

The Grand Initiative on Data Science



Intentieverklaring

van de

Technische Universiteit Eindhoven,

Tilburg University,

Gemeente 's-Hertogenbosch, en

Provincie Noord-Brabant.

Tilburg, 4 september 2015

ONDERGETEKENDEN:

1. De universiteit **TECHNISCHE UNIVERSITEIT EINDHOVEN**, rechtsgeldig vertegenwoordigd door haar voorzitter van het College van Bestuur, de heer ir. J.H.J. Mengelers,

hierna te noemen: "**TU/e**"

en

2. De universiteit **TILBURG UNIVERSITY** uitgaande van de Stichting Katholieke Universiteit Brabant, rechtsgeldig vertegenwoordigd door haar voorzitter van het College van Bestuur, de heer dr. K.M. Becking,

hierna te noemen: "**TiU**"

en

3. De publiekrechtelijke rechtspersoon **GEMEENTE 'S-HERTOGENBOSCH**, rechtsgeldig vertegenwoordigd door haar burgemeester, de heer mr. dr. A.G.J.M. Rombouts, handelende ter uitvoering van het besluit van het College van Burgemeester en Wethouders d.d. 2 september 2015,

hierna te noemen: "**de Gemeente**",

en

4. De publiekrechtelijke rechtspersoon **PROVINCIE NOORD-BRABANT**, rechtsgeldig vertegenwoordigd door haar gedeputeerde de heer L.W.L. Pauli (portefeuille Economie en Internationalisering), gemachtigd door de commissaris van de Koning d.d. 1 september 2015 handelende ter uitvoering van het besluit van Gedeputeerde Staten d.d. 1 september 2015,

hierna te noemen: "**de Provincie**",

hierna gezamenlijk aan te duiden als "**Partijen**".

OVERWEGENDE:

- a. Door de toename aan digitale data, is de technologische kennis die nodig is om deze data te verwerken en te veredelen (Data Science) in toenemende mate van belang voor economie en samenleving.
- b. Data Science is daarmee een groeimarkt voor de toekomst, niet alleen als studiebron binnen een universiteit maar ook als bron van economische waarde, waar de economie nu en in de toekomst van kan profiteren.
- c. De TU/e en de TiU hebben het voornemen om een Grand Initiative Data Science op te zetten, en hebben daartoe de Provincie en de Gemeente benaderd. Partijen hebben de ambitie om in de regio een nationaal, economisch cluster met internationale uitstraling op dit onderwerp in te

richten. Zij leveren daarmee een bijdrage aan een nieuw wetenschappelijk en economisch zwaartepunt. De inzet is om Brabant te ontwikkelen tot de "Data-Science-Hub van Europa".

- d. Onderdeel van het Grand Initiative Data Science is de vorming van een Graduate School Data Science te 's-Hertogenbosch. De beoogde locatie is het kloostercomplex Mariënborg.
- e. Partijen werken sinds september 2014 met veel inzet en energie gezamenlijk aan de opzet en realisatie van voornoemd Grand Initiative Data Science.
- f. De motivatie van het Grand Initiative Data Science is mede ontleend aan achtergrondstudies van Dialogic d.d. 24 december 2014 (**bijlage 1**) en van Deloitte Consulting BV d.d. 24 augustus 2015 (**bijlage 2**)
- g. Tot het Grand Initiative Data Science worden activiteiten op het gebied van onderwijs, onderzoek en kennisvalorisatie gerekend. Op het gebied van onderwijs en onderzoek zijn de volgende elementen al bekend:
 - Joint Bachelor Data Science TU/e en TiU te Eindhoven respectievelijk Tilburg;
 - Joint Master Data Science TU/e en TiU bestaande uit onderzoek en onderwijs, te 's Hertogenbosch;
 - Special Masterprogram Data Science Engineering aan de TU/e in Eindhoven;
 - Special Masterprogram Data Science Business & Society aan TiU in Tilburg;De activiteiten op het gebied van kennisvalorisatie worden nog nader uitgewerkt. Hierbij spelen, naast andere entiteiten, in ieder geval het Data Science Center Eindhoven en het Data Science Center Tilburg een belangrijke rol.
- h. Partijen hebben de intentie uitgesproken om ieder als stakeholder € 10 miljoen bij te dragen aan het Grand Initiative Data Science. Mochten de geprognosticeerde huisvestingslasten in negatieve zin anders uitvallen dan voorzien, dan zullen partijen, behoudens de provincie, in redelijk overleg gezamenlijk op zoek gaan naar een oplossing.
- i. Partijen wensen hun samenwerking, intenties en (financiële) afspraken vast te leggen in de onderhavige intentieverklaring, onder voorbehoud van nadere instemming van respectievelijk Provinciale Staten van Noord-Brabant, de Gemeenteraad van 's-Hertogenbosch, de Raad van Toezicht van TU/e en het Stichtingsbestuur van TiU, evenals de medezeggenschapsorganen van beide universiteiten.
- j. Als definitief wordt besloten, dat Partijen die financiële middelen ter beschikking stellen, het noodzakelijk is verdere (financiële) afspraken te maken ten behoeve van de verdere uitwerking en realisatie van het initiatief, met bijbehorende adequate taak- en risico- en kostenverdeling, waaronder (onder meer) afspraken met betrekking tot de te leveren prestaties en de monitoring daarvan, de wijze van betaling, betalingsmomenten, de verantwoording van de financiële middelen. Deze afspraken zullen worden vastgelegd in een samenwerkingsovereenkomst.

VERKLAREN TE ZIJN OVEREENGEKOMEN ALS VOLGT:

Artikel 1: Doel van de intentieverklaring

1. Partijen continueren de samenwerking (partnership) gericht op de opzet en realisatie van het Grand Initiative Data Science en een Graduate School voor Data Science in het kloostercomplex Mariënborg te 's-Hertogenbosch. De samenwerking is onderbouwd met de Financiële Businesscase Grand Initiative Data Science d.d. 24 juni 2015 en de Financiële opbouw Grand Design Data Science & Ecosysteem, d.d. 20 juli 2015 (**bijlage 3 en 4**).
2. Deze intentieverklaring is gericht op de:
 - Vastlegging van de wijze waarop Partijen in deze intentiefase met elkaar samenwerken;
 - Vastlegging van de wijze waarop en de voorwaarden waaronder tot financiële participatie wordt overgegaan.
 - Vastlegging van de verdere gang van zaken tijdens en na uitvoering van deze intentieverklaring, waaronder de beoogde vervolgonderzoek, in de vorm van een samenwerkingsovereenkomst.

Artikel 2: Wijze van samenwerking, taken en verantwoordelijkheden

1. Op het moment van het vaststellen van deze intentieverklaring is de wijze van samenwerking tussen Partijen nog niet volledig uitgewerkt.
2. Voor zover daar in deze intentieverklaring niet van wordt afgeweken geldt het navolgende:
 - Partijen zullen, ieder voor zover het de eigen bevoegdheid betreft, maximaal participeren in de opzet en realisatie van de Graduate School Data Science en het Grand Initiative Data Science, door proactief en resultaatgericht de in dit artikel weergegeven taken, bevoegdheden en verantwoordelijkheden op te pakken ten behoeve van de uitvoering van deze intentieverklaring.
 - Partijen verstrekken elkaar desgevraagd inlichtingen en gegevens welke zij nodig achten voor de vervulling van hun in lid 4 hierna bedoelde verplichting.
 - Partijen werken samen op basis van gelijkwaardigheid, waarbij de universiteiten initiatiefnemers zijn, en Provincie en Gemeente het initiatief faciliteren.
 - Deelname aan deze intentieverklaring doet geen afbreuk aan de rol van de Provincie en de Gemeente als bevoegd gezag in het kader van hun respectievelijke wettelijke taken.
 - Partijen dragen ieder voor zich en voor eigen risico de door of in opdracht van de eigen organisatie in het kader van de uit deze intentieverklaring voortvloeiende werkzaamheden te maken c.q. gemaakte kosten (daaronder voorbereidingskosten), met uitzondering van de externe kosten, tot het moment dat Partijen een andere verdeling overeenkomen, welke vervolgens wordt opgenomen in de samenwerkingsovereenkomst. Externe kosten tot nu toe worden gezamenlijk gedragen.
3. Partijen hebben de intentie uitgesproken ieder voor € 10 miljoen bij te dragen. Mochten de geprognosticeerde huisvestingslasten in negatieve zin anders uitvallen dan voorzien, dan zullen de Gemeente, TU/e en TiU in redelijk overleg gezamenlijk op zoek gaan naar een oplossing. Een juridische bindende verplichting daartoe zal niet eerder ontstaan, dan nadat en onder voorbehoud van nadere goedkeuring van Provinciale Staten van Noord-Brabant, de Gemeenteraad van 's-Hertogenbosch, de Raad van Toezicht van de TU/e en het Stichtingsbestuur van TiU en de medezeggenschapsorganen van beide universiteiten daarmee hebben ingestemd.

4. Partijen zullen een financieringsvoorstel ter besluitvorming aan hun in lid 3 bedoelde tot (financiële) besluitvorming bevoegde organen voorleggen. Het betreft een bijdrage van € 10 miljoen, als bijdrage aan de financiering voor de hierna in lid 5 bedoelde aanvangsperiode van 10 jaar.
5. Het partnership wordt aangegaan voor een aanvangsperiode van 10 jaar met een evaluatiemoment na 8 jaar en de intentie om bij bewezen succes de samenwerking met minimaal 10 jaar te continueren. Voor de eerste 10 jaar gelden de volgende nadere voorwaarden:
 - instemming met het financieringsvoorstel en derhalve goedkeuring van de bevoegde organen (Provinciale Staten, Gemeenteraad, Raad van Toezicht, Stichtingsbestuur en medezeggenschapsorganen van beide universiteiten);
 - in verband met (en onder voorbehoud van) het voorgaande de verplichting tot levering van de gevraagde bijdrage door vier partners van ieder € 10 miljoen;
 - de inzet van TiU en TU/e richt zich op het realiseren van de Data Science Centers, de Joint bachelor, de Joint Master en de twee Special Masterprograms;
 - de provinciale inzet richt zich op de kwartiermakerskosten en de kosten voor de kennisinfrastructuur (onderzoek, onderwijs en valorisatie) in het kloostercomplex Mariënborg;
 - in aanvulling op de toezegging van € 10 miljoen levert de Provincie ook inzet van erfgoedmiddelen ter verlichting van de business case van de eigenaar van het kloostercomplex Mariënborg;
 - de provinciale inzet is eenmalig, wat inhoudt dat (kennis)valorisatie door derden wordt gefinancierd zonder additionele claims op provinciale middelen. Een structurele (toekomstige) exploitatiesubsidie wijst de Provincie af. Ook de kennisopbouw betreft 'start-up financiering'. Na de 10 jaar periode zouden andere financieringsbronnen gevonden moeten zijn;
 - de gemeentelijke inzet van € 10 miljoen betreft een eenmalig vast bedrag en richt zich op kosten in verband met huisvesting in het kloostercomplex Mariënborg;
 - de TU/e en TiU zullen zich er toe inspannen een huurovereenkomst met de eigenaar van het kloostercomplex Mariënborg aan te gaan ten behoeve van huisvesting van de Graduate School in 's-Hertogenbosch;
 - de TU/e en TiU zullen zich er toe inspannen een positieve doelmatigheidstoets en accreditatie van de opleidingen door de Nederlandse overheid te verkrijgen;
 - de TU/e en TiU zetten in op de ambitie voor de realisatie van een zogenaamd toparrangement met een bekostiging via het bedrijfsleven. Binnen het toparrangement vallen bijvoorbeeld extra leerstoelen en onderzoek;
 - de valorisatiestrategie en de valorisatieorganisatie, evenals de governance structuur ten behoeve van het Grand Initiative Data Science zullen nog nader worden uitgewerkt;
 - in de samenwerkingsovereenkomst worden onder andere de voorwaarden voor de provinciale financiële participatie nader uitgewerkt. Hiertoe worden gerekend de inhoudelijke en financiële input, throughput, output en outcome prestatiecriteria. Hierbij moet gedacht worden aan de financiële onderbouwing van de start-up kosten, de kwalitatieve en kwantitatieve hoogwaardige inrichting van de kennisinfrastructuur in 's Hertogenbosch, de gerealiseerde inzet en gerealiseerde resultaten op het gebied van valorisatieactiviteiten, het aantal gerealiseerde afstudeerders, het aantal gecreëerde nieuwe arbeidsplaatsen, de gerealiseerde extra private investeringen in Noord-Brabant en andere kwantificeerbare operationalisering van de bijdragen aan de economie van Noord-Brabant;
 - de voorwaarden van/gesteld aan Partijen die gelden in/voor de vervolgperiode na 10 jaar zullen nader worden uitgewerkt in de samenwerkingsovereenkomst.

Artikel 3: Organisatie

1. Partijen zullen in goed overleg de uit de onderhavige intentieverklaring voortvloeiende activiteiten uitvoeren. Hiertoe werken Partijen samen in een coördinerend overleg (bestuurlijk overleg), dat eenmaal per 6 weken zal worden gehouden tussen de daartoe aangewezen vertegenwoordigers van ieder der Partijen, of zoveel vaker als noodzakelijk.
2. Deze vertegenwoordigers zullen ervoor zorgdragen, dat, afhankelijk van de besprekpunten, betrokken medewerkers van Partijen aan het overleg deelnemen.
3. Er zal worden zorggedragen voor een schriftelijke verslaglegging van dit overleg, welke verslaglegging tijdens het daarop volgende overleg door Partijen dient te worden vastgesteld.

Artikel 4: Totstandkoming, duur, beëindiging

1. Wat betreft de totstandkoming en duur van de onderhavige intentieverklaring geldt dat de intentieverklaring in werking treedt op de datum van ondertekening door Partijen en in beginsel voortduurt, totdat
 - a. tussen Partijen een samenwerkingsovereenkomst tot stand is gekomen,

danwel
 - b. definitief komt vast te staan, dat de samenwerkingsovereenkomst niet tot stand zal komen omdat
 - i. een of meerdere van de tot financiële besluitvorming bevoegde organen niet instemmen met het leveren van meergenoemde bijdrage van € 10 miljoen,
danwel
 - ii. omdat Partijen overigens gezamenlijk concluderen, dat zij niet binnen een termijn van acht (8) maanden, nadat goedkeuring is gegeven aan het leveren van de financiële bijdragen, overeenstemming over de totstandkoming van een samenwerkingsovereenkomst bereiken,
hetzij
 - iii. het ministerie de beoogde opleidingen onthoudt van accreditatie en/of de doelmatigheidstoets negatief uitvalt.
2. Beëindiging van de onderhavige intentieverklaring kan uitsluitend geschieden in het (de) hiervoor onder lid 1 sub b (i, ii en iii) genoemde geval(len) Indien zich een omstandigheid als hiervoor in lid 1 sub b (i, ii en iii) van dit artikel voordoet, heeft elk van de Partijen het recht bij aangetekende brief of bij deurwaardersexploit de intentieverklaring met onmiddellijke ingang te beëindigen.
3. Beëindiging in het hiervoor onder lid 2 bedoelde geval, kan pas worden geëffectueerd indien Partijen in een bijzonder gezamenlijk overleg de problemen hebben besproken en zich tot het uiterste hebben ingespannen om deze in de geest van deze intentieverklaring op te lossen.
4. Ingeval het komt tot een beëindiging van de intentieverklaring conform het bepaalde in de leden 2 en 3 van het onderhavige artikel, zijn Partijen niet aan elkaar gebonden en hebben zij geen verplichtingen over en weer. Aan een beëindiging als hier bedoeld, zal geen van de Partijen het recht kunnen ontlenen op vergoeding van kosten en/of van eventuele schade, van welke aard en in welke vorm dan ook, tenzij Partijen uitdrukkelijk anders overeenkomen.

Artikel 5: Vervolgcontractering

1. Het partnership zal uiteindelijk nader vorm worden gegeven in de samenwerkingsovereenkomst. Partijen starten overleg over de totstandkoming van een samenwerkingsovereenkomst, indien aan de in artikel 2, lid 5 eerste bullet bedoelde voorwaarde is voldaan (instemming van de tot (financiële) besluitvorming bevoegde organen).
2. De samenwerkingsovereenkomst regelt (onder meer, doch niet uitsluitend):
 - a. de (verdere) vorm van samenwerking en de taakverdeling tussen Partijen;
 - b. de duur, verdere voortgang en de verplichtingen van Partijen in het vervolgtraject, inclusief de daaraan gekoppelde planning;
 - c. financiële verantwoording;
 - d. (gevolgen van) tussentijdse stopzetting van de het initiatief/de Graduate School;
 - e. de wijze van communicatie in het vervolgtraject.

Artikel 6: Afdwingbaarheid

Met deze intentieverklaring wordt niet beoogd in rechte afdwingbare rechten en verplichtingen in het leven te roepen.

Artikel 7: Bijlagen

De navolgende bijlagen maken integraal onderdeel uit van de onderhavige intentieverklaring:

1. Dialogic, Marktonderzoek Mariënborg d.d. 15 januari 2015 (achtergrondstudie)
2. Deloitte Consulting BV d.d. 24 augustus 2015 (achtergrondstudie)
3. TU/e en TiU: Financiële Businesscase Grand Initiative Data Science, d.d. 24 juni 2015.
4. TU/e en TiU: Financiële opbouw Grand Design Data Science & Ecosysteem, d.d. 20 juli 2015

Aldus in viervoud opgemaakt en ondertekend te Tilburg, 4 september 2015

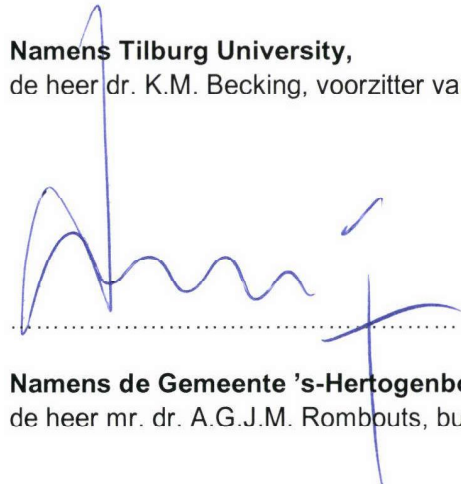
Namens de Technische Universiteit Eindhoven,

de heer ir. J.H.J. Mengelers, voorzitter van het College van Bestuur:



Namens Tilburg University,

de heer dr. K.M. Becking, voorzitter van het College van Bestuur:



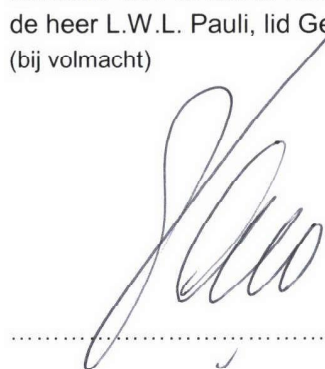
Namens de Gemeente 's-Hertogenbosch,

de heer mr. dr. A.G.J.M. Rombouts, burgemeester:



Namens de Provincie Noord-Brabant.

de heer L.W.L. Pauli, lid Gedeputeerde Staten
(bij volmacht)





Marktonderzoek Mariënburg

In opdracht van:

Technische Universiteit Eindhoven

Tilburg University

Gemeente 's-Hertogenbosch

Provincie Noord-Brabant

Uw kenmerk

DIZ 2014/1528221

Ons kenmerk

2014.105

Publicatienummer

2014.105-1502

Datum:

Utrecht, 15 januari 2015

Auteurs:

Cor-Jan Jager Msc.

Dr. Frank Bongers

Jaap Veldkamp Msc.

Drs. Robbin te Velde

Ir. Arthur Vankan

Ir. Jasper Veldman

Inhoudsopgave

1	Inleiding	3
1.1	De opkomst van data science als discipline	3
1.2	Een Graduate School Data Science & Entrepreneurship.....	5
1.3	Leeswijzer	9
2	Methodologische verantwoording	10
2.1	Online enquêtes	10
2.2	Vacature-analyse.....	12
2.3	Data-analyse instroomonderzoek.....	13
2.4	Interviews	14
3	Behoeftte-onderzoek.....	15
3.1	Marktbehoefte data scientists	15
3.2	Gewenst competentieprofiel	18
3.3	Data science en ondernemerschap	21
3.4	Mariënborg als opleidingslocatie	23
4	Instroomonderzoek	28
4.1	Aanverwante opleidingen in Nederland	28
4.2	Aanverwante opleidingen in het buitenland	30
4.3	Beslissingscriteria voor de keuze van opleiding	38
4.4	Aantrekkelijkheid van Graduate School masteropleidingen	39
4.5	Instroomprognose Graduate School opleidingen	42
5	Economisch rendement Mariënborg	50
5.1	Inleiding	50
5.2	Inrichting van de Graduate School	50
5.3	Economische structuur van (de regio) 's-Hertogenbosch	52
5.4	Directe effecten van vestiging in Mariënborg	56
5.5	Indirecte effecten van vestiging in Mariënborg.....	57
6	Conclusies	62
	Bijlage I Uitnodigingen Enquête	66

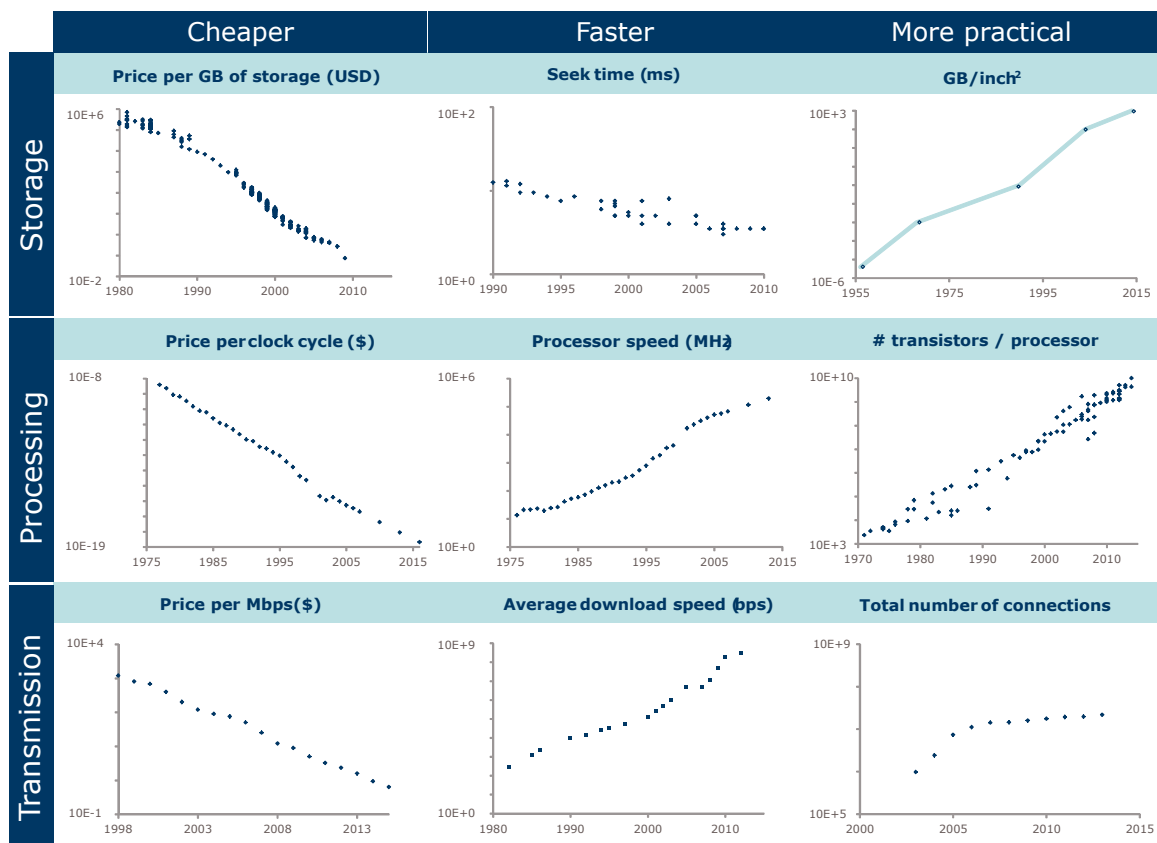
1 Inleiding

In deze rapportage doet onderzoeksbureau Dialogic verslag van een marktonderzoek voor een op te richten Graduate school Data Science & Entrepreneurship vanuit de Technische Universiteit Eindhoven (TU/e) en Tilburg University (TiU). De beoogde Graduate School wordt mogelijk gedeeltelijk gehuisvest in het oude klooster Mariënborg in het centrum van 's-Hertogenbosch.

1.1 De opkomst van data science als discipline

Alle processen in de samenleving worden in toenemende mate geïnformatiseerd en optimalisatie van informatiestromen vindt op steeds hogere aggregatieniveaus plaats. Deze (sterke) ontwikkeling van de technische impuls kent een belangrijke 'feedback-loop'. ICT maakt de omgang met informatie productiever, waardoor er (meer) vraag komt naar ICT. Doordat er meer vraag komt wordt er geïnvesteerd in de verdere ontwikkeling van ICT, waardoor ICT beter/snelser wordt en de vraag naar ICT weer toeneemt, waardoor de ontwikkeling van ICT weer een stimulans krijgt etc. Deze 'loop' is in generieke zin een eigenschap van een 'General Purpose Technology (GPT)', waar ICT een zeer pregnant voorbeeld van is.

De opkomst van data science moet ook in het licht van deze lange termijn trend worden gezien. Organisaties proberen al decennialang met behulp van IT informatie te benutten om hun eigen bedrijfsprocessen te optimaliseren (Enterprise Resource Planning), of de processen met toeleveranciers (Supply Chain Management) of met hun klanten (Customer Relationship Management). Wat nieuw is aan de opkomst van data science is dat er nu ook andere types data worden geanalyseerd (dus buiten de data afkomstig uit administratiesystemen) die voorheen niet voor tactische en strategische doeleinden worden gebruikt. Het gaat dan met name om data die *direct* wordt gegenereerd door primaire processen, zoals log files, locatiedata, emissiedata enzovoort. De totale hoeveelheid data die de samenleving genereert is daardoor exponentieel gegroeid. Tegelijkertijd is het technologische vermogen om data op te slaan, te verwerken en te vervoeren ook exponentieel toegenomen en de relatieve prijs evenzeer afgenomen (zie Figuur 1). Het is nu dus mogelijk om (i) veel meer processen (ii) veel gedetailleerder en (iii) veel vaker (near real-time) door te meten.



Figuur 1: Ontwikkelingen in de computerindustrie in de afgelopen jaren

Big Data onderscheidt zich volgens de gangbare populaire definitie van 'traditionele' data in termen van de drie 'V-s': Volume, Variety en Velocity.¹ De crux is dat traditionele manieren van het verwerken en analyseren van data niet meer voldoen bij Big Data sets. Tegelijkertijd introduceren de drie 'V's' ook uitdagingen die het niveau van de techniek ontstijgen. Data science is een discipline die zich met dit totale pakket aan uitdagingen bezighoudt.

Eenzijds betreft dit nieuwe technieken en vaardigheden die nodig zijn om dit soort grote hoeveelheden (grotendeels ongestructureerde) data met grote snelheid te kunnen verwerken en te analyseren. Deze groep wordt in een onderzoek van McKinsey gelabeld als – Deep analytical talent².

Zoals data niet uit zichzelf tot inzichten zal leiden, leiden inzichten uit data niet automatisch tot economische en/of maatschappelijke meerwaarde. Er bestaat naast een technisch gedreven aanbod van professionals ook behoefte aan bruggenbouwers die in staat zijn de toegevoegde waarde van data te zien en te vertalen naar een technische realisatie, gegeven de organisatorische, ethische en economische factoren die hierop van toepassing zijn – de 'data savvy managers en analisten'.

¹ Een willekeurige telecomoperator genereert bijvoorbeeld enorme hoeveelheden data omdat ze bijna real-time (via de *Call Detail Records*) bijhoudt waar elke individuele klant zich op dat moment bevindt. Op basis van historische CDR-data kunnen bewegingen van mensen (bijvoorbeeld ten tijde van natuurrampen) op detailniveau worden geanalyseerd en gemodelleerd.

² McKinsey & Company (2011) – Big data: the next frontier for innovation, competition and productivity.

Een derde groep die kan worden onderscheiden betreft een groep die zich inhoudelijk het beste verhoudt tot de 'data savvy managers en analisten', maar daarnaast een ondernemende instelling hebben om te pionieren in deze nieuwe discipline. Aan de bedrijvenkant gaat het dan om 'data entrepreneurs': ondernemers die daadwerkelijk in staat zijn om de nieuwe mogelijkheden van data te vercommercialiseren.

Een ontwikkeling die het speelveld voor deze laatste groep openbreekt, is de opkomst van open innovatie (innovatieve samenwerking met partners buiten de eigen organisatie). Een grootschalig wereldwijd onderzoek van PricewaterhouseCoopers naar de impact van innovatie positioneert 'open innovatie' als de belangrijkste (32% van de respondenten) factor voor organisatorische groei³. Onder Nederlandse respondenten in dit onderzoek is dit zelfs 42 procent. Dit impliceert draagvlak voor meer open vormen van samenwerken, waardoor speelruimte ontstaat voor ondernemers met een aantoonbaar toegevoegde waarde.

Er is op dit moment in de Verenigde Staten een tekort aan data scientists en Big Data specialisten. Bedrijven steken daarom veel energie in het werven van promovendi met een data science achtergrond, onder meer middels gunstige arbeidsvoorwaarden (zelfs wanneer de sprake is van beperkte ervaring). Het tekort aan data scientists zal de komende jaren vermoedelijk verder toenemen. Volgens McKinsey⁴ hebben de VS in 2018 een tekort van 140.000 tot 190.000 data scientists en 1,5 miljoen managers en analisten die de inzichten uit data-analyses kunnen vertalen in strategie of beleid. Deze voorspelling laat zich moeilijk vertalen naar Nederland, maar het feit dat data science gerelateerde vaardigheden een belangrijke rol gaan spelen, lijkt evident.

1.2 Een Graduate School Data Science & Entrepreneurship

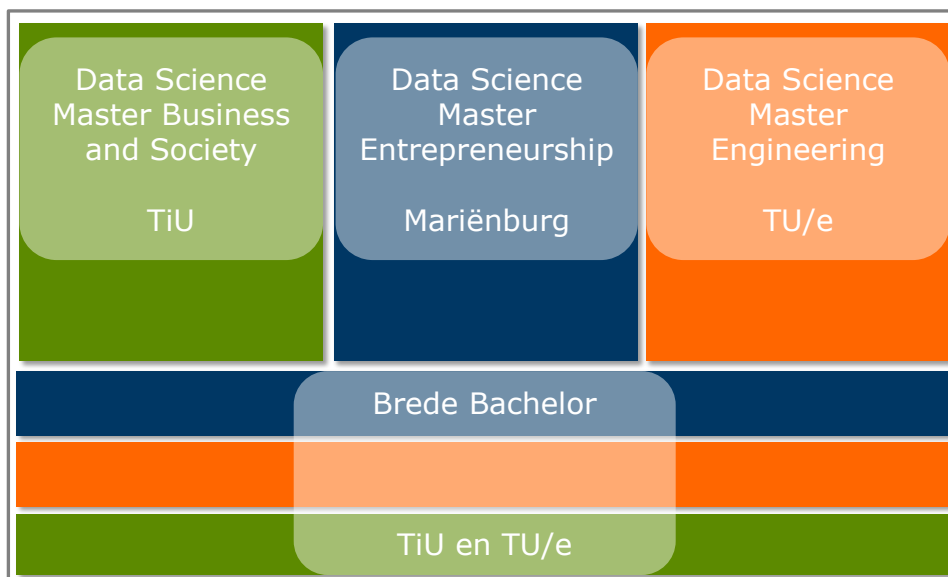
De Colleges van Bestuur van de Technische Universiteit Eindhoven (TU/e) en Tilburg University (TiU) hebben de opening van het academische jaar in 2014 aangegrepen om het voornemen uit te spreken een gezamenlijke Graduate School Data Science & Entrepreneurship op te richten en deze gedeeltelijk te huisvesten in het klooster Mariënborg te 's-Hertogenbosch. Daarnaast zal de Graduate School post masters (PDEng en PhD-ers) op deze thema's gaan opleiden. Deze ambitie is ingegeven door twee ontwikkelingen die sterk in elkaars verlengde liggen:

- De enorme toename van data (sec) in de samenleving door de explosieve groei van geautomatiseerde data(verzameling) in verschillende sectoren en in de persoonlijke omgeving, hetgeen nieuwe mogelijkheden biedt voor economische en maatschappelijke groei.
- De uitwerking van bovenstaande op de samenleving en kansen en uitdagingen die dit biedt voor onder meer start-ups en ondernemers.

Met deze Graduate School hopen beide universiteiten een interdisciplinaire benadering te bieden aan (toekomstige) studenten op het gebied van data science. Men ziet deze Graduate School als een krachtig bindmiddel om de (Brainport) regio in staat te stellen zich verder te ontwikkelen tot een toonaangevend en internationaal competitief innovatie-ecosysteem.

³ PriceWaterhouseCoopers (2013) – Breakthrough innovation and growth.

In de opzet van de Graduate School was aanvankelijk rekening gehouden met twee masteropleidingen op de locatie Mariënborg te 's-Hertogenbosch. Deze plannen zijn inmiddels gewijzigd. Het huidige 'Grand Design' heeft de volgende opzet⁵ (zie Figuur 2)



Figuur 2: Grand Design Graduate School Data Science TU/e en TiU

In deze opzet komt er een brede bachelor (geen onderdeel van de Graduate School), die op zowel de TU/e als TiU zal worden aangeboden. Deze bachelor opleiding zal het geijkte voorportaal worden voor de drie masteropleidingen die binnen de Graduate School worden aangeboden. In deze bachelor zal ruimte zijn voor:

- **Engineering:** De 'harde' technische kant van data science. Te denken valt aan statistiek, optimalisatie, datamining, algoritmië en programmeren.
- **Society:** De maatschappelijke kant van data science. Te denken valt aan ethiek, innovatie en regulering, wetgeving en business analytics.
- **Entrepreneurship:** De ondernemerskant van data science. Te denken valt aan business modellen voor data science, open innovatie, marketing, financial and corporate entrepreneurship.

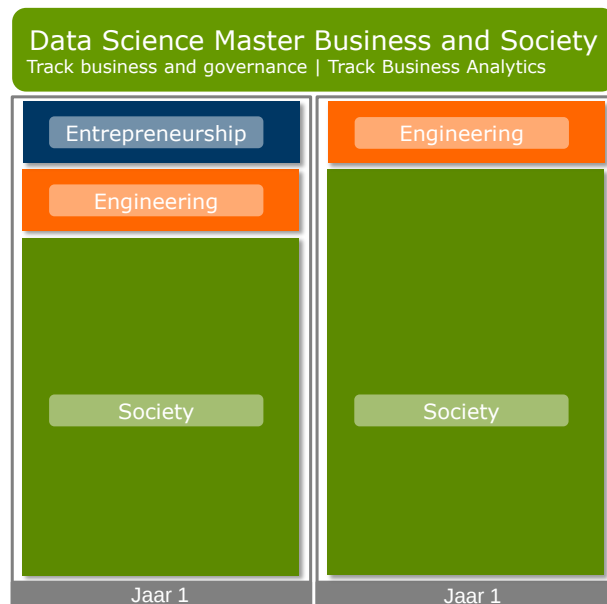
Deze brede bachelor opleiding maakt geen onderdeel uit van dit onderzoek en wordt verder in dit rapport buiten beschouwing gelaten.

Desalniettemin komen voornoemde focusgebieden ook terug in de masterfase, zij het op een meer gedifferentieerde wijze. Er worden door de twee universiteiten momenteel drie concepten voor masteropleidingen onderzocht met de drie genoemde specialisaties. In het vervolg van dit rapport nemen wij deze drie specialisaties als uitgangspunt. Deze richtingen zijn bijvoorbeeld ook voorgelegd in een enquête onder huidige bachelor-, master- en PhD-studenten aan TU/e- en TiU-opleidingen. Bovenop deze drie masters beogen beide universiteiten ook post-masters aan te bieden zoals Professional doctorates in Engineering (PDEng) en PhD-posities.

⁵ Dit is de ons laatst bekende opzet van beide universiteiten voor inrichting van de Graduate School.

1.2.1 Data Science Master Business and Society

Deze 1-jarige masteropleiding zal aan de Tilburg University worden gegeven en bestaat uit twee mogelijke tracks (zie Figuur 3). In lijn met de wetenschappelijke focus van Tilburg University ('Understanding Society') zal de nadruk in de data science masteropleiding liggen op economische, sociale, ethische en bestuurlijke aspecten van data science met een klein accent op engineering en/of entrepreneurship.



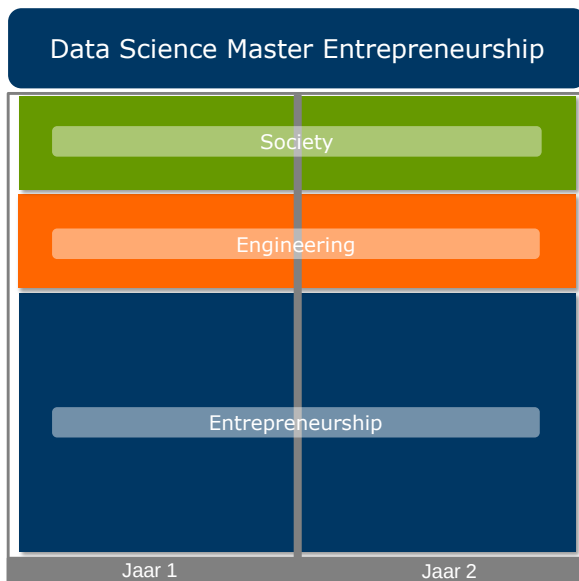
Figuur 3: Verhouding in data science focusgebieden 1-jarige masteropleiding TiU met 2 tracks

Er worden in de meest recente opzet twee master tracks aangeboden: (1) Business and Governance en (2) Business Analytics.

1.2.2 Data Science Master Entrepreneurship

Een tweede concept is een ondernemersgeoriënteerde opleiding. Het ligt in de lijn der verwachtingen dat deze gehuisvest zal worden in 's-Hertogenbosch in het voormalige klooster Mariënborg.

In de huidige opzet zal dit een tweejarige master betreffen voor studenten met belangstelling voor data science en ondernemerschap. Het is bedoeling dat studenten gedurende hun opleiding gaan wonen op de campus Mariënborg. Tu/e en TiU zijn ervan overtuigd dat dit concept goed past bij de inhoudelijke focus op ondernemerschap. Ook zullen op deze locatie de nodige faciliteiten (facilitaire ondersteuning, bedrijfshuisvesting, IT infrastructuur, toegang tot potentiële afnemers) worden geboden voor studenten om een eigen onderneming te starten tijdens de opleiding.

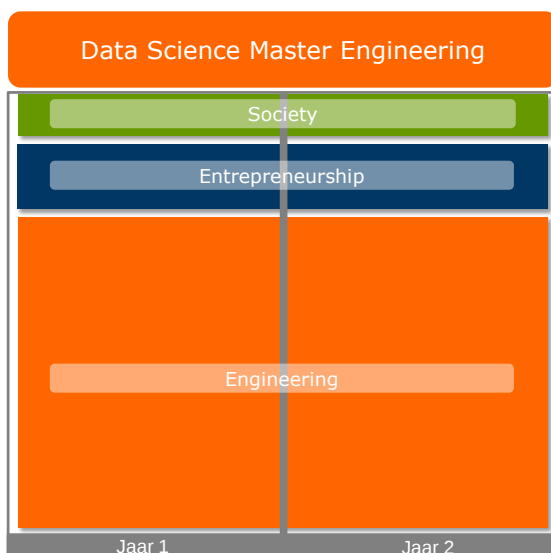


Figuur 4: Verhouding in data science focusgebieden 2-jarige masteropleiding te Mariënborg

De ondernemerschap georiënteerde master is de meest interdisciplinaire master van de drie specialisaties (zie Figuur 4). In deze master staat ondernemerschap centraal, maar er zal ook ruimte zijn voor 'Engineering' en 'Society' vakken. Op de locatie Mariënborg zal ook plaats worden gemaakt voor PhD en PDEng-ers. Met name voor die laatste groep ligt samenwerking met het (regionale) bedrijfsleven voor de hand.

1.2.3 Data Science Master Engineering

Tot slot bestaat het plan voor een masteropleiding gericht op Engineering. Dit sluit wat betreft profiel beter aan bij de Technische Universiteit Eindhoven. Deze specialisatie zal dan ook vermoedelijk bij deze instelling worden aangeboden. Deze master is minder interdisciplinair dan de masteropleiding van Mariënborg, zoals geïllustreerd in Figuur 5 hieronder.



Figuur 5: Verhouding in data science focusgebieden 2-jarige masteropleiding aan de TU/e.

Deze masteropleiding betreft net als die van de Mariënborg een tweejarige master.

1.3 Leeswijzer

Onze opdrachtgevers hebben aangegeven te willen verkennen of een Graduate School met gedeeltelijke huisvesting in 's-Hertogenbosch de krachten van de Tilburg University en de Technische Universiteit Eindhoven voldoende verenigt, past binnen de regionale ambities en past in het bestaande aanbod van opleidingen. Daarnaast dient specifiek te worden onderzocht welke voor- en nadelen kleven aan het klooster Mariënborg te 's-Hertogenbosch als potentiële campuslocatie.

Deze marktverkenning maakt een onderscheid tussen een behoefte-onderzoek, een instroomonderzoek en een economische rendementsanalyse. Onze rapportage hanteert deze driedeling ook. In het volgende hoofdstuk 2 volgt eerst een methodologische verantwoording.

Hoofdstuk 3 presenteert de resultaten van het behoefte-onderzoek. Dit onderdeel beantwoordt de vraag welke behoefte de markt (bedrijven, overheden) heeft aan data scientists (3.1). Waar mogelijk presenteren we een zo fijnmazige indeling van competenties van data scientist (3.2). Vervolgens vertalen we deze marktbehoefte naar de vraag naar ondernemers op het gebied van data science (3.3). Deze behoefte is moeilijk vast te stellen, omdat zij zich niet uit vacatures laat vertalen. We putten hier dus vooral uit deskstudie en interviews met bedrijven. Tot slot kijken we in het bijzonder naar de behoeftes van het gewenste functieaanbod van de Mariënborg (3.4). Dit laatste heeft zowel betrekking op behoeftes van studenten als van bedrijven.

In hoofdstuk 4 behandelen we het instroomonderzoek. In dit deelonderzoek kijken we eerst naar data science opleidingen in Nederland (4.1) en in het buitenland (4.2). Vervolgens tonen we beslissingscriteria voor het kiezen van een (data science) opleiding zoals die naar voren kwamen uit onze studentenenquête (4.3) en rapporteren we de voorkeuren van de bevroegde studenten voor de drie Masteropleidingen (4.4). Deze informatie wordt aangevuld met data van DUO over historische studentenstromen teneinde tot een prognose te komen voor toekomstige instroom in de boogde masteropleidingen (4.5).

In hoofdstuk 5 verkennen we de *economische impact* van de Graduate School. We beschrijven eerst de beoogde inrichting van de Graduate School (5.2) en economische structuur van de regio 's-Hertogenbosch (5.3). Vervolgens bespreken we de verwachte directe (5.4) en indirecte economische impact (5.40).

In hoofdstuk 6 presenteren we de conclusies.

2 Methodologische verantwoording

In dit hoofdstuk wordt een methodologische verantwoording gegeven van de belangrijkste onderzoekstappen. We onderscheiden daarin interviews, de drie online enquêtes onder studenten en promovendi, de vacature-analyse en het instroomonderzoek.

2.1 Online enquêtes

Een belangrijke bron van informatie in dit onderzoek volgt uit enquêtes onder bachelor, master en PhD-studenten van de Technische Universiteit Eindhoven en Tilburg University. Deze vragenlijst is in nauw overleg met de TU/e en TiU opgesteld.

Doelgroep

Vervolgens is een selectie gemaakt van bachelor- en masteropleidingen die zouden worden betrokken bij de enquête. Ook is besloten verschillende PhD'ers bij het onderzoek te betrekken van beide universiteiten. In Tabel 1 hieronder zijn de opleidingen en aantallen studenten opgesomd die vanuit Tilburg University zijn geënquêteerd.

Tabel 1: Benaderde opleidingen aan de Tilburg University(TiU).

Opleiding (isat)	Opleidingsnaam	Ba/Ma/PhD	Potentieel aantal studenten
60046	Finance	Ma	
60055	Information Management	Ma	
60057	Operations Research and Management Science	Ma	
60058	Quantitative Finance and Actuarial Science	Ma	
60059	Accounting	Ma	
60063	Marketing Management	Ma	
60064	Marketing Research	Ma	
60066	Strategic Management	Ma	
60069	Law and Technology	Ma	
60093	Supply Chain Management	Ma	
60407	International Management	Ma	
60834	Communicatie- en Informatiewetenschappen	Ma	
		Totaal Ma	2.098
50393	Liberal Arts and Sciences	Ba	
50951	Economie en informatica	Ba	
56826	Communicatie- en Informatiewetenschappen	Ba	
56833	Econometrie en Operationele Research	Ba	
		Totaal Ba	1.031
		Totaal PhD	266

Ook voor de Technische Universiteit Eindhoven is een dergelijke selectie van opleidingen gemaakt. Gekozen is om alle studenten van de faculteiten 'Mathematics and Informatics' en 'Industrial Engineering & Innovation Sciences' bij het onderzoek te betrekken. De betreffende opleidingen staan in Tabel 2.

Tabel 2: Benaderde opleidingen aan de Technische Universiteit Eindhoven (TU/e)

Opleiding (isat)	Opleidingsnaam	Ba/Ma/PhD	Potentieel aantal studenten
66430	Operations Management and Logistics	Ma	
60431	Human Technology Interaction	Ma	
60430	Innovation Management	Ma	
66265	Innovation Sciences	Ma	
60347	Industrial and Applied Mathematics	Ma	
60438	Computer Science and Engineering	Ma	
60432	Business Information Systems	Ma	
60331	Embedded Systems	Ma	
		Totaal Ma	1.150
66265	Innovation Sciences / Innovatiewetenschappen	Ba	
56994	Industrial Engineering and Management Sciences	Ba	
56265	Psychology and Technology	Ba	
56265	Sustainable Innovation	Ba	
56965	Applied Mathematics / Technische Wiskunde	Ba	
56964	Software Science	Ba	
56964	Web Science	Ba	
56964	Technische Informatica	Ba	
		Totaal Ba	1.900
		Totaal PhD	250

Vanzelfsprekend zouden we ook graag studenten aan verwante opleidingen buiten de TU/e en Tilburg University bevragen voor interesse in de nieuwe opleidingen. Dit is echter reeds in de opzet van het onderzoek terzijde gelegd door zowel Dialogic als de opdrachtgevers, gelet op de korte doorlooptijd van het onderzoek, maar ook zeker door het feit dat de kans dat andere (concurrerende) universiteiten hieraan zouden meewerken verwaarloosbaar werd geacht.

Benadering van doelgroep

Alle studenten zijn uitgenodigd via email door de universiteit waar zij ingeschreven staan om de kans op respons te vergroten. De uitnodigingsteksten voor Bachelor, Master en PhD-studenten zijn in samenspraak met TiU en TU/e opgesteld en staan in Bijlage I in respectievelijk Box 1, Box 2 en Box 3.

Dialogic heeft op basis van de aantallen studenten in Tabel 1 en Tabel 2 een corresponderend aantal combinaties voor username en passwords aangemaakt voor een webenquête. Deze zijn op 19 november 2014 gedeeld met beide universiteiten. De TU/e en TiU hebben deze username-password combinaties gekoppeld aan individuele studenten, waarna zij de doelgroep hebben benaderd via een mailmerge onder vermelding van hun unieke username en password combinatie. TU/e heeft deze mails op 19 november verstuurd. TiU op 21 november.

Op 1 december 2014 hebben zowel TiU als TU/e herinneringsmails uitgestuurd naar de selectie van studenten die de vragenlijst nog **niet** hadden ingevuld. Dialogic heeft voorafgaand de lijst met unieke usernames gecommuniceerd van studenten die de vragenlijst reeds hadden ingevuld. De enquête is 4 december 2014 stopgezet. De respons staat in Tabel 3.

Tabel 3: Respons webenquête

Vanuit:	% Bachelor	% Master	% PhD	% Totaal
TU/e	24,4% (464)	29,5% (339)	34,0% (85)	26,9% (888)
TiU	19,0% (196)	18,6% (390)	27,8% (74)	19,4% (660)
Totaal	22,5% (660)	22,4% (729)	30,8% (159)	23,1% (1.548)

In deze rapportage zal op enkele plekken worden geput uit de analyse van de resultaten uit de enquête. Tenzij anders vermeld heeft dit betrekking op de hierboven genoemde aantallen respondenten. In sommige gevallen worden separate doorsneden gemaakt.

2.2 Vacature-analyse

Een belangrijk onderdeel in het behoefte-onderzoek (Hoofdstuk 3), bestaat uit een analyse van actuele en historische vacatures voor data scientists. Daartoe is gebruik gemaakt van een verrijkt databestand van Jobfeed.

Jobfeed

Jobfeed is een applicatie van Textkernel b.v. die op dagelijkse basis alle grote vacature-sites, grote corporate recruitment sites, LinkedIn en intermediaire partijen crawlt en ontdebelt. Zo ontstaat een rijk en actueel beeld van vraag naar personeel.

Vanzelfsprekend zal Jobfeed niet **alle** vacatures opnemen, aangezien sommige vacatures nooit op dergelijke sites verschijnen, maar als proxy voor vraag naar personeel is het een betrouwbare bron, voorzien van relevante attributen als opleidingsniveau, standplaats vacature, beroepsgroep, SBI-indeling etc. Ook CBS en UWV (spanningsindicator arbeidsmarkt) gebruiken de data van Jobfeed intensief.

Matchcare

Matchcare heeft een directe koppeling (via een api) met Jobfeed en verrijken deze data nog verder door het te koppelen aan beroepsprofielen. Door deze gegevens ook historisch op te slaan kan ook met terugwerkende kracht worden geanalyseerd hoe vraag naar specifieke competenties / beroepen zich in de tijd heeft ontwikkeld. Matchcare heeft als onderaannemer van Dialogic een databestand met relevante vacatures aangeleverd van de afgelopen vijf jaar.

Opgeleverd databestand

Op basis van de profielen van data scientists die afgeleid konden worden van het 'grand design' is een invulling gekozen voor het profiel van de 'data scientist'. Op basis van tekst-mining zijn de integrale vacatureteksten doorgenomen op het (gecombineerd) voorkomen van bepaalde aan data science gerelateerde termen. Aan deze combinaties zijn scores toegekend voor data science als geheel en voor drie focusgebieden:

- Engineering
- Business and Society

Matchcare heeft na een aantal testbestanden en iteratieslagen een databestand opgeleverd aan Dialogic. Het bleek dat het 'draaien aan de parameters voor toekenning van scores' tot oververtegenwoordiging van software developers in het databestand leidde. Na enkele

bijstellingen bevatte het resulterende bestand nagenoeg 100% data science relevante vacatures.⁶ Het opgeleverde bestand omvatte de volgende velden:

- Vacaturetitel
- Opleidingsniveau
- Business and Society Score
- Entrepreneurship score
- Engineering score
- Postcode
- Bedrijfsnaam
- Publicatie datum
- Vacaturetekst

Het uiteindelijke databestand bestond uit relevante data science vacatures over de afgelopen 5 jaar voor WO-gediplomeerden. Op basis van de functiebeschrijvingen is bepaald welk van de bovenstaande drie profielen het beste bij ieder van de vacatures past. Zie onderstaand blok voor meer toelichting. In paragraaf 3.1 en 3.2 van dit rapport komen analyses op basis van dit bestand aan de orde.

Indicator voor het data scientist profiel in de vacatures

Op basis van de functiebeschrijvingen van de data scientist vacatures is een 'business-score' en een 'technische score' toegekend aan iedere vacature. Vervolgens is deze business-score gedeeld door de mediaan van alle business-scores, en is de technische score gedeeld door de mediaan van alle technische scores. Hierdoor ontstaan twee nieuwe indicatoren die respectievelijk aangeven hoe sterk de desbetreffende vacature relatief gefocust is op business (in vergelijking met alle data science vacatures) en hoe sterk de desbetreffende vacature relatief gefocust is op techniek (in vergelijking met alle data science vacatures).

Vervolgens is de ratio van deze twee nieuwe (genormaliseerde) indicatoren genomen als overall indicator voor het data scientist profiel in de vacature. Er is bij deze eindindicator een cut-off-value van 1,5 (technisch gedeeld door business) gehanteerd om de technische data scientist te onderscheiden van de verbindende data scientist. Ook is er een cut-off-value van 1,5 gehanteerd (business gedeeld door technisch) om de business data scientist te onderscheiden van de verbindende data scientist. Hoewel deze cut-off-value enigszins arbitrair is, is empirisch ondervonden dat deze grens goed overeenkomt met de conceptueel beschreven profielen hierboven.

2.3 Data-analyse instroomonderzoek

Voor de instroomprognose is gebruik gemaakt van uittreksels van het zogenaamde 1CijferHO bestand (op persoonsniveau). Het 1 cijfer HO bestand (1cHO) komt voort uit het Centraal Register Inschrijving Hoger Onderwijs (CRI-HO) van de Dienst Uitvoering Onderwijs (DUO). Met deze databestanden zijn fijnmazige analyses mogelijk die direct tegemoet komen aan de vragen van de opdrachtgever. Deze cijfers zijn met name gebruikt voor patronen in studentenstromen van vooropleidingen richting masteropleidingen.⁷

⁶ De niet relevante vacatures zijn er alsnog handmatig uitgefilterd

⁷ Voor een deel van data-analyses die betrekking hadden op herkomst van ingestroomde master studenten was toestemming vereist vanuit de Directie Kennis van Ministerie OCW. Met het ondertekenen van een gebruikersovereenkomst dat de data enkel voor dit doel zou worden ingezet is deze toestemming op 2 december 2014 verstrekt en zijn de gevraagde databestanden opgeleverd.

Daarnaast zijn vanuit DUO ook cijfers over het aantal gediplomeerden per opleiding gebruikt. In aanvulling op feitelijke historische onderwijsdata van DUO is gebruik gemaakt van cijfers/inzichten verworven uit een studentenenquête, die omwille van dit onderzoek is uitgezet onder bachelor- en masterstudenten van de Tilburg University en de Technische Universiteit Eindhoven. Het beantwoorden van andere onderzoeksvragen binnen het instroomonderzoek (bijv. mate van internationale concurrentie) is in grote mate gebaseerd op desk research.

2.4 Interviews

In het kick-off overleg van 31 oktober 2014 is een groslijst met interviewkandidaten voor het haalbaarheidsonderzoek opgesteld. Deze lijst is kort daarna definitief gemaakt. De samenstelling van de groep geïnterviewden is een afspiegeling van enerzijds initiatiefnemers en direct belanghebbenden, anderzijds afnemers van toekomstige studenten aan deze Graduate Schoo. Ook zijn intermediaire partijen en vergelijkbare opleidingen geïnterviewd. In totaal hebben we 25 personen gesproken, verdeeld over 19 interviews (zie Tabel 4).

Tabel 4: Lijst met geïnterviewden.

#	Naam	Functie	Affiliatie
1	Edward van de Pol	Algemeen Directeur	Starterslift
2	Willem van der Made	Directeur stadsontwikkeling	Gemeente 's-Hertogenbosch
3	Sjoerd van Dommelen	Strateeg	Provincie Noord-Brabant
4	Irene Lammers	Strateeg	Provincie Noord-Brabant
5	Lex Meijdam	Decaan Economie & Management	Tilburg University
	Corien Prins	Decaan Juridische faculteit	Tilburg University
6	Dick den Hertog	Hoogleraar operations research	Tilburg University
	Max Louwerse	Hoogleraar Cognitive Psychology	Tilburg University
7	Johan van Leeuwen	Opleidingsdirecteur Wiskunde – Task force data science	Technische Universiteit Eindhoven
	Chris Snijders	Programma directeur Innovation Sciences TU/e	Technische Universiteit Eindhoven
	Wijnand IJsselsteijn	Task Force Data Science Education IE&IS	Technische Universiteit Eindhoven
	Maurice Groten.	Programma manager Data Science Centre	Technische Universiteit Eindhoven
	Emile Aarts	Decaan faculteit Wiskunde en Informatica	Technische Universiteit Eindhoven
8	Roel Schutten	Directeur	AgriFood Capital
9	Ad van der Heijden	Sectormanager	Brabantse Ontwikkel Maatschappij
10	Frank Cooler	Chief Executive Officer	Instrasurance
11	Casper Hengst	Business Intelligence Manager	Ricoh
12	Tijmen Blankevoort	Chief Executive Officer	Scyfer
13	Lennart Bootsma	Industry Consultant	Teradata
14	Geert Jan Houben	Initiatiefnemer Delft Data Science	TU Delft
15	Nonja van Waveren	Corporate Recruiter	Itility
16	Kirsten Pijls	Talent Acquisition Consultant	Philips Research
17	Peter van der Mede	Business Consultant	DAT Mobility
18	Theo Thewessen	Directeur	Geodan
19	Alexander van Eerden	Oprichter	Building Blocks

3 Behoeftte-onderzoek

Het eerste deel van de marktverkenning richt zich op de huidige en toekomstige behoeften. In hoeverre is er vanuit bedrijven, instellingen en overheden behoefte aan data scientists, zowel in Nederland als in Noord-Brabant?

Tevens wordt in dit deelonderzoek ingezoomd op het gewenste functieaanbod van de locatie Mariënborg en de bereidheid van overheden en bedrijfsleven om deze locatie als campus voor een Graduate School in te richten. Overeenkomstig met de vragen vanuit de opdrachtgever, staan in dit hoofdstuk centraal:

- Analyse van marktbehoefte naar data scientists en entrepreneurs (3.1).
- Analyse van gewenste competentieprofiel van de data scientist (3.2).
- Analyse van marktbehoefte naar data science entrepreneurs (3.3).
- Analyse van gewenste functie-aanbod en bereidheid tot mee-ontwikkelen locatie Mariënborg (3.4).

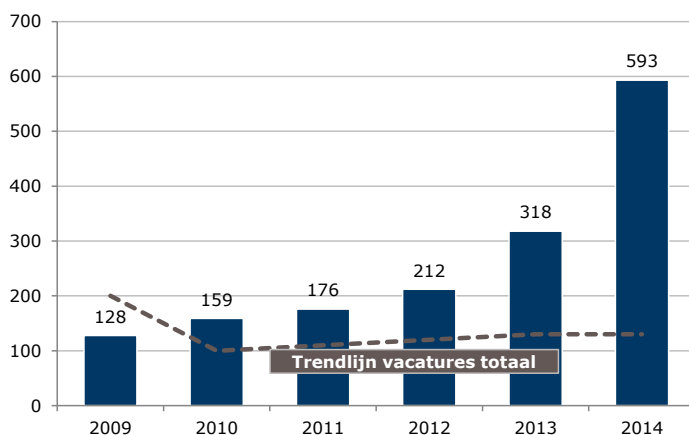
3.1 Marktbehoefte data scientists

De haalbaarheid van een nieuwe opleiding start bij de vraag of er behoefte is vanuit de markt aan dergelijke afgestudeerden. Indien er geen behoefte is vanuit de markt, is het opstarten van een nieuwe opleiding moeilijker te verantwoorden.

Om de marktbehoefte aan data scientists binnen Nederland en de provincie Noord-Brabant in kaart te brengen, zijn vacatures in de periode 2009-2014 geanalyseerd. Uit de totale set van vacatures zijn de vacatures voor data scientists geselecteerd en geanalyseerd. In deze marktbehoefte-analyse worden vacatures dus als proxy gebruikt voor de marktvraag naar data scientists.

Algemene ontwikkeling van de vraag naar data scientists

De vraag naar data scientists is in recente jaren sterk toegenomen, terwijl het totaal aantal vacatures vrij constant is gebleven. Figuur 6 geeft deze ontwikkeling grafisch weer.



Figuur 6: Aantal vacatures voor data scientists in de periode 2009-2014.

De vraag naar data scientists kent sinds 2013 een sterke groei. Daarbij moet opgemerkt worden dat de vacatures in 2014 tot en met september zijn opgenomen; het totaal aantal vacatures voor 2014 ligt naar verwachting dus nog hoger.

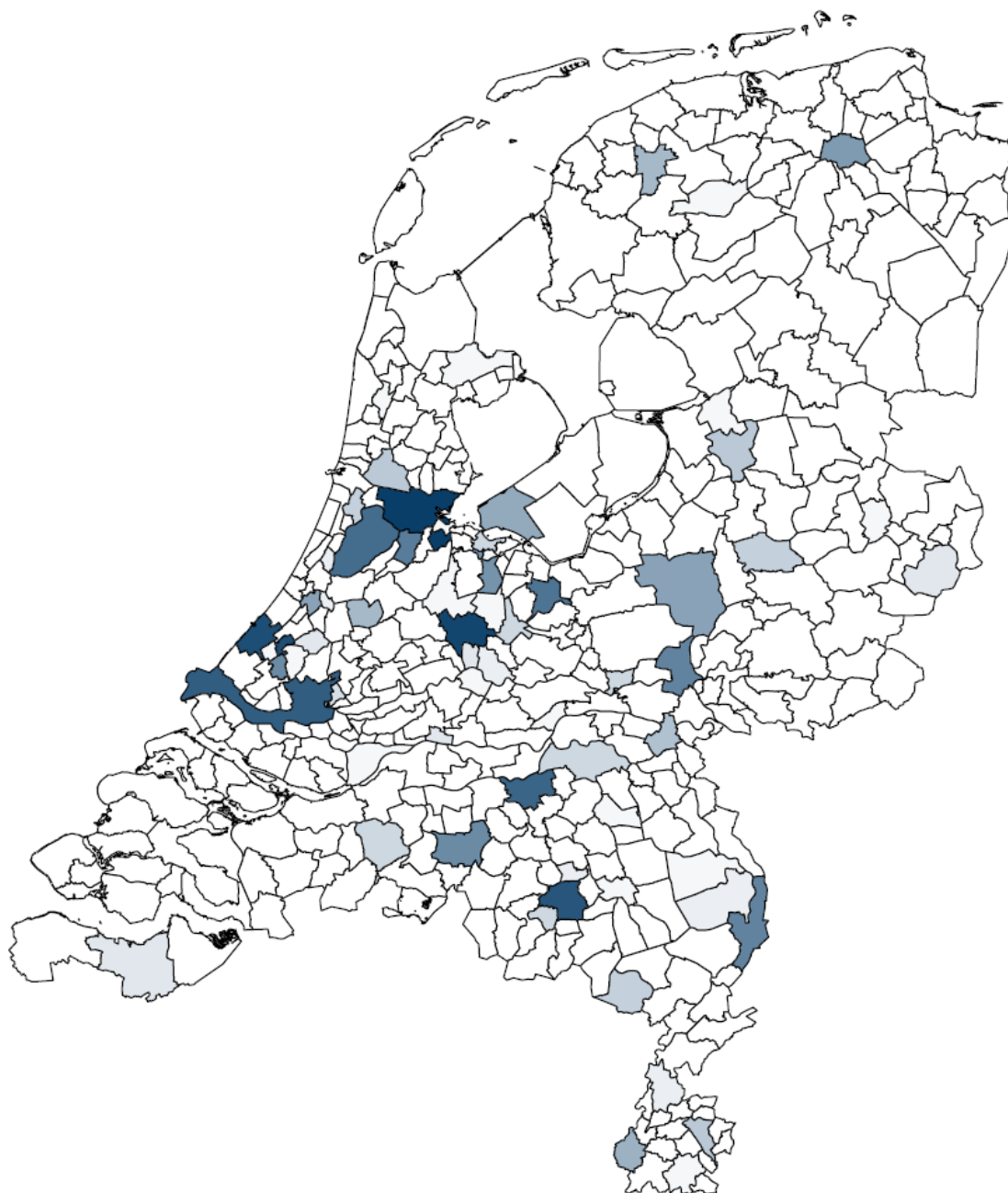
De sterk toenemende vraag blijkt ook uit de ontwikkelingen rondom het Data Science Center Eindhoven (DSC/e). Hier hebben verschillende partijen aangegeven het belang van data scientists te ondersteunen, waaronder ASML, KPMG, Philips, TomTom, FEI, Deloitte, CQM, Magnaview, Rabobank, Centraal Bureau voor de Statistiek, Fontys en de Brabantse Ontwikkelingsmaatschappij. Tijdens een strategische workshop Data Science in april 2014 bleek tevens dat er in de regio een aanzienlijke behoefte aan data scientists bestaat.

De geografische verdeling van de vraag naar data scientists

De marktvraag is geografisch niet homogeen verdeeld. Sommige gemeenten kennen een sterkere vraag naar data scientists dan andere gemeenten. Deze vraag is uiteraard gerelateerd aan de bedrijvigheid die in de verschillende gemeenten gevestigd is. Tabel 5 geeft de vijftien gemeenten weer met het grootste aantal vacatures voor data scientists in de periode 2009-2014, Figuur 7 geeft op de kaart van Nederland weer hoe de vraag naar data scientists verdeeld is over Nederland.

Tabel 5: De 15 gemeenten met het grootste aantal vacatures voor data scientists in de periode 2009-2014.

Gemeente	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Totaal
Amsterdam	55	75	70	80	120	205	605
Utrecht	12	5	18	16	32	75	158
's-Gravenhage	9	21	13	20	25	42	130
Eindhoven	3	1	6	5	16	46	77
Rotterdam	7	2	7	8	21	25	70
's-Hertogenbosch		5	6	10	10	11	42
Haarlemmermeer	2	6	3	4	3	19	37
Amersfoort	5	4	6	8	7	5	35
Amstelveen	4	2	1	1	4	12	24
Arnhem	2	1		3	5	12	23
Venlo	3		1	10	7	2	23
Tilburg	1		3	3	4	8	19
Delft			3	1	2	13	19
Hilversum	3	5		3	2	5	18
Groningen	1	1	2	2	3	8	17



Figuur 7: Aantal vacatures voor data scientists in de periode 2009-2014, uitgesplitst naar de gemeenten van vacature-plaatsers.

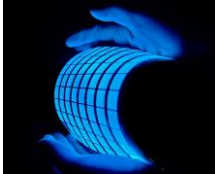
Veruit de meeste vacatures komen uit Amsterdam, gevolgd door Utrecht, Den Haag, Eindhoven en Rotterdam. De vraag lijkt zich te concentreren in de Randstad en enkele grotere steden buiten de Randstad. Op zichzelf is dit geen verrassend resultaat, aangezien deze regio's in algemene zin de meeste bedrijvigheid kennen. Desalniettemin zijn de vacatures niet 1-op-1 gerelateerd aan algemene economische bedrijvigheid; sommige gemeenten kennen een relatief sterkere vraag naar data scientists.

Eindhoven (#4), 's-Hertogenbosch (#6) en Tilburg (#12) behoren alle drie tot de 15 gemeenten met het grootste aantal data scientist-vacatures. Buiten deze drie gemeenten lijkt Noord-Brabant geen andere gemeenten te hebben met een substantiële vraag naar

data scientists Een nadere verkenning van de vraag binnen de provincie Noord-Brabant heeft daarmee een beperkt toegevoegde waarde.

De vraag naar data scientists vanuit verschillende sectoren

Verschillende sectoren hebben een verschillende behoefte aan data scientists, en zullen data scientists op verschillende wijzen inzetten. Binnen de vacatures kunnen verschillende typen bedrijven gedefinieerd worden⁸. De meest prominent aanwezige sectoren met een (vacature)vraag naar data scientists zijn:

Banken en verzekeraars	Technologie-bedrijven	Energie-bedrijven	Telecom-operators	Webwinkels
				
ING	Philips	Alliander	KPN	Bol.com
ABN Amro	Itility	Enexis	T-Mobile	Coolblue
Achmea	...	Essent	Vodafone	Booking.com
...	...	...	...	...

Figuur 8 De meest prominent aanwezige sectoren met data scientist vacatures.

Deze sectoren hebben gemeenschappelijk dat ze te maken hebben met grote hoeveelheden data. Bedrijven streven er doorgaans naar om datastromen te optimaliseren en de waarde die data bevatten te ontginnen. Zo kunnen banken en verzekeraars door middel van slim gebruik van data meer inzicht verwerven in hun klanten of kunnen ze fraude beter bestrijden. Energiebedrijven kunnen meer zicht krijgen op gebruiksgedrag of kunnen data gebruiken voor het ontwikkelen en inrichten van smart grids. Webwinkels kunnen met slim gebruik van data (betere) recommender systems ontwikkelen. Dit zijn slechts enkele voorbeelden uit het zeer brede scala aan datatoepassingen.

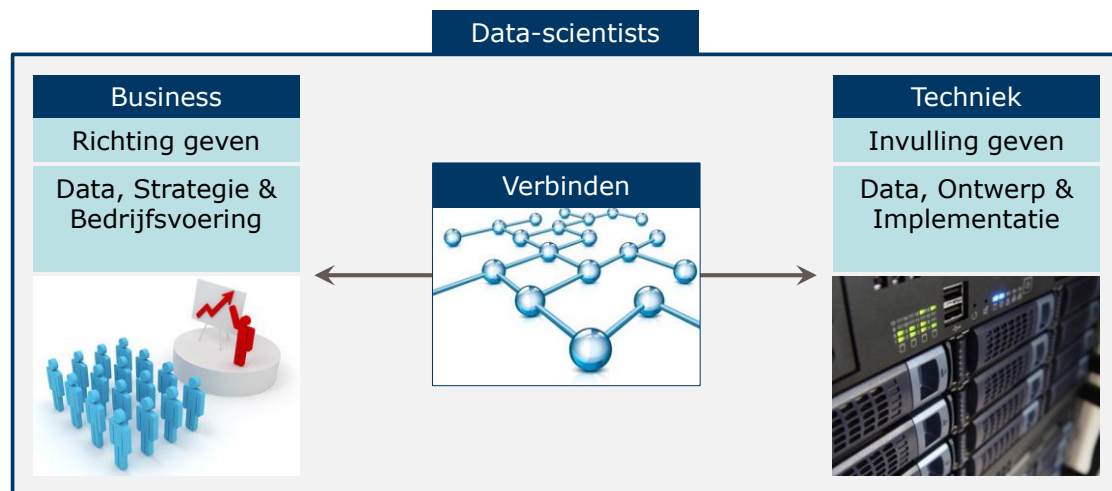
3.2 Gewenst competentieprofiel

De marktbehoefte aan data scientists is niet te beschrijven aan de hand van een enkel competentieprofiel van 'de' data scientist. Verschillende bedrijven en verschillende functies vragen om verschillende competentieprofielen. Zo zijn sommige functies zeer technisch van aard (bijv. verantwoordelijke Big-Data-infrastructuur inclusief het inrichten van Hadoop-clusters), terwijl andere functies meer bedrijfsmatig ingestoken zijn (bijv. hoe kunnen we data inzetten om nieuwe markten aan te boren?). Sommige functies vereisen met name zeer sterke bedrijfskennis om een zinvolle duiding aan een resultaat toe te kennen, terwijl bij andere functies het zwaartepunt ligt op het ontwikkelen van effectieve en efficiënte algoritmes. Een eenduidig profiel van 'de' data scientist is dus niet te geven.

Onderstaande figuur geeft het spectrum van data scientists weer, lopend van data scientists met een sterke business-focus tot data scientists met een sterke focus op technische aspecten. Tussen deze twee 'uitersten' bevindt zich een groep die zich focust op het verbinden van de business met de techniek. Merk op dat in principe iedere data

⁸ Een deel van de vacatures worden uitgezet door uitzendbureaus, maar deze zijn lastig/onmogelijk om toe te schrijven aan individuele bedrijven en sectoren.

scientist een brede kennisbasis heeft en zowel kennis heeft van technische en business-aspecten, maar dat de mate van specialisatie in deze gebieden uiteen loopt.



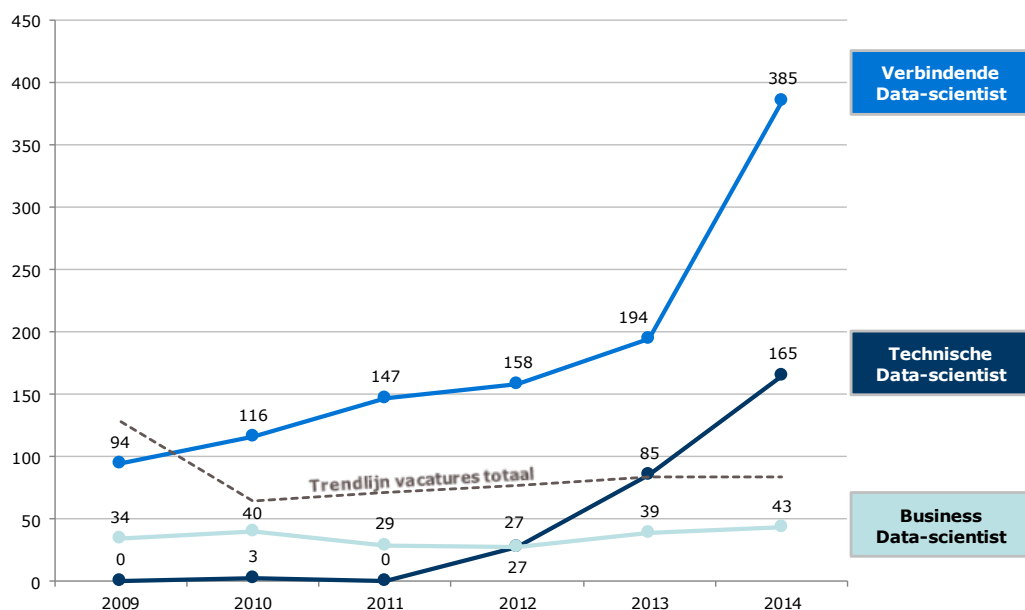
Figuur 9: Conceptuele weergave van het spectrum van data scientists

In de data scientist vacatures binnen Nederland komen de verschillende competentieprofielen met hun eigen nuances terug. De profielen vanuit de vacatures kunnen als volgt samengevat worden:

- **'Business data scientist'**: een data scientist met een sterke focus op business. Centraal in deze vacatures staat de vraag naar (1) inzicht in de bedrijfsvoering, (2) inzicht in de markt(en) waarin het bedrijf actief is, (3) de capaciteit om op basis van data de bedrijfsvoering en de marktpositie van het bedrijf te verbeteren, en (4) de capaciteit om met data nieuwe markten en mogelijkheden te vinden en te ontginnen. Met betrekking tot de werkzaamheden gaat het veelal om analyseren, rapporteren en adviseren.
- **'Technische data scientist'**: een data scientist met een sterke focus op de technische aspecten van data. Centraal in deze vacatures staat de vraag naar (1) diepe kennis op het gebied van algoritmes, analysetechnieken en tooling, (2) het ontwerpen van algoritmes, analysetechnieken, tools en data-infrastructuur, en (3) het implementeren van de data-oplossingen binnen de context van de organisatie. Met betrekking tot de werkzaamheden gaat het hier veelal om ontwerpen, implementeren en analyseren.
- **'Verbindende data scientist'**: een data scientist waarbij het specialisme ligt in een evenwichtige focus op business en techniek. Centraal in deze vacatures staat de vraag naar (1) inzicht in de bedrijfsvoering, (2) kennis over analysetechnieken, algoritmes, en data-infrastructuur, (3) de capaciteit om de vraagstukken binnen de organisatie te vertalen naar technische datavraagstukken, en andersom het (bottom-up) vertalen van data naar mogelijkheden voor het bedrijf, en (4) het toegankelijk maken van (technische) resultaten voor de bedrijfsvoering.

De vraag naar de verschillende profielen data scientists lijkt gerelateerd te zijn aan het type vraagstuk dat de organisatie in kwestie heeft. Op het moment dat zij (op strategisch vlak) zoekende is naar waardecreatie met data, maar nog niet precies weet waar deze waardecreatie zit, lijkt de vraag met name gericht te zijn op de business- en verbindende data scientists. Zodra een bedrijf scherp heeft in welke hoek ze waardecreatie voor zich ziet, lijkt de vraag zich te verschuiven naar de technische data scientist: deze geeft immers invulling aan de (uitvoering) van de datastrategie.

Op basis van het specifiekere competentieprofiel per vacature kan de volledige set van vacatures nogmaals onder de loop genomen worden. Figuur 10 geeft het aantal data scientist vacatures per profiel weer.



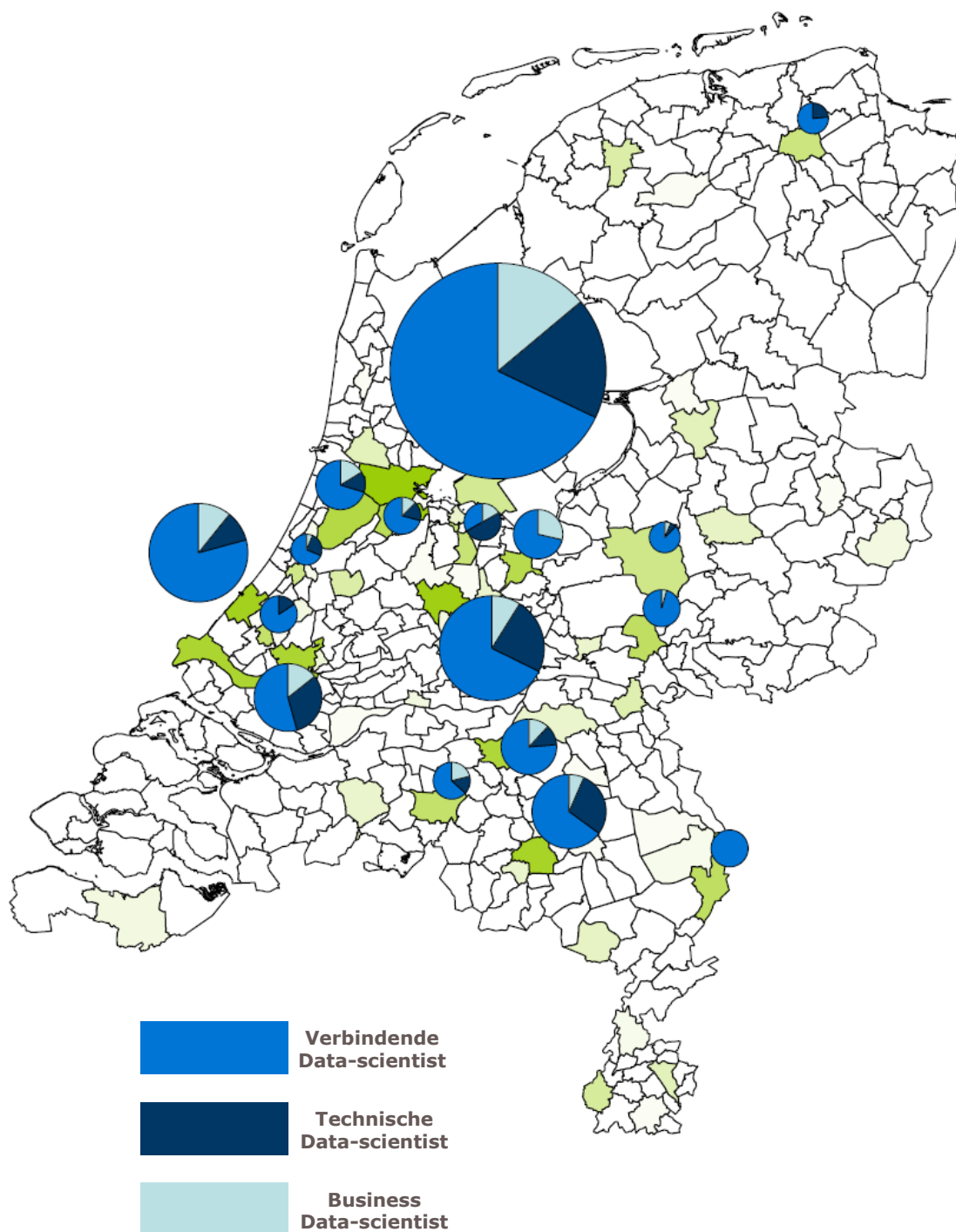
Figuur 10: Het aantal data scientist vacatures per profiel

De vraag naar business data scientists is vrij constant, terwijl de vraag naar technische en verbindende data scientists (exponentieel) groeit. Deze bevinding is in lijn met de signalen die we opvangen vanuit de interviews met spelers uit het veld. Wereldwijd wordt steeds meer digitaal vastgelegd: administraties, transacties, informatie, kennis, beeldmateriaal etc. In andere woorden, de hoeveelheid data die aanwezig is, groeit enorm snel. Daarnaast groeit de ICT-capaciteit om met data om te gaan exponentieel, zowel op het vlak van opslag, verwerking en transmissie. Deze twee gelijktijdig evoluerende bewegingen creëren een grote potentie voor data en haar toepassingen. Wat rest is het menselijk kapitaal om deze volledige potentie te benutten. Dit manifesteert zich dus ook in de behoefte vanuit de markt, zoals Figuur 10 laat zien.

Ook vangen we signalen op dat de meer traditionele analyseberoepen in toenemende mate 'opschuiven' naar meer datagedreven beroepen. Organisaties en bedrijven opereren in toenemende mate data-intensief; data krijgen een steeds prominenter rol in de bedrijfsvoering. Waar men zich voorheen bijvoorbeeld vaak enkel op het inzicht van experts moest baseren, zijn er data-alternatieven ontstaan die data-driven en evidence-based input kunnen leveren voor de besluitvorming.

Deze toenemende data-gedrevenheid uit zich dus in de sterke toename in de vraag naar verbindende en technische data scientists. In die zin sluit het opzetten van verschillende data science opleidingen goed aan bij de ontwikkelingen in de markt.

De behoefte aan verschillende typen data scientists verschilt tussen verschillende regio's binnen Nederland. Figuur 11 geeft het aantal vacatures uitgesplitst naar regio en profiel weer. Interessant hierbij is dat het profiel van een regio zich ook vertaalt naar het type profiel van gewenste data scientist. Eindhoven en Rotterdam hebben bijvoorbeeld relatief veel vraag naar technisch georiënteerde data scientists, wat gegeven de economische activiteit in deze regio's niet als verrassing komt.



Figuur 11: De geografische verdeling van vacatures, uitgesplitst naar profiel. (Taartverdelingen getoond voor gemeenten met 15 of meer vacatures).

3.3 Data science en ondernemerschap

De marktbehoefte aan *ondernemers* met een data science achtergrond laat zich niet vertalen in bestaande vacatures, aangezien deze in nagenoeg alle gevallen betrekking hebben op loondienstverbanden. We beschouwen ondernemerschap dan ook als een andere dimensie die haaks kan staan op het spectrum dat in Figuur 9 is weergegeven. Een ondernemer heeft vooral persoonlijke kenmerken/drive om buiten de gebaande paden te lopen en een eigen idee tot wasdom te brengen. Dat dit dan toevallig betrekking kan

hebben op data science is vanzelfsprekend geen noodzakelijkheid. Het is dus relevanter om te kijken naar de periferie van bestaande organisaties en de potentie van ondernemers om in deze periferie een toegevoegde waarde te kunnen bieden met betrekking tot data science.

We hebben in het introducerende hoofdstuk van dit rapport al gerefereerd aan de opkomst van data science als discipline en 'open innovatie' aangegrepen als ontwikkeling die het speelveld voor ondernemers verruimt. Dit is een ontwikkeling die ook in gesprekken naar voren kwam. Data science als discipline past goed binnen een context van open innovatie onder de voorwaarde dat organisaties het vermogen hebben de potentie van data in te zien. Dit is een noodzakelijke voorwaarde voor articulatie van concrete behoefte. In zekere zin is de fors toegenomen vraag naar data scientists, zoals beschreven in de vorige paragraaf al een proxy voor dit toegenomen besef, maar ook uit interviews kwam dit sterk naar voren.

De meeste bedrijven zien echter vooral toegevoegde waarde in het aangaan van strategische allianties met ondernemingen die een probleem voor hen kunnen wegnemen of een aantoonbare toegevoegde waarde kunnen bieden. In toenemende mate richten bedrijven zich op hun kerncompetenties en als die niet op het gebied van data science liggen (bijvoorbeeld in het geval van financiële dienstverleners of zorgpartijen), is uitbesteding een reële optie. Tegen een achtergrond van een toenemende beschikbaarheid en toegevoegde waarde van data, ontstaat dus een schil (niche), waarbinnen bedrijvigheid kan ontstaan. Niet in de laatste plaats wordt dit versterkt door toegenomen complexiteit en ethische dilemma's die met toegang, verrijking, duiding en distributie van data gepaard gaan en waar veel organisaties niet de kennis voor in huis hebben.

Een belangrijke kanttekening is dat zich parallel aan dit toegenomen bewustzijn van de potentie van data ook een proces voltrekt van een navenant toegenomen besef van de strategische waarde ervan. Meermaals is genoemd dat eigen data niet zonder meer wordt gedeeld met externe partijen. Vertrouwen is hierin essentieel.

Niet alleen gaat het dan om vertrouwen van de 'uitbestedende' organisatie, maar ook van de samenleving als geheel die de publieke opinie vormen. Tal van recente voorbeelden, zoals gehackte dropbox accounts, het 'ING-tje'⁹ of het onlangs verschenen rapport van PwC naar nulmeting van privacy en informatiebeveiliging in het onderwijs¹⁰, zijn het toonbeeld van de invloed van deze kracht op het maatschappelijke debat rondom datagebruik. De kwetsbaarheid voor een organisatie voor dit type beeldvorming is sterk afhankelijk van de sector en de data waar het betrekking op heeft, maar dient meegewogen te worden als risico voor de bereidheid tot samenwerking.

Met betrekking tot de marktbehoefte naar data science ondernemers kunnen we in deze redenering dus vaststellen dat de flexibele schil rondom bestaande organisaties voor data science gerelateerde werkzaamheden belangrijker wordt. In die 'make/buy' overweging ontstaat een onontgonnen gebied waar data science ondernemers op kunnen inspelen, maar waar rekenschap getoond moet worden voor de 'vertrouwelijkheid' van data.

⁹ ING lanceerde in maart 2014 het idee om een proef te beginnen met het delen van informatie over betalingsgedrag van klanten met bedrijven ten behoeve van gepersonaliseerde advertenties. Deze proef zou overigens plaatsvinden met vrijwillige proefpersonen die hier expliciet hun toestemming voor hadden verleend.

¹⁰ Nulmeting Privacy en informatiebeveiliging in het Primair en Voortgezet Onderwijs (2014) in opdracht van Ministerie OCW

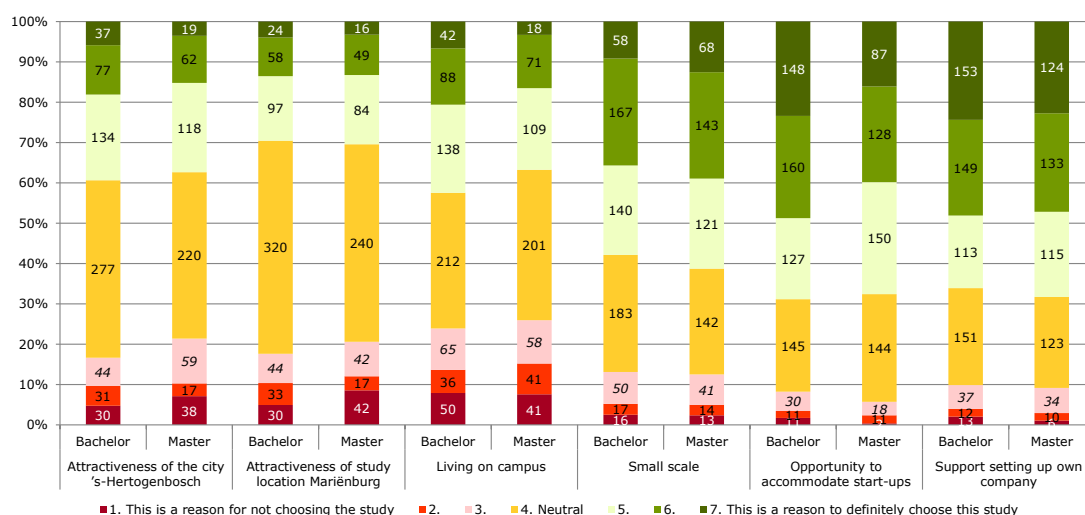
3.4 Mariënborg als opleidingslocatie

In deze paragraaf kijken naar (de gepercipieerde toegevoegde waarde van) de locatie Mariënborg als opleidingslocatie. We putten hierin vooral uit de enquête onder studenten en interviews.

3.4.1 Aantrekkingskracht studie(locatie) vanuit perspectief studenten

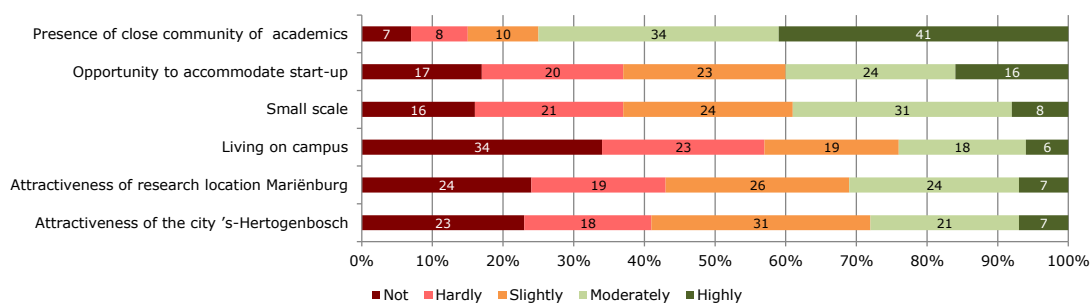
De masteropleiding Data Science & Entrepreneurship zal vermoedelijk worden aangeboden in 's-Hertogenbosch. Om dit mogelijk te maken, zal er in de huidige opzet een nieuwe campus worden ontwikkeld. Middels de vragenlijst hebben we aan bachelor-, master- en PhD-studenten gevraagd welke aspecten belangrijk zijn bij hun keuze wel/niet aan deze nieuwe campus te willen studeren. Ook is gevraagd welke functionaliteiten op deze locatie aanwezig zou moeten zijn.

In eerste instantie hebben we zes aspecten voorgelegd, drie gerelateerd aan de locatie (aantrekkelijkheid 's-Hertogenbosch, aantrekkelijkheid Mariënborg en het campusleven) en drie gerelateerd aan de unieke aspecten van de opleiding (kleinschaligheid en de mogelijkheid voor het ondersteunen bij het opzetten van een eigen bedrijf). Uit de analyse volgt dat studenten de locatie gebonden aspecten minder belangrijk vinden dan onderwijs gerelateerde aspecten (Zie Figuur 12).



Figuur 12: Bachelorenquête (n=554) en Masterenquête (n=647) "To what extent are the mentioned aspects important in your decision whether or not to study at this new campus?". 'No opinion' is niet weergegeven in de figuur.

Daarnaast valt op dat PhD-studenten de nabijheid van andere academici het allerbelangrijkste vinden (zie Figuur 13).



Figuur 13: PhD-enquête "Could you indicate to what extent these aspects (would) determine your choice of research location?" (n=102) 'No opinion' is niet weergegeven in de figuur.

Hoewel van secundair belang, hebben bachelor- en masterstudenten wel wensen ten aanzien van de inrichting van de nieuwe campus. Aangevuld met observaties uit interviews, kunnen we deze behoefte als volgt samenvatten (niet uitputtend):

- Infrastructuur
 - o De campus moet goed bereikbaar zijn met het openbaar vervoer.
 - o De IT-infrastructuur moet op orde zijn, zoals snel internet, maar ook technische ondersteuning van eigen apparaten (BYOD: Bring Your Own Device).
- Huisvesting
 - o Er moeten voldoende studiefaciliteiten (werkplekken, toegang tot literatuur, etc.) zijn.
 - o De mogelijkheid voor afgesloten kantoren moet aanwezig zijn, maar wel in een omgeving met veel licht en de mogelijkheid elkaar te ontmoeten voor het stimuleren van interactie.
- Ondersteuning
 - o Studenten prefereren onderwijs waarin veel contact is met bedrijven.
 - o Capaciteit van experts om studenten te begeleiden in het opzetten van een bedrijf (bijv. coaching)
 - o Een netwerk van specialisten (juristen, octrooibureau, etc.) moet makkelijk toegankelijk zijn.
- Extra-curriculaire activiteiten
 - o Jaarkalender met inhoudelijke activiteiten (lezingen, workshops)
 - o Studenten willen op de campus ook kunnen ontspannen. Hierbij kan gedacht worden aan een lounge plek of bar. Daaraan gerelateerd noemen studenten ook sportfaciliteiten als wenselijk.
 - o Naast de faciliteiten op de campus, is het studentenleven in algemene zin belangrijk voor studenten.

3.4.2 Aantrekkingskracht Mariënborg vanuit perspectief data science afnemers

Afgezien van de behoefte bij studenten is ook de aantrekkingskracht van de beoogde opleiding in 's-Hertogenbosch op locatie Mariënborg bij mogelijke afnemers van studenten meegenomen. We hebben daarin vooral doorgevraagd op *het totaalplaatje* van (1) een ondernemerschap georiënteerde opleiding (2) in 's-Hertogenbosch op (3) locatie Mariënborg.

Een belangrijke constatering is dat geïnterviewden vrijwel zonder uitzondering toegevoegde waarde zagen van data science als discipline, hetgeen we ook kwantitatief gereflecteerd

zagen in de vacature-analyse. De twee belangen die vooralsnog prevaleren bij bestaande bedrijven die we hebben gesproken zijn:

Talentscouting en naamsbekendheid

Aangezien de behoefte naar data scientists actueel is, ziet men een investering om 'lid' te worden van de campus als mogelijkheid om daarvoor 'in return' in contact te komen met (top) talent en tegelijkertijd naamsbekendheid van de eigen organisatie te vergroten. Ideeën waar aan wordt gedacht zijn:

- Het geven van gastcolleges op de locatie Mariënborg.
- Sponsoring van specifieke activiteiten (symposia, excursies, etc.).
- Aanbieden van (afstudeer)stages.
- Het toeleveren van praktijkgerichte bedrijfscases / deelopdrachten die kunnen worden uitgewerkt door een groep van studenten.

Toegang tot kennis en faciliteiten

Een ander belang dat terugkwam, is de toegevoegde waarde die locatie Mariënborg te bieden heeft in het kader van directe toegevoegde waarde voor huidige werknemers van de bestaande bedrijven. In dat kader ziet men legitimiteit in een investering in de locatie Mariënborg in ruil voor:

- De mogelijkheid tot omscholing / bijscholing van eigen personeel.
- Toegang tot actuele kennis (literatuur).
- Mariënborg als faciliteit voor organiseren van data science gerelateerde bijeenkomsten.

Bovenstaande opties worden onderkend door de Tilburg University en Technische Universiteit Eindhoven, maar contrasteren vooralsnog wel met de ambities van beide universiteiten. TiU en TU/e zien de locatie Mariënborg als verbindend puzzelstuk om een 'triple helix' tot wasdom te kunnen laten komen – een plaats waarin overheid, onderzoek, ondernemerschap en onderwijs tot vruchtbare samenwerking kunnen komen. Zo wordt bijvoorbeeld gedacht aan veel verregaander samenwerking, waarbij studenten participeren in een 'open innovatie' context samen met bedrijven om bijvoorbeeld tot productontwikkeling komen. Er wordt gedacht aan door bedrijven aangeboden scholarships, toegang tot venture capitalists, aandeelconstructies, waarbij bedrijven een belang nemen data science startups, etc.

Onze conclusie is *niet* dat het ontbreekt aan bereidheid tot dergelijke invulling van de participatie van bedrijven, maar wel dat dit blijkbaar in de gesprekken nog niet de aspecten zijn waar aan wordt gedacht. Hier ligt dus een taak voor de initiatiefnemers om tot verdere operationalisering van de Graduate School te komen en bedrijven hier nadrukkelijk in mee te nemen. De invulling ten aanzien van betrokkenheid van bedrijven op de locatie Mariënborg is op dit moment nog tamelijk prematuur.

In verschillende gesprekken kwam ook naar voren dat TU/e en TiU zich rekenschap moeten geven van de verschillende belangen die hierin meespelen. Een korte termijn belang van scouten van toptalent zou bijvoorbeeld goed kunnen conflicteren met een lange termijn belang van een dynamische flexibele schil van volwassen bedrijvigheid in Noord-Brabant. Ook een eventuele betrokkenheid van grote spelers als bijvoorbeeld Google en Facebook bij de Graduate School neemt een afbreukrisico (opkopen van intellectueel eigendom, wegkapen van talent) met zich mee die de ontwikkeling van het ondernemerschap klimaat op lange termijn mogelijkwerijns in de weg kan staan.

Het is aan de TU/e en TiU om haar propositie richting overheid en bedrijfsleven voor de beoogde opleiding in 's-Hertogenbosch aan te scherpen met inachtneming van de strategische belangen van alle partijen.

3.4.3 Overwegingen ten aanzien van opleidingslocatie Mariënborg

In deze laatste paragraaf van dit hoofdstuk, bespreken we nog een aantal observaties en overwegingen die we hebben mogen optekenen uit interview verslagen en uit de analyse van de enquêteresultaten. Deze overwegingen hebben vooral betrekking op ontwerpkeuzes voor de opzet van de Graduate School.

Mariënborg of andere locatie?

De keuze voor 's-Hertogenbosch als stad voor een nieuwe opleiding is goed te verdedigen:

- Beide universiteiten geven aan een nieuwe opleiding ook op een 'neutrale' locatie te willen huisvesten. Aangezien sterktes van beide universiteiten terugkomen in het beoogde curriculum ligt een neutrale locatie voor de hand.
- 's-Hertogenbosch is buiten Tilburg en Eindhoven een logische locatie, vanwege de geografische ligging ten opzichte van de Randstad, waar op dit moment de meeste vraag naar data scientists bestaat (zie 3.1).
- 's-Hertogenbosch is binnen Noord-Brabant de tweede stad (na Eindhoven) met vraag naar data scientists (zie Tabel 5). De omgeving 's-Hertogenbosch wordt gekenmerkt door een relatief sterk ICT- en agrofoodcluster in tegenstelling tot bijvoorbeeld Brainport, waar veel high-tech bedrijvigheid aanwezig is. Er kan met toevoeging van een opleidingslocatie in 's-Hertogenbosch dus een bredere diversiteit van bedrijvigheid worden bediend en gebonden aan de universiteiten.

Een tweede vraag is de specifieke locatie van het klooster Mariënborg als opleidingslocatie. Vooropgesteld benadrukken we nogmaals dat we in deze studie geen business case opstellen, dus de specifieke economische haalbaarheid ligt buiten de scope van dit rapport, maar enkele argumenten die voor de Mariënborg spreken:

- Het pand is beschikbaar als opleidingslocatie en er lijkt draagvlak te bestaan bij de gemeente en de provincie om het voormalige klooster deze herbestemming te geven.
- Het pand ligt centraal in de stad nabij het station en het centrum, hetgeen door studenten als pluspunt wordt ervaren.
- Mariënborg is ontegenzeggelijk geen dertien in een dozijn locatie en heeft een uitstraling die past bij de ambities van de beoogde opleiding. Zeker in een stad zonder universitaire historie is een onderscheidende locatie een pluspunt.

Voor studenten is specifieke locatie echter minder relevant dan de inhoud van de opleiding en toegang tot bedrijven, zoals besproken in paragraaf 3.4.1. Uit gesprekken kwam nog een aantal zorgpunten over de locatie Mariënborg naar voren.

- Het pand zou op termijn weleens te klein kunnen zijn voor huisvesting, onderwijs en start-up faciliteiten van studenten. Zeker als ook wordt beoogd voor bedrijven een onderkomen / flexplekken en bijhorende parkeergelegenheid te bieden.
- De vraag is of Mariënborg als opleidingslocatie niet bijdraagt aan een gepercipieerd oubollig imago van de stad.

Generieke versus specifieke inhoudelijke focus

Een tweede observatie waar onze gesprekspartners tamelijk ambivalent in stonden, heeft betrekking op de inhoudelijke focus van de beoogde ondernemerschapsopleiding.

Een aantal gesprekspartners gaf aan dat data science zich op dit moment aan ontwikkelt vanuit bestaande opleidingen, maar dat nog ongewis is of het zich als onafhankelijke discipline zal bewijzen. De potentie van data komt terug in praktisch alle sectoren, dus het is ook denkbaar dat data science zich vanuit een inhoudelijke context zal doorontwikkelen. Met andere woorden, de toegevoegde waarde van data in de agrifood sector komt bijvoorbeeld vanuit een kennisbehoefte uit die sector zelf. Is het dan nodig dat er een generieke opleiding voor data science komt, of wordt dit een track bij een masteropleiding aan Wageningen UR? In deze visie op data, kunnen de werkzaamheden van de data scientist zich niet onttrekken van de inhoud van het domein.

Andere gesprekspartners geven aan dat het nu juist dat specialisme is van de verbinder om die brug tussen domeinkennis en techniek te slaan met inachtneming van eventuele ethische dilemma's, privacy gevoeligheid, interpretatieverschillen en bedrijfsgevoeligheid. Om de ondernemerschapsmaster een domeinspecifiek profiel te geven behoort dus tot de mogelijkheden om specifieker aan te kunnen sluiten bij actuele cases van bedrijven die in de betreffende sector actief zijn. Het afbreukrisico is dat dit ten koste gaat van het generieke karakter van de masteropleiding.

Alle gesprekspartners gaven overigens aan dat het hoe dan ook een sterkte is om de Master een multidisciplinair karakter mee te geven met aandacht voor zowel Business & Society aspecten als Techniek.

Focus op regionale - of (inter)nationale spelers?

Tot slot bespreken we een observatie die samenhangt met het vorige punt. De ambitie bestaat om van de data science Graduate School een nationaal of zelfs internationaal profiel te geven. We komen hierop nog terug in het laatste hoofdstuk, maar de constatering dat hier een 'strategische keuze' mee samenhangt kunnen we al op deze plaats maken.

Een aantal gesprekspartners gaf al aan om in eerste instantie te focussen op een sterke regionale binding van bedrijven aan deze Graduate School. Of dat nu ook betekent dat er een domeingebaseerde *inhoudelijke invulling* van de masteropleiding wordt gekozen is een andere kwestie die we in de voorgaande sectie hebben besproken. Andere gesprekspartners geven echter aan dat de opleiding direct 'groots' moet worden opgezet met een nationale of internationale uitstraling als dat de ambitie is. Dat betekent dan ook dat er ambassadeurs moeten worden aangewezen (vergelijk Neelie Kroes voor regio Amsterdam), maar niet in de laatste plaats dat er grote (inter)nationale partijen zich moeten binden aan deze Graduate School.

De vraag of de weg van de geleidelijkheid (kleinschalig beginnen, groots uitbouwen) of direct inzetten op aantrekken van internationale spelers en ambassadeurs is een strategische afweging die gemaakt dient te worden. We komen hier in hoofdstuk 4.5 op terug.

4 Instroomonderzoek

Het tweede deelonderzoek spitst zich toe op een instroomonderzoek. Dit deelonderzoek dient antwoord te geven op de vraag in hoeverre er een nationale (en/of internationale) behoefte is voor de voorziene opleidingen en promotieplaatsen aan de Graduate School. In deze analyse is ook gekeken naar mogelijke kannibalisatie op reeds bestaande masteropleidingen aan de TU/e en TiU. Het specifieke karakter van het klooster Mariënborg als (campus) locatie is eveneens in deze overweging betrokken.

We beginnen dit hoofdstuk (4.1) met een overzicht van andere binnenlandse masteropleidingen op het gebied van data science. Daarbij wordt gekeken naar opleidingen die reeds van start gegaan zijn of op zeer korte termijn van start gaan. Een vergelijkbaar overzicht is gemaakt van masteropleidingen in België, Duitsland en het Verenigd Koninkrijk (4.2). Daarnaast wordt een overzicht gegeven van de criteria die belangrijk zijn voor studenten bij het kiezen van een masteropleiding. Hierbij wordt zowel gekeken naar bachelor als master studenten (4.3). Vervolgens wordt bepaald welk van de drie beoogde masteropleidingen de meeste interesse geniet van de studenten. De resultaten zijn uitgesplitst naar enerzijds bachelor en master studenten en anderzijds of ze studeren aan de TiU of TU/e (4.4). Tot slot geven we een projectie van de verwachte instroom in de drie masteropleidingen gebaseerd op de resultaten uit de enquête en historische nationale en internationale studentstromen (4.5).

4.1 Aanverwante opleidingen in Nederland

De TU/e en TiU zijn niet de enige universiteiten die bezig zijn met opleidingen op het gebied van data science. Zowel in binnen- als buitenland zijn er de afgelopen jaren verschillende initiatieven ontplooid. De initiatieven worden in deze paragraaf besproken.

In onderstaande tabel zijn de Nederlandse data science opleidingen geïdentificeerd. Het aantal studenten is voor alle opleidingen, met uitzonderingen van de opleiding van de Radboud Universiteit, gebaseerd op cijfers van Dienst Uitvoerend Onderwijs (DUO).

Tabel 6: Nederlandse opleidingen en tracks op het gebied van data science.

#	Universiteit	Opleiding	Track	Duur	Instroom studenten	Internationale studenten
1	Technische Universiteit Delft	Computer Science	Data Science & Technology	2 jaar	79*	29
2	Radboud Universiteit	Computer Science	Data Science	2 jaar	10**	2
3	Universiteit Leiden	Computer Science	-Computer Science and Science Based Business -Bioinformatics -Smart Computing for Science and Society	2 jaar	32*	8
4	Universiteit van Amsterdam	Econometrics	Big Data Business Analytics	1 jaar	45*	9
5	Vrije Universiteit Amsterdam	Business Analytics		2 jaar	37*	3
6	Vrije Universiteit Amsterdam	Artificial Intelligence	Data Science	2 jaar	25*	5

7	Universiteit Twente	Business Information Technology	Business Analytics	2 jaar	27*	6
---	---------------------	---------------------------------	--------------------	--------	-----	---

* Het aantal studenten geldt voor de hele opleiding en gaat over het jaar 2013 / 2014.

** Het aantal studenten geldt alleen voor de track data science en gaat over het jaar 2014 / 2015.

Computer Science - Technische Universiteit Delft

Aan de TU Delft start men in 2015 met een data science track binnen de opleiding Computer Science. Een derde van de opleiding is dan ook gericht op vakken binnen het Computer Science domein. Studenten hebben echter veel keuzevrijheid en kunnen er ook voor kiezen minder Computer Science gerelateerde te volgen. Zij kunnen in plaats daarvan zelf vakken kiezen, die op de gehele universiteit worden gegeven. Een kwart van het curriculum beslaat data science gerelateerde vakken. Deze vakken zijn over het algemeen technisch van aard, enkele voorbeelden zijn *Advanced Algorithms* en *Data Visualisation*. De overige ruimte van het curriculum wordt besteed aan het afstuderen.

Computer Science - Radboud Universiteit Nijmegen

Aan de Radboud Universiteit is er net als in Delft een track data science binnen de opleiding Computer Science. De track wordt in 2014 voor het eerst aangeboden. In Nijmegen is echter meer ruimte in het curriculum ingebouwd voor data science elementen. Zo is bijna de helft van de opleiding ingericht voor zowel vakken als onderzoek op het gebied van data science. De vakken zijn erg divers en variëren van *Law in Cyberspace* tot *Natural Computing*. Daarnaast kan een kwart van de opleiding naar eigen inzicht worden ingericht en dient de overige tijd besteed te worden aan het afstuderen.

Computer Science - Universiteit Leiden

Binnen de Computer Science opleiding aan de Universiteit Leiden kunnen er een aantal afstudeerrichtingen worden gekozen die aansluiten op data science. De specialisatie *Bioinformatics* integreert aspecten van wiskunde met biologie en biochemie. Vakken die gegeven worden zijn *Databases and Datamining* en *Computational Molecular Biology*.

De specialisatie *Smart Computing for Science and Society* richt zich, zoals de naam al zegt, op het verbinden van wetenschap met maatschappij. Vakken die gegeven worden bevinden zich onder andere op het gebied van *Intelligent Algorithms* en *Project & Innovation Management*. Als laatste is er dan nog de specialisatie *Computer Science and Science-Based Business*. Deze specialisatie lijkt veel overlap te hebben met de geplande entrepreneurship opleiding in Mariënborg. Studenten die zich willen focussen op het opzetten van een start-up kunnen bijvoorbeeld vakken volgen over *business venturing* en *technopreneurship*.

Binnen de opleiding zijn studenten de helft kwijt aan hun afstuderen en een onderzoeksproject die allebei gericht zijn op de gekozen specialisatie. Ter voorbereiding volgen de studenten vakken over hun specialisatie. De mate waarin data science is geïntegreerd wisselt per specialisatie. Met name in de *Bioinformatics* specialisatie is er veel aandacht voor data science. In de andere twee specialisaties wordt er iets minder nadruk opgelegd.

Econometrics - Universiteit van Amsterdam

Aan de Universiteit van Amsterdam wordt een specialisatie gericht op *big data* gegeven binnen de econometrie opleiding. De helft van de curriculum bestaat uit vakken die een solide basis binnen econometrie geven. De resterende tijd wordt evenredig verdeeld tussen

de specialisatie en het afstuderen. De gegeven vakken zijn meer gericht op de business kant van data science, zoals het vak *Quantitative Marketing*.

Business Analytics - Vrije Universiteit Amsterdam

De opleiding Business Analytics is breder ingestoken dan de voorgaande opleidingen. In het curriculum komen vakken uit wiskunde, computer science en business management samen. Een kwart van de vakken bestaat uit verplichte vakken, en behandelen onder meer data mining technieken maar ook het optimaliseren van bedrijfsprocessen. Daarnaast kunnen studenten de helft van de vakken naar eigen inzicht kiezen. Het eigen inzicht is gedeeltelijk beperkt tot één van de specialisaties, de studenten kunnen kiezen uit business process optimization, computational intelligence of financial risk management. Het resterende kwart is besteed voor het afstuderen.

Artificial Intelligence - Vrije Universiteit Amsterdam

Artificial Intelligence is de tweede relevante opleiding van de Vrije Universiteit. Met de specialisatie data science krijgt een student een technische opleiding voorgeschoteld. Een derde van de opleiding wordt besteed aan verplichte vakken zoals *knowledge engineering*, *information visualization* en *evolutionary computing*. Daarnaast kunnen studenten een kwart van hun punten behalen met vakken uit het *data analysis* en *data management* domein. Mogelijke vakken hierbinnen zijn *advanced information retrieval* en *distributed systems*. Een kwart van de opleiding is gereserveerd voor het afstuderen. Het resterende zesde van het curriculum wat nog gevuld moet worden kan met keuze vakken. Studenten kunnen bijvoorbeeld kiezen voor *neural networks*, *mobile systems* of *internet programming*.

Business Information Technology - Universiteit Twente

Net als Business Analytics is de master Business Information Technology ook breed. Verschillende disciplines zoals e-commerce, business en IT architecture, en IT project management komen samen. Een kwart van de studie is dan ook gericht op vakken die relevant zijn voor die gebieden. De overige vakken, die de helft van het curriculum beslaan, kunnen naar eigen inzicht ingericht worden op basis van de gekozen specialisatie. Voor data science is de specialisatie business analytics relevant, daarbinnen worden vakken zoals *Managing Big Data* en *Data Science* gegeven. Het laatste kwart van het curriculum is bedoeld voor het afstuderen.

4.2 Aanverwante opleidingen in het buitenland

Het is praktisch onmogelijk om alle internationale data science opleidingen in kaart te brengen. Voor dit onderzoek wordt daarom gekeken naar opleidingen in de omringende landen. De rationale achter deze keuze is tweeledig. Enerzijds vindt er relatief veel uitwisseling plaats tussen studenten in deze omringende landen, dus vertegenwoordigen deze landen in praktische zin een zinvol uitgangspunt. Op de tweede plaats, zal een student buiten Europa (bijvoorbeeld India, China, Verenigde Staten, Australië, etc.) als ze al de keuze maken om een opleiding in Europa te volgen in zijn/haar afweging opleidingen in Nederland, België, Duitsland en het Verenigd Koninkrijk vooral op inhoudelijke gronden maken. Deze landen hebben immers een vergelijkbare cultuur en sfeer. We kijken dus in het bijzonder naar opleidingen in Duitsland, België en het Verenigd Koninkrijk.

4.2.1 Duitsland

Tabel 7: Opleidingen in Duitsland op het gebied van data science.

#	Universiteit	Opleiding	Track	Duur	Instroom studenten	Internationale studenten
1	Technische Universität	Datascience		2 jaar	33 ^{11*}	19
2	Otto von Guericke	Data and Knowledge		2 jaar	53 ^{12*}	Onbekend
3	Universität Konstanz	Information Engineering		2 jaar	92 ^{13**}	Onbekend

* Het gaat hierbij om het aantal studenten op de gehele opleiding en gaat over de jaargang 2013/2014.

** Het gaat hierbij om het aantal studenten op de gehele opleiding en gaat over de jaargang 2011/2012.

Data science – Technische Universität Dortmund

De opleiding Datascience is zeer technisch ingestoken. In het curriculum is de helft ingeruimd voor verplichte, technische, vakken. Zo krijgen studenten *multivariate statistics*, *efficient algorithms* en *optimisations* voorgeschoteld. Een kwart kan zelf worden ingevuld met vakken als *regressions*, *simulations*, *factor analysis*, *speech recognition*, *data visualisation* en *population statistics*. Het laatste kwart van het curriculum is ingeruimd voor het afstudeerproject.

Overigens heeft men aan de Technische Universität Dortmund ook een bacheloropleiding Data Analyse en Data Management opgezet die in trek is onder de studenten. In het studiejaar 2013/2014 zaten er 432 studenten op die opleiding wat een stijging van 88% was ten opzichte van het voorgaande jaar. Duitsland kan dus instroom verzorgen voor de nieuwe Graduate School maar die instroom heeft wel de mogelijkheid om in eigen land verder te studeren.

Data and Knowledge Engineering – Otto von Guericke Universität Magdeburg

De opleiding Data and Knowledge Engineering is eveneens zeer technisch ingestoken. In het curriculum bestaat een kwart van de vakken uit zogenaamde *fundamentals*; technische vakken die als basis dienen voor de opleiding. De helft van de vakken is daarnaast door de studenten zelf in te vullen. Zij dienen vakken te kiezen uit de vakgebieden *Models*, *Methods I*, *Methods II* en *Applications*. In *Models* wordt onder meer *knowledge representation* en *knowledge processing* behandeld, terwijl in *Methods I* *knowledge discovery* en *artificial intelligence* centraal staat. *Methods II* dient inzicht te geven in *information processing and retrieval*, terwijl *Applications* draait om toepassingen op de verschillende gebieden zoals *medical applications*. Het laatste kwart van het curriculum dienen studenten te besteden aan het afstuderen. Het is dus een vrij technische opleiding met een accent op de toepassingen van data science.

Information Engineering – Universität Konstanz

¹¹ Technische Universität Dortmund (2013) Jahrbuche 2013, zie http://www.tu-dortmund.de/uni/Uni/Zahlen___Daten___Fakten/Statistik/Publikationen/Jahrbuch/Jahrbuch_2013_Internetdatei.pdf

¹² Otto von Guericke Universität Magdeburg (2013) Jahresbericht 2013, zie http://www.cs.uni-magdeburg.de/inf_media/downloads/Die_FIN/InfosZurFin/jahresberichte/jb13.pdf

¹³ Universität Konstanz (2014) Information Engineering, zie <http://www.studium.uni-konstanz.de/en/programmes-of-study/information-engineering-ma/>

De opleiding Information Engineering van de Universität Konstanz kent ook een sterk technisch fundament. De student besteedt de helft van het curriculum aan *in-depth courses* zoals *digital libraries*, *digital signal processing* of *geometric modelling*. Slechts een zesde van de opleiding kan aan de bredere, non-specialistische, vakken worden besteed. Het resterende derde van het curriculum is ingeruimd voor het afstuderen.

4.2.2 België

Tabel 8: Opleidingen in België op het gebied van data science

#	Universiteit	Opleiding	Track	Duur	Aantal studenten
1	Universiteit Gent	Marketing Analysis		1 jaar	55*
2	Universiteit Gent	Business Engineering	Marketing Engineering	2 jaar	55** ¹⁴
3	Katholieke Universiteit	Artificial Intelligence	Big Data Analysis	1 jaar	83** ¹⁵
4	Universiteit Antwerpen	Computer Science	Data Science	2 jaar	32*** ¹⁶

* Het gaat hierbij om het aantal nieuwe inschrijvingen van master studenten in de jaargang 2014/2014 voor de gehele faculteit Economie en Bedrijfskunde waar in totaal 10 masteropleidingen worden gegeven.

** Het gaat hierbij om het aantal studenten op de gehele opleiding en is gemeten bij aanvang van jaargang 2014/2015

*** Het gaat hier bij om het aantal studenten op de gehele opleiding en is gemeten bij aanvang van jaargang 2013/2014

Marketing Analysis – Universiteit Gent

De opleiding Marketing Analysis is een éénjarige master die gegeven wordt aan de Universiteit Gent. De opleiding richt zowel op studenten als mensen die al werkervaring hebben opgedaan in het bedrijfsleven. In het curriculum is tweederde ingeruimd voor vakken op het gebied van Marketing Analysis zoals *marketing informations systems* – *database marketing*, *analytical customer relationshipmanagement* en *advanced methods of market research*. Het resterende derde is ingeruimd voor het afstuderen.

Business Engineering – Universiteit Gent

De opleiding Business Engineering is een tweejarige master die zich binnen de specialisatie marketing engineering bezighoudt met data science. De helft van het curriculum wordt besteed aan algemene vakken zoals *strategic management*, *system dynamics* en *human resources management*. Een kwart is bestemd voor *marketing engineering* vakken. Die vakken zijn dezelfde vakken die gegeven worden in de master *Marketing Analysis*. Het laatste kwart is ingeruimd voor het afstuderen.

Computer Science – Universiteit Antwerpen

Binnen de tweejarige opleiding computer science van de Universiteit Antwerpen kan er gekozen worden voor de specialisatie data science. Het woord specialisatie klopt eigenlijk

¹⁴ Universiteit Gent (2014) Aantal ingeschreven studenten per faculteit, zie http://users.ugent.be/~pruyss/inschrijvingen/mas_F.html

¹⁵ KU Leuven (2014) Studentenaantallen KU Leuven Academiejaar 2014-2015, zie http://www.kuleuven.be/prodstudinfo/PDF_Publiek/50000050/Studentenaantallen%20KULeuven%20-%20alle%20studenten%20met%20vergelijking.pdf?1418111148678

¹⁶ Vlaamse Overheid (2013) Hoger Onderwijs in Cijfers, zie http://www.ond.vlaanderen.be/hogeronderwijs/werken/studentadmin/studentengegevens/HOIC_2013.pdf

niet helemaal omdat zelfs de algemene vakken al een sterke focus hebben op data science. Zo worden in het verplichte gedeelte, wat een kwart van het curriculum is, al vakken gegeven zoals *data mining* en *database systems*. Daarnaast kan er een kwart nog naar eigen keuze worden ingevuld met data science vakken. De rest van het curriculum moet worden besteed aan onderzoeksprojecten, stages en het afstuderen.

Artificial Intelligence – Katholieke Universiteit Leuven

Binnen de éénjarige opleiding Artificial Intelligence aan de Katholieke Universiteit Leuven kan er gekozen worden voor de specialisatie *Big Data Analysis*. Net als bij de vorige opleiding is specialisatie eigenlijk niet het juiste woord omdat de hele opleiding geënt is op *Big Data Analysis*. Het enige vak wat voor alle specialisaties gelijk is, is *Fundamentals of Artificial Intelligence*. Studenten besteden twee derde van het curriculum aan vakken op het gebied van data science. Voorbeelden van vakken zijn *Privacy and Big Data*, *Big Data Analytics Programming*, *Data Mining*, *Bio-informatics* en *Uncertainty in Artificial Intelligence*. Het laatste kwart van de opleiding is ingeruimd voor het afstuderen.

4.2.3 Verenigd Koninkrijk

In het Verenigd Koninkrijk is er al een flink aantal universiteiten bezig met een opleiding op het gebied van data science. De opleidingen vertonen veel gelijkenissen met elkaar. Zo duren alle opleidingen één jaar, al is er bij een flink aantal ook nog de mogelijkheid om een jaar praktijkervaring op te doen. Overigens dient er bij de lengte wel te worden aangegeven dat één jaar in het Verenigd Koninkrijk vaak een heel kalender jaar is. Vertaald naar de Europese normen zou een dergelijke opleiding zo tussen de 75 en 90 ECTS zijn. Daarnaast zijn bijna alle opleidingen ook specifiek gericht op *Data Science* en zijn het geen specialisaties binnen reeds bestaande opleidingen zoals in Nederland en België het geval is.

Het meest belangrijke is dat alle opleidingen ook een vrij vast stramien volgen waarbij een master wordt opgedeeld in drie *terms*. In de eerste twee *terms* volgen studenten verplichte en keuze vakken. Vervolgens wordt de master in de laatste *term* afgesloten met een afstudeerproject. Dit geldt voor alle in Tabel 9 opgenomen opleidingen. Alle opleidingen worden daarom ook puur op de inhoud van de vakken besproken.

Tabel 9: Opleidingen in het Verenigd Koninkrijk op het gebied van data science.

#	Universiteit	Opleiding
1	City University London	Data Science
2	University of Glasgow	Data Science
3	University College London	Web Science and Big Data Analytics
4	University of Essex	Data Science
5	University of Essex	Big Data and Text Analytics
6	De Montfort University	Business Intelligence Systems and Data Mining
7	University of Greenwich	Data Warehousing and Business Intelligence
8	Royal Holloway University of London	Data Science and Analytics
9	Goldsmiths University	Data Science
10	The University of Sheffield	Data Science
11	Coventry University	Data Science and Computational Intelligence
12	Queen Mary University	Big Data Science
13	Imperial College of London	Business Analytics
14	University of East London	Data Science
15	University of Liverpool	Web Sciences and Big Data
16	Warwick University	Data Analytics
17	Lancaster University	Data Science
18	Sheffield Hallam University	Big Data Analytics

Data Science – City University London

In de Data Science opleiding aan de City University London moet er in de verplichte ruimte onder andere *Introduction to Data Science*, *Machine Learning* en *Neural Computing* gevolgd worden. In de keuze ruimte kan de student kiezen over vakken op het gebied van *Information Retrieval*, *Data Mining*, *Cloud Computing* en nog veel meer. De opleiding is een standaardopleiding op het gebied van Data Science.

Data Science – University of Glasgow

De Data Science opleiding aan de University of Glasgow kent een vergelijkbaar profiel als de vorige opleiding. In de verplichte ruimte volgt een student onder andere *Big Data*, *Information Retrieval* en *Machine Learning*. Daarnaast is er ook ruimte voor eigen invulling van de student met vakken op het gebied van onder andere *Artificial Intelligence*, *Cyber Security* en *Human Computer Interaction*.

Web Science and Big Data Analytics - University College London

De opleiding Web Science and Big Data Analytics aan de University College London wijkt qua inhoud af van de voorgaande opleidingen, maar niet qua structuur. In het verplichte deel volgt de student vakken zoals *Distributed Systems & Security*, *Complex Networks & Web* en *Web Economics*. Daarnaast is er een vrije deel met vakken als *Entrepreneurship: Theory & Practice*, *Machine Vision* en *Interaction Design*. Studenten kunnen ook kiezen voor de *Research* variant, dan dienen ze in het verplichte deel *Investigating Research* en *Researcher Professional Development* te volgen.

Data Science – University of Essex

De data science opleiding aan de University of Essex is qua profiel in overeenstemming met voorgaande opleidingen. De verplichte vakken zijn wel meer geënt op de wiskundige kant van Data Science met bijvoorbeeld *Applied Statistics* en *Modelling Experimental Data*. Dat komt ook naar voren in de keuze vakken, zoals *Artificial Neural Network*, *Nonlinear Programming* en *Natural Language Engineering*.

Big Data and Text Analytics – University of Essex

Naast de master Data Science kan er aan de University of Essex ook gekozen worden voor de master Big Data and Text Analytics. Er is overlap tussen de twee masters maar in de Big Data and Text Analytics master is er een grotere focus op de toegepaste kant van Data Science. Zo volgt de student in de verplichte ruimte vakken als *Natural Language Engineering*, *High Performance Computer* en *Cloud Technologies and Systems*. In de vrije ruimte kan er onder meer gekozen worden voor *Computer Security*, *Mobile & Social Application Programming* en *IP networking and Applications*.

Business Intelligence Systems and Data Mining - De Montfort University

De master Business Intelligence Systems and Data Mining van de De Montfort University wordt uitgevoerd in samenwerking met SAS, een belangrijke speler in de Business Intelligence (BI) industrie. Het eerste deel van het curriculum is dan ook ingeruimd voor (verplichte) vakken op het gebied van BI, met onder meer *Fundamentals of Business Intelligence Systems* en *Data Warehouse Design and OLAP*. Daarnaast is er ook nog ruimte voor meer *Data Science* georiënteerde vakken zoals *Data Mining*. In de keuzeruimte kan men onder meer *Human Factors in Systems Design* en *Artificial Neural Networks* volgen.

Data Warehousing and Business Intelligence - University of Greenwich

De master Data Warehousing and Business Intelligence aan de University of Greenwich vertoont veel gelijkenissen met de vorige master. Er is weliswaar geen samenwerking met een industriële partner maar er is wel een sterke focus op *Business Intelligence*. Het vakkenpakket van de studenten bestaat dan ook uit verplichte vakken zoals *Big Data*, *Data Warehousing*, *Business Intelligence and Data Mining* en *Database Tools*. Daarnaast is er ook nog ruimte voor eigen invulling met een keuze uit onder meer *User Centred Web Engineering*, *Enterprise Systems Integration* of *Programming Enterprise Components*.

Data Science and Analytics - Royal Holloway University of London

De master Data Science and Analytics van de Royal Holloway University of London richt zich meer op de toepassingen van data science en minder op de achterliggende technieken. Studenten volgen in het verplichte gedeelte daarvoor vakken als *Database Systems*, *Object-oriented Programming* en *Programming for Data Analysis*. Voor de vakken in het vrije gedeelte kan er gekozen worden uit alle vakken die worden gegeven op de faculteit *Computer Science*.

Applied Data Analytics - Bournemouth University

Net als de master Business Intelligence Systems and Data Mining aan de De Montfort University heft ook deze master een link met SAS. In het eerste semester zijn de studenten namelijk verplicht het vak *SAS Programming* te volgen. Daarnaast dienen de studenten ook meer Data Science georiënteerde vakken te volgen zoals *Advanced Data Management* en *Data Mining & Analytic Technologies*. De studenten hebben daarnaast ook nog een aantal keuze vakken zoals *Business Intelligence*, *Analytics for Data Streams* en *Big Data and Cloud Computing*.

Data Science – Goldsmiths University

De Data Science opleiding aan Goldsmiths University is een vrij standaard opleiding. In het verplichte gedeelte volgt de student drie vakken: *Machine Learning & Statistical Data Mining*, *Big Data Applications* en *Data Science Research Topics*. De keuze ruimte is vrij gevarieerd, zo kunnen studenten onder meer het vak *Music Information Retrieval* kiezen maar ook *Neural Networks*.

Data Science – The University of Sheffield

De opleiding Data Science aan de University of Sheffield besteedt in het verplichte gedeelte vooral aandacht aan de basisvaardigheden. Zo beginnen de studenten met het vakken *Introduction to Data Science* maar krijgen ze ook vakken als *Data Mining and Visualisation*, *Data Analysis* en *Information Retrieval*. In het vrije gedeelte is er met name een sterke focus op de softere kant van Data Science. Studenten kunnen kiezen voor vakken als *Business Intelligence* maar ook voor *Information Systems in Organisations* of *Information Governance*.

Data Science and Computational Intelligence – Coventry University

In de opleiding Data Science and Computational Intelligence aan Coventry University is de keuze ruimte voor studenten beperkt. Het studieprogramma staat zo goed als vast en richt zich op vakken als *Artificial Neural Networks*, *Business Intelligence and Big Data Processing*, *IT Project Management* en *Fuzzy Logic and Evolutionary Computing*. Het is een vrij praktijkgerichte master waarbij de focus minder ligt op de onderliggende wiskunde.

Big Data Science – Queen Mary University of London

Het eerste gedeelte van de master Big Data Science van de Queen Mary University of London bestaat uit een aantal verplichte modules zoals *Big Data Processing* en *Applied Statistics*. Het doel hiervan is om de basisvaardigheden voor *Data Science* te vergaren. In het tweede gedeelte krijgen de studenten de ruimte om zich te focussen op een specifiek domein. De vakken die hiervoor gevolgd kunnen worden zijn onder andere *Advanced Program Design*, *Sensors and the Internet of Things*, *Business Technology Strategy* en *Information Retrieval*.

Business Analytics – Imperial College of London

De opleiding Business Analytics aan het Imperial College of London richt zich meer op de toepassingen van Big Data. In de verplichte ruimte is er al een afwijking te zien ten opzichte van de andere opleidingen. De studenten dienen vakken te volgen als *Statistics & Econometrics* en *Optimisation and Decision Models* maar ook *Machine Learning* en *Visualisation*. In de vrije ruimte is het verschil nog een stuk duidelijker met vakken als *Digital Marketing Analytics*, *Workforce Analytics* en *Healthcare and Medical Analytics*. Deze vakken zijn vooral bedoeld om de studenten domeinkennis op te laten doen. Studenten hebben echter ook de mogelijkheid om totaal andere vakken te kiezen zoals *Entrepreneurship*, *Credit Risk* of *Innovation Management*.

Data Science – University of East London

De Data Science master van de University of East London is een compacte opleiding. Studenten hoeven slechts vier vakken te volgen: *Data Ecology*, *Quantitative Data Analysis*, *Advanced Decision Making* en *Qualitative Data Analysis* of *Spatial Data Analysis*. De focus in deze master ligt op meer op de geo-informatie hoek en minder op de technische of business intelligence kant van data science.

Web Sciences and Big Data – University of Liverpool

De master Web Sciences and Big Data is een master die online gevolgd kan worden via de University of Liverpool. Het accent in deze opleiding ligt niet zo zeer op het gebruik van *Big Data* maar veel meer op *Web Sciences*. Onderdeel van de verplichte vakken is weliswaar *Big Data* maar daarnaast volgen de studenten ook vakken als *Programming the Internet* en *Computer Structures*. In de keuzeruimte is de focus al helemaal gericht op *Web Sciences* met te kiezen vakken als *Software Engineering*, *Database Management Systems Design*, *Web XML Applications* en *Object-Oriented Programming in Java*.

Data Analytics – Warwick University

De Data Analytics master van Warwick University heeft een vrij standaard vakkenpakket in de verplichte ruimte. Zo volgt men daarbinnen onder meer *Data Mining* en *Foundations of Data Analytics*. De door de studenten vrij in te vullen vakken zijn vrij divers. Zo kan er gekozen worden voor *Image and Video Analysis*, maar ook *Social Informatics*, *Wireless Communications* en *Methods and Practices in Urban Sciences* behoren tot de mogelijkheden.

Data Science – Lancaster University

De master Data Science van Lancaster University heeft als enige master ruimte ingebouwd voor specialisaties. Iedere student volgt een aantal verplichte vakken zoals *Data Science Fundamentals* en *Data Mining*. Vervolgens kiest de student één van de volgende specialisaties: *Statistical Inference*, *Computing* of *Environment*. Binnen *Statistical Inference* volgt de student sowieso het vak *Bayesian Inference* plus een aantal zelf te kiezen vakken, bijvoorbeeld *Extreme Value Theory*, *Environmental Epidemiology* of *Forecasting*.

In de specialisatie *Computing* heeft de student niets te kiezen. Iedere student in deze specialisatie volgt de vakken *Applied Data Mining*, *Distributed Systems* en *Business Intelligence*. Deze specialisatie komt overeen met de standaard Data Science opleiding. De vakken die binnen de specialisatie *Environment* gevolgd worden zijn heel divers. Een student heeft de keuze uit onder meer *Geoinformatics*, *Food Security*, *Groundwater Resources and Protection*, *Geological Hazards*, *Sustainable Systems* en *Environmental Aspects of Renewable Energy*.

Big Data Analytics – Sheffield Hallam University

De master Big Data Analytics van Sheffield Hallam University is een standaard master op het gebied van Data Science. In het verplichte gedeelte volgt de student vakken als *Data Mining*, *Data Quality*, *Statistical Modelling* en *Big Data and Distributed Systems*. Vervolgens dient de student in de vrije ruimte ook nog te kiezen tussen *Organisational Dynamics* en *Social and Economic Aspects of the Cloud*.

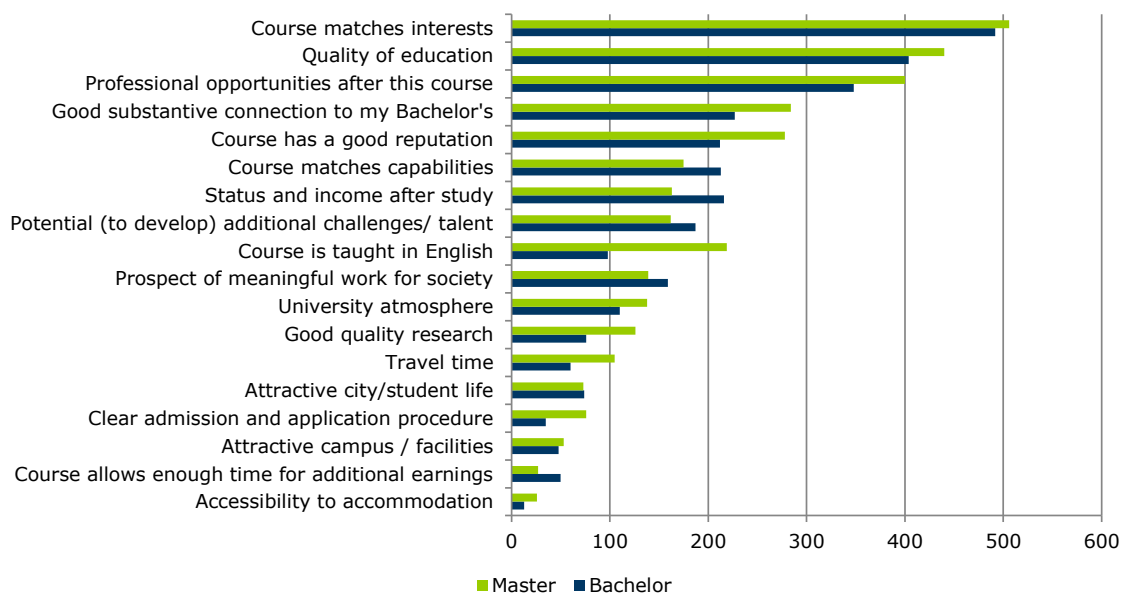
4.2.4 Overige landen

Naast onze buurlanden wordt verder weg gestart met opleidingen op het gebied van data science. Vooral in de Angelsaksische landen zijn er al volop mogelijkheden. De aangeboden opleidingen zijn gevarieerd. Zo zijn er eenjarige opleidingen die meer geënt zijn op professionals uit het bedrijfsleven en daarbij ook meer de bedrijfskundige aspecten behandelen, maar de hoofdmoot bestaat toch uit een technische oriëntatie op data science.

4.3 Beslissingscriteria voor de keuze van opleiding

In paragraaf 3.4 is behandeld wat studenten belangrijk vinden aan de onderwijslocatie. We hebben de studenten ook gevraagd welke factoren een rol spelen bij de keuze van de opleiding. In totaal hebben we achttien onderwerpen voorgelegd, waarbij men mocht aangeven wat de vijf belangrijkste facetten zijn. Dit is weergegeven in Figuur 14.

Gelijk aan de aspecten die belangrijk zijn voor de keuze van een campus, volgt uit deze figuur dat men vooral de inhoud belangrijk vindt (met name: opleiding matcht met interesse, goede kwaliteit van onderwijs en mogelijkheden in de arbeidsmarkt). De accommodatie, en alle aspecten die daaraan gerelateerd zijn zoals reistijd, worden veel minder vaak gezien als 'top 5 van meest belangrijke aspecten'.



Figuur 14: Bachelorenquête (n=660) en Masterenquête (n=729) "Which factors play a role when choosing a Master's course? Select the five most important options."

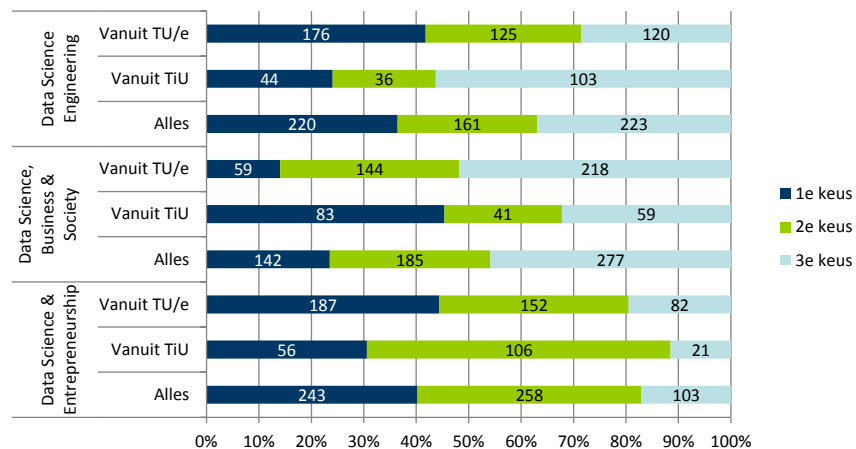
Om zeker te weten dat we geen belangrijke factoren die belangrijk zijn voor de keuze van de opleiding missen, konden de bachelor- en masterstudenten middels een open veld ook nog eigen aspecten noemen. De antwoorden konden we clusteren tot vier categorieën.:

- Het belangrijkste aspecten zijn de kosten van het volgen van een opleiding. Hieronder valt zowel het inschrijfgeld als de 'cost of living'. Dit is uiteraard nog belangrijker voor internationale studenten.
- Internationale studenten noemen tevens dat zij naar TiU of TU/e gegaan zijn omdat zij gebruik konden maken van een scholarship of dat hun eigen universiteit goede samenwerkingsrelaties heeft met in dit geval TiU en TU/e.
- Tevens geven studenten aan dat ze na hun bachelor bij voorkeur niet willen verhuizen. Men heeft tijdens de bachelor een eigen leven opgebouwd, inclusief huisvesting, sport en vrienden. Men vindt het moeilijk dit op te moeten geven voor een nieuwe opleiding elders in Nederland. Veel studenten geven aan dan liever middels het openbaar vervoer te forenzen.
- Tenslotte geven studenten aan het fijn is als peers (vrienden, familie, etc.) positief zijn over de toekomstige instelling en/of opleiding.

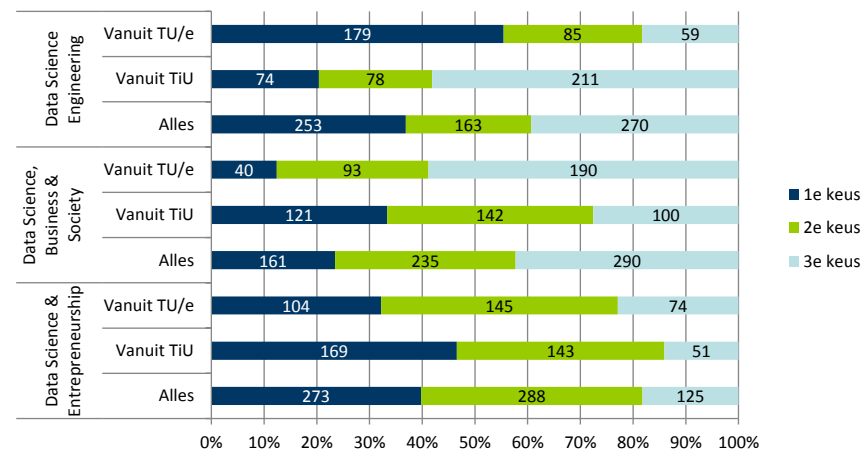
4.4 Aantrekkelijkheid van Graduate School masteropleidingen

In de enquête is aan de respondenten inzicht gegeven in de drie nieuwe masteropleidingen die TiU en TU/e willen aanbieden. Vervolgens is aan de bachelor- en masterstudenten gevraagd of zij kunnen aangeven welke opleiding hun eerste, tweede en derde keuze zou zijn. Om te weten of de locatie (Eindhoven, 's-Hertogenbosch en Tilburg) belangrijk is bij hun keuze, hebben we de vraag twee keer gesteld: voordat én nadat inzicht is gegeven in de locatie waar de opleidingen aangeboden gaan worden. Dit is uitgewerkt in Figuur 15 t/m Figuur 18. Hieruit kan het volgende worden afgeleid:

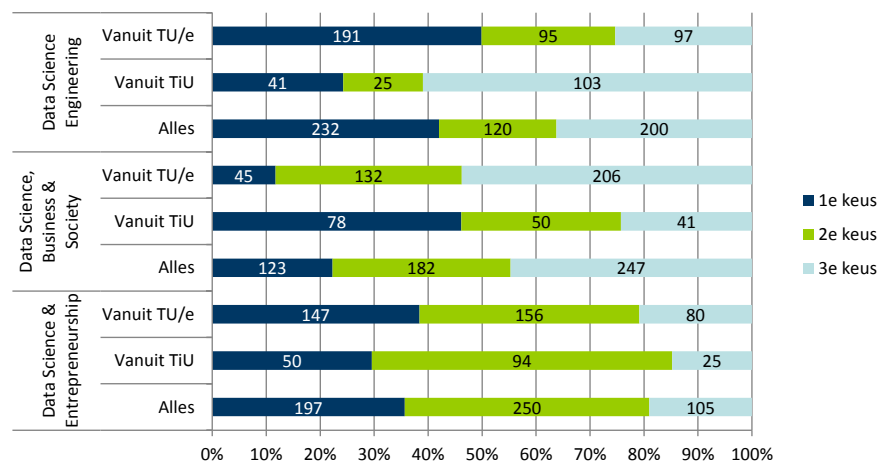
- Wanneer we de master Data Science & Entrepreneurship buiten beschouwing laten, dan hebben de bachelor- en masterstudenten uit Eindhoven een sterke voorkeur voor de opleiding Data Science & Engineering en de studenten uit Tilburg een sterke voorkeur voor de master Data Science Business & Society.
- De masteropleiding Data Science & Entrepreneurship is meer in trek bij de TU/e-bachelorstudenten als de TiU-bachelorstudenten. Bij de masterstudenten is dit precies andersom; daar is de masteropleiding Data Science & Entrepreneurship meer in trek bij TiU-studenten dan TU/e-studenten. Dit patroon is zichtbaar zowel voordat als nadat men weet waar de nieuwe masteropleidingen aangeboden gaan worden.
- Wanneer aan de studenten kenbaar is gemaakt waar de nieuwe masteropleidingen aangeboden gaan worden, veranderen meerdere TU/e en TiU-studenten de rankingposities en zetten hun 'eigen' masteropleiding (respectievelijk de master Data Science & Engineering en Data Science, Business & Society) toch op de eerste plaats. Dit patroon is duidelijker bij de TU/e-studenten. Hoewel het effect beperkt is, blijven studenten over het algemeen toch graag binnen de eigen stad studeren.

Bachelor

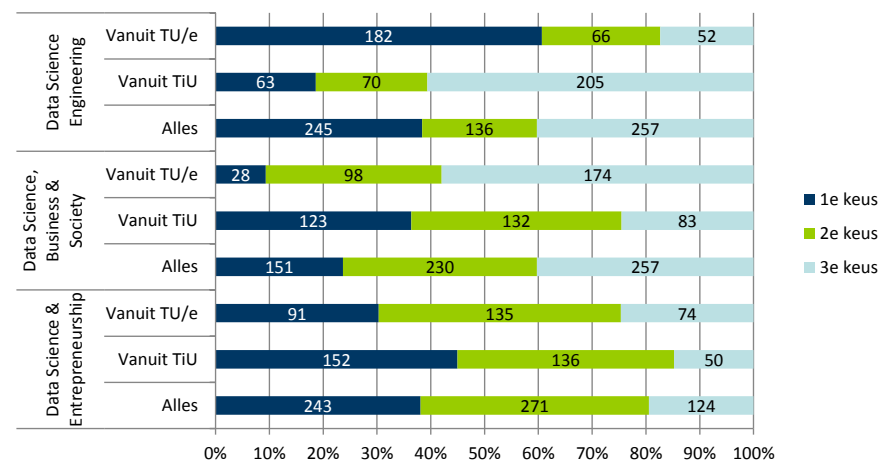
Figuur 15: Bachelorenquête "If you had to choose between these three variants: Which of the above courses would you prefer?" (n=604).

Master

Figuur 16: Masterenquête "If you had to choose between these three variants: Which of the above courses would you prefer?" (n=686).



Figuur 17: Bachelorenquête "Which of the above courses would you prefer (based on this new information)?" (n=552).



Figuur 18: Masterenquête "Which of the above courses would you prefer (based on this new information)?" (n=638).

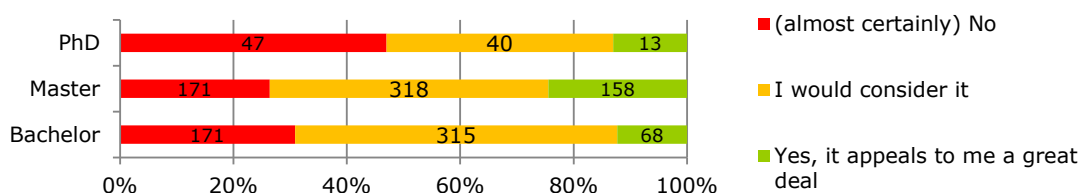
Reden van wisselen voorkeursopleiding

Studenten die hun voorkeur hebben aangepast, hebben dat hoofdzakelijk gedaan vanwege de locatie van de opleiding. Uit de open antwoorden komt naar voren dat hierbij enkel de *stad* zelf van invloed is. De locatie Mariënborg *an sich* speelt hierbij geen rol.

Het vaakst komt naar voren dat studenten bij voorkeur in hun "eigen stad" blijven wonen, omdat ze daar een sociaal netwerk hebben opgebouwd (vrienden, sport, werk, etc.). Daarnaast wordt 's-Hertogenbosch zelf ook geregeld genoemd. Opvallend is dat een groep studenten aangeeft liever niet in 's-Hertogenbosch te willen studeren omdat het niet een echte studentenstad is, terwijl anderen juist graag naar 's-Hertogenbosch verhuizen omdat ze het een gezellige stad te vinden (boven Eindhoven of Tilburg). Maar zoals uit bovenstaande figuren valt op te maken, wisselt men netto vaker *van* dan *naar* 's-Hertogenbosch.

Campuswonen

Momenteel wordt er nagedacht of 'wonen op de campus' onderdeel kan uitmaken van de master Data Science & Entrepreneurship. Aan studenten is gevraagd of zij hier gebruik van zouden willen maken. Hieruit volgt (zie Figuur 19) dat slechts de minderheid sterke voorkeur heeft voor het wonen op de campus.



Figuur 19: Bachelorenquête (n=554), Masterenquête (n=647) en PhD-enquête (n=100) "One of the aspects to which you have just responded, concerns living on campus. If there was student accommodation available on the Mariënborg campus in 's-Hertogenbosch, would you make use of this?".

Er worden diverse voor- en nadelen genoemd van wonen op een campus. In onderstaande tabel zijn de belangrijkste voor- en nadelen die genoemd zijn opgesomd.

Tabel 10: Voor- en nadelen 'wonen op een campus'.

Voordelen	Nadelen
- Minder reistijd - Goedkoper - Betere omstandigheden dan studentenhuus - Sociale interactie met medestudenten - Makkelijk toegang tot faciliteiten - Gemak dat het oplevert	- Woont het liefst nog thuis en gaat met OV - Te duur - Al eigen woonruimte hebben - Men wil liever op zichzelf wonen - Campus zorgt voor minder 'vrij' leven - Niet in 's-Hertogenbosch willen wonen

Studenten hebben geen expliciete voorkeur voor een één- of tweekamer appartement. Zowel bij bachelors, masters als PhD-studenten geeft circa 50% de voorkeur aan een éénkamer appartement en 50% de voorkeur aan een tweekamer appartement.

4.5 Instroomprognose Graduate School opleidingen

4.5.1 Inleiding

Voor het beoordelen van de haalbaarheid van de nieuwe opleidingen is het waardevol om een onderbouwde prognose te maken van de toekomstige studenteninstroom. Zonder een gezond aantal studenten dat aan de opleidingen wilt beginnen zal het initiatief immers weinig succesvol worden. De studenteninstroom is grofweg onder te verdelen in drie verschillende bronnen van instroom:

1. WO-bachelor-gediplomeerden
 - TU/e
 - TiU
 - Andere universiteiten
2. HBO-bachelor-gediplomeerden
3. Internationale master-studenten

Aangezien twee van de drie nieuw beoogde opleidingen in Eindhoven en Tilburg opgezet zullen worden, en bachelor-master-doorstroom typisch een universiteitsgebonden karakter kent, wordt er binnen de groep van WO-bachelor-gediplomeerden met extra aandacht gekeken naar de gediplomeerden vanuit de TU/e en TiU.

De prognose die hier gepresenteerd wordt is gebaseerd op een combinatie van databronnen:

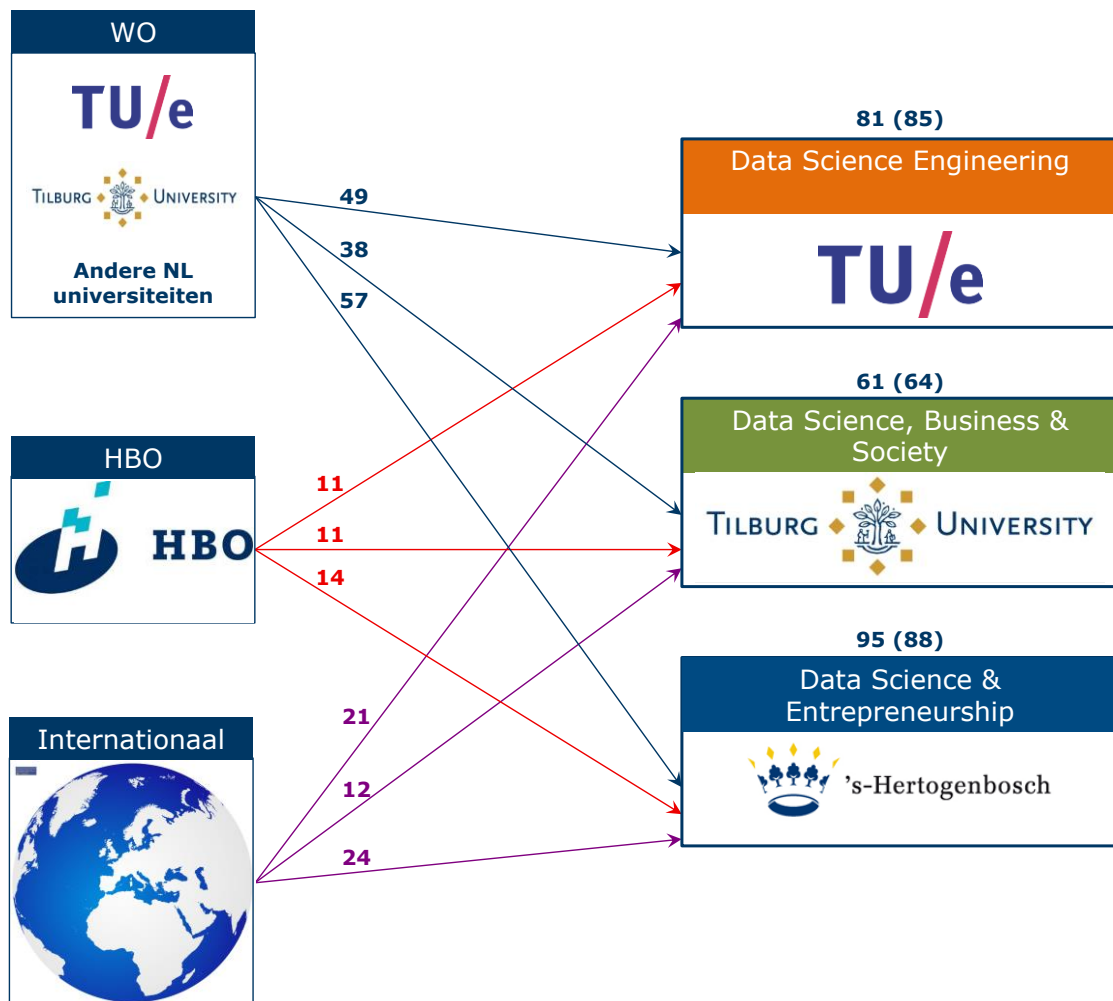
- DUO-data over het aantal gediplomeerden per opleiding.
- DUO-data over de instroom in masteropleidingen vanuit verschillende WO-bachelor-opleidingen, HBO-bachelor-opleidingen, en internationale instroom.
- Een enquête onder studenten van (relevante) bachelor- en masteropleidingen van de TU/e en TiU.

Een belangrijke opmerking bij deze prognose is dat er veelvuldig gebruik wordt gemaakt van historische data als instrumenten om tot een inschatting te komen. Los van het feit dat er hier een onoverkomelijke onbetrouwbaarheid mee gepaard gaat, geldt ook dat een 'extrapolatie' naar de nabije toekomst onzekerder wordt met de jaren. De hieronder beschreven prognose is dan ook gebaseerd op een 'fictieve' start van de gehele Graduate School voor het eerstvolgende collegejaar (2015-2016). Dat er in de praktijk wellicht sprake zal zijn van een gefaseerde invoering van opleidingen en een eventuele brede data science bachelor die ten grondslag komt te liggen aan de Graduate School hebben we niet meegenomen.

In 4.5.2 zal de prognose gepresenteerd worden. In 4.5.3 en 4.5.4 wordt de totstandkoming van deze prognose toegelicht.

4.5.2 Instroomprognose

Onderstaand schema geeft de prognose van de verwachte instroom in de verschillende data science-opleidingen grafisch weer.



Figuur 20: Instroomprognose Graduate School opleidingen. Tussen haakjes (rechterkant van het schema) wordt een raming gegeven wanneer gecorrigeerd wordt voor de locatie waar de opleiding gevestigd zal worden.

Met name de engineering-track en de entrepreneurship-track lijken in staat substantiële studentenaantallen aan te trekken (circa 80-90 studenten). Ook 'Data Science, Business & Society' lijkt een substantieel aantal studenten aan te trekken.

De prognose is primair gebaseerd op het inhoudelijke profiel van de verschillende opleidingen. We hebben in de enquête aan studenten gevraagd naar een ranking van de drie verschillende opleiding zonder dat ze wisten op welke locatie deze opleiding gegeven zou worden. Na vermeld te hebben waar de opleidingen gevestigd zouden worden hebben we studenten wederom gevraagd naar hun ranking. Er treedt in het studentenoordeel een kleine verschuiving op in het nadeel van 's-Hertogenbosch, wat in lijn is met het bekende universitair gebonden doorstroompatroon van WO-bachelors naar WO-masters binnen dezelfde universiteit. Deze locatie-gecorrigeerde cijfers zijn tussen haakjes weergegeven in de rechterkant van het schema.

Het is belangrijk om te benadrukken dat deze prognose gebaseerd is op de interesse van huidige (TU/e- en TiU-)studenten in combinatie met een historisch patroon van HBO- en

internationale instroom. Mogelijke opstarteffecten, (positief) afwijkende marketinginspanningen die tot grotere internationale toestroom leiden, een wijzigend landschap van bestaande masteropleidingen en toekomstige ontwikkelingen die de maatschappelijke en economische positie van data science beïnvloeden zijn hierin niet opgenomen. Ook de beoogde brede bachelor die onder de Graduate School opleidingen komt te liggen als toekomstige 'koninklijke route' is niet meegenomen in de prognose. Sowieso zou dit pas op langere termijn een aantoonbaar effect hebben en gaan we, zoals aangegeven in paragraaf 4.5.1 uit van een fictieve start in '2015-2016'.

Hieronder wordt per segment (WO, HBO & Internationaal) in meer detail toegelicht hoe de prognosecijfers tot stand gekomen zijn.

4.5.3 Instroom vanuit WO-bachelor-opleidingen

De WO-bachelor-opleidingen kunnen onderverdeeld worden in opleidingen binnen de TU/e, opleidingen binnen de TiU, en opleidingen binnen andere (Nederlandse) universiteiten. Vanuit historische instroomcijfers weten we dat het gros van de WO-bachelor-instroom bestaat uit studenten vanuit de eigen universiteit; de vooropleidingen die deze twee universiteiten bieden zijn dus extreem relevant.

TU/e & TiU

In afstemming met de TU/e en TiU zijn de relevante bachelor-opleidingen (i.e. vooropleidingen) binnen deze universiteiten vastgesteld, wat heeft geresulteerd in het volgende lijstje:

TU/e

- Bachelor Wiskunde & Informatica (W&I)
 - Technische Wiskunde
 - Technische Informatica
- Bachelor Industrial Engineering & Innovation Sciences (IEIS)
 - Industrial Engineering
 - Technische Innovatiewetenschappen (Innovation Sciences, Psychology & Technology, Sustainable Innovation)

TiU

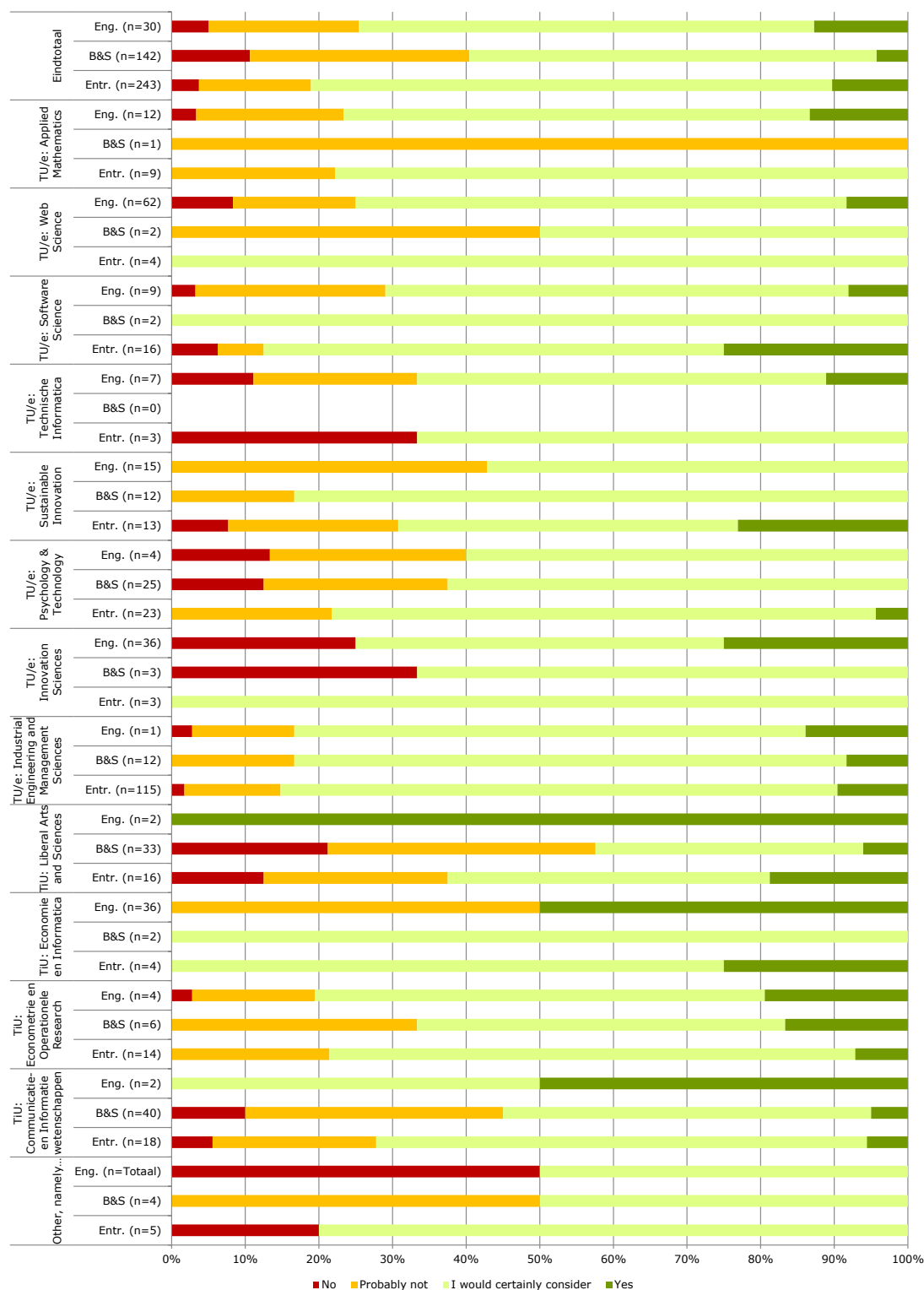
- Liberal Arts and Sciences
- Economie en informatica
- Communicatie- en Informatiewetenschappen
- Econometrie en Operationele Research

De bachelor-studenten van deze opleidingen zijn bevraagd in een enquête. Relevant voor de prognose is de vraag of studenten van deze bachelors de nieuwe master-opleidingen zouden willen volgen. Specifiek is aan hen gevraagd: "Would you apply for this (first choice) course after your Bachelor's?", waarbij ze konden aangeven (1) No, (2) Probably not, (3) I would certainly consider, en (4) Yes, it appeals to me a great deal.

In Figuur 21 is per opleiding aan de TU/e en TiU weergegeven hoe de vraag beantwoord is met betrekking tot de drie nieuwe masters Data Science (naar 1^e voorkeur voor de bachelorstudent).¹⁷ Deze informatie wordt gebruikt voor het ramen van toekomstige instroomaantallen. Het is echter belangrijk op te merken dat een dergelijke uitsplitsing zorgt voor een kleine 'celvulling'. De percentages per antwoordcategorie zijn geprojecteerd

¹⁷ Voor deze analyse kijken we naar het antwoord van de respondent waarbij hij/zij nog niet op de hoogte was van de locatie waar de masteropleiding zal worden aangeboden.

op het aantal gediplomeerden per opleiding in het jaar 2012 (meest recent beschikbare data bij DUO), wat resulteert in de uitkomsten weergegeven in Tabel 11¹⁸.



Figuur 21: Bachelorenquête (n=605) "Would you apply for this (first choice) course after your Bachelor's?".

¹⁸ Hierbij wordt de aanname gemaakt dat de enquête een representatief beeld oplevert m.b.t. de studentenpopulatie van de desbetreffende opleiding.

Tabel 11: Mate van interesse in data science opleidingen geprojecteerd op het aantal gediplomeerden per opleiding

		Data Science & Entrepreneurship				Data Science, Business & Society				Data Science Engineering			
		Probably not I would certainly consider Yes, it appeals to me a great deal				Probably not I would certainly consider Yes, it appeals to me a great deal				Probably not I would certainly consider Yes, it appeals to me a great deal			
Opleiding	# Gediplomeerden 2012	No	Probably not	I would certainly consider	Yes, it appeals to me a great deal	No	Probably not	I would certainly consider	Yes, it appeals to me a great deal	No	Probably not	I would certainly consider	Yes, it appeals to me a great deal
Technische Universiteit Eindhoven													
Technische Bedrijfskunde	115	1	11	61	8	0	1	6	1	1	4	18	4
Technische Informatica	42	1	0	6	2	0	0	1	0	2	8	20	3
Technische Innovatiewetenschappen	28	0	2	7	1	1	2	7	0	1	2	4	0
Technische Wiskunde	27	0	1	5	0	0	1	0	0	1	4	13	3
Universiteit van Tilburg													
Communicatie- en Informatiewetenschappen	75	1	5	15	1	5	17	24	2	0	0	2	2
Econometrie en Operationele Research	59	0	3	11	1	0	2	3	1	1	6	23	7
Economie en Informatica	23	0	0	9	3	0	0	6	0	0	3	0	3
Liberal Arts and Sciences	25	1	2	4	2	4	6	6	1	0	0	0	1

Bovenstaande tabel geeft dus weer hoe gediplomeerden van de verschillende opleidingen (naar verwachting) kijken naar de nieuwe masteropleidingen: zouden ze deze zeker willen volgen, zouden ze deze overwegen, of zouden ze deze waarschijnlijk of zeker niet volgen. In de prognose hebben we aangenomen dat de vierde categorie 'Yes, it appeals to me a great deal' te vertalen is naar een student die ook daadwerkelijk zou instromen in de desbetreffende opleiding. Dus bij de opleiding Technische Bedrijfskunde zouden acht gediplomeerden Data Science & Entrepreneurship gaan volgen.

De derde en grote categorie "I would certainly consider" is moeilijker te beoordelen, omdat het onzeker is in welke mate deze groep uiteindelijk ook daadwerkelijk de nieuwe masteropleiding zou gaan volgen. Om hier toch een onderbouwde inschatting van te kunnen geven, is gekeken naar het gemiddeld aantal masteropleidingen dat een oriënterende student overweegt. In de enquête is expliciet gevraagd naar de masteropleidingen die de student in kwestie overweegt, voordat hij/zij af wist van de mogelijk nieuwe data science opleidingen. Het gemiddeld aantal blijkt op basis van de enquête 2,3 masteropleidingen te zijn. Hier komt de nieuwe masteropleiding bij, wat resulteert in 3,3 masteropleidingen die door een student gemiddeld overwogen worden. De aanname is gemaakt dat iedere overwogen masteropleiding evenveel kans heeft om uiteindelijk gekozen te worden. Het aantal gediplomeerden dat de opleiding (zeker) zou overwegen is gedeeld door 3,3 om ook op basis van deze groep gediplomeerden een onderbouwde schatting te geven van het uiteindelijke aantal dat de opleiding ook daadwerkelijk zou kiezen. In het voorbeeld van Technische Bedrijfskunde en de master Data Science & Entrepreneurship, zouden dus 8 plus $61/3,3 = 26,5$ gediplomeerden de masteropleiding gaan volgen.

Bovenstaande benadering zou de instroom in de Tilburg-master onderschatten, omdat hier geen sprake is van een volledig nieuwe opleiding, maar het ombouwen van een bestaande opleiding. Er is hier dus sprake van een 'natuurlijke' doorstroom van de desbetreffende bachelor (Econometrie en operationele research); hier hebben we een correctie voor

toegepast op basis van de historische doorstroom van deze bachelor naar de opvolgende master¹⁹.

Dit resulteert in de volgende instroom op basis van de relevante bacheloropleidingen van de TU/e en TiU:

Tabel 12: Schatting instroom vanuit relevante bachelor-opleidingen TU/e en TiU.

Op basis van 'Ja'				
	Data Science & Entrepreneurship	Data Science, Business & Society	Data Science Engineering	Totaal
TU/e	10	1	9	20
TiU	6	17	10	33
Totaal	16	18	19	53

Op basis van 'Ja' + 'Ik zou het zeker overwegen'/3,3				
	Data Science & Entrepreneurship	Data Science, Business & Society	Data Science Engineering	Totaal
TU/e	34	5	26	65
TiU	17	29	18	64
Totaal	51	34	44	129

Deze laatste schatting is beter om een prognose te maken op basis van een verwachte waarde, maar het is ook mogelijk om een meer conservatieve schatting te maken en dus enkel te kijken naar de studenten die aangeven de opleiding zeker te willen volgen (bovenste cijfers).

Andere universiteiten

Bovenstaande cijfers geven een prognose voor de TU/e en de TiU, maar zeggen nog niets over de instroom vanuit andere universiteiten. Het is binnen dit haalbaarheidsonderzoek niet mogelijk om studenten van alle (relevante) opleidingen van andere universiteiten te bevragen, dus is op basis van historische data van aanverwante masters op de TU/e en TiU bekeken hoeveel instroom die masters hebben gehad vanuit andere universiteiten. De volgende aanverwante masters zijn hiervoor geanalyseerd:

TU/e

- Embedded Systems
- Industrial and Applied Mathematics
- Innovation Management
- Human-technology Interaction
- Business Information Systems
- Computer Science and Engineering
- Innovation Sciences
- Operations Management and Logistics

TiU

- Finance
- Information Management
- Operations Research and Management Science

¹⁹ In overleg met de opdrachtgever is besloten dat een dergelijke correctie niet toegepast hoeft te worden op de situatie van de TU/e.

- Quantitative Finance and Actuarial Science
- Accounting
- Marketing Management
- Marketing Research
- Strategic Management
- Law and Technology
- Supply Chain Management
- International Management
- Communicatie- & Informatiewetenschappen (research)
- Economics
- Sociology
- Communicatie- & Informatiewetenschappen

Op basis van de instroom in deze TU/e-masters in de laatste vijf jaar is vastgesteld dat binnen de groep instromers vanuit WO-bachelors slechts 8,6% afkomstig is van andere universiteiten. Voor de TiU is dit 10,2%. In andere woorden, de verhouding tussen de TU/e+TiU en andere universiteiten is 1:9.

Deze ratio is ook geprojecteerd op de geschatte instroom vanuit de TU/e en TiU voor de nieuwe master-opleidingen. Dit betekent dat er 11% (1/9) is opgeteld bij de WO-bachelor-instroom gepresenteerd in Tabel 12.

4.5.4 Instroom vanuit HBO-bachelor-opleidingen & internationale instroom

Voor de instroom vanuit het HBO en de internationale instroom is dezelfde werkwijze gehanteerd als bij het vaststellen van de WO-bachelor-instroom vanuit andere universiteiten. De historische instroom (afgelopen 5 jaar) is geanalyseerd op basis van de aanverwante master-opleidingen. Tabel 13 laat zien hoe de instroom vanuit het HBO en de internationale instroom zich verhouden tot de totale instroom.

Tabel 13: Internationale instroom en instroom uit het HBO per universiteit en opleiding.

Opleiding TU/e	Vooropleiding					
	Totaal Instroom	# Int.	% Int.	# HBO	% HBO	# Overig
Embedded Systems	187	111	59%	32	17%	44
Industrial and Applied Mathematics	100	30	30%	0	0%	70
Innovation Management	293	21	7%	75	26%	197
Human-technology Interaction	114	26	23%	28	25%	60
Business Information Systems	125	58	46%	2	2%	65
Computer Science and Engineering	280	114	41%	29	10%	137
Innovation Sciences	98	10	10%	17	17%	71
Operations Management and Logistics	454	65	14%	55	12%	334
TOTAAL	1651	435	26%	238	14%	978

Opleiding TiU	Vooropleiding					
	Totaal Instroom	# Int.	% Int.	# HBO	% HBO	# Overig
Finance	674	209	31%	51	8%	414
Information Management	259	139	54%	45	17%	75
Operations Research and Management Science	93	12	13%	0	0%	81
Quantitative Finance and Actuarial Science	141	42	30%	0	0%	99
Accounting	582	39	7%	76	13%	467
Marketing Management	881	57	6%	294	33%	530
Marketing Research	81	28	35%	3	4%	50
Strategic Management	563	46	8%	77	14%	440
Law and Technology	150	89	59%	7	5%	54
Supply Chain Management	277	44	16%	67	24%	166
International Management	204	68	33%	56	27%	80
Com- & Inf-wetenschappen (research)	16	5	31%	2	13%	9
Economics	294	129	44%	2	1%	163
Sociology	92	8	9%	16	17%	68
Communicatie- & Informatiewetenschappen	820	100	12%	240	29%	480
TOTAAL	5127	1015	20%	936	18%	3176

De internationale instroom verschilt sterk per opleiding (van 6% tot 59%). Ook de HBO-instroom loopt sterk uiteen (van 0% tot 33%). Het is op dit moment nog niet te zeggen in welke mate de nieuwe masteropleidingen HBO- en internationale instroom zullen aantrekken. Om toch een zo goed mogelijk onderbouwde prognose te kunnen maken is hier uitgegaan van het gemiddelde van deze opleidingen. Dit betekent dat we HBO-instroom in de TU/e-opleiding op 14% gezet hebben, en bij de TiU op 18%. Voor internationale instroom wordt gerekend met 26% op de TU/e en 20% op de TiU. Voor de opleiding in Mariënborg hebben we nog geen enkel direct referentiemateriaal, en hebben daarom als schatting 15% voor het HBO en 25% voor de internationale instroom genomen.

Op basis van de resultaten gepresenteerd in 4.5.3 weten we hoe groot de instroom exclusief HBO- en internationale instroom is. Hier kunnen op basis van de hierboven vastgestelde percentages voor HBO- en internationale instroom deze twee stromen bij opgeteld worden, wat resulteert in de uiteindelijk cijfers gepresenteerd in 4.5.2.

Als rekenvoorbeeld voor de opleiding Data Science Engineering (TU/e): 26% internationaal + 14% HBO = 40%. De overige 60% kwam overeen met 49 studenten, waarmee 40% overeenkomt met 32 studenten (totaal 81 studenten). De 32 studenten kunnen op hun beurt uitgesplitst worden in circa 21 internationale studenten en 11 HBO-studenten.

5 Economisch rendement Mariënborg

5.1 Inleiding

In dit deelonderzoek beantwoorden wij de vraag welk economisch rendement verwacht mag worden van de vestiging van de masteropleiding Data Science & Entrepreneurship in Mariënborg te 's-Hertogenbosch²⁰. Deze impact kan zich op verschillende manieren manifesteren. Ten eerste kan er een impact zijn op het aantal bedrijfsvestigingen, nieuwe banen, directe investeringen (in het gebouw, faciliteiten) en bestedingen van staf en studenten in de stad en zijn omgeving. Dit noemen we directe impact die zich doorgaans op relatief korte termijn voordoet. Ten tweede kan er impact zijn die zich voordoet op het niveau van een versterking van de stedelijke en regionaal-economische structuur en de (inter)nationale positionering van 's-Hertogenbosch en omgeving als wetenschappelijke, economische en maatschappelijke broedplaats voor data science. Dit noemen we de indirecte impact die zich op langere termijn kan voordoen.

Deze economische impactanalyse is te beschouwen als een ex ante evaluatie van de vestiging van de nieuwe opleidingen in Mariënborg. Dit is één van de meest uitdagende onderdelen van deze haalbaarheidsstudie, want er is voor deze ex ante evaluatie weinig empirische data beschikbaar. We moeten werken met een aantal aannames en veronderstellingen, bijvoorbeeld over de omvang van de wetenschappelijke en niet-wetenschappelijke staf, het aantal spin-offs en in welke mate bedrijven naar 's-Hertogenbosch komen vanwege Mariënborg. Onze analyse zal dus zowel kwalitatieve en kwantitatieve bronnen gebruiken; en dito uitspraken doen. Nadrukkelijk stellen wij dat onze analyse geen 'business case' betreft.

5.2 Inrichting van de Graduate School

Alvorens een uitspraak te kunnen doen over het economisch rendement van Mariënborg voor 's-Hertogenbosch en zijn omgeving is het nodig om aan te geven hoe de inrichting van de nieuwe opleidingen eruit gaan ziet. Hiervoor moeten vragen worden beantwoord als wanneer de opleidingen van start gaan? Welke investeringen worden tot en met de opening gedaan in het gereed maken van het gebouw? Hoe groot wordt de opleiding in termen van personeel: wetenschappelijk en niet-wetenschappelijk? Hoe groot wordt de opleiding in termen van studenteninstroom: per jaar, totaal, welke type student? Hoe groot wordt de begroting en welke ontwikkeling is er de komende jaren te verwachten in deze begroting (met onderscheid naar investeringen en exploitatie)? Hoewel het antwoord op deze vragen niet even makkelijk te geven is, zullen we in deze paragraaf een poging ondernemen.

Opening van Mariënborg

Onder opening van Mariënborg verstaan wij het moment waarop de Graduate School de eerste studenten ontvangt. De opening is voorzien op 1 september 2015 voor de twee Masteropleidingen in Tilburg en Eindhoven. De start van de Master in 's-Hertogenbosch is afhankelijk van een reeks aan andere factoren, zoals bereidheid tot investeren vanuit gemeente (en eventueel provincie), alsmede een macro-doelmatigheidstoets van het Ministerie van OCW.

²⁰ We richten ons enkel op het deel van de Graduate School dat in 's-Hertogenbosch wordt aangeboden.

Investerings in de inrichting van Mariënborg

Onder deze investeringen verstaan wij het bedrag dat de partners gemeente 's-Hertogenbosch, provincie Noord-Brabant, TU/e en TiU moeten investeren om Mariënborg als onderwijslocatie in te richten. De ambitie daarbij is dat Mariënborg ook een conferentie- en ontmoetingsplaats wordt en tevens bedrijfsactiviteiten zal huisvesten. Het gaat zowel om investeringen in de 'harde' infrastructuur van deze campus (bijv. college- en conferentiezalen, ICT, studie- en kantoorruimten voor staf en studenten, huisvesting van studenten²¹ en ruimten voor ondernemersactiviteiten)²² en 'zachte' infrastructuur (zoals communicatie, werving en selectie van personeel en studenten²³).

Bij het opstellen van deze haalbaarheidsstudie waren deze kosten onbekend. Dat geldt ook voor de bedragen die partners reserveren om de genoemde investeringen te kunnen doen.

Opleidingen en studentenaantallen

Mariënborg richt zich in eerste instantie op het aanbieden van een tweejarige masteropleiding met specialisatie 'Data Science and Entrepreneurship', maar nadrukkelijk wordt ook ruimte geboden aan (op termijn) PhD-studenten en PDEng/DBA aan te trekken.

De verwachte instroom in deze drie opleidingen per jaar bedraagt rond de 100 studenten voor de tweejarige masteropleiding (zie hoofdstuk 4). In een later stadium zullen daar nog een dozijn PDEng- en PhD-kandidaten bij komen. Opgeteld betekent dat Mariënborg jaarlijks ongeveer 250 studenten zal herbergen.

Budget

Het jaarlijks budget is op dit moment nog onbekend. Het budget is bestemd voor directe en indirecte kosten, dus zowel voor onderwijs- en aanverwante activiteiten, conferenties, beheer en onderhoud van de campus als de ondernemersgerichte activiteiten. Uitgangspunt is dat Mariënborg binnen vijf jaar financieel zelfstandig is (dus financieel niet afhankelijk is van overheden en universiteiten).

Personeel

Naar verwachting zal Mariënborg een wetenschappelijke staf van vijf tot tien medewerkers hebben (5 FTE) die allemaal in deeltijd aangesteld zijn. Voor een ander deel zijn zij verbonden aan één van de peteruniversiteiten. Naar verwachting zal de non-wetenschappelijke staf bestaan uit twee tot vier medewerkers (3 FTE).

Zeker in het begin zullen administratieve taken (personeel- en salarisadministratie, etc.) uitgevoerd worden door medewerkers van één van de peteruniversiteiten. De uiteindelijke inrichting en omvang zijn mede afhankelijk van de rechtsvorm en schaal van de School.

²¹ In ieder geval nagaan in welke mate personeel en studenten zich ook gaan wonen in (1) Graduate School (intern); (2) 's-Hertogenbosch; of (3) blijven forensen.

²² Faciliteiten kunnen een belangrijke reden zijn voor aanverwante instellingen om zich ook bij Mariënborg te gaan vestigen. Het gaat niet alleen om geavanceerde hardware, maar ook om software en vooral data. Mogelijk dat Mariënborg een 'bibliotheek van data' ontwikkelt en dan ligt de meerwaarde van deze School in het regelen van de toegang tot data, licentiebeheer, etc.. Wat betreft hardware heeft de TU/e onlangs een *distributed supercomputer* gekocht samen met SARA en de UT.

²³ Onbekend is of het personeel (wetenschappelijk en non-wetenschappelijk) in dienst komt van de Graduate School of in dienst komt/blijft van de peteruniversiteiten.

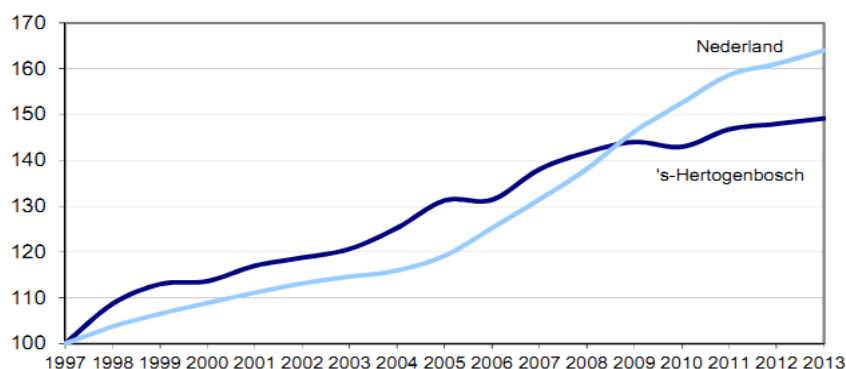
5.3 Economische structuur van (de regio) 's-Hertogenbosch

In deze paragraaf presenteren we een aantal economische karakteristieken van (de regio) 's-Hertogenbosch. Deze specifieke kenmerken zijn van belang bij het evalueren van de indirecte effecten van de komst van de nieuwe onderwijsinstituut in 's-Hertogenbosch.

Ontwikkeling bedrijfsvestingen

Agglomeratievoordelen en bereikbaarheid zijn belangrijke factoren bij de keuze van grote ondernemingen voor een stadsregio als hoofdvestiging dan wel nevenvestiging. Elke stad heeft agglomeratievoordelen ten opzichte van de omliggende regio (centrumfunctie). Op hogere schaalniveaus gaat het vooral om de concurrentie met andere steden. Bereikbaarheid speelt daarbij een rol maar een minstens zo belangrijk locatie-effect is de mate waarin de samenstelling van de lokale beroepsbevolking aansluit bij de specifieke vraag vanuit bedrijven. Een andere belangrijk aspect zijn structureffecten (met name aanwezigheid van economische groeisectoren). Ten opzichte van de naburige stedelijke regio's Eindhoven, Tilburg en Breda blijft de regio 's-Hertogenbosch achter in termen van structureffecten en met name in termen van locatie-effecten. Er zijn relatief weinig grote bedrijven gevestigd in de stad en de grote Brabantse bedrijven zitten in andere naburige gemeenten.²⁴⁻²⁵ De groei zou dan nog kunnen komen uit het MKB maar ook het totaal aantal bedrijven dat in 's-Hertogenbosch is gevestigd groeit structureel langzamer dan de landelijke trend (zie Figuur 22). Het aantal snelle groeiers daalt sinds 2008 sterk in de regio en deze daling is sterker dan de nationale en Brabantse trend.²⁶⁻²⁷

Figuur 22: Ontwikkeling van het aantal bedrijven in 's-Hertogenbosch en in Nederland (1997=100), 1997-2013²⁸



Ontwikkeling werkgelegenheid

Er zijn in 's-Hertogenbosch 100.000 banen. 's-Hertogenbosch zelf heeft een beroepsbevolking van 70.000 personen. 41% van de banen wordt vervuld door de eigen beroepsbevolking. Uit deze cijfers blijkt direct de centrumfunctie van de stad: er werken meer mensen in 's-Hertogenbosch dan dat er Bosschenaren buiten de stad werken. Dit is vooral een regionale centrumfunctie. De instroom vanuit de omliggende regio (Noordoost-

²⁴ O&S (2014). Factsheet stedelijke economie. 2e kwartaal 2014.

²⁵ NB: Zeven van de tien grootste bedrijven in Nederland hebben hun hoofdvestiging in Amsterdam.

²⁶ Agrifood Capital (2014). Agrifood Capital Monitor 2014. Sowing Innovation. Harvesting the future. 's-Hertogenbosch.

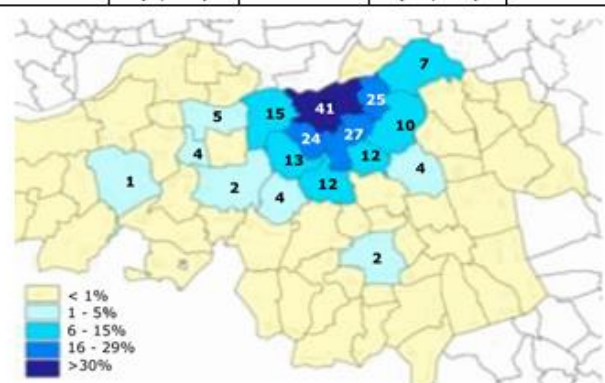
²⁷ Snelle groeiers zijn alle bedrijven, met minimaal 50FTE, die in drie jaar 60% of meer in hun werkgelegenheid zijn gegroeid.

²⁸ LISA genoemd in O&S (2014). Factsheet stedelijke economie. 2e kwartaal 2014.

Noord-Brabant) is ruim 3x zo groot als de uitstroom naar die regio²⁹. De instroom vanuit de rest van Nederland is ook groter dan de uitstroom maar daar is de factor 1,5.

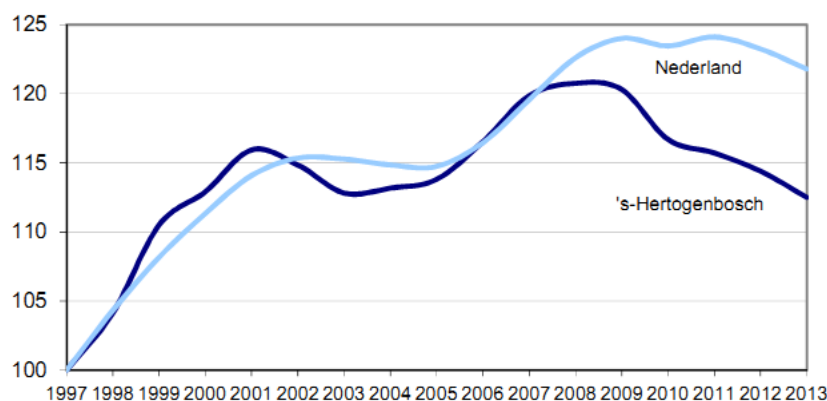
Tabel 14: Instroom naar en uitstroom van lokale arbeidsmarkt 's-Hertogenbosch³⁰

	naar	s-Hertogenbosch		NO-Noord-Brabant		rest Nederland		totaal
van	s-Hertogenbosch	41.000	(41,1%)	8.000	(8,0%)	21.100	(21,1%)	70.100
	NO-Noord-Brabant	25.600	(25,7%)					
	rest van Nederland	33.200	(33,3%)					
	totaal	99.800						



Ten opzichte van het landelijke gemiddelde is er sprake van een ongunstige ontwikkeling van het aantal arbeidsplaatsen. Debet daaraan zijn de oorzaken die hiervoor zijn besproken.

Tabel 15: Ontwikkeling van het aantal arbeidsplaatsen in 's-Hertogenbosch en in Nederland, 1997-2013³¹



Structuur van de lokale economie

Als we kijken naar de grote bedrijven in de regio 's-Hertogenbosch zien we dat lokale economie sterk gericht is op de sector energie, gevolgd door elektrotechniek (vanwege de traditionele sterkte in het printercluster) en financiële dienstverlening.

²⁹ Rekenkamercommissie 's-Hertogenbosch (2013). 'Regionale economie: werk aan de winkel'. (regionaal) economisch beleid in de gemeente 's-Hertogenbosch.

³⁰ CBS en Rekenkamercommissie 's-Hertogenbosch (2013). 'Regionale economie: werk aan de winkel'. (regionaal) economisch beleid in de gemeente 's-Hertogenbosch.

³¹ LISA genoemd in Rekenkamercommissie 's-Hertogenbosch (2013). 'Regionale economie: werk aan de winkel'. (regionaal) economisch beleid in de gemeente 's-Hertogenbosch.

Tabel 16: Top-10 grootste bedrijven in 's-Hertogenbosch³²

Bedrijf	omvang (fte)	sector
Essent Personeel Service B.V.	4.463	Energie
Enexis B.V.	3.182	Energie
Van Lanschot Bankiers	1.500	Finance
Canon Nederland	1.302	Elektrotechniek
DIT Technical Services 1 B.V.	1.300	Technisch detachering
Burgers Ergon Install.techn.	1.276	Elektrotechniek
PostNL Productie B.V.	1.168	Logistiek
SNS Bank	1.000	Finance
Ricoh	919	Elektrotechniek
Würth-Nederland B.V.	700	Retail
Heineken Nederland	607	Food
GEA Refrigerat. Netherl. N.V.	600	Metaal

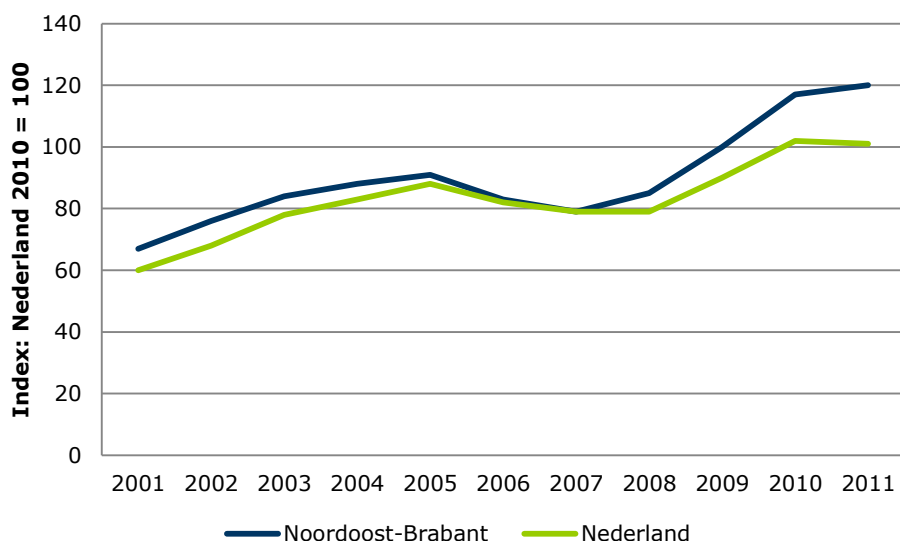
Elektrotechniek en financiële dienstverlening zijn geen groeisectoren, althans niet in termen van werkgelegenheid. De snelst groeiende sectoren in de gemeente zijn horeca en gezondheidszorg. Zakelijke dienstverlening groeit ook maar minder snel dan in de rest van Noord-Brabant en de rest van Nederland³³. In beide gevallen is er sprake van een inhaalslag: het aantal banen in overheid/onderwijs/zorg en zakelijke diensten lag in 2013 nog steeds achter op het landelijke gemiddelde. Ten opzichte van de rest van Nederland ontwikkelt de toegevoegde waarde per werknemer in de dienstverlening in Noordoost-Brabant zich de laatste jaren gunstig. Wel is de sector overheid/onderwijs/zorg de enige sector in Noordoost-Brabant die in de afgelopen jaren is gegroeid in absolute aantal banen.³⁴ Alle andere sectoren zijn gekrompen.

³² O&S (2014). Factsheet stedelijke economie. 2e kwartaal 2014. Aangepast door Dialogic, 2014.

³³ O&S (2014). Factsheet stedelijke economie. 2e kwartaal 2014.

³⁴ Het aandeel van deze sector in het totaal aantal banen (dat is afgenomen van 315.000 in 2008 tot 307.000 in 2013) is gestegen van 22,7% tot 24,5%. Dat komt neer op een toename van 3.700 banen. (Agrifood Capital (2014). Agrifood Capital Monitor 2014. Sowing Innovation. Harvesting the future. 's-Hertogenbosch.)

Figuur 23: Ontwikkeling in de toegevoegde waarde per werknemer in de dienstverlening, Noordoost-Brabant en Nederland, 2001-2011³⁵



Een subsector die nauw met de (zakelijke) dienstverlening samenhangt is ICT. Er zijn in 's-Hertogenbosch relatief veel IT-bedrijven gevestigd. Het aantal bedrijven is vergelijkbaar met dat in Eindhoven (dat een 1,5 keer zo grote beroepsbevolking heeft) en veel groter dan dat van Tilburg (dat een net zo grote beroepsbevolking heeft als Eindhoven).

Tabel 17: Omvang beroepsbevolking en aantal IT-bedrijven naar bedrijfsgrootte, Eindhoven en referentiegemeenten³⁶

	Beroepsbevolking (x 1000)	Aantal IT-bedrijven (SBI62-63)	
		>10 fte	>100 fte
Amsterdam	415	143	2
Utrecht	168	88	9
Eindhoven	104	56	5
Tilburg	102	12	0
Amersfoort	72	29	1
's-Hertogenbosch	70	52	4

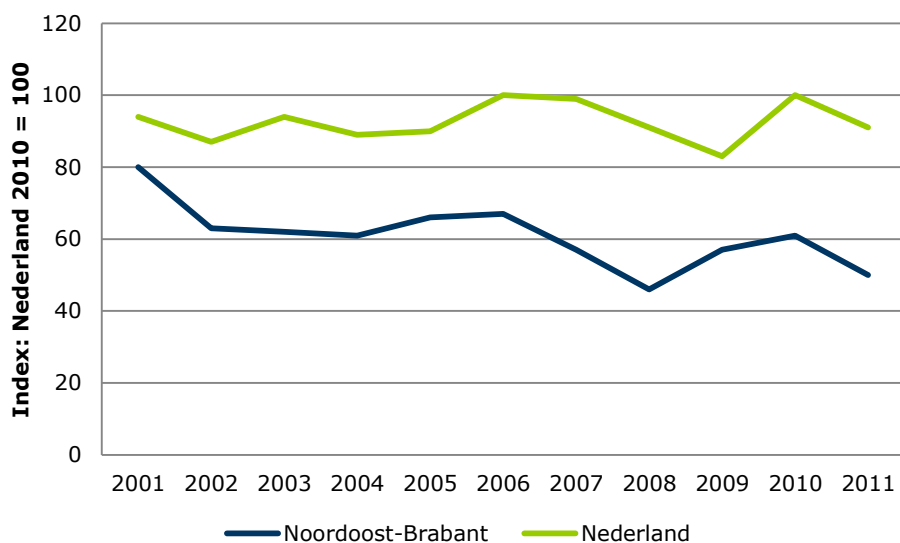
Vanuit landelijk perspectief heeft de regio Noordoost-Brabant een duidelijke specialisatie in agrofood³⁷. Met groene netwerkorganisatie Agrifood Capital, de Hogere Agrarische School (HAS) en enkele bedrijven heeft 's-Hertogenbosch een duidelijke link met deze sector. Deze sector staat de laatste jaren echter onder druk. Het totaal aantal bedrijven en het aantal banen krimpt. Het aantal snel groeiende ondernemingen daalt zelfs fors en de toegevoegde waarde per werknemer is de afgelopen tien jaar verder afgenomen ten opzichte van het landelijke gemiddelde.

³⁵ Agrifood Capital (2014). Agrifood Capital Monitor 2014. Sowing Innovation. Harvesting the future. 's-Hertogenbosch.

³⁶ <https://www.kvk.nl/handelsregister/adressenbestand/>, aangepast door Dialogic, 2014

³⁷ Agrifood Capital (2014). Agrifood Capital Monitor 2014. Sowing Innovation. Harvesting the future. 's-Hertogenbosch.

Figuur 24: Ontwikkeling in de toegevoegde waarde per werknemer in de landbouw, Noordoost-Brabant en Nederland, 2001-2011³⁸



5.4 Directe effecten van vestiging in Mariënborg

De directe economische impact van de stafleden en studenten op de lokale economie in termen van bestedingen (dat zijn de zogenaamde voorwaartse effecten) is verwaarloosbaar. Dat komt omdat het aantal stafleden en studenten in vergelijking tot andere reeds bestaande opleidingen in 's-Hertogenbosch beperkt is. Ter vergelijking zijn in Tabel 18 cijfers opgenomen van een aantal andere studentensteden.

Tabel 18: Relatief aandeel HO-studenten en vroegvolwassenen in een aantal studentensteden ten opzichte van het landelijk gemiddelde, peiljaar 2013 (bron: CBS)

Gemeente	Aantal inwoners	Totaal HO-studenten	% HO-studenten	%inwoners 15-25 jaar
Delft	99.097	14.313	14,4%	19,4%
Tilburg	208.527	15.449	7,4%	15,2%
Utrecht	321.916	31.811	9,9%	16,0%
Eindhoven	218.433	13.636	6,2%	13,2%
's-Hertogenbosch	142.817	5.205	3,6%	11,5%
Nederland	16.779.575	663.065	4,0%	12,2%

Bij een aantal van 250 studenten zou het aandeel HO-studenten stijgen van 3,6% naar 3,8%. Dat is dan bij de – nogal optimistische – aanname dat 100% van de studenten zich in 's-Hertogenbosch zelf zullen vestigen. Een deel van de studenten (30-50%) zal waarschijnlijk echter in Tilburg of Eindhoven blijven wonen. Dit geldt zeker voor de wetenschappelijke stafleden die ook formeel verbonden zullen blijven aan de TU/e of Tilburg University. Dit geldt niet voor de niet-wetenschappelijke staf – die zal waarschijnlijk wel in 's-Hertogenbosch en omstreken wonen. Voor het economische effect is echter alleen de *additionele* werkgelegenheid van belang. We kunnen dus alleen de groei in werkgele-

³⁸ Agrifood Capital (2014). Agrifood Capital Monitor 2014. Sowing Innovation. Harvesting the future. 's-Hertogenbosch.

genheid (en de bijbehorende downstream bestedingen) toerekenen aan de komst van Mariënborg voor zover deze mensen anders geen baan in 's-Hertogenbosch zouden hebben gevonden.

Het totaal aantal studenten ten opzichte van de rest van de bevolking is relatief klein ten opzichte van andere studentensteden. In een kleine stad als Delft met een relatief grote studentenpopulatie is de aanwezigheid van de studenten demografisch duidelijk merkbaar. Het effect van de bestedingen van studenten (en stafleden) zowel op de korte als lange termijn is zichtbaar in de lokale economie. In het laatste geval gaat de economie zich deels richten naar de typische bevolkingssamenstelling van met hoge percentages jongvolwassenen, hoogopgeleiden en buitenlanders. In 's-Hertogenbosch liggen de percentages HO-studenten (en het percentage jongvolwassenen) net onder het landelijk gemiddelde. 's-Hertogenbosch is momenteel nauwelijks een studentenstad en de komst van Mariënborg zal daar weinig verandering in brengen.

Voor de achterwaartse effecten (de uitgaven van het instituut Mariënborg en gelieerde organisaties aan leveranciers) geldt evenzeer dat de omvang beperkt is. Het leeuwendeel (65%) van de uitgaven van universiteiten en hogescholen gaat op aan personeelskosten.³⁹ Die uitgaven zijn via de voorwaartse effecten (medewerkers die hun salaris uitgeven in de stad) al verdisconteerd. Voor de achterwaartse effecten zijn met name de lopende operationele uitgaven ('overige instellingslasten') van belang. Voor een universiteit bedragen die gemiddeld circa 15% van de totale uitgaven.⁴⁰ Voor een gemiddelde universiteit komt dat neer op ca. €4.000 per student. Omgerekend naar Mariënborg is het totaal (bij 250 studenten) dan 1 miljoen euro. Daarbij gelden dan de optimistische aannames dat het volledige bedrag aan lokale leveranciers wordt besteed, en dat deze leveranciers anders geen alternatieve inkomsten zouden hadden ontvangen (wederom het additionaliteitsprincipe).

5.5 Indirecte effecten van vestiging in Mariënborg

De indirecte effecten in de regio zijn van groter belang dan de directe effecten. Voor het optreden van deze indirecte effecten zijn twee verschillende argumenten aan te voeren. Het eerste argument gaat uit van de bestaande situatie. De redenering is dat de inzet van data science de bestaande economische structuur versterkt. In het specifieke geval van de regio Noordoost-Brabant gaat het dan om een defensief argument: de inzet van data science kan ervoor zorgen dat de economische structuur niet (verder) verzwakt. Het tweede argument vertrekt vanuit de aanbodzijde en gaat ervan uit dat er een geheel nieuwe bedrijfstak ontstaat rondom data science. De twee soorten indirecte effecten sluiten elkaar niet uit – ze bestaan los van elkaar maar zouden elkaar ook kunnen versterken.

5.5.1 Defensief argument: behoud van werkgelegenheid

De economische ontwikkeling in 's-Hertogenbosch en de regio Noordoost-Brabant is niet zondermeer gunstig te noemen. Vanuit beleidsmatig perspectief is de grote vraag hoe deze negatieve trends kunnen worden omgebogen. In de toepassing van data science lijken aanzienlijke kansen te liggen voor de regio.

³⁹ Gebaseerd op de gemiddelde waarden van respectievelijk Tilburg University, Technische Universiteit Eindhoven en de Universiteit Utrecht. Bronnen: de meest recente financiële jaarverslagen (2013) van de respectievelijke universiteiten.

⁴⁰ Ibid.

Vrijwel elke industrie- en dienstensector genereert grote hoeveelheden data. Door middel van data sciences kan deze bron worden ontgonnen en worden gebruikt om bestaande processen verder te optimaliseren (incrementele innovatie). Het gaat hier om hele grote besparingen. De Nationale Denktank komt in een recente studie uit op een potentiële toegevoegde waarde van Big Data voor de Nederlandse economie van 45 miljard euro⁴¹. Dit is een nogal rooskleurige schatting die waarschijnlijk geen rekening houdt met verdringingseffecten, maar geeft desalniettemin een indruk van de grote potentie.

De vraag is tevens hoe deze (omkleed met onzekerheden) additionele toegevoegde waarde over Nederland verdeeld zal gaan worden. Juist in de sectoren waarvan de Nationale Denktank (en McKinsey) de meeste potentie verwacht – overheid en zorg (goed voor 18 miljard) en finance (goed voor 7 miljard) – is 's-Hertogenbosch sterk vertegenwoordigd (zie paragraaf 5.3).⁴² Gegeven de economische structuur van de regio 's-Hertogenbosch, kan data science dus van grote invloed. Dit beeld komt ook naar voren uit onze vacatureanalyse (zie paragraaf 3.1). Er is, ondanks de ongunstige ontwikkelingen in de regionale economie, relatief veel vraag naar data scientists vanuit de regio. Naast het feit dat de sectoren waarvoor Big Data de grootste potentie lijkt te hebben – overheid, zorg en finance – het snelste groeien in de regio 's-Hertogenbosch, speelt hier mogelijk ook de goede voedingsbodem een rol: rond 's-Hertogenbosch zijn er relatief veel IT-bedrijven gevestigd.

Ook in het bestaande regionale agrofood-cluster lijken er, vanuit defensief oogpunt, aanzienlijke kansen te bestaan voor de toepassing van data science. Op dit moment blijft de omzet uit innovatie en het aantal snelle groeiers in het cluster achter⁴³. Tegelijkertijd wordt er in het cluster wel relatief veel geïnvesteerd in R&D. Door het onderzoek en de ontwikkeling (meer) op de toepassing van data science te richten, zou er – althans op termijn – meer economische waarde uit het onderzoek kunnen worden gehaald en zou de negatieve trend in arbeidsproductiviteit kunnen worden omgebogen. Goede voorbeelden zijn de ontwikkelingen rond Smart Farming en de combinatie van agrofood met retail.⁴⁴

De keerzijde is dat de vraag gesteld kan worden in hoeverre de aanwezigheid van een *lokale* kennisbasis een noodzakelijke voorwaarde is voor het optreden van de geschetste groei aan de vraagzijde. De kennis en expertise zou immers ook van buiten de regio worden gehaald.⁴⁵ Hier staat weer tegenover dat bedrijven, bij gebrek aan geschikt personeel (data scientists) uit de regio, mogelijk hun activiteiten elders onderbrengen.

⁴¹ Nationale Denktank 2014 (2014). Big data. Samenvatting analysefase.

⁴² De studie van de Nationale Denktank leunt zwaar op een eerdere studie (uit 2011) van McKinsey: McKinsey (2011). Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity. McKinsey Global Institute.

⁴³ Agrifood Capital (2014). Agrifood Capital Monitor 2014. Sowing Innovation. Harvesting the future. 's-Hertogenbosch.

⁴⁴ De kansen en mogelijkheden die Smart Farming biedt worden nog niet breed in de agrarische sector 'gezien' en toegepast. Het mobiliseren van agrarische ondernemers voor het toepassen van Smart Farming op het erf blijkt in de praktijk nog niet gemakkelijk. Ook voor ICT-bedrijven is de drempel hoog om in de wereld van Smart Farming te stappen. De crux is dus om de bestaande sterke basis in IT-bedrijven te verbinden met agrarische ondernemers. Het toegepaste onderzoek aan Mariënborg zou daar een stimulerende rol in kunnen spelen.

⁴⁵ Zo is het recente (op big data gebaseerde) onderzoek naar het gebruik van IT in de agrofoodsector (in opdracht van Food Valley) vanuit Amsterdam uitgevoerd door de gespecialiseerde tak van een grote internationale consultancy, Deloitte Data Engine.
<http://www.foodvalleyupdate.nl/nieuws/verborgen-signalen-voor-it-trends-in-agrifood/>

5.5.2 Offensief argument: creëren van nieuwe werkgelegenheid

Naast het bedienen van de gevestigde economie (het defensieve argument), beoogt men met Mariënborg ook een instituut neer te zetten die extra economische activiteiten creëert. De mate en de manier waarop de opleiding Data Science en Entrepreneurship in Mariënborg dit bewerkstelligt hangt sterk af van de mate waarin er op en nabij het complex een samenspel plaats zal vinden van bedrijfseconomische activiteiten op het terrein van data science. Het is niet mogelijk om een exacte kwantitatieve inschatting van de economische effecten te maken, zeker niet voor de middellange termijn (zeg de periode tot 2025). Dat komt vooral omdat de uiteindelijke doorwerking sterk zal worden gestuurd door een aantal factoren waarvan onzeker is hoe deze zich in de nabije toekomst zullen gaan ontwikkelen. We noemen hier in ieder geval de volgende vier factoren:

- De *feitelijke omvang* van Mariënborg in termen van budget, aantal studenten (en type), omvang van de staf et cetera.
- De verhouding tussen *substitutie* (economisch rendement in 's-Hertogenbosch stijgt ten koste van andere Brabantse steden / regio's) of *additionaliteit* (economische rendement in 's-Hertogenbosch stijgt zonder dat het ten koste gaat van andere Brabantse steden / regio's).
- Aanvullende activiteiten die vooral de *landelijke en internationale uitstraling* van de Mariënborg beïnvloeden, zoals een statig gebouw in een oude binnenstad, de partners die zich verbinden, het wetenschappelijk prestige en Mariënborg als locatie voor (internationale) conferenties over data science.
- De mate waarin Mariënborg *wisselwerking* tussen bedrijven, kennisinstellingen en overheden stimuleert en faciliteert, ofwel ontwikkelt zij zich tot een open campus met veel lokale, regionale en (inter)nationale interactie of ontwikkelt zij zich tot een gesloten campus met beperkte interactie en grote nadruk op academisch onderzoek.⁴⁶

Deze factoren werken op elkaar in. Echter pas wanneer de genoemde factoren op elkaar gaan inwerken ontstaan er significante positieve effecten op economie. Dit zijn de zogenaamde clustereffecten.⁴⁷ Oftewel, het zelfversterkende effect van de factoren heeft een duidelijke geografische dimensie (=cluster). De voordelen van nabijheid zijn dat er geput kan worden uit een gedeelde lokale pool van (gespecialiseerde) arbeid en van (informele) informatie.⁴⁸

⁴⁶ De mate waarin een campusinitiatief zaken als open innovatie, wisselwerking en ontwikkelingspotentieel aantoonbaar kan maken, is een belangrijk element in het provinciaal afwegingskader voor eventuele steun aan deze initiatieven. Zie Provincie Noord-Brabant (2011). Notitie Brabantse Campussen. Afwegingskader provincie Noord-Brabant voor bepalen betrokkenheid bij campusinitiatieven. 's-Hertogenbosch.

⁴⁷ Zie: Steinle, C. And H. Schiele (2002): When do industries cluster? A proposal on how to assess an industry's propensity to concentrate at a single region or nation. In: Research Policy (2002), 31, pp.849-858).

⁴⁸ Dit type basale clusters is gebaseerd op pure agglomeratie-effecten. Er is geen verdere samenwerking tussen bedrijven vereist behalve het gedeelde individuele belang in hetzelfde industriële ecosysteem waarin ze leveranciers, klanten, grondstoffen, (tussen)producten en diensten met elkaar uitwisselen. In meer ontwikkelde ecosystemen wordt deze 'binnenschil' verder versterkt door een 'buitenschil' van ondersteunende organisaties ('institutional thickness') zoals financiers, brancheorganisaties, opleidingsinstellingen, kennisinstellingen, lokale overheden en marketing en business support agencies. Bij voldoende kritische massa kan de arbeidsspecialisatie zich verder doorontwikkelen doordat bedrijven elkaar constant met elkaar vergelijken en zich van elkaar proberen te onderscheiden ('comparability and observability'). Er moeten dan wel veel vergelijkbare

Er bestaan diverse niveaus van clusters, grofweg in te delen in regionaal, nationaal en internationaal. Hierbij zijn de verschillende niveaus hiërarchisch met elkaar verbonden. Zo geeft een regionaal cluster lokale clusters toegang tot een nationaal cluster enzovoort. De *omvang van de clustereffecten* neemt meer dan evenredig toe bij elk volgende aggregatieniveau. Het *aantal clusters* neemt juist meer dan evenredig af bij elk hogere aggregatieniveau. Op lokaal niveau (en soms zelfs op regionaal niveau) is er nog niet of nauwelijks sprake van clustereffecten. Op basis van een review van de wetenschappelijke literatuur komen we tot de volgende plausibele geografische verdeling van data science bedrijven in Nederland⁴⁹:

- 25-40% van alle bedrijven zal in het internationale cluster gevestigd zijn.
- De resterende 40-55% van de bedrijven zal in 4-5 landelijke clusters gevestigd zijn. Dat is dus circa 10% per cluster.
- 20% van alle bedrijven zal in de buitengebieden zijn gevestigd.

Naast het internationale cluster is er plaats voor enkele landelijke clusters. Deze clusters zullen, in tegenstelling tot het generieke internationale cluster, waarschijnlijk een specialisatie krijgen die de specifieke economische sterkten van de thuisregio weerspiegelen.⁵⁰ Deze clusters hebben een landelijke uitstraling voor hun eigen specialisme. Als we er van uitgaan dat er op landelijk niveau een natuurlijke verdeling zal ontstaan in specialisaties zal het Brabantse cluster weinig te duchten hebben van de andere (2-4) nationale clusters.

Voor het creëren van nieuwe werkgelegenheid, het offensieve argument, is het dus noodzakelijk dat de campus Mariënborg minimaal doorgroeit tot een cluster op nationaal niveau, maar idealiter tot een internationaal cluster. Een dergelijk cluster trekt extra bedrijvigheid aan, wat positief doorwerkt op de economie. Daarnaast is het ook van waarde voor de nieuwe bedrijvigheid die op termijn zal ontstaan vanuit de campus

bedrijven bij elkaar in de buurt gevestigd zijn. De crux is dat grote clusters beter en sneller kunnen leren van kleinere clusters omdat ze meer gespecialiseerde bedrijven hebben. Zie: Malmberg, A. en P. Maskell (2002): The elusive concept of localization economies: towards a knowledge-based theory of spatial clustering. In: Environment and Planning A (2002), Volume 34, pp. 429-449

⁴⁹Zie o.a.:

- Muller, E. en D. Doloreux (2009). What should we know about knowledge-intensive business services. Technology in Society 31, pp. 64-72.
- Shearmur, R. en D. Doloreux (2008). Urban Hierarchy or Local Milieu? High-order Producer Service and (or) Knowledge-intensive Business Service Location in Canada, 1991-2001.
- Steinle, C. And H. Schiele (2002): When do industries cluster? A proposal on how to assess an industry's propensity to concentrate at a single region or nation. In: Research Policy (2002), 31, pp.849-858.
- Malmberg, A. en P. Maskell (2002): The elusive concept of localization economies: towards a knowledge-based theory of spatial clustering. In: Environment and Planning A (2002), Volume 34, pp. 429-449
- Nelson, R.L. (1958): The Selection of Retail Locations. Routledge, New York.
- Brinkhoff, S. (2006). Spatial Concentration of Creative Industries in Los Angeles. MA-thesis Humboldt-Universität Berlin.

⁵⁰ Mogelijke kandidaten zijn een logistiek cluster in Rotterdam rond de Erasmus Universiteit, de TU Delft, Delft Data Science en bedrijven zoals ORTEC Consulting, een Life Sciences cluster in Leiden rond het LUMC en het Leiden Center of Data Science en een Smart Manufacturing cluster in Eindhoven rond Brainport en het Data Science Center Eindhoven (DSC/e).

Mariënborg.⁵¹ Juist voor deze startups is de inbedding in een (inter)nationaal cluster van groot belang. Het is als zzp'er of kleinbedrijf lastig om ingehuurd te worden bij grote(re) bedrijven. Het is prettig als de startup kan 'meeliften' op het imago van het cluster. Dat cluster zorgt daarnaast ook voor toegang tot (durf)kapitaal en andere complementaire factoren.

⁵¹ Dit is een veilige middenwaarde (modus) – de spreiding bij dit soort cijfers is altijd heel groot omdat de uiteindelijke omvang van dit soort hightech startups heel scheef verdeeld is. Met andere woorden, het gros (80%) van de bedrijven zal failliet gaan of nooit enige omvang van betekenis bereiken maar enkele bedrijven zouden kunnen uitgroeien tot grote ondernemingen. Het enige wat hier strategisch uit kan worden afgeleid is dat massa telt: hoe meer startups (en de variatie in startups) hoe groter de kans dat er uiteindelijk een gazelle zoals ElasticSearch tussen zit. Daar is dan wel veel doorgroeikapitaal voor nodig en die komt dan vaak weer vanuit een cluster dat toegang heeft buitenlands durfkapitaal.

6 Conclusies

In dit afsluitende hoofdstuk bespreken we de belangrijkste conclusies op basis van de bevindingen uit het behoefte-onderzoek, het instroomonderzoek en de economische rendementsanalyse.

[1] De fors toegenomen vraag naar verschillende typen data scientists legitimeert de (multidisciplinaire) opleidingen van de beoogde Graduate School.

Er heeft zich een onmiskenbare opmars van de vraag naar data scientists voltrokken in de afgelopen vijf jaar. Specifieker zien we langzamerhand een continuüm ontstaan dat uiteenloopt van een business-gedreven tot techniekgedreven behoefte aan data scientists. Het is juist in het middengebied van dit spectrum waar de grootste marktbehoefte ontstaat; de 'verbinders', maar ook de vraag naar technisch georiënteerde data scientists stijgt fors. Beide profielen worden afgedekt vanuit de beoogde Graduate School opleidingen in Eindhoven en Tilburg.

De vraag naar ondernemers is lastiger te kwantificeren, omdat die simpelweg niet te destilleren is uit loondienstvacatures. We beschouwen ondernemerschap dan ook als een andere dimensie die haaks kan staan op het spectrum business-techniek. Een ondernemer heeft vooral persoonlijke kenmerken, drive en vermogen om buiten de gebaande paden te lopen en een eigen idee tot wasdom te brengen.

Tegen een achtergrond van een toenemende beschikbaarheid, complexiteit en bewustzijn van bedrijven van de (ethische) dilemma's die met toegang, verrijking, duiding en distributie van data gepaard gaan, ontstaat een *flexibele schil*, waarbinnen (nieuwe) bedrijvigheid en kansen voor ondernemers ontstaan. Niet in de laatste plaats wordt dit versterkt door het feit dat veel organisaties daar niet *zelf* de kennis voor in huis (willen) hebben. Een expliciete kanttekening die vooral bij de vraag naar ondernemers wordt gezet, heeft te maken met vertrouwen. Parallel aan het toegenomen bewustzijn van de potentie van data zien we ook een toegenomen besef van de strategische waarde van data, maar ook de kwetsbaarheid van het 'maatschappelijke vertrouwen' in een data-intensieve maatschappij. Deze factoren kunnen organisaties huiverig maken om deze 'flexibele schil' in de praktijk te benutten.

[2] De geprojecteerde instroom van studenten geeft aan dat er voldoende interesse bestaat om de beoogde opleidingen aan de Graduate School gevuld te krijgen.

Ook vanuit de aanbodzijde lijkt er voldoende animo en interesse te bestaan voor de beoogde opleidingen aan de Graduate School. Vooropgesteld hebben we uit een (inter)nationale analyse van vergelijkbare opleidingen kunnen afleiden dat de Graduate School *als geheel* vooralsnog een unieke positie zou innemen in het opleidingslandschap vanwege haar multidisciplinaire insteek van data science. Bestaande opleidingen (hoofdzakelijk tracks) worden vooralsnog gekenmerkt door een specifieke technische dan/wel bedrijfsmatige curriculaire invulling van data science. Los daarvan is het aantal opleidingen dat zich met deze thematiek bezighoudt vooralsnog beperkt, maar wel volop in beweging. Veel universiteiten overwegen het starten van een opleiding, track of MBA op het gebied van data science.

Een projectie van instroom op basis van historische (inter)nationale studentstromen en surveyresultaten geeft aan dat vooral Data Science & Engineering en Data Science &

Entrepreneurship op substantiële toestroom kunnen rekenen, maar ook voor de Business & Society master bestaat ruim voldoende interesse voor een levensvatbare masteropleiding. Wel geldt landelijk, dus ook voor TU/e en TiU, dat er de afgelopen jaren relatief weinig masterinstroom van andere Nederlandse universiteiten afkomstig is. De strijd om de student wordt dus vooral in de bachelorfase gewonnen. Eenmaal gebonden aan een universiteit, zijn studenten relatief honkvast. Expliciete aandacht verdient dus het slechten van deze geografische barrière en/of juist te mikken op het aantrekken van HBO of internationale studenten om een netto surplus in studentenaantallen te realiseren en niet teveel in te teren op 'eigen' masteropleidingen.

In de afweging tussen de drie opleidingen kiezen studenten over het algemeen voor inhoud. Specifiek voor de locatie Mariënborg zien zij, buiten weinig verrassende aspecten als goede studiefaciliteiten, goede OV-bereikbaarheid en ICT infrastructuur, ook een toegevoegde waarde in expliciete ondersteuning van bedrijfsleven en toegang tot een netwerk van specialisten (juridisch, octrooibureaus). Daarnaast hechten studenten veel waarde aan ruimte voor extra curriculaire activiteiten in de professionele sfeer, maar ook met betrekking tot uitgaansvoorzieningen en ontspanning.

[3] Er is een intentie in het lokale ecosysteem om bij opleidingen van deze Graduate School betrokken te worden, maar dit behoeft nadere invulling met expliciete inachtneming van verschillende belangen.

Er is sprake van een algemene bereidheid om bij te dragen aan de campus in 's-Hertogenbosch. Een investering wordt in principe gezien als legitiem, maar de ambities rijzen in deze gesprekken nog niet de pan uit. De belangen die prevaleren zijn vooralsnog erg intern gericht; een investering in ruil voor toegang tot talent en kennis.

De ambities van de TU/e en TiU gaan beduidend verder. Zij zien de locatie Mariënborg als verlengstuk om een zogenaamde 'triple helix' tot wasdom te kunnen laten komen – een plaats waarin overheid, onderzoek, ondernemerschap en onderwijs tot vruchtbare samenwerking kunnen komen middels concepten als open innovatie. De Mariënborg campus is daarin een voedingsbodem voor ondernemerschap dat direct aansluit bij regionale behoeftes.

Onze conclusie is *niet* dat het ontbreekt aan bereidheid tot dergelijke invulling van de participatie van bedrijven, maar wel dat dit blijktbaar in de gesprekken nog niet de aspecten zijn waar aan wordt gedacht. Hier ligt dus een taak voor de initiatiefnemers om tot verdere operationalisering van de Graduate School te komen en bedrijven hierin nadrukkelijker mee te nemen. De betrokkenheid van bedrijven bij de ontwikkeling van Mariënborg als data science campus is op dit moment nog tamelijk beperkt.

In verschillende gesprekken kwam ook naar voren dat TU/e en TiU zich rekenschap moeten geven van de verschillende belangen die hierin meespelen. Een korte termijn belang van scouten van toptalent zou bijvoorbeeld kunnen conflicteren met een lange termijn belang van nieuwe bedrijvigheid in Noord-Brabant. Het is aan de TU/e en TiU om haar propositie richting overheid en bedrijfsleven voor de beoogde opleiding in 's-Hertogenbosch aan te scherpen met inachtneming van de strategische belangen van alle partijen.

[4] De directe economische impact van de locatie Mariënborg is beperkt vanwege de kleine schaal. De indirecte impact van de locatie Mariënborg is van groter belang, maar met meer onzekerheid omkleed.

Vooropgesteld benadrukken we dat deze conclusie niet is gebaseerd op een uitgewerkte business case, maar als onderdeel van een haalbaarheidsonderzoek is opgenomen. We hebben gekeken naar de inrichting van de beoogde Graduate School (in het bijzonder de beoogde Ondernemerschap master) en getracht dit te vertalen naar directe en indirecte economische impact voor de regio 's-Hertogenbosch.

De directe economische impact van de opleiding te Mariënborg is zeer klein, aangezien de beoogde locatie zo'n 250 studenten en wellicht wat academische en ondersteunende staf zou huisvesten. Vertaald naar bestedingspatronen die ten goede komen aan een middelgrote stad als 's-Hertogenbosch is dit uiterst gering.

De indirecte effecten zijn echter van groter belang. Vanuit een defensief argument, namelijk data science zorgt ervoor dat de economische structuur niet wordt verzwakt, kan worden gesteld dat er tenminste een goede match is tussen lokale vraag en aanbod van data scientists (zie hoofdstuk 3). De economische ontwikkeling in 's-Hertogenbosch en de regio Noordoost-Brabant is niet zondermeer gunstig te noemen, maar data science lijkt juist in de sectoren waar veel potentie wordt verwacht goed gepositioneerd te zijn in de regio.

Naast het bedienen van de gevestigde economie (het defensieve argument), beoogt men met Mariënborg ook een instituut neer te zetten die extra economische activiteiten creëert (het offensieve argument). De mate en de manier waarop de opleiding Data Science en Entrepreneurship in Mariënborg dit bewerkstelligt hangt sterk af van de mate waarin er op en nabij het complex een samenspel plaats zal vinden van bedrijfseconomische activiteiten op het terrein van data science. Dit bepaalt in grote mate of er zich een (inter)nationaal cluster van data science gerelateerde bedrijvigheid kan ontwikkelen in de driehoek 's-Hertogenbosch, Tilburg en Eindhoven. Bij het ontstijgen van een regionaal cluster naar nationaal of internationaal cluster wordt de impact van de volgende krachten steeds belangrijker.

- De feitelijke omvang en ontwikkeling van opleiding te Mariënborg (budget, aantal studenten, omvang staf) en overige opleidingen;
- De feitelijke totstandkoming van de wisselwerking tussen bedrijven, universiteit en overheid (triple helix);
- Een aantoonbaar internationaal kwalitatief concurrerende propositie en profiel dat als zodanig wordt onderkend;
- De aanwezigheid van / ontwikkeling van kritische massa van bedrijvigheid op het gebied van data science in Noord-Brabant;
- de verhouding tussen substitutie en additionaliteit van economische meerwaarde t.o.v. andere Brabantse steden of regio's;
- Ambassadeurs in politiek, universiteitswereld en bedrijfsleven;
- Momentum.

Het lijkt evident dat de ingrediënten voor een regionaal cluster dat de regionale bedrijvigheid kan bedienen aanwezig zijn. Of de Graduate School dit regionale niveau kan ontstijgen is onzeker. Voor het creëren van nieuwe werkgelegenheid, het offensieve argument, is het belangrijk dat de campus Mariënborg doorgroeit tot een cluster op nationaal niveau. Het is in dit stadium van de idee-ontwikkeling nog te onzeker om hier uitspraken over te doen.

[5] Bij een aantal ontwerpkeuzes in (het curriculum van) de Data Science & Entrepreneurship opleiding bestaat ambivalentie onder belanghebbenden.

Met de wetenschap van ogenschijnlijk voldoende vraag (conclusie 1) en aanbod (conclusie 2) hebben we een aantal observaties met betrekking tot de opzet van de Graduate School een minder duidelijke conclusie kunnen meegeven. Uit de gevoerde gesprekken klonken daarin verschillende geluiden door. De gemene deler is dat ze allen betrekking hebben op 'ontwerpkeuzes' die de initiatiefnemers mee kunnen nemen in de eventuele verdere operationalisering van de Graduate School; met name voor de ondernemerschap master.

Op de eerste plaats heeft dit betrekking op de locatiekeuze. Hoewel 's-Hertogenbosch als stad voor de ondernemerschap master niet echt ter discussie werd gesteld, waren er wel wat verschillende visies op de specifieke locatie Mariënborg. De omvang van de locatie voor huisvesting, onderwijs, start-up faciliteiten en mogelijk onderkomen voor bedrijven zou weleens een uitdaging kunnen worden. Ook werd genoemd dat de locatie naar verhouding erg prijzig zal zijn voor een opleidingslocatie (verbouwingskosten, dure grond). Daartegenover staat dat het pand bijna leeg staat en er draagvlak lijkt te bestaan vanuit gemeente en provincie om het voormalige klooster een herbestemming voor onderwijs te geven. Het pand ligt centraal, hetgeen door studenten werd gewaardeerd en heeft een onmiskenbare unieke uitstraling die past bij de ambities van de TiU en TU/e.

Een tweede ambivalentie kwam naar voren op het gebied van de inhoudelijke focus van de ondernemerschapsopleiding. De vraag die zich daarbij opdroeg was of de inhoud van de opleiding een domein specifieke focus zou moeten meekrijgen die aansluit bij de sterktes van de regio. Data science wordt vanuit die lezing gezien als een discipline die niet los kan worden gezien van specifieke domeinkennis om tot echte meerwaarde en betrokkenheid van het bedrijfsleven bij de opleiding te komen. Andere gesprekspartners gaven juist aan dat het nu juist dat specialisme is van de verbinder om in algemene zin de brug tussen domeinkennis en techniek te slaan. Het één hoeft overigens het andere niet uit te sluiten. Ingezet zou kunnen worden op een generieke opleiding, met domeinspecifieke invulling van vakken binnen het programma.

Tot slot waren de meningen verdeeld over de strategie voor het opstarten van deze Graduate School. Wordt deze direct groots opgezet met een landelijke campagne, aantrekken van ambassadeurs uit politiek en bedrijfsleven of wordt ingezet op een regionale inbedding en geleidelijke groei vanuit die regio tot een landelijk cluster. Dit is een keuze die op korte termijn gemaakt moeten worden om niet het noodzakelijke momentum te verliezen.

Bijlage I Uitnodigingen Enquête

Email Subject: *Survey on new Graduate School for Data Science*

Dear [NAAM STUDENT],

The Boards of Directors of Eindhoven University of Technology (TU/e) and Tilburg University (TiU) have announced to investigate the feasibility of a joint Graduate School for Data Science. This Graduate School will offer Master's programs, PDEng education and provide the opportunity for PhD research. The plans include the development of an environment to facilitate and stimulate entrepreneurship.

You are receiving this email because your current study makes you eligible for this Graduate School. It is important to ascertain the need for a new Graduate School. Your opinion is of great importance because you are a potential intake for the Master's program and you may later transfer to the PDEng education or PhD research. Will you help us?

To gain insight in the need for a new Graduate School, TU/e and TiU have compiled a survey. We hope that you will invest 5-10 minutes of your time to complete the questionnaire. The TiU and TU/e respondents will be entered into a draw with a chance to win one of three iPad mini's offered per university. All the information in this questionnaire is treated anonymously and will remain confidential.

Click on the link below to open the questionnaire.

www.dialogiconderzoek.nl/bachelor

Your personal UserID is: USERNAME

Your personal Password is: PASSWORD

Many thanks in advance for your cooperation!

With kind regards,

Prof.dr.ir. C.J. (Hans) van Duijn, rector magnificus TU/e

Prof.dr. Ph. (Philip) Eijlander, rector magnificus TiU

Box 1: Uitnodigingstekst survey voor Bachelor studenten

Email Subject: *Survey on new Graduate School for Data Science*

Dear [NAAM STUDENT],

The Boards of Directors of Eindhoven University of Technology (TU/e) and Tilburg University (TiU) have announced to investigate the feasibility of a joint Graduate School for Data Science. This Graduate School will offer Master's programs, PDEng education and provide the opportunity for PhD research. The plans include the development of an environment to facilitate and stimulate entrepreneurship.

You are receiving this email because your current Master's study makes you a good eligible candidate for the PDEng education or for doing PhD research at this Graduate School and/or the new Master's course is possibly an attractive alternative to your current Master's study. For TU/e and TiU, it is vital when considering the Graduate School, to ascertain and incorporate students' opinions on the relevant Master's programs. In addition, TU/e and TiU would like to know what important criteria influenced you to choose your current Master's course. Will you help us?

To gain insight in the need for a new Graduate School, TU/e and TiU have compiled a survey. We hope that you will invest 5-10 minutes of your time to complete this questionnaire. The TiU and TU/e respondents will be entered into a draw with a chance to win one of three iPad mini's offered per university. All the information in this questionnaire is treated anonymously and will remain confidential.

Click on the link below to open the questionnaire.

www.dialogiconderzoek.nl/master

Your personal UserID is: [USERNAME]

Your personal Password is: [PASSWORD]

Many thanks in advance for your cooperation!

With kind regards,

Prof.dr.ir. C.J. (Hans) van Duijn, rector magnificus TU/e

Prof.dr. Ph. (Philip) Eijlander, rector magnificus TiU

Box 2: Uitnodigingstekst survey voor Master studenten

Subject of email: *Survey on new Graduate School for Data Science*

Dear [NAAM STUDENT],

The Boards of Directors of Eindhoven University of Technology (TU/e) and Tilburg University (TiU) have announced to investigate the feasibility of a joint Graduate School for Data Science. This Graduate School will offer PDEng education and provide the opportunity for PhD research. The plans include an environment to facilitate and stimulate entrepreneurship.

It is important to ascertain the need for a new Graduate School. Your opinion is of great importance because you are able to pinpoint what important criteria determined your choice of enrolment in a (related) PhD subject. Will you help us?

To gain insight in the need for a new Graduate School, TU/e and TiU have compiled a survey. We hope that you will invest 5-10 minutes of your time to complete the questionnaire. All the information in this questionnaire is treated anonymously and will remain confidential.

Click on the link below to open the questionnaire.

www.dialogiconderzoek.nl/phd

Your personal UserID is: [USERNAME]

Your personal Password is: [PASSWORD]

Many thanks in advance for your cooperation!

With kind regards,

Prof.dr.ir. C.J. (Hans) van Duijn, rector magnificus TU/e

Prof.dr. Ph. (Philip) Eijlander, rector magnificus TiU

Box 3: Uitnodigingstekst survey voor PhD studenten

Contact:

Cor-Jan Jager MSc.
Hooghiemstraplein 33-36
3514 AX Utrecht
Tel. +31 (0)30 215 05 67
Fax +31 (0)30 215 05 95
www.dialogic.nl

