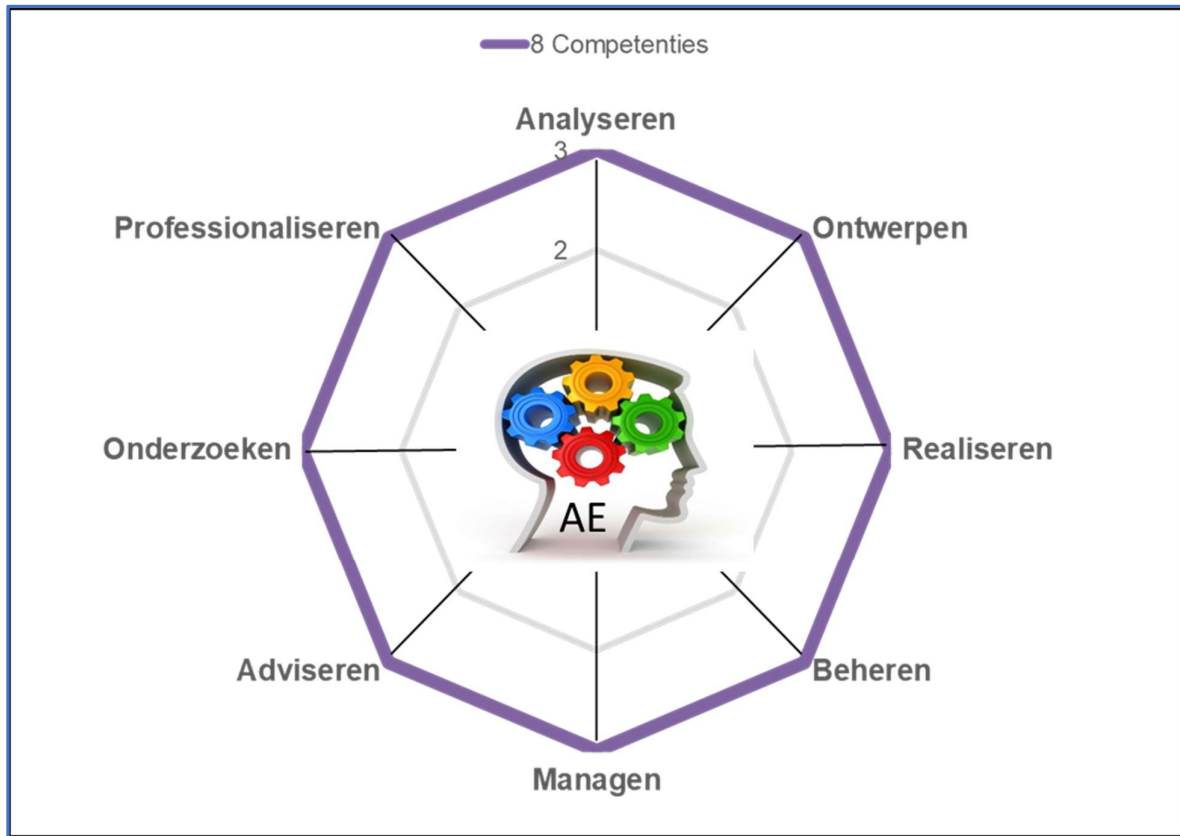


Landelijk profiel Automotive Engineering



Hogeschool Arnhem en Nijmegen

Paul Claessen

Hogeschool Rotterdam

Brahim Boukhari

Hogeschool Fontys

Paul Janssen

LOA

P. van Baardwijk

April 2019

Verantwoording

Dit document is tot stand gekomen op verzoek van en in samenspraak met de LOA commissie bestaande uit P. Claessen (HAN), P. Janssen (Fontys) en B. Boukhari (HR).

Het document is in meerdere bijeenkomsten en met diverse medewerkers besproken, becommentarieerd en aangepast.

Het doel van het document is dat het een discussie stuk wordt voor onderwijs qua vorm en -inhoud op langere termijn. Reden waarom het rapport met een cyclus van bijvoorbeeld 2 jaar dient te worden ge-reviewd.

Daarnaast is het besproken met de industrie in de Programma Raad van ACE, waar de directies van de 3 HBO's zitting hebben. Actieplannen welke voortkomen uit deze discussies zijn voor de verantwoordelijkheid van het management van de betreffende opleidingen.

Voor akkoord getekend dd 18 april 2019:

Henk Bos

Namens de Ace Programmaraad

Paul Claessen

Namens HAN Automotive

Brahin Boukhari

Namens HR Automotive

Paul Janssen

Namens Fontys Automotive

Inhoud

1.0	Inleiding	4
2.0	Competenties	5
2.1	Beroepsprofiel	5
2.2	Beroepsbeeld.....	5
2.3	Beroepstaken.	7
3.0	Scoping.	8
3.1	Trends.....	8
3.1.1	Technologie trends.....	8
3.1.2	Maatschappelijke trends	9
3.2	Leren in de 21 ^e eeuw.....	9
3.2.1	Basisprofiel	9
3.2.2	Advanced Skills.	11
3.3	Nieuw beroepsbeeld.	11
3.4	Multidisciplinair is het sleutelwoord.....	13
4.0	Profiel van de Automotive Engineer in de toekomst.	13
4.1	Beroepstaken.	14
4.2	Advies en aanbeveling	16
5.0	Literatuur / bronnen.....	17
6.0	Afkortingen en definities.....	18
7.0	Bijlage 1.	20
8.0	Bijlage 2.	22

1.0 Inleiding

De succesvolle samenwerking van de 3 Automotive HBO's (HAN, Fontys, HR) welke tot uitdrukking komt in het overkoepelende Automotive Centre of Expertise (ACE) heeft ook geleid tot een hechte samenwerking met de industrie op de gebieden van onderwijs en onderzoek. Omdat de doelstelling van ACE luidt; "meer en betere" HBO ingenieurs op te leiden om zo het beroepenveld beter te kunnen bedienen, was een al eerder genomen actie in dit verband de oprichting van de Examen Toezicht Raad (EXTR) welke bestaat uit leden van de industriële partners. Deze raad visiteert frequent op de 3 HBO's en toetst op de eindkwalificaties en op het proces van het afstuderen. Vanuit HTNO en de vereniging Hogescholen is de eis ontstaan om in 2019 gezamenlijk een cluster visitatie te doorlopen. Als vervolg actie is afgesproken om een gemeenschappelijk beroeps- en competentie profiel van de Automotive HBO Engineer te beschrijven. Daarbij wordt rekening gehouden met de verschillende 'bloedgroepen' van de HBO's. Het zal duidelijk zijn dat ontstaansgeschiedenis, achtergronden en profilering van de 3 instellingen verschillend zijn en dat daardoor accenten in de opleiding anders liggen. Bovendien zijn de Automotive opleidingen altijd aan hun eigen Engineering faculteiten gekoppeld waardoor bepaalde werkprocessen, waaronder formats voor toetsing en afstuderen, een eigen aanpak en kaders hebben.

In dit document zal een beschrijving gegeven worden van het gemeenschappelijk beroeps- en competentieprofiel van de Automotive Bachelor Engineer, de AE. En zodanig, dat de eigen identiteit van de instelling behouden blijft waardoor bepaalde specialismen of speerpunten onder eigen regie uitgevoerd kunnen worden, zonder dat het integrale beeld daardoor verandert (Zie figuur 1). Denk hierbij bv aan de specifieke afstudeermogelijkheden in de hoek van 'Technisch Commercieel'. Dit doet ook recht aan het feit dat HR en Fontys relatief jonge opleidingen zijn vergeleken met de HAN, waardoor zij hun eigen (groei) kenmerken hebben.

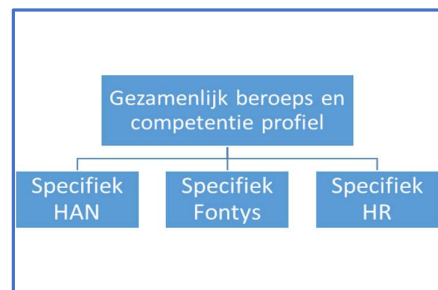


Fig. 1. Positioneren AE profiel.

De diversiteit in werkveld van de alumni, geeft aan dat er niet één profiel voor een AE is, maar dat er een verscheidenheid aan mogelijkheden is die van toepassing zijn voor een verscheidenheid in behoefte aan AE's. Het gezamenlijke beroepsprofiel blijft echter van toepassing. Als eerste beschrijven we nu de huidige situatie van competenties, beroepsbeeld en beroepstaken, waartegen de 3 opleidingen de laatste jaren hun afgestudeerden hebben afgeleverd. Door daarna in het document met een trend analyse aandacht te besteden aan de langere termijn toekomst van het beroepenveld van Automotive Engineering (2030-2035) kunnen de drie HBO instellingen lokaal de vertaling maken naar een programma (het curriculum). Voor het beroepenveld wordt zodoende duidelijk wat er in de toekomst verwacht mag worden van een pas afgestudeerde AE. Dit document zal dan ook als discussiestuk worden ingebracht in de PRO-ACE vergadering onder het agendapunt "Trendwatching Onderwijs".

2.0 Competenties.

In deze paragraaf beschrijven we het huidige beroepsbeeld en de huidige beroepstaken van de AE. Daarmee geven we aan wat de Automotive HBO Engineer zo specifiek maakt. Uitgangspunt wordt gevormd door de 8 competenties voor HBO Engineers, zoals vastgelegd in “Een Competentiegerichte Profielbeschrijving 2016”⁹⁾. Deze competenties en de bijbehorende gedragskenmerken worden uitgebreid weergegeven in bijlage 1.

2.1 Beroepsprofiel.

De 8 competenties voor HBO Engineers worden in een spindigram weergegeven, zoals in figuur 2. Deze competenties worden op 3 niveaus ingedeeld zodat het maximaal te behalen competentie niveau op 24 zou kunnen uitkomen. Algemeen (landelijk) is voor de HBO Engineer geaccepteerd om op 2 assen het 3^e niveau te bereiken aan het eind van de opleiding (fig. 2, het groene profiel). Zo geldt voor de croho Automotive Engineering dat de competenties Analyseren en Professionaliseren op niveau 3 worden bereikt. De overige competenties behalen daarbij tenminste het niveau 2 en zo komt het geheel voor de Bachelor AE op 18 punten.

Sinds de landelijke herijking van de competenties in 2016 worden deze competenties door HAN, Fontys en HR ook zo gehanteerd als afstudeerdoelstelling. De AE volgt daarmee de breed geaccepteerde route voor de HBO Engineer. Individueel en mede afhankelijk van het niveau van de opdracht en het type onderwerp kan in de praktijk bij een andere competentie ook niveau 3 bereikt worden, waarmee de student zich dan over-kwalificeert met een score van 19 of zelfs 20 punten.

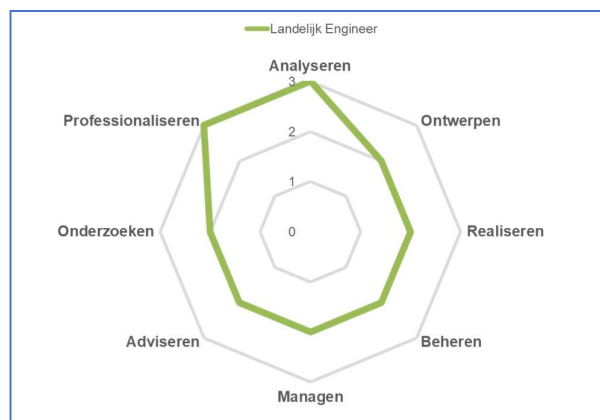


Fig. 2. Basis Competenties van de AE (groene profiel) conform de landelijke norm voor HBO Engineers.

2.2 Beroepsbeeld.

Tot nu toe werd gestreefd naar een AE die in staat is om vanuit een compleet voertuig te denken. Compleet voertuig denken houdt in: volledig gericht op het voertuig als eindproduct. Dat wil zeggen dat de AE in staat moet zijn om de integratie van onderdelen tot een geheel voertuig en hun onderlinge interactie, ofwel de ‘car architecture’ van systemen en componenten, te begrijpen. Dat hij/zij zich daarbij op één component of het gehele systeem richt ter uitwerking van een afstudeeropdracht past prima in het beroepsbeeld. De AE wordt dan ook gezien als iemand die toepassingsgericht meerdere technologieën bijeen kan brengen tot een werkend geheel. Dit laat zich het best uitleggen aan de hand van het integrale werkproces van het voortbrengen van een voertuig.

Zie figuur 3, het linker rood gestreepte blok ("Integratie van product gerichte Technologieën").

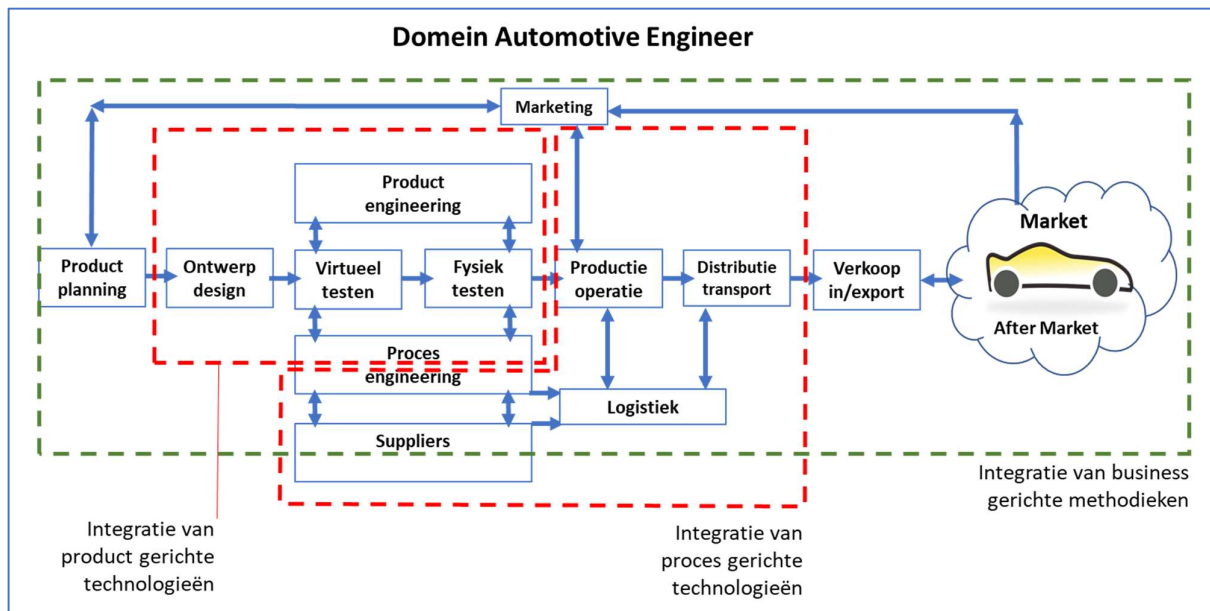
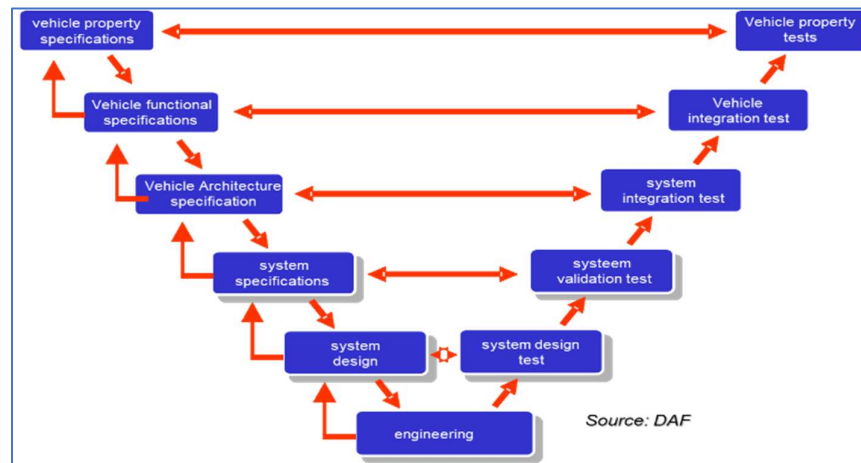


Fig. 3 . de AE als integrator van technologieën in het Engineeringsproces.

Model hiervoor stond het zg V-cycle Model (fig. 4) waarbij vanuit de technische specificatie van een compleet voertuig naar de onderdelen werd toegewerkt en weer terug op basis van bewezen en geverifieerde eigenschappen.



Figuur 4. V-Cycle met de productgerichte beroepstaken van de Automotive Engineer

Onderscheidend aan Automotive Engineers is dus, dat zij ontwerpogaven voor onderdelen en subsystemen van auto's integraal kunnen benaderen en vertalen in een product of proces ontwerp. Automotive Engineers brengen kennis vanuit meerdere disciplines bijeen (ICT, elektronica, materiaalkunde, werktuigbouwkunde, meet- en regeltechniek) en passen dat toe in ontwerpen en constructies, die niet alleen technisch verantwoord zijn, maar ook produceerbaar en verkoopbaar. Zij zijn ook in staat om deze ontwerpen te beproeven zowel fysiek in laboratoria als virtueel met computermodellen. De HBO studenten Automotive studeren dan af als System/Development/Test Engineer met nadruk op toegepast onderzoek, construeren, testen en ontwerpen.

Daarbij is de laatste jaren naast deze 'hard core' Automotive Engineering in het curriculum ook steeds meer aandacht gegaan naar het produceren en de fabricage omgeving, waardoor de maakbaarheid en de logistiek aspecten ook aan de orde komen. Zeker een goede ontwikkeling gezien de vele (MKB) maakbedrijven in Nederland. We zien dit terug in fig. 3 in het L-vormige rood omrande blok als "Integratie van Proces gerichte Technologieën". Waar wederom de AE als integrator, maar nu van het fabricage proces, actief is. Hij brengt daar disciplines bij elkaar die kennis dragen van Robotica, Electrotechniek, ICT, Productiemethoden, Werktuigbouw, ed. Maar voegt daarbij ook de kennis van logistieke processen om de productie van voertuigcomponenten of complete voertuigen mogelijk te maken.

We zien tevens dat er naast behoefte aan een technisch geschoolde AE een vraag is naar een meer bedrijfskundig en commercieel-economisch opgeleide AE. Dat zien we terug in het groen omrande blok in fig. 3 ("Integratie van Business gerichte Methodieken"). De drie HBO instellingen kiezen vanuit hun profilering op lokaal niveau waar zij de accenten leggen.

We mogen uit het voorgaande concluderen dat AE's met deze breedte aan achtergronden en profielen, op vele plaatsen inzetbaar zijn in de industrie en door hun integrale kijk op technologie zeker niet alleen binnen de Automotive sector.

2.3 Beroepstaken.

Technische georiënteerde Automotive Engineers kunnen na hun afstuderen terecht bij OEM's (Original Equipment Manufacturers), bij toeleverende Automotive bedrijven, bij bedrijven die zich vooral toeleggen op het ontwikkelen en ontwerpen en produceren van Automotive toepassingen en producten, maar ook bij kennisinstellingen en onderzoekscentra zoals TU's en TNO Automotive. De beroepstaken liggen dan vooral op het gebied van onderzoeken, ontwerpen, construeren, testen, modelvorming, simulaties en berekeningen uitvoeren. De meer bedrijfskundige Automotive Engineers gaan na het afstuderen veelal naar toeleveranciers, fleetowners, logistieke bedrijven, lease maatschappijen, commerciële afdelingen binnen grote bedrijven, waaronder ook OEM's, e.d. Hun beroepstaken zijn terug te vinden bij inkoop afdelingen, in kwaliteitsafdelingen en management ondersteunende afdelingen zoals planning, logistiek, accountmanagement of financiën. Voor de toekomst geldt echter dat het beeld van de Technologie én het beeld van de samenleving gaat veranderen, waarover meer in de volgende hoofdstukken.



3.0 Scoping.

In dit hoofdstuk beschrijven we aan de hand van analyses van technologische en maatschappelijke trends, de beroepskaders en de veranderingen in het werkveld voor de Automotive Engineer in de wat verdere toekomst van 2030-2035.

3.1 Trends.

Het bepalen van het competentie profiel van de toekomst voor de Automotive Engineer zal enerzijds ingegeven worden door de internationale megatrends die er zijn op technologie gebied en anderzijds door een veelheid aan veranderingen in de maatschappij zoals, social media, 7 x 24h bereikbaarheid, demografische verschuivingen, mobiliteitsgedrag, klimaat, circulaire economie, verstedelijking en zeker ICT. [zie lit. PWC ¹⁾, AT Kearny ²⁾, Gartner ³⁾].

Het moge duidelijk zijn dat de veranderingen in Technologie en Maatschappij elkaar voortdurend beïnvloeden. Houden we deze beide hoofdrubrieken - Technologie en Samenleving - gescheiden dan kunnen we uit voorgaand genoemde literatuur een aantal belangrijke items opsommen;

3.1.1 Technologie trends.

Enkele opkomende technologieën die invloed hebben op de samenleving zijn;

- IoT, alles 7x 24 mobiel verbonden, internet of everything, 5G
- agile production, 3D printing
- big data toepassingen, smart data en data science
- autonome voertuigen, autonome productie units
- commercieel inzetbare drones
- duurzame energie: storage en smart grids
- virtual and augmented reality
- wearable computing
- blockchain en crypto currency
- exotische materialen en hun eigenschappen, composieten
- sensoren op en in het lichaam, bio chips
- medical technology, medics
-

Uit deze opsomming blijkt dat ICT de 'gamechanger' bij uitstek is. Automotive bedrijven doen tegenwoordig veel aan ICT ontwikkeling en investeren gemiddeld ca 5% van hun omzet in R&D. (T. Wiesenthal, JRC, 2010 ¹¹⁾).

Een onderzoek van PWC ¹²⁾ laat zien dat bedrijven die een snellere omzetgroei rapporteerden in vergelijking met hun voornaamste concurrenten, 25 procent of meer van hun R&D-budgetten toewezen aan software.

Wel dienen we alle ontwikkeling in perspectief te plaatsen. Veel is mogelijk, maar niet alles zal nuttig en nodig zijn als het gaat om het streven naar welvaart en welzijn. Dit vraagt daarom, zeker voor een onderwijs/onderzoek instelling als het HBO altijd om een bezinning van het maatschappelijk nut van, en de ethiek rond, de Technologische toepassing alvorens die elementen in het lesprogramma te verweven.

3.1.2 Maatschappelijke trends.

Enkele Maatschappelijke trends die effect hebben op onderwijs en arbeidsmarkt zijn:

- De economische macht verschuift steeds meer van het Westen (de G7) naar zich ontwikkelende landen. Dat zie je ook terug in het aantal studenten. Nu al studeren er jaarlijks drie keer zoveel hoger opgeleiden af in de zeven grootste opkomende economieën dan in de G7 [PWC⁸⁾].
- De vergrijzing en stijgende levensverwachting zorgen -niet alleen - in Nederland voor toenemende zorg- en pensioenkosten. Arbeidsparticipatie van ouderen is nodig om deze kosten te kunnen betalen. Onderwijs technisch vraagt dit om herscholing, bijscholing en dus een leven lang leren in samenwerking met het werkveld.
- Demografische veranderingen, Westerse landen vergrijzen en ontgroenen, terwijl de bevolking in opkomende markten sterk groeit en daardoor erg jong is. Hierdoor neemt de mondiale vraag naar onderwijs toe.
- Door voortschrijdende technologische vooruitgang en complexiteit neemt de vraag naar hoogopgeleiden toe. Tegelijkertijd nemen robots en computers cognitieve ('aangeleerde') werkzaamheden steeds efficiënter over waardoor dat type werk verdwijnt. *"De kloof ligt echter niet tussen hoog- en laagopgeleiden, maar tussen mensen die zelfredzaam zijn in een snel veranderende omgeving en mensen die dat niet zijn."*[PWC⁸⁾].
- Internationale studenten en werknemers worden steeds mobieler. 'Any time' en 'at any place' moet gestudeerd en getoetst kunnen worden.
- Klimaatverandering en grondstoffen schaarste leiden tot nieuwe initiatieven en industrieën, zoals die van de circulaire (deel) economie waarbij alles draait om het principe; 'van bezit naar (her)gebruik'.
- Er vindt een verschuiving plaats van een industriële samenleving naar een kennis samenleving, waarbij data science een grote rol gaat spelen. Tevens zien we een opmars van Software en Service gerichte dienstverleners (bv Mobility as a Service). *"Als gevolg van de verschuiving naar software en diensten, zal ook een verschuiving optreden in de mix van ingenieurs naar data- én software ingenieurs. Talent verplaatst zich. Je ziet ook een verschuiving bij acquisities naar software- én service ondernemingen", [PWC¹²⁾].*
- Financiële instellingen veranderen of verdwijnen, door crypto currency en blockchain *"Algoritmes nemen de rol van kredietbeoordelaar over en hypotheekadvies kun je digitaal aanvragen."* [PWC⁸⁾].

3.2 Leren in de 21^e eeuw.

3.2.1 Basisprofiel.

Voorgaande trends of trend drivers , welke elkaar zoals gezegd onderling beïnvloeden, maken dat het AE profiel altijd onderhevig zal zijn aan veranderingen en zij hebben dan ook effect op de inhoud van het curriculum en de onderwijsvormen. Er is daarom behoefte aan een 'basisprofiel' wat op lange termijn stand houdt en waarop afgeleide varianten mogelijk zijn. Het HTNO⁶⁾ zegt hierover

dat een 'umbrella' engineer zou moeten bestaan die de breedte afdekt naast een (traditionele) T-shaped professional die de specialisatie afdekt. HTNO geeft aan:

“Er is nadrukkelijk niet één profiel waar een (technische) hbo'er aan moet voldoen: er is nu en in de toekomst behoefte aan een variëteit aan professionals, waarbij de persoonlijke skills en houdingsaspecten geen franje of leuke bijkomstigheden zijn, maar wezenlijke onderdelen waartoe een HBO-professional zich moet verhouden”.

Deze umbrella-shaped professional is een hbo-professional in de bètatechniek die naast het analyseren en onderzoeken ook betrokken is bij het tot stand brengen van iets ('ontwerpen en bouwen') en het toepassen in de maatschappij bij bijvoorbeeld vervoer, transport of mobiliteitsvraagstellingen. De umbrella-shaped engineer is een praktijkgericht concept dat past bij de HTNO-sector.

Iedereen kent van oudsher de T-shaped professional. Kort gezegd wordt daarin de professional opgeleid binnen zijn eigen vakdiscipline (de verticale as van de T) en vindt de toepassing van de vakdiscipline binnen het curriculum plaats in technologische vraagstukken van steeds toenemende complexiteit (de horizontale as van de T). Maar voor de umbrella-professional geldt dat niet alleen de context waarin de engineer zijn vakdiscipline toepast verschillend kan zijn, maar ook dat hij in verschillende rollen in verschillende werkomgevingen als engineer aan het werk kan zijn en dat hij via verschillende vormen van opleiding zich tot engineer ontwikkelt. Daardoor krijgt de horizontale as van de 'T' meerdere dimensies, waardoor de umbrella-shape ontstaat.

Ook de SER ⁴⁾ bracht kort geleden een advies uit over het hoger onderwijs in de toekomst, vooral ook gericht op de maatschappelijke veranderingen die gaande zijn. Zo zal de verbinding van industrie en onderwijs intenser moeten gebeuren. Dat de operationele HBO-er in de industrie zijn Leven Lang dient te Leren begint wel door te dringen, maar doorstroom programma's en corporate learning zullen daarmee gelijk op moeten lopen. Belangrijk in dit advies is ook de verbinding met de samenleving waarbij kennisdeling, toegankelijkheid van kennis (open source) en internationalisering genoemd worden. Specifiek voor het reguliere onderwijs worden onderstaande verschuivingen aangegeven die opgepakt zouden moeten worden door de HBO instellingen.

<u>Van</u>	<u>→ Naar</u>
Collectief	→ gepersonaliseerd (Maatwerk, Certificaten, AD)
Vast patroon	→ flexibel (tijdsduur en inhoud), werkvormen, ICT gedreven
Eigen taal	→ meer talig – internationaal – multi cultureel
Volgers	→ ondernemerschap

Uitgeschreven staat hier: “Een student kan op het ene onderdeel functioneren op wetenschappelijk niveau en op een ander onderdeel op vmbo niveau. Er moet daarom met deelcertificaten gewerkt gaan worden, zodat je vakken op verschillende niveaus kan volgen. “Klassen zijn binnenkort achterhaald. Nieuwe technologieën maken individueel, adaptief en interactief on-line onderwijs mogelijk.” “Internationaliseren houdt ook in dat je in een multiculturele omgeving moet kunnen samenwerken”. “Ondernemerschap is nodig om je in een complexe technocratische wereld staande te kunnen houden.

3.2.2 Advanced Skills.

Kijken we naar wat PWC⁵⁾ en HTNO⁶⁾ over de toekomst van het onderwijs zeggen, dan zien we dat Skills, naast Knowledge, een zwaardere aandacht dient te krijgen. Dat vraagt om andere onderwijsvormen waardoor de HBO-er voorbereid wordt om actiever en ondernemender in zijn/haar latere professionele wereld te staan.

Met name worden hier kenmerken genoemd als; innovatief vermogen, ondernemerschap, interdisciplinair samenwerken, mensgerichtheid en internationale oriëntatie. PWC⁸⁾ spreekt in dit verband van *'arbeidsvaardigheden'*.

Het Platform SKILLS⁷⁾ spreekt over de z.g. *'Advanced'* Skills. Deze *'nieuwe'* skills (21st century skills) liggen vooral in het vlak van ICT, communicatie, samenwerking en Media. Een aantal daarvan zouden we tot kernvaardigheden kunnen benoemen onder de noemer van *'digitale geletterdheid'*.

Daaronder verstaan we dan; ICT basisvaardigheden, media vaardigheden en data- en Informatievaardigheden. Daarnaast benadrukt het platform dat door de maatschappelijke veranderingen ook skills vallen als; taalvaardigheid, gevoel voor internationalisering, gevoel voor burgerschap en milieu zaken, creativiteit en innovatief denken, zelfregulatie en persoonsvorming. Skills als kritisch denken, onderzoek- en analyse vaardigheden blijven gewoon bestaan en horen dus in het *basisprofiel*.

Uit het voorgaande concluderen we dat voor "Leren in de 21^{ste} eeuw", en daarmee voor de uitvoerende opleidingsinstellingen, zeker de volgende aan te leren Skills van belang zijn; (Marilyn Binkley, 2010¹⁰⁾).

- Ondernemerschapsvaardigheden
- Communicatieve vaardigheden
- Vaardigheden in meerdere talen
- ICT vaardigheden
- Multidisciplinair samenwerken
- Internationaal, Intercultureel samenwerken
 - Gedrag, houding, ethiek,
- Funderende vaardigheden;
 - Creativiteit, innovatief vermogen
 - Probleem oplossend vermogen
 - Kritisch denken
 - Systeem denken
 - Leven Lang Leren
-



3.3 Nieuw beroepsbeeld.

- *Wat van een toekomstige T-shaped AE verwacht mag worden, kunnen we beschrijven met de volgende voorbeelden.*

- Aangaande Technologie zien we dat de druk op een 'schone groene' wereld toeneemt en dat leidt tot andere voertuigtypen en -systemen, zoals elektrisch rijden, op waterstof rijden of op zonenergie rijden. De constante vraag naar comfort en veiligheid van voertuigen leidt tot verregaande ICT toepassingen, waarbij autonoom rijden het meest sprekende voorbeeld is. Ook overheden (RDW) en

verzekeraars mengen zich in deze wereld. Een voertuig wordt al doende een smartphone of laptop op wielen.

- De technologische veranderingen in de maak industrie en logistiek bedrijven, mede door ICT gefaciliteerd, leiden er toe dat productie methoden veranderen en daardoor producten zullen veranderen. Denk bijvoorbeeld aan hoe 3D printen tot heel andere vormgeving en materiaal keuzes zal leiden. Dit zal niet aan de AE voorbij gaan, hij kan er juist zijn voordeel mee doen in het ontwerp van voertuigen. Ook zal het 'IoT' de fabrieken en de productie units doen veranderen in Smart Manufacturing units (z.g. Smart Manufacturing 2.0).

- De ICT component zal als dé gamechanger een stempel drukken op technologie ontwikkeling en samenleving. Big data, AI en IoT zullen ook de AE gaan raken zowel in ontwerp en constructie methoden als in productie faciliteiten en mobiliteitsvraagstukken en daarnaast in werk- en bedrijfsomstandigheden.

- Vanwege de eindigheid van natuurlijke resources wordt steeds meer naar lichtgewicht construeren en alternatieve materialen gekeken, waaronder bv composieten. De integrators rol van een AE wordt dus complexer en de aansluiting op andere vakgebieden (Cross-overs) steeds belangrijker.

- *Wat we in de toekomst van een Umbrella shaped Engineer mogen verwachten, vatten we als volgt samen.*

- In de Maatschappij zien we veranderingen komen ten aanzien van bezit en gebruik van voertuigen (mobility as a service). Een voertuig is slechts een middel in de logistieke keten om een mobiliteitsvraag of transportvraag op te lossen. Hierin past bv het deelauto principe. Grote steden zullen om de stad leefbaar te houden (smog en CO2 reductie) voertuigen verbieden en alternatieven moeten aanbieden, zoals elektrische fietsen/scooters, onbemande WEpods of een elektrische leen auto oplossing.

- Het compleet voertuig denken houdt in dat het gehele voertuig (als mobiliteitsoplossing) in oenschouw wordt genomen waarbij de maatschappij, de klant, de gebruiker die transport nodig heeft voor goederen of mobiliteit voor personen als belangrijke constructen dienen voor het oplossen van de Automotive vraagstukken.

Daarbij zullen ICT, maatschappelijke context en sociale omgeving een grote rol spelen. Samengevat hebben we het hier over Smart Mobility in brede zin, waarbij de AE vanuit het complete voertuig niet enkel naar het product kijkt (naar binnen, Zie fig.3), maar ook naar de omgeving (naar buiten, Zie Fig. 5).



Fig. 5. Het voertuig in zijn omgeving.

3.4 Multidisciplinair is het sleutelwoord.

Hoe dan ook, het is duidelijk dat van toekomstige professionals in ieder geval wordt verwacht dat zij in staat zijn om over de grenzen van hun eigen discipline heen te kijken en te werken. Zo moet een Umbrella shaped AE naast de techniek ook verstand hebben van economie, menselijk gedrag en business modellen. En de T-shaped AE moet niet alleen basiskennis hebben van meerdere technische disciplines en zich kunnen verdiepen in de pure Automotive Technology, deze professional zal ook kennis moeten hebben op het gebied van ICT en Data Science.

En vooral: alle toekomstige professionals moeten kunnen samenwerken met professionals uit andere vakdisciplines, want de maatschappelijke opgaven zijn complex en vragen om multidisciplinaire oplossingen.

Alles overziend kunnen we zeggen dat de verwachting gerechtvaardigd is dat we naar een (nog) meer multidisciplinair gerichte Automotive Engineer groeien. Er is dan zoals eerder aangegeven [HTNO^{6j}] niet één profiel waar een (technische) hbo'er aan moet voldoen. Er is behoefte aan een variëteit aan AE's en daarmee profielen. Dat zal gelden voor de Umbrella AE en voor de T shape AE. De eerste zal zich begeven op aangrenzende, cross-over vakgebieden buiten de Autotechniek in een ruim toepassingsgebied. De tweede zal met steeds complexere technologieën te maken krijgen om het product 'voertuig' te blijven ontwikkelen.

4.0 Profiel van de Automotive Engineer in de toekomst.

Uit het voorgaande moge blijken dat uitgaande van het basisprofiel geldig voor de Landelijke Engineer (zie fig. 6, groene lijn) de indeling Umbrella en T-shape als eerste afgeleiden voor de toekomstige AE zal kunnen gelden. Tekenend deze indeling in het bekende spindiagram met de 8 competenties, dan zullen nog steeds de competenties professionaliseren en analyseren tot de 2 'vaste' competenties moeten behoren die op niveau 3 vereist zijn op het moment van afstuderen. Aldus zijn die deel van het 'basisprofiel'.

De Umbrella variant is dan de variant waarbij managen, beheren en adviseren kan worden omvat en de T-shaped variant is dan die waarbij onderzoeken, ontwerpen en realiseren kan worden omsloten. Zie de rode en blauwe lijnen in fig. 6. Daarmee ontstaat dan wel een totaal Bachelor AE niveau wat de score 18 kan overschrijden. Het is aannemelijk dat zeker één, mogelijk twee, andere competenties zullen gaan meetellen (dus niet *alle* rode of blauwe competenties doen mee) afhankelijk van de specialisatie van de AE. In het licht van het veranderend beroepsbeeld waarin complexere technologie speelt en een complexere werkomgeving is dit zeker te rechtvaardigen.

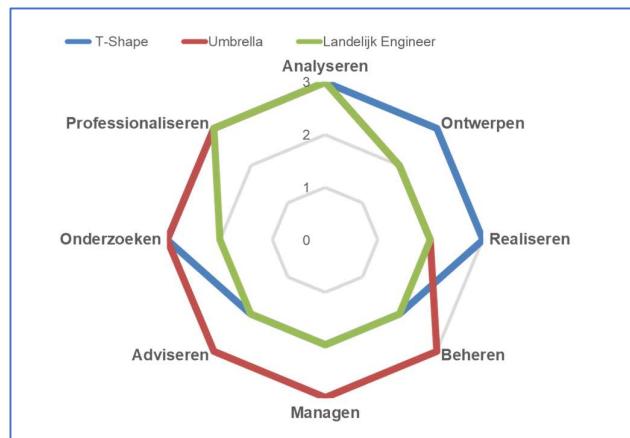


Fig. 6. Competentie diagram, AE basis, T-shape en Umbrella profiel.

Hiermee is nog niet alles afgedekt als het gaat om de Skills. Om een Bachelor AE in de verdere toekomst goed voorbereid in de maatschappij te laten instromen zal zeker in het HBO aanvullend aan de bestaande 8 competenties aandacht moeten worden gegeven aan 'nieuwe' of 'advanced' skills, bijvoorbeeld door flexibele beroepsgerichte onderwijsvormen in samenwerking met de industrie. In bijlage 2 wordt aan de hand van een eenvoudig model aangegeven waarom andere onderwijsvormen noodzakelijk zijn om de vaardigheden van de toekomst tegelijk met de kennis componenten aan te leren.

4.1 Beroepstaken.

Beroepstaken worden gezien als activiteiten waarbij een combinatie van competenties en skills worden ingezet om een doel te bereiken. Sinds de inkadering m.b.v. de Dublin descriptor kennen we 3 niveaus toe aan de 8 bekende competenties. Beroepstaken komen echter steeds meer in het vlak van faciliteren, beheren, reguleren en controleren van mobiliteit en transport vraagstukken te liggen vergeleken met het traditionele ontwerpen en realiseren van voertuigcomponenten. De raakvlakken met andere technologieën en andere wetenschappen worden groter en veelzijdig.

De maatschappelijke relevantie van verkeer en vervoer en tevens de toenemende complexiteit daarvan wordt groter en internationaler. We zagen ook dat de aanspraak op persoonlijke skills in de toekomst groter wordt voor de professionele beroepsbeoefenaar. Beroepstaken liggen a.h.w. in een 3D ruimte waarin Knowledge en Skills samengevat in de 8 competenties op 3 niveaus aangesproken kunnen worden. De Advanced Skills die als 'arbeidsvaardigheden' [PWC⁸⁾] van de toekomst gezien worden (ie innovatief vermogen, digitale geletterdheid, ondernemerschap, interdisciplinair samenwerken, mensgerichtheid en internationale oriëntatie) vormen daarbij de 3^e dimensie (fig. 7).

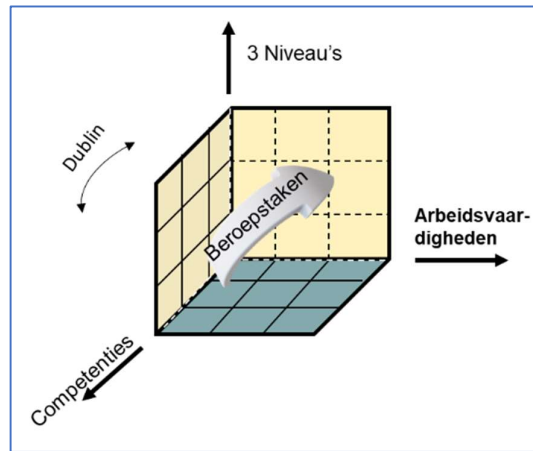


Fig. 7. Beroepstaken in 3D.

Beroepstaken zullen, zoals eerder aangegeven, steeds meer liggen in het vlak van de voertuig omgeving en het gebruik van voertuigen en minder op de voertuigen zelf. Met name de Data en ICT component daarin zal groot zijn. Om dit te duiden noemen we hieronder enkele voorbeelden van Automotive gerelateerde functies die in de toekomst door AE's vervuld zouden kunnen worden, waarin meerdere competenties samenkomen. Deze komen naast de bestaande in hoofdstuk 2.3 genoemde en meer bekende 'car architect' en 'bedrijfskundig' georiënteerde beroepstaken.

Technologie georiënteerd; T-shaped	Maatschappij georiënteerd; Umbrella shaped
<ul style="list-style-type: none"> - specialist waterstof, fuel cells - specialist high voltage cabling - specialist batterij technologie - specialist auto electronica, software, hardware - specialist Matlab simulaties - constructeur light weight - materiaal deskundige in bv composieten - applicatie engineer zonnecellen voor bussen en trucks - ontwerper mens-machine systemen - specialist e-laadsystemen voor e-voertuigen - 	<ul style="list-style-type: none"> - big data specialist mobiliteitsoplossingen en voertuig data - deskundige verkeerswet en regelgeving - Certificeerder van autonoom rijdende voertuigen en ITS - ontwerper stedelijke infrastructuur - specialist duurzaamheid voertuigvloot - beheerder bij een aanbieder van 'mobility as a service' - business developer After Sales - beheerder vloot voor internationaal vrachtovervoer - Analist van transportroutes vrachtwagens -

4.2 Advies en aanbeveling.

Het voertuig van de toekomst wordt een soort robot, intelligent, connected, multifunctioneel, autonoom, en elektrisch, 'schoon' en daarbij 'gedeeld' in de toepassing ervan. Bij dit toekomstbeeld past de eerder getrokken conclusie, dat we naar een multidisciplinaire systeem ingenieur groeien, die als integrator tussen verschillende vakdisciplines een rol speelt binnen een Automotive brede context en daarbij met name de omgevingsfactoren van het product 'voertuig' betreft (naar 'buiten' kijkt) i.p.v. het product zelf (naar 'binnen' kijkt).

Centrale thema's liggen dan op het gebied van mobiliteit, transport, vervoer, energiebronnen, milieu, veiligheid, wetgeving, etc.. De ontwikkelingsgang van het profiel verloopt zo van een productgerichte autotechnicus via algemeen voertuigtechnicus naar de meer omgevingsgerichte vervoers-systeem technicus. Het communicatief vaardig kunnen omgaan met andere vakdisciplines vraagt in elk geval om andere z.g. 'Advanced' skills.

De beschreven trends zullen een impact gaan krijgen op de wijze waarop HBO's studenten worden opgeleid. Het werkende weg implementeren van de nodige veranderingen en vernieuwingen ten behoeve van een toekomstbestendig lesprogramma met passende onderwijsvormen en een passende inhoud zijn een logisch gevolg. Het aanleren van 'Arbeidsvaardigheden' en 'Digitale geletterdheid' horen daarin zeker thuis. Het is een aanbeveling om dit veranderproces in samenspraak met de HBO's in LOA verband op te pakken.

Het actief volgen van trends in de industrie en de samenleving om zodoende steeds een adequaat lesprogramma te kunnen inrichten vraagt om een cyclische (2 jaarlijkse) update van dit rapport en een regelmatige afstemming met het beroepenveld.

5.0 Literatuur / bronnen.

- 1- Five trends transforming the Automotive Industry PWC 2017.
- 2- Buckle up, six driving forces in Manufacturing, AT Kearney 2018.
- 3- Top Trends in the Gartner Hype cycle for emerging technologies 2017.
- 4- SER advies Strategische Agenda Hoger Onderwijs, samenvatting en aanbevelingen, juni 2015.
- 5- Human capital 2020 and beyond PWC .
- 6- De toekomst is al begonnen HTNO 2 daagse 2018.
- 7- SKILLS voor de toekomst, skills platform, ministerie OCW, nov. 2016.
- 8- Onderwijs voor de toekomstige arbeidsmarkt, PWC juli 2015.
- 9- Een Competentiegerichte Profielbeschrijving, Domein Engineering, januari 2016.
- 10- Draft White Paper, Defining 21st century skills, Marilyn Binkley, a.o. 2010.
- 11- Research of the EU automotive industry, into low-carbon vehicles and the role of public intervention, T. Wiesenthal, Joint Research Center, Institute for Prospective Technological Studies 58727 – 2010
- 12- <https://www.pwc.nl/nl/perscentrum>, PWC 2016

6.0 Afkortingen en definities.

AE:	Automotive Engineer
ACE:	Automotive centre of Expertise
AI:	Artificial Intelligence
Bachelorprofiel :	een beroepsprofiel voor een of meerdere (hbo-)bacheloropleidingen binnen een beroepsdomein.
Beroepsbeeld :	het beroepsbeeld is de verzameling van mogelijke beroepen/functies en bijbehorende competenties van de Engineer.
Beroepenveld :	het beroepenveld is de verzameling van alle beroepen/functies waarin de afgestudeerde Bachelors of Engineering in de regel werkzaam zijn.
Beroepsprofiel :	een beroepsprofiel is een (landelijke) beschrijving van het geheel van competenties waarover een beroepsbeoefenaar dient te beschikken om zijn beroep/functie adequaat te kunnen uitoefenen. Van de opleidingen kan verwacht worden dat ze de competentieontwikkeling bij studenten beoogt tot het niveau van de beginnende beroepsbeoefenaar.
Big Data :	grote hoeveelheid aan data met een grote diversiteit en complexiteit, die snel door combinatie en deductie tot bruikbare informatie wordt omgezet.
BoKS :	Body of Knowledge and Skills , een beschrijving van de specifieke elementen van kennis en vaardigheden per opleiding, die de theoretische basis en praktische handelingen van een beroepsgebied definiëren. Ofwel: de verzameling kennisonderdelen en vaardigheden die studenten zich in een engineeringopleiding eigen moeten maken om competent te worden voor een engineering beroep of –functie.
Competentie :	een competentie is een cluster van kennis, vaardigheden en attitude, dat: 1) nodig is voor het uitvoeren van een bepaald beroep/functie in een bepaalde context 2) kan worden gemeten en getoetst aan aanvaarde normen 3) kan worden verbeterd door middel van training en ontwikkeling.
Eindkwalificatie :	een eindkwalificatie is een competentie met een specifieke niveauaanduiding waar iemand aan het eind van de (hbo-) studie, als beginnend beroepsbeoefenaar, aan moet voldoen (zie ook kwalificatie).
EXTR:	Examen Toezicht Raad
Fontys:	Hogeschool Fontys
Functie :	een functie is een verzameling van activiteiten uitgevoerd door een of meerdere personen die werkzaam zijn in een bepaalde context om een bijdrage te leveren aan een product of dienst, waarbij van bepaalde competenties gebruik wordt gemaakt.
HAN:	Hogeschool Arnhem en Nijmegen

HR:	Hogeschool Rotterdam
HTNO:	Hoger Technisch & Natuurwetenschappelijk Onderwijs
IoT:	Internet of Things
ITS:	Intelligent Transport Systems
LOA:	Landelijk Overleg Automotive
OEM	Original Equipment Manufacturer
Opleidingsprofiel :	beschrijving van de wijze waarop de afzonderlijke opleidingen gestalte geven aan een hbo-curriculum, dat zich ten doel stelt dat studenten op hbo-niveau de in het beroepsprofiel genoemde competenties ontwikkelen.
PRO-ACE	Programmaraad van ACE
PWC:	Price Waterhouse Coopers
TC	Technisch Commerciële opleidingsvariant bij de HAN

7.0 Bijlage 1.

DE COMPETENTIES VAN LANDELIJKE HBO ENGINEER. ⁹⁾

1. Analyseren

Het analyseren van een engineeringvraagstuk omvat de identificatie van het probleem of klantbehoefte, de afweging van mogelijke ontwerpstrategieën / oplossingsrichtingen en het eenduidig in kaart brengen van de eisen / doelstellingen / randvoorwaarden. Hierbij wordt een scala aan methoden gebruikt, waaronder wiskundige analyses, computermodellen, simulaties en experimenten. Randvoorwaarden op het gebied van o.a. (bedrijfs)economie & commercie, mens & maatschappij, gezondheid, veiligheid, milieu & duurzaamheid worden hierbij meegenomen. Hij laat dit zien m.b.v. de volgende gedragskenmerken:

- a. selecteren van relevante aspecten met betrekking tot de vraagstelling;
- b. aangeven wat de mogelijke invloed is op bedrijfseconomische, maatschappelijke en tot het vakgebied gerelateerde aspecten;
- c. formuleren van een heldere probleemstelling, doelstelling en opdracht aan de hand van de wensen van de klant;
- d. opstellen van een programma van (technische & niet-technische) eisen en dit vast kunnen leggen;
- e. modelleren van een bestaand product, proces of dienst.

2. Ontwerpen

Het realiseren van een engineeringontwerp en hierbij kunnen samenwerken met engineers en niet-engineers. Het te realiseren ontwerp kan voor een apparaat, een proces of een methode zijn en kan meer omvatten dan alleen het technisch ontwerp, waarbij de engineer een gevoel heeft voor de impact van zijn ontwerp op de maatschappelijke omgeving, gezondheid, veiligheid, milieu, duurzaamheid (bijv. cradle-to-cradle) en commerciële afwegingen. De engineer maakt bij het opstellen van zijn ontwerp gebruik van zijn kennis van ontwerpmethodieken en weet deze toe te passen. Het te realiseren ontwerp is gebaseerd op het programma van eisen en vormt een volledige en correcte implementatie van alle opgestelde eisen.

Hij laat dit zien m.b.v. de volgende gedragskenmerken:

- a. in staat zijn om vanuit de opgestelde eisen een conceptoplossing (architectuur) te bedenken en te kiezen;
- b. maken van gedetailleerde ontwerpen aan de hand van de gekozen conceptoplossing (architectuur);
- c. rekening kunnen houden met de maakbaarheid en testbaarheid van het ontwerp;
- d. het verifiëren van het ontwerp aan de hand van het programma van eisen;
- e. selecteren van de juiste ontwerphulpmiddelen;
- f. opstellen van de documentatie ten behoeve van het product, dienst of proces.

3. Realiseren

Het realiseren en opleveren van een product of dienst of de implementatie van een proces dat aan de gestelde eisen voldoet. De engineer ontwikkelt hiervoor praktische vaardigheden om engineeringproblemen op te lossen en voert hiervoor onderzoeken en testen uit. Deze vaardigheden omvatten kennis van het gebruik en de beperkingen van materialen, computer simulatie modellen, engineeringprocessen, apparatuur, praktische vaardigheden, technische literatuur en informatiebronnen. De bachelor is ook in staat om de (veelal niet technische) gevolgen te overzien van zijn werkzaamheden, bijv. op het gebied van ethiek, maatschappelijke omgeving en duurzaamheid. Hij laat dit zien m.b.v. de volgende gedragskenmerken:

- a. passend gebruik maken van materialen, processen, methoden, normen en standaarden;
- b. assembleren van componenten tot een integraal product, dienst of proces;
- c. verifiëren en valideren van het product, dienst of proces t.o.v. de gestelde eisen;
- d. documenteren van het realisatieproces.

4. Beheren

Het optimaal laten functioneren van een product, dienst of proces in zijn toepassingscontext of werkomgeving, rekening houdend met aspecten op het gebied van veiligheid, milieu, technische en economische levensduur. De engineer laat dit zien m.b.v. de volgende gedragskenmerken:

- a. invoeren, testen, integreren en inbedrijfstellen van een nieuwproduct, dienst of proces;
- b. een bijdrage leveren aan beheersystemen en/of onderhoudsplannen, zowel correctief (monitoren, signaleren en optimaliseren) als preventief (anticiperen);
- c. de performance van een product, dienst of proces kunnen toetsen aan kwaliteitscriteria;
- d. terugkoppeling kunnen verzorgen n.a.v. gewijzigde omstandigheden en/of performance van een product, dienst of proces.

5. Managen

De engineer geeft richting en sturing aan organisatieprocessen en de daarbij betrokken medewerkers teneinde de doelen te realiseren van het organisatieonderdeel of het project waar hij leiding aan geeft.

Hij laat dit zien m.b.v. de volgende gedragskenmerken:

- a. opzetten van een (deel)project: kwantificeren van tijd en geld, afwegen en kwantificeren van risico's, opzetten van projectdocumentatie en het organiseren van resources (mensen & middelen);
- b. monitoren en bijsturen van activiteiten in termen van tijd, geld, kwaliteit, informatie en organisatie;
- c. taak- en procesgericht communiceren;
- d. begeleiden van medewerkers, stimuleren van samenwerking en kunnen delegeren;
- e. communiceren en samenwerken met anderen in een multiculturele, internationale en/of multidisciplinaire omgeving en het voldoen aan de eisen die het participeren in een arbeidsorganisatie stelt.

6. Adviseren

De engineer geeft goed onderbouwde adviezen over het ontwerpen, verbeteren of toepassen van producten, processen en methoden en brengt renderende transacties tot stand met goederen of diensten.

Hij laat dit zien m.b.v. de volgende gedragskenmerken:

- a. zich inleven in de positie van de (interne of externe) klant;
- b. verhelderen van de behoefte van de opdrachtgever;
- c. in overleg met relevante partijen de klantbehoefte vertalen naar technisch & economisch haalbare oplossingen;
- d. kunnen onderbouwen van een advies en de klant hiervan overtuigen;
- e. relaties met klanten op een adequate wijze onderhouden.

7. Onderzoeken

De engineer heeft een kritisch onderzoekende houding en maakt gebruik van geschikte methoden en technieken m.b.t. het vergaren en beoordelen van informatie, om toegepast onderzoek uit te kunnen voeren.

Deze methoden kunnen zijn: literatuuronderzoek, het ontwerp en de uitvoering van experimenten, de interpretatie van data en computer simulaties. Hiervoor worden databanken, standaarden en (veiligheids)normen geraadpleegd. Hij laat dit zien m.b.v. de volgende gedragskenmerken:

- a. de doelstellingen van een gewenst onderzoek vanuit de vraagstelling opstellen;
- b. zelfstandig (wetenschappelijke) literatuur en eigen / andere informatiebronnen selecteren en verkrijgen om zich verder in de vraagstelling te verdiepen, daarbij de betrouwbaarheid van de verschillende informatiebronnen kunnen valideren;
- c. de resultaten samenvatten, structureren en interpreteren en conclusies trekken in relatie tot de onderzoeksvraag;
- d. resultaten te rapporteren volgens de in het werkveld geldende standaard;
- e. op basis van de verkregen resultaten de gekozen aanpak kritisch evalueren en aanbevelingen te doen voor vervolgonderzoek.

8. Professionaliseren

Het zich eigen maken en bijhouden van vaardigheden die benodigd zijn om de engineeringcompetenties effectief uit te kunnen voeren. Deze vaardigheden kunnen ook in breder verband van toepassing zijn. Dit omvat onder meer het hebben van een internationale oriëntatie en het kunnen plaatsen van de nieuwste ontwikkelingen, bijvoorbeeld in relatie tot maatschappelijke normen, waarden en ethische dilemma's.

De engineer laat dit zien m.b.v. de volgende gedragskenmerken:

- a. op zelfstandige wijze een leerdoel en een leerstrategie bepalen en uitvoeren en het resultaat terugkoppelen naar het leerdoel;
- b. zich flexibel opstellen in uiteenlopende beroepssituaties;
- c. bij beroepsmatige en ethische dilemma's een afweging maken en een besluit nemen, rekening houdend met geaccepteerde normen en waarden;
- d. op constructieve wijze feedback kunnen geven en ontvangen, zowel op gedrag als inhoud;
- e. kunnen reflecteren op eigen handelen, denken en resultaten;
- f. kunnen gebruiken van diverse communicatievormen en -middelen om effectief te kunnen communiceren in het Nederlands en Engels.

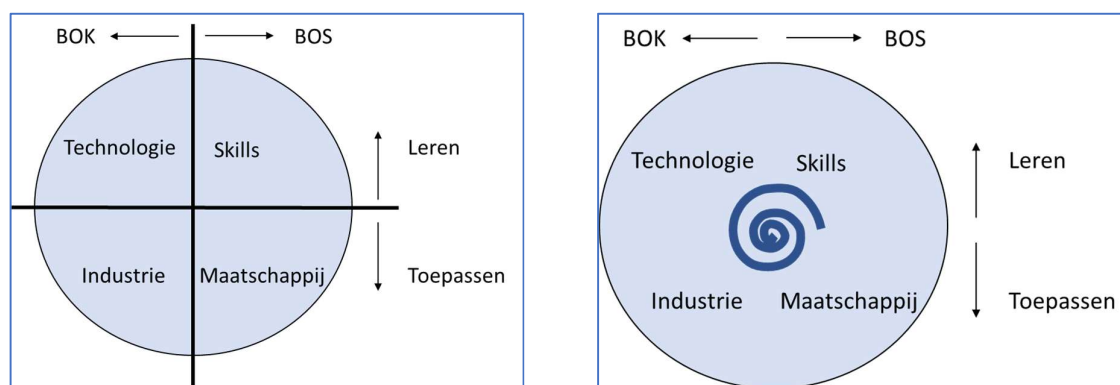
8.0 Bijlage 2.

Het BOKS 'wiel'.

Voor een goed begrip van de veranderingen in het toekomstige werkzame leven van de AE - en daarmee voor de opleidingsinstellingen - is het zinvol om de tweedeling in Umbrella en T-shape wat nader te analyseren. Nemen we daartoe het fenomeen BOKS dan kunnen we dit ter gedachte vorming splitsen in een BOK en een BOS. We maken voor de verdere modelvorming dan onderscheid in Technologische Kennis aspecten (BOK) en Skill aspecten (BOS) en dat zetten we naast een onderscheid in 'leren' en 'toepassen'. Zo ontstaat het denkmodel in onderstaande figuur-links, waarin we dan 'Technologie' en 'Skills' tegenover 'Industrie' en 'Maatschappij' zetten.

Het zal duidelijk zijn dat de onderliggende Knowledge aspecten bij 'Technologie' vallen in de categorie van Mechanica, Wiskunde, Electro, ICT, Constructieleer, materiaalkunde, etc. en dat die vooral van belang zijn voor de T-shape AE. De Knowledge aspecten bij 'Skills' vallen in de categorie Sociale vaardigheden, Communicatieve vaardigheden, Maatschappelijke betrokkenheid, Projectmatig werken, etc. en die zullen meer voor de Umbrella AE van belang zijn.

Het scheivlak van Leren en Toepassen wordt een flexibele wand waar nu juist het HBO onderwijs een belangrijke taak heeft. Zie onderstaande figuur-rechts. Het 'Leren' wordt het nieuwe 'Werken'. Grenzen tussen opleiden en werken vervagen op lange termijn. Een leven lang leren dus. Waarbij beroepenveld (industrie) en opleiding (HBO) elkaar versterken. Zo zullen ook Knowledge en Skills een flexibel scheivlak hebben omdat het beheersen van complexe technologieën ook bepaalde skills vraagt. De oplossing zal liggen in het overdragen van kennis *tegelijk* met het trainen van vaardigheden door (hybride) *onderwijsvormen* te ontwikkelen *samen* met de industrie die aansluiten bij de *behoefte* van de industrie en waarbij medewerkers uit die industrie *participeren* in onderwijs en onderzoek, naast studenten, om hun kennis bij te houden. Zo gaat werkende weg de spiraal in het wiel draaien en integreren de 4 elementen; Leren, Toepassen, BOK en BOS.



"het BOKS wiel".