☐ Anders namelijk
.....

Indien keuze B: Niet-technische vervolgopleiding HBO

13. Waar wil je een niet-technische vervolgopleiding doen?

- ☐ HBO Windesheim Almere
- ☐ HBO Windesheim Zwolle
- ☐ Weet ik nog niet
- ☐ Anders namelijk

14. Welke niet-technische vervolgopleiding wil je doen?

- ☐ De opleiding:
- ☐ Weet ik nog niet.

15. Waarom wil je een niet-technische vervolgopleiding doen? **(meerdere antwoorden mogelijk)**

- ☐ Ik wil mijzelf verbreden
- ☐ Ik heb voorheen een verkeerde studie gekozen
- ☐ Ik wil techniek en maatschappij met elkaar verbinden
- ☐ Ik vind mijn huidige opleiding te technisch
- ☐ Ik vind een technische opleiding niet interessant
- ☐ Ik vind een technische opleiding te moeilijk
- ☐ Ik wil meer met mensen werken
- ☐ Anders namelijk.....

Indien keuze C: Stoppen met studeren, op zoek naar een baan

16. Geef aan in welke sectoren je wilt werken, **meerdere antwoorden mogelijk:**

- | | |
|---|--|
| ☐ machinebouw | ☐ operationele techniek |
| ☐ bouw | ☐ elektrotechniek |
| ☐ grond-, weg- en waterbouw | ☐ grafische techniek |
| ☐ installatietechniek | ☐ procestechniek |
| ☐ werktuigbouw en mechanische techniek | ☐ metaalbewerking |
| ☐ fijnmechanische techniek | ☐ weet ik niet |
| ☐ motorvoertuigentechniek en tweewielers | ☐ anders namelijk..... |
| ☐ vliegtuigtechniek | |

EINDE VRAGENLIJST

BIJLAGE 3 – VRAGENLIJST DOCENTEN

Welkom!

Deze vragenlijst is onderdeel van de nulmeting van het effectonderzoek voor het Robot Techniek Lab. De vragenlijst duurt ong. 15-20 minuten.

Naam docent:

Vak(gebied):

- ☐ Werktuigbouwkunde
- ☐ Elektrotechniek
- ☐ Mechatronica
- ☐ Anders namelijk:.....

School:

- ☐ ROC Friese Poort
- ☐ ROC Flevoland
- ☐ HBO Windesheim

Er bestaat nog geen eenduidige definitie van een robot. Welke apparaten ment tot een robot rekent en welke niet verschilt sterk. De eerste paar vragen gaan over wat u verstaat onder een robot.

1. Wat is volgens u de definitie van een robot?

Antwoord.....

2. Geef aan welk van onderstaande machines/systemen u tot een robot zou rekenen:

- ☐ Automatische piloot van een vliegtuig
- ☐ Klimaatregelingsysteem zoals airco in de auto
- ☐ Koffieautomaat
- ☐ Speelgoed beestje dat reageert op stem en aanraking
- ☐ Automatische achteruitparkeerinstallatie van een auto
- ☐ Wasmachine
- ☐ Onbemand vliegtuig die op afstand bestuurbaar is
- ☐ Een lasrobot in een autofabriek
- ☐ Een automatische machine dat producten inpakt.
- ☐ Allemaal niet van toepassing
- ☐ Weet niet

De definitie van een robot in het project Robot Techniek Lab:

‘Een robot is een computer gestuurd apparaat dat in staat is om taken semi-autonoom of volledig autonoom uit te voeren. Hun doen en laten stemmen ze zelf af op basis van sensoren en lerende algoritmen. Tot een robot rekent men klimaatregelingssystemen zoals airco, productierobots in fabrieken, speelgoed beestjes die reageren op stem en aanraking. (Stomme robots als wasmachines of koffieautomaten behoren niet tot de robot categorie.)’

3. Geef aan in welke mate u het eens ben met de definitie van een robot zoals hierboven geformuleerd:

	1	2	3	4	5
	Helemaal mee oneens	Mee oneens	Neutraal	Mee eens	Helemaal mee eens
Definitie robot	☐	☐	☐	☐	☐

Opmerkingen over bovenstaande:

Antwoord.....

De volgende vragen gaan over uw houding tegenover het vakgebied robotica. Geef aan in welke mate u het eens ben met de volgende stellingen:

4.	1	2	3	4	5
	Helemaal mee oneens	Mee oneens	Neutraal	Mee eens	Helemaal mee eens
a. Robotica is een vakgebied met veel toekomst.	☐	☐	☐	☐	☐
b. Robotica zal een belangrijke rol gaan spelen in het leven van de consument.	☐	☐	☐	☐	☐
c. Robotica zal een belangrijke rol gaan spelen in het bedrijfsleven.	☐	☐	☐	☐	☐
d. Robotica in het bedrijfsleven zorgt voor grotere efficiëntie productverbetering.	☐	☐	☐	☐	☐
e. Door middel van robotica kunnen bedrijven concurreren met lage lonen landen.	☐	☐	☐	☐	☐
f. Investeren in robotica vergroot de concurrentiepositie van Nederland in de toekomst.	☐	☐	☐	☐	☐
g. Er moet meer aandacht komen voor robotica in het onderwijs.	☐	☐	☐	☐	☐
h. Het dagelijks leven zal drastisch veranderen door de groei van robotica.	☐	☐	☐	☐	☐
i. Er wordt te weinig geïnvesteerd in robotica door de overheid.	☐	☐	☐	☐	☐
j. Toepassingen van robotica in de maatschappij worden eindeloos.	☐	☐	☐	☐	☐

5. Wat is uw **top 3** van de sectoren waar u de grootste toepassingsmogelijkheden ziet?

- ☐ Zorg sector
- ☐ Maak industrie
- ☐ Service en dienstverlening (achter het loket, of bediening)
- ☐ Onderwijs
- ☐ Consumenten elektronica
- ☐ Defensie
- ☐ Agricultuur
- ☐ Logistiek
- ☐ Anders namelijk.....

6. Wat voor rol speelt robotica over 15 jaar in het bedrijfsleven denkt u?

Antwoord.....

7. Wat voor maatschappelijk rol speelt robotica in de samenleving in de toekomst?

Antwoord.....

8. Op welke gebieden binnen de robotica verwacht u de komende jaren grote progressie?

Antwoord.....

9. Hebben er robot gerelateerde projecten binnen uw vak plaatsgevonden?

- ☐ Ja >>> **VRAAG 10**
☐ Nee >>> **VRAAG 11**

10. Hoeveel robot gerelateerde projecten hebben er afgelopen jaar (2011-2012) binnen uw vak plaats gevonden?

Aantal.....

Hieronder staan een aantal stellingen. Deze stellingen toetsen in welke mate bepaalde vaardigheden worden beoefend. De vraag is of de studenten deze vaardigheden beoefenen als ze bezig met robotica binnen uw vak of tijdens robot gerelateerde opdrachten/projecten.

11. Geef aan in hoeverre de volgende stellingen kloppen:

	1	2	3	4	5
	Helemaal mee oneens	Mee oneens	Neutraal	Mee eens	Helemaal mee eens
a. Leerlingen worden in aanraking gebracht met real-world problems die ze vervolgens moeten oplossen.	☐	☐	☐	☐	☐
b. De leerlingen kunnen hun eigen opdrachten kiezen en formuleren.	☐	☐	☐	☐	☐
c. De leerlingen leren om op verstandige wijze tijd en middelen toe te wijzen.	☐	☐	☐	☐	☐
d. Leerlingen leren zaken waar te nemen, te meten en te voorspellen.	☐	☐	☐	☐	☐
e. De leerlingen leren een situatie stapsgewijs te analyseren.	☐	☐	☐	☐	☐
f. De leerlingen leren problemen te identificeren.	☐	☐	☐	☐	☐
g. Leerlingen dienen zelf met oplossingen voor problemen te komen.	☐	☐	☐	☐	☐

h.	De leerlingen leren vaardigheden om alternatieve handelingswijzen te kunnen kiezen.	☐	☐	☐	☐	☐
i.	De keuzes die de leerlingen in maken tijdens opdrachten dienen ze te onderbouwen en te verantwoorden.	☐	☐	☐	☐	☐
j.	De leerlingen leren een geanalyseerde situatie kritisch te bevragen.	☐	☐	☐	☐	☐
k.	De leerlingen moeten specifieke kennis en vaardigheden van verschillende vakgebieden toepassen.	☐	☐	☐	☐	☐
l.	De leerlingen leren om in groepen samen te werken.	☐	☐	☐	☐	☐
m.	De leerlingen leren samen te werken met medewerkers uit het bedrijfsleven.	☐	☐	☐	☐	☐
n.	De leerlingen leren hun verantwoordelijk te nemen als er iets fout gaat.	☐	☐	☐	☐	☐
o.	De leerlingen leren van hun opgedane ervaringen.	☐	☐	☐	☐	☐
p.	Er zijn duidelijke leerdoelen en leerprestaties opgesteld.	☐	☐	☐	☐	☐
q.	De leerlingen leren kritisch terug te kijken op hun ervaringen.	☐	☐	☐	☐	☐
r.	Leerlingen moeten bepaalde reflectie opdrachten/activiteiten uitvoeren.	☐	☐	☐	☐	☐
s.	De leerlingen krijgen regelmatig feedback van de docent op hun geleverde werk.	☐	☐	☐	☐	☐
t.	De leerlingen moeten regelmatig feedback aan elkaar geven.	☐	☐	☐	☐	☐

12. Geef aan in welke mate u het eens ben met de volgende stellingen:

	1	2	3	4	5
	Helemaal mee oneens	Mee oneens	Neutraal	Mee eens	Helemaal mee eens
Het vakgebied robotica komt voldoende aanbod in de lesstof.	☐	☐	☐	☐	☐
De onderwijsvoorzieningen om robotica opdrachten uit te voeren zijn toereikend.	☐	☐	☐	☐	☐
De lesstof over robotica is up to date.	☐	☐	☐	☐	☐
Gezien het toekomst potentieel van robotica, zou robotica een grotere rol moeten spelen in het onderwijs.	☐	☐	☐	☐	☐

Het Robot Techniek Lab is een project waar onderwijsinstellingen en verschillende bedrijven samen kunnen werken aan het ontwikkelen van kennis over robotica. Een van de doelen van het project Robot Techniek Lab is om een fysiek Robot Lab op te richten waar studenten van het MBO/HBO en het bedrijfsleven samen vele aspecten van robottechnologie kunnen leren, demonstreren, ontwikkelen en onderzoeken. De bedoeling is dat studenten samen met bedrijven aan robotica gerelateerde projecten kunnen werken. De volgende vragen gaan over dit fysieke Robot Lab.

13. Wat zijn uw verwachtingen van het project Robot Techniek Lab ten aanzien van samenwerking met het bedrijfsleven?

Antwoord.....

14. Wat hoopt u dat de studenten in zo'n Robot Techniek Lab kunnen doen?

Antwoord.....

15. Wat verwacht u dat het project Robot Techniek Lab (als geheel) voor de opleiding oplevert?

Antwoord.....

Dat was de laatste vraag. Bedankt voor het invullen!

EINDE VRAGENLIJST

BIJLAGE 4 – VRAGENLIJSTEN BEDRIJVEN

Welkom!

Deze vragenlijst is onderdeel van de nulmeting van het effectonderzoek van het project Robot Techniek Lab. De vragenlijst zal ongeveer 15 min. in beslag nemen. Ik wens u veel succes!

Er bestaat nog geen eenduidige definitie van een robot. Welke apparaten ment tot een robot rekent en welke niet verschilt sterk. De eerste paar vragen gaan over wat u verstaat onder een robot.

1. Wat is volgens u de definitie van een robot?

Antwoord:.....

2. Geef aan welk van onderstaande machines/systemen u tot een robot zou rekenen:

- ☐ Automatische piloot van een vliegtuig
- ☐ Klimaatregelingsysteem zoals airco in de auto
- ☐ Koffieautomaat
- ☐ Speelgoed beestje dat reageert op stem en aanraking
- ☐ Automatische achteruitparkeerinstallatie van een auto
- ☐ Wasmachine
- ☐ Onbemand vliegtuig die op afstand bestuurbaar is
- ☐ Een lasrobot in een autofabriek
- ☐ Een automatische machine dat producten inpakt
- ☐ Allemaal geen robot
- ☐ Weet niet

De definitie van een robot in project Robot Techniek Lab is als volgt geformuleerd:

‘Een robot is een computer gestuurd apparaat dat in staat is om taken semi-autonoom of volledig autonoom uit te voeren. Hun doen en laten stemmen ze af op basis van sensoren en lerende algoritmen Tot een robot rekent men klimaatregelingsystemen zoals airco, productierobots in fabrieken, speelgoed beestjes die reageren op stem en aanraking. Stomme robots als wasmachines of koffieautomaten behoren niet tot een robot.’

3. In welke mate bent u het eens met de definitie van een robot zoals hierboven geformuleerd:

	1	2	3	4	5
	Helemaal mee oneens	Mee oneens	Neutraal	Mee eens	Helemaal mee eens
Definitie robot	☐	☐	☐	☐	☐

4. Heeft u nog opmerkingen op bovenstaande?

Antwoord:.....

De volgende vragen gaan over uw houding tegenover het vakgebied robotica. Geef aan in welke mate u het eens ben met de volgende stellingen:

5. Geef aan in welke mate je het eens ben met de volgende stellingen:

	1	2	3	4	5
	Helemaal mee oneens	Mee oneens	Neutraal	Mee eens	Helemaal mee eens
a. Robotica is een vakgebied met veel toekomst.	☐	☐	☐	☐	☐
b. Robotica zal een belangrijke rol gaan spelen in het leven van de consument.	☐	☐	☐	☐	☐
c. Robotica zal een belangrijke rol gaan spelen in het bedrijfsleven.	☐	☐	☐	☐	☐
d. Robotica in het bedrijfsleven zorgt voor grotere efficiëntie en productverbetering.	☐	☐	☐	☐	☐
e. Door middel van robotica kunnen bedrijven concurreren met lage lonen landen.	☐	☐	☐	☐	☐
f. Investeren in robotica vergroot de concurrentiepositie van Nederland in de toekomst.	☐	☐	☐	☐	☐
g. Het dagelijks leven zal drastisch veranderen door de groei van robotica.	☐	☐	☐	☐	☐
h. Er wordt te weinig geïnvesteerd in robotica door de overheid.	☐	☐	☐	☐	☐
i. Toepassingen van robotica in de maatschappij worden eindeloos.	☐	☐	☐	☐	☐

6. Wat is uw **top 3** van de sectoren waar u de grootste toepassingsmogelijkheden ziet?

- ☐ Zorg sector
- ☐ Productie/maak industrie
- ☐ Service en dienstverlening (achter het loket, of bediening)
- ☐ Onderwijs
- ☐ Consumenten elektronica
- ☐ Defensie
- ☐ Agricultuur
- ☐ Logistiek
- ☐ Anders namelijk.....

7. Wat voor rol speelt robotica over 15 jaar in het bedrijfsleven denkt u?

Antwoord.....

8. Wat voor maatschappelijk rol gaat robotica in de samenleving spelen in de toekomst?

Antwoord.....

9. Op welke gebieden binnen de robotica verwacht u de komende jaren grote progressie?

Antwoord.....

Het Robot Techniek Lab is een project waar onderwijsinstellingen en verschillende bedrijven samen kunnen werken aan het ontwikkelen van kennis over robotica. Een van de doelen van het project Robot Techniek Lab is om een fysiek Robot Lab op te richten waar studenten van het MBO/HBO en het bedrijfsleven samen vele aspecten van robottechnologie kunnen leren, demonstreren, ontwikkelen en onderzoeken. De bedoeling is dat studenten samen met bedrijven aan robotica gerelateerde projecten kunnen werken.

10. Wat zijn uw verwachtingen van het project Robot Techniek Lab ten aanzien van samenwerking met het onderwijs?

Antwoord.....

11. Wat voor rol verwacht u dat uw bedrijf in het Robot Techniek Lab zal spelen? (denk aan robotica vraagstukken, presentaties, bijeenkomsten, projecten, innovatieprocessen, kennisontwikkeling)

Antwoord.....

12. Wat verwacht u dat het project Robot Techniek Lab voor uw bedrijf oplevert?

Antwoord.....

De volgende vragen gaan over de koppeling tussen het bedrijfsleven-onderwijs.

13. Geef aan wat van toepassing is binnen uw bedrijf:

- Er zijn stageplaatsen voor MBO studenten beschikbaar. >>> **VRAAG 21** ☐
- Er zijn stageplaatsen voor HBO studenten beschikbaar. >>> **VRAAG 21** ☐
- Er vinden bezoeken aan onderwijsinstellingen plaats. >>> **VRAAG 21** ☐
- Onderwijsinstellingen brengen bezoeken aan ons bedrijf. >>> **VRAAG 21** ☐
- Er vinden robot gerelateerde projecten plaats in samenwerking met MBO studenten >>> **VRAAG 14** ☐
- Er vinden robot gerelateerde projecten plaats in samenwerking met HBO studenten >>> **VRAAG 14** ☐
- Allemaal niet van toepassing. >>> **VRAAG 21** ☐

14. Waar denkt u dat opleidingen op het MBO/HBO meer aandacht aan moeten besteden?
Antwoord:.....

15. Is er iets dan aan de technische opleidingen op het MBO/HBO veranderd moet worden?
Antwoord:.....

U heeft aangegeven dat uw bedrijf in samenwerking met studenten aan robot gerelateerde projecten heeft gewerkt. De volgende vragen gaan over deze robot gerelateerde projecten in samenwerking met studenten.

16. Van welke onderwijs instellingen waren de studenten afkomstig?

- ☐ ROC Friese Poort
- ☐ ROC Flevoland
- ☐ HBO Windesheim Almere
- ☐ HBO Windesheim Lelystad
- ☐ Weet niet

☐ Anders namelijk.....

17. Schat de kennis van studenten in over de volgende onderwerpen:

	1	2	3	4	5
	Slecht	Matig	Voldoende	Goed	Uitstekend
Theoretische kennis	☐	☐	☐	☐	☐
Vaardigheden om samen te werken	☐	☐	☐	☐	☐
Communicatie vaardigheden	☐	☐	☐	☐	☐
Plannings vaardigheden	☐	☐	☐	☐	☐
Verwerken en analyseren van data	☐	☐	☐	☐	☐
Praktijkervaring	☐	☐	☐	☐	☐
Pro-actieve houding van de student	☐	☐	☐	☐	☐
Zelfstandigheid	☐	☐	☐	☐	☐
Vaardigheden om problemen op te lossen	☐	☐	☐	☐	☐

Kunt u een korte omschrijving geven van de 5 meest recente robot gerelateerde projecten in samenwerking met studenten?
(Indien u geen antwoord kan of wil geven kunt u deze vragen overslaan.)

18. Project nr 1:

Omschrijving:

Wat voor type project was het?

- ☐ Advies
- ☐ Ontwerp
- ☐ Realisatie van product/dienst
- ☐ Onderzoek
- ☐ Weet niet
- ☐ Anders namelijk.....

19. Project nr 2:

Omschrijving:

Wat voor type project was het?

- ☐ Advies
- ☐ Ontwerp
- ☐ Ontwerp en realisatie van product/dienst
- ☐ Onderzoek
- ☐ Weet niet
- ☐ Anders namelijk.....

20. Project nr 3:

Omschrijving:

Wat voor type project was het?

- ☐ Advies
- ☐ Ontwerp
- ☐ Ontwerp en realisatie van product/dienst
- ☐ Onderzoek
- ☐ Weet niet
- ☐ Anders namelijk.....

21. Geef aan in welke mate je het eens ben met de volgende stellingen:

	1	2	3	4	5	6
	Helemaal mee oneens	Mee oneens	Neutraal	Mee eens	Helemaal mee eens	Weet niet
a. Pas-afgestudeerden van het MBO kunnen gemakkelijk meedraaien in het bedrijf	☐	☐	☐	☐	☐	☐
b. Pas-afgestudeerden van het MBO hebben voldoende praktijk ervaring	☐	☐	☐	☐	☐	☐
c. Pas-afgestudeerden van het MBO hebben niet tot weinig bijscholing nodig	☐	☐	☐	☐	☐	☐
d. Pas-afgestudeerden van het HBO kunnen gemakkelijk meedraaien in het bedrijf	☐	☐	☐	☐	☐	☐
e. Pas-afgestudeerden van het HBO hebben voldoende praktijk ervaring	☐	☐	☐	☐	☐	☐
f. Pas-afgestudeerden van het HBO hebben niet tot weinig bijscholing nodig	☐	☐	☐	☐	☐	☐

De volgende vragen gaan over samenwerking met andere bedrijven op het gebied van robotica.

22. Is er sprake van het delen van kennis van robotica met andere bedrijven?

- ☐ Ja
- ☐ Nee

23. Heeft uw bedrijf wel eens samengewerkt met andere bedrijven aan robot gerelateerde vraagstukken?

- ☐ Ja >>> **GA NAAR VRAAG 24**
- ☐ Nee >>> **EINDE VRAGENLIJST**

U heeft aangegeven dat uw bedrijf wel eens met andere bedrijven aan robot gerelateerde vraagstukken heeft gewerkt.

24. Kunt u een omschrijving geven van hoe de samenwerking met andere bedrijven eruit zag?
Antwoord.....

Dat was het einde van de vragenlijst. Bedankt voor het invullen!

EINDE VRAGENLIJST

BIJLAGE 5 – RESULTATEN

MATE AANTREKKINGSKRACHT TECHNISCHE OPLEIDINGEN

REDENEN VOOR KEUZE OPLEIDING

Redenen voor keuze van opleiding	Frequentie	Percentage
De opleiding is interessant	25	43.9%
De opleiding sluit goed aan bij wat ik kan	16	28.1%
De opleiding sluit aan bij het beroep dat ik wil doen	23	40.4%
De opleiding geeft brede beroepsmogelijkheden	33	57.9%
De opleiding geeft een grote kans op een baan	26	45.6%
De opleiding geeft veel mogelijkheden om praktijkervaring op te doen	8	14.0%
De opleiding is niet te moeilijk	2	3.5%
De opleiding heeft veel aandacht voor theorie	6	10.5%
De opleiding heeft veel aandacht voor praktijk	3	5.3%
Aansluitende beroepen hebben een goed salaris	11	19.3%
Familie of vrienden werken in hetzelfde beroepenveld	7	12.3%
De opleiding is mij aangeraden door anderen	1	1.8%
Anders namelijk: (1x Omdat het voltijd is) (1x Leuke opleidingen zitten ver weg) (3 x weet ik niet)	5	8.8%

Tabel 32: n =57.

Redenen voor keuze van opleiding - Elektrotechniek	Frequentie	Percentage
De opleiding is interessant	12	41.4
De opleiding sluit goed aan bij wat ik kan	11	37.9
De opleiding sluit aan bij het beroep dat ik wil doen	16	55.2
De opleiding geeft brede beroepsmogelijkheden	10	34.5
De opleiding geeft een grote kans op een baan	16	55.2
De opleiding geeft veel mogelijkheden om praktijkervaring op te doen	8	27.6
De opleiding is niet te moeilijk	2	6.9
De opleiding heeft veel aandacht voor theorie	4	13.8
De opleiding heeft veel aandacht voor praktijk	2	6.9
Aansluitende beroepen hebben een goed salaris	9	31.0
Familie of vrienden werken in hetzelfde beroepenveld	6	20.7
De opleiding is mij aangeraden door anderen	1	3.4
Anders namelijk	4	13.8

Tabel 33: n =29.

Redenen voor keuze van opleiding - Werktuigbouw	Frequentie	Percentage
De opleiding is interessant	6	50.0
De opleiding sluit goed aan bij wat ik kan	2	16.7
De opleiding sluit aan bij het beroep dat ik wil doen	2	16.7
De opleiding geeft brede beroepsmogelijkheden	7	58.3
De opleiding geeft een grote kans op een baan	4	33.3
Aansluitende beroepen hebben een goed salaris	2	16.7
Familie of vrienden werken in hetzelfde beroepenveld	1	8.3

Tabel 34: n =12.

Redenen voor keuze van opleiding - Mechatronica	Frequentie	Percentage
De opleiding is interessant	7	43.8
De opleiding sluit goed aan bij wat ik kan	3	18.8
De opleiding sluit aan bij het beroep dat ik wil doen	5	31.3
De opleiding geeft brede beroepsmogelijkheden	16	100.0
De opleiding geeft een grote kans op een baan	6	37.5
De opleiding heeft veel aandacht voor theorie	2	12.5
De opleiding heeft veel aandacht voor praktijk	1	6.3
Anders namelijk	1	6.3

Tabel 35: n =16.

VERWACHTINGEN EN REALITEIT OPLEIDINGEN

Verwachtingen - Alle opleidingen			
	n	M	SD
Aandeel theorie in de opleiding	57	3.40	0.623
Aandeel praktijk in de opleiding	57	3.53	0.710
Hoeveelheid stages bij bedrijven	57	3.12	0.426
Hoeveelheid bezoeken aan bedrijven	57	2.93	0.593
Hoeveelheid projecten	57	3.35	0.641
Hoeveelheid huiswerk	57	3.51	0.826
Werken in groepsverband	57	3.40	0.563
Individueel werken	57	3.18	0.571
Contact met docenten	57	3.32	0.659
Contact met mede-leerlingen	57	3.70	0.597
Contact met bedrijven	57	3.02	0.641
Begeleiding van docenten	57	3.39	0.620
Mate van zelfstandig werken	57	3.46	0.758
Reflectie op eigen leren	57	3.09	0.662
Variatie in werkvormen tussen praktijk/theorie/groepsverband/individueel leren	57	3.26	0.483

Tabel 36: n = 57.

Realiteit - Alle opleidingen			
	n	M	SD
Aandeel theorie in de opleiding	57	4.09	0.763
Aandeel praktijk in de opleiding	57	2.61	0.959
Hoeveelheid stages bij bedrijven	57	3.26	0.695
Hoeveelheid bezoeken aan bedrijven	57	2.25	0.987
Hoeveelheid projecten	57	3.12	0.803
Hoeveelheid huiswerk	57	3.75	0.969
Werken in groepsverband	57	3.51	0.782
Individueel werken	57	3.21	0.700
Contact met docenten	57	3.32	0.760
Contact met mede-leerlingen	57	3.77	0.708
Contact met bedrijven	57	2.47	1.002
Begeleiding van docenten	57	3.04	0.801
Mate van zelfstandig werken	57	3.58	0.801

Reflectie op eigen leren	57	3.04	0.778
Variatie in werkvormen tussen praktijk/theorie/groepsverband/individueel leren	57	3.14	0.581

Tabel 37: n = 57.

Verwachtingen - Elektrotechniek			
	n	M	SD
Aandeel theorie in de opleiding	29	3.48	0.688
Aandeel praktijk in de opleiding	29	3.45	0.686
Hoeveelheid stages bij bedrijven	29	3.03	0.421
Hoeveelheid bezoeken aan bedrijven	29	2.93	0.593
Hoeveelheid projecten	29	3.48	0.688
Hoeveelheid huiswerk	29	3.62	0.942
Werken in groepsverband	29	3.34	0.614
Individueel werken	29	3.31	0.604
Contact met docenten	29	3.41	0.682
Contact met mede-leerlingen	29	3.66	0.721
Contact met bedrijven	29	3.03	0.731
Begeleiding van docenten	29	3.31	0.660
Mate van zelfstandig werken	29	3.41	0.780
Reflectie op eigen leren	29	3.17	0.602
Variatie in werkvormen tussen praktijk/theorie/groepsverband/individueel leren	29	3.24	0.435

Tabel 38: Verwachtingen van de opleiding Elektrotechniek, n = 29.

Realiteit - Elektrotechniek			
	n	M	SD
Aandeel theorie in de opleiding	29	3.97	0.865
Aandeel praktijk in de opleiding	29	2.83	0.848
Hoeveelheid stages bij bedrijven	29	3.00	0.707
Hoeveelheid bezoeken aan bedrijven	29	2.38	0.862
Hoeveelheid projecten	29	2.72	0.797
Hoeveelheid huiswerk	29	4.03	1.017
Werken in groepsverband	29	3.38	0.862
Individueel werken	29	3.34	0.721
Contact met docenten	29	3.10	0.724
Contact met mede-leerlingen	29	3.72	0.797
Contact met bedrijven	29	2.59	1.086
Begeleiding van docenten	29	2.90	0.817
Mate van zelfstandig werken	29	3.38	0.775
Reflectie op eigen leren	29	3.10	0.618
Variatie in werkvormen tussen praktijk/theorie/groepsverband/individueel leren	29	3.21	0.559

Tabel 39: Realiteit van de opleiding Elektrotechniek, n = 29.

Verwachtingen - Werktuigbouwkunde			
	n	M	SD

Aandeel theorie in de opleiding	12	3.17	0.389
Aandeel praktijk in de opleiding	12	3.42	0.669
Hoeveelheid stages bij bedrijven	12	3.08	0.289
Hoeveelheid bezoeken aan bedrijven	12	2.67	0.651
Hoeveelheid projecten	12	3.08	0.515
Hoeveelheid huiswerk	12	3.08	0.515
Werken in groepsverband	12	3.50	0.522
Individueel werken	12	2.83	0.389
Contact met docenten	12	3.25	0.622
Contact met mede-leerlingen	12	3.75	0.452
Contact met bedrijven	12	3.08	0.515
Begeleiding van docenten	12	3.42	0.515
Mate van zelfstandig werken	12	3.42	0.515
Reflectie op eigen leren	12	2.83	0.577
Variatie in werkvormen tussen praktijk/theorie/groepsverband/individueel leren	12	3.33	0.492

Tabel 40: n = 12.

Realiteit - Werktuigbouwkunde			
	n	M	SD
Aandeel theorie in de opleiding	12	4.17	0.718
Aandeel praktijk in de opleiding	12	2.58	0.793
Hoeveelheid stages bij bedrijven	12	3.67	0.492
Hoeveelheid bezoeken aan bedrijven	12	1.92	0.793
Hoeveelheid projecten	12	3.50	0.674
Hoeveelheid huiswerk	12	3.75	0.866
Werken in groepsverband	12	3.58	0.669
Individueel werken	12	2.92	0.515
Contact met docenten	12	3.50	0.674
Contact met mede-leerlingen	12	3.75	0.866
Contact met bedrijven	12	2.17	0.937
Begeleiding van docenten	12	3.17	0.937
Mate van zelfstandig werken	12	3.92	0.669
Reflectie op eigen leren	12	3.08	0.669
Variatie in werkvormen tussen praktijk/theorie/groepsverband/individueel leren	12	3.08	0.515

Tabel 41: n = 12.

Verwachtingen - Mechatronica			
	n	M	SD
Aandeel theorie in de opleiding	16	3.44	0.629
Aandeel praktijk in de opleiding	16	3.75	0.775
Hoeveelheid stages bij bedrijven	16	3.31	0.479
Hoeveelheid bezoeken aan bedrijven	16	3.13	0.500
Hoeveelheid projecten	16	3.31	0.602
Hoeveelheid huiswerk	16	3.63	0.719
Werken in groepsverband	16	3.44	0.512
Individueel werken	16	3.19	0.544
Contact met docenten	16	3.19	0.655

Contact met mede-leerlingen	16	3.75	0.447
Contact met bedrijven	16	2.94	0.574
Begeleiding van docenten	16	3.50	0.632
Mate van zelfstandig werken	16	3.56	0.892
Reflectie op eigen leren	16	3.13	0.806
Variatie in werkvormen tussen praktijk/theorie/groepsverband/individueel leren	16	3.25	0.577

Tabel 42: Verwachtingen van de opleiding Mechatronica, n =16.

Realiteit - Mechatronica			
	n	M	SD
Aandeel theorie in de opleiding	16	4.25	0.577
Aandeel praktijk in de opleiding	16	2.25	1.183
Hoeveelheid stages bij bedrijven	16	3.44	0.629
Hoeveelheid bezoeken aan bedrijven	16	2.25	1.291
Hoeveelheid projecten	16	3.56	0.512
Hoeveelheid huiswerk	16	3.25	0.775
Werken in groepsverband	16	3.69	0.704
Individueel werken	16	3.19	0.750
Contact met docenten	16	3.56	0.814
Contact met mede-leerlingen	16	3.88	0.619
Contact met bedrijven	16	2.50	0.894
Begeleiding van docenten	16	3.19	0.655
Mate van zelfstandig werken	16	3.69	0.873
Reflectie op eigen leren	16	2.88	1.088
Variatie in werkvormen tussen praktijk/theorie/groepsverband/individueel leren	16	3.06	0.680

Tabel 43: n =16.

BELEVING TECHNISCH ONDERWIJS

Beleving technisch onderwijs - Alle opleidingen			
	n	M	SD
Interessante opleiding			
De opleiding is inhoudelijk interessant	57	3.93	0.753
Ik vind de exacte vakken (bijv. wiskundige of natuurkundige vakken) interessant	57	3.39	1.161
Praktijk - theorie in opleiding			
De opleiding heeft voldoende praktijk opdrachten	57	3.25	0.931
Het uitvoeren van de praktijk gerichte projecten vind ik leuk	57	4.09	0.830
Het aandeel praktijk in de opleiding is voldoende	57	3.19	1.141

Het aandeel theorie in de opleiding is voldoende	57	3.74	0.955
De koppeling tussen theorie en praktijk is goed	57	3.18	1.020
Moeilijkheidsgraad			
Ik vind de opleiding moeilijk	57	3.23	1.018
Kwaliteit onderwijsvoorzieningen			
De kwaliteit van de onderwijsvoorzieningen (zoals pc-zalen of werkplaats) is voldoende	57	2.93	1.067

Tabel 44: n = 57.

Beleving technisch onderwijs - Elektrotechniek			
	n	M	SD
De opleiding is inhoudelijk interessant	29	3.76	0.830
Ik vind de exacte vakken (bijv. wiskundige of natuurkundige vakken) interessant	29	3.10	1.175
De opleiding heeft voldoende praktijk opdrachten	29	3.38	0.862
Het uitvoeren van de praktijk gerichte projecten vind ik leuk	29	3.97	0.906
Het aandeel theorie in de opleiding is voldoende	29	3.55	0.736
Het aandeel praktijk in de opleiding is voldoende	29	3.17	1.002
De koppeling tussen theorie en praktijk is goed	29	3.28	1.032
Ik vind de opleiding moeilijk	29	3.07	0.884
De kwaliteit van de onderwijsvoorzieningen (zoals pc-zalen of werkplaats) is voldoende	29	2.93	1.132

Tabel 45: n = 29.

Beleving technisch onderwijs - Werktuigbouwkunde			
	n	M	SD
De opleiding is inhoudelijk interessant	12	4.08	0.793
De opleiding heeft voldoende praktijk opdrachten	12	3.33	1.073
Het uitvoeren van de praktijk gerichte projecten vind ik leuk	12	4.08	0.900
Ik vind de exacte vakken (bijv. wiskundige of natuurkundige vakken) interessant	12	3.42	1.240
Het aandeel theorie in de opleiding is voldoende	12	4.42	0.793
Het aandeel praktijk in de opleiding is voldoende	12	3.75	1.055
De koppeling tussen theorie en praktijk is goed	12	3.25	1.138
Ik vind de opleiding moeilijk	12	3.83	1.267
De kwaliteit van de onderwijsvoorzieningen (zoals pc-zalen of werkplaats) is voldoende	12	3.00	1.279

Tabel 46: n = 12.

Beleving technisch onderwijs - Mechatronica			
	n	M	SD
De opleiding is inhoudelijk interessant	16	4.13	0.500
De opleiding heeft voldoende praktijk opdrachten	16	2.94	0.929
Het uitvoeren van de praktijk gerichte projecten vind ik leuk	16	4.31	0.602
Ik vind de exacte vakken (bijv. wiskundige of natuurkundige vakken) interessant	16	3.88	0.957
Het aandeel theorie in de opleiding is voldoende	16	3.56	1.209
Het aandeel praktijk in	16	2.81	1.328

de opleiding is voldoende			
De koppeling tussen theorie en praktijk is goed	16	2.94	0.929
Ik vind de opleiding moeilijk	16	3.06	0.929
De kwaliteit van de onderwijsvoorzieningen (zoals pc-zalen of werkplaats) is voldoende	16	2.87	0.806

Tabel 47: n = 16.

8.1.1 IN- UITSTROOM GEGEVENS

Leerlingenaantallen ROC Flevoland Almere					
	2007	2008	2009	2010	2011
Elektro	142	221	199	224	183
Installatietechniek	34	63	60	59	55
MTS Plus	105	115	110	94	102
Procestechneik	84	50	265	178	116
Werktuigbouwkunde	53	59	73	71	48
Subtotaal	418	508	707	626	504

Tabel 48: Leerlingaantallen ROC Flevoland Almere.

Leerlingenaantallen ROC Flevoland Lelystad					
	2007	2008	2009	2010	2011
Afwerkingstechniek	27	34	39	53	43
Autotechniek	223	215	201	221	201
Bouwkunde	255	268	232	188	134
Subtotaal	505	517	472	462	378

Tabel 49: Leerlingaantallen ROC Flevoland Lelystad.

ATTITUDE TEGENOVER HET VAKGEBIED ROBOTICA STUDENTEN

Attitude studenten - Alle opleidingen			
	n	M	SD
Gevoelens			
Lesstof over robotica vind ik interessant	57	3.60	1.050
Robot gerelateerde opdrachten vind ik leuk	57	3.60	0.997
Ik ben leergierig wat betreft kennis over robotica	57	3.44	0.907
Het vakgebied robotica spreekt mij aan	57	3.35	1.077
Gedachten			
Robotica is een vakgebied met	57	3.79	0.861

veel toekomst			
Gedrag			
Ik wil graag een robot gerelateerde stage	57	3.18	1.136
Ik wil meer robot gerelateerde opdrachten binnen de opleiding	57	3.46	1.196
Een baan in de richting van robotica lijkt mij leuk	57	3.39	1.176

Tabel 50: n = 57.

Attitude studenten - 1 ^e /2 ^e jaar			
	n	M	SD
Gevoelens			
Lesstof over robotica vind ik interessant	35	3.54	0.980
Robot gerelateerde opdrachten vind ik leuk	35	3.51	0.951
Ik ben leergierig wat betreft kennis over robotica	35	3.40	0.881
Het vakgebied robotica spreekt mij aan	35	3.37	0.973
Gedachten			
Robotica is een vakgebied met veel toekomst	35	3.54	0.780
Gedrag			
Ik wil meer robot gerelateerde opdrachten binnen de opleiding	35	3.43	1.119
Ik wil graag een robot gerelateerde stage	35	3.17	1.043
Een baan in de richting van robotica lijkt mij leuk	35	3.43	0.979

Tabel 51: n = 35.

Attitude studenten - 3 ^e /4 ^e jaar			
	n	M	SD
Gevoelens			
Lesstof over robotica vind ik interessant	22	3.68	1.171
Robot gerelateerde opdrachten vind ik leuk	22	3.73	1.077
Ik ben leergierig wat betreft kennis over robotica	22	3.50	0.964
Het vakgebied robotica spreekt mij aan	22	3.32	1.249
Gedachten			
Robotica is een vakgebied met veel toekomst	22	4.18	0.853
Gedrag			
Een baan in de richting van robotica lijkt mij leuk	22	3.32	1.460
Ik wil meer robot gerelateerde	22	3.50	1.336

opdrachten binnen de opleiding			
Ik wil graag een robot gerelateerde stage	22	3.18	1.296

Tabel 52: n = 22.

DOCENTEN

Attitude docenten			
Stelling	M	SD	n
Robotica is een vakgebied met veel toekomst.	4.57	0.535	7
Robotica zal een belangrijke rol gaan spelen in het leven van de consument.	4.29	0.756	7
Robotica zal een belangrijke rol gaan spelen in het bedrijfsleven.	4.71	0.488	7
Robotica in het bedrijfsleven zorgt voor grotere efficiëntie en productverbetering.	4.43	0.787	7
Door middel van robotica kunnen bedrijven concurreren met lage lonen landen.	4.29	0.756	7
Investeren in robotica vergroot de concurrentiepositie van Nederland in de toekomst.	4.43	0.535	7
Er moet meer aandacht komen voor robotica in het onderwijs.	4.57	0.535	7
Het dagelijks leven zal drastisch veranderen door de groei van robotica.	4.00	1,155	7
Er wordt te weinig geïnvesteerd in robotica door de overheid.	4.00	0.816	7
Toepassingen van robotica in de maatschappij worden eindeloos.	3.71	1.254	7

Tabel 53: Attitude docenten tegenover vakgebied robotica, n = 7.

Top 3 sectoren voor toepassingen van robotica		
Sectoren	Frequentie	Percentage
Zorg sector	4	57.1

Maakindustrie	5	71.4
Onderwijs	1	14.3
Consumenten elektronica	1	14.3
Defensie	1	14.3
Agricultuur	3	42.9
Logistiek	2	28.6

Tabel 54: Top 3 sectoren voor toepassingen van robotica, n = 17.

Wat voor rol speelt robotica over 15 jaar in het bedrijfsleven denkt u?
Er zijn nu al ernstige klachten over het feit dat men bang is dat binnenkort de vakmensen zullen verdwijnen. Het bedrijfsleven zal daarom nog verder willen automatiseren. Het zal mij niet verbazen als robotica een steeds grotere vlucht neemt. Hoewel er deels ook nog een verschuiving plaatsvindt van het soort techneuten die men nodig heeft. We maken tegenwoordig een hoop dingen in NL, maar de grootste hoeveelheid is in feite al naar het buitenland vertrokken. De vraag is of we de maak industrie hier nog vast kunnen houden of dat dat uiteindelijk ook vertrekt. Het hangt van zoveel factoren af, maar ik denk wel dat er groei in zal blijven zitten. Robotica zal belangrijker worden.
Ik denk dat heel veel wat nu handmatig wordt gedaan overgenomen kan worden. Heel veel automatisering zal er plaatsvinden.
Ik denk dat robotica steeds meer een rol gaat spelen in het bedrijfsleven.
Robots worden steeds slimmer. Eerst werden machines ingesteld om 1000 of 10000 stuks te produceren. Het productieproces is tegenwoordig steeds meer stukgericht geworden. De klant stelt steeds meer specifieke eisen en flexibiliteit is nodig. Binnen die flexibiliteit zijn robots ondersteunend, maar het vakmanschap om dat allemaal op elkaar af te stemmen speelt een grote rol daarin. Vakmanschap is het slim benutten van de techniek om tot een product te komen. We zien veel productie naar China gaan, maar het transport wordt straks steeds moeilijker. Dus er zal weer werk terugkomen naar Europa. Als consument gaan we zo door consumeren en onttrekken we steeds meer grondstoffen uit de aarde. We moeten meer recyclen en in de techniek daarvoor is een rol weggelegd voor robotica. Alles moet duurzamer, robots moeten ook iets duurzaam zijn. Ik heb gezien dat bedrijven investeren in robots en dat er daardoor een gigantische overcapaciteit ontstaat waardoor ze hun producten niet meer kwijt kunnen. De markt kan dan in elkaar klappen. Het is te simpel om te denken dat robotica zomaar in het bedrijfsleven geïntroduceerd kan worden.
Volgens mij wordt het een niet weg te denken apparaat, dat op een zeer efficiënte en (op sommige gebieden) op een hygiënische manier kan worden ingezet.
Voor robotica is een nog veel belangrijkere rol weggelegd, er is nog een hele groeiweg die we voor de boeg hebben. Als ik zeker in de metaalhoek denk, bijv. met snijden, lassen en buigen, dan zal dat allemaal computer gestuurd worden.
Wordt veel toegepast bij massaproductie, maar niet bij kleinere series omdat de investeringen te hoog zijn.

Tabel 55: De rol van robotica over 15 jaar in het bedrijfsleven, n = 7.

Wat voor maatschappelijke rol gaat robotica in de samenleving spelen in de toekomst?
Automatiseren kost ook weer banen en daar is dan altijd een bepaalde weerstand tegen. Aan de ene kant kost het banen, maar aan de andere kant gaat het ook veel werk vergemakkelijken en

vereenvoudigen. Ik denk dat er ook heel veel hulpmiddelen beschikbaar komen door robotica, bijv in de zorg. Iemand die verlamd is kan door hulpmiddelen van robotica geholpen worden.
De consument zal producten krijgen die goedkoper zijn. Als het gaat om toepassingen van robotica in bijv. auto's dan is dat alleen voor de rijke mensen weggegeld. Ik zie dat er straks een kloof ontstaat van toepassingen van robotica tussen goedbedeelden en diegene die het minder hebben. Daarnaast zie je in de industrie dat kleine bedrijven uit de markt worden gedrukt door de grote bedrijven omdat die hun productieprocessen niet automatiseren.
De rol van robotica in de samenleving zal zich langzamer ontwikkelen, maar het gaat wel ongetwijfeld groeien. Het is een proces die men niet tegen kan houden, of het moet economisch zo raar gaan lopen dat het niet meer rendabel wordt. Maar op het moment dat dat niet het geval is wordt de lijn gewoon doorgezet.
Denk/ hoop dat de robot de samenleving met veel gemakken zal voorzien in de behoeften, op veel gebieden.
Er zullen veel nieuwe toepassingen in de zorg en het huishouden ontstaan.
Ik denk dat er vooruitgang komt in bepaalde industrieën zoals de maak industrie en op logistiek gebied. Ik denk niet dat zover komt dat robotica in het leven van de normale burger een grote rol gaat spelen, bijv op het gebied van persoonlijke contact is het minder belangrijk.
Steeds meer werk zal overgenomen worden door robots.

Tabel 56: Maatschappelijke rol robotica in de samenleving, n = 7.

Op welke gebieden binnen de robotica verwacht u de komende jaren grote progressie?
Binnen de automatisering richting.
Dat durf ik niet te zeggen.
Ik verwacht grote progressie in de zorg, daar zijn we al heel ver overigens. In de industrie verwacht ook veel vooruitgang. Productieprocessen zullen veranderen waardoor het maken van producten veel sneller zal gaan. De aan- en afvoer van materiaal zal gerobotiseerd worden. De vraag is hoe men de productieprocessen gaat structureren, hoe men de routing doet. Het nadeel van deze ontwikkeling is dat op deze manier kleine bedrijven uit de markt zullen worden gedrukt. Verder zie ik vooruitgang in de zorg tot op een bepaalde hoogte. Als bepaalde functies uit iemands lichaam wegvallen dan kan met bepaalde chips functies weer aangestuurd worden. Ik geloof niet dat je je leven kan verlengen door middel van nanotechniek. Wat een mens kan zou een robot nooit kunnen doen.
Massaproductie, zorg, huishouden.
Met name in de metaal industrie verwacht ik grote progressie. Heel veel handwerk dat nu veel gebeurt gaat geautomatiseerd worden.
Op het gebied van de zorgsector en de voedingsmiddelen industrie.
Weet ik niet, dat kan op allerlei vlakken zijn.

Tabel 57: gebieden van progressie binnen de robotica, n = 7.

BEDRIJVEN

Attitude bedrijven			
Stelling	M	SD	n
Robotica is een vakgebied met veel toekomst.	4.25	1.389	8
Robotica zal een belangrijke rol gaan spelen in het leven van de consument.	4.00	1.414	8
Robotica zal een belangrijke rol gaan spelen in het bedrijfsleven.	3.75	1.488	8
Robotica in het bedrijfsleven zorgt voor grotere efficiëntie en productverbetering.	3.88	1.246	8
Door middel van robotica kunnen bedrijven concurreren met lage lonen landen.	3.63	1.188	8
Investeren in robotica vergroot de concurrentiepositie van Nederland in de toekomst.	4.00	0.926	8
Het dagelijks leven zal drastisch veranderen door de groei van robotica.	3.13	0.835	8
Er wordt te weinig geïnvesteerd in robotica door de overheid.	4.25	1.488	8
Toepassingen van robotica in de maatschappij worden eindeloos.	4.37	1.188	8

Tabel 58: Attitude bedrijven tegenover het vakgebied robotica, n = 8.

Reliability analysis attitude docenten	
Cronbach's alpha	N of items
0.923	9

Top 3 sectoren voor toepassingen van robotica		
Sectoren	Frequentie	Percentages
Zorg sector	6	75.0
Maakindustrie	6	75.0
Service en dienstverlening	1	12,5
Onderwijs	1	12.5
Defensie	2	25.0
Agricultuur	5	62.5
Logistiek	5	62.5

Tabel 59: Top 3 sectoren van toepassingen voor robotica, n = 8.

Wat voor rol speelt robotica over 15 jaar in het bedrijfsleven denkt u?
Een grote rol.
Een kostenefficiënte oplossing voor zorgondersteuning.
Het zal mogelijk meer makkelijke taken van mensen overnemen of taken vergemakkelijken.
Ik denk dat 50% van de productie door robotica zal uitgevoerd worden.
Omdat just in time delivery toeneemt verwacht ik dat seriegrotes afnemen, dit kan best een afrechtse werking hebben op het toepassingsgebied van robots.
Overall waar mens geen toegevoegde waarde heeft wordt robot ingezet.
Robotica speelt een grote rol in de reductie van gebruik van fossiele brandstoffen.
Veel handjes vervangen door robot.

Tabel 60: Rol van robotica over 15 jaar in het bedrijfsleven volgens de bedrijven, n = 8.

Wat voor maatschappelijke rol gaat robotica in de samenleving spelen in de toekomst?
De rol van automaten zal toenemen.
Door snellere medische toepassingen wordt het voor alle groepen makkelijker ook voor mensen met een handicap.
Geen idee.
Robotica gaat functies van mensen vervangen daar waar mogelijk.
Van eenvoudige mechanische ondersteuning naar intelligente oplossingen bij diverse werkzaamheden.
Wordt meer gemeen goed misschien ook wel in de dagelijkse beslommeringen?
Weet niet.
Weet niet.

Tabel 61: Maatschappelijke rol van robotica in de samenleving volgens de bedrijven, n = 8.

Op welke gebieden binnen de robotica verwacht u de komende jaren grote progressie?
Aansturing meer en meer middels sensoren.
Het rekenvermogen en lagere kostprijs.
Industrie / dagelijks leven.
Lastechnieken maar ook de chirurgie.
Nano techniek.
Staal/RVS/Alu producten.
Zorg met namen ouderenzorg.
Zorg, onderwijs, techniek.

Tabel 62: Gebieden waar bedrijven progressie verwachten de komende jaren, n = 8.

MATE VAN KENNIS OVER ROBOTICA

STUDENTEN

Mate van kennis over robotica - Alle opleidingen			
	n	M	SD
Programmeren van software voor robots	57	2.49	1.212
Metten, regelen en testen van robots	57	2.74	1.094
Design en ontwerp van robots	57	3.09	1.023
Bouwen van sensoren en elektronicasystemen voor	57	2.81	1.141

robots			
Assemblage/metaaltechniek van robots	57	2.91	1.154
Installatietechniek van elektronische systemen van robots	57	2.68	1.105
Praktijkervaring op het gebied van robotica	57	2.60	1.147

Tabel 63: n = 57.

Mate van kennis over robotica - Elektrotechniek, 1 ^e /2 ^e jaar			
	n	M	SD
Programmeren van software voor robots	27	2.67	1.271
Metten, regelen en testen van robots	27	2.93	0.958
Design en ontwerp van robots	27	3.11	0.892
Bouwen van sensoren en elektronicasystemen voor robots	27	2.93	0.997
Assemblage/metaaltechniek van robots	27	2.59	1.152
Installatietechniek van elektronische systemen van robots	27	2.74	1.023
Praktijkervaring op het gebied van robotica	27	2.67	1.074

Tabel 64: n = 27.

Mate van kennis over robotica - Elektrotechniek, 3 ^e /4 ^e jaar			
	n	M	SD
Programmeren van software voor robots	2	3.50	3.536
Metten, regelen en testen van robots	2	4.00	2.828
Design en ontwerp van robots	2	4.00	2.828
Bouwen van sensoren en elektronicasystemen voor robots	2	4.50	2.121
Assemblage/metaaltechniek van robots	2	4.00	2.828
Installatietechniek van elektronische systemen van robots	2	4.50	2.121
Praktijkervaring op het gebied van robotica	2	4.00	2.828

Tabel 65: n = 2.

Mate van kennis over robotica - Werktuigbouwkunde, 1 ^e /2 ^e jaar			
	n	M	SD

Programmeren van software voor robots	7	2.00	1.155
Meten, regelen en testen van robots	7	2.43	1.272
Design en ontwerp van robots	7	3.00	1.155
Bouwen van sensoren en elektronicasystemen voor robots	7	2.14	1.069
Assemblage/metaaltechniek van robots	7	3.14	1.345
Installatietechniek van elektronische systemen van robots	7	2.29	1.113
Praktijkervaring op het gebied van robotica	7	2.14	1.069

Tabel 66: n = 7.

Mate van kennis over robotica - Werktuigbouwkunde, 3 ^e /4 ^e jaar			
	n	M	SD
Programmeren van software voor robots	5	1.40	0.548
Meten, regelen en testen van robots	5	1.40	0.894
Design en ontwerp van robots	5	2.20	1.304
Bouwen van sensoren en elektronicasystemen voor robots	5	1.20	0.447
Assemblage/metaaltechniek van robots	5	2.80	1.304
Installatietechniek van elektronische systemen van robots	5	1.20	0.447
Praktijkervaring op het gebied van robotica	5	1.20	0.447

Tabel 67: n = 5.

Mate van kennis over robotica - Mechatronica, 1 ^e /2 ^e jaar			
	n	M	SD
Programmeren van software voor robots	1	3.00	-
Meten, regelen en testen van robots	1	3.00	-
Design en ontwerp van robots	1	3.00	-
Bouwen van sensoren en elektronicasystemen voor robots	1	4.00	-
Assemblage/metaaltechniek van robots	1	4.00	-

Installatietechniek van elektronische systemen van robots	1	4.00	-
Praktijkervaring op het gebied van robotica	1	4.00	-

Tabel 68: n = 1.

Mate van kennis over robotica - Mechatronica, 3 ^e /4 ^e jaar			
	n	M	SD
Programmeren van software voor robots	15	2.60	0.737
Metten, regelen en testen van robots	15	2.80	0.775
Design en ontwerp van robots	15	3.27	0.799
Bouwen van sensoren en elektronicasystemen voor robots	15	3.13	0.834
Assemblage/metaaltechniek van robots	15	3.20	0.676
Installatietechniek van elektronische systemen van robots	15	2.93	0.704
Praktijkervaring op het gebied van robotica	15	2.87	0.834

Tabel 69: n = 15.

Mate van kennis over robotica - Elektrotechniek, 3 ^e jaar			
	n	M	SD
Programmeren van software voor robots	2	3.50	3.536
Metten, regelen en testen van robots	2	4.00	2.828
Design en ontwerp van robots	2	4.00	2.828
Bouwen van sensoren en elektronicasystemen voor robots	2	4.50	2.121
Assemblage/metaaltechniek van robots	2	4.00	2.828
Installatietechniek van elektronische systemen van robots	2	4.50	2.121
Praktijkervaring op het gebied van robotica	2	4.00	2.828

Tabel 70: n = 2.

Mate van kennis over robotica - Werktuigbouwkunde, 3 ^e jaar			
	n	M	SD
Programmeren van software voor robots	5	1.40	0.548

Meten, regelen en testen van robots	5	1.40	0.894
Design en ontwerp van robots	5	2.20	1.304
Bouwen van sensoren en elektronicasystemen voor robots	5	1.20	0.447
Assemblage/metaaltechniek van robots	5	2.80	1.304
Installatietechniek van elektronische systemen van robots	5	1.20	0.447
Praktijkervaring op het gebied van robotica	5	1.20	0.447

Tabel 71: n = 5.

Mate van kennis over robotica - Mechatronica, 3 ^e jaar			
	n	M	SD
Programmeren van software voor robots	11	2.55	0.688
Meten, regelen en testen van robots	11	2.82	0.751
Design en ontwerp van robots	11	3.36	0.809
Bouwen van sensoren en elektronicasystemen voor robots	11	3.09	0.831
Assemblage/metaaltechniek van robots	11	3.18	0.751
Installatietechniek van elektronische systemen van robots	11	2.82	0.751
Praktijkervaring op het gebied van robotica	11	2.64	0.809

Tabel 72: n = 11.

AANTREKKINGSKRACHT TECHNISCHE VERVOLGOPLEIDING OF BAAN

Keuze na MBO - Alle opleidingen		
	Frequentie	Percentage
Technische vervolgopleiding op HBO	20	35.1
Niet-technische vervolgopleiding op HBO	2	3.5
Stoppen met studeren en een baan zoeken	8	14.0
Ik weet het nog niet	27	47.4

Totaal	57	100.0

Tabel 73: n = 57.

Keuze na MBO - 1 ^e /2 ^e jaar		
	Frequentie	Percentage
Technische vervolgopleiding op HBO	11	31.4
Niet-technische vervolgopleiding op HBO	0	0
Stoppen met studeren en een baan zoeken	2	5.7
Ik weet het nog niet	22	62.9
Totaal	35	100.0

Tabel 74: n = 35.

Keuze na MBO - 3 ^e /4 ^e jaar		
	Frequentie	Percentage
Technische vervolgopleiding op HBO	9	40.9
Niet-technische vervolgopleiding op HBO	2	9.1
Stoppen met studeren en een baan zoeken	6	27.3
Ik weet het nog niet	5	22.7
Totaal	22	100.0

Tabel 75: n = 22.

Waar de technische vervolgopleiding doen?		
	Frequentie	Percentage
HBO Windesheim Almere	3	15.0
HBO Windesheim Zwolle	2	10.0
Weet ik nog niet	14	70.0
Anders, namelijk: (NML Leeuwarden)	1	5.0
Totaal	20	100.0

Tabel 76: n = 20.

Welke technische vervolgopleiding?		
Alle opleidingen		
	Frequentie	Percentage
HBO Elektrotechniek	6	30.0
HBO Werktuigbouwkunde	4	20.0
HBO Industrieel Ontwerpen	1	5.0
HBO Technische Bedrijfskunde	1	5.0
Weet ik nog niet	7	35.0

Anders namelijk: (Mechatronica of micro techniek)	1	5.0
Totaal	20	100.0

Tabel 77: n = 20.

Welke technische vervolgopleiding?		
Elektrotechniek		
	Frequentie	Percentage
HBO Elektrotechniek	6	60.0
HBO Werktuigbouwkunde	1	10.0
HBO Technische Bedrijfskunde	1	10.0
Weet ik nog niet	2	20.0
Totaal	10	100.0

Tabel 78: n = 10.

Welke technische vervolgopleiding? - Werktuigbouwkunde		
	Frequentie	Percentage
HBO Werktuigbouwkunde	2	16.7
Weet ik nog niet	1	33.3
Totaal	3	100.0

Tabel 79: n = 3.

Welke technische vervolgopleiding? - Mechatronica		
	Frequentie	Percentage
HBO Werktuigbouwkunde	1	14.3
HBO Industrieel Ontwerpen	1	14.3
Weet ik nog niet	4	57.1
Anders namelijk (Mechatronica of micro techniek)	1	14.3
Totaal	7	100.0

Tabel 80: n = 7.

Waarom een technische vervolgopleiding?			
	Frequentie	Percentage	Percent of cases
Ik krijg daarmee betere toegang tot interessante beroepen	14	24.1	73.7
Ik heb dan meer kans op een baan	8	13.8	42.1
Ik ga dan meer verdienen	13	22.4	68.4
Ik wil meer theoretische kennis opdoen	8	13.8	42.1
Ik krijg dan meer maatschappelijk aanzien/status	3	5.2	15.8
Ik ben nog niet klaar met leren	8	13.8	42.1
Er is een		5.2	15.8

doorstroomprogramma naar het HBO	3		
Anders, namelijk: Mijn baas vind het niet verstandig	1	1.7	5.3

Tabel 81: n = 20.

Waar wil je een niet-technische vervolgopleiding doen?		
	Frequentie	Percentage
Anders namelijk: CAH Dronten HBO ergens anders dan Zwolle of Almere	2	100.0
Totaal	2	100.0

Tabel 82: n = 2.

Welke niet-technische vervolgopleiding wil je doen?		
	Frequentie	Percentage
Akkerbouw	1	50.0
Bedrijfskunde	1	50.0
Totaal	2	100.0

Tabel 83: n = 2.

Waarom een niet-technische vervolgopleiding?		
	Frequentie	Percentage
Ik wil mijzelf verbreden	1	50.0
Anders namelijk: Ik wil boer worden	1	50.0
Totaal	2	100.0

Tabel 84: n = 2.

Stoppen met studeren en werken	
Opleiding	Frequentie
Elektrotechniek	1
Werktuigbouw	3
Mechatronica	4

Tabel 85: n = 8.

In welke sectoren willen de studenten aan de slag?			
	Frequentie	Percentage	Percent of cases
Machinebouw	4	13.3%	50.0
Operationele techniek	2	6.7%	25.0
Bouw	1	3.3%	12.5
Elektrotechniek	2	6.7%	25.0
Grafische techniek	2	6.7%	25.0
Procestechniek	2	6.7%	25.0
Werktuigbouw en mechanische techniek	3	10.0%	37.5
Metaalbewerking	4	13.3%	50.0

Fijnmechanische techniek	4	13.3%	50.0
Motorvoertuigentechniek en tweewielers	2	6.7%	25.0
Vliegtuigtechniek	4	13.3%	50.0

Tabel 86: n = 8.

DEFINITIE ROBOT

DOCENTEN

Definitie robot volgens docenten
1. Een apparaat die, middels programmering, of andere input, bepaalde fysieke handelingen kan verrichten.
2. Een robot is een programmeerbare machine.
3. Een robot is in de eerste plaats een apparaat dat een aantal bewegingen c.q. bewerkingen kan uitvoeren. Dit is dan geautomatiseerd gemaakt en wordt software matig aangestuurd.
4. Een robot wordt, i.t.t. bijv. een mobiele kraan, aangestuurd door een computerprogramma.
5. Een systeem waarmee je automatisch een product vervaardigd is een robot. Bijv. automatische aan- of afvoer.
6. Ik vind een systeem een robot als er een PLC besturing aanzit, waarmee verschillende handelingen aangestuurd kunnen worden. PLC besturing stuurt een systeem aan op basis van signalen. Een robot kan zover gaan dat het ook corrigerend werkt. De scheidslijn tussen een manipulator en een robot is dat een robot meerdere handelingen tegelijkertijd kan uitvoeren.
7. Of een machine een robot is hangt ervan af of de besturing dusdanig is dat de machine ook reageert op signalen uit de omgeving. Door middel van sensoren meet de machine een aantal zaken uit de omgeving en op basis daarvan reageert de machine zelfstandig op de omgeving door bepaalde keuzes te maken. Het belangrijkste is dat de machine flexibel kan reageren op omgeving (binnen wat een machine kan). Het blijft een ruim begrip. Als ik aan een robot denk dan denk ik eerst aan een manipulator maar het begrip robot kan ook veel ruimer geïnterpreteerd worden.

Tabel 87: n = 7.

Welke machines rekenen de docenten tot een robot?		
	Frequentie	Percentage
Automatische piloot van een vliegtuig	5	71.4
Klimaatregelingsysteem zoals airco in een auto	1	14.3
Koffieautomaat	1	14.3
Speelgoedbeestje dat reageert op stem en aanraking	4	57.1
Automatische achteruitparkeetinstallatie van een auto	5	71.4
Wasmachine	2	28.6
Onbemand vliegtuig die op afstand bestuurbaar is	3	42.9
Lasrobot in een autofabriek	7	100.0
Automatische machine dat producten inpakt	4	57.1

Tabel 88: n = 7.

BEDRIJVEN

Definitie robot volgens bedrijven
Geen antwoord.
Apparaat dat kan bewegen zoals een mens.
Een hulpmiddel om een complexe handelingen uit te voeren anders dan door de mens.
Een programmeerbaar mechanisme wat bepaalde menselijke handelingen kan overnemen.
Een robot is een automatisch functionerende machine welke handelingen van de mens kan overnemen, waarbij op enig moment de machine, zelf een keuze of beslissing moet maken om de handeling te voltooien, dus geen voor geprogrammeerde keuze.
Een systeem met vrijprogrammeerbare assen. Tevens mogelijk om met dezelfde robot/installatie meerdere verschillende handelingen uit te voeren.
Het volledig geautomatiseerd werken aan een product.
Mechanisme ter verbetering of vervanging van menselijke bewegingshandelingen.

Tabel 89: Definitie robot volgens de bedrijven, n = 8.

Welke machines rekenen de bedrijven tot een robot?		
	Frequentie	Percentage
Automatische piloot van een vliegtuig	5	62.6
Klimaatregelsysteem zoals airco in een auto	1	12.5
Koffieautomaat	0	0
Speelgoedbeestje dat reageert op stem en aanraking	2	25.0
Automatische achteruitparkeetinstallatie van een auto	3	37.5
Wasmachine	0	0
Onbemand vliegtuig die op afstand bestuurbaar is	2	25.0
Lasrobot in een autofabriek	6	75.0
Automatische machine dat producten inpakt	3	37.5

Tabel 90: Welke machines de bedrijven tot een robot rekenen, n = 8.

De mate waarin bedrijven het eens zijn met de definitie van een robot geformuleerd in het project RTL					
	Helemaal mee oneens	Mee oneens	Neutraal	Mee eens	Helemaal mee eens
Definitie van een robot	12.5%	12.5%	37.5%	62.5%	0

Tabel 91: de mate waarin bedrijven het eens zijn met de definitie van een robot geformuleerd in het project RTL, n = 8.

INFORMATIE OVER ROBOT GERELATEERDE PROJECTEN

Project 1	
School	ROC Friese Poort
Vakgebied	Werktuigbouwkunde
Jaar	4 ^e jaar

Eind/afstudeer project	Ja
Omschrijving	Het ontwerpen van een paternoster stelling voor het sorteren en opslaan van rest materiaal. Het ontwerp bestaat uit een laden systeem van 32 stuks waar 1 ton aan staal in opgeslagen kan worden. Aan het frame waar de laden in opgeborgen zijn, is een pick - up systeem gemonteerd waarmee een lade met het gewenste materiaal op gehaald wordt en gepositioneerd op werkhoogte. De leerlingen hadden het ontwerp gedaan, het product moet alleen nog gerealiseerd worden. Project werd uitgevoerd door 2 WB-ers en 3 Mechatronica leerlingen.
Type project	Advies Ontwerp
Samenwerking met bedrijfsleven?	Ja
Aantal bedrijven	1
Type samenwerking	Regelmatig vonden er overlegmomenten met het bedrijf plaats. Het werk moest op school gedaan worden.
Samenwerking met onderwijsinstellingen?	Nee
Studielast uren	96 u (6 maanden lang, 16 u per week)
Beoordeling	Verslag Presentatie Geleverd product/dienst
Team of individueel	Groepsverband
Omvang groep	5
Vakgebieden	Elektrotechniek Assemblage Metaaltechniek Design/ontwerp

Project 2	
School	ROC Friese Poort
Vakgebied	Mechatronica
Jaar	3 ^e en 4 ^e jaars
Eind/afstudeer project	Ja (voor de 4 ^e jaars)
Omschrijving	Project 'Prionics bottle machine': Bij dit project moest een geheel nieuw ontwerp, proef opstelling en daarna een ontwerp gemaakt worden. Tevens komt aan de orde de besturing van de machine zodat geheel automatisch de dop op de fles bevestigd wordt en ook gecontroleerd als de dop op de fles zit. 3 ^e jaars moesten onder leiding van 4 ^e jaars de machine maken. De 4 ^e jaars deden het ontwerp en onderzoek. Werd uitgevoerd in jaar 2011-2012.
Type project	Advies Ontwerp Onderzoek Realisatie

Samenwerking met bedrijfsleven?	Ja
Aantal bedrijven	1
Type samenwerking	Regelmatig overlegmomenten met het bedrijf, het werk moest op school uitgevoerd worden.
Samenwerking met onderwijsinstellingen?	Nee
Studielast uren	96 u in totaal (6 maanden lang, 16 u per week)
Beoordeling	Verslag Presentatie Geleverd product/dienst
Team of individueel	Groepsverband
Omvang groep	5
Vakgebieden	Elektrotechniek Assemblage Metaaltechniek Design/ontwerp

Project 3	
School	ROC Friese Poort
Vakgebied	Elektrotechniek
Jaar	4 ^e jaar
Eind/afstudeer project	Ja
Omschrijving	Onderzoek voor solar boot gedaan. Leerlingen moesten een touch screen programmeren.
Type project	Ontwerp Onderzoek Realisatie
Samenwerking met bedrijfsleven?	Ja
Aantal bedrijven	1
Type samenwerking	Weet niet
Samenwerking met onderwijsinstellingen?	Nee
Studielast uren	96 u in totaal (6 maanden lang, 16 u per week)
Beoordeling	Verslag Presentatie Geleverd product/dienst
Team of individueel	Groepsverband
Omvang groep	Weet niet
Vakgebieden	Weet niet

Project 4	
School	ROC Friese Poort
Vakgebied	Elektrotechniek
Jaar	2 ^e jaar
Eind/afstudeer project	Nee
Omschrijving	Voor dit project heeft men een lasrobot gebruikt. Van die lasrobot heeft men het las gedeelte gedemonteerd. Vervolgens heeft men verschillende koppen op de lasrobot gemonteerd waardoor de leerlingen verschillende dingen kunnen oefenen.
Type project	Ontwerp Onderzoek Realisatie

Samenwerking met bedrijfsleven?	Nee
Samenwerking met onderwijsinstellingen?	Nee
Studielast uren	25 u in totaal (10 weken lang a 2 tot 3 u per week)
Beoordeling	Geleverd product/dienst
Team of individueel	Groepsverband
Omvang groep	2
Vakgebieden	Elektrotechniek

Project 5	
School	ROC Friese Poort
Vakgebied	Elektrotechniek
Jaar	2 ^e jaar
Eind/afstudeer project	Nee
Omschrijving	Productielijn van viertal systemen die aan elkaar gekoppeld zijn. Opdracht is om die 4 systemen met elkaar te laten communiceren.
Type project	Ontwerp Realisatie
Samenwerking met bedrijfsleven?	Nee
Samenwerking met onderwijsinstellingen?	Nee
Studielast uren	40 u in totaal (10 weken lang a 4 u per week)
Beoordeling	Schriftelijk Geleverd product/dienst
Team of individueel	Groepsverband
Omvang groep	2
Vakgebieden	Elektrotechniek

Project 6	
School	ROC Friese Poort
Vakgebied	Elektrotechniek
Jaar	1 ^e jaar
Eind/afstudeer project	Nee
Omschrijving	Het bedenken van kleine software oplossingen en andere kleine robot gerelateerde opdrachten.
Type project	Ontwerp Realisatie
Samenwerking met bedrijfsleven?	Nee
Samenwerking met onderwijsinstellingen?	Nee
Studielast uren	40 u in totaal (20 weken lang a 2 u per week)
Beoordeling	Schriftelijk Geleverd product/dienst
Team of individueel	Groepsverband
Omvang groep	2
Vakgebieden	Elektrotechniek

Project 7	
School	ROC Flevoland
Vakgebied	-
Jaar	4 ^e jaars
Eind/afstudeer project	Ja

Omschrijving	Compleet computergestuurd (PLC) model maken van een sluizen, brug en stoplichten-complex. Het geheel moet onbemand bediend kunnen worden. Zoet en zoutwater mogen niet bij elkaar komen bij het schutten. Afstudeeropdracht Pompen afsluiters, signalering, sluisdeuren enz. allemaal via PLC-programma's
Type project	Advies Ontwerp Realisatie
Samenwerking met bedrijfsleven?	Ja
Aantal bedrijven	2
Type samenwerking	Metaalbewerking, sponsering en advies besturingstechniek
Samenwerking met onderwijsinstellingen?	Nee
Studielast uren	500 u in totaal
Beoordeling	Verslag Presentatie Geleverd product/dienst
Team of individueel	Groepsverband
Omvang groep	4
Vakgebieden	ICT Elektrotechniek Assemblage Metaaltechniek Design/ontwerp

MATE VAN ACTION BASED LEARNING IN HET ONDERWIJS

1)			
Stelling	Gemiddelde	SD	n
Leerlingen worden in aanraking gebracht met real-world problems die ze vervolgens moeten oplossen.	3.86	1.069	7
De leerlingen kunnen hun eigen opdrachten kiezen en formuleren.	3.00	1.155	7

2)			
Stelling	M	SD	n
Planning skills			
De leerlingen leren om op verstandige wijze tijd en middelen toe te wijzen.	3.86	0.378	7
Inquiry skills			
Leerlingen leren zaken waar te nemen, te meten en te voorspellen.	3.43	0.535	7

Research skills			
De leerlingen leren een situatie stapsgewijs te analyseren.	3.86	0.378	7
Problem solving			
De leerlingen leren problemen te identificeren.	4.00	0.000	7
Leerlingen dienen zelf met oplossingen voor problemen te komen.	4.00	0.000	7
De leerlingen leren vaardigheden om alternatieve handelingswijzen te kunnen kiezen.	3.57	0.535	7
Totaal:			
Critical thinking			
De keuzes die de leerlingen in maken tijdens opdrachten dienen ze te onderbouwen en te verantwoorden.	3.86	0.690	7
De leerlingen leren een geanalyseerde situatie kritisch te bevragen.	3.86	0.378	7

3)			
Stelling	M	SD	n
Multidisciplinair onderwijs			
De leerlingen moeten specifieke kennis en vaardigheden van verschillende vakgebieden toepassen.	3.71	0.488	7

4)			
Stelling	M	SD	n
De leerlingen leren om in groepen samen te werken.	4.57	0.535	7
De leerlingen leren samen te werken met medewerkers uit het bedrijfsleven.	3.86	0.378	7

5)			
Stelling	M	SD	n

De leerlingen leren hun verantwoordelijk te nemen als er iets fout gaat.	3.86	0.378	7
De leerlingen leren van hun opgedane ervaringen.	4.29	0.488	7
Totaal	4.01	0.433	

6)			
Stelling	M	SD	n
Er zijn duidelijke leerdoelen en leerprestaties opgesteld.	3.86	0.378	7

7)			
Stelling	M	SD	n
De leerlingen leren kritisch terug te kijken op hun ervaringen.	3.86	0.378	7
Leerlingen moeten bepaalde reflectie opdrachten/activiteiten uitvoeren.	3.86	0.378	7
De leerlingen krijgen regelmatig feedback van de docent op hun geleverde werk.	4.00	0.000	7
De leerlingen moeten regelmatig feedback aan elkaar geven.	3.57	0.535	7
Totaal:	3.82	0.323	

STUDIEMATERIAAL EN ONDERWIJSVOORZIENINGEN VOOR ROBOTICA IN HET ONDERWIJS

Studiemateriaal en onderwijsvoorzieningen			
Stelling	M	SD	n
Het vakgebied robotica komt voldoende aanbod in de lesstof.	2.71	0.756	7
De onderwijsvoorzieningen om robotica opdrachten uit te voeren zijn toerijkend.	2.14	0.378	7
De lesstof over robotica is up to date.	2.86	0.900	7
Gezien het toekomst potentieel van robotica, zou robotica een grotere rol moeten spelen in het onderwijs	4.00	0.577	7

VERWACHTINGEN VAN HET PROJECT RTL

DOCENTEN

Wat zijn uw verwachten van het Robot Techniek ten aanzien van samenwerking met het bedrijfsleven?
Dat hangt er helemaal vanaf hoe het bedrijfsleven hierbij betrokken wordt.
Het is nog maar afwachten of het daadwerkelijk zover komt.
Ik denk dat het een schakel is tussen het bedrijfsleven en leerlingen. Het Robot Lab maakt die koppeling mogelijk. Wat heel belangrijk is, is dat er afstemming is; wat verwachten de deelnemers en wat verwacht het bedrijfsleven. Het is belangrijk dat men op 1 lijn ligt.
Ik verwacht dat het bedrijfsleven het op termijn af zal laten weten, (gebrek aan tijd, geld, menskracht, etc.)zoals met meerdere projecten het geval is gebleken.
Ik verwacht dat het heel erg gekleurd zal zijn. Daarmee bedoel ik dat het bedrijfsleven bepaald wat iemand moet leren. Ik zie dan een aantal verschillende bedrijven die met hun eigen visie en kennis iets neerzetten. Daar zie ik een sterk eigenbelang in. Er wordt met een gekleurde mening naar toe gesprongen. Als het Robot Lab door een onafhankelijke organisatie gestuurd wordt zie ik wel veel mogelijkheden.
Ik zie daar zeker mogelijkheden voor. Als ideaal plaatjes i het een prachtig beeld. De mogelijkheid dat het bedrijfsleven kan experimenteren en gebruik kan maken van studenten en dat daar ook de faciliteiten voor zijn. Als plaatje is het fantastisch, maar praktisch gezien ligt het toch anders. Ik denk het financieel hee lastig is om van de grond te krijgen, zoniet, bijna onmogelijk. Er wordt overal bezuinigd nu, het bedrijfsleven gaat niet altijd even geweldig Ik ben heel benieuwd waar het geld vandaan moet komen om zoiets op te zetten. Het is een hele investering dat in feite relatief weinig gebruikt wordt. Als beeld vind ik het prachtig, maar het financiële plaatje erachter heb ik vraagtekens bij. In de polder is het misschien nog lastiger omdat we niet zulke grote bedrijven hebben, het zijn toch kleine bedrijven. Dat is toch een bedreiging voor het verhaal, met name kleine bedrijven zullen niet zo heel snel dat soort automatisering processen in hun bedrijf binnen halen. Grote bedrijven zijn er niet zo heel veel in de omgeving.
Ik zie het heel positief in, maar de school moet dan wel de stabiliserende factor in het geheel zijn en niet het bedrijf. De reden daarvoor is omdat de core business van bedrijven bestaat uit producten en winst maken. Als er op een gegeven moment geen werk meer is, kunnen zij niet meer investeren. Een bedrijf dat bijv. door een investeringsmaatschappij wordt overgenomen heeft geen interesse in opleiden. Ik voorzie een goede samenwerking met het bedrijfsleven, maar de verantwoordelijkheid van het lab moet in handen van de school zijn. De school functioneert dan als stabiliserende factor.

Tabel 92: Verwachtingen van het RTL ten aanzien van samenwerking met het bedrijfsleven, n = 7.

Wat hoopt u dat de studenten in zon Robot Techniek Lab kunnen doen?
Geen antwoord.
Dat ze vooral leren om te gaan met automatiseringssystemen en problemen/ uitdagingen kunnen oplossen.
Experimenteren met eenvoudig te programmeren robots.
Ik denk als eerste dat de leerlingen van meerdere soorten robots kennis kunnen opdoen. Op dit moment moeten de leerlingen het doen met het type robot wat toevallig bij een bedrijf staat.

Positief gevolg zou moeten zijn dat daardoor de interesse bij de leerlingen ook aangewakkerd word. Uiteindelijk zal het gevolg daarvan zijn dat de leerlingen (die over 10-15 jaar de leidinggegevens zijn in een bedrijf) met die achtergrond over veel meer middelen en technieken beschikken en die ook toepassen. Als de basiskennis goed is zijn er heel veel mogelijkheden. In zo'n Robot Lab komen er meer vakgebieden aanbod, de visie van de leerlingen word verbreed. Op school word er nu voornamelijk vanuit de elektrotechniek gekeken.
Ik hoop dat de leerlingen zelf in aanraking kunnen komen met robotica zonder dat het direct tot productie moet leiden. Dat de leerlingen kunnen ervaren wat de mogelijkheden zijn, wat je ermee kan doen. Ik hoop dat ze daar de ruimte en tijd voor hebben en dan vervolgens daar iets praktisch mee gaan doen wat in het bedrijfsleven gebruikt gaat worden. Ik kan me het robot lab al helemaal voorstellen: een hal met kantoren waar dingen geprobeerd worden, in de zin van productieprocessen, automatiseren of robotiseren. Daarbij zijn leerlingen bezig met apparatuur die ze in eerste instantie kunnen gebruiken om te leren en ervaring mee op te doen. Vervolgens word die kennis weer toegepast in het bedrijfsleven.
Ik hoop dat de leerlingen zoveel mogelijk kennis kunnen vergaren door middel van praktijk en theorie met elkaar te koppelen. Vooral op het gebied van besturing verwacht ik veel aandacht.
Zoveel mogelijk up to date kennis opdoen en deze kennis en vaardigheden daadwerkelijk ook kunnen toepassen

Tabel 93: Rol van de studenten in het RTL.

Wat verwacht u dat het project Robot Techniek Lab (als geheel) voor de opleiding oplevert?
Geen antwoord.
De leerlingen zullen in een veel werkelijkere omgeving terecht komen. Een technische leerling zal daardoor enthousiast gemaakt worden voor het vakgebied en meer belangstelling ontwikkelen. Geldt ook tegenwoordig voor een excursie naar een bedrijf toe, de dag erna heb ik dan allemaal enthousiaste leerlingen in de klas zitten. Doet men dat wekelijks of maandelijks dan hou je veel meer leerlingen die belangstelling voor het vak hebben.
Het is een waardevolle aanvulling voor de opleiding, vooral de vertaling naar het bedrijfsleven toe. Dat is een hele belangrijke zet denk ik. De leerlingen worden namelijk klaargestoomd voor het bedrijfsleven om daar aan de gang te gaan. Over de vraag of wij up to date informatie over robotica leveren, ik ga daar wel van uit. Maar de laatste jaren is er veel vooruitgang geboekt op dat gebied. Er kan best wat meer aansturing nodig zijn voor het ROC, daar staan we ook open voor. Zo'n koppeling met het bedrijfsleven kan die kennis leveren en nieuwe inzichten geven.
Hoop dat het een verrijking voor de opleiding zal zijn.
Ik ben onvoldoende van dit project op de hoogte om deze vraag te kunnen beantwoorden.
Ik denk dat als de jongens met echte robots in aanraking komen (die ze straks ook in het bedrijfsleven tegen kunnen komen) dat dat abosuluut motiverend werkt. Op het moment dat je moet simuleren maar dat je in feite niet ziet hoe het in de praktijk eruit ziet is lastig voor de leerlingen. Ze zien graag hoe iets in de werkelijkheid eruit ziet. Ik denk zeker dat het motiveren werkt, ook voor de docenten. Voor het bedrijfsleven is het ook handig, als die leerlingen van het MBO met robotica in aanraking zijn geweest. Maar nogmaals, het moet uiteindelijk ook betaald worden en daar gaan dit soort dingen meestal op stuk.

Meer ervaring op het gebied van automatisering.

Tabel 94: Voordelen project RTL voor de opleiding.

BEDRIJVEN

Wat zijn uw verwachten van het Robot Techniek ten aanzien van samenwerking met het bedrijfsleven?
--

Weet niet.

Biedt onderwijs up to date voorzieningen zodat opleiden beter aansluit bij vraag van bedrijfsleven.

Een betere afstemming van studenten op het bedrijfsleven.

Een enorme vooruitgang om buitenschools jongeren in contact te brengen met high tech equipment. Dit levert een bijdrage aan een gepassioneerde toepassing naar bedrijfsleven vanuit jongeren.

Geen idee.

Hoog, maar de vergadercultuur moet eerst doorbroken worden, te veel praten en te weinig doen.

Ik denk dat een fysiek Robot Lab in deze tijden een onhaalbare kaart is, mijn voorstel is dat er op de scholen d.m.v computers en software het robot programmeren gedoceerd gaat worden en dat de praktijkkennis bij de bedrijven geoefend kan worden.
--

Moeizaam om de juiste invulling en kwaliteiten te krijgen.
--

Tabel 95: Verwachtingen van bedrijven van het Robot Techniek Lab ten aanzien van samenwerking met het bedrijfsleven, n = 8.

Wat voor rol verwacht u dat uw bedrijf in het Robot Techniek Lab zal spelen?

Weet niet.

Een soort experience center om (zakelijke)bezoekers te laten zien wat het niveau is van onderwijs gerelateerd aan het bedrijfsleven.
--

Heel weinig gezien wij een handelsonderneming zijn.

Ik hoop de robot te mogen gaan leveren, en betrokken te zijn bij het aquireren van projecten van het bedrijfsleven om door het opleidingsinstituut te laten uitvoeren in het eigen robotica lab.
--

Kennis ontwikkeling.

Verzorgen van bedrijfstrainingen en techniekpromotie-activiteiten.
--

Weinig verwacht ik.

Wij zouden bijvoorbeeld onze lasrobot af en toe beschikbaar kunnen stellen voor studenten.
--

Tabel 96: Rol van bedrijven in het Robot Techniek Lab, n = 8.

Wat verwacht u dat het project Robot Techniek Lab (als geheel) voor uw bedrijf oplevert?

Weet niet.

Aanvoer van gemotiveerde en goed geschoolde werknemers.

Als verlengstuk fungeren tussen scholen en bedrijfsleven.

Een bijdrage aan een doorlopende leerlijn in een 115ndustriële omgeving wat zal leiden tot nieuwe bedrijven en nieuwe arbeidsplaatsen (incl. leerplaatsen).

Een goede vooruitgang in de opleidingsvorm en traject voor de NOP, modern onderwijs gevoed door het bedrijfsleven.
--

Geen idee wat ik er van moet verwachten. We doen weinig met robot-achtige machines en er ligt ook geen vraag.

Middelen om het robot technieklab een gezonde financiële basis te verschaffen en goede relatie met onderwijs en bedrijfsleven.
--

Mogelijk handige tools voor servicedoeleinden.

Tabel 97: Verwachtingen van de voordelen voor het bedrijf, n = 8.

KOPPELING BEDRIJFSLEVEN – ONDERWIJS

Koppeling tussen het bedrijfsleven-onderwijs		
	Frequentie	Percentage
Er zijn stageplaatsen voor MBO studenten beschikbaar	5	71.4
Er zijn stageplaatsen voor HBO studenten beschikbaar	4	57.1
Er vinden bezoeken aan onderwijsinstellingen plaats	0	0.0
Onderwijsinstellingen brengen bezoeken aan ons bedrijf	3	42.9
Er vinden robot gerelateerde projecten plaats in samenwerking met MBO studenten	0	0.0
Er vinden robot gerelateerde projecten plaats in samenwerking met HBO studenten	1	14.3
Allemaal niet van toepassing	2	28.6

Tabel 98: Koppeling bedrijfsleven-onderwijs, n = 8.

Waar denkt u dat de opleidingen op het MBO/HBO meer aandacht aan moeten besteden?
Weet niet.
De behoeften van het bedrijfsleven.
Domictatoepassingen besturingstechniek.
Efficiency.
Koppeling ICT en Techniek + innovatieve oplossingen bieden aan bestaande maakindustrie.
Praktijk gerichte opleiding.
Toepassingen in de sector en de regio, luisteren naar de behoefte van het bedrijfsleven, en samen ontwikkelen van de techniek, en moderne innovatieve oplossingen zoeken.
Vak krachten op hydrauliek, plc besturingssystemen en motoren.

Tabel 99: Aandachtspunten voor MBO/HBO opleidingen, n = 8.

Is er iets dat aan de technische opleidingen op het MBO/HBO veranderd moet worden?
Weet niet.
Betere afstemming op de praktijk.
Discipline.
Gezellen systeem als leermodel weer invoeren.
Ik heb weinig idee wat daar gebeurd.
Ja, meer doen en minder vergaderen, als je een traject inzet dan ook de juiste mensen en middelen inschakelen om tot een resultaat te komen
Klassieke denken in onderwijskolom doorbreken en gebruik maken van real time equipment in leerwerk omgevingen of bij bedrijven zelf.
Meer aandacht voor construeren/middenkaderopleidingen i.p.v. het centraal stellen van productieberoepen.

Tabel 100: Verbeterpunten binnen technische MBO/HBO opleidingen, n = 8.

Van welke onderwijsinstelling waren de studenten afkomstig?		
Onderwijsinstelling	Frequentie	Percentage
ROC Friese Poort	0	0
ROC Flevoland	0	0
HBO Windesheim Almere	0	0
HBO Windesheim Lelystad	0	0

Weet niet	0	0
Anders namelijk HBO Windesheim Zwolle	1	100.0

Tabel 101: De onderwijsinstelling waar de studenten vandaan kwamen, n =1.

	M	SD	n
Theoretische kennis	4.00	-	1
Vaardigheden om samen te werken	4.00	-	1
Communicatie vaardigheden	3.00	-	1
Planningsvaardigheden	3.00	-	1
Verwerken en analyseren van data	4.00	-	1
Praktijkervaring	3.00	-	1
Pro-actieve houding van de student	4.00	-	1
Zelfstandigheid	4.00	-	1
Vaardigheden om problemen op te lossen	4.00	-	1

Tabel 102: Mate van kennis van studenten volgens de bedrijven, n =1.

Project nr. 1	
Omschrijving project	Ontwikkeling van een snel bewegende 3D robot arm
Type project	Ontwerp Onderzoek

Project nr. 2	
Omschrijving project	Onderzoek van een composiet arm
Type project	Advies Onderzoek

Pasafgestudeerden van het MBO en HBO			
	M	SD	n
Pas-afgestudeerden van het MBO kunnen gemakkelijk meedraaien in het bedrijf	2.83	0.753	6
Pas-afgestudeerden van het MBO hebben voldoende praktijk ervaring	2.00	0.632	6
Pas-afgestudeerden van het MBO hebben niet tot weinig bijscholing nodig	2.00	0.632	6
Pas-afgestudeerden van het HBO kunnen gemakkelijk meedraaien in het	3.57	0.535	7

bedrijf			
Pas-afgestudeerden van het HBO hebben voldoende praktijk ervaring	2.43	0.976	7
Pas-afgestudeerden van het HBO hebben niet tot weinig bijscholing nodig	2.43	0.787	7

Tabel 103: Vragen over pas-afgestudeerden van het HBO/HBO.

Samenwerking tussen bedrijven		
	Frequentie	Percentage
Het delen van kennis met andere bedrijven	3	37.5
Heeft uw bedrijf wel eens samengewerkt met andere bedrijven aan robot gerelateerde vraagstukken	4	50.0

Tabel 104: Samenwerking tussen bedrijven aan robot gerelateerde vraagstukken, n = 8.

Kunt u een omschrijving geven van hoe de samenwerking met die andere bedrijven eruit zag?
AWL, wij bieden in samenwerking oplossingen voor productiebedrijven in de regio aan. GT en AWL techniek verkopen robottoepassingen.
cluster robotlassen, puur wat ervaringsuitwisseling.
locatie bieden aan en verbindingen maken met bedrijven binnen de robotica en daar buiten.
RLD Munchen Het ontwikkelen van een 3D camera.

Tabel 105: Omschrijving samenwerking robotica tussen bedrijven, n =4.