

OPLEIDINGSPROFIEL TECHNISCHE INFORMATICA

juni 2022

Inhoudsopgave

1. Het (toekomstig) beroep	1
2. Afbakening van de opleiding	4
3. Eindkwalificaties	7
4. Instroom en leerhouding	8
5. Visie op onderwijs.....	10
6. Uitwerking van de visie in leerlijnen.....	12
7. Werkvormen, begeleiding en keuzeruimte	16
8. Toetsing	19
9. Schoolklimaat en faciliteiten	21
10. Kwaliteitszorg	22
11. Onderwijsorganisatie.....	24
12. Docententeam	25
13. Beleidsthema's.....	26

1. Het (toekomstig) beroep

Technologie raakt steeds meer verweven met het dagelijks leven en dit versnelt ook nog eens in een bijna niet bij te houden tempo. Het gebruik van gepersonaliseerde informatie en slimme ‘dagelijkse’ apparaten wordt steeds meer gemeengoed en vormt in toenemende mate de basis voor een nieuw tijdperk dat de vierde industriële revolutie, of Industry 4.0, genoemd wordt. Een tijdperk dat gekenmerkt wordt door acceptatie van verwevenheid van levende organismen met technologie, van ‘hyperconnectiviteit’. Productieprocessen worden gedigitaliseerd en geoptimaliseerd. Slimmere en gepersonaliseerde producten worden ontwikkeld waarin digitale en technologische innovaties elkaar versterken. Maar niet alleen in de maakindustrie, ook in andere sectoren schrijdt de digitalisering voort. Denk aan intelligente mobiliteit van zelfrijdende voertuigen tot slimme infrastructuur, of aan technologie in de zorg van exoskelet tot slimme monitoringsystemen.

De razendsnelle ontwikkeling van technologie heeft als resultaat dat tegenwoordig kant-en-klare programmeerbare bordjes en systemen voor zeer lage prijzen beschikbaar zijn op de markt. Door deze systemen samen te stellen met bijvoorbeeld steeds nauwkeuriger en kleinere sensoren en actuatoren kan men – veel sneller dan een aantal jaren geleden – systemen bouwen die volledig autonoom taken kunnen uitvoeren. Daarnaast wordt de hoeveelheid data die getransponeerd, opgeslagen, verwerkt en geïnterpreteerd moet worden, steeds groter.

Voor de communicatie en het datatransport is de verdere ontwikkeling van het verbinden van (embedded) systemen met het internet (korte en lange afstanden) in volle gang. Wat betreft het verwerken van de data zijn technieken als computer vision en machine learning in opkomst: deze ontstijgen momenteel het terrein van academisch onderzoek en worden nu praktisch toepasbaar op vele gebieden; denk aan stembesturing, autonome voertuigen en zorgrobots.

Een andere duidelijke ontwikkeling heeft betrekking op tal van security- en privacyaspecten. Juist deze aspecten zijn op dit moment misschien wel de belangrijkste trend binnen de IT. Kennis hiervan wordt dan ook steeds belangrijker. Om systemen te beveiligen is het niet meer altijd voldoende om te kiezen voor een softwarematige beveiliging (bijvoorbeeld met een wachtwoord), maar zal het nodig zijn om de beveiliging op te bouwen uit zowel software als hardware. De geschetste ontwikkelingen worden bevestigd in bijvoorbeeld de trendrapporten van Gartner¹ maar ook in andere publicaties ^{2 3}.

De genoemde “Smart Tech” ontwikkelingen veranderen de samenleving en digitale technieken hebben steeds meer invloed op de manier van werken en leven. Dit betekent dat ook allerlei ethische kwesties een grotere rol gaan spelen. Tot hoever kun je gaan met personaliseren van producten? Tot waar mag je ingrijpen in de privacy van mensen? Dergelijke vragen zullen steeds gesteld moeten worden bij deze technologische ontwikkelingen.

De Rotterdamse TI’er

Wat de genoemde ontwikkelingen gemeen hebben, is dat ze zowel kennis van de technische toepassingen als ook een brede kennis van informatietechnologie vereisen. De hardware en software zijn in dergelijke

¹ <https://www.gartner.com/en/information-technology/insights/top-technology-trends>

² <https://www.handsonict.nl/themas/ict-trends-en-ontwikkelingen/whitepaper-trendrapport>

³ <https://www.supplyvalue.nl/it-trendsonderzoek-top-10-cyber-en-datasecurity-1-data-2-en-cloud-3/>

systemen onlosmakelijk met elkaar verbonden. Ze vullen elkaar actief aan. De hardware wordt tot leven gebracht door de software, de software heeft geen waarde zonder de actieve participatie van de hardware. Het ontwikkelen en programmeren van dergelijke IT-systemen zien we als Rotterdamse opleiding Technische Informatica in essentie als de taak van de TI'er die wij opleiden.

De snel voortschrijdende digitalisering en de hoeveelheid data die dat met zich meebrengt is een groot aandachtspunt voor zowel Hogeschool Rotterdam als voor de stad en regio Rotterdam⁴. In de drie thema's van de hogeschool (Haven, Stad en Zorg) zien we de geschetste ontwikkelingen (ruimschoots) terug.

TI tussen informatica en elektrotechniek

Van oudsher bevindt het vakgebied van de technische informatica zich tussen dat van de informatica en de elektrotechniek.

De TI'er programmeert in principe met dezelfde programmeeraspecten en -paradigma's als een informaticus en werkt volgens gelijkwaardige ontwikkelprocessen (van analyse naar realisatie). Waar echter bij de opleiding Informatica de focus ligt op Software Engineering binnen bestaande softwaresystemen, ligt bij Technische Informatica de focus meer op Software Engineering voor real-time en embedded data systems. TI'ers moeten vanwege dergelijke koppelingen met de hardware dan ook meer en beter rekening houden met zaken als geheugenmanagement en energieverbruik bij het programmeren.

Met de elektrotechniek deelt Technische Informatica kennis over het samenstellen van hardware uit bestaande componenten (zoals microcontrollers, sensoren en actuatoren) en deelsystemen. Hij ontwerpt echter zelf geen elektronische schakelingen en bouwt geen elektronische apparaten, maar richt zich met name op het programmeren hiervan. Hiermee onderscheidt de TI'er zich van een elektrotechnicus.

Samengevat kan gezegd worden dat de TI'er zich richt op systemen waarbij software en hardware onlosmakelijk met elkaar samenwerken. Hiermee slaat de TI'er de brug tussen de informatica en de elektrotechniek, waarbij de uitdaging voor de TI'er vooral zit in het implementeren van de software in de hardware. Overigens is de aandacht voor zowel software als hardware ook datgene wat TI onderscheidt van opleidingen als Mechatronica of Applied Data Science.

Echter, gezien de technologische ontwikkelingen en de al eerder aangegeven voortschrijdende digitalisering in meerdere sectoren is het toepassingsgebied van de Technische Informatica steeds breder geworden.

De TI'er werkt steeds meer interdisciplinair samen met andere specialisten in bijvoorbeeld de procestechniek, de autotechniek met slimme voertuigen, de zorgtechnologie en de logistiek met geautomatiseerde warehouses.

Werkveld

Gevraagde technieken in het werkveld van een technisch informaticus zijn onder meer Embedded programmeren, robotica, netwerken en PLC-programmeren, maar ook expertises als security of kunstmatige intelligentie komen in het werkveld naar voren.

Deze technieken en expertises zijn toepasbaar in tal van domeinen. In de Rotterdamse regio is de Haven een grote sector. Maar ook Zorg en Stad zijn in Rotterdam belangrijke thema's.

⁴ Techniekonderwijs op zijn Rotterdams, Positionpaper Hogeschool Rotterdam #HRTechniek, 2020

Een technisch informaticus kan opereren binnen een breed scala aan domeinen. Hierbij kan bijvoorbeeld gedacht worden aan natuurbeheer, security, defensie en veiligheid en industriële automatisering.

Werkomgevingen

De technisch informaticus (TI'er) is werkzaam bij bedrijven en overheidsinstanties die (technisch) actief zijn in diverse industriële en economische sectoren. Vaak hebben deze bedrijven, naast een productielijn, een R&D- afdeling waar toegepast technisch onderzoek wordt verricht. Voorbeelden van deze bedrijven en organisaties zijn: Thales, KPN, Philips, Siemens, Alstom, Fugro en Heerema. Andere typen organisaties die actief zijn in het domein van de opleiding, zijn onderzoeksorganisaties als TNO, NLR en TU Delft. Verder zijn ook grote dienstverleners steeds meer actief in het werkveld van de TI. Bedrijven als Capgemini, Getronics, CGI, Centric, Atos en Sogeti hebben inmiddels allemaal afdelingen (vaak Tech Labs genoemd) die zich richten op het krijgen van een aandeel in de implementatie van Industry 4.0 en dus in de werkomgeving van de TI'er.

De werkomgeving van een TI'er heeft veelal een internationaal karakter. Zo zijn er internationale *communities of developers* waar kennisdeling en -ontwikkeling plaatsvindt. Binnen bedrijven wordt veelal samengewerkt met internationale collega's en veel vakinhoudelijke informatie is Engels- of Duitstalig.

2. Afbakening van de opleiding

Naast het aansluiten bij de beroepspraktijk, zoals beschreven in het vorige hoofdstuk, voldoet de opleiding ook aan de kaders die zijn opgesteld voor het landelijke bachelorniveau van IT-opleidingen (HBO-i), het landelijk overleg voor HBO-opleidingen Technische Informatica en de internationale onderwijsomgeving. Deze kaders worden hieronder beschreven.

Profilering binnen het HBO-i

De opleiding maakt deel uit van het domein ICT en hanteert de landelijke domeinbeschrijving Bachelor of ICT van de Stichting HBO-i⁵ als kader voor haar leerresultaten. De domeinbeschrijving HBO-i is een landelijk kader voor de eindkwalificaties van afgestudeerden van Nederlandse hbo-opleidingen in het ICT-domein. Deze beschrijving is als zodanig al jaren het uitgangspunt voor de opleiding. De beschrijving geldt voor *alle* soorten opleidingen binnen het ICT-domein. Binnen de beschrijving kiest een opleiding een focus door zich meer of minder op bepaalde beroepstaken te richten.

De beroepstaken in het HBO-i model zijn ingedeeld in een matrix met drie dimensies: *activiteiten*, *architectuurlagen* en *beheersingsniveaus*. De activiteiten zijn gebaseerd op de taken van een ICT'er: *analyseren, adviseren, ontwerpen, realiseren en manage & control*. De architectuurlagen geven aan op welke aspecten van ICT-systemen en in welke context de activiteiten betrekking hebben: *gebruikersinteractie, organisatieprocessen, infrastructuur, software en hardware interfacing*. De dimensie *beheersingsniveau* omvat het vastgestelde niveau op basis van de mate van zelfstandigheid vereist voor de taak, de complexiteit van de inhoud en de complexiteit van de context. Dit niveau loopt van 0 tot 3 voor bachelor-opleidingen; niveau 4 is voor master-opleidingen.

Figuur 1 geeft de beheersingsniveaus weer waar de opleiding TI Rotterdam voor gekozen heeft binnen de HBO-i domeinbeschrijving. Uit de figuur komt duidelijk naar voren dat de opleiding een ICT-opleiding is die zich richt op het technische deel, namelijk de interface tussen hard- en software. Voor de architectuurlagen *software* en *hardware interfacing* liggen daarom de gekozen eindkwalificaties van de opleiding op het hoogste bachelor-beheersingsniveau, behalve voor de activiteit *manage&control*. Voor deze activiteit zit het huidige curriculum op niveau 1, maar de ambitie van de opleiding is om dit naar niveau 2 te brengen door meer in te zetten op (geautomatiseerd) testen van hard- en software. Voor de architectuurlaag *hardware interfacing* heeft de opleiding gekozen om uit te gaan van het deelgebied *embedded software* en niet *procesautomatisering* (zie §2.1 Domeinbeschrijving). Naast de focus op de interface tussen hard- en software heeft de opleiding ook aandacht voor de user interface en het analyseren van de wensen van de gebruiker, wat zich uit in de activiteiten *analyseren, adviseren, ontwerpen* en *realiseren* op niveau 2 van de architectuurlaag *gebruikersinteractie*. Wat betreft *infrastructuur* kiest de opleiding ervoor zich te beperken tot de basisvaardigheden; derhalve zijn alle activiteiten binnen deze architectuurlaag ingeschaald op niveau 1. Tenslotte besteedt de opleiding wel enige aandacht aan *organisatieprocessen*, maar dit behoort niet tot het afgetoetste kerncurriculum. Vandaar dat in deze architectuurlaag alle activiteiten op niveau 0 zijn ingeschaald. De gedetailleerde invulling van de

⁵ Domeinbeschrijving Bachelor of ICT (HBO-i, 2018). <https://www.hbo-i.nl/publicaties-domeinbeschrijving/>

		Architectuurlagen				
		Gebruikersinteractie	Organisatieprocessen	Infrastructuur	Software	Hardware interfacing
Activiteiten	Analyseren	2	0	1	3	3
	Adviseren	2	0	1	3	3
	Ontwerpen	2	0	1	3	3
	Realiseren	2	0	1	3	3
	Manage&Control	1	0	1	1	1

Figuur 1: Beheersingsniveaus van de opleiding (eindniveau) in de HBO-i domeinbeschrijving.

beroepstaken is uitgewerkt in het document Niveau opbouw praktijklijn (zie bijlage 1 voor de meest recente versie).

Naast de beroepstaken bevat de domeinbeschrijving ook de *professional skills*: toekomstgericht organiseren, onderzoekend probleemoplossen, persoonlijk leiderschap en doelgericht interacteren. De opleiding sluit aan bij dit model.

Aansluiting op het landelijk TI overleg

Er is een landelijk overleg voor de opleidingen TI, waarbij de opleiding TI Rotterdam als grootste opleiding als voorzitter optreedt. Door middel van het overleg kunnen de opleidingen hun eigen profilering aanscherpen, overeenkomsten en verschillen bepalen en meeliften met ervaringen van de andere opleidingen. Er kunnen vooral ook ervaringen en standpunten worden gedeeld over de kaders van het HBO-i, de domeinbeschrijving voor de Bachelor of Engineering (BEng), de inhoud van de curricula, de didactiek en de trends in het werkveld. Resultaten uit het overleg zijn onder andere het maken van afspraken over het bezoeken van elkaars examens (afstudeerzittingen), het opstellen van een gemeenschappelijke globale beschrijving van de elementen uit de verschillende curricula, en het delen van materialen voor practica, projecten en lessen.

Aansluiting op internationale kaders

Kenmerkend voor het domein ICT is het internationale karakter van het vakgebied en de arbeidsmarkt. Om die reden volgt de opleiding de uitgangspunten zoals die in de landelijke domeinbeschrijving door de Stichting HBO-i zijn afgestemd en vastgelegd. De HBO-i domeinbeschrijving baseert zich op nationale en internationale frameworks: uit de verschillende frameworks zijn vooral de verschillende niveaus van de HBO-i domeinbeschrijving ontstaan. In het bijzonder twee frameworks, *Skills Framework of the Information Age*

(SFIA)⁶ en *European e-Competence Framework* (e-CF)⁷ vormen tevens op ICT-inhoudelijk vlak context, aanvulling en verdieping voor (onderdelen van) de domeinbeschrijving. De beheersingsniveaus van de HBO-i domeinbeschrijving komen overeen met de *Levels of responsibility* 1 tot en met 3 van SFIA en met de beheersingsniveaus e-1 tot en met e-4 van de dimensie 3 van het e-CF. Doordat de opleiding de beheersingsniveaus heeft vastgelegd en gebaseerd op de HBO-i domeinbeschrijving volgt automatisch dat deze niveaus ook vastgelegd zijn in internationale kaders.

De landelijke domeinbeschrijving voldoet daarnaast aan het bachelorniveau, aan de hand van de Dublin Descriptoren en de HBO-standaard. Met de internationaal gangbare Dublin Descriptoren komt het bachelorniveau overeen met 'level 6' van het European Qualifications Framework (EQF)⁸.

⁶ Skills Framework of the Information Age (SFIA). <https://sfia-online.org/>

⁷ European e-Competence Framework (e-CF). <https://www.ecompetences.eu/>

⁸ European Qualifications Framework (EQF). <https://europa.eu/europass/en/european-qualifications-framework-eqf>

3. Eindkwalificaties

De technisch informaticus op bachelorniveau wordt geacht zich te kunnen profileren als een starter in het beroepenveld en stand te houden in de stroom van (technische) ontwikkelingen zoals in de voorgaande hoofdstukken is benoemd. Het niveau dat hiervoor nodig is worden de eindkwalificaties genoemd.

De eindkwalificaties zijn gebaseerd op de gekozen niveaus binnen de HBO-i matrix, zoals weergegeven in hoofdstuk 2 en op de beschrijving die aan deze niveaus is gekoppeld in de HBO-i matrix. De beschrijving verwoordt de interpretatie van de opleiding van de vijf activiteiten. In tabel 1 staan de eindkwalificaties van de opleiding uitgewerkt.

Tabel 1: Beschrijving van de eindkwalificaties TI-Rotterdam

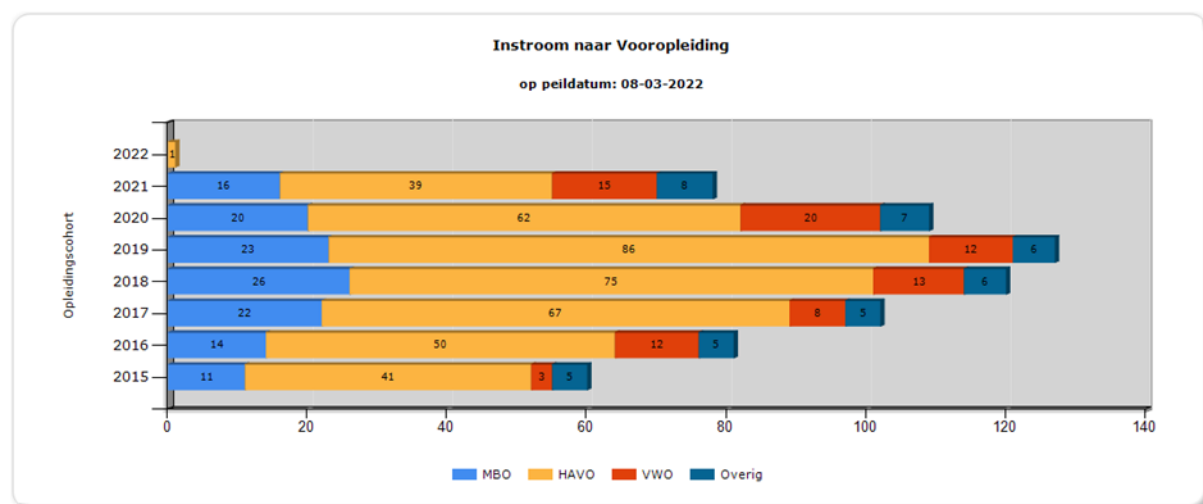
Activiteit	Beschrijving
Analyseren	De afgestudeerde kan een probleem analyseren en ontleden in deelproblemen, hiervoor een requirementsanalyse uitvoeren van hardware en software, waarbij ten minste rekening gehouden wordt met bestaande infrastructuur, security-aspecten, gebruikersaspecten, kwaliteitseisen en risico's, en op basis daarvan mogelijke oplossingsrichtingen en acceptatiecriteria bepalen.
Ontwerpen	De afgestudeerde kan op basis van de opgestelde requirements voor de gekozen oplossing, relevante ontwerpen opstellen met betrekking tot structuur, architectuur en dynamische aspecten van hardware, software, netwerkinfrastructuur en/of interacties.
Realiseren	De afgestudeerde kan op basis van ontwerpen een systeem realiseren bestaande uit hardware, software en/of netwerkinfrastructuur, met een user interface voor de hardware of software die een technische gebruiker in staat stelt het systeem te gebruiken. De afgestudeerde kan het voldoen van het systeem aan de opgestelde requirements aantonen door middel van relevante en waar mogelijk geautomatiseerde testen.
Adviseren	De afgestudeerde kan een onderbouwd en kritisch advies uitbrengen over keuzes met betrekking tot hardware en software, ten minste rekening houdend met de verrichte analyses, kostenaspecten en kwaliteitskenmerken, en aanbevelingen doen over vervolgstappen.
Manage & Control	De afgestudeerde kan gebruik maken van een versiebeheerssysteem ter ondersteuning van de ontwikkeling van software en hardware in teamverband. De afgestudeerde zorgt voor geschikte documentatie die bijdraagt aan de overdraagbaarheid van het gerealiseerde product.

4. Instroom en leerhouding

De studentenpopulatie bestaat uit een gemixte groep, waarbij culturele herkomst, het sociaaleconomische milieu, opleidingsachtergrond en de thuissituatie sterk uiteenlopen. Bovenal gaat de opleiding er vanuit dat iedere student uniek is en dat iedere student recht heeft op zijn/haar eigen waarde(n) en ontwikkeling. Deze achtergronden zorgen voor een breed scala aan invloedrijke factoren op het functioneren van de student.

Instroom

De instroom van studenten is, na een gestage toename over een aantal jaren, de afgelopen twee jaar weer gedaald. De oorzaak hiervan is nog onduidelijk. Opvallend is dat er vooral een toename is van het aantal studenten vanuit de havo (zie figuur 2). De opleiding houdt hier rekening mee door in de eerste onderwijsperiodes veel aandacht te besteden aan praktische vaardigheden. Ook de absolute instroom vanuit het mbo groeit, hoewel het relatieve aandeel daalt. Wat betreft de kwaliteit van de instroom heeft de opleiding een uitdaging. De opleiding constateert in de afgelopen jaren een daling van het instroomniveau van de havist, met name op het gebied van wiskunde- en natuurkunde. Bij de mbo instroom is op dit gebied ook juist een deficiëntie. De opleiding heeft op basis hiervan recent de cursussen op dit gebied opnieuw ontworpen.



Figuur 2: Instroom van de opleiding naar vooropleiding (Bron: BMI)

Leerhouding

Willen puzzelen, knutselen, nieuwsgierig zijn, doorzetten, oplossingen zoeken, hulp vragen wanneer het niet lukt, fouten durven maken, experimenteren en hard werken. Dit zijn allemaal aspecten die het beroepenveld (en daarom ook de opleiding) van de student verwacht. Tijdens de opleiding wordt gestreefd naar een steeds grotere zelfstandigheid en autonomie van de student. De motivatie en professionele houding wordt gestimuleerd door studenten vanaf dag één aan te spreken op bovenstaande aspecten, zie hiervoor ook Hoofdstuk 5 over de visie op ons onderwijs. Door het aanbieden van diverse vormen van begeleiding en aansturing wordt gestimuleerd dat de student zijn eigen grenzen zoekt/ verkent en overbrugt.



Om in te spelen op de gevarieerde instroom en de diversiteit van de studentenpopulatie, en met inachtneming van de gewenste leerhouding, worden in het eerste leerjaar bij iedere cursus peercoaches uit het tweede

leerjaar gekoppeld die ondersteunen tijdens de lessen en daarbuiten. Het programma is bewust cursorisch ingericht voor studenten die (meer) structuur nodig hebben, terwijl er voor studenten die dit minder nodig hebben voldoende (keuze)ruimte bestaat om een eigen invulling te geven aan de opleiding.

5. Visie op onderwijs

Het werkveld van TI vraagt professionals die tot oplossingen kunnen komen in een vakgebied waarin technieken en technologie vaak nog onbekend zijn en snel vernieuwen. Iedereen is elke dag op zoek naar de nieuwe mogelijkheden van die technieken. Je hebt elkaar nodig om tot oplossingen te komen. Hierdoor is leren met en van elkaar essentieel. De opleiding leert de studenten om samen te werken binnen dit constant veranderende werkveld vanuit een eigen visie op het vakgebied. De individuele student staat centraal in zijn/haar eigen leerproces naar het behalen van het eindniveau van de opleiding. Dit bereiken we door een veilig leerklimaat te organiseren voor zowel docent als student.

Onze visie op onderwijs wordt door de vijf onderstaande uitgangspunten weergegeven. Deze uitgangspunten zorgen voor een relevante leerervaring.

	<p>Studeren vanuit de eigen potentie en leerambitie</p> <p>De opleiding wil zo goed mogelijk aansluiten op de diverse instroom van studenten en hen ondersteunen in hun leerproces. De opleiding beoogt de (eerder) verworven kennis en vaardigheden (competenties) gunstig in te zetten om de student in staat te stellen de eigen leerweg zelf in te richten en eigen doelen te stellen. De intrinsieke motivatie en leerambitie van de student is hierin het uitgangspunt.</p> <p>Dit wordt mogelijk gemaakt door de toetsing van de kennislijn en de praktijklijn zo in te richten dat er een duidelijk gedefinieerd minimumniveau is dat behaald moet worden, en daarnaast studenten gestimuleerd worden om extra uitdaging aan te gaan.</p>
	<p>Studeren met nieuwsgierigheid</p> <p>De nieuwsgierigheid bij de student wordt opgeroepen door hem relevante en inspirerende situaties voor te leggen, waardoor het verlangen naar kennis wordt aangesproken. Dit verlangen motiveert de student om nieuwe ideeën te leren, het tekort aan kennis aan te vullen en problemen op te lossen. De opleiding stimuleert het explorerende gedrag van de student en biedt een omgeving waarin dit tot uiting kan komen. De student wordt in de gelegenheid gesteld zijn dromen na te jagen.</p> <p>Dit wordt gefaciliteerd door in de gehele opleiding veel keuzevrijheid aan te brengen, in de vorm van (mogelijk door de student zelf aangedragen) keuzevakken, keuze in projectopdrachten en keuze in de richting van verdieping in het 3e jaar (TINLabs).</p>

	<p>Studeren binnen een contextrijke leeromgeving</p> <p>De beroepspraktijk wordt maximaal ingebed in het onderwijs gedurende de gehele opleiding. Hierdoor maakt de student gedurende de opleiding uitgebreid kennis met de beroepscontext. Hij vormt zich een beeld van de mogelijkheden van de TI-professional en kan zich gedurende de opleiding bewust profileren en specialiseren.</p> <p>De contextrijke leeromgeving van de opleiding stimuleert en motiveert de student en vergroot het inzicht van de student in de relevantie en (bredere) toepasbaarheid van de leerstof. Meer inzicht in het belang van de te leren stof bevordert de motivatie van de student.</p> <p>In de kennislijn worden veel voorbeelden betrokken uit de beroepspraktijk, en in de praktijklijn wordt vanaf het begin van het 2e jaar gewerkt met externe opdrachtgevers die de studenten maatschappelijk relevante problemen voorleggen.</p>
	<p>Studeren door te leren van en met andere studenten en docenten</p> <p>Interactie tussen docent en student en tussen studenten onderling bevordert het leren. Door gebruik te maken van elkaars kennis en vaardigheden worden er onderwerpen verduidelijkt, beter begrepen en geleerd van al eerder uitgevoerde werkzaamheden.</p> <p>De opleiding streeft naar een lange termijn leerproces. Fouten maken en hiervan leren zijn onderdelen van dat proces. Aan het begin van de opleiding zal dit gesteund worden door een student-docent relatie die later in de opleiding kantelt naar een collegiale relatie.</p> <p>Een veilig leerklimaat is een basisvoorwaarde om het leren van en met andere studenten en docenten mogelijk te maken.</p> <p>Om dit mogelijk te maken wordt veel gebruik gemaakt van formatieve toetsing, zowel in de kennislijn als de praktijklijn. Hierdoor weet de student in een vroeg stadium of hij op de goede weg is, en is eventuele bijsturing nog mogelijk voor het summatieve toetsmoment.</p>
	<p>Studeren met eigenaarschap en verantwoordelijkheid</p> <p>De opleiding ziet de student als een jonge professional in opleiding en streeft er naar hem te laten groeien. De student neemt zelf de verantwoordelijkheid voor zijn/haar groei en voor zijn studiesucces: hij toont initiatief, is zelfbewust en reflectief.</p> <p>Gedurende de studie wordt hij begeleid in het eigenaar worden (en zijn) van het leerproces op een opbouwende en formatieve wijze, waardoor hij inzicht krijgt in het eigen leerproces en dit kan (bij)sturen. De opleiding faciliteert keuzevrijheid aan de student, daar waar dat mogelijk is.</p> <p>Zowel in de kennislijn als in de praktijklijn worden de eindtermen duidelijk omschreven. Maar om het eigenaarschap te stimuleren, wordt de student veel vrijheid gegeven in het kiezen van de weg daar naar toe.</p>

6. Uitwerking van de visie in leerlijnen

De onderwijsvisie van de opleiding is in het curriculum uitgewerkt door middel van drie concrete leerlijnen.

- a. de *praktijklijn*: hierin staat het aanleren van de vijf activiteiten centraal (zie hoofdstuk 3). De student leert vraagstukken uit de beroepspraktijk op te lossen, door het ontwikkelen en/of realiseren van concrete producten/toepassingen/prototypes. Gedurende de hele opleiding werkt de student toe naar het eindniveau van de vijf activiteiten. De opbouw hiervan is beschreven in de *Niveauopbouw Praktijklijn* (zie bijlage 1).
- b. de *kennislijn*: de opleiding biedt studenten hierin de benodigde kennis, concepten, methodieken en vaardigheden. Het onderwijs is cursorisch opgebouwd (grote blokken), waarbij cursussen systematisch voortbouwen op reeds aangeleerde kennis.
- c. de *studentgestuurde leerlijn*: de activiteiten in deze leerlijn zijn gebaseerd op de vier pijlers loopbaanontwikkeling, binding, studievoortgang en een veilige plek. Het is de plek waar studenten onder andere stilstaan bij hun eigen ontwikkeling en waarbij ze reflecteren op zichzelf, op hun studie en vooruitblikken op hun (toekomstige) positie in de beroepspraktijk.

In de volgende paragrafen wordt de visie per leerlijn nader uitgewerkt. Informatie over de gehanteerde werkvormen per leerlijn staat beschreven in hoofdstuk 7. Het volledige curriculumschema staat jaarlijks in de Hogeschoolgids en is te vinden in bijlage 2.

Praktijklijn

In de praktijklijn leren de studenten vraagstukken aan te pakken die zich in de beroepspraktijk voordoen. In deze leerlijn staat het aanleren van de vijf activiteiten centraal, tijdens alle projecten, de stage en het afstuderen. Dit uit zich concreet door het ontwerpen, realiseren en testen van prototypes, die vanuit de vraag van het beroepenveld worden ontwikkeld.

Wanneer projectopdrachten of onderzoeken een scope kennen buiten het eigen vakgebied, wordt de samenwerking met andere opleidingen gezocht en gefaciliteerd. Voorbeelden hiervan zijn samenwerking met de opleiding Verpleegkunde voor de medische kaders bij projecten en het inzetten van kennis en materialen uit de opleidingen Elektrotechniek en Maritieme Techniek voor een project over autonome vaartuigen.

In de praktijklijn leren studenten vraagstukken (deels gezamenlijk, deels individueel) op een resultaatgerichte wijze aan te pakken. In de eerste jaren van de opleiding hebben de projecten een hoog gehalte aan het methodisch leren oplossen van vraagstukken in relatief eenvoudige contexten. De opgedane vaardigheden worden vervolgens in de latere leerjaren toegepast, met complexere projecten uit de beroepspraktijk en met meer zelfstandigheid. De niveauopbouw van de praktijklijn is op cursusniveau uitgewerkt in de *Niveauopbouw Praktijklijn* (zie bijlage 1), waarmee tevens de context, het niveau en de aard van de desbetreffende cursus geconcretiseerd wordt voor het op te leveren (beroeps)product, zie ook tabel 2 voor de uitgangspunten hierbij.

In de praktijklijn staat ook het aanleren van *professional skills* centraal, die ook zijn opgenomen in de *Niveauopbouw Praktijklijn* (zie bijlage 1). Aanvullend werkt de opleiding aan een nieuwe visie op onderzoek. Momenteel wordt bij onderzoeksvaardigheden onderscheid gemaakt tussen het methodologisch aanpakken

van een vraagstuk (onderzoek doen) en het werken vanuit kritische nieuwsgierigheid en met een *open mind* (onderzoekende houding). Het leren van onderzoeksvaardigheden wordt aangeboden door middel van workshops binnen het projectonderwijs. In deze workshops wordt integraal geoefend en getraind.

De beoordeling van alle onderdelen (projecten, stage en afstuderen) in de praktijklijn vindt plaats door middel van een standaard beoordelingssystematiek: de *Praktijk Beoordeling Systematiek* (PBS), die is opgenomen als bijlage 4. De activiteiten worden op eindniveau afgetoetst bij de cursus Afstuderen (jaar 4).

Tabel 2: Opbouw van de praktijkgestuurde leerlijn

Praktijklijn	Mate van zelfstandigheid	Mate van complexiteit	
		Aard van de taak	Aard van de context
Niveau 3	Werkt zelfstandig	Complex, ongestructureerd, verbetert methoden en past normen aan de situaties aan	Onbekend; complex, multidisciplinair in de praktijk
Niveau 2	Begeleiding indien nodig	Complex, gestructureerd, past bekende methoden aan wisselende situaties aan	Bekend; complex, monodisciplinair, in de praktijk onder begeleiding
Niveau 1	Sturende begeleiding	Eenvoudig, gestructureerd, past bekende methoden direct toe volgens vaststaande normen	Bekend; eenvoudig, monodisciplinair, schoolsituatie

Kennislijn

In de kennislijn wordt de benodigde kennis aangeleerd die de studenten nodig hebben om op de langere termijn hun (toekomstige) beroep te kunnen uitoefenen. Kennis wordt cursorisch aangeboden met veel praktische oefeningen. Hierbij wordt zoveel mogelijk rekening gehouden met de context(en) van de parallel lopende praktijklijn. Er is ook veel aandacht voor het leren abstract denken en het leren boven de stof uit te stijgen (zogenaamde helikopterview).

Waar de praktijklijn zich richt op het integraal uitvoeren van de verschillende activiteiten over de verschillende architectuurlagen uit de HBO-matrix, is de inhoud van de kennislijn gebaseerd op de verschillende architectuurlagen zelf. Aan de architectuurlagen Software, Hardware Interfacing en Infrastructuur is een zogenaamd kennisdomein gekoppeld. De inhoud (zowel kennis als vaardigheden) van deze kennisdomeinen is samengevat in tabel 3.

De architectuurlagen Organisatieprocessen en Gebruikersinteractie zijn geen apart kennisdomein. De laag Organisatieprocessen maakt geen onderdeel uit van de opleiding, zie keuze in Hoofdstuk 2, terwijl we Gebruikersinteractie zien als een onderdeel dat zowel bij Software als Hardware wordt meegenomen.

Wel zijn als kennisdomein toegevoegd de Technical Engineering Skills, die de noodzakelijke voorkennis op wis- en natuurkunde gebied bevat voor de overige domeinen en het domein Studieloopbaancoaching, in de HBO-i matrix “persoonlijk leiderschap” genoemd.

De in de tabel 3 beschreven kennis en vaardigheden vormen zo de globale BoKS van de opleiding. Deze worden voor het grootste deel aangeboden in het eerste en tweede leerjaar. Hiermee krijgen de studenten een stevige kennisbasis voor de daaropvolgende jaren.

Om aan de ontwikkelingen in de markt tegemoet te komen worden studenten in aanraking gebracht met technieken in verdiepende vakken, TINLabs genoemd, met onderwerpen als *Embedded Systems*, *Advanced Algorithms*, *Automated Systems* en *Machine Learning*. Studenten worden vooral ook uitgedaagd en getraind om zich zelfstandig te verdiepen in nieuwe technieken. Tevens is de opleiding erop gericht om niet alleen actuele technieken te onderwijzen, maar vooral ook de onderliggende concepten en denkwijzen, die een blijvende relevantie hebben. Dit vindt met name plaats bij *Technical Engineering Skills*, bij de programmeervakken en bij vakken als *Computersystemen & Logica*, *Besturingssystemen*, *Databases*, *Netwerken* en *Security*.

Om de samenhang tussen de theorie en de praktijk te bevorderen, kennen de cursussen in de kennislijn een geïntegreerde mix van theorie en toepassing. Hiermee passen studenten de kennis direct toe in praktische oefeningen, die waar mogelijk ook gekoppeld zijn aan de context van een parallel lopend project. De nadruk in de eerste twee studiejaren ligt op het aanbrengen van een stevige basis aan kennis en vaardigheden op het gebied van Software, Hardware, Netwerken, Security en Wiskunde. Dit gebeurt door middel van verkenning en verdieping. Studenten doen hierin onder andere kennis en vaardigheden op over hardwarecomponenten van systemen, het ontwerpen (en coderen) van computerprogramma's, het ontwerpen van computernetwerken en kennis over de veiligheid van systemen. Docenten maken in de cursussen in de kennislijn gebruik van een mix aan werkvormen, waaronder hoor- en werkcolleges en diverse practica.

Het tijdspad van de kennisdomeinen en de uitwerking daarvan in het curriculum is grafisch weergegeven in zogenaamde curriculumtabellen die ieder jaar worden vastgesteld (zie ook bijlage 2 voor de meest recente tabellen).

Studentgestuurde leerlijn

De studentgestuurde onderdelen staan in het teken van professionele/persoonlijke ontwikkeling, binding, studievoortgang en persoonlijke profilering. Het is de plek waar studenten stilstaan bij hun eigen ontwikkeling, in relatie tot het verweven van de vijf activiteiten en de algemene beroepsvaardigheden. Studenten kunnen een aantal programmaonderdelen zelf inkleuren, zoals (hogeschoolbrede) keuzecursussen en de minor. Ook studieloopbaancoaching (SLC), voorbereiding op de stage en het afstuderen en andere vormen van begeleiding behoren tot deze leerlijn. Studenten die dat willen, kunnen op buiten het reguliere curriculum een Honoursprogramma (HP) volgen.

Tabel 3:Uitwerking van de kennisdomeinen in het curriculum

Kennisdomein (KD)	Indeling in curriculum
Software	In het <i>software-KD</i> wordt het ontwerpen en coderen van computerprogramma's onderwezen in de (klassieke) volgorde van lage naar hoge complexiteit en van lage naar hoge abstractie. Het kennisdomein behandelt imperatief programmeren, object georiënteerd- en functioneel programmeren in verschillende programmeertalen.
Hardware Interfacing	Het kennisdomein <i>hardware</i> richt zich op het aanleren van kennis over de hardwarecomponenten van systemen. Onderwerpen als elektronica en de werking van een computer- en besturingssystemen vormen de belangrijkste onderdelen.
Infrastructuur	In het kennisdomein <i>infrastructuur</i> wordt de basis en verdieping geboden over de kennis van het ontwerpen en onderhouden van computernetwerken. Speciale aandacht heeft de veiligheid van systemen (security). Dit speelt ook in het beroepenveld een steeds grotere rol.
Technical Engineering Skills	Dit kennisdeel richt zich op de noodzakelijke basiskennis en -vaardigheden op het gebied van wiskunde en natuurkunde en is hierbij ondersteunend aan de andere kennisdomeinen. Gedacht kan worden aan de wiskundige analyse van functies die veel voorkomen in de techniek, de lineaire algebra die de basis vormt voor Computer Graphics en Machine Learning of de kansrekening die Security aspecten ondersteunt. Het kennisdomein biedt daarnaast de studenten gelegenheid tot het ontwikkelen van analytische vaardigheden en is, vooral in het eerste studiejaar, zeer intensief met het in lijn brengen van de verschillen in ingangsniveau.
Studieloopbaancoaching (SLC)	Het ontwikkelen van de eigen capaciteiten en hierop kunnen reflecteren wordt zo belangrijk geacht dat hiervoor een apart kennisdomein is opgenomen in de opleiding. (In de HBO-i matrix wordt onderdeel persoonlijk leiderschap genoemd).

7. Werkvormen, begeleiding en keuzeruimte

Om de visie op het onderwijs te kunnen realiseren, is er veel aandacht voor didactiek in de opleiding. De keuze voor de didactische aanpak wordt ondersteund door de centrale plek van de beroepspraktijk in de opleiding (contextrijke leeromgeving) en de focus op een resultaatgerichte probleemaanpak. Vervolgens draait het in het onderwijs om zowel de benodigde zelfstandigheid van de student, als de complexiteit van de techniek. In de uitvoering van de onderwijsvisie biedt de opleiding een breed scala aan werkvormen, die in dit hoofdstuk worden toegelicht.

Kleine, hechte groepen

De studenten zijn vanaf het eerste begin ingedeeld in zogenoemde *stamgroepen* van 8–10 studenten, die over de leerjaren zoveel mogelijk hetzelfde gehouden worden. Hierdoor kan er langdurige binding ontstaan, wat bijdraagt aan het zich thuisvoelen bij de opleiding. Stamgroepen kunnen gesplitst worden tot projectgroepen (4–5 studenten) of bij bepaalde cursussen juist samengevoegd tot grotere eenheden, naar gelang de gekozen onderwijsvorm hierom vraagt.

Breed scala aan werkvormen

De opleiding hanteert een mix aan werkvormen die passen bij het onderwijsconcept. De nadruk ligt op het hanteren en uitvoeren van activerend onderwijs, waarbij de student zelf aan het werk gaat, problemen analyseert en tot innovatieve oplossingen komt. De werkvormen worden in de opleiding door de docenten zelf geselecteerd en toegepast aan de hand van zijn/haar professionaliteit en de context voor de werkvorm. Ondanks deze vrijheid is er toch een zekere mate van structuur in de gekozen werkvormen.

Bij alle werkvormen houden de docenten rekening met de kenmerken van de studentenpopulatie en de ontwikkeling van de groep. Dit doen ze door te letten op de taligheid van instructies, de duidelijkheid en gestructureerdheid van opdrachten en het wel of niet verstrekken van templates en voorbeelden. Studenten worden gestimuleerd om kennis en hulp niet alleen bij de docenten te halen, maar deze ook onderling uit te wisselen. Belangrijk hierbij is om van elkaar te leren, samen te werken en extern op zoek te gaan naar antwoorden. Hiermee creëren de studenten een professioneel netwerk en leren ze omgaan met verschil van meningen en diverse aanpakken.

Praktijklijn

De werkvormen in de praktijklijn richten zich met name op *maken*, zoals bouwen en programmeren, op *samenwerken*, zoals elkaar feedback geven en elkaar helpen, en op *interactie*, zoals brainstormen en interviewen. Andere werkvormen betreffen (technisch-inhoudelijke) workshops, bezoeken/ excursies aan opdrachtgevers en presentaties van (tussentijdse) rapportages en presentaties.

Vanaf het eerste moment wordt helderheid gegeven in wat voor soort rapportages gevraagd worden. Bij de projecten wordt gewerkt in vaste teams waar hulp gevraagd kan worden en elkaars werk getest wordt. De student gaat daarbij stapsgewijs steeds meer zelf maken. De opleiding zorgt hierdoor dat ook studenten die bovengemiddeld meer structuur nodig hebben een veilige leeromgeving kunnen ervaren, zonder dat hiermee tekort gedaan wordt aan studenten die met minder structuur om kunnen gaan.

Docenten vervullen in de projecten verschillende rollen: opdrachtgever, extern adviseur, coach of zelfs projectlid. In alle rollen heeft de docent de pet op van de betreffende rol, maar daarnaast ook altijd de pet

van de professionele begeleider. Er wordt altijd gewerkt met een combinatie van techniek- en skills-docenten, waarbij de docent vanuit zijn/haar eigen expertise de professionele begeleiding effectief kan uitvoeren.

Studenten werken in een project altijd met een mix van begeleide en niet-begeleide activiteiten, waarbij de begeleiding gedurende het doorlopen van de opleiding minder wordt en van karakter wijzigt. Begeleiding vindt altijd plaats door zowel techniek- en skills-docenten. Waar de techniekdocent zich voornamelijk richt op de technische context, richt de skills-docent zich vooral op coaching van de algemene beroepsvaardigheden en het aanleren van bijvoorbeeld projectmanagement en procesvaardigheden. Workshops zijn een belangrijk onderdeel binnen de projecten (en de stage en het afstuderen), waarbij ondersteunende theorie en/of professionele vaardigheden worden aangereikt.

Kennislijn

In deze leerlijn richten de werkvormen zich vooral op *instructie*, zoals informeren, bespreken en demonstratie, en op *opdrachten*, zoals het verkennen van informatie, experimenteren, ontwerpen, een handeling uitvoeren, zelf toetsvragen maken en quizvragen beantwoorden. De leerlijn bestaat uit een mix van werkcolleges, practica en theorie-overdracht (hiervoor wordt trouwens ook steeds meer gebruik gemaakt van kennisclips), waarbij ook hier weer de nadruk ligt op de werkcolleges en practica. Het onderwijs in deze leerlijn vindt plaats in groepen van maximaal 30 studenten, waarbij er sprake is van gecombineerde hoor- en werkcolleges met directe begeleiding door de docent. Alleen bij hoge uitzondering wordt hiervan afgeweken. Dit kan bijvoorbeeld voorkomen wanneer er een hoorcollege met gastspreker plaatsvindt.

Studentgestuurde leerlijn

Bij de *studentgestuurde* leerlijn behoren de cursussen die vallen onder 'studieloopbaancoaching (SLC)'. SLC staat in alle leerjaren geprogrammeerd. Het SLC-programma is gebaseerd op vier pijlers: loopbaanontwikkeling, binding, studievoortgang en een veilige plek (zie ook de visie op SLC in bijlage 5). Deze zijn uitgewerkt in een programma dat in het teken staat van intensieve begeleiding (zie *begeleiding*), beroepsoriëntatie, opdrachten op het gebied van studievaardigheden (planning, 'leren leren', reflecteren) en reflectie op leerervaringen. Ook groepsbinding is een belangrijk thema in deze leerlijn. Er worden klassikale werkcolleges ingezet als werkvorm. Voorbeelden zijn het inzetten van groepspresentaties en spelvormen om inzicht te krijgen in de eigen kwaliteiten en ontwikkelpunten. Andere aspecten in deze leerlijn zijn het organiseren van een stagemarkt door studenten om kennis/ervaring over te dragen en het organiseren van gastlessen en/of bedrijfsbezoeken om de beroepsoriëntatie te ondersteunen.

Begeleiding

Het bieden van (persoonlijke) begeleiding is een belangrijk speerpunt van de opleiding. De opleiding is kleinschalig van opzet, waarbij ze veel waarde hecht om studenten persoonlijk te kennen en ze op een goede wijze te begeleiden. Wat betreft de studiebegeleiding, is dit in het eerste jaar sterk gericht op binding tussen opleiding en student. Al voor de poort, tijdens het studiekeuzeadviesgesprek, heeft een TI-docent contact met een aankomende student. Direct na de poort is er sprake van intensief onderwijs met relatief veel contacttijd, veel sturing op het leren van studenten en regelmatige feedback op hun vorderingen.

Iedere student heeft ieder kwartaal een gesprek met zijn persoonlijke studieloopbaancoach (SLC). De SLC begeleidt de student bij de ontwikkeling en de studievoortgang, het zelflerend en reflecterend vermogen, de

te maken keuzes bij de invulling van het studieprogramma en het zoeken naar geschikte ondersteuning bij eventuele leerproblemen. Op basis van de feedback die de student tijdens de opleiding krijgt, stelt hij zijn persoonlijk ontwikkelplan op en bij, waarin afspraken vastgelegd worden over verder te ondernemen studieactiviteiten.

Bij de stage krijgt een student persoonlijke begeleiding van twee docenten (supervisie) en bezoekt een van de docenten de stageplaats. Bij het afstuderen wordt de student begeleid door twee docenten (die benoemd zijn door de examencommissie als examinatoren eindniveau) en moet de student op verschillende momenten in het proces een presentatie geven aan de begeleidende docenten over de voortgang en de resultaten.

Naast begeleiding door de docenten, heeft de opleiding ook een groep enthousiaste en kundige peercoaches in dienst. Deze hogerejaars studenten helpen eerstejaars bij de projectlessen, maar kunnen ook individuele begeleiding geven of een bijles verzorgen.

Zelfsturing en keuzeruimte

De balans tussen keuzevrijheid en de mate van zelfstandigheid die een student op een zeker moment tijdens de opleiding aan kan, wordt als zeer belangrijk ervaren en is over de volle lengte van het programma aanwezig. Dit vindt plaats door enerzijds studenten te stimuleren om, hetzij gedoseerd, eigen inbreng aan bestaande opdrachten toe te voegen en anderzijds studenten de gelegenheid te geven opdrachten op een eigen wijze in te vullen. Studenten krijgen hierdoor niet alleen de gelegenheid om zich (verder) te bekwamen in wat ze zelf willen, maar ondervinden ook een gezonde hoeveelheid keuzeruimte om hun eigen interesses in de opdrachten te verwerken. Hierdoor wordt hun intrinsieke motivatie versterkt.

De opleiding faciliteert de keuzeruimte onder andere in de praktijkgestuurde leerlijn: waar de inhoud van een project in jaar 1 nog is 'voorgeschreven', hebben studenten vanaf jaar 2 de mogelijkheid om de inhoud/scope van het project zelf in te richten. In de laatste twee jaar van het programma worden de scope en het onderwerp van een project volledig door de student gekozen. Het goedkeuren van de keuzes wordt in alle gevallen door de docenten gedaan op basis van kaders als vakgebied, context, haalbaarheid en complexiteit.

De keuzevrijheid van studenten wordt ook hogeschoolbreed gefaciliteerd, door het aanbieden van keuzevakken en een minor. In de keuzevakken kunnen (jaar 1 en 2) kunnen studenten een eigen accent aanbrengen in hun opleiding. Deze keuzevakken kunnen ze ook inzetten als bijspijkeronderwijs. De opleiding biedt zelf de volgende minoren: *Smart Things*, *Security*, *IT-innovatie voor Defensie en Veiligheid* en *Intelligent Mobility*.

Daarnaast wordt er nauw samengewerkt met Informatica en Elektrotechniek die de minoren Data Science respectievelijk Embedded Systems aanbieden en waar veel TI-studenten gebruik van maken.

Tot slot stelt de opleiding studenten ook in de gelegenheid om in hun keuzeruimte eigen projecten te definiëren met een volledig open inhoud (binnen het domein van TI) en zelf bepaalde studiebelasting. De student kiest bij de aanvraag ook de eigen begeleidende docent en zorgt zelf voor inpassing in het studieprogramma.

8. Toetsing

De manier van toetsen hangt samen met het type onderwijs en met de wijze waarop studenten leren. Het concept '*maakopleiding*' komt ook in de toetsing tot uiting: het beoordelen van de vijf activiteiten in de (beroeps)producten die studenten realiseren staat centraal. De opleiding hanteert zowel formatieve als summatieve toetsen. Daarnaast wordt intensief gewerkt met zoveel mogelijk feedback (en feedforward) momenten.

Praktijklijn

Hierin wordt getoetst volgens de *Praktijk Beoordeling Systematiek* (PBS), zie bijlage 4, die overkoepelend is voor alle onderdelen. De systematiek biedt verschillende kaders: namelijk het concretiseren van de vijf activiteiten door middel van indicatoren en handvatten voor het geven van een beoordeling. Het beheersingsniveau van deze activiteiten neemt door de jaren heen toe, door vermindering van de hoeveelheid begeleiding en vergroting van de technische complexiteit in de praktijkopdracht. Hoewel studenten de projecten door middel van groepswerk uitvoeren, is de toetsing altijd individueel. Voor elk prototype/product dat studenten maken in de projecten is de *opleverset* steeds hetzelfde, maar de context en het beroepsproduct steeds verschillend. Overeenkomsten in de opleverset voor alle praktijkgestuurde onderdelen zijn:

- a. direct bewijsmateriaal: een filmpje of presentatie van een code, beroepsproduct en/of prototype;
- b. een eindverslag: onderbouwing van de aanpak en overdrachtsdocumentatie naar de opdrachtgever;
- c. het aantonen van persoonlijke ontwikkeling: zelfreflectie, retrospectives en feedback van docenten.

De toetsing moet een beeld geven van de ontwikkeling van de student, waarbij het oordeel gebaseerd is op een *holistische* benadering. Het oordeel wordt gevormd door docenten die professionals zijn in het vakgebied van de opdracht en die een gekalibreerd oordeel geven. De praktijkgestuurde leerlijn kent hiermee een holistische beoordelingssystematiek, die past bij het beoordelen van complexe processen (of producten) waarvoor altijd meerdere oplossingen met verschillende argumenten goed zijn.

De praktijkgestuurde onderdelen bevatten diverse formatieve onderdelen. Formatieve feedback is een belangrijk instrument om de vorderingen op de vijf activiteiten te monitoren. In alle onderdelen presenteren studenten continu tussenproducten. Studenten begeleiden elkaar (peer groep), geven elkaar feedback (peer review) en ontvangen feed forward van de docent. De opleiding maakt onder andere gebruik van de Scrum-methodiek, in zogenaamde *Scrum-retrospectives* en *sprint reviews*.

Kennislijn

De profilering van de opleiding richting een echte *maakopleiding* heeft een belangrijke invloed op de inrichting en uitvoering van de kennistoetsing. Vanuit de visie dat de toepassing van kennis beter blijkt dan reproductie, richt de opleiding de toetsing in veel cursussen op het *toepassen* van kennis. Het aantal schriftelijke toetsen is in de afgelopen jaren fors afgenomen.

De opleiding hanteert in het kennisgestuurde onderwijs drie summatieve toetsvormen: mondelinge- en schriftelijke toetsing en een opdracht. Dit betreffen schriftelijke en digitale toetsen (open vragen, multiple choice, casustoetsen), verslagen en opdrachten. De toetsing vindt plaats aan de hand van de leerdoelen die

geformuleerd zijn aan de hand van de BoKS. Elke onderwijsperiode bestaat uit maximaal vier cursussen en een project; ieder vak wordt maximaal met twee van de drie toetsvormen getoetst.

Wat betreft de formatieve toetsing, stelt de opleiding proeftoetsen beschikbaar, waarmee studenten voor het tentamen kunnen oefenen. Ze maken deze opdrachten thuis en in de les; de oefenopdrachten worden indien nodig in de les besproken.

Studentgestuurde leerlijn

In het *studentgestuurde* onderwijs is de toetsing afhankelijk van de keuzemodules die studenten (binnen of buiten de opleiding) volgen. Binnen SLC vindt toetsing plaats voor opdrachten op het gebied van studievvaardigheden, beroepsoriëntatie en reflectie.

Een belangrijk onderdeel van het studentgestuurde onderwijs binnen de opleiding betreft het aanleren en formatief toetsen van de leerdoelen vanuit de Professional Skills. De opleiding heeft deze skills geïntegreerd in alle projecten. De toetsing ervan vindt plaats binnen de praktijkgestuurde leerlijn. Binnen SLC wordt gereflecteerd op de groei van de professional skills, mede aan de hand van feedback en door middel van opdrachten en mondelinge toetsen.

9. Schoolklimaat en faciliteiten

In de strategische agenda van de Hogeschool Rotterdam, wordt expliciet aandacht gevestigd op de fysieke onderwijsleeromgeving en het belang van 'couleur locale'. Met 'couleur locale' wordt het zichtbaar maken van de identiteit van (een bundeling van) opleidingen op locatie bedoeld. Die identiteit is een afgeleide van een eigen visie op opleiden, op de beroepspraktijk en op de best mogelijke omgeving waarin studenten, docenten en beroepenveld zich thuis voelen. Het gaat hierbij niet alleen om faciliteiten, maar ook om de sfeer die hieruit voortvloeit. Het is belangrijk dat de eigen identiteit van de verschillende opleidingen 'voelbaar' is. Het instituut heeft met de inrichting van haar faciliteiten een eigen 'smoel' binnen het gebouw gecreëerd, die onder andere vorm krijgt door lokalen namen te geven van 'TI-helden' als Ada Lovelace, Alan Turing en Dennis Ritchie.

Uitgangspunten bij de inrichting van de ruimtes voor de opleiding Technische Informatica, zijn de kernwaarden *nabijheid* en *binding*. Er is gelegenheid om op school samen huiswerk maken, elkaar te helpen, elkaar uit te dagen en/of samen met docenten fantastische oplossingen te maken. Studenten kunnen daarnaast gebruik maken van het Stadslab en de faciliteiten van het Innovatielab en het Havenlab op het RDM, waar ook regelmatig docenten te vinden zijn.

Binnen de opleiding is ook een eigen studievereniging (STIR) actief. Deze vereniging organiseert regelmatig bijeenkomsten en neemt deel aan het onderhoud en verbeteren van de omgeving. Kortom, de opleiding TI heeft een plek binnen het pand waar docenten en studenten 'thuis' kunnen komen en dat ook daadwerkelijk doen.

10. Kwaliteitszorg

Kwaliteitszorg speelt een belangrijke rol, zowel binnen het instituut CMI en de opleiding.

Onderwijsmanagers, docenten en studenten (met ondersteuning van het bedrijfsbureau en medewerkers kwaliteitszorg) overleggen regelmatig over de gewenste en geleverde kwaliteit en dragen zo bij aan de kwaliteitsverbetering en -borging.

Evaluaties

Door het gebruik van een voortdurend terugkerend evaluatieproces volgens de PDCA-cyclus wordt gekeken naar wat goed werkt en waar verbeterpunten zitten. Hiervoor worden verschillende middelen ingezet:

- a. Cursusevaluaties van alle cursussen in de opleiding, inclusief stage en afstuderen;
- b. Evaluaties van klassenvertegenwoordigers;
- c. Rapportages van de commissies;
- d. Alumni-onderzoek;
- e. Werkveldonderzoek;
- f. Studenttevredenheidmeting (NSE);
- g. Medewerkersonderzoek (MO).

Naast evaluaties van de eigen activiteiten, vinden ook evaluaties plaats bij de begeleiders van de stage, de minoren en het afstuderen. De uitkomsten van alle enquêtes en verslagen worden samengevoegd en vormen eventueel aanleiding voor verbetermaatregelen. De verbeteringen worden teruggekoppeld aan de studenten en de docenten tijdens de reguliere overleggen. Indien een verbeterpunt van toepassing is op het curriculum, wordt dit door de onderwijsmanager meegenomen tijdens overleggen met de curriculumcommissie en zal dit indien nodig en mogelijk direct in het daaropvolgende studiejaar worden meegenomen. Als onderdeel van de cursusevaluaties worden ook vragen gesteld over de docent van die cursus. De uitkomsten hiervan worden direct aan de docent persoonlijk teruggekoppeld.

Commissies

Commissies die een rol en taak hebben in de kwaliteitsborging, zijn:

- a. De curriculumcommissie (docentleden met verschillende expertises);
- b. De opleidingscommissie (docent- en studentleden);
- c. De toetscommissie (docentleden met mandaat vanuit de examencommissie);
- d. De Instituutsmedezeggenschap (IMR) (docent- en studentleden);
- e. Examencommissie (instituutsbreed);
- f. Klassenvertegenwoordigers (alleen studentleden);
- g. Beroepenveldcommissie (externe vertegenwoordigers vanuit het beroepenveld).

Studenten van de opleiding kunnen zitting hebben in drie van deze commissies/vertegenwoordigingen. Er wordt zoveel mogelijk naar gestreefd dat de studentleden van de opleidingscommissie ook klassenvertegenwoordiger zijn. Daarmee is een overlapping georganiseerd voor de terugkoppeling en bespreking van de evaluatieresultaten.

11. Onderwijsorganisatie

De opleiding is onderdeel van het instituut CMI: Communicatie, Media en Informatietechnologie. Het instituut wordt aangestuurd door een directeur. De opleiding TI bestaat organisatorisch uit een onderwijsmanager, een docententeam met een opleidingsondersteuner, een groep peercoaches en een promotieteam.

Voor de uitvoering van het onderwijs worden onderwijsmanager en docenten ondersteund door het Bedrijfsbureau, dat zorgdraagt voor lokaaltoewijzing, contact met de roosterdienst en archivering van toetsen. Er is ook ondersteuning door de facilitaire en IT dienst (FIT) en door het instituut op het gebied van financiën, communicatie en extern beleid.

12. Docententeam

Het docententeam van de opleiding kenmerkt zich door een hoog enthousiasme voor het vak en een grote betrokkenheid bij de studenten. Dit uit zich in hoe de docenten zich tot de studenten verhouden: een gelijke passie voor het vak en een gelijke passie om met elkaar een probleem op te lossen met inachtneming van ieders rol. De personele bezetting van team heeft in de afgelopen jaren een verandering ondergaan: door de groei van de opleiding en pensionering zijn er veel nieuwe docenten aangenomen.

Kennis en vaardigheden

Alle docenten hebben relevante werkervaring in het vakgebied of affiniteit hiermee. Dit is een harde eis in het wervingsbeleid. Van de docenten heeft 60 procent een master; 5 docenten zijn gepromoveerd. Vanuit het team wordt gezocht naar een goede balans tussen technische expertise en professionele vaardigheden, tussen mannen en vrouwen en tussen teamleden met een Nederlandse en niet-Nederlandse achtergrond.

Zo zijn er technische docenten met een specialisatie op programmeren en algoritmiek tot een specialisatie in robotisering. Er zijn ook niet-technische docenten met specialisaties op het gebied van algemene professionele vaardigheden en 'soft skills'. Alle docenten in het team zijn doordrongen van het doel dat zij hebben: de studenten zo goed mogelijk begeleiden om tot het eindniveau te komen. Het team verplicht zichzelf hiermee aan een continu proces van evalueren en bijsturen zodat het doel bereikbaar blijft.

Scholing

Scholing van het team is een continu proces naast de uitvoering van het onderwijs. De opleiding onderkent twee soorten scholing. Als eerste teamscholing, met diverse professionaliseringsactiviteiten op inhoudelijk en onderwijskundig gebied. Deze scholing wordt zowel intern als extern uitgevoerd. Interne scholing uit zich bijvoorbeeld in sessies over kalibreren, specifieke didactiek in een kennisgebied, nieuwe vormen van toetsing. Externe scholing uit zich in actieve deelname van het team aan conferenties (zoals het NIOC), lezingen en shows. Als tweede betreft het individuele scholing die door een docent zelf wordt aangedragen, maar waar mogelijk wel wordt overgedragen aan het team. De individuele scholing richt zich op verdieping en actueel houden van de aanwezige kennis op didactisch en inhoudelijk vlak van de docent. Dit vindt plaats door het volgen van seminars, conferenties, masterclasses, masteropleidingen, on the job coaching en/of uitwisseling bij andere opleidingen.

13. Beleidsthema's

De opleiding heeft een aantal beleidsthema's die naast de uitvoering van het onderwijs continue aandacht krijgen van het docententeam en het management. Enkele thema's hebben een doorlopend karakter en worden benoemd: onderwijsvernieuwing, internationalisering en het alumni-beleid.

Onderwijsvernieuwing

De opleiding verbetert continu het onderwijs op het gebied van didactiek, inhoud en samenhang. De opleiding gelooft in stapsgewijze verbeteringen die gebaseerd zijn op evaluaties van alle betrokkenen. De opleiding werkt hiervoor met een zogenaamde *Alleslijst*. In deze lijst staan alle uitkomsten van alle evaluaties die de opleiding tot zijn beschikking heeft. Op basis van gekozen prioriteiten wordt een selectie gemaakt van de punten die actief vernieuwd worden en als zodanig opgenomen moeten en mogen worden in het Jaarplan. Hiermee stelt de opleiding zichzelf ook jaarlijks een focus en een doel voor de verbetercyclus. De curriculumcommissie en haar leden spelen hierin een regierol.

Internationalisering

Internationalisering is van belang. De opleiding wil daarom haar studenten de gelegenheid bieden zich uit te rusten met relevante, breed inzetbare kennis en internationale vaardigheden die nodig zijn voor een toekomstige beroepsuitoefening buiten Nederland. Om dit te realiseren is er een scala aan activiteiten, zoals de mogelijkheid om stage te lopen in het buitenland of om af te studeren bij een buitenlands bedrijf.

Studenten die ervaring willen opdoen in het buitenland worden hierin ondersteund door de internationaliseringscoördinator van de opleiding. In alle gevallen worden de studenten 'normaal' meegenomen in de processen van projecten en cursussen. Naast de onderwijsactiviteiten in het reguliere programma worden studenten en ook docenten, gestimuleerd en gefaciliteerd deel te nemen aan nationale en internationale activiteiten zoals congressen, hackatons en wedstrijden.

Alumnibeleid

Ieder twee jaar wordt onderzoek gedaan onder alumni om de effectiviteit van de opleiding te bevragen en om een beeld te krijgen van de gerealiseerde werkomgevingen en functies.