

Halffabricaat ICT

Vorbereiding op hbo

December 2016



Voorwoord

Beste docent,

Voor U ligt een uitgewerkt servicedocument dat U kunt gebruiken als leidraad bij het ontwikkelen van het keuzedeel 'Vorbereiding op hbo-ict'. We noemen dit een halffabricaat: het is een nadere uitwerking van een landelijk keuzedeel, maar het biedt nog voldoende ruimte aan een mbo-instelling om een eigen kleur te geven aan het eigen onderwijs.

Het halffabricaat is, in opdracht van de College van Besturen van alle 8 mbo-instellingen in Noord-Nederland, in samenwerking met de verschillende hbo- en mbo-instellingen van Noord-Nederland ontwikkeld. Er is voor deze samenwerking gekozen om de krachten te bundelen nu elke instelling voor dezelfde uitdaging staat: ontwikkel keuzedelen ter voorbereiding op de doorstroom naar het hbo (en andere keuzedelen). Er is voor samenwerking met het hbo gekozen omdat het hbo inzage heeft in de sterke en zwakke kanten van mbo'ers die studeren op het hbo. Dit alles met het doel de kansen voor een mbo'er te vergroten op het hbo.

Naast dit keuzedeel dat voorbereidt op de doorstroom naar ICT zijn of worden ook halffabricaten ontwikkeld voor:

Groen	Laboratoriumonderwijs
Hospitality	CMD
Economie	Techniek
Gezondheidszorg	Sport
Verpleegkunde	Sociale opleidingen
Kunst	

We hopen dat u een handvat in handen heeft dat enerzijds richting geeft aan de inhoud van het keuzedeel en anderzijds inzage geeft in het bestaande materiaal dat reeds beschikbaar is in de huidige samenwerkingsverbanden of in het land.

Dit betreft een algemeen advies aan meerdere instellingen. Omdat niet alle programma's afzonderlijk naast dit keuzedeel zijn gelegd, vragen wij u dit te doen ten einde overlap te voorkomen. Zowel als het gaat om overlap met de inhoud van het basis- en profieldeel als de overlap met loopbaanoriëntatie of studieloopbaanbegeleiding.

Tot slot is er een aantal tips opgenomen waarmee u uw voordeel kunt opdoen tijdens het ontwikkelen van het onderwijs.

Succes met het verder invullen van dit keuzedeel.

Namens het samenwerkingsverband in Noord-Nederland, de werkgroep Doorstroom ICT/CMD:

Peter Miedema (Friesland College)
Herman Vogt (Alfa-college)
Leo Lindeman (Alfa-college)
Alinda Straus (Friese Poort)
Ronald van Dijk (Hanzehogeschool)
Niels Doorn (Stenden Hogeschool)
Alice ter Veld (NHL)
Michaela Zwaan (procesbegeleider)

Inleiding	
Doel	In de uitwerking van het keuzedeel Voorbereiding HBO naar een onderwijsprogramma is het belangrijk dat de mbo'er het verschil ondervindt tussen studeren op het mbo en op het hbo. Uit verschillende onderzoeken is gebleken dat meerdere factoren van invloed zijn op studiesucces in het hbo. Daarom zijn er drie onderdelen te onderscheiden in een keuzedeel in Noord-Nederland: - studievaardigheden, - kennis en vaardigheden - beroeps- en opleidingsoriëntatie Op basis hiervan zijn de volgende drie richtinggevende doelen geformuleerd voor de inhoud van het voorliggende halffabricaat HBO-ICT: - de student maakt een bewuste en beargumenteerde keuze voor het hbo - de student vergroot zijn kans op studiesucces op het hbo door inhoudelijk goed voorbereid te zijn en door de benodigde studievaardigheden aan te leren. - de student heeft – voorafgaand aan de start van het hbo - inzicht in zijn eigen mogelijkheden en wensen ten aanzien van zijn (studie)loopbaan
Cluster	Tot het hbo-domein ICT behoren de volgende opleidingen: - HBO-ICT (Bachelor, croho 30020B) - Informatica (Bachelor, croho 34479B) - ICT Beheer (Associate Degree, croho 80071Ad) - Technische Informatica (Bachelor, croho 34475B) Dit halffabricaat richt zich de bachelors HBO-ICT en Informatica. In Noord-Nederland worden deze opleidingen aangeboden door de NHL, de Hanzehogeschool en Stenden (locatie Emmen). Voor mbo'ers uit de mbo-domeinen Economie en administratie en Handel en ondernemerschap gelden toelatingseisen in de vorm van een aanvullend toelatingsexamen wiskunde a of b. Voor doorstroom vanuit de overige mbo-domeinen gelden geen toelatingseisen. Informatie over het toelatingsexamen is te vinden op http://toelatingstoetsen.nl/toelating.

situatieschets	HBO-docenten vinden dat de mbo-instroom hard werkt, op school goed in teamverband kan samenwerken en leren en dat ze, meer dan havisten, het contact met de docent zoeken. Engels, wat veel gebruikt wordt in het hoger onderwijs, is over het algemeen geen probleem. Omdat mbo'ers al een beroepsopleiding hebben afgesloten, zijn ze vaak goed in de uitvoering en hebben kennis van het werkveld. Daardoor hebben ze – anders dan veel havisten - een behoorlijk goed beeld van het werkveld. Wel hebben ze vaak een minder goed beeld van wat ze kunnen verwachten van de hbo-opleiding. Tegelijkertijd hebben mbo'ers het niet altijd gemakkelijk op het HBO. Gebrekkige studievaardigheden zijn de belangrijkste reden voor uitval. HBO-docenten ervaren dat veel mbo'ers aanvankelijk moeite hebben met het tempo en het zelfstandig werken en studeren op hbo-niveau, vooral bij de leervakken. Sommige mbo'ers starten te laat met echt studeren omdat ze denken dat ze voldoende aan hun kennis en vaardigheden uit de mbo-opleiding hebben. De bereidheid tot theoretische verdieping is een aandachtspunt, evenals studievaardigheden als <i>Informatie zoeken en verwerken; Onderzoeken</i> en <i>Analyseren</i>. Daarnaast moeten veel mbo'ers vaardigheden op het gebied van conceptueel en logisch denken en reflecteren nog verder ontwikkelen. Ook het lezen van Nederlandse en Engelse teksten met hoge informatiedichtheid is voor een behoorlijk aantal mbo'ers lastig. Dat geldt eveneens voor het schrijven van rapporten – in het bijzonder als het gaat om de structuur, argumentatie, onderbouwing en taalgebruik. Tot slot constateren HBO-docenten dat de wiskundige kennis van mbo-studenten veelal niet aansluit bij het gevraagde niveau in de hbo-opleiding ICT/Informatica. Dit valt te verklaren door het feit dat wiskunde geen onderdeel is de mbo-opleiding omdat het niet in het kwalificatiedossier is opgenomen. De doorstroomgegevens voor cohort 2014 laten de volgende uitvalcijfers zien voor HBO-ICT (gemeten over alle noordelijke HBO-instellingen die de betreffende opleiding aanbieden): <u>Opleiding HBO ICT</u> Instroom Mbo cohort 2013 = 135 Uitval na 1 jaar = 54 (40%) Instroom Mbo cohort 2014 = 150 Uitval na 1 jaar = 65 (43%)
Keuze-deel/keuzedelen	Voor de oriëntatie en voorbereiding op de doorstroom naar het cluster ICT in het HBO wordt het generieke keuzedeel Voorbereiding HBO (240 sbu, code K0125)) geadviseerd, dat in dit halffabricaat wordt uitgewerkt. Naast het generieke keuzedeel wordt geadviseerd om het keuzedeel Voorbereiding HBO Wiskunde Techniek aan te bieden (240 sbu, code K0205). Dit keuzedeel richt zich op de beheersing van wiskundige kennis en vaardigheden die nodig zijn voor een goede aansluiting op het hbo. In de bijlage wordt een overzicht gegeven van de vereiste wiskunde voor ICT (context I in het overzicht).
Plaats in curriculum	De werkgroep adviseert om het generieke keuzedeel Voorbereiding HBO (240 sbu, code K0125) in het tweede jaar van de mbo-opleiding aan te bieden. Door het oriënterende karakter van dit keuzedeel kan het een ondersteunende functie hebben in het keuze proces van mbo-studenten. Het keuzedeel HBO Wiskunde Techniek voor HBO-ICT kan dan, voor studenten die besloten hebben om door te stromen naar het HBO, aan het eind van leerjaar 2 of begin leerjaar 3 worden aangeboden.

Opbouw en urenverdeling	In het voorliggende halffabricaat voor het keuzedeel Voorbereiding HBO zijn de volgende onderdelen uitgewerkt: - Studievaardigheden - Kennis en vaardigheden - Project - Beroeps- en opleidingsoriëntatie De omvang van het keuzedeel bedraagt 240 sbu. Het is ter invulling van de ontwikkelaar / docent hoe deze uren verdeeld worden over de verschillende onderdelen. Dat geldt eveneens voor de verdeling BOT / BPV / zelfstudie.
Vervolg op hbo	Een succesvolle afronding van het keuzedeel Voorbereiding HBO leidt vooralsnog niet generiek tot vrijstellingen in de HBO-opleiding ICT/Informatica. Bij de Hanzehogeschool is in individuele gevallen vrijstelling van de aanwezigheidsplicht mogelijk. Stenden verleent alleen vrijstellingen als de student tijdens de mbo--opleiding een onderwijsmodule ICT op Stenden heeft gevolgd. De NHL neemt nog een besluit over het eventueel verlenen van vrijstellingen.

Inhoud en toetsing	
Kennis en vaardigheden	Er is veel (internationaal) onderzoek verricht naar factoren die van belang zijn voor studiesucces in het hoger onderwijs. Studievaardigheden blijken in belangrijke mate bij te dragen aan studiesucces in het hbo. Het Noordelijk Samenwerkingsverband MBO-HBO heeft een set met tien studievoordigheden opgesteld die bijdragen aan een succesvolle doorstroom (brochure). Het betreft: - Plannen en zelfstandig werken - Teksten lezen en leren - Informatie zoeken en verwerken - Presenteren - Verslagen maken - Onderzoeken - Reflecteren - Analyseren - Samenwerken - ICT inzetten De werkgroep adviseert om in de uitwerking van het keuzedeel Voorbereiding HBO-ICT deze studievoordigheden mee te nemen, met daarbij extra aandacht voor: - Informatie zoeken en verwerken - Onderzoeken - Analyseren - Reflecteren

Kennis en vaardigheden	De studievaardigheden kunnen worden geïntegreerd in de verschillende onderdelen van het keuzedeel. Het doen van onderzoek kan bijvoorbeeld onderdeel zijn van een project of een opdracht in het kader van studieloopbaanoriëntatie. In het keuzedeel Voorbereiding HBO is opgenomen dat de student in projectgroepen werkt aan een of meer opdrachten of beroepstaken die voorbereidend zijn op het niveau in het hbo. Vergeleken met het mbo zullen studenten op het hbo minder bezig zijn met programmeren en realisatie, en meer met het ontwikkelproces dat hieraan vooraf gaat. Belangrijke aspecten daarin zijn: ☐ software-engineering, ☐ niet-functionele eisen, ☐ gebruikersvriendelijkheid, ☐ design thinking, ☐ agile thinking, ☐ werken via de scrum-methode, ☐ conceptueel en logisch denken, ☐ het nemen van eigenaarschap van een project Zoals eerder is aangegeven, is wiskunde een belangrijk vak binnen HBO-ICT. De werkgroep adviseert om de mbo-studenten in het kader van het generieke keuzedeel Doorstroom HBO-ICT een eerste indruk te geven van het vereiste niveau, bijvoorbeeld door enkele lessen wiskunde over een of meer van de volgende onderwerpen te verzorgen en dit af te toetsen (zie ook bijlage): ☐ Breukvormen ☐ Wortelvormen ☐ Bijzondere producten ☐ Herleidingen ☐ Vergelijkingen oplossen m.b.v. algemene vormen ☐ Eerstegraadsvergelijkingen ☐ Formule opstellen van eerstegraads/lineaire functie ☐ Expressies herkennen van eerstegraads/lineaire functies. Voor een gedetailleerd overzicht van de benodigde kennis, vaardigheden en competenties wordt verwezen naar de HBO-I standaard. Deze is te vinden in de bijlage van dit halffabricaat
Project	Suggestie voor een project: Verstrek een projectteam van studenten de opdracht om een concept of model voor een ICT-product te ontwikkelen, bij voorkeur in opdracht van een externe opdrachtgever en beschreven in de vorm van een userstory. Het eindproduct kan een presentatie zijn waarin het projectteam gemaakte keuzes beargumenteert. Er hoeft geen werkend programma worden opgeleverd, de focus ligt op de onderliggende analyse en onderbouwing van gemaakte keuzes . Voor het ontwikkelen van een project kan eventueel samenwerking met het hbo gezocht worden.

Orientatie op beroep en opleiding	De oriëntatie op hbo-opleidingen en -beroepen is aanvullend op de reguliere loopbaanoriëntatie en -begeleiding in het mbo. In deze paragraaf worden eerst de doelen van actieve keuzebegeleiding in Noord-Nederland toegelicht. Vervolgens wordt een aanzet gegeven voor de invulling van dit onderdeel. De <u>doelen van actieve keuzebegeleiding</u> in Noord-Nederland: De mbo'er heeft een actief keuzeproces doorlopen wanneer hij weet 1. waarom hij voor werken en/of doorleren kiest (motievenreflectie) 2. wat hij (niet) kan in relatie tot de te maken keuze (capaciteitenreflectie) en dat hij: 3. actief is en stappen zet ter voorbereiding van de gemaakte keuze (zelfsturing) 4. de manier van onderwijs op de vervolgopleiding heeft ervaren (opleidingsexploratie) 5. een realistisch beeld heeft van het gekozen beroepenveld (werkexploratie; netwerken) Indien de mbo'er een hbo-opleiding kiest, dan zorgt bovenstaand proces er tevens voor dat de mbo'er: 6. reële verwachtingen heeft van de hbo-opleiding 7. weet welke inspanningen van hem worden verwacht op de hbo-opleiding 8. weet welke inhoudelijke voorkennis van hem gevraagd wordt 9. weet aan welke inschrijvings- en toelatingseisen hij moet voldoen We gaan er vanuit dat de student zowel in het basis- en profieldeel van het kwalificatiedossier als in het keuzedeel begeleid wordt bij het maken van loopbaankeuzes. Belangrijk is dat dit laatste bewust en wel overwogen gebeurt en begeleiding door een slb'er speelt daarin een belangrijke rol. De slb'er kan op basis van resultaten en gedrag kijken of een student het aan kan en met de student in gesprek gaan over zijn/haar ambities. Een aantal interessante instrumenten over Loopbaanbegeleiding op het mbo is te vinden op www.lob4mbo.nl. Hoewel een keuzeproces niet altijd even gestructureerd verloopt, verloopt dit vaak van brede oriëntatie naar steeds specifiekere en meer verdiepend. Hierna volgen enkele suggesties voor de begeleiding van de oriëntatiefase van studenten: <i>1. Motievenreflectie</i> Er zijn verschillende motieven om voor doorstuderen op het hbo te kiezen. Laat de student zijn motieven in kaart brengen aan de hand van http://www.carrieretijger.nl/opleiding/ho/mbo-hbo. <i>3. Werkveld- en beroepenoriëntatie</i> Geef de studenten – al dan niet tijdens een stage - de opdracht om het werkveld te onderzoeken door medewerkers in een bedrijf of organisatie te bevragen. Laat de studenten de volgende vragen beantwoorden: ☐ Hoe is het personeelsbestand qua opleidingsniveau opgebouwd? ☐ Welke verschillen zie je in het bedrijf tussen werkzaamheden op mbo- en hbo niveau? ☐ Interview enkele medewerkers in het bedrijf die werkzaamheden op mbo- en hbo-niveau uitvoeren. Ga na welke werkzaamheden deze personen uitvoeren, welke opleidingen zij hebben gedaan en wat de inhoud van deze opleidingen is geweest. ☐ Analyseer na de vraaggesprekken wat de overeenkomsten en verschillen tussen de werkzaamheden en opleidingen van deze personen zijn. Kijk daarbij goed naar het verschil tussen mbo en hbo niveau. ☐ Welke werkzaamheden spreekt de student het meest aan? Laat hem onderzoeken welke hbo-opleiding(en) je hiervoor tegenwoordig kunt volgen. Welke minoren horen daarbij? <i>4. Hoorcolleges</i>
-----------------------------------	---

	Het volgen van hoorcolleges is een veelvoorkomende werkvorm in het hbo en vraagt specifieke vaardigheden. Mbo'ers zullen er over het algemeen weinig tot geen ervaring mee hebben. Daarom wordt geadviseerd om een of meer hoorcolleges op te nemen in het keuzedeel Voorbereiding HBO. Soms zullen studenten tijdens meeloopdagen hoorcolleges kunnen volgen, maar het is vaak ook mogelijk om dit in samenspraak met collega-docenten van het hbo te organiseren als onderdeel van het keuzedeel. <i>5. Open dagen, proefstuderen en meeloopdagen</i> Stimuleer studenten om open dagen van verschillende hogescholen te bezoeken en meeloop-/oriëntatiedagen op de hogeschool van hun eerste keuze te volgen. Vraag hen om zich ook te verdiepen in de meer praktische zaken bij het kiezen van een opleiding, zoals inschrijving, toelatingseisen, financiering, het wonen op kamers en het studentenleven. Zie ook: http://www.carrieretijger.nl/opleiding/ho/mbo-hbo/voorbereiden-overstap. Ondersteun studenten actief in de voorbereiding van open dagen en meeloopdagen door hen vooraf vragen te laten opstellen en achteraf te laten reflecteren.
Orientatie op beroep en opleiding (vervolg)	<i>Kwaliteitenreflectie</i> Motivatie alleen is niet genoeg als voorbereiding op een vervolgstudie in het hbo. De student moet inzicht krijgen in wat nodig is voor een hbo-opleiding, wat hij op het hbo moet doen en of hij hiervoor geschikt is. Een suggestie is om hierbij oud-studenten in te schakelen die al studeren op het hbo en hen voorlichting te laten verzorgen over het nut van het volgen van doorstroomonderwijs. Ook is het mogelijk om een studievoorlichter van het hbo te benaderen om op de mbo-instelling te komen om vragen te beantwoorden. Daarnaast kan de volgende opdracht worden gebruikt om een student te laten <u>reflecteren</u> op de eigen kwaliteiten: De opdracht bestaat uit twee onderdelen: een interview en een reflectie. Doel is dat de student zich verdiept in relevante beroepen in het werkveld (mbo/hbo), in de vakinhoud, in relevante hbo-opleidingen en vervolgens reflecteert op deze beroepen en opleidingen in relatie tot zijn eigen kwaliteiten. Het resultaat is een <u>product naar keuze</u> van de student waarin de uitkomsten van de beide onderdelen wordt weergegeven, bijvoorbeeld in de vorm van een (elevator)pitch/presentatie, een filmpje of een verslag. <i>Opdrachtbeschrijving</i> a) In de interviewopdracht verzamelen studenten in tweetallen informatie over opleiding en beroep. Aanbevolen wordt minstens twee opleidingen te bezoeken, bij voorkeur bij verschillende hogescholen. De studenten nemen interviews af bij bijvoorbeeld docenten, hbo-studenten en in het werkveld. b) In de reflectieopdracht beantwoordt de student de volgende 2 vragen: ☐ Wie ben ik? Wat zijn mijn kwaliteiten? De student onderbouwt de reflectie met voorbeelden of geeft eigen kwaliteiten weer met behulp van metaforen. Wat wil ik gaan doen? De student trekt een (voorlopige) conclusie over vervolgstappen in zijn (studie)loopbaan ten aanzien van een mogelijk beroep en het volgen van een relevante hbo-opleiding.

Tips voor ontwikkelaar	
Werkvormen	HBO-ICT opleidingen hanteren verschillende werkvormen, zoals hoorcolleges, werkcolleges, workshops en projectwerk (inclusief consulten). Een hoorcollege kenmerkt zich door een geringe mate van interactie tussen docent en student en duurt meestal 45 tot 90 minuten. Een hoorcollege wordt gevolgd door een groot aantal studenten (tot wel 180) tegelijk. Tijdens een werkcollege is er meer interactie tussen student en docent, werkt de student aan opdrachten en kan hij toelichting vragen. Het aantal studenten dat deelneemt is beperkt (tot ± 30). Binnen een werkcollege zijn vele werkvormen mogelijk, bijvoorbeeld brainstormsessie, discussie over context en relevante oplossingen. Soms worden hoor- en werkcolleges opgenomen en zijn ze digitaal beschikbaar, waardoor studenten ze elders op een later moment (opnieuw) kunnen volgen. De werkgroep adviseert om in het keuzedeel enkele hoorcolleges op te nemen, liefst te volgen op een hogeschool in de buurt. Aan de hogeschool kan gevraagd worden om hier medewerking aan te verlenen. Alternatief kan een hbo-docent of –student worden uitgenodigd om als gastdocent onderdelen van het keuzedeel op de locatie van de mbo-school te verzorgen. Er zijn positieve ervaringen met het laten verzorgen van werkcolleges door hbo-studenten. Een ander mogelijkheid is om de mbo-studenten online colleges van de hogeschool te laten bekijken.
Context	Aanbevolen wordt de invulling van het keuzedeel te situeren in een uitdagende en aantrekkelijke beroepscontext. Opdrachten zijn bij voorkeur gekoppeld aan de beroepspraktijk. Mbo'ers zijn gewend om aan projecten/opdrachten te werken. De meeste opdrachten zijn vrij concreet en in een duidelijk gedefinieerde context. Soms is het ook goed om de opdracht minder concreet te maken (wat is de opdracht precies? Wat wil de opdrachtgever precies?) of de context minder duidelijk te definiëren. Dit heeft als voordeel dat de student zelf beter gaat nadenken. Vaak heeft de opdrachtgever zelf al een oplossing voor een probleem in gedachten, hij vraagt dan deze oplossing uit te voeren. Een hbo'er moet in staat zijn om zelf het probleem te analyseren en met oplossingen te komen, dit kunnen ook andere oplossingen zijn dan de opdrachtgever zelf gedacht had. Een voorbeeld van een interessante opdracht die past bij deze context is: Geef een beschrijving van een probleem van een echte opdrachtgever en vraag studenten om een advies te schrijven inclusief een offerte. Geef als richtlijn de omvang van het budget mee.

Examinering	
Examinering	Examinering van de keuzedelen is verplicht vanaf 1 augustus 2016, maar het resultaat weegt nog niet mee bij het al dan niet behalen van het diploma. Het streven is vanaf cohort 2018-2019 het behaalde resultaat van een keuzedeel mee te laten tellen in de slaag-/zakregeling. In een later stadium moet dus nader onderzocht worden of onderstaande opzet voldoet aan het landelijke toezichtskader mbo en hoe het examen opgenomen wordt in de opleiding. Een student gaat zich door middel van dit keuzedeel ook voorbereiden op de wijze van toetsing zoals die in het hbo plaatsvindt. De toetsing in het hbo bestaat veelal uit tentamens (begrip en toepassen van kennis), projectverslagen, projectpresentaties, practica-verslagen en beroepsproducten. Op het hbo krijgen de studenten daarnaast vaak een oefentoets om vooraf een beeld te krijgen hoe er beoordeeld wordt. De werkgroep adviseert om de verschillende onderdelen in het keuzedeel Voorbereiding HBO ICT te examineren met een presentatie over het project/de opdracht en een assessment. Naast het product richt het assessment zich op het proces dat de student heeft doorlopen. Reflectie op eigen leer- en ontwikkeldoelen en specifieke hbo-vaardigheden zijn hierin belangrijk. Bij specifieke hbo-vaardigheden gaat het om de vaardigheden die niet of in mindere mate in het mbo aan bod komen, maar in het hbo een grote rol krijgen. Een voorbeeld daarvan is onderzoek. Een assessment bestaat uit een mondeling gesprek in aanwezigheid van de mbo-docent, een hbo-docent en/of een ouderejaars hbo-student. De examenkandidaat dient van te voren documentatie aan te leveren. De presentatie vindt plaats voorafgaand aan het assessment.
	Bestaand doorstroomonderwijs
	<u>Stenden (locatie Emmen)</u> Alle 3^e jaars studenten ICT van Alfa-college locatie Hardenberg (ook degene die niet van plan zijn om door te stromen) volgen 1 dag per week pgo-onderwijs (modulen en projecten) bij de opleiding Informatica van Stenden in Emmen. Bij een succesvolle afronding ontvangt de student een certificaat en vrijstellingen. Contactpersoon voor docenten uit het mbo is Jeroen Pijpker (jeroen.pijpker@stenden.com, teamleider Informatica)
	Verantwoording tov landelijk keuzede(e)l(en)
	Voor examinering van de keuzedelen gelden dezelfde kaders als voor examinering van de kwalificatie. Dat betekent dat er voor het examen van het keuzedeel een gestandaardiseerd exameninstrument moet zijn waarin de examenvorm, beoordelingscriteria en het proces omschreven staan. Integratie van examinering van de kwalificatie en keuzedelen mag, maar het oordeel moet per keuzedeel herleidbaar zijn. In Noord-Nederland is gekozen voor de driedeling Studievaardigheden, Oriëntatie op Opleiding & Beroep en Kennis & Vaardigheden. In het Generieke keuzedeel 'Voorbereiding hbo' zijn vijf onderdelen opgenomen: - treft voorbereidingen voor het volgen van een hbo-opleiding - oriënteert zich op hbo-opleidingen en –beroepen - zoekt, selecteert en analyseert informatie t.b.v. een (studie)opdracht - werkt samen in projectgroepen reflecteert op gedrag en resultaten Onderdeel e komt terug in alle opdrachten / suggesties voor projecten in dit halffabricaat. De onderdelen a, b en c komen terug in de opdrachten zoals beschreven bij opleidings- en beroepsoriëntatie. Onderdeel d komt terug in het project dat beschreven is in dit halffabricaat.

Bijlagen:

1. Overzicht Wiskunde voor de techniek (bron: Bijlage bij MBO-Keuzedeel Voorbereiding HBO Wiskunde voor de techniek)
2. HBO-I standaard

Bijlage 1. Overzicht Wiskunde voor de techniek

NB. Context 1 = HBO ICT

I. Algebraïsche vaardigheden (*kruis: gewenst*)

Onderwerp	Facet	Nr.	Context			
			I	II	III	IV
A. Breukvormen	1. $\frac{1}{A} + \frac{1}{B} = \frac{A+B}{A \cdot B}$	1				
	2. $\frac{1}{A} + 1 = \frac{A+1}{A}$	2				
	3. $\frac{A}{B} + \frac{C}{D} = \frac{AD+BC}{BD}$	3				
	4. $A \cdot \frac{B}{C} = \frac{A \cdot B}{C} = \frac{A}{C} \cdot B = A \cdot B \cdot \frac{1}{C}$	4				
	5. $\frac{A}{B} \cdot \frac{C}{D} = \frac{A \cdot C}{B \cdot D}$	5				
	6. $\frac{\frac{A}{B}}{\frac{C}{D}} = \frac{A \cdot D}{B \cdot C}$	6				

B. Wortelvormen	1. $\sqrt{A \cdot B} = \sqrt{A} \cdot \sqrt{B}$	1				
	2. $\sqrt{\frac{A}{B}} = \frac{\sqrt{A}}{\sqrt{B}}$	2				

C. Bijzondere producten	1. $A^2 \pm 2AB + B^2 = (A \pm B)^2$	1				
	2. $A^2 - B^2 = (A+B)(A-B)$	2				
	3. $(A+B)(C+D) = AC + AD + BC + BD$	3				
	4. som-product-methode: $(A+B)(A+C) = A^2 + (B+C)A + BC$	4				
	5. kwadraat afsplitsen: $x^2 + px + q$ schrijven in de vorm $(x+r)^2 + s$	5				

D. Machten en logaritmen	1. Getal van Euler	1				
	2. $a^p \cdot a^q = a^{p+q}$	2				
	3. $a^p : a^q = a^{p-q}$	3				
	4. $(a^p)^q = a^{p \cdot q}$	4				
	5. $(ab)^p = a^p \cdot b^p$	5				
	6. $\frac{1}{a^p} = a^{-p}$	6				
	7. $\sqrt[p]{a} = a^{\frac{1}{p}}$	7				
	8. ${}^s\log(a) + {}^s\log(b) = {}^s\log(a \cdot b)$	8				
	9. ${}^s\log(a) - {}^s\log(b) = {}^s\log(\frac{a}{b})$	9				
	10. ${}^s\log(a^p) = p \cdot {}^s\log(a)$	10				

Onderwerp	Facet	Nr.	Context			
			I	II	III	IV
	11. ${}^s\log(a) = \frac{{}^p\log(a)}{{}^p\log(g)}$	11				
	12. ${}^s\log(a) = \frac{\ln(a)}{\ln(g)}$	12				

E. Goniometrie	1. $\sin(-x) = -\sin(x)$	1				
	2. $\cos(-x) = \cos(x)$	2				
	3. $\sin^2 x + \cos^2 x = 1$	3				
	4. $\sin(x) = \cos(\frac{1}{2}\pi - x)$	4				
	5. $\sin(2x) = 2 \sin(x) \cos(x)$	5				
	6. $\cos(2x) = 2 \cos^2(x) - 1$	6				

F. 'Herleidingen' uitvoeren aan de hand van de elementen genoemd bij A - E	1. via substitutie van getallen	1				
	2. via substitutie van expressies	2				
	3. via het omwerken van formules	3				

G. Vergelijkingen oplossen met behulp van algemene vormen	1. $A \cdot B = 0 \Leftrightarrow A = 0$ of $B = 0$	1				
	2. $A \cdot B = A \cdot C \Leftrightarrow A = 0$ of $B = C$	2				
	3. $A \cdot B = A \cdot C, A \neq 0 \Rightarrow B = C$	3				
	4. $\frac{A}{B} = C \Leftrightarrow A = B \cdot C, \text{ met } B \neq 0$	4				
	5. $\frac{A}{B} = \frac{C}{D} \Leftrightarrow A \cdot D = B \cdot C, \text{ met } B, D \neq 0$	5				
	6. $A^2 = B^2 \Leftrightarrow A = B$ of $A = -B$	6				
	7. $\sqrt{A} = B \Rightarrow A = B^2$	7				

H. Vergelijkingen oplossen met behulp van standaardfuncties en transformaties	1. $f(ax+b)+d=e$	1		
	2. $f(A)=f(B)$	2		

I. Vergelijkingen oplossen via algoritmen	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
1. eerstegraadsvergelijkingen $ax + b = 0 \Rightarrow x = -\frac{b}{a}$							
2. tweedegraadsvergelijkingen, abc-formule $ax^2 + bx + c = 0 \Rightarrow x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$							
3. $x^n = c \Rightarrow x = c^{\frac{1}{n}}$							
4. $g^x = a \Rightarrow x = {}^g\log(a)$							
5. $e^x = a \Rightarrow x = \ln(a)$							
6. ${}^g\log(x) = b \Rightarrow x = g^b$							
7. $\ln(x) = b \Rightarrow x = e^b$							

K. Vergelijkingen en ongelijk- heden van het type	1. $f(x) = g(x)$ grafisch	1				
	2. $f(x) = g(x)$ exact	2				
	3. $f(x) \geq g(x)$ grafisch	3				
	4. $f(x) \geq g(x)$ exact	4				

II. Functies en grafieken (kruis: gewenst)

Onderwerp	Facet	Nr.	Context			
			I	II	III	IV
L. Formule opstellen	1. van een standaardfunctie					
	a. eerstegraads/lineaire functie	1a	X	X	X	X
	b. tweedegraadsfunctie	1b		X	X	X
	c. exponentiële functie	1c		X	X	X
	d. logaritmische functie	1d		X		X
	e. goniometrische functie	1e		X		X
	f. machtsfunctie	1f		X	X	X
	2. door generaliseren via getallenvoorbeelden	2		X	X	X
	3. door schakelen van formules	3				X
M. Expressies herkennen	1. vaststellen of een (deel)expressie behoort tot een van de volgende families					
	a. eerstegraads/lineaire functies	1a	X	X	X	X
	b. tweedegraadsfuncties	1b		X	X	X
	c. exponentiële functies	1c		X	X	X
	d. logaritmische functies	1d		X		X
	e. goniometrische functie	1e		X		X
	f. machtsfuncties	1f		X	X	X
	2. structuur van een expressie vaststellen	2				X
	3. rol van een voorkomende parameter bepalen	3			X	X
N Karakteristieken bepalen	kwalitatief redeneren over expressies of delen daarvan met betrekking tot karakteristieken als					
	1. uiterste waarden	1		X	X	X
	2. stijgen of dalen	2		X	X	X
	3. symmetrie	3		X	X	X
	4. asymptotisch gedrag	4		X	X	X
O. Algebraïsche expressies reduceren en representeren	1. complexe delen van een expressie vervangen door 'plaatsvervangers' zodat herkenbare expressies ontstaan	1		X		X
	2. flexibel kunnen wisselen tussen betekenis toekennen aan symbolen en betekenisloos kunnen manipuleren	2				X
	3. flexibel verschillende representaties van functies (formule, tabel, grafiek) kunnen inzetten en tussen deze representaties kunnen wisselen	3				X

III. Meetkunde (*kruis: gewenst*)

Onderwerp	Facet	Nr.	Context			
			I	II	III	IV
P. Vlakke meetkunde	1. In meetkundige, contextrijke toepassingen afstanden tussen een punt en een lijn en hoeken tussen lijnen kunnen bepalen	1		X		X
	2. de stelling van Pythagoras kennen en kunnen toepassen	2		X	X	X
	3. de sinus- en cosinusregel kennen en kunnen toepassen.	3		X		X

IV. Differentiaalrekening (*kruis: gewenst*)

Onderwerp	Facet	Nr.	Context			
			I	II	III	IV
Q. Begrip afgeleide	1. het begripsmatig en routinematig kunnen omgaan met het begrip afgeleide van een (standaard)functie als maat voor de verandering van een functiewaarde in een bepaald punt	1		X	X	X
R. Rekenen aan afgeleiden	1. De som-, product- en quotiëntregel kunnen toepassen op eenvoudige enkelvoudige functies	1		X	X	X
	2. de kettingregel kunnen toepassen op eenvoudige samengestelde functies	2		X	X	X
S. Toepassen	1. binnen een beroepscontext begrippen als toename, snelheid, groei en gradiënt wiskundig kunnen beschrijven en hanteren	1		X	X	X
	2. realistische optimaliseringsproblemen kunnen opstellen en oplossen.	2				X
	3. Het vermogen om rekenkundige, algebraïsche en deductieve vaardigheden te kunnen uitvoeren zonder ICT.	3				X

V. Modelleren (*kruis: gewenst*)

Onderwerp	Facet	Nr.	Context			
			I	II	III	IV
T.	1. Het kunnen vertalen van technische probleemsituaties in wiskundige termen, deze (wiskundige) problemen kunnen analyseren en kunnen oplossen, en het resultaat naar de betreffende technische context kunnen terugvertalen.	1		X	X	X
	2. Het kunnen vertalen van economische probleemsituaties in wiskundige termen, deze (wiskundige) problemen kunnen analyseren en kunnen oplossen, en het resultaat naar de betreffende economische context kunnen terugvertalen.	2				

Bijlage 2. Beroepstaken HBO-ICT

Bron: Domeinbeschrijving Bachelor of ICT, Stichting HBO-I, maart 2014

Bedrijfsprocessen					
	Beheren	Analyseren	Adviseren	Ontwerpen	Realiseren
Niveau 3	- Het inrichten en actualiseren van principes, business rules en modellen van procesarchitectuur, mede op basis van kwantitatieve en kwalitatieve analyse. - Het proactief signaleren van behoefte aan verandering en bijbehorende processen in gang zetten.	- Het in kaart brengen van de consequenties van een (strategische) koerswijziging voor bedrijfsprocessen en hun informatievoorziening. - Een kwantitatieve en/of kwalitatieve analyse maken van de huidige en toekomstige situatie op het gebied van bijvoorbeeld beleid, strategie, alignment en architectuur, met gebruikmaking van gangbare methoden.	- Adviseren over de in- en externe afstemming tussen business en ict (alignment en governance) op basis van de (netwerk-)organisatiestrategie en doelstellingen	- Het (her)ontwerpen van de architectuur van bedrijfsprocessen en besturingsmodellen, inclusief bijbehorende beheersing, informatievoorziening en veranderproces.	- Het realiseren van invoering en acceptatie realiseren van gewijzigde bedrijfsvoering op basis van een veranderproces.
Niveau 2	- Het inrichten, onderhouden en actualiseren van functioneel beheer. - De behoefte aan procesveranderingen signaleren en inventariseren, mede op basis van gegevens uit kwantitatieve en kwalitatieve analyse.	- Het analyseren van bedrijfsprocessen, organisatie, gegevensstromen, databehoeften en procesbesturing (op tactisch/operationeel niveau) en het beschrijven van knelpunten en oorzak-gevolgrelaties vanuit de invalshoek van de informatievoorziening.	- Adviseren over knelpunten op het terrein van organisatiestructuur (en rollen), (bedrijfs)processtructuur en samenhang, en informatievoorziening. - Adviseren over nieuwe mogelijkheden voor de organisatie op basis van ontwikkelingen in ict.	- Het (her)ontwerpen van samenhangende bedrijfsprocessen, een gegevensstructuur (model), het procesmanagement van bedrijfsprocessen, de functionele organisatiestructuur en/of de informatievoorziening, met inachtneming van mogelijkheden van ict en de borging van integriteit van de gegevens.	- Het realiseren van de invoering en acceptatie van procedures in samenhang met nieuwe of gewijzigde informatievoorziening en besturing.
Niveau 1	- Het onderhouden en actualiseren van procesdocumentatie. - Het beschrijven van de veranderingsbehoefte bij een proces op basis van gegevens uit kwantitatieve en kwalitatieve analyse.	- Het inventariseren van de gegevensstromen en informatievoorziening binnen een bedrijfsproces. - Het analyseren van knelpunten van een bedrijfsproces en het beschrijven van oorzak-gevolgrelaties.	- Op basis van geanalyseerde knelpunten binnen een (bedrijfs)proces verbeteringen formuleren voor organisatie(structuur), (bedrijfs)processtructuur en/of informatieverzorging, met inachtneming van mogelijkheden van ict. - Adviseren over de toepasbaarheid van een ict-ontwikkeling voor een organisatie.	- Het (her)ontwerpen en/of digitaliseren van een bedrijfsproces, enkele gegevensstromen, een organisatieonderdeel en/of een deel van de informatievoorziening.	- Het beschrijven en opstellen van werkinstructies, functie- en rolbeschrijvingen, en procedures voor een (aangepast) proces.
	Beheren	Analyseren	Adviseren	Ontwerpen	Realiseren

Gebruikersinteractie					
	Beheren	Analyseren	Adviseren	Ontwerpen	Realiseren
Niveau 3	- Vanaf de start van product- of dienstontwikkeling rekening houden met productverantwoording, productcontext, continuïteit en overdracht naar de opdrachtgever en/of gebruikersomgeving.	- Het in kaart brengen van trends in communicatie en designrepertoire van ict- en/of digitale mediaproducten. - Het opstellen van een analyse-rapportage (doelgroep, doelstelling, context, informatie- en communicatiebehoefte, visualisatie, bruikbaarheid en gebruik), en dit relateren aan trends in ict- en/of digitale mediaproducten.	- Maatschappelijke en branchetrends verwerken in een advies voor de concrete inzet van media en middelen bij de ontwikkeling van ict- en/of digitale mediaproducten, rekening houdend met planning en budget.	- Ontwerpen van ict- en/of digitale mediaproducten vanuit een zelf ontworpen (vernieuwende) functionaliteit, interactievorm, stijl en/of dienst, met inbegrip van user experience, usability-testen en innovatieve technologie.	- Realiseren en testen van dynamische ict- en/of digitale mediaproducten met toepassing van innovatieve technologieën.
Niveau 2	- Het toepassen van versiebeheer en het inrichten en configureren van een samenwerkingsomgeving bij de realisatie van ict- en/of digitale mediaproducten, rekening houdend met onderhoudbaarheid en daarvoor beschikbare middelen.	- Het analyseren van ict- en/of digitale mediaproducten, doelgroepen en doelstellingen vanuit een overzicht van actuele 'cultuur' en trends t.b.v. de inventarisatie van klant- of gebruikersbehoeften. - Een interface-, gebruiks- en communicatieanalyse maken, inclusief usability en user-experience.	- Adviseren over de concrete inzet van media en middelen, rekening houdend met (communicatie)doelstellingen, doelgroepen, planning en budget.	- Ontwerpen van samenhangende, dynamische ict- en/of digitale mediaproducten met toepassing van gedeeltelijk zelf geselecteerde technieken zoals scripts, storyboards, navigatiestructuur en passende usability-testen.	- Het realiseren en testen van dynamische ict- en/of digitale mediaproducten met toepassing van relevante grafische elementen, geluid, beeld, en animaties.
Niveau 1	- Het inrichten en onderhouden van de eigen werkomgeving voor analyse, ontwerp en realisatie van ict- en/of digitale mediaproducten m.b.v. een gangbare tool. - Het overdragen van een gedefinieerde versie van het eindproduct, inclusief productverantwoording, aan een opdrachtgever.	- Het designrepertoire (vormen, kleuren, stijkenmerken) inventariseren en de merk- of productidentiteit beschrijven voor een actueel ict- en/of digitaal mediaproduct. - Doelgroepen en doelstellingen onderscheiden en deze koppelen aan gebruikersgedrag en interactie.	- Adviseren over toe te passen interactie-, communicatie- en beeldende middelen voor inzet in communicatie en interface-ontwikkeling. - Op basis van een gegeven usability-analyse aanbevelingen doen voor het ontwerp van een ict- en/of digitaal mediaproduct.	- Ontwerpen van statische en beperkt dynamische ict- en/of digitale mediaproducten met toepassing van gegeven technieken, zoals scenario's, storyboards en wire frames en passende usability-testen.	- Het realiseren en testen van statische ict- en/of digitale mediaproducten met inzet van gangbare tools, keuze voor geschikte (media-)formaten en beperkt toepassen van stijlmiddelen.
	Beheren	Analyseren	Adviseren	Ontwerpen	Realiseren

Infrastructuur		Analysen	Adviseren	Ontwerpen	Realiseren
Niveau 3	Beheren - Ict-beheer afstemmen in horizontale richting (leveranciers, <i>third-party</i>) en in verticale richting (<i>alignment</i>). - Het beheer opzetten en uitvoeren van een <i>public of private</i> cloudgebaseerde infrastructuur.	- Onderzoek doen naar trends op het gebied van ict-infrastructuur op basis van (internationale) technologische, economische en maatschappelijke ontwikkelingen en innovaties. - Een requirementsanalyse uitvoeren voor een bedrijfsinfrastructuur om functionele en niet-functionele eisen in kaart te brengen.	- Adviseren over infrastructuur, inclusief relatie tot beveiliging, in informatiearchitectuur, IT governance, innovatie, maatschappelijke en internationale ontwikkelingen.	- Ontwerpen van een cloudgebaseerde infrastructuur met inachtneming van alle requirements. - Ontwerpen van een <i>incident response</i> organisatie en systemen om adequaat te kunnen reageren op incidenten van iedere aard en omvang.	- Realiseren van <i>public of private</i> cloudgebaseerde infrastructuur en -services, met inachtneming van alle requirements. - Opzetten van een geïntegreerde <i>multi-level</i> ict-omgeving om de kwaliteit en security van ict-dienstverlening centraal te kunnen monitoren.
Niveau 2	- Het in beheer onderbrengen van nieuwe technologische ontwikkelingen in infrastructuur, waaronder gebruikersdevices. - Implementeren van infrastructuurprocessen. - Opzetten van een beheeromgeving om de kwaliteit van de ict-dienstverlening te kunnen meten, waaronder het ontvangen en afhandelen van klantverzoeken, en te kunnen rapporteren over dienstenniveau.	- Analyseren van de kwaliteit van de infrastructuuromgeving en -services aan de hand van gangbare modellen en methoden. - Analyseren van aan infrastructuur gerelateerde incidenten, problemen en security-bedreigingen.	- Adviseren over inrichting en beheer van een infrastructuur met onderbouwde keuzes vanuit functionele en niet-functionele eisen, en vanuit beschikbare technologie, beheermethodes. - Maatregelen voorstellen die de informatiebeveiliging van de infrastructuur ten goede komen.	- Het beschrijven van beheerprocessen en afspraken omtrent te leveren diensten. - Een functioneel ontwerp opstellen voor het automatiseren van het beheer van een infrastructuur in een specifieke bedrijfsomgeving. - Een technisch ontwerp opstellen voor een infrastructuur met bijbehorende beveiliging op basis van functionele en niet-functionele eisen.	- Een infrastructuur inrichten die voldoet aan gestelde eisen op gebied van performance, usability, security en compliance. - Opzetten van basismonitoring van de infrastructuur. - Opstellen en uitvoeren van een testplan voor een infrastructuur om de kwaliteit te toetsen op basis van het opgestelde functionele en niet-functionele ontwerp.
Niveau 1	- Opzetten en documenteren van authenticatie- en autorisatieinfrastructuur, systeem- en netwerkconfiguratie voor een lokale infrastructuur. - Documenteren van standaardbeheerprocessen en -werkprocedures ten behoeve van beheer van infrastructuur.	- Een infrastructuur analyseren volgens een standaardmethode en op basis van gegeven functionele eisen.	- Aanbevelingen doen over een opzet van een lokale infrastructuur.	- Specificaties opstellen voor een lokale infrastructuur volgens een standaardmethode.	- Een lokale infrastructuur inrichten, testen en beschikbaar stellen.
	Beheren	Analysen	Adviseren	Ontwerpen	Realiseren

Software					
	Beheren	Analyseren	Adviseren	Ontwerpen	Realiseren
Niveau 3	- Uitvoeren van configuratie-, change- en release management.	- Een requirementanalyse uitvoeren voor een softwaresysteem met verschillende belanghebbenden in een context van bestaande systemen. - Integratie en migratieproblematiek in kaart brengen. - Acceptatiecriteria definiëren aan de hand van kwaliteitseigenschappen en een uitgevoerde risicoanalyse.	- Adviseren met betrekking tot de keuze voor softwarearchitectuur of software frameworks, waarbij kostenaspecten en kwaliteitskenmerken zoals beschikbaarheid, performance, security en schaalbaarheid een rol spelen. - Adviseren over de inrichting van een softwareontwikkelproces, waaronder het testproces.	- Een softwarearchitectuur opstellen voor een softwaresysteem, bestaande uit reeds bestaande en nieuwe systemen, rekening houdend met kwaliteitskenmerken en belanghebbenden. - Opstellen van teststrategie voor systeemtesten.	- Bouwen en beschikbaar stellen van een softwaresysteem dat aansluit bij bestaande systemen, volgens de ontworpen architectuur met gebruik van bestaande frameworks. - Gebruikmaken van testautomatisering bij het uitvoeren van testen
Niveau 2	- Inrichten, beheren en gebruikmaken van een ontwikkelstraat ter ondersteuning van softwareontwikkeling in teams. - Principes toepassen om een softwareontwikkelproces te managen en te bewaken.	- Een requirementanalyse uitvoeren voor een softwaresysteem met verschillende belanghebbenden, rekeninghoudend met de kwaliteitseigenschappen. - Een analyse uitvoeren om functionaliteit, ontwerp, interfaces e.d. van een bestaand systeem of bestaande component te formuleren en te valideren. - Een acceptatietest opstellen aan de hand van kwaliteitseigenschappen.	- Adviseren over eventuele aanschaf en vervolgens selectie van bestaande software of componenten bij het ontwikkelen van softwaresysteem, waarbij het kostenaspect een rol speelt. - Adviseren over een onderdeel van een architectuur of een beperkt softwaresysteem. - Adviseren over het gebruik van prototypes bij het valideren van de eisen.	- Opstellen van een ontwerp voor een softwaresysteem, rekening houdend met het gebruik van bestaande componenten en libraries; gebruik maken van ontwerp-kwaliteitscriteria. - Vaststellen van de kwaliteit van het ontwerp, bijvoorbeeld door toetsing of prototyping, rekening houdend met de geformuleerde kwaliteitseigenschappen. - Testontwerpen opstellen volgens een gegeven teststrategie.	- Bouwen en beschikbaar stellen van een softwaresysteem dat bestaat uit meerdere subsystemen, hierbij gebruik makend van bestaande componenten. - Integreren van softwarecomponenten in een bestaand systeem, waarbij o.a. de integriteit en systeemprestaties bewaakt worden. - Uitvoeren van regressietesten. - Uitvoeren van en rapporteren over unit-, integratie- en systeemtesten.
Niveau 1	- Inrichten en gebruikmaken van beheersysteem ter ondersteuning van softwareontwikkeling in teamverband.	- Verzamelen en valideren van functionele eisen voor een softwaresysteem met één belanghebbende en volgens een standaardmethode. - Acceptatiecriteria definiëren voor bovengenoemde functionele eisen.	- Aanbevelingen doen over specifieke requirements van een softwaresysteem op grond van onderzoek naar bestaande, vergelijkbare systemen.	- Een ontwerp maken voor een softwaresysteem met modelleertechnieken volgens een standaardmethode.	- Een eenvoudig softwaresysteem bouwen, testen en beschikbaar stellen.
	Beheren	Analyseren	Adviseren	Ontwerpen	Realiseren

Hardware Interfacing					
	Beheren	Analyseren	Adviseren	Ontwerpen	Realiseren
Niveau 3	- Een ontwikkel- en testplatform ten behoeve van hardware/software co-design inrichten, inclusief tools (bijvoorbeeld voor virtualisatie). - Een beheertestomgeving voor een computersysteem inrichten.	- Een gedistribueerd computersysteem specificeren, inclusief timing, resourcegebruik en performance. - Security-aspecten beschrijven van computersystemen die aan of via (openbare) netwerken gekoppeld zijn. - Acceptatietestplan en integratietestplan opstellen.	- Een technisch advies uitbrengen over een te realiseren (gedistribueerd) computersysteem, inclusief hardware- en software-componenten en koppelingen.	- Een gedistribueerd computersysteem ontwerpen, inclusief bepaling van actuatoren, sensoren, timing, resourcegebruik en performance.	- Een compleet computersysteem verwezenlijken, inclusief netwerk, hardware en systeemsoftware. - Een acceptatieprocedure opstellen en uitvoeren, bijv. in een virtuele omgeving, inclusief aspecten als timing, resourcegebruik en performance.
Niveau 2	- Een (crossplatform) ontwikkelomgeving inrichten, zowel software- als hardware-gereelateerd, inclusief tools. - Een gegeven ontwikkelomgeving beoordelen op kwaliteit en prestaties.	- Signalerings- en regelingsaspecten van de omgeving van een computersysteem in kaart brengen. - Een computersysteem methodisch specificeren. - Een protocolanalyse uitvoeren. - Een acceptatietest voor een computersysteem opstellen.	- Een technisch advies uitbrengen voor de architectuur van een computersysteem en de hardware- en software-componenten. - Advies uitbrengen over het koppelen van systemen.	- Een computersysteem methodisch ontwerpen op basis van zelfgekozen hardwarecomponenten. - Een driverontwerp opstellen. - Een protocol ontwerpen.	- Een eenvoudig computersysteem inrichten en de koppelingen met hardwarecomponenten realiseren via software. - Driversoftware schrijven en testen. - Een protocol implementeren en testen.
Niveau 1	- Inrichten en gebruikmaken van een beheeromgeving ter ondersteuning van de ontwikkeling van een computersysteem, bijv. een embedded of IA-systeem, in teamverband.	- Architectuur van een computersysteem beschrijven. - Werking van actuatoren en sensoren beschrijven en metingen verrichten. - Functionele en niet-functionele eisen voor een computersysteem, bijv. een embedded of IA-systeem, en acceptatiecriteria opstellen.	- Een gegeven technisch advies verifiëren en onderbouwen. - Een initiële architectuur en de functionaliteit van een gegeven systeemconfiguratie (microprocessor, geheugen of andere bouwstenen) verifiëren en beschrijven.	- Een eenvoudig computersysteem, bijv. een embedded of IA-systeem, ontwerpen op basis van gegeven hardware.	- Software schrijven voor een eenvoudig, gegeven computersysteem, voorzien van actuatoren en sensoren.
	Beheren	Analyseren	Adviseren	Ontwerpen	Realiseren