

Werken in de nieuwe industriële revolutie

Verwachtingen van werkgevers in de techniek over de werknemer van de toekomst

Stephan Corporaal
Menno Vos
Maarten van Riemsdijk
Sjiera de Vries

Smart Industry - de vierde industriële revolutie - gaat volgens veel publicaties de inhoud van werk razendsnel en drastisch veranderen. De veel geponeerde stelling is dat de samensmelting van allerlei technologische ontwikkelingen op het gebied van o.a. automatisering, optica en big data deze veranderingen in werk in een stroomversnelling brengen. In dit artikel maken we die veranderingen concreter door te beschrijven hoe volgens werkgevers uit de technische sector werk de komende vijf jaar gaat veranderen en wat dat voor gevolgen heeft voor de competenties van de medewerker van de toekomst. Ons onderzoek¹ laat zien dat werkgevers in zowel de grote high-tech industry als het mkb veel en snelle veranderingen in werk zien aankomen. Zij beschrijven een toenemende complexiteit in machines en productieprocessen, toenemende onvoorspelbaarheid, een steeds verdergaande samenwerking binnen de keten, robotisering en automatisering van productielijnen, fors toegenomen mogelijkheden voor productie-op-maat, nieuwe manieren van organiseren en wijzigende businessmodellen. Volgens de werkgevers vereist dit werk een technicus die nog steeds een uitstekende kennisbasis heeft en expert is in zijn vakgebied, maar daarnaast een stevige bedrijfskundige blik heeft, in staat is om samen te werken met technici vanuit andere disciplines en zichzelf continu blijft ontwikkelen om te kunnen blijven omgaan met nieuwe technologie. Onderwijs en bedrijfsleven hebben samen de taak om deze technicus van de toekomst op te leiden.

Trefwoorden: Arbeidsinhoud, Competenties, MKB, Opleiden, Technologische ontwikkelingen

Inleiding

De nieuwe industriële revolutie, in Nederland ook wel Smart Industry of Industry 4.0 genoemd, kan worden omschreven als de digitalisering van de industrie en gaat om de samensmelting van drie typen technologische ontwikkelingen (Actie-agenda Smart Industry, 2014). Op de eerste plaats zijn er nieuwe technologieën die ingezet worden bij de uitvoering van productiewerk zoals 3d printing en robots. Op de tweede plaats is er een vergaande digitalisering van product- en procesinformatie door sensoren en informatietechnologie. Hierdoor wordt ook de aansturing van het productieproces steeds meer geautomatiseerd. Door het gebruik van sensoren kunnen machines bijvoorbeeld zelf bepalen welke handeling een aangeleverd tussenproduct van hen nodig heeft. Op de derde plaats

Dr. Stephan Corporaal is associate lector HRM & Smart Industry bij Saxion. Dr. Menno Vos is associate lector Sociale Innovatie bij Windesheim. Dr. Maarten van Riemsdijk is lector HRM & Smart Industry bij Saxion. Dr. Sjiera de Vries is lector Sociale Innovatie bij Windesheim.

is er technologie die productieapparatuur en mensen slim aan elkaar verbindt, over de grenzen van het bedrijf heen. Het gaat dan bijvoorbeeld om machines die in staat zijn om onderdelen te selecteren en te bestellen bij de leverancier.

De discussie over de impact die de nieuwe industriële revolutie heeft op werk en werknemers gaat tot nu toe veelal over de vraag welke banen verdwijnen door technologie (Went, Kremer & Knottnerus, 2015) en minder over de vraag hoe de inhoud van die banen verandert. Bovendien zijn de competenties die nodig zijn om te kunnen functioneren in deze veranderde banen, de zogenaamde ‘21st century skills’ (Voogt & Roblin, 2012), tot nu toe slechts op een abstract niveau beschreven. Het eerste doel van dit onderzoek is dan ook om te concretiseren hoe werk in de technische sector volgens (percepties van) werkgevers verandert door technologische ontwikkelingen en welke gevolgen dit heeft voor de competenties van technici. Het tweede doel van dit onderzoek is om te inventariseren welke competenties in het onderwijs en welke in het bedrijfsleven moeten worden aangeleerd. Deze verandering in benodigde vaardigheden moet immers ook effecten hebben op de scholing van technici en het is relevant om vast te stellen welke verantwoordelijkheid bedrijven hierin willen nemen.

In dit artikel presenteren we eerst een theoretische verkenning waarin we de technologische ontwikkelingen in de vierde industriële revolutie concretiseren en beschrijven waarom deze ontwikkelingen impact hebben op werk. Vervolgens beschrijven we de aanpak van het onderzoek onder bedrijven in de technische sector. Daarna presenteren we de antwoorden op de volgende onderzoeksvragen:

1. Hoe verandert werk in de techniek door recente technologische ontwikkelingen de komende vijf tot tien jaar?
2. Wat betekenen deze veranderingen in werk voor de benodigde competenties van de medewerker zowel in het technisch MKB als in grotere technische bedrijven?
3. In hoeverre moeten deze competenties in het (beroeps)onderwijs of in het bedrijfsleven worden aangeleerd?

Het artikel wordt afgesloten met conclusies en aanbevelingen waarmee hrm’ers technici kunnen voorbereiden op de nieuwe industriële realiteit.

Werk in verandering door technologische ontwikkelingen: een theoretische verkenning

Hoewel al enige decennia de stelling geponeerd wordt dat technologische ontwikkelingen zoals automatisering en robotisering werk gaan veranderen (zie bijvoorbeeld Scheel, 1999), verwacht men dat die ontwikkelingen de komende jaren echt in een stroomversnelling komen door een samensmelting van allerlei technologieën (Actieagenda Smart Industry, 2014). Die technologieën zijn inmiddels zo betaalbaar en breed toepasbaar geworden dat ze doordringen in de dagelijkse werkelijkheid van grote én mkb organisaties. Lorenz, Rüßmann, Strack, Lueth en Bolle (2015)

Technologie	Omschrijving	Voorbeeld van gevolgen voor werk
Vergaande digitalisering van product- en procesinformatie		
<i>Big Data</i>	Slimme toepassing van algoritmes om real-time data te analyseren voor bijvoorbeeld kwaliteitscontrole of machine monitoring	Verbetering van kwaliteit wordt mogelijk door het voorspellen van productiefouten en storingen. Efficiëntie kan worden verbeterd en prestaties geoptimaliseerd met behulp van 100% actuele gegevens. De monteur is er vóór de storing, heeft de juiste onderdelen en de werkzaamheden zijn precies bekend
<i>Voorspellend onderhoud</i>	Slimme, realtime en op-afstand inzichtelijke monitor-technologie, en sensortechnologie is het mogelijk om te voorspellen wanneer onderhoud moet plaatsvinden, nog voor dat systemen kapotgaan.	De uptime van machines wordt drastisch verbeterd doordat de stilstand vanwege onderhoud kan worden geminimaliseerd. Wachten op de technische dienst vermindert, productietijd neemt toe, de belasting van operators ook.
Technologieën die ingezet worden in productie		
<i>Robots</i>	Robots met slimme sensoren en camera's die assisteren in steeds complexere werkzaamheden in het productieproces	Zware en fysieke arbeid kan worden overgenomen door machines. Er kan preciezer en 24/7 gewerkt worden. Ook snelheid en veiligheid van werken zullen hierdoor enorm verbeteren. Complexere werkzaamheden kunnen door lager geschoolde medewerkers worden uitgevoerd
<i>Zelfsturende transport systemen</i>	Zelfrijdende en navigerende systemen voor bijvoorbeeld orderpicking en transport van (tussen)producten.	In het magazijn kunnen veel hogere verwerkingssnelheden, grotere hoeveelheden en veel meer precisie tegen lagere kosten worden bereikt. Er worden veel minder fouten gemaakt en de voorraad is op elk moment precies in beeld.. Veel ongeschoolde arbeid verdwijnt. Het werk wordt minder belastend.
<i>Productielijn simulatie</i>	Geavanceerde innovatieve technologie maakt het mogelijk om productielijnen te simuleren en op grond van deze simulaties te komen tot procesoptimalisatie	De setup time voor dure machines kan sterk verkort worden door 'proef te draaien' in virtuele machines, zodat het aantal fouten bij het opbouwen en instellen van machines kan worden gereduceerd. Productielijnen plaatsen en inregelen wordt programmeerwerk in plaats van fysiek werk
<i>Machines als service</i>	Machine-leveranciers leveren geen machine maar de belofte om productieprocessen te verbeteren en/of te versnellen.	Organisaties worden ontzorgd en kunnen betrouwbare leverancier worden voor hun klanten door de geboden zekerheden in de productie.
<i>Zelf-organiserende productie</i>	Productielijnen waarbij machines automatisch de optimale bezetting van de individuele machines coördineren en optimaliseren	Werkvoorbereiding, planning en offertes worden gedigitaliseerd en zorgen voor flexibele en rendabele productie. Al dergelijke taken verdwijnen.
<i>3d printing</i>	3d printing technologie maakt het mogelijk om complexe onderdelen in één stap te ontwerpen, waardoor de behoefte aan assemblage en het op voorraad houden van individuele onderdelen niet nodig is.	Enkel stuks productie (van onderdelen) wordt mogelijk zonder omstellen van machines. Dit leidt tot productieomgevingen zonder (met heel weinig) productiemedewerkers. Veel ingenieurs zullen opnieuw moeten leren ontwerpen
<i>Augmented reality</i>	Augmented reality technologie maakt het mogelijk om (op afstand) instructie te geven over bijvoorbeeld onderhoudswerkzaamheden en te verrichten werkzaamheden	Medewerkers kunnen stapsgewijs en visueel door verschillende procedures worden geleid en/of worden opgeleid voor nieuwe werkzaamheden. Geen training vooraf noch technische kennis/inzicht nodig
Technologie die productieapparatuur en mensen slim aan elkaar verbindt		
<i>Smart Supply Chain</i>	Door slimme informatietechnologie en cloud services is het mogelijk om producten en diensten over bedrijfsgrenzen heen aan elkaar te verbinden, te monitoren en te optimaliseren.	Afstemming en informatie-uitwisseling (offertes) met klanten en leveranciers kan geoptimaliseerd worden, waardoor bijvoorbeeld wachttijden verminderen. Grote impact op administratieve en coördinatie taken.

Tabel 1. Tien technologieën die invloed hebben op werk (ontleend aan Lorenz et al., 2015)

rafelden de technologieën die in de vierde industriële revolutie centraal staan uiteen in tien categorieën die volgens bedrijven impact hebben op werk. Bij elke door hen genoemde technologie is door ons een voorbeeld uitgewerkt van de gevolgen die deze ontwikkeling heeft voor het werk (zie Tabel 1).

Wat is de impact van deze technologische ontwikkelingen op de inhoud van het werk?

Technologische ontwikkelingen hebben op een aantal manieren impact op de inhoud van werk. Op de eerste plaats wordt werk steeds vaker geautomatiseerd door robots, slimme software en geavanceerde productietechnologie. Het overblijvende werk is daardoor complexer dan wat het huidige aanbod van technici aan kan (Van Est & Kool, 2015). Dat vraagt om hoger-opgeleiden die de innovatieve technologie ontwerpen, implementeren en kunnen gebruiken (HCSS & TNO 2013). Op de tweede plaats blijkt dat recente technologische ontwikkelingen de komende jaren ook niet-routinematig werkzaamheden steeds verder ondersteunen of zelfs overnemen. Zo schreven Levy en Murnane in 2005 nog dat een autobestuurder zoveel (onverwachte) handelingen en afwegingen tegelijk moet maken, dat het bijzonder complex zou zijn voor een computer om dat werk over te nemen. Toch introduceerde Google in 2010 de eerste zelfsturende auto, die op een ongeveer even betrouwbare manier kon functioneren als een gemiddelde autobestuurder. Niet de techniek is de bottleneck bij verdere uitrol, maar onze infrastructuur en menselijke bestuurders, die grillig zijn. Een ander voorbeeld is dat computers via 'sentiment analysis software' in staat zijn om complexe emoties te herkennen en daarop in te spelen. Technologie dringt dus ook steeds meer door in niet-routine-matige taken en dat leidt tot de vraag welke skills medewerkers moeten hebben om technologie te complementeren in complexere werktaken.

Technologische ontwikkelingen hebben op de derde plaats ook invloed op de inhoud van werk via nieuwe businessmodellen, manieren van organiseren en productie-inrichting, allemaal mogelijk gemaakt door de nieuwe techniek (Goos, 2013). Zo verandert het verdienmodel van machinebouwers door slimme technologie van machine-leverancier naar service-verlener die met behulp van data-analyses proces- en productieoptimalisatie realiseren (Lorenz et al., 2015). Om in die serviceverlening te kunnen voorzien zijn steeds meer data-analisten nodig. Een ander voorbeeld is dat er binnen de Smart Industry organisaties zijn waar klanten via internet de machines van leveranciers besturen en nog dezelfde dag hun producten geleverd krijgen. Hier komt nauwelijks een operator aan te pas. Het technisch personeel dat er nog is werkt continu samen met de klant aan het ontwerpen van complexe producten, programmeert de machines en optimaliseert de daaruit volgende productieprocessen middels analyse van grote hoeveelheden data. Deze organisatieveranderingen gaan veelal gepaard met ontwikkelingen op het gebied van zelfsturende teams, baanroulatie en continue ontwikkeling van medewerkers.

Wat zijn de gevolgen van deze veranderingen voor de competenties van medewerkers?

De voorgenoemde veranderingen in werk leiden tot een toenemende behoefte aan nieuwe competenties van medewerkers die vaak worden beschreven als ‘21st century skills’, ‘life long competences’, of ‘key skills’ (Voogt & Roblin, 2012). Vanwege de technologische ontwikkelingen wordt namelijk een toenemend beroep gedaan op competenties die gerelateerd zijn aan (1) het kunnen omgaan met en complementeren van nieuwe technologie, zoals bijvoorbeeld het vermogen om data van slimme machines te analyseren; (2) het continu bijblijven met nieuwe technologie en dus het vermogen om eigen ontwikkeling te sturen en pro-actief in te spelen op nieuwe ontwikkelingen en (3) het kunnen omgaan met veranderingen in werk vanwege nieuwe businessmodellen en een toenemende mogelijkheid tot maatwerk die ontstaan door technologische mogelijkheden. Het gaat dan om competenties als aanpassingsvermogen en interdisciplinair samenwerken (Van Est & Kool, 2015).

Publicaties over 21st century skills leveren doorgaans een beschrijving op van vaardigheid en houdingsaspecten op een abstract niveau. Deze vaardigheden zijn echter nog weinig concreet onderzocht en niet gespecificeerd voor werk in de technische sector. Dat is wel erg relevant gezien de hierboven beschreven de technologische ontwikkelingen, en de razendsnelle veranderingen die hierdoor optreden in werk en organisaties.

Methode van het onderzoek

Ons onderzoek naar de veranderingen in werk in de technische sector en de gevolgen daarvan voor de competenties van technici is opgebouwd in drie fasen (geordend naar onderzoeksvraag) met elk een eigen onderzoeksmethodiek:

1. Hoe verandert werk in de techniek door recente technologische ontwikkelingen de komende vijf tot tien jaar?

Om te beschrijven hoe technologische ontwikkelingen de inhoud van werk en de competenties van de technische medewerker van de toekomst veranderen, zijn in 54 bedrijven in de technische sector open interviews gehouden met algemeen directeuren en HR-directeuren/managers verspreid over heel Nederland. Twintig van de ondervraagden komen uit de high-tech industrie (“Smart Industry”) en 34 ondervraagden komen uit bedrijven in het midden en klein bedrijf in de sectoren installatietechniek, mechatronica, bouw, elektrotechniek en ict. We hebben voor zowel grote high-tech bedrijven gekozen als voor het mkb om scherp te krijgen of de verwachte verandering in benodigde competenties door de nieuwe industriële realiteit een brede impact zal hebben, of slechts bij een aantal grote of zeer innovatieve bedrijven. We selecteerden bedrijven op de aanwezigheid van technologie op de werkvloer, zodat in de interviews met voorbeelden de gevolgen van technologische ontwikkelingen verkend en geconcretiseerd kon worden.

In de interviews is gevraagd om de technologische ontwikkelingen te beschrijven waarvan respondenten verwachten dat deze in de komende vijf tot tien jaar impact gaan hebben op werk in hun organisaties. We vroegen aan hen om technologische ontwikkelingen te benoemen en zoveel mogelijk met voorbeelden duidelijk te maken welke impact die volgens hen hebben op werk. Om de impact te concretiseren is steeds doorgevraagd hoe werk gaat veranderen door de genoemde technologie ten opzichte van de huidige situatie.

De transcripten van de interviews zijn met behulp van het softwareprogramma Atlas.ti gecodeerd. De codering is onafhankelijk van elkaar gedaan door twee onderzoekers, de uitkomsten daarvan zijn vergeleken en na afloop is overeenstemming bereikt over de manier van coderen.

2. Wat betekenen deze veranderingen in werk voor de benodigde competenties van de medewerker zowel in het technisch MKB als in grotere techniek bedrijven?

Nadat in de interviews is verkend hoe werk gaat veranderen volgens bedrijven, is vervolgens in dezelfde interviews gevraagd om een omschrijving te geven van de kennis, vaardigheids- en houdingsaspecten (competenties) waarover technisch opgeleide medewerkers volgens de respondenten moeten beschikken om nu en in de komende vijf jaar te kunnen functioneren in het bedrijf. De eerste tien interviews hadden een open karakter. We vroegen respondenten om bij elke technologische ontwikkeling in hun organisatie te beschrijven wat dat concreet betekent voor het werk van een technicus en vervolgens welke competenties deze moet hebben om dat werk goed te kunnen uitvoeren. We vroegen aan de respondenten om de benodigde competenties voor de vernieuwde context zo nauwkeurig mogelijk te beschrijven met voorbeelden. De overige 46 interviews zijn semigestructureerd uitgevoerd, waarin we de respondenten hebben gevraagd om de competenties die in de eerste open interviews naar voren kwamen, verder te verdiepen en te beschrijven met voorbeelden. Er was aan het einde van deze interviews nog wel steeds ruimte om eventuele overige competenties te noemen die nog niet besproken waren, maar die volgens de bedrijven wel belangrijk waren.

De transcripten van de interviews zijn met behulp van het softwareprogramma Atlas.ti gecodeerd. De codering is onafhankelijk van elkaar gedaan door twee onderzoekers, de uitkomsten daarvan zijn vergeleken en na afloop is overeenstemming bereikt over de manier van coderen. In de interviews benadrukten respondenten dat niet alle competenties relevant zijn voor alle technisch medewerkers. Daarom is met de twee onderzoekers, naast een lijst van competenties, een viertal profielen gemaakt van technici met benodigde competenties. Dat deden we door de codering te verbinden aan vier typen technici die in de interviews naar voren kwamen (data-analist, developer, procesoperator en de engineer) en vervolgens op te schrijven welke competenties volgens bedrijven belangrijk en minder belangrijk zijn.

Het overzicht van de verwachtingen van werkgevers over de kennis, vaardigheden en houdingsaspecten van technici uit de kwalitatieve studie is vervolgens omgezet in een vragenlijst. De items zijn gegenereerd op basis van de thema's die uit de interviewfragmenten naar voren kwamen. In vier aanvullende interviews is de vragenlijst op duidelijkheid en formulering getest bij vier werkgevers. Twee daarvan werken vooral met lager en middelbaar opgeleide technici (vmbo/mbo) de andere twee werken vooral met hoger opgeleide technici (hbo/wo). Deze interviews hebben met name geleid tot taalkundige aanpassingen, waardoor de vragenlijst gemakkelijker te begrijpen en in te vullen is door werkgevers.

De vragenlijst is uitgezet onder 331 werkgevers in de techniek. De respons was 72%: 236 werkgevers hebben de vragenlijst ingevuld. 91 van deze bedrijven was klein (< 50 medewerkers), 113 middelgroot (50 tot 250 medewerkers) en 32 groot (250+ medewerkers). Ook is er spreiding in de branches waarin deze techniekbedrijven actief zijn: van metaal en elektrotechnische bedrijven tot meer hightech procestechniek en ICT bedrijven.

De vragenlijst bestaat uit de twaalf competenties: drie kennisaspecten (vaktechnische kennis, multidisciplinaire kennis en bedrijfskundige kennis), zes vaardigheidsaspecten (analytisch vermogen, nauwkeurig en kwaliteitsgericht, communicatieve vaardigheden, samenwerken, creativiteit en commerciële vaardigheden) en drie houdingsaspecten (pro-activiteit, omgaan met onzekerheid, flexibiliteit). Elk aspect wordt met drie tot zes vragen bevestigd. In bijlage 1 is een overzicht van de vragen opgenomen. Aan respondenten wordt gevraagd hoe belangrijk ze het aspect vinden voor technische medewerkers die over vijf jaar instromen (vijfpunt schaal: 1 = zeer onbelangrijk; 5 = zeer belangrijk).

Competenties technicus van de toekomst	Aantal vragen	α
Expertkennis	3	.91
Multidisciplinaire kennis	4	.76
Bedrijfskundige kennis	4	.70
Analytisch vermogen	5	.83
Reflectie en nauwkeurig werken	6	.72
Communicatieve vaardigheden	6	.74
Samenwerken	5	.90
Creativiteit en innovativiteit	5	.68
Commerciële vaardigheden	4	.78
Proactiviteit	3	.78
Omgaan met onzekerheid	4	.72
Flexibiliteit	4	.77

Tabel 2. Overzicht Cronbach's Alpha

De door ons ontwikkelde schalen uit de vragenlijst zijn getest op betrouwbaarheid, met als criterium $\alpha > .70$. Op basis hiervan zijn in totaal vier items uit de data-analyse weggelaten van de sub-schalen voor bedrijfskundige kennis, creativiteit, commerciële vaardigheden en flexibiliteit. Tabel 2 geeft een overzicht van het aantal vragen per deelcompetentie en de bijbehorende betrouwbaarheid. De verschillende sub-schalen zijn vervolgens geaggregeerd en er is geanalyseerd welke van de gevraagde competenties door werkgevers als belangrijk worden beschouwd. Daarbij hebben we ook gekeken of er significante verschillen zijn tussen kleinere (<50), middelgrote (50-250) en grotere (>250) bedrijven. We willen namelijk vaststellen of de genoemde competenties voor de technicus van de toekomst breed gedragen worden, of slechts bij een aantal grote of zeer innovatieve bedrijven speelt. Grotere ondernemingen zijn mogelijk meer gericht op specialistische kennis en vaardigheden, terwijl MKB meer naar generieke competenties kijkt.

3. In hoeverre moeten deze competenties in het (beroeps)onderwijs of in het bedrijfsleven worden aangeleerd?

Tenslotte is (in de enquête) voor alle aspecten van de twaalf competenties zoals genoemd in tabel 2, gevraagd in hoeverre dit volgens de werkgever het beste kan worden aangeleerd in het onderwijs of in het bedrijf zelf (vierpunt schaal: 1 = volledige verantwoordelijkheid school; 4 = volledige verantwoordelijkheid bedrijf). Vervolgens is geanalyseerd of werkgevers het aanleren van de bevroegde competenties de verantwoordelijkheid van het onderwijs of van het bedrijf vinden. Scores die significant lager dan het midden van de schaal waren (=2.5), duiden op een verantwoordelijkheid die vooral ligt bij het onderwijs. Scores die significant hoger lager dan het midden van de schaal, duiden op een verantwoordelijkheid die vooral ligt bij bedrijven. Ook hier hebben we gekeken naar verschillen tussen klein, midden en grootbedrijf. Grotere ondernemingen hebben wellicht meer middelen om opleidingen en ontwikkelingstrajecten zelf te kunnen regelen, vergeleken met midden en kleinbedrijf, en zullen daarom naar verwachting meer verantwoordelijkheid ervaren in het (verder) scholen van de belangrijk gevonden competenties.

Resultaten

Voor elk van de drie onderzoeksvragen zijn de resultaten samengevat.

Hoe verandert werk in de techniek door recente technologische ontwikkelingen de komende vijf tot tien jaar?

De geïnterviewde werkgevers noemen vijf ontwikkelingen in werk die ontstaan door technologische ontwikkelingen. Deze zijn:

1. Functies worden gevarieerder en veeleisender

De samensmelting van slimme software, big data, machines en robotica betekent voor een medewerker dat werk op een aantal manieren gevarieerder en veeleisender wordt:

- Technologische ontwikkelingen leiden volgens respondenten in een rap tempo tot 'customized' producten en diensten en tot snellere en

een grotere hoeveelheid productinnovaties. Dat doet een sterk toenemend beroep op de werknemer om zijn werk elke dag of zelfs elke uur net iets anders in te richten en doet dus een beroep op het vermogen om snel te wisselen tussen verschillende taken, andere benodigde kennis en wisselende werkinstructies.

- Er wordt in toenemende mate een beroep gedaan op slimme samenwerking van mensen met techniek. Technologie zorgt er bijvoorbeeld voor dat in eerste instantie de traditionele procesoperator met steeds complexere robotica en systemen moet samenwerken. Hij moet bijvoorbeeld in staat zijn om machines te programmeren en robots in te stellen. Pas in de wat verdere toekomst – als het gebruiksgemak van die technologie is ontwikkeld tot op het niveau van bijvoorbeeld een tablet computer – zal die complexiteit weer dalen. Volgens een meerderheid van de respondenten is er slechts een hele langzame ontwikkeling zichtbaar richting die dalende complexiteit.
- Er wordt een toenemend beroep gedaan op ontwikkeling van de medewerker door de continue veranderingen in technologie en machines. Met name respondenten uit het mkb benadrukken dat veranderingen in technologie veel sneller gaan plaatsvinden, dan dat men op dit moment gewend is. Medewerkers moeten steeds bij leren om te kunnen werken met nieuwe technologie en machines, zo benadrukt een groot deel van de respondenten. Bovendien moeten zij in toenemende mate in staat zijn om te anticiperen op onvoorspelbare en ongestructureerde situaties.

Deze ontwikkelingen hebben een belangrijke praktische implicatie volgens de respondenten: ongeveer de helft stelt dat het werk complexer wordt en dat medewerkers daardoor een hoger opleidingsniveau nodig hebben. De andere helft van de bedrijven stelt dat het complexer worden van werk vooral wordt opgevangen door intensievere en langdurige bedrijfsspecifieke opleidingen en leren op de werkplek.

2. Vergaande verandering van de werkomgeving en samenstelling van teams

Technologische ontwikkelingen leiden tot een snelle en vergaande *verandering in de werkomgeving* van werknemers: zij zullen in toenemende mate in staat moeten zijn om in wisselende teams van collega's, klanten en leveranciers samen te werken. Dat komt volgens de respondenten omdat op de eerste plaats een steeds verdere integratie van processen in de keten gaat plaatsvinden door geavanceerde software, machines en integratie van processen. Bedrijven zijn daardoor steeds meer en sterker met elkaar verbonden. Op de tweede plaats verwachten de respondenten dat technologische ontwikkelingen ervoor gaan zorgen dat werk steeds meer in kort-cyclische projecten gaat plaatsvinden. Er zal namelijk – volgens de respondenten – in toenemende mate Just-In-Time maatwerk moeten worden geleverd waarbij een beroep wordt gedaan op medewerkers om in multidisciplinaire projectteams te werken. Die projectteams zijn steeds vaker afdelings- of zelfs bedrijfsoverstijgend: mensen werken in bijvoorbeeld wereldwijde of virtuele teams van leveranciers en klanten met elkaar samen om maatwerk producten te maken.

3. Robotisering en automatisering dringen verder door in industriële werkelijkheid

De robotisering en automatisering van de werkvloer is een feit en zal naar verwachting routinematig werk in toenemende mate overnemen. Grote bedrijven beschrijven dit al als de huidige industriële werkelijkheid, iets minder dan de helft van de respondenten uit het mkb beschrijft dit als toekomstverwachting. *“Voorheen stond er iemand die het product in de machine zette en op een knop drukt. Dat gaat er steeds meer uit. We zouden nu bij wijze van spreken al een robotarm neer kunnen zetten, maar onze serie grootte is hier nog niet van dien aard dat het uit kan”*. Respondenten uit het mkb beschrijven bovendien dat door eisen en verwachtingen van leveranciers of business-to-business klanten, verdere automatisering en digitalisering in een stroomversnelling komt of gaat komen. Respondenten uit zowel het mkb als grote bedrijven constateren echter nog een andere ontwikkeling: door geavanceerde software zullen machines en systemen binnen productieprocessen steeds vaker in staat zijn om aan elkaar gekoppeld te worden en zichzelf automatisch op elkaar af te stemmen. Veel respondenten, met name die uit grote bedrijven, benadrukken dat de automatisering en robotisering leidt tot een essentiële rol voor werknemers die in staat zijn om (een grote hoeveelheid) data te interpreteren, te analyseren en te gebruiken om processen en producten/diensten steeds verder te optimaliseren.

4. Virtual en augmented reality verandert (productie)processen

Virtual en augmented reality software en cloud-technieken maken het mogelijk om *op afstand werkzaamheden te verrichten*, zoals bijvoorbeeld onderhoud en montage die door de klant zelf worden gedaan middels instructies via bijvoorbeeld een augmented reality bril. Bovendien wordt het door dergelijke software mogelijk om medewerkers stap-voor-stap op te leiden of te begeleiden bij geavanceerde werkzaamheden. *“Ik kom uit een bedrijf dat wereldwijd opereert. We kunnen op afstand storingen oplossen (...) door middel van wat je ziet op het beeldscherm kun je de klant begeleiden in wat hij zou moeten doen”*. Tenslotte wordt door respondenten – met name die uit grote organisaties – benadrukt dat het middels geavanceerde virtual reality software mogelijk is om procesinrichting te simuleren en middels analyse daarvan te komen tot vergaande procesoptimalisatie.

5. Nieuwe product-markt combinaties

Technologische ontwikkelingen leiden tot *andere product-markt combinaties, businessmodellen en andere manieren van organiseren* volgens de grote bedrijven. Een respondent beschrijft bijvoorbeeld een nieuwe fabriek, waarbij klanten zelf kunnen inloggen op de machines, die machines kunnen aansturen en vervolgens nog op dezelfde dag het op hun wensen afgestemde product geleverd krijgt. Bij dat proces komen nauwelijks operators te pas en zo ontstaan hele nieuwe typen vragen op het gebied van productieplanning, data-security en supply chain management. Veel directeuren, uit zowel middelgrote als grote organisaties, wijzen daarnaast op toenemende druk van technologie op het aanpassingsvermogen van organisaties. Volgens hen betekent dit dat medewerkers steeds meer

moeten kunnen functioneren in teams die snel en steeds meer op een zelfsturende manier in staat zijn om te reageren op marktontwikkelingen. Tenslotte worden, met name door respondenten uit grote organisaties, nieuwe mogelijkheden in verdienmodellen genoemd. Vooral de omslag van traditionele productie naar dienstverlening wordt daarbij genoemd, die mogelijk is door het slim gebruiken van grote hoeveelheden (machine)data.

Wat betekenen deze veranderingen in werk voor de benodigde competenties van de medewerker zowel in het technisch MKB als in grotere techniek bedrijven?

Als het om kennis gaat, dan vinden bedrijven met name expertkennis en bedrijfskundige kennis het belangrijkste (zie Tabel 3). Opvallend is dat zij dit belangrijker vinden dan het hebben van multidisciplinaire kennis. Verder is opvallend dat dit geldt voor zowel de kleinere als de midden- en grootbedrijven. Nauwkeurigheid en creativiteit/innovativiteit worden genoemd als belangrijker vaardigheden vergeleken met analytisch vermogen, communicatieve vaardigheden, samenwerken en commerciële vaardigheden (zie tabel 3). We zien hier echter wel verschillen tussen de bedrijfsgroottes. Zo hechten grotere bedrijven meer waarde aan analytische vermogen, communicatieve vaardigheden en samenwerkingsvaardigheden dan het mkb. Het lijkt dus dat grotere bedrijven andere eisen stellen aan de technicus van de toekomst vergeleken met de kleinere bedrijven. Als het gaat om houding dan zeggen respondenten vooral flexibiliteit belangrijk te vinden, gevolgd door een proactieve houding en als hekkensluiter het kunnen omgaan met onzekerheid. Ook hier zien we verschillen tussen bedrijfsgroottes. Met name proactiviteit en het kunnen omgaan met onzekerheid is voor respondenten in grootbedrijven belangrijker dan in het MKB. Ook hier lijkt het erop dat respondenten in grotere bedrijven hogere eisen stellen aan de technicus van de toekomst als het gaat om hun houding.

In de interviews is aan de respondenten in de bedrijven gevraagd om de competenties van de technicus van de toekomst zo concreet mogelijk te omschrijven. Per competentie volgt nu een samenvatting van de belangrijkste aspecten van de competenties zoals die door werkgevers zijn genoemd.

Expertkennis

Vrijwel alle organisaties stellen dat toenemende complexiteit van het werk door technologische ontwikkelingen om expertkennis vraagt. Respondenten in grote organisaties maken onderscheid tussen enerzijds steeds meer diepgaande bedrijfsspecifieke kennis die nodig is om te functioneren in de nieuwe industriële realiteit. Anderzijds benoemen bedrijven de noodzaak expert binnen de eigen discipline te zijn. Zij beschrijven dat als “op de hoogte zijn van de nieuwste ontwikkelingen”, “tot in details op de hoogte zijn van het vakgebied” en “grenzen van het vakgebied kunnen opzoeken en verbreden”. Bovendien noemt een groot deel van hen het toenemende belang van kennis op het gebied van sensortechnologie, mechatronica, robotica en nanotechnologie. Ook beschrijven met name respondenten

		Belang van competentie	Kleinbedrijf (<50) (N = 91)	Midden bedrijf (<250) (N = 113)	Grootbedrijf (>250) (N = 32)
Kennis aspecten	Toelichting				
Expertkennis	Expert in vakgebied, diepgaande kennis, continu op zoek naar nieuwe kennis	3.97 ^b	3.86 ^y	4.02 ^x	4.10 ^x
Multidisciplinaire kennis	Brede kennis, kennis van aangrenzende gebieden, multidisciplinaire kennis	3.50 ^c	3.50 ^z	3.43 ^y	3.73 ^y
Bedrijfskundige kennis	doorziet productieproces Doorziet impact werkzaamheden op winstgevendheid,	4.11 ^a	4.14 ^x	4.07 ^x	4.11 ^x
Vaardigheidsaspecten					
Analytisch vermogen	Interpreteert complexe informatie, doorziet verbanden, lost gestructureerd problemen op, haalt essentie klantwens naar boven	3.48 ^b	3.44 ^{yz}	3.41 ^y	3.88 ^{xy}
Reflecteren en nauwkeurig werken	Stelt continu kwaliteit ter discussie, handelt conform werkvoorschriften en proces, is secuur.	3.83 ^a	3.86 ^x	3.77 ^x	4.00 ^{xy}
Communicatieve vaardigheden	Communiqueert gemakkelijk met andere niveaus, legt gemakkelijk contact, kan contacten met klanten onderhouden	3.45 ^b	3.35 ^z	3.49 ^y	3.66 ^y
Samenwerken	Kan samen met andere disciplines werken en problemen oplossen. Ondersteunt uit zichzelf collega's.	3.55 ^b	3.47 ^{yz}	3.48 ^y	4.04 ^x
Creativiteit/innovatief vermogen	Out of the box denken, verbreedt grenzen van technische mogelijkheden, kan producten verbeteren	3.76 ^a	3.68 ^{xy}	3.79 ^x	3.91 ^{xy}
Commerciële vaardigheden	Adviseert en overtuigt klanten, kan producten aanpassen op behoeften van klanten	3.50 ^b	3.41 ^{yz}	3.63 ^{xy}	3.27 ^z
Houdingsaspecten					
Proactiviteit	Maakt uit zichzelf mening kenbaar, zoekt continu naar kansen, onderneemt uit zichzelf actie	3.62 ^b	3.63 ^{xy}	3.53 ^y	3.93 ^x
Omgaan met onzekerheid	Kan omgaan met tegengestelde belangen, blijft optimaal functioneren onder strakke deadlines, gaat goed om met veranderende verwachtingen	3.49 ^c	3.47 ^y	3.37 ^z	4.01 ^x
Flexibiliteit	Past zich bij tegenslag of weerstand gemakkelijk aan, schakelt snel en vaak tussen werkzaamheden	3.86 ^a	3.75 ^x	3.93 ^x	3.92 ^x

Tabel 3. De competenties van de technicus van de toekomst volgens bedrijven

De gerapporteerde gemiddelden met verschillende superscripten (a, b en c) over de competenties binnen de verschillende competentiedomeinen (kennis, vaardigheden en houding) verschillen significant van elkaar ($p < .05$)

De gerapporteerde gemiddelden met verschillende superscripten (x, y en z) over de competenties uitgesplitst naar bedrijfsgrootte verschillen significant van elkaar ($p < .05$)

in grote bedrijven de behoefte aan een type kennis dat traditionele vakgebieden doorkruist. Zij noemen dan als voorbeeld kennis op het gebied van vraagstukken over ‘data-integriteit en security’, ‘continue en integrale procesoptimalisatie over de gehele supply chain’ en uitdagingen op het gebied van ‘user-interfaces en op afstand bedienbare technologie’.

Multidisciplinaire kennis

Zowel mkb'ers als grote organisaties beschrijven de behoefte aan technici die in staat zijn om met andere disciplines en collega's met een andere opleidingsachtergrond te communiceren. Zij moeten daarvoor kennis hebben van andere disciplines. Bijvoorbeeld: *“In ons R&D team werken technici met zeer uiteenlopende disciplines aan de ontwikkeling van maatwerkproducten. We zien dat type ontwikkeling steeds meer core-business van ons bedrijf worden”*. Bedrijven zien het beschikken over multidisciplinaire kennis – en dan met name het kennis hebben van aangrenzende vakgebieden – als randvoorwaarde voor technici om te kunnen samenwerken met andere disciplines.

Bedrijfskundige kennis

Organisaties wijzen op het toenemende belang van bedrijfskundig inzicht voor technici. Zij beschrijven dat als het in staat zijn te begrijpen *“welke invloed werkzaamheden hebben op processen, rentabiliteit en beheersbaarheid van het bedrijf”*. Zij benoemen bovendien dat een technicus kennis moet hebben van instrumenten, gereedschappen en van werken in projectomgevingen of omgevingen die worden aangestuurd volgens principes van lean, scrum en/of six sigma. Integrale proceskennis en productinzicht zijn volgens zowel grote als kleine organisaties steeds vaker van belang. Zij beschrijven dat als het vermogen om te begrijpen wat werkzaamheden het bedrijf brengen en welke gevolgen deze hebben. Bedrijven benadrukken daarbij vooral het belang *“dat een technicus doorheeft wat zijn werk voor betekenis heeft in het gehele proces en daarnaar handelt”*.

Analytische vaardigheden

Organisaties zijn het erover eens dat het aandeel routinematige werkzaamheden in werk daalt en dat technici steeds vaker worden geconfronteerd met complexe situaties met nieuwe uitdagingen, met veel informatie en tegenstrijdige belangen. Om met die situaties om te gaan is analytisch vermogen nodig, dat door de bedrijven wordt omschreven als *“het gestructureerd kunnen oplossen van problemen en daarbij hoofd- en bijzaken onderscheiden”*. Het tweede aspect dat bedrijven noemen op het gebied van analytisch vermogen, is het kunnen omgaan met veel en complexe data die machines leveren. Zij beschrijven dat als *“het kunnen interpreteren van complexe data”, “het omzetten van data tot handelingsinformatie” en “ontdekken en herkennen van verbanden in datastromen”*.

Reflecteren en nauwkeurig werken

Deze competentie is al jarenlang belangrijk, maar wordt volgens organisaties nog veel belangrijker. Enerzijds komt dat door de complexiteit van machines: *“een technicus die een klein foutje maakt op onze proceslijn,*

dat kan miljoenen euro's kosten" en anderzijds komt dat door kwaliteitsprogramma's als lean management en six sigma. Volgens de bedrijven vraagt dat om een technicus die "continu zijn eigen werk evalueert", "anderen om feedback vraagt" en "in staat is om zijn werkzaamheden steeds te verbeteren op basis van de feedback van anderen".

Creativiteit en innovatief vermogen

Organisaties beschrijven dat als het vermogen om *"de grenzen van het vakgebied op te zoeken en te verbreden"* en *"jezelf en je kennis continu ter discussie weten te stellen"*. Met name grote bedrijven beschrijven het belang van een technicus die niet alleen maar 'standaard' oplossingen kan bedenken bij problemen, maar 'out-of-the-box' kan denken: op zoek gaat naar vernieuwende ideeën, door bijvoorbeeld inzichten van verschillende type collega's te verbinden. Een respondent beschrijft dat als: *"het in staat zijn om kennis en mogelijkheden uit verschillende vakgebieden te combineren of zelfs te integreren"*.

Communicatieve vaardigheden

Vrijwel alle respondenten uit zowel grote als kleine bedrijven geven aan dat een technicus in ieder geval moet kunnen communiceren of interesse moet hebben om te praten met collega's, leveranciers, klanten. De technicus moet zich volgens hen daarom kunnen inleven in andere disciplines, opleidingsachtergrond of in mensen elders in de hiërarchie.

Samenwerken

Deze competentie is volgens bedrijven in de nieuwe industriële realiteit van essentieel belang vanwege de steeds snellere veranderingen in werkomgeving en teams waarin technici werken. Bedrijven beschrijven deze competentie als het *"openstaan voor kritiek en vragen van collega's"* en het *"proactief steunen van collega's"*. Met name respondenten in middelkleine organisaties beschrijven het daarnaast als *"het kunnen functioneren in een team dat bestaat uit collega's met zeer uiteenlopende achtergronden op het gebied van werkervaring, achtergrond en persoonlijkheid"*.

Commerciële vaardigheden

Bedrijven beschrijven een toenemend belang van het kunnen communiceren, onderhandelen en adviseren van anderen uit de supply chain, zoals klanten of leveranciers. *"Een technicus is steeds meer een consultant. Hij doet niet slechts wat de klant vraagt, maar is in staat om met de klant nieuwe oplossingen of producten vorm te geven"*. Op de eerste plaats moeten technici in staat zijn om contacten te onderhouden met de klant en hen op een toegankelijke manier kunnen ondersteunen. Op de tweede plaats moeten technici *nóg* meer in staat zijn om samen met de klant een standaardproduct aan te passen naar individuele klantwensen of zelfs in staat zijn om samen een nieuw product te bouwen.

Proactiviteit

Initiatief nemen en 'drive' (*"proactiviteit"*) wordt vaak genoemd. Volgens veel bedrijven is dat het allerbelangrijkste houdingsaspect: *"Ik heb bij wij-*

ze van spreken nog liever iemand die eerst in de supermarkt heeft gewerkt en die de potentie heeft en die ook echt wil, dan iemand die de hele dag zit te Whatsappen". Het is een houdingsaspect dat bedrijven beschrijven als 'actief', 'geïnteresseerd' en 'leergierig'. Bovendien wordt vaak het aspect 'initiatief nemen' genoemd. Dat wordt door bedrijven beschreven als "initiatief tonen om werkzaamheden naar je eigen hand te zetten" en "eigen initiatief tonen en nadenken over je eigen loopbaan".

Omgaan met onzekerheid

Technici moeten volgens bedrijven steeds meer kunnen functioneren in projectmatige omgevingen die gekenmerkt worden door een steeds hogere complexiteit, complexere uitkomsten en snelheid. Dat vereist het kunnen omgaan met steeds veranderde verwachtingen. Dat vraagt volgens bedrijven vaardigheden als "in staat zijn om op korte termijn te kunnen functioneren in nieuwe teams", "toenemende druk om te kunnen omgaan met deadlines", "om kunnen gaan met tegenstrijdige principes" en "het kunnen werken met telkens vernieuwde producten of werkprocedures".

Flexibiliteit

Deze competentie wordt door vrijwel alle respondenten genoemd als belangrijk voor technici van de toekomst. Dat betreft enerzijds flexibiliteit in werktijd, bijvoorbeeld: "Er is een klant die ons dringend nodig heeft, morgen moeten we daar naartoe. 1 juli is de oplevering, elke dag later kost 10.000 euro, niet voor ons maar voor de klant. Dan kun je heel makkelijk zeggen nee doen we niet. Maar dan laat je de klant, of de uiteindelijke klant eigenlijk vallen." Anderzijds betreft het flexibiliteit in de manier van werken. Ze beschrijven dat als "gemakkelijk aanpassen bij tegenslag of weerstand", "prioriteiten aanpassen als het werk hierom vraagt" en "snel kunnen schakelen tussen verschillende teamsamenstellingen".

<p>De technicus als (data)-analist <u>Belangrijk:</u> Analyse van (grote hoeveelheden) data Programmeren Nauwkeurig en precies werken</p> <p><u>Minder belangrijk:</u> Communicatieve vaardigheden Samenwerken</p>	<p>De technicus als developer <u>Belangrijk:</u> Bedenken van nieuwe ideeën, producten of oplossingen Functioneren in (multidisciplinaire) teams en verbinden van kennis van verschillende vakgebieden</p> <p><u>Minder belangrijk:</u> Analytische vaardigheden Nauwkeurig en precies werken</p>
<p>De technicus als operator 2.0 <u>Belangrijk:</u> Besturen (programmeren) en onderhouden van machines Data analyse Oplossen van semigestructureerde problemen Bedrijfskundige kennis: processen overzien</p> <p><u>Minder belangrijk:</u> Creativiteit en innovatie</p>	<p>De technicus als engineer <u>Belangrijk:</u> Bouwen van nieuwe producten en diensten Expertkennis van het vakgebied</p> <p><u>Minder belangrijk:</u> Combineren van kennis van verschillende vakgebieden</p>

Tabel 4. De technicus van de toekomst, een viertal profielen

In de interviews benadrukken bedrijven overigens dat een technicus nooit in alle competenties goed kan zijn en dat dit ook niet altijd nodig is. Op basis van de interviews zijn er vier profielen te beschrijven van een toekomstbestendige technicus. Deze staan weergegeven in Tabel 4. In elk profiel wordt een set van competenties weergegeven die belangrijk of juist minder belangrijk zijn volgens werkgevers.

	Gemiddelde 'verantwoorde- lijkheid opleiden' Totaal	Gemiddelde 'verantwoordelijk- heid opleiden' Kleinbedrijf (<50)	Gemiddelde 'verantwoordelijk- heid opleiden' Midden bedrijf (<250)	Gemiddelde 'verantwoordelijk- heid opleiden' Grootbedrijf (>250)
Expertkennis	2.59*	2.60	2.62	2.48
Multidisciplinaire kennis	2.46	2.54	2.48	2.13**
Bedrijfskundige kennis	2.06***	2.17***	2.06***	1.80***
Analytisch vermogen	2.93***	3.04***	2.99***	2.17
Reflecteren en nauwkeurig werken	2.50	2.51	2.51	2.41
Communicatieve vaardigheden	2.27***	2.23***	2.28***	2.33
Samenwerken	2.30***	2.37*	2.28***	2.32
Creativiteit	2.83***	2.77	2.99***	2.46
Commerciële vaardigheden	2.43*	2.40	2.46	2.40
Proactiviteit	2.77***	2.71**	2.90***	2.49
Omgaan met onzekerheid	2.89***	2.79***	3.11***	2.42
Flexibiliteit	2.87***	2.86**	2.98***	2.47

Tabel 5. Verschillen tussen grootte bedrijven wat betreft de verantwoordelijkheid van scholing van kennis, vaardigheden en houding (referentiepunt = 2.5)

BLAUW = vooral aanleren in het onderwijs (gemiddelde > 2.5)

GROEN = vooral aanleren op de werkvloer (gemiddelde < 2.5)

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

In hoeverre moeten deze competenties in het (beroeps)onderwijs of in het bedrijfsleven worden aangeleerd?

Volgens de respondenten moet het beroepsonderwijs met name inzetten op de houdingsaspecten: zij vinden dat proactiviteit, omgaan met onzekerheid en flexibiliteit vooral in de schoolbanken geleerd kan en moet worden (zie Tabel 5). Als het gaat om kennis en vaardigheden dan zien zij een gedeelde verantwoordelijkheid. Waar ze vinden dat het beroepsonderwijs vooral moet inzetten op het aanleren van expertkennis, analytisch vermogen en creativiteit bij jonge technici, vinden respondenten dat bedrijven zelf een belangrijke rol hebben in het aanleren van meer bedrijfskundige kennis, communicatieve en commerciële vaardigheden en samenwerken. Werkgevers benadrukken dus dat niet alle competen-

ties in het onderwijs aangeleerd hoeven te worden en willen zelf ook verantwoordelijkheid nemen voor het ontwikkelen van vooral een bredere kennisbasis en vaardigheden in het sociale domein.

Conclusies

Met dit onderzoek dragen we bij aan het concretiseren van de veranderingen in werk en de daarvoor benodigde competenties van werknemers als gevolg van snelle technische ontwikkelingen. Technologische bedrijven zien een groot aantal ontwikkelingen aankomen in de nieuwe industriële werkelijkheid waardoor werk snel en ingrijpend gaat veranderen. Ze beschrijven een toenemende complexiteit in machines en productieprocessen, toenemende onvoorspelbaarheid, een steeds verdergaande samenwerking binnen de keten, robotisering en automatisering van productielijnen, fors toegenomen mogelijkheden voor productie-op-maat en nieuwe manieren van organiseren en wijzigende businessmodellen. Onze studie laat zien dat deze ontwikkelingen niet alleen door respondenten uit grote bedrijven worden gezien als de industriële realiteit, maar ook door een overgrote meerderheid van de respondenten uit het mkb worden herkend. Voor de respondenten is de vraag niet zozeer óf werk gaat veranderen door deze ontwikkelingen, maar wanneer.

Werken in de nieuwe industriële realiteit: vijf hoofddimensies

Het onderzoek bevestigt de constatering dat werken in de technische sector wordt gekenmerkt door drie belangrijke hoofddimensies zoals omschreven door Levy en Murmane (2015): (1) het kunnen omgaan en oplossen van ongestructureerde problemen; (2) het slim kunnen vinden, interpreteren en gebruiken van informatie voor het oplossen van ongestructureerde data en het verbeteren van producten/diensten en (3) het uitvoeren van niet-routinematig werk dat zich nauwelijks laat programmeren door machines. Het onderzoek voegt daar nog een belangrijke vierde en vijfde dimensie aan toe: (4) het kunnen functioneren in steeds wisselende – en veranderde, onvoorspelbare – werkomgevingen of projecten, en (5) het kunnen complementeren van of samenwerken met zich verder ontwikkelende technologie, zoals augmented reality en geavanceerde machines.

Het werk in de techniek wordt, gezien deze vijf veranderingen, zeer complex en vereist medewerkers die zichzelf continu blijven ontwikkelen. Weliswaar relativeren respondenten, met name uit het mkb, de snelheid van de ontwikkelingen, maar ook volgens hen zal de impact van technologie op niet al te lange termijn zichtbaar zijn. Dat komt volgens hen door eisen van leveranciers of klanten of doordat complexe technologie steeds toegankelijker en betaalbaarder wordt voor kleinere ondernemingen.

Wat is er nieuw?

De gevolgen van technologie voor werk die bedrijven beschrijven, zijn vernieuwend ten opzichte van de discussie over de gevolgen van automatisering op werk zoals die al enige decennia wordt gevoerd (zie bijvoorbeeld Scheele, 1999). Het gaat om een verschil in zowel de aard als in de mate van verandering. Voor wat betreft de aard werd hiervoor al gewezen op het

samenkomen van verschillende technische veranderingen tegelijkertijd en nog eens gecombineerd met goedkope dataopslag, sterke analyse software en snelle internettechnologie. Dat maakt ontwikkelingen mogelijk die eerder onmogelijk waren, zoals virtual reality, complexe productieprocesssimulatie en autonome productiemachines of -voertuigen. De mate van de verandering heeft vooral te maken met de snelheid enerzijds en de doordringing van de nieuwe techniek anderzijds. De snelheid van verandering door technologie in de vierde industriële revolutie is groter dan tevoren, de impact is breder en de veranderingen zijn ook disruptiever. Dat komt volgens de bedrijven omdat technologieën als smart machines, big data en sensortechnologie zich nu hebben ontwikkeld tot een niveau dat toepasbaar en betaalbaar is voor veel, ook kleinere bedrijven. Zodra één bedrijf de stap zet zijn de gevolgen voor de achterblijvers vaak zo groot en radicaal, dat er een ‘winner takes all’ markt dreigt. Bovendien smelten de technologieën met elkaar samen in nieuwe concepten als ‘smart factories’ en zeer geavanceerde (software)systemen die individuele bedrijfs grenzen overstijgen. Die samensmelting zorgt er volgens bedrijven ook voor dat technologie snel en massief doordringt op allerlei plekken in een bedrijf. Dat leidt volgens hen tot aanpassingen in (productie)processen, manieren van organisaties of zelfs in verdienmodellen waardoor werk en de werkomgeving van technici veel en snel aan het veranderen zijn.

De technicus van de toekomst: een schaap met vijf poten?

Wanneer we kijken naar de skills die nodig zijn in de nieuwe industriële realiteit dan kan snel het beeld ontstaan dat werkgevers een schaap met vijf poten zoeken, zoals dat overigens al jaren gebeurt (FD, 2016): technici die uitstekend vakinhoudelijk onderlegd zijn, goed kunnen samenwerken en een proactieve houding hebben. Voor wat betreft kennisaspecten viel op dat bedrijven vrij duidelijk zijn over het toenemende belang van expertkennis: een ‘brede’ opleiding is niet genoeg. Wel is het volgens bedrijven essentieel dat een technicus sociaal vaardig is, kan samenwerken en onderhandelen met werknemers, klanten of leveranciers vanuit andere disciplines of met een andere achtergrond. Daarnaast benadrukten respondenten het toenemende belang van nieuwe kennisgebieden als sensortechnologie, mechatronica, robotica en nanotechnologie.

Wat betreft vaardigheidsaspecten viel op dat een groot aantal respondenten, zeker in de grote bedrijven, duidelijk maakte dat de grenzen tussen een technicus en een bedrijfskundige aan het vervagen zijn. Een technicus in deze bedrijven zal in toenemende mate een vergaand inzicht moeten hebben in de processen, de supply chain en businessmodellen. Hij of zij zal in staat moeten zijn om continu het werk of project in relatie tot de organisatie of zelfs de gehele keten te kunnen plaatsen en actief bezig moeten zijn met de interne en externe ontwikkelingen. Zij zien de ideale technicus bovendien als een soort marketeer: iemand die snel verbindingen kan leggen tussen mensen, zichzelf weet te verkopen en een scherp oog heeft voor nieuwe mogelijkheden. Voor wat betreft vaardigheidsaspecten benadrukken organisaties voornamelijk de flexibiliteit en het ontwikkelingsvermogen van medewerkers. Zij vinden het moeilijk om die aspecten te concretiseren, terwijl zij tegelijkertijd een vaak acute behoefte

hebben om dat vermogen onder hun medewerkers verder te ontwikkelen. Opvallend is dat aspecten m.b.t. creativiteit en innovatie minder werden genoemd, terwijl doorgaans wordt verwacht dat dit juist de aspecten zijn waarmee een medewerker kan overleven in de snel veranderde arbeidsmarkt (Meel, 2015).

De technicus van de toekomst: qualifiers en order-winners

De technicus van de toekomst is echter geen schaap met vijf poten. Werkgevers realiseren zich dat de technici van de toekomst niet alle competenties kunnen bezitten als zij instromen. Op de eerste plaats zagen we in de interviews een viertal profielen terug van technici: data-analist, operator, developer en engineer met elk een duidelijke set competenties die belangrijk of juist minder belangrijk zijn. Op de tweede plaats is er in de lijst van skills onderscheid te maken in ‘qualifiers’; skills die iedereen moet bezitten om te kunnen functioneren in de nieuwe industriële realiteit en ‘order winners’; skills waarmee een technicus zich onderscheidt op de arbeidsmarkt. Als qualifiers kunnen worden geïdentificeerd: (1) het expert zijn op het eigen domein en (2) bijblijven op zijn/haar domein: permanente educatie. Nog steeds is actuele en diepgaande kennis dus het essentiële kenmerk voor een technicus: een brede opleiding is niet genoeg. Order winners kunnen worden aangeduid als: (1) bedrijfskundige kennis (overzicht hebben van wat er in het bedrijf speelt en daarna handelen) en (2) vernieuwen door samen te werken te werken met andere disciplines en daarmee eigen kennis te vernieuwen, te versterken en om te zetten naar praktische toepassingen voor de organisatie. De start kan de eigen expertise zijn, waarvoor nieuwe mogelijkheden worden gezien door deze met kennis van anderen te combineren, maar evengoed kan de vraag vanuit een ander kennisdomein komen. In het eerste geval moet de technicus zicht hebben op wat anderen kunnen toevoegen. In het tweede geval moet de technicus in staat zijn iets toe te voegen aan wat anderen proberen te doen. Het vraagt om nieuwsgierigheid over het eigen vakgebied, het ontdekken van nieuwe mogelijkheden en bereid zijn om risico’s te nemen.

Opleiden voor de technicus van de toekomst

De respondenten zien niet alleen voor het onderwijs, maar ook voor de bedrijven een essentiële rol in het opleiden van technici voor de toekomst. Bedrijven benadrukken dat zij bij willen dragen aan het opleiden van de technici, met name op het gebied van bedrijfskundige kennis, communicatieve en commerciële vaardigheden en samenwerken. De basisdimensies van het werk in de nieuwe industriële realiteit, en de skills die daaruit voortvloeien vereisen echter meer dan een beroepsopleiding en werkgevers die technici verder op de werkvloer opleiden. Om (jonge technici) voor te bereiden op het kunnen omgaan met nieuwe technologische ontwikkelingen, het kunnen functioneren met ongestructureerde en onvoorspelbare situaties en het kunnen werken met steeds nieuwe teams zullen onderwijs en bedrijfsleven meer moeten samenwerken. De competenties die uit dit onderzoek naar voren komen vereisen namelijk niet alleen een opleidingsprogramma en werkinhoud die uitdaagt tot leren van de noodzakelijke competenties, maar een permanent ontwikkelingstraject

dat technici grondig, langdurig en stap-voor-stap vormt om in steeds veranderde, onvoorspelbare en ongestructureerde werkomgevingen te functioneren. Welten (2013) beschrijft dat als het opleiden tot ‘smart missiles’: ‘mensen die zich razendsnel kunnen aanpassen omdat ze in staat zijn volledig van koers te veranderen, en dat vereist dat ze vergeten wat ze aanvankelijk hadden geleerd’.

Aanbevelingen voor HRM

De uitkomsten van het onderzoek benadrukken de noodzaak om technici – zowel zittende medewerkers als potentiële medewerkers – voor te bereiden op de nieuwe industriële realiteit. De HR professional heeft daarin een cruciale rol. Hij zal werkinhoud en een werkomgeving moeten creëren die aanzet tot permanente ontwikkeling. Hij heeft een scala aan methoden ter beschikking om te komen tot een krachtige leeromgeving.

Job-design: banen die uitdagen tot permanente ontwikkeling

Op de eerste plaats is het belangrijk om te investeren in het aanpassen van de inhoud van het werk van technici. Zij moeten continu blijven en leren omgaan met nieuwe technologie. Werknemers in de techniek hebben echter niet altijd tijd voor (en behoefte aan) formele scholing, worden niet altijd door de werkgever uitgedaagd om te blijven leren en zien in hun werk ook niet altijd de noodzaak om te blijven leren (Corporaal et al, 2015). HR zal zich de vraag moeten stellen hoe technologische ontwikkelingen het werk de komende jaren doet veranderen en op basis daarvan een inschatting moeten maken van wat dan de bijbehorende taken en competenties zijn. Het bedrijf kan dan stap-voor-stap de inhoud van het werk van de technici aanpassen, zodat de technicus op de werkvloer voorbereid wordt op de toekomst. Het op deze wijze ontwerpen van banen waarin technici continu uitgedaagd worden tot leren en ontwikkeling moet topprioriteit zijn voor HR professionals in de technische sector. Daarmee werken ze niet alleen aan de competenties van medewerkers, maar ze maken de organisatie ook aantrekkelijker voor zittende én toekomstige medewerkers. Werknemers in de techniek geven namelijk aan dat zij minder nieuwe dingen leren in hun baan en minder experimenteer- en innoveer ruimte hebben dan dat zij eigenlijk zouden willen (TechYourFuture, 2016). Hier liggen dus mooie kansen.

Krachtige ontwikkelingsprogramma's ontwerpen

Op de tweede plaats is het belangrijk dat HR ontwikkelingsprogramma's ontwerpt die de competenties in het huidige eigen werk overstijgen. Het is daarbij van belang om breder te denken dan traditionele formele scholingsprogramma's. Uit onderzoek blijkt namelijk dat trainingen op het gebied van soft skills door externe trainers en persoonlijke-ontwikkelings-plan-gesprekken technici nogal af kunnen schrikken (TechYourFuture, 2016). Ze hebben juist veel experimenteer- en innoveer ruimte van het bedrijf nodig; iemand die ze uitdaagt om met elkaar en op de werkvloer concreet aan de slag te gaan en een leidinggevende die hen bijstuurt en op de juiste momenten ruimte biedt.

Een dergelijk ontwikkelprogramma zou ontwikkeld kunnen worden in samenwerking met het (lijn)management en bestaan uit:

- Team-overstijgende sessies over state-of-the-art technische kennis met werkvormen die technici aanzetten tot het oefenen met ‘soft skills’ als het leren samenwerken met andere disciplines en het feedback geven en ontvangen aan en van collega’s.
- Het uitvoeren en evalueren van opdrachten binnen het eigen werk die innovatief van aard zijn. Het gaat dan om stap-voor-stap opdrachten voor product- of procesinnovaties, waarbij technici niet alleen leren om innovaties te ontwerpen maar ook vanuit begeleiding van het ontwikkelprogramma om leren gaan met belemmeringen vanuit de organisatie of collega’s. Technici stellen namelijk dat *“iedereen roept dat medewerkers innovatiever en creatiever moeten worden, maar werknemers hebben daar concrete handvatten voor nodig.”* (TechYourFuture, 2016).
- Sessies met leveranciers of branchegenoten over toekomstige ontwikkelingen, gekoppeld aan een aantal opdrachten over de vertaling van deze ontwikkelingen naar de gevolgen daarvan voor de eigen organisatie. Technici gaan daarmee samen aan de slag en leren op die manier de samenhang van kennis en vaardigheden in bedrijfsprocessen in de organisatie te koppelen aan hun eigen inhoudelijke expertise.

Learning communities: krachtige samenwerking tussen onderwijs en bedrijfsleven

Niet alleen de HR professional, maar ook het onderwijs is aan zet. Zij zullen leeromgevingen moeten bouwen die technici voorbereiden op de technologische ontwikkelingen zoals in dit artikel omschreven. Vanuit dat perspectief zijn de diverse regionale samenwerkingsverbanden tussen onderwijsinstellingen, bedrijfsleven en overheid die momenteel worden opgezet in de vorm van ‘fieldlabs’, ‘learning communities’ en ‘skillslabs’ veelbelovend. Binnen deze initiatieven wordt een praktijkgerichte leeromgeving gebouwd, vol met moderne technologie die ingebracht wordt door bedrijven. Die omgevingen bieden bedrijven, studenten én onderwijs de kans om op een krachtige manier samen te werken aan de ontwikkeling van de competenties van de technicus van de toekomst.

SUMMARY

Smart Industry, also known as the fourth industrial revolution, will fundamentally change the content of work because of the interaction of different technological developments in automation, optics and big data. In this article we try to be specific about these changes. Our research shows that employers in both large high-tech industries and SME's predict fundamental changes in work because of an increase in the complexity in machines and production processes, a continuous change in collaboration through robotization and automation of the production line, a large increase in customer specific products, new ways of organizing and changes in business models. According to employers, this requires a technician with excellent knowledge of his discipline and the ability to collaborate with technicians of other disciplines. Future technicians need a good understanding of the business and business processes, and the drive to develop themselves continuously to stay up to speed with new technologies. Employers, employees and educators are jointly responsible to make the technicians of today future proof.

Eindnoten

1. Dit onderzoek is mogelijk gemaakt door TechYourFuture, expertisecentrum voor techniekonderwijs en met veel dank aan vele afstudeerstudenten waaronder Sjoerd Peters, Robbin Mulders, Jolien Ebenau en Lotte van Hest.

Literatuur

- Actieagenda Smart Industry (2014). *Actieagenda Smart Industry*. Dutch industry fit for the future.
- Autor, D. H., Levy, F., & Murnane, R. J. (2003). The Skill Content of Recent Technological Change: An empirical exploration. *Quarterly Journal of Economics*, 118(4), 1279–1333.
- Corporaal, S., Riemsdijk, M. van, Vuuren, T. van, Kluijtmans, F., De Lat, M., & Morsink, T. (2015). Onweerstaanbaar worden voor de nieuwste generatie technici. *Tijdschrift voor HRM*, 1–21.
- Est, Van. R., & Kool, L. (2015). *Werken aan de robotsamenleving Visies en inzichten uit de wetenschap over de relatie technologie en werkgelegenheid*. Den Haag: Rathenau Instituut

- Goos, M. (2013). *How the World of Work is Changing. A Review of the Evidence*. Geneva: International Labour Office Geneva.
- Scheele, D. (1999). *Arbeid en vaardigheid. Een literatuurstudie naar de veranderingen in arbeidsvaardigheden*. Rapportage voor de Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid
- The Hague Centre for Strategic Studies (HCSS) & TNO (2013). *The European Labor Market and Technology. Employment, Inequality and Productivity*. Den Haag: HCSS
- Levy, F., & Murnane, R. (2005). *The new division of labor. How computers are creating the next job market*. New York: Russel Sage Foundation.
- Lorenz, M., Rüßmann, M., Strack, R., Lueth, K. L., & Bolle, M. (2015). Man and Machine in Industry 4.0. *Boston Consulting Group*, 18.
- Meel, J. J. Van. (2015). Creativiteit en innovatie. *Gedrag & Organisatie*, (28), 44-47.
- TechYourFuture (2016). *Ervaringen en wensen van jongeren in de techniek*. Enschede: TechYourFuture
- Voogt, J., & Roblin, P. N. (2012). *21st century skills*. Enschede: Universiteit Twente
- Welten, R. (2013). *Het HBO in een vloeibare samenleving*. Geraadpleegd van <https://www.scienceguide.nl/2013/02/het-hbo-in-een-vloeibare-samenleving/>
- Went, R., Kremer, M. & Knottnerus A. (2015). *De robot de baas*. De toekomst van werk in het tweede machinetijdperk. Den Haag: WRR / Amsterdam University Press

Bijlage: vragenlijst competenties technicus van de toekomst

De technicus van de toekomst....

Expert op eigen vakgebied

- 1 ... is continu op zoek naar nieuwe kennis in zijn vakgebied.
- 2 ... heeft diepgaande kennis op zijn vakgebied.
- 3 ... is expert in zijn vakgebied.

Multidisciplinaire kennis

1. ...is een generalist: heeft brede kennis over verschillende disciplines.
2. ...beschikt over kennis van aangrenzende vakgebieden van technische collega's.
3. ...beschikt over kennis van de markt en haar klanten.
4. ...beschikt over kennis van disciplines waar hij intensief mee samenwerkt.

Bedrijfskundige kennis

1. ...begrijpt wat voor invloed werkzaamheden hebben op de winstgevendheid van het bedrijf.
2. ...begrijpt hoe zijn werkzaamheden bijdragen aan het product dat gemaakt wordt.
3. ...weet hoe hij moet handelen bij een wijziging of fout in het proces.
4. ...kent alle stappen binnen het productieproces.

Analytisch vermogen

- 1 ...interpreteert complexe informatie en kan dit omzetten naar concreet gedrag.
- 2 ...ontdekt en herkent verbanden in informatie en/of datastromen.
- 3 ...lost gestructureerd problemen op en maakt daarbij onderscheid in hoofd- en bijzaken.
- 4 ...haalt de essentie van de klantwens naar boven en kan daar naar handelen.
- 5 ...vertaalt complexe informatie en/of datastromen in behapbare stappen.

Reflecteren en nauwkeurig werken

- 1 ...stelt continu de kwaliteit van zijn eigen resultaten ter discussie.
- 2 ...vraagt feedback van anderen op de kwaliteit van zijn werk.
- 3 ...houdt zich strikt aan werkvoorschriften en procedures.
- 4 ...is secuur in iedere handeling die hij verricht.
- 5 ...beseft het belang van nauwkeurigheid in zijn handelen en de gevolgen van fouten.
- 6 ...stelt continu de kwaliteit van resultaten van anderen ter discussie.

Communicatieve vaardigheden

- 1 ...communiceert gemakkelijk met andere niveaus.
- 2 ...verplaatst zich in de ander bij het overbrengen van vakinhoudelijke informatie.
- 3 ...weet zijn mening goed te verwoorden aan anderen.
- 4 ...legt gemakkelijk contact met anderen binnen de organisatie.
- 5 ...is in staat om contacten te onderhouden met klanten en hen op een toegankelijke manier te ondersteunen.
- 6 ...maakt in contact technische details inzichtelijk voor de klant.

Samenwerken

- 1 ...denkt mee met werkzaamheden van andere vakdisciplines.
- 2 ...werkt nauw samen met andere disciplines aan een gezamenlijk doel of resultaat.
- 3 ...lost samen met andere disciplines complexe problemen op.
- 4 ...ondersteunt collega's in hun werkzaamheden.
- 5 ...staat in de samenwerking met collega's open voor kritiek en vragen.

Creativiteit en innovativiteit

- 1 ...denkt out-of-the-box en treedt buiten de kaders van het vakgebied.
- 2 ...ziet fouten als leermogelijkheden en bedenkt hier oplossingen voor.
- 3 ...zoekt de grenzen van de technische mogelijkheden op en verbreedt deze.
- 4 ...denkt mee over hoe producten verbeterd kunnen worden.
- 5 ...ontwerpt samen met de klant innoverende producten.

Commerciële vaardigheden

- 1 ...adviseert klanten over het kopen van producten.
- 2 ...onderhandelt en overtuigt klanten over het kopen van producten.
- 3 ...begrijpt de behoeften en wensen van de klant en past producten daarop aan.
- 4 ...verplaatst zich in de belevingswereld van de klant om de behoeftes van de klant beter te begrijpen.

Proactiviteit

- 1 ...maakt uit zichzelf zijn mening kenbaar binnen de groep.
- 2 ...zoekt continu naar kansen en neemt initiatief om deze te benutten.
- 3 ...onderneemt uit zichzelf actie in het zoeken naar verbeteringen voor producten.

Omgaan met onzekerheid

- 1 ...gaat goed om met tegenstelde belangen.
- 2 ...blijft optimaal functioneren onder strakke deadlines.
- 3 ...gaat goed om met telkens vernieuwde producten of werkprocedures.
- 4 ...gaat goed om met veranderende verwachtingen.

Flexibiliteit

- 1 ...schakelt gemakkelijk tussen heel verschillende werkomgevingen.
- 2 ...past zich gemakkelijk aan bij veranderende teamsamenstellingen.
- 3 ...schakelt snel en vaak tussen werkzaamheden en machines.
- 4 ...past zich bij tegenslag of weerstand gemakkelijk aan.