

Applied Data Science & Artificial Intelligence

Landelijk opleidingsprofiel

30 augustus 2022

Inhoudsopgave

1. Inleiding	3
1.1 Doel	3
1.2 Leeswijzer	3
2. Procesbeschrijving	4
3. Definities Applied Data Science & AI	6
3.1 Data science	6
3.2 Artificial Intelligence	6
3.3 De verhouding tussen data science & AI	7
4. Het werkveld	8
4.1 Beperkende krapte aan opgeleide professionals	8
4.2 Het data-werkveld	8
4.3 Functies	9
4.4 Beroepsprofiel & kennisdomein van de opleiding	10
5. Competentieprofiel	12
5.1 Visie op de afgestudeerde ADS&AI'er	12
5.2 Conceptuele inhoudelijke kennisgebieden van de opleiding: BoKS	12
5.3 Eindkwalificaties	13
6. Verantwoording	15
6.1 Edison	15
6.2 Hbo-niveau eindkwalificaties & de Dublin-descriptoren	15
7. Literatuurlijst	18

1. Inleiding

Nederland ondergaat op dit moment een digitale revolutie die complete economische en sociale structuren ingrijpend verandert. Waar de ontwikkeling van de computer verantwoordelijk was voor de Derde Industriële Revolutie, is volgens velen het ontstaan van Artificial Intelligence (AI) de initiator van de huidige revolutie.

Kunstmatige Intelligentie (KI, Nederlandse benaming voor AI) verandert ons leven en welzijn radicaal, neemt ons werk uit handen en helpt ons daardoor onze tijd betekenisvoller te besteden. Autonoom rijdende auto's, betere diagnoses en behandelingen in de zorg, slimme energienetwerken, begeleid wonen voor ouderen, zelforganiserende productielijnen in bedrijven, misdaadbestrijding, duurzame voedselproductie, gepersonaliseerde marketingcommunicatie, adaptieve media-interfaces, gebruik van stemassistenten, chatbots en avatars: ze worden allemaal beïnvloed door de snelle opkomst van geavanceerd datagebruik en AI.

Bovenstaande verandering het hoofd bieden en wendbaar worden en blijven, is voor organisaties en onze maatschappij een stevige opgave. De gevolgen voor de arbeidsmarkt zijn dan ook niet gering: in het afgelopen decennium is in diverse rapporten (waaronder [AINED, 2019](#); [International Labour Organization, 2018](#); [Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2019](#), [Nederlandse AI Coalitie, 2020](#)) gewaarschuwd voor een groot tekort aan kennis en talent op alle niveaus op het gebied van data science & AI. Dit resulteert anno 2022 inderdaad in een zeer krappe arbeidsmarkt voor data-professionals.

Het onderwijs heeft de verantwoordelijkheid professionals met de juiste kennis en vaardigheden op te leiden. Op wo-niveau spelen universiteiten hier al op in met verschillende Data Science en Artificial Intelligence-opleidingen. De hbo-bachelor *Applied Data Science & AI* (hierna: ADS&AI) voorziet op hbo-niveau in de behoefte aan toepassingsgerichte hbo-opgeleide professionals.

1.1 Doel

Het doel van dit landelijke opleidingsprofiel is het bieden van een eenduidige structuur in de aangeboden hbo-bacheloropleidingen ADS&AI. De ADS&AI-opleidingen richten hun programma volgens dit profiel in en vormen een landelijk platform waarin kennis wordt uitgewisseld en de kwaliteit wordt gewaarborgd. Daarnaast dragen zij -samen met het beroepenveld- zorg voor een toekomstbestendig profiel dat goed aansluit bij de actuele en toekomstige arbeidsmarktbehoefte en kenniseconomie.

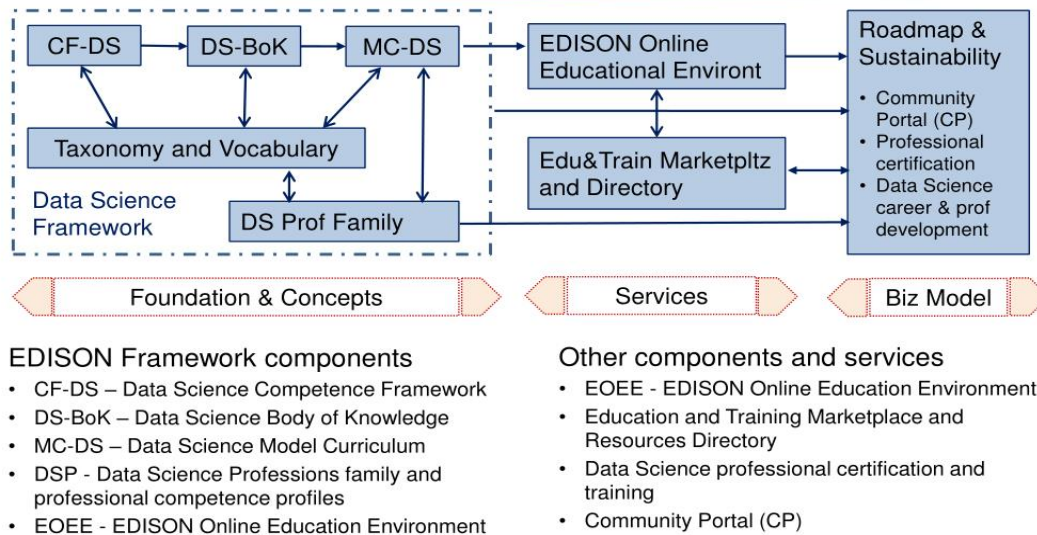
1.2 Leeswijzer

Na een uiteenzetting over het totstandkomingsproces van dit landelijke opleidingsprofiel in hoofdstuk 2, worden de begrippen data science en AI nader toegelicht in hoofdstuk 3. In hoofdstuk 4 volgt het beroepsbeeld van ADS&AI: om welke functies, activiteiten en rollen gaat het binnen deze studie? In hoofdstuk 5 volgt het competentieprofiel van de opleiding met daarbij concreet de eindkwalificaties die leidend zijn bij de inrichting van hbo-bachelorprogramma's op het gebied van applied data Science & AI. Hoofdstuk 6 sluit af met een verantwoording van het hbo-bachelorniveau.

2. Procesbeschrijving



EDISON Data Science Framework (EDSF): Creating the Foundation for Data Science Profession



Binary Informatics

Figuur 1: het EDISON Data Science Framework (EDSF)

De basis van dit opleidingsprofiel is tot stand gekomen door samenwerking tussen Breda University of Applied Sciences (BUAs) en de Haagse Hogeschool (HHs). Zij hebben in eerste instantie afzonderlijk, in overleg met de eigen netwerkpartners uit het werkveld, een aanzet tot een opleidingsprofiel en bijbehorende eindkwalificaties opgesteld. Deze documenten zijn samengevoegd tot een concept-landelijk opleidingsprofiel ADS&AI. Uitgangspunt was daarbij het internationale Data Science Framework uit het EDISON-project (figuur 1), zie voor verdere informatie 5.4.1.

Vanuit BUAs is het volgende proces doorlopen:

Allereerst is op basis van literatuurstudie en interviews onder interne deskundigen een eerste versie opgesteld. Deze versie is op basis van een klankbordsessie met de interne deskundigen aangepast tot een tweede versie. Vervolgens heeft een tiental bedrijven het tweede concept bekeken en erop gereageerd. Deze reacties zijn verwerkt.

Een lijst van interne deskundigen, de klankbordgroep en geïnterviewde bedrijven van BUAs is op verzoek beschikbaar.

Vanuit de HHs is het volgende proces doorlopen:

In samenwerking met verschillende (commerciële) organisaties en lectoraten is na literatuuronderzoek en veldonderzoek in beroepenveldbijeenkomsten en in individuele gesprekken vastgesteld wat de benodigde kennis en vaardigheden zouden moeten zijn. Deze zijn vertaald in een eerste versie van de eindkwalificaties. Deze zijn vervolgens in verschillende sessies verder aangescherpt. Een lijst van betrokken organisaties van de HHs is opgenomen is op verzoek beschikbaar.

De projectgroepen van BUAs en HHS hebben vervolgens:

- Afstemming gezocht op het terrein van de eindkwalificaties van de opleiding;

- Gezamenlijk het concept-landelijk opleidingsprofiel opgesteld.

Het aldus ontstane concept-landelijke opleidingsprofiel is voorafgaand aan de aanvraag Toets Nieuwe Opleiding door BUAs en HHS gevalideerd door het voor te leggen aan werkvelddeskundigen. Ook is een aantal (universitaire en hbo-) onderwijsinstellingen betrokken geweest, zoals de Hogeschool Rotterdam (HR) en AP Hogeschool Antwerpen. De Hogeschool Rotterdam is naar aanleiding van de wens een vergelijkbare opleiding te starten in voorbereiding op de macrodoelmatigheidstoets aangehaakt.

Vanuit de HR is het volgende proces doorlopen:

Er is met diverse interne experts (waaronder het lectoraat) en met verschillende (commerciële) organisaties samengewerkt, waarbij een aantal klankbordsessies is georganiseerd. Daarbij zijn het concept-landelijke opleidingsprofiel en ACM (Computing Competencies for Undergraduate Data Science Curricula. ACM) als uitgangspunt gebruikt.

Na overleg tussen BUAs, de HHs en HR is uiteindelijk in augustus 2022 het landelijke opleidingsprofiel ADS&AI tot stand gekomen.

Op reguliere basis vindt validatie van dit landelijke opleidingsprofiel plaats. Zo blijft het profiel actueel en sluit het duurzaam aan op de vraag uit de arbeidsmarkt: de betrokken hogescholen komen regelmatig bijeen met eigen vertegenwoordigers van het beroepenveld. Daarnaast wordt regelmatig een landelijke bijeenkomst van betrokken hogescholen georganiseerd met vertegenwoordigers van het beroepenveld om te toetsen in hoeverre het opleidingsprofiel bijsturing vereist.

3. Definities Applied Data Science & AI

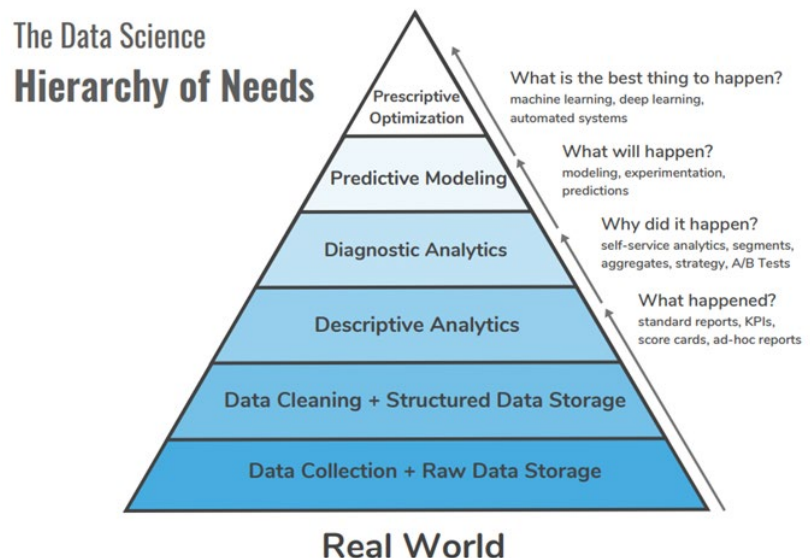
3.1 Data science

De term 'data science' kent vooralsnog geen éénduidige definitie. **De kern van data science is de interdisciplinaire, toegepaste wetenschappelijke aanpak om kennis en inzicht te verkrijgen uit data.** Data is hierbij het potentiële goud en de wetenschappelijke methode de zeef waarmee dat goud wordt opgespoord. Dit is eigenlijk een omkering van hoe we traditioneel tot modellen komen: met data science construeren we vanuit de data -als grondstof- een model in plaats van andersom (Boonzaaijer, 2019, p.8). De methode die applied data scientists moeten aanleren, is significant anders dan die men traditioneel gezien gewend is binnen bijvoorbeeld ICT-onderwijs. Deze aanpak komt terug in de systematische aanpak van data science die tijdens de opleiding een centrale positie inneemt.

Data science staat anno 2022 volop in de schijnwerpers, maar is niet nieuw: sommige gebruikte technieken zijn al tientallen jaren oud. Denk aan beschrijvende ('descriptive') en diagnostische analyses met behulp van business intelligence waardoor men inzicht krijgt in *wat* er gebeurt en *waarom* dit gebeurt binnen een organisatie. Dit vindt plaats vanuit de verschillende disciplines waar de vraag naar ADS&AI'ers ontstond en ontstaat, zoals financiële dienstverlening, ICT en bedrijfskunde.

Meer beschikbare data en geavanceerde, snellere tooling maken het inmiddels mogelijk om grote hoeveelheden data te verwerken en te combineren. Als gevolg daarvan kunnen veel variabelen in analyses worden betrokken, waardoor nieuwe inzichten ontstaan. We kunnen zodoende voorspellende ('predictive') analyses doen (welk nieuw product wordt het meest kansrijk? Wat worden onze verkoopcijfers?). Ook geven de nieuwste ontwikkelingen ons de mogelijkheid tot voorschrijvende ('prescriptive') analyses te komen, waarin algoritmes & AI worden gebruikt om geautomatiseerd tot de beste oplossing te komen.

Voor het uitvoeren van een prescriptieve analyse is een onderliggende piramide aan collectie, cleaning, descriptie etc. noodzakelijk (zie figuur 2).



Figuur 2: The data science hierarchy of needs (Gregersen, 2019, naar Gartner, 2017)

3.2 Artificial Intelligence

De term Artificial Intelligence verwijst naar "systemen die intelligent gedrag vertonen door hun omgeving te analyseren en -met een zekere mate van zelfstandigheid- actie te ondernemen om specifieke doelen te bereiken" (Europese Commissie, 2019). Het is een verzamelterm voor producten, services en systemen die zich gedragen op een manier die we als 'slim' zouden aanmerken: die menselijk of rationeel redeneren of handelen (Russell & Norvig, 2022).

Een deelgebied van AI is **Machine Learning**, waarbij algoritmes leren op basis van ingevoerde data, zonder expliciet voorgeprogrammeerd te zijn: het model wordt in dit geval accurater doordat op basis van eerdere voorspellingen en werkelijkheid, aanpassing van het model plaatsvindt.

Deep Learning is een deelgebied van machine learning en is gebaseerd op het gebruik van kunstmatige neurale netwerken. Kunstmatige neurale netwerken zijn geïnspireerd op het leerproces in het menselijk brein. Deep learning stelt computers in staat complexere taken te leren uit grote hoeveelheden gegevens. Voorbeelden zijn beeldherkenning, objectdetectie, spraakherkenning, bordspelprogramma's spelen of het vertalen van teksten. Machine learning en deep learning zijn verdeeld in drie categorieën: *supervised learning*, *unsupervised learning* en *reinforcement learning*. Bij supervised learning leert een model door het aanbieden van voldoende voorbeelddata (gelabelde data) tijdens het leerproces (learn by example). Bij unsupervised learning krijgen leeralgoritmen geen voorbeelden om een taak op te lossen, maar zoeken zij naar patronen in ongelabelde data. Reinforcement learning gebruikt een leerprincipe dat is gebaseerd op vallen en opstaan. Het model ontvangt een beloning of een straf voor het ondernemen van acties. Een model gebaseerd op reinforcement learning streeft in principe naar maximaliseren van de beloning. Op deze manier leert het model om de juiste acties te ondernemen gegeven een situatie.

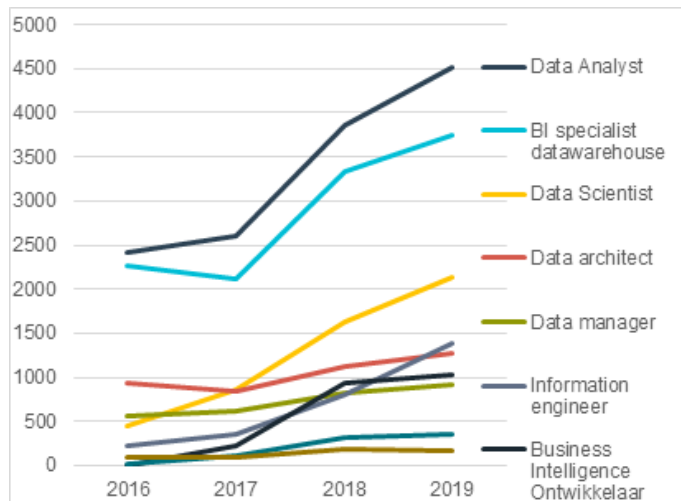
3.3 De verhouding tussen data science & AI

De begrippen data science en Artificial Intelligence worden regelmatig door elkaar gebruikt. Soms ontstaat daarbij de indruk dat AI een geavanceerde vorm van data science is, of dat AI data science omvat. Beide zijn niet correct. Om AI toe te kunnen passen, moet de data science life cycle doorlopen worden. Omgekeerd is AI een belangrijke tool in de toolbox van de data scientist. Maar: het toepassen van AI is niet altijd nodig of mogelijk. De trainingssite *Dataflair* omschrijft het als volgt: "While Data Science makes use of Artificial Intelligence in its operations, it does not completely represent AI." En "Artificial Intelligence is a tool for Data Scientist." ([Dataflair, 2021](#)). Tevens geven de auteurs aan dat AI voor veel organisaties nog onbereikbaar is vanwege het geavanceerde karakter van de gebruikte algoritmes die bepaalde eisen stellen aan bijvoorbeeld de beschikbare data en datakwaliteit binnen de organisaties.

4. Het werkveld

4.1 Beperkende krapte aan opgeleide professionals

Er is anno 2022 een groot tekort aan afgestudeerde ADS&AI'ers. Onderzoek bevestigt een sterk opgaande vacaturebehoefte over de jaren heen. Zie figuur 3 (Panteia, 2020, p.17).



Figuur 3: Trendontwikkeling beroepsgroep data professionals met de daarbij behorende functies (Panteia, 2020, p.17)

De spanning op de landelijke arbeidsmarkt voor datagerelateerde vacatures is zeer groot. In de Randstad wordt deze krapte als het meest urgent ervaren.

4.2 Het data-werkveld

Data science & AI worden in vele sectoren - en bij voorkeur over sectoren heen - en bij zeer diverse vraagstukken toegepast. Zo kan data over de voedingsbehoefte van gewassen bijvoorbeeld bijdragen aan efficiëntere bedrijfsprocessen in de bloementeel en leveren slimme sensoren op lantarenpalen informatie op over luchtkwaliteit of geluidsniveaus. Ook spelen data science & AI een rol in/bij misdaadpreventie, tekstanalyse voor het vinden van de juiste informatie voor een advocatenkantoor, klantprofilering voor marketingbureaus, spraakherkenning voor callcenters, het voorkomen van filevorming voor wegbeheerders, het vinden van vis voor de visserij, de juiste stationering van ambulances in de regio voor ziekenhuizen, preventief onderhoud van kapitaalgoederen in de industrie, het gericht behandelen van ziekte in de medische sector, enzovoort.

De mogelijkheden op het gebied van data science & AI nemen voor elk toepassingsdomein de komende jaren sterk toe. Vrijwel iedere professional zal zich dan ook tot op zekere hoogte moeten bekwamen in de mogelijkheden die data science biedt. Niet iedere professional zal zich echter hoeven omscholen tot expert op dit gebied om het in eigen domein in te kunnen zetten. De Nederlandse AI-Coalitie hanteert de volgende indeling:

- AI-specialisten
- AI-specialisten met bedrijfskennis
- Domeinexperts met AI-kennis (bijvoorbeeld zorgspecialisten en landbouwspecialisten)
- Bestuurders, managers en beleidsmakers met AI-kennis

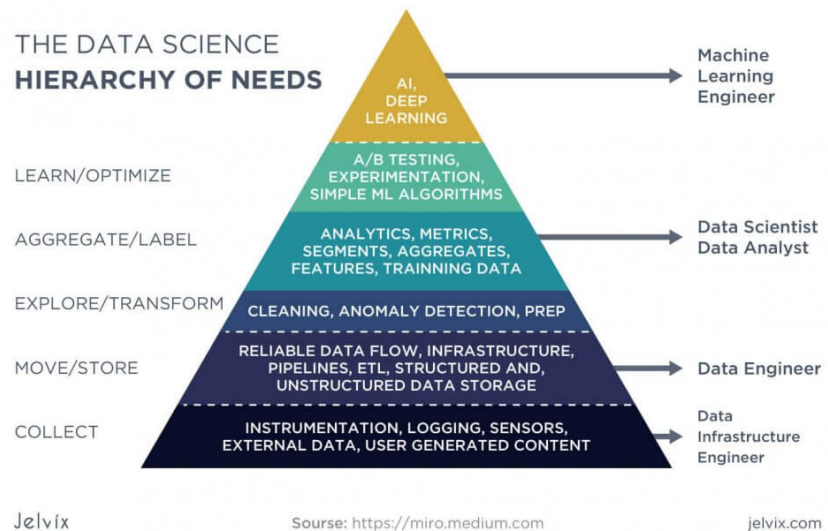
(NL-AIC, 2020, p.11).

ADS&AI leidt studenten vanuit bovenstaande indeling op tot *AI-specialist* en *AI-specialist met bedrijfskennis*.

NB: naast dat data Science & AI in heel diverse domeinen worden toegepast, is het werkveld van applied data science & AI een op zichzelf staande discipline met specifieke uitdagingen en methoden, die volop in ontwikkeling is en zich razendsnel uitbreidt.

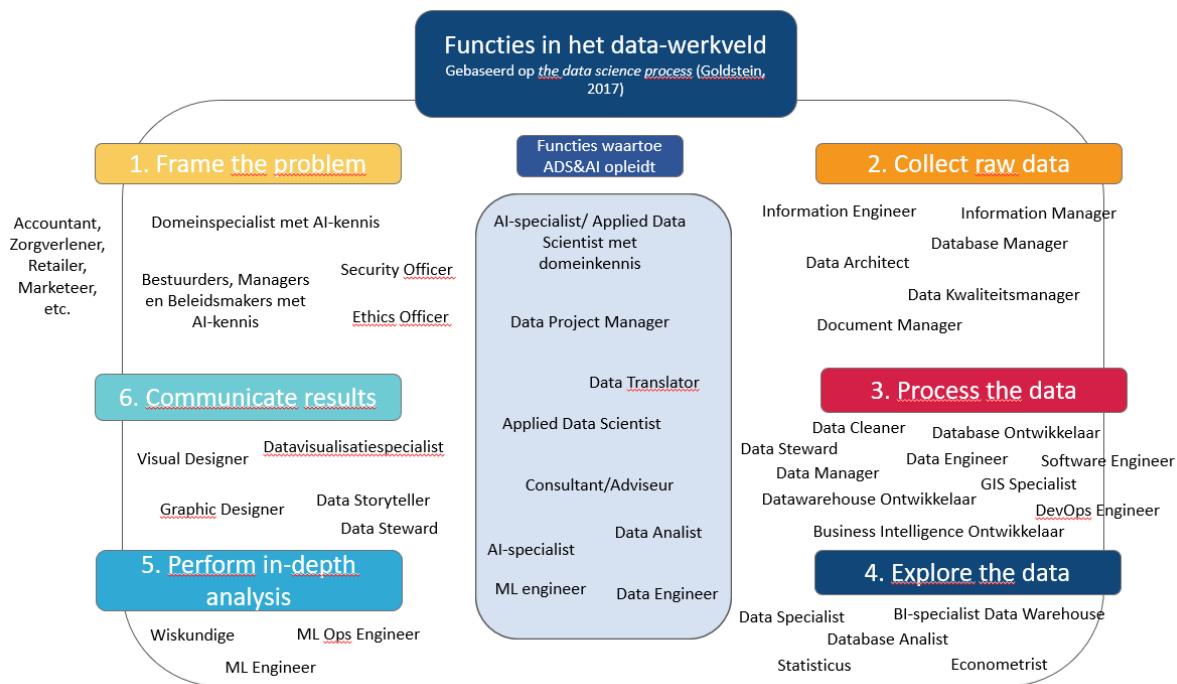
4.3 Functies

Zoals eerder in de 'data science hierarchy of needs' werd aangegeven, is in het vakgebied van applied data science & AI een piramide van specifieke expertise nodig om uiteindelijk tot prescriptive modellen en analyses te kunnen komen (zie figuur 4). Dit komt terug in de functies waar de opleiding voor opleidt.



Figuur 4: de data science hierarchy of needs (jelvix.com)

Figuur 5 toont het data-werkveld aan de hand van het *data science process* (Goldstein, 2017) en de beroepen die daarbinnen vallen. Zoals zichtbaar is in figuur 5, is het data-werkveld groter dan de opleiding bestrijkt. In het lichtblauwe veld staan de beroepen waarvoor de opleiding specifiek opleidt.



Figuur 5: Functies in het data-werkveld met in het midden de functies voor de ADS & AI'er

4.4 Beroepsprofiel & kennisdomein van de opleiding

De opleiding leidt studenten vanuit de indeling van de NL AI-Coalitie op tot *specialist* (zie 4.2) en stelt de student in staat om potentiële data- en kunstmatige intelligentietoepassingen te identificeren en AI-oplossingen voor praktische problemen van bedrijven en organisaties te ontwikkelen en implementeren.

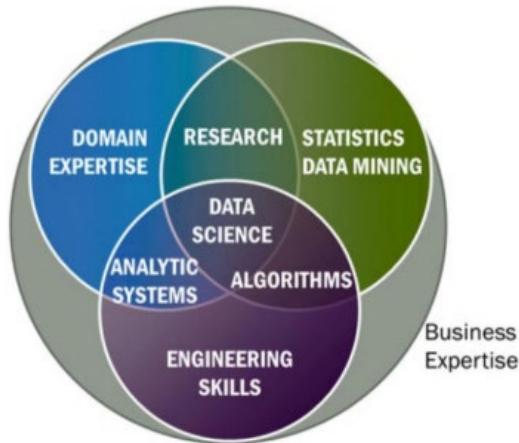
De ADS&AI'er begrijpt bedrijfsprocessen, kent de mogelijkheden van data & AI en is in staat digitale transformaties technisch te implementeren. De hbo'er onderscheidt zich van een wo-student AI doordat zij niet gericht is op het ontwikkelen van nieuwe toepassingen, maar op het implementeren van reeds ontwikkelde toepassingen in bedrijfsprocessen.

De ADS&AI'er beschikt over een combinatie van kennis en vaardigheden uit de verschillende disciplines en domeinen:

- Vaardig in het gebruik van een systematische data science- en AI-**projectmanagementaanpak**;
- **Engineering-skills** zoals programmeervaardigheden en gebruiken van verschillende tools die de mogelijkheid geven om de data te verwerken en de resultaten daarvan goed te visualiseren;
- **Domeinkennis**: kennis van de domeincontext van de organisatie(s) waarin een dataset is opgebouwd. De keuze voor een valide methode hangt daar mede van af. Kennis van het domeinspecifieke jargon moet daarbij aanwezig zijn, de professional moet in staat zijn zich snel nieuwe materie eigen te maken;
- Kennis en vaardigheden op het gebied van **wiskunde en statistiek**: dit draait om logisch, gedisciplineerd, patroonontdekkend (niet alleen kwantitatief).
- Dit alles wordt ingebed in **business expertise**, die door de opleiding wordt vertaald naar: professionele vaardigheden die in de context van het huidige werkveld van belang zijn om tot goede resultaten te komen: creativiteit, samenwerken, flexibiliteit, leiderschap, onderzoeksvaardigheden, kritisch denken (denk hierbij ook aan het kritisch vermogen om data op bruikbaarheid te beoordelen en literatuur over data-

analyse kritisch gebruiken), veranderkunde, communicatieve vaardigheden en ethisch bewustzijn.

De laatste vier onderdelen zijn zichtbaar in figuur 6.



Figuur 6: Kerncompetenties data science: de "data science definition" (Bron: Cuadrado-Gallego en Demchenko, 2020)

De ADS & AI'er wordt niet opgeleid tot *sectorspecialist*, maar kan deze breed toepasbare technologie toepassen in diverse situaties.

Door de snelle ontwikkelingen in het werkveld en de sectoroverstijgende versmelting van technologieën die daarbinnen plaatsvindt, wordt in dit opleidingsprofiel rekening gehouden met het feit dat wordt opgeleid voor beroepen waarvan we nu het bestaan nog niet kennen. De opleiding legt daarom minder de nadruk op opleiden voor een *beroep*, maar streeft naar opleiden voor een *vakgebied of werkveld* (wat door de Vereniging Hogescholen wordt gepropageerd). Het belang van het ontwikkelen van adaptief vermogen voor de student wordt daarmee onontbeerlijk: zij moet leren zichzelf steeds nieuwe competenties eigen te maken (Vereniging Hogescholen, 2016, p.33). Dit is binnen deze opleiding daarnaast van extra belang omdat domeinkennis een centrale rol speelt: er wordt ingezet op de vaardigheid zich snel in (nieuwe) domeinen in te werken.

5. Competentieprofiel

5.1 Visie op de afgestudeerde ADS&AI'er

Voor het implementeren van data en AI-toepassingen in de praktijk is een multidisciplinaire aanpak noodzakelijk. Naast een solide kennisbasis op het gebied van data science, ondersteunende IT en kunstmatige intelligentie richten studenten zich op het in de praktijk toepassen van AI in organisaties, processen en diensten. Hiervoor zijn domeinkennis en kennis en vaardigheden op het gebied van verander- en projectmanagement nadrukkelijk noodzakelijk. Hieruit volgen drie aspecten die –naast de eerdergenoemde competenties– leidend zijn bij het ontwerp van opleidingen:

- **Toepassing:** het programma focust zich op het toepassen van data science en AI in de praktijk;
- **Multidisciplinariteit:** hoewel data science en AI nadrukkelijk centraal staan, worden deze steeds bestudeerd in de context van een groter (innovatie)proces, waarin de gebruiker centraal staat. De relatie tussen business en design wordt derhalve altijd gelegd;
- **Design:** studenten wordt geleerd om een zo concreet mogelijk product af te leveren. De focus ligt derhalve op het implementeren van data science en AI in praktijksituaties en het op basis van bestaande technologie ontwikkelen van nieuwe aanpakken, producten en diensten.

In samenwerking en overleg met organisaties vanuit het werkveld is de volgende visie op de ADS & AI'er geformuleerd:

De ADS & AI'er beheerst de volle breedte van het toegepast werken met data en alle stappen in het proces: van 'business understanding' tot en met visualisatie en advies. Haar probleemoplossend vermogen en analytische vaardigheden resulteren in concrete en uitvoerbare datagedreven oplossingen voor organisaties.

De student stelt de data centraal, voegt descriptieve, diagnostische, predictieve en prescriptieve mogelijkheden toe aan het gebruik en de verwerking van data en past daarbij actuele technieken toe op het gebied van dataverwerking, machine learning, artificial intelligence en visualisatie.

De student:

- *beschikt over domeinkennis*
- *heeft een onderzoekende, (zelf)kritische houding*
- *is communicatief sterk*
- *kan passende juridische en ethische afwegingen maken*
- *is in staat zichzelf de benodigde aanvullende vaardigheden aan te leren als de situatie daar om vraagt en draagt zo bij aan de verdere ontwikkelingen van het domein waarin zij actief is en aan de applied data science & AI als praktijkgericht vakgebied.*

5.2 Conceptuele inhoudelijke kennisgebieden van de opleiding: BoKS

Inhoudelijk staan binnen het profiel van de opleiding een viertal conceptuele kennisgebieden centraal:

a) Project- & Change Management

Om digitale transformatieprocessen vorm te kunnen geven en te implementeren, moet de student in staat zijn processen te ontwerpen (design thinking), plannen te kunnen schrijven, deze overtuigend te kunnen presenteren en te beschikken over (agile)

projectmanagementvaardigheden. Daarbij moet de student zich bewust zijn van de gevolgen van die processen voor producten, processen en functies en hierop kunnen anticiperen.

b) Data Science

Het proces van een data science-project kan gezien worden als een input - throughput - output-systeem. De input bestaat uit data, die van diverse typen bronnen kan komen. Dat betekent dat de student bekend is met fenomenen als image recognition, natural language processing, machine translation en sensortechnologie. Tevens is zij in staat gestructureerde en ongestructureerde data te bewerken en klaar te maken voor analyse. Ze maakt daarvoor gebruik van technieken en theorieën vanuit de wiskunde, statistiek en informatica.

c) Artificial Intelligence

De throughput van AI-systemen bestaat uit het zelflerend systeem, grofweg te onderscheiden in unsupervised learning, supervised learning en reinforcement learning. De student is hiermee bekend. De output van Data & AI-systemen bestaat uit visualisaties, diagnoses, (voorstellen tot) besluiten en computergestuurde acties, maar ook in toenemende mate in meer geavanceerde visuele applicaties. De student kan hiermee werken, wat vraagt om kennis rond verschillende disciplines. De student combineert inzichten van verschillende vakgebieden, zoals logica, taalkunde, psychologie en informatica. Daarnaast kan de student het systeem van datacollectie en -verwerking technisch ontwerpen en implementeren. Zij kan daartoe werken met online libraries en doorgrondt de wiskunde en statistiek erachter. Voor de implementatie gebruikt zij geschikte programmeertalen.

d) Digitale transformatie

Het vormgeven van datagedreven organisaties en processen is niet een zuiver technische exercitie. De uitkomsten van het proces moeten *human-centred* zijn. Het ontwerpen van (productontwikkelings)processen is integraal onderdeel van het digitale transformatieproces. Technieken als design thinking en ethical design kunnen daarbij nuttig zijn.

De eerdergenoemde systematische aanpak van data science/AI projecten (bijvoorbeeld CRISP-DM, de Data Science Life Cycle) zijn tezamen met algehele hbo bachelor competenties (zoals beschreven in de hbo standaard en de Dublin Descriptoren, die het bachelor eindniveau beschrijven), verwerkt in de eindkwalificaties van de opleiding.

5.3 Eindkwalificaties

Kwalificaties 1 t/m 7 zijn direct gerelateerd aan de data science life cycle. Kwalificaties 8 t/m 11 beschrijven de benodigde (professionele) vaardigheden op hbo-niveau vanuit de 'data science definition' (zie figuur 6 hierboven).

De afgestudeerde hbo bachelor ADS&AI'er		
1	Probleemanalyse	Kan een probleem analyseren door een omschrijving te geven van de context, afwegingen en een formulering van de uiteindelijke vraag (als gevolg van een proces van <i>vraagarticulatie</i>). Daarbij identificeert zij de mogelijke oplossingen. Naar aanleiding hiervan kan zij een aanpak voor een datatraject formuleren met inachtneming van relevante actoren en belangen, waarbij zij relevante theorieën en (technische) mogelijkheden betreft.

2	Domeinkennis	Heeft zodanige kennis van en inzicht in één of enkele domeinen, dat zij als gesprekspartner van experts kan functioneren. Zij is in staat zich snel in nieuwe domeinen en bijbehorende professionele netwerken te verdiepen.
3	Dataverwerving en -verwerking en opslag	Beheerst (programmeer)vaardigheden om de benodigde data verwerven, te preprocessen, verwerken, op te slaan in een passende structuur en beheren om voor individuen, organisaties en domeinen waarde te creëren.
4	Data analyse	Kan analyse- en statistische methoden hanteren om data te analyseren om voor individuen, organisaties en domeinen waarde te creëren. Kan de kwaliteit van data bepalen op basis van analyse.
5	Modelleren	Kan modelleertechnieken, waaronder Machine Learning en AI toepassen om voor individuen, organisaties en domeinen waarde te creëren.
6	<i>Design, prototyperen en implementatie</i>	Kan met behulp van een iteratieve cyclus een prototype ontwikkelen, waarbij expliciet stakeholders worden betrokken, en applicaties binnen een (bestaande) architectuur implementeren.
7	<i>Visualiseren</i>	Kan technieken en vaardigheden voor visualisatie en storytelling toepassen om daarmee stakeholders effectief en accuraat te informeren over (tussen)resultaten van AI- en DS-benaderingen.
8	<i>Rapporteren en adviseren</i>	Kan (tussen-)resultaten vertalen naar effectieve rapportage. Zij ziet kansen en mogelijkheden en kan die vertalen van een marktgeoriënteerde visie naar nieuwe concepten, producten of diensten en houdt daarbij de bedrijfsmatige kant van de organisatie in het oog.
9	<i>Projectmanagement en samenwerken</i>	Kan (internationaal) samenwerken in multidisciplinaire teams met daarin verschillende kennisniveaus op het gebied van datagebruik en –toepassingen. Zij kan projecten opzetten en uitvoeren in samenwerking met stakeholders en teamleden. Zij kan daarbij fungeren als klankbord in discussies met teamleden, klanten, gebruikers en experts. Zij streeft naar een goede balans tussen inbreng van haar eigen visie en aanvullende expertise van anderen. Zij is in staat om sturing te geven aan een team.
10	<i>Onderzoekende en reflectieve houding en vaardigheden</i>	Past relevante (onderzoeks-) methoden en technieken toe in combinatie met relevante en adequate argumentatie. Zij kan reflecteren op (bedrijfs)processen en haar rol daarin, zowel theoretisch als praktisch, door constant haar eigen acties te evalueren en aan te passen met input van anderen. Zij kan het resultaat van de reflectie vertalen naar concrete persoonlijke leerdoelstellingen.
11	<i>Verantwoordelijkheid</i>	Is zich bewust van sociale, juridische en ethische aspecten binnen de context van haar professionele werkomgeving en kan daarbij onderbouwde afwegingen maken. Zij handelt vanuit rechtvaardigheid en integriteit.

6. Verantwoording

6.1 Edison

Het Edison-framework is een richtinggevende internationale beschrijving van eindkwalificaties voor data science. Dit framework werd in 2016 als Europees project opgezet om structuur aan te brengen in de toenemende wildgroei aan gebruikte termen in het vakgebied. Het framework is dan ook “...designed to create a foundation for establishing a new profession of Data Scientist for European research and industry” (Demchenko, Y. et al., 2016). Vanuit het beroepenveld wordt regelmatig naar het Edison framework verwezen.

Dit framework onderscheidt vijf groepen beroepsbeoefenaars, met elk eigen -tot in detail uitgewerkte- competenties. Deze beroepsbeoefenaars zijn onderscheiden op de inhoud, vergelijkbaar met de fasen in de Data Science life cycle van Microsoft. De opleiding ADS&AI is gericht op de volle breedte van de in het Edison-framework genoemde beroepsbeoefening.

In de eindkwalificaties van de opleiding zijn derhalve kwalificaties van alle vijf de groepen tot een bepaald niveau verwerkt en is ervoor gekozen om geen één op één vertaling te maken van de specialisaties. Dit omdat de opleiding breed georiënteerde Applied Data Scientists & AI-specialisten opleidt die bekend zijn met alle onderdelen uit de data science life cycle en daarbij bedreven zijn in de vereiste professionele vaardigheden. De specialistische competenties zijn tot een bepaald niveau wel herleidbaar verwerkt in de eindkwalificaties van ADS&AI (zie 5.3).

Groep beroepsbeoefenaars	Omschrijving volgens Edison	Verwerkt in eindkwalificatie (nummer)
Data analytics	<i>Use appropriate data analytics and statistical techniques on available data to discover new relations and deliver insights into research problem or organizational processes and support decision-making.</i>	4
Data Science engineering	<i>Use engineering principles and modern computer technologies to research, design, implement new data analytics applications; develop experiments, processes, instruments, systems, infrastructures to support data handling during the whole data lifecycle.</i>	4, 5, 6
Data management	<i>Develop and implement data management strategy for data collection, storage, preservation, and availability for further processing</i>	3
Research methods and project management	<i>Create new understandings and capabilities by using the scientific method (hypothesis, test/artefact, evaluation) or similar engineering methods to discover new approaches to create new knowledge and achieve research or organizational goals.</i>	1, 9, 10
Domain related competences applied to business analytics	<i>Use domain knowledge (scientific or business) to develop relevant data analytics applications; adopt general Data Science methods to domain specific data types and presentations, data and process models, organizational roles and relations</i>	2

Tabel 2: verwerking beroepsbeoefenaars vanuit Edison-framework in eindkwalificaties ADS&AI

6.2 Hbo-niveau eindkwalificaties & de Dublin-descriptoren

Om inzicht te geven in de relatie tussen de eindkwalificaties van de opleiding en bestaande standaarden, is in onderstaande tabel de koppeling weergegeven tussen de Dublin-descriptoren en de eindkwalificaties. Deze koppeling illustreert onder andere het eindniveau

waarin de combinatie van kennis, toepassing, professional skills en reflectie een belangrijke rol speelt.

Dublin-descriptoren – kwalificaties bachelor	Illustrenderende eindkwalificaties
<p>Kennis en inzicht Heeft aantoonbare kennis en inzicht van een vakgebied, waarbij wordt voortgebouwd op het niveau bereikt in het voortgezet onderwijs en dit wordt overtroffen; functioneert doorgaans op een niveau waarop met ondersteuning van gespecialiseerde handboeken, enige aspecten voorkomen waarvoor kennis van de laatste ontwikkelingen in het vakgebied vereist is.</p>	<p>De eindkwalificaties die toepassingsgericht zijn beschreven, veronderstellen voldoende kennis van de toegepaste technieken en theoretische kennis met betrekking tot communicatie, projectmanagement, visualisatie en juridische en ethische grondbeginselen. <i>Eindkwalificatie 2</i> betreft de domeinkennis. Om sectoroverstijgend te kunnen opereren, beschikt de afgestudeerde bachelor Applied Data Science & AI over voldoende kennis met betrekking tot organisatiekundige aspecten en de verschillende technieken die in het kader van dataverwerking in de verschillende domeinen worden gehanteerd.</p>
<p>Toepassen kennis en inzicht Is in staat om zijn/haar kennis en inzicht op dusdanige wijze toe te passen, dat dit een professionele benadering van zijn/haar werk of beroep laat zien, en beschikt verder over competenties voor het opstellen en verdiepen van argumentaties en voor het oplossen van problemen op het vakgebied.</p>	<p>De eindkwalificaties drukken uit dat het hier een Applied Data Scientist betreft, zij zijn voornamelijk toepassingsgericht beschreven.</p> <p><i>Eindkwalificaties 3, 4, 5 en 6</i> beschrijven de toepassing van de verschillende technieken: niet de uitputtende kennis over de tooling staat centraal, maar het op de juiste wijze toepassen. <i>Eindkwalificatie 2</i> illustreert het sectoroverstijgende karakter van de Data Scientist.</p>
<p>Oordeelsvorming Is in staat om relevante gegevens te verzamelen en interpreteren (meestal op het vakgebied) met het doel een oordeel te vormen dat mede gebaseerd is op het afwegen van relevante sociaalmaatschappelijke, wetenschappelijke of ethische aspecten.</p>	<p>De werkzaamheden van de Applied Data Scientist kunnen belangrijke consequenties hebben voor de bedrijfsvoering of maatschappelijke maatregelen. In <i>de eindkwalificaties 10 en 11</i> wordt daarom de nadruk gelegd op een onderzoekende en reflectieve houding met de vaardigheid om tot rechtvaardige en integere afwegingen te komen. De toepassingsgerichtheid van de eindkwalificaties en de onderzoekende houding bij <i>eindkwalificatie 10</i> dragen bij aan de informatievaardigheden en het probleemoplossend vermogen van de Data Scientist.</p> <p><i>Eindkwalificatie 9</i> legt de nadruk op leiderschap waarbij visie en de verantwoordelijkheid daarvoor een rol speelt.</p>
<p>Communicatie Is in staat om informatie, ideeën en oplossingen over te brengen op publiek bestaande uit specialisten of niet specialisten.</p>	<p>Voor alle rollen van de data is effectieve communicatie van groot belang. In <i>eindkwalificatie 8</i> betreft dit een effectieve vertaling van de inzichten uit de data naar opdrachtgever en andere stakeholders. Ook in <i>eindkwalificatie 9</i> is dit expliciet verwoord waarbij communicatie bewust is gekoppeld aan samenwerken, zowel met specialisten als niet-specialisten.</p>
<p>Leervaardigheden Bezit de leervaardigheden die noodzakelijk zijn om een vervolgstudie die een hoog niveau van autonomie veronderstelt aan te gaan.</p>	<p><i>Eindkwalificatie 10</i> beschrijft de onderzoekende en reflectieve houding en ook bij <i>kwalificatie 2</i> wordt specifiek aangegeven dat de werkzaamheden niet stoppen bij kennis en toepassing van het geleerde, maar dat de bachelor in staat is om zich nieuwe situaties snel eigen te maken.</p>

Tabel 3: Relatie Dublin Descriptoren en eindkwalificaties ADS & AI

De hbo-bachelor standaard is gepubliceerd in de kwaliteitsagenda van de Vereniging Hogescholen 'Kwaliteit als opdracht' (VH, 2009). In 2010 heeft de Vereniging Hogescholen afgesproken dat de hbo-bachelor standaard het richtpunt vormt voor de ontwikkeling van landelijke opleidingsprofielen en daarmee voor de uitwerking van de eigen eindkwalificaties. De hbo-bachelor borgt dat studenten:

1. Een gedegen theoretische basis verkrijgen.

Deze is, naast kennis benodigd voor het verwerven van competenties beschreven onder eindkwalificaties 1-7, opgenomen in eindkwalificatie 10 (zie H5.3).

2. Het onderzoekend vermogen verwerven dat hen in staat stelt om bij te kunnen dragen aan de ontwikkeling van het beroep.

Deze is opgenomen in eindkwalificaties 1 en 10.

3. Over voldoende professioneel vakmanschap beschikken.

Vakmanschap is verwoord in de eerdergenoemde systematische probleemaanpak, zoals die verwoord is in de eindkwalificaties 1-7. De vereiste persoonlijke vaardigheden zijn opgenomen in eindkwalificaties 8 t/m 11.

4. De beroepsethiek en maatschappelijke oriëntatie ontwikkelen die past bij een verantwoordelijke professional.

Deze is expliciet opgenomen in eindkwalificatie 11.

Het uitstroomniveau van hbo-opleidingen wordt vaak nader onderverdeeld in subniveau's. De volgende factoren zijn van invloed op deze subniveaus:

- a. Omvang en complexiteit van de taak;
- b. Complexiteit van de professionele situatie;
- c. Mate van zelfstandigheid en verantwoordelijkheid.

Tabel 4 werkt deze factoren verder uit, waarbij opgemerkt wordt dat niveau I in het hbo het eindniveau van een havo of mbo-opleiding overstijgt.

Niveau	Aard van de taak	Aard van de context	Mate van zelfstandigheid
0	Instroomniveau (havo-5 / mbo-4 eindniveau)		
I	Eenvoudig, gestructureerd, past bekende methoden direct toe volgens vaststaande normen	Bekend; eenvoudig, monodisciplinair	Sturende begeleiding
II	complex, gestructureerd, past bekende methoden aan wisselende situaties aan	bekend; complex, monodisciplinair, in de praktijk onder begeleiding	Begeleiding indien nodig
III	complex, ongestructureerd, verbetert methoden en past normen aan de situaties aan	onbekend; complex, multidisciplinair in de praktijk	zelfstandig

Tabel 4: Definitie van competentieniveaus

Als richtlijn geldt dat voor het bereiken van een niveau minimaal twee van de drie factoren dat niveau moeten hebben, bijv. de 'aard van de taak' en de 'mate van zelfstandigheid'. Een afgestudeerde ADS&AI-er beheerst alle competenties op niveau 3. Eindwerken worden daarop beoordeeld.

7. Literatuurlijst

- ACM Data Science Task Force. (2021). *Computing Competencies for Undergraduate Data Science Curricula*. ACM. https://dstf.acm.org/DSTF_Final_Report.pdf
- AINED. (2018). *AI voor Nederland: vergroten, versnellen en verbinden*. Geraadpleegd op 12-5-2021, van https://www.vno-ncw.nl/sites/default/files/aivnl_20181106_0.pdf
- Boonzaaijer, A. (2019). *Big data engineering. Voor de zakelijke markt*. Blaricum: EZBook
- Dataflair (2021). *Data science vs artificial intelligence – Eliminate your Doubts*. Geraadpleegd op 12-5-2021, van <https://data-flair.training/blogs/data-science-vs-artificial-intelligence/>
- Demchenko, Y., et. al (2016). *Edison Data Science Framework: Part 1. Data Science Competence Framework (Cf-Ds) Release 1*. Geraadpleegd op 15-3-2021, van https://www.researchgate.net/publication/310596801_Edison_Data_Science_Framework_Part_1_Data_Science_Competence_Framework_Cf-Ds_Release_1
- Ernst, E., Merola, R., & Samaan, D. (2018). *The economics of artificial intelligence: Implications for the future of work*. International Labour Organization. Geraadpleegd op 12-5-2021, van https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---cabinet/documents/publication/wcms_647306.pdf
- European Commission (2019a). *A DEFINITION OF AI: MAIN CAPABILITIES AND DISCIPLINES. Definition developed for the purpose of the AI HLEG's deliverables*. Geraadpleegd op 11 februari 2021, van <https://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc%5Fid=56341>
- European Commission (2019). *Orientations towards the first Strategic Plan for Horizon Europe*. Geraadpleegd op 28 februari 2020, van https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/research_and_innovation/strategy_on_research_and_innovation/documents/ec_rtd_orientations-he-strategic-plan_122019.pdf
- EDISON. (2016). *Edison Data Science Framework: Part 1. Data Science Competence Framework (Cf-Ds) Release 1*. Researchgate. Geraadpleegd op 12 mei 2021, van https://www.researchgate.net/publication/310596801_Edison_Data_Science_Framework_Part_1_Data_Science_Competence_Framework_Cf-Ds_Release_1
- Goldstein, A.J. (2017). *Data science deconstructed*. Geraadpleegd op 25 mei 2021, van [Deconstructing Data Science: Breaking The Complex Craft Into Its Simplest Parts – AJ Goldstein](https://www.ajgoldstein.com/deconstructing-data-science-breaking-the-complex-craft-into-its-simplest-parts/).
- Ministerie van Economische Zaken en Klimaat. (2019). *Strategisch Actieplan Artificiële intelligentie*. Geraadpleegd op 12-5-2021, van <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/beleidsnotas/2019/10/08/strategisch-actieplan-voor-artificiele-intelligentie>
- Ministerie van EZK (2019a). *Nederlandse digitaliseringsstrategie 2.0*. Geraadpleegd op 12-5-2021, van <https://www.rijksoverheid.nl/binaries/rijksoverheid/documenten/rapporten/2019/07/05/nederlandse-digitaliseringsstrategie-2.0/nederlandse-digitaliseringsstrategie-2.0.pdf>
- Nederlandse AI Coalitie (2020). *AI is mensenwerk. Beleidsnota 2020*. Geraadpleegd op 8 februari 2021, van <https://nlaic.com/wp-content/uploads/2020/11/Beleidsnota-AI-is-mensenwerk.pdf>.
- Norvig, P., & Russell, S. (2022). *Artificial Intelligence: A Modern Approach, Global Edition* (4de editie). Pearson.
- Panteia (2020). *Haalbaarheidsstudie applied data science. Vacature- en concurrentieanalyse*. (onderzoek uitgevoerd in opdracht van de HHs).
- Taskforce AI (2019). *Algoritmen die werken voor iedereen: samen bouwen aan onze (digitale) toekomst met Artificiële Intellingentie*. Geraadpleegd op 12 februari 2021, van

https://www.vno-ncw.nl/sites/default/files/position_paper_algoritmen_die_werken_voor_iedereen.pdf

Vereniging Hogescholen. (2009). *Kwaliteit als opdracht*. Geraadpleegd op 12 mei 2021, van https://www.vereniginghogescholen.nl/system/knowledge_base/attachments/files/000/000/394/original/Kwaliteit_als_opdracht.pdf?1443430484

Vereniging Hogescholen (2016). *Toekomstbestendig hbo bètatechniekonderwijs: HTNO Roadmap 2025*. Geraadpleegd op 1 maart 2021, van https://www.vereniginghogescholen.nl/system/ckeditor_assets/attachments/128/roadmap_htno_2025_definitief_-_21110216.pdf